



# Försvarets Historiska Telesamlingar

## Flygvapnet

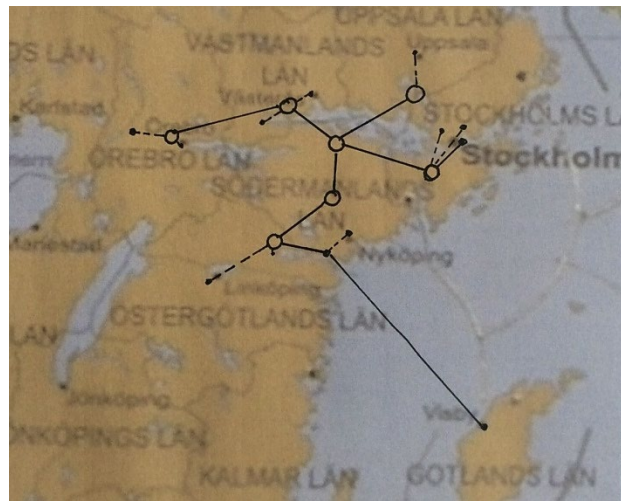
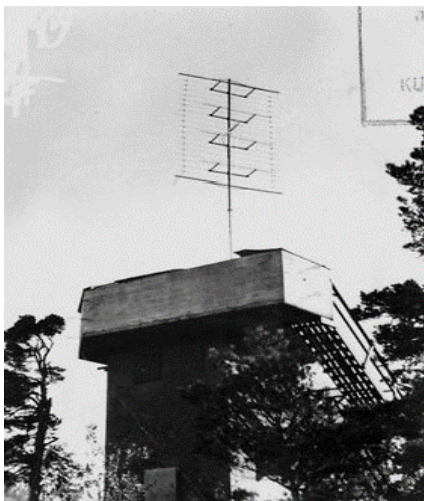


2022-08-01

# Fasta och rörliga Radiolänksystem och Flygvapnets Fasta Radiolänknät (FFRL) skapas – ursprung och tidig utveckling –

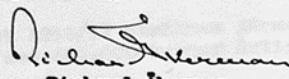
*Hans-Ove Görtz, John Hübbert, Göran Kihlström och Arne Larsson*

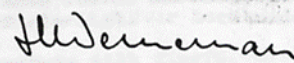
F02/22



Flygvapnets fasta radiolänknät bör utbyggas enligt de principer, som angivits i chefens för flygvapnet skrivelse 17/5 1954, nr H 89.

Avskrift av skrivelse till kungl flygförvaltningen berörande ekonomiska frågor bifogas.

  
Richard Åkerman  
Chef för försvarsstaben

  
H. Verneman



## Förord

Denna rapport är framtagen inom FHT projekt FTN och utgör en fördjupad historisk beskrivning genom arkivarbete samt insamling och sammanställning av information som publicerats av FHT m.fl.

Information som publicerats tidigare av FHT är främst:

- STRIL 50, Stridslednings- och luftbevakningssystem modell 50
- SVENORDA, Flygsäkerhetssamarbete mellan Sverige, Norge och Danmark – en del av krigsförberedelserna
- Skandinavisk försvarsutredning 1948 -1949 – uppstarten och inverkan under kalla kriget
- Flygvapnets transportabla radiolänkar 1948 - 2000
- Radiolänk i Armén 1950 – 2000
- Det Norska kontroll- och Varslingssystemets historia 1945 - 2000
- Flygvapnets radiosystem Del 1. 1916-1945

samt av FMV:

- Försvarets Fasta Radiolänknät, Försvarets telenät – ett historiskt perspektiv.

I ovanstående rapporter finns mer utförligt beskrivet den utveckling som deras operativa och taktiska behov skapat – vissa delar av dessa rapporter är införda i denna rapport.

Utöver dessa har underlag från tidskriften RADIO och TELEVISION's utgåvor 1956 – 1957 använts.

Denna rapport utgör den historiska basen av den tidiga utvecklingen av radiolänk med dess utrustning för civil tillämpning, anläggningar och system, samt dess militära tillämpning och avslutas tidsmässigt i perioden 1960-62.

Medverkande har varit Göran Kihlström, John Hübbert, Arne Larsson och Hans-Ove Görtz.

Rapporten med bilagor har i sin helhet förhandsgranskats vid HKV under 2021 och inte befunnits innehålla någon sekretessbelagd information.

Synpunkter på rapporten mottas tacksamt – kontakt via mail: [hans-ove.gortz@telia.com](mailto:hans-ove.gortz@telia.com)

Färjestaden vintern 2021/22

Hans-Ove Görtz



# Fasta och rörliga Radiolänksystem och Flygvapnets Fasta Radiolänknät (FFRL) skapas - ursprung och tidig utveckling

## Innehållsförteckning

1. Radiolänk – historisk bakgrund.....	7
2. Radiolänk som ett nytt transmissionsmedia under 2: a världskriget.....	8
3. Tidig utveckling och utprovning av förbindelser och nät 1945 - 1949 .....	11
4. Fortsatt utveckling och utbyggnad av nät 1950 - 1955 .....	27
4.1 Samordning för operativ ledning inom Krigsmakten och totalförsvaret 1950-1955 .....	27
4.2 Fortsatt utveckling och utprovning inom Flygvapnet med förvaltning 1950-1955 .....	30
4.3 Fortsatt utveckling och utprovning inom Armén med förvaltning 1950-1955 .....	43
4.4 Fortsatt utveckling för skandinavisk strategisk samordning 1952 - 1960.....	51
4.5 Flygsäkerhetsnät Sverige – Norge – Danmark etableras .....	54
4.6 Utveckling i Danmark och Norge med påverkan på Sverige.....	60
4.7 Radiolänk för Radiotjänst och Televerket Radio .....	61
5. Flygvapnets Fasta Radiolänknät etableras och utvecklas 1955 – 1962 .....	64
6. Personal som haft stor betydelse för den tidiga utvecklingen.....	68
BILAGOR.....	69
1. Tyska flygvapnets radiolänknät under 2: vk .....	69
2. Radiolänksystem, krigets stora nyhet inom signaltjänsten.....	70
3. Provområden för luftbevakning 1947 .....	81
4. Flygvapnets rörliga luftbevakningskompani 1948 - 1949.....	82
5. Radiolänkutredning – förslag utbyggnad 1950 .....	87
6. Nätstruktur arméförsök 1951 och 1952.....	92
7. Nätstruktur 1958 med tillgänglig materiel 1960 .....	93
8. Exempel på olika tidiga anläggningsutformningar i FFRL.....	95
9. Radiolänknät för flygsäkerhet och fredsstril i Skåne 1960 .....	99
10. Tillgängliga militära och civila nät i Danmark och Norge tidigt 1960-tal.....	100
11. Dokumentation av provnät relästation Hjulåsen, Finnerödja och terminal Karlskoga	101



## 1. Radiolänk – historisk bakgrund

Teknikutvecklingen inom radio som transmissionsmedia hade under 1930-talet kommit så långt att även annan teleteknisk utveckling för t ex bildöverföring började bli intressant för att kunna utnyttja den för att överföra större mängder information och på ett mer säkert teletekniskt sätt.

Då kom fasta radiolänkförbindelser att bli intressant i USA och England främst för överföring av kommande TV distribution i slutet av 1930-talet.

För att lösa de teletekniska problemen med överföringen dels med frekvensstabilitet (d.v.s. minska förbindelseavbrott) så utvecklades kristaller som var mycket frekvensstabila och dels byta från amplitudmodulering (AM) till frekvensmodulering (FM).

Vid den tiden fanns nästan ingen produktionskapacitet i USA eller England att tillverka dessa kristaller. Det var först genom ett arméprojekt som medförde att en storskalig utveckling och tillverkning av kristaller påbörjades.

Parallellt bedrevs även antennutveckling för att få fram mer direktiva antenner.

Den amerikanska armén såg fördelarna med riktade radioförbindelser. Vid en övning under 1941 i USA visade det sig att tekniken med radioutrustningar och direktiva antenner hade utvecklats så långt att det i vissa fall var fördelaktigt att ersätta kablar med ”*Radiorelay*” d.v.s. radiolänk.

Av tekniska skäl användes mycket höga frekvenser (meter-, decimeter- och ner till centimetervåglängder) för dessa radiolänkutrustningar. De höga frekvenserna begränsade emellertid räckvidderna till ett värde som motsvarade ungefär den optiska sikten.

För förbindelser över längre avstånd måste därför höga master och/eller höga punkter i terrängen användas som stationsplatser. Vid långa sträckor måste förbindelsen uppdelas i ett antal delsträckor där mellanliggande punkter utformas som relästationer.

Även i Tyskland pågick utveckling av radiolänksystem – under 1937/38 pågick bl a utveckling för det tyska flygvapnet ”*Dezimetergerät 4 Klein(gerät)*” (DMG 4 K) – eller som det senare benämndes *Richtverbindungsgerät K* d.v.s. radiolänk. Från 1936 började användning av bärbar radioutrustning med riktverkande antenner med en talkanal användas och byggas ut som radionät inom dåvarande tyska armén och flygvapnet.

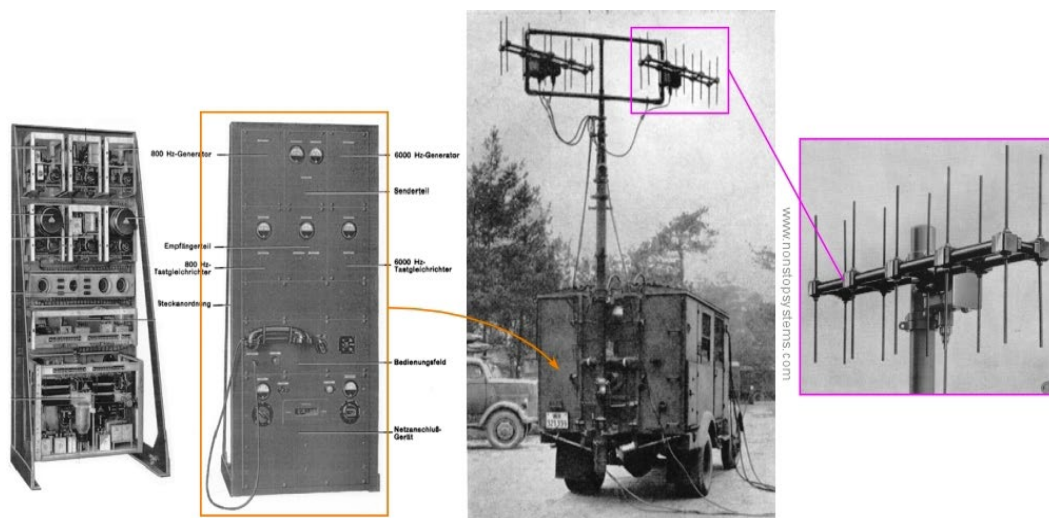
Före 2:a världskriget användes huvudsakligen kablar för telefonförbindelser över längre avstånd av de krigförande länderna. Den tekniska utvecklingen hade kommit så långt att materiel var tillgänglig för utveckling av radiolänksystem under tidigt 1940-tal, för användning inom de olika krigsmakterna i deras olika tillämpningar, för fasta och rörliga system.

## 2. Radiolänk som ett nytt transmissionsmedia under 2: a världskriget

Tidigt under 1940-talet under 2. a världskriget användes radiolänk av tyska krigsmakten (flygvapnet för fasta förbindelser och rörliga för armén) och av de allierade för kombinerad användning (bl a i Afrika).

Det tyska flygvapnet använde fasta långdistans telefonförbindelser baserade på seriekopplade radiostationer, radiolänk. Ett omfattande system "Michael" med 2 kanaler byggdes, för både tal och Hellskrivare med direkt kopplade förbindelser till växlar och kabelsystem.

Den utrustning som användes var Lorenz *Zweikanal Dezimeter Ferntastanlage FuG 04 "Köln"* som var en mobil version av "DMG 3 K" ("Florian") – se bild nedan.



System *Michael* byggdes ut från centrala Tyskland till de olika frontavsnitten, från Berlin utgick radiolänkförbindelserna till Kirkenes i norr, Stalingrad i öster, El Alamein i söder och Biarritz i väster – hela nätet framgår av bilaga 1.

I England pågick även tidigt utveckling av radiolänk för fasta förbindelser – det var *Wireless Set No 10* – se bild nedan. Det var en 8 duplex talkanal som använde multiplexorer och pulskod modulering (PCM) – som var mycket avancerad under 1944. Antennen var en UHF-antenn som var mycket direktiv på 5 grader.



*Wireless Set No 10 (Foto från museum i England)*



Den användes först några veckor efter D-day som länk mellan Isle of Wight och Cherbourg i Frankrike – se nedan. Den drogs dock med flera utmaningar för personalen så den fungerade bara intermittent. Senare användes den mer taktiskt för stöd till 21. armégruppens högkvarter och därefter lyckades man att etablera tillförlitliga radiolänkkedjor genom Europa – till och med så långt som till Montgomery's sista högkvarter på Lüneburgerheden i norra Tyskland.

De allierade (amerikanska trupperna) hade utvecklat transportabla system som användes från 1943 (en-kanalsutrustning i Afrika) och sedan från 1944 vid de olika krigsskådeplatserna i Europa och Asien. Det var radioutrustning mm AN/TRC 3 (bestod av AN/TRC 1 med antenner och elverk) lastade på lastbilar med släp som utnyttjades – bild nedan.

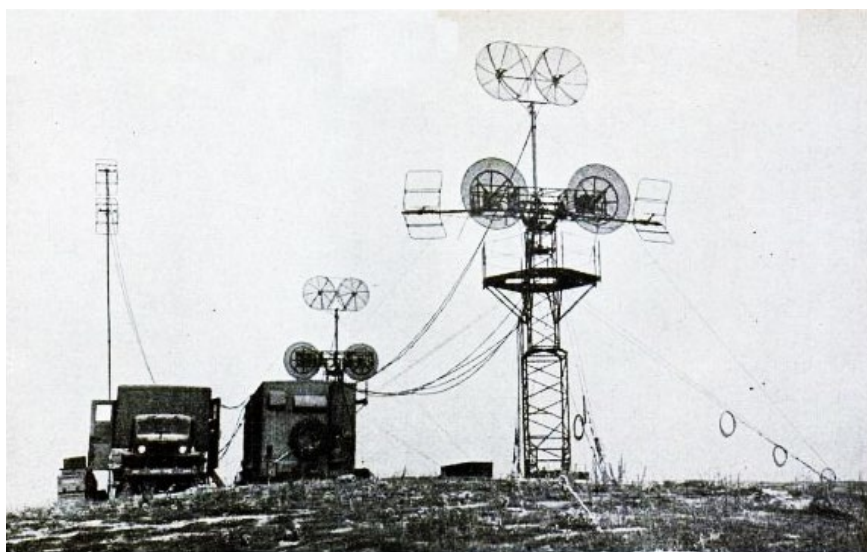
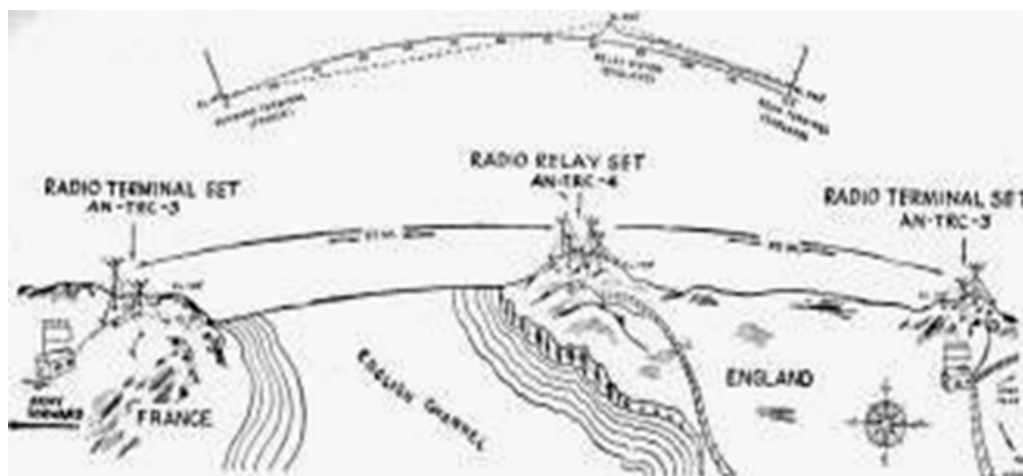


Photo by U.S. Army Signal Corps

Med utrustningen kunde både tal och teletypeutrustning användas direkt kopplade till telefonväxlar.

Andra dagen efter landstigningen (8 juni 1944) i Normandie etablerades (klockan 1314) en direkt radiolänkförbindelse – via Isle of Wight - mellan det flygtaktiska kommandot i England till arméhögkvarteret till invasionsstyrkan i Normandie för överföring av flygspaningsunderrettelser. Därefter etablerades ett eget multikanalssystem för telefon- och teletyfeförbindelser mellan det centrala högkvarteret i England till US 1st Army i Frankrike. Systemet etablerades med de amerikanska radiolänkstationerna AN-TRC 3 och AN-TRC 4 – enligt skiss nedan:



Allteftersom kriget fortsatte utökades antalet radiolänkförbindelser och tillsammans med telekabelsystem och radiokommunikationer byggdes ett sammansatt och ett integrerat system upp för telefon, teletype och telegrafi för de skiftande behoven inom och mellan de olika amerikanska enheterna.

Vid krigsslutet fanns 296 st radiolänkstationer som bildade 74 st radiolänksystem (inkl utrustning) i Europa.

De amerikanska erfarenheterna och slutsatserna efter användningen av radiolänk sammanfattas kortfattat enligt följande:

*”... att radiolänköverföringen i andra världskriget skapade tusentals förbindelser, som inte kunde hava åstadkommit lika snabbt med linjebyggnad, även om våra trupper hade fått hava vägarna för sig själva vid stolpsättning och tråddragning. Fyra bataljoner, d v s 1820 man, behöva cirka tio dagar för att draga en fyrtråds stolplinje på 150 km. Radiolänkstationernas personal på sammanlagt fyrtiofyra man, kunna sätta upp sina stationer och åstadkomma samma förbindelser på mindre än två dagar. Dessa siffror – 2 dagar mot 10, 44 man mot 1820, 88 dagsverken mot 1820 – visa varför radiolänksystemet, i konkurrens med många nya och underbara signalmedel, både på tråd- och radiosidan, gör anspråk på att kallas den största nyhet inom signaltjänsten, som andra världskriget skapat.”*

Ovanstående slutsatser publicerades i maj 1946 i en artikel i Military Review (utgiven av USA armé Command and General staff school vid Fort Monmouth – skriven av genmj Rumbough, signaltrupperna) *Radio Relay, the 'War's great development in Signal Communications*. Hela artikeln översattes till svenska ”*Radiolänksystem, krigets stora nyhet inom signaltjänsten*” och artikeln skickades 1/10 1946 till Fst/S och beskriver radiolänkutrustningarnas användning och utnyttjande som framgår av bilaga 2.

Även genmj Back (US Army) uttryckte även bland annat att: *radiolänk utvecklades för nödvändigheten av mobilitet, som blev en enastående utveckling av telekommunikationsteknik under 2.vk. Utrustning innehållande frekvensmodulering och förbindelseteknik togs fram och användes. Även radiolänk utrustning som använde radarpulsers transmissions- och mottagarteknik togs fram samt att tidsmultiplex metoder vid tillämpning för många talkanaler utvecklades till varje radioutrustning. Telefon och teletypeförbindelser i radiolänksystem användes över Engelska kanalen vid etablering av brohuvudet i Normandy och även därefter utnyttjades de för väsentliga telekommunikationsförbindelser under gen Patton's avancemang från brohuvudet.* (översatt av förf).

I Sverige hade Kungliga Armétygförvaltningen (KATF) och Försvarsstaben (Fst) med flera organisationer information om teknik/utförande och användning – för fasta förbindelser och som utbyggnad/reserv för kabelsystem och med rörliga utrustningar för olika tillämpningar.

Efter kriget försökte KATF få anskaffa lämplig radioutrustning med antenner mm från USA – AN/TRC 1, 2 och 4, men nekats (bild ovan).

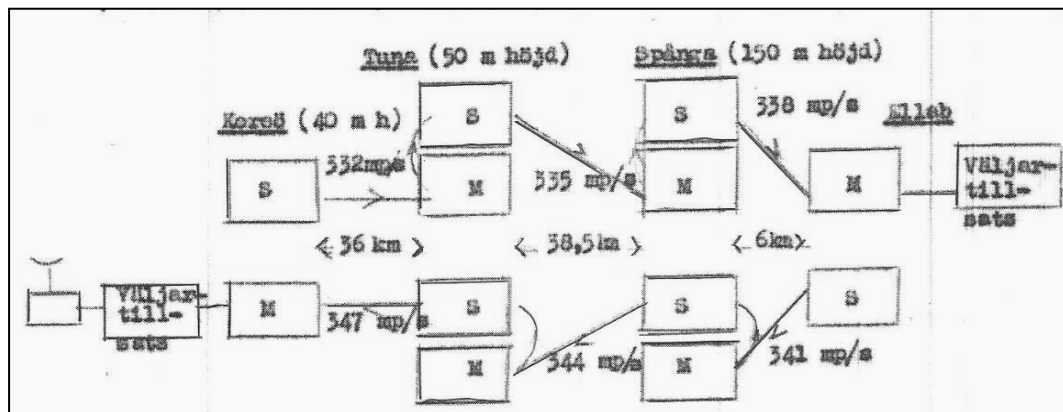
### 3. Tidig utveckling och utprovning av förbindelser och nät 1945 - 1949

Med de amerikanska erfarenheterna och tillämpningarna blev de inspirationskälla till arméns planerade modernisering av luftbevakningen och rörliga enheter för markstriden.

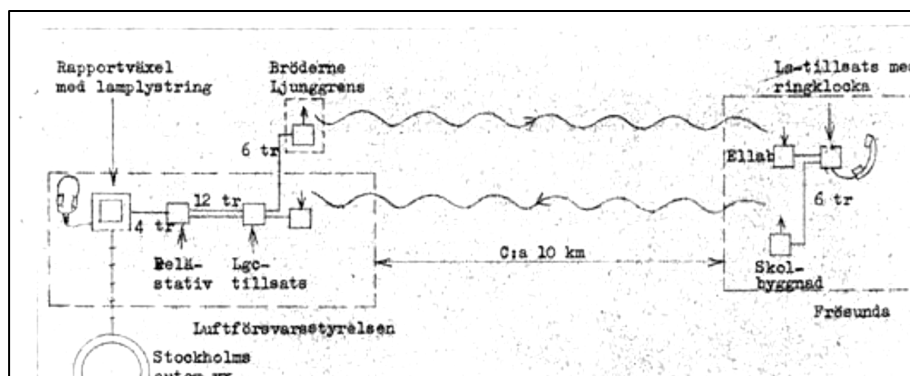
Vid den planerade omorganisationen av luftbevakningen 1945 hade man räknat med att tillföra tre rörliga luftbevakningskompanier, vardera med ett Lgc och 15 Ls byggt på helt rörliga enheter. Dessa kompanier skulle insättas i sin helhet eller till delar för komplettering av det fasta luftbevakningssystemet eller vid katastrofskada på ett eller flera Lgc, främst i anslutning till ett operationsområde för markstridskrafterna.

Prov med riktade UK-förbindelser genomfördes inom svenska armén i slutet av dec 1945. Vid provet utnyttjades schweizisk materiel från Brown Boveri. Radiostationerna arbetade på frekvensområdet 330-355 MHz. Antenneffekten var 1,8 watt och antennloben var cirka 30-40 grader.

Vid en demonstration den 12/12 1945 upprättades en radiolänkförbindelse mellan Korsö (Sandhamn) och kungliga armétygförvaltningens ellaboratorium (Ellab) i Frösunda. Radiomasterna vid Tuna och Spångra tjänstgjorde som relästationer. Erfarenheterna från försöken var goda och visade att riktade UK-radioförbindelser var lämpliga som länkar i förbindelser över större vattendrag och mellan höjder.



Under 1946 genomförde KATF försök med att använda radiostationer för "luftförsvarsändamål". Som radiostation användes 20 W Svensk radiostation. Detta benämndes "Radio-ls". Avsikten med proven var att kartlägga möjligheten att använda radio i storstäder, landsbygd och i skärgården. Det första provet utfördes från Ellab. vid Frösunda med en Ls-tillsats ansluten till en radiostation med benämningen 20W Sv.



Uppkopplingen för provet

*”Försöken avsågo ersättning av vissa trådförbindelser med radio vid rapportering inom luftbevakningen”.*

*Först måste förbindelsen vara säker, möjligast störnings- och avlyssningsfri, som framgår av VPM SiB/H 508:7 har därför 20W Svenska radiostationer utgjort stommen.*

- *Själva förbindelsen skall hava samma karaktär som vanlig trådtelefonförbindelse*
- *Apparaturens handhavande skall i minsta möjliga mån skilja sig från tidigare använd trådmateriels*
- *Trafik Radiolinje-Tråmlinje och Radiolinje-Radiolinje genom rapportväxel skall direkt kunna utväxlas.*

*Första försöksetappen utfördes i Stockholm 27/5-3/6 1946. Den avsåg att praktiskt fastställa*

- *Att den använda stationstypen lämpade sig för duplextrafik*
- *Att vissa tillsatsanordningar för samordnande av radio och tråd voro användbara och lättskötta*
- *Att trafik ”radiolinje-tråmlinje var genomförbar”*

De andra proven genomfördes dels i Stockholms skärgård och dels i samband med flygvapenövningen i Skåne 5- 20/8. Resultatet av proven var bra och utbyggnaden av Radio-Ls uppstartades.

Dessa prov fortsatte senare i KAFT regi och ska inte blandas ihop med Flygvapnets användning av radio vid *radiols* för kommunikation med flygplan och jaktcentral – som inte ingick i arméns luftbevakning (förf. anm.).

Samma år genomförde kn Nyström (Ainsp) en studieresa till USA (bl a Fort Monmouth) och i december översände han specialrapport 33 till CFV (460927) – benämnd *Radiolänksystem* (14 sidor inkl. bilagor).

Inledningsvis beskrivs begreppen radiolänk, radiolänkstation, radiorelästation och radiokedja. Ersätter kabel- eller trådlinjer för överföring av telefoni, telegrafi, fjärrskrift.

*”Under världskrigets sista år ha radiolänkförbindelser fått den allra största betydelse på grund av sin ringa sårbarhet, utrustningarnas relativt stora lättrörlighet, den korta tiden för etablering och det jämfört med tråd- eller kabelförbindelser ringa behovet av personal för byggnad och underhåll. Införandet av radiolänksystemet har därför betecknats av som den största nyheten inom den militära telekommunikationstekniken under senare år”.*

Vid följande kapitel i rapporten beskrivs tekniskt:

- A) Utsträckning av räckvidden hos radioförbindelser
- B) Radiolänksystem för flerkanalstrafik
  - a) frekvensmodulerade radiolänkstationer
  - b) impulsmodulerade radiolänkstationer

Av sammanfattningen framgår bl a följande:

*”Radiolänksystemets stora militära värde motiverar betydande ansträngningar för dess införande både i form av fältutrustning till armén och såsom komplement till eller ersättning för vissa för landets försvar oumbärliga permanenta linjer”.*

Nedan framgår skisser bl a på AN/TRC 6 (från rapporten) och den kompletta med fordon.

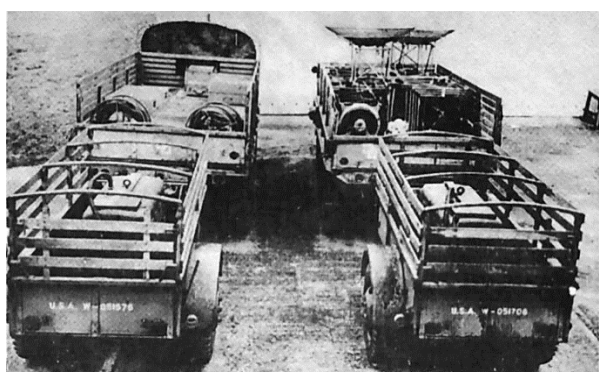


BILD 4  
AN/TRC-6 PACKAD FÖR TRANSPORT

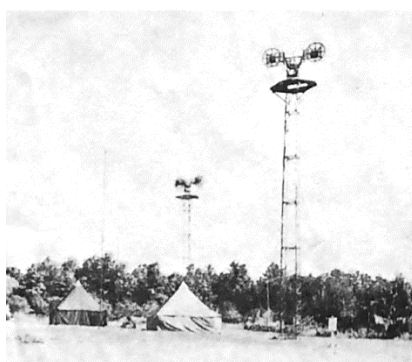


BILD 5 TVÅ ÄNDSTATIONER  
BILDA EN RELÄSTATION

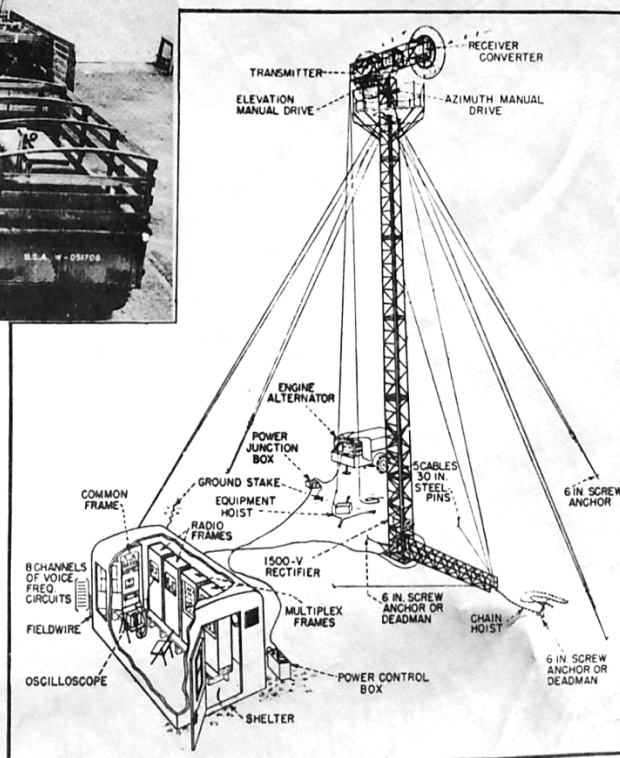


BILD 3 DEN IMPULSMODULERADE RADIOLÄNK-  
STATIONEN AN/TRC-6 FÖR ÅTTA KANALER.

Rapporten får nog anses vara den grundläggande informationen (och teknisk beskrivning) för radiolänksystem – med syfte för en militär användning (förf amn).

Efter studieresan 1946 sammanställde tyging H. Björklund all arméradiomateriel i USA (rapport 480218 KATF SiB om 23 sidor). Av skrivelsen framgår olika faktauppgifter och önskemål bland annat följande uppdelat i olika tidsordning: nu läge – 2-5 års plan - framtida:

D. Mikrovågsutrustning			
AN/TRC-1,3,4,	70-100	} AN/TRC-24	50-500
	4 samtalskanaler		
AN/TRC-8,11,12	230-250	} AN/TRC-16,	8000-8500
	4 samtalskanaler		
AN/TRC-6	4200-5200	} AN/TRC-25	4200-5200
AN/TRC-5	1350-1850		secure & data trans
			100 samtalskanaler

AN/TRC-24 anges finnas i provexemplar.

Under 1946 påbörjades fältförsök i USA med radio AN/TRC 24, som var åtråvärd – både för utrustningen och med det utvecklade konceptet av mobila enheter.

Försök påbörjades 1946/47 av KAFT/SiB genom att modifiera någon inom armén befintlig radio och förse den med lämpliga antenner och tillsatsanordningar för anslutning till telefonnätet. Valet föll på Ra-400 och den första försöksutrustningen bestod av två ändstationer och en relästation. Det praktiska försöket gjordes i Uppland under våren 1947 med hjälp av trupp från signalregementet. Goda förbindelser uppnåddes upp till 40 km men den använda materielen var inte anpassad fullt ut. Försökens resultat gav stöd för uppfattningen att speciell utrustningen måste anskaffas.

Då det bedömdes att ett eget utvecklingsarbete inom KAFT/SiB skulle ta lång tid, beslöts att avvakta de konstruktionsarbeten som man visste pågick både inom och utom landet.

Under vintern 46/47 besökte Telegrafstyrelsen (Tsn), (avddir Nordström, bdir Lindström, raing Strandén) USA för att studera radiolänksystem hos flera stora civila företag (rapport Tsn 470212 om 25 sidor), som i november 1947 översändes från Fst till KATF m.fl.

De lämnar lite synpunkter – se nedan - över radiolänkanvändning i Sverige. Mot bakgrund till deras resonemang föreslås en provsträcka mellan Stockholm – Enköping (blyertsanteckning Öland – Gotland?)

### 5. Några synpunkter beträffande användningen av radiolänkar i Sverige

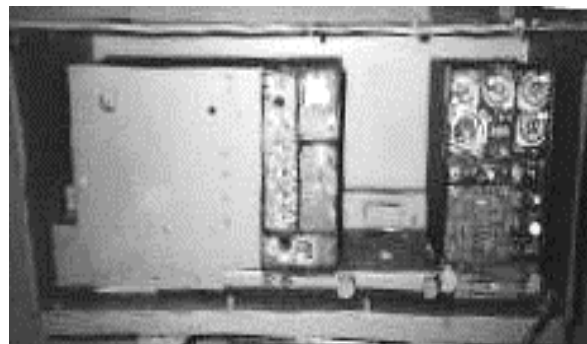
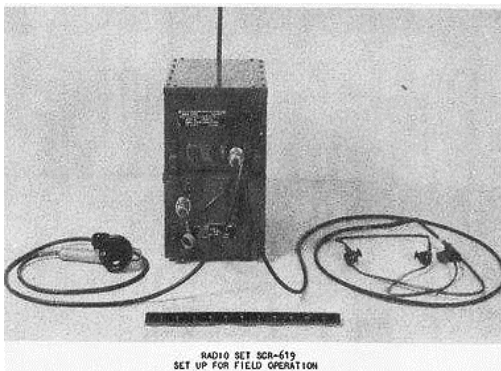
Som framgår av det föregående, tyda alla tecken på att radiolänkar komma att få allt större betydelse inom teletekniken, även då det gäller att utveckla relativt stora trafikmängder. Eftersom det dock ännu är omöjligt att förutsäga, vilka riktlinjer utvecklingen på området kommer att följa, bör, enligt vår uppfattning, Telegrafstyrelsen icke inom de närmaste åren binda sig för stora radiolänkanläggningar, som sannolikt redan efter kort tid bli omoderna.

Med hänsyn till den väntade framtida betydelsen av radiolänkar bör emellertid utvecklingen på detta område följas med största uppmärksamhet. För vinnande av erfarenheter beträffande detta nya kommunikationsmedels för- och nackdelar och användningsmöjligheter inom vårt land, torde det emellertid ej få anses till fyllest att blott på avstånd följa utvecklingen på området, utan starka skäl synas tala för att ett fåtal experimentlänkar uppsättas i olika delar av landet inom en relativt nära framtid, även med risk för att de inom några år bli omoderna. Helst böra länkar av olika system provas.

Härvid bör kanske övervägas möjligheten att Styrelsen så småningom startar ett utvecklingsarbete på området, vilket måhända bäst bedrivs i samarbete mellan Radiobyran, Transmissionsavdelningen och eventuellt andra intresserade institutioner inom landet. Även om ett sådant arbete kommer att draga avsevärda kostnader, synes dessa vara väl motiverade. Dels möjliggöres då snabb utbildning av de specialteknici, som snart behövas, och svensk uppfinnarverksamhet på området stimuleras, dels kunna svenska intressen bättre hävdas visavi de stora telefonbolagen.

Möjligen kunde experimenten startas med telegraflänkar, vilka tekniskt sett äro avsevärt lättare att komma till rätta med än telefonlänkar. Eventuella experimentlänkar böra alltid göras så långa, att minst en relästation erfordras, då systemens driftsäkerhet i hög grad beror av relästationernas funktionssätt. Det är måhända även lämpligt att anordna länkar i triangelbanor.

På uppdrag av Fst/L genomförde armétygförvaltningen hösten 1947 prov med då tillgängliga amerikanska radiostationer (SCR 619 och SCR 808) med användning av olika antenner (bl a riktantenn) mellan ett tjugotal luftbevakningsstationer i skärgården och de planerade luftförsvarsgruppcentralerna (Lgc) i Sandviken, Örbyhus, Häverödalen, Räfsnäs och Stavsnäs – provområden framgår av bilaga 3.



*Radio SCR 619 och Radio SCR 808*

De amerikanska stationerna arbetade på frekvensområdet 30-40 MHz och det visade sig att radioförbindelserna förhållandevis ofta stördes av utländsk trafik. I juni 1947 framkom möjligheter att anskaffa utrustning på högre frekvens - det blev en anskaffning av 20 st. amerikanska polisradiostationer av fabrikat Motorola (152-162 MHz).

Motorolastationerna prövades hösten 1947 tillsammans med de andra stationerna samt med flygvapnets flygplansradio SCR 522 (100-156 MHz). Därutöver prövades en av Järnvägsstyrelsen lånad radiostation av fabrikat Link (72-76 MHz).

En grundprincip som var viktig att avdöma var huruvida pulsmodulering eller frekvensmodulering skulle nyttjas. Försöken visade att Motorolastationen genom sin högre effekt och sitt mekaniska utförande var överlägsen övriga stationer.

Tidigt under 1948 insänder KAFT/SiB en skrivelse (480120 om 16 sidor) och beskriver önskvärd fortsatt försöksverksamhet bl a inom området: Riktlinjer för arméns fasta radionäts och radiolänksystemens användning och tekniska utformning samt *Översyn av den tekniska utvecklingen inom området för riktantenner*. Berörda är Fst, Ast, MS, FS, FRA, FOA, Tsn, MFF, KFF och KATF.

Av beskrivningen förutses behov av extra sambandsmedel pga. planeringen av olika krigsfall i olika områden och behov vid krigsskador. De pekar på ökad fokus på överföringsmöjligheter för att anordna fler "sambandskanaler" utöver redan befintliga – i tråd/kabel och med radio. Vid nyuppförande av fler kanaler, utanför kabel/tråd, kommer då radio att öka. Därför bör utrustning, för ersättning och eller kompettering av dessa, radiolänknät anskaffas för att bilda fristående linjer eller kunna ansluta till trådnät eller högvärdiga militära tråd/kabelnät.

Arméns fasta radionät bör kompletteras för att tjänstgöra som överdragsstationer i länkförbindelser. Fasta nätet bör och kan utrustas för att användas till fasta radiolänkförbindelser – varvid stabssignalförbanden bör förses med rörliga motsvarigheter.

Som försökssträcka med UK-stationer förordas, vilket senare kan byggas till radiolänkförbindelser, Stockholm – Strängnäs – Köping – Örebro. Alternativ är Stockholm – Rosersberg - Uppsala – Enköping. För fjärrmanövrering av sändare till större staber bör korta UK-förbindelser – om möjligt för riktad mångkanaltrafik, anskaffas eller utprovas.

Därefter beskrivs fördelar med radiolänk och en del tekniska faktorer som påverkar räckvidder, avlyssning och användning mm. Anskaffning av viss utrustning har skett för prov och försök och bedömda kostnader för materielen. Med detta underlag genomfördes ett sammanträde den 4é februari.

Referat av diskussion om materiel för operativa  
signalförbindelser m m den 4/2 1948 på K. FT/IF  
(enl KAFT/SiB H 051:40). Inledare Nyström.

Deltagare

Ö	Crafoord	KAFT/SiB ordf K	Steffen	Ast
K	Nyström	" (sekr) K	Karlin	Ainsp
FK	Lindgren	Fst/S	M Westerberg	Si/T
K	Falkenberg	"	Aing Chlsson	"
			Tyging Öman	SiP/R
M	Almqvist	Tgst/Föb	Civing Höjer	"
K	Fjörling	"	Ing L. Lindsten	"
	Byråing G R Berglund	"/Rb 1)		
	" " Berglund	"/Ta	Hdir Pergendahl	IF
	" Jansson	"/Ta	Öl Söderlindh	FS
	Civing Fehrm	FOA 3	K Verneman	"
	Tekn lic Josephsson	"	Hdir Norén	FF
	Civing Elfving	"	Fling Kylberg	"
			" Ferg	"
	Byrådir Kempe	FRA		
	Civing Arvidsson	"		

1) Endast under fråga 1 och 2.



Av deras diskussion framkommer att det finns flera intressenter för radiolänk samt att en försöksgrupp för antenner skapas på FOA.

Förutom beskrivning av genomförd och planerad utprovning av bärfrekvenssystem, antenner framgår även följande – nedan.

Radiomateriel för luftbevakningen. Fortsatta försök med ledning av vnder 1947 erhållna erfarenheter av UK-förbindelser på 75 - 150 Mp/s, närmast avseende förbättrade räckvidder medelst riktantenner samt metoder för samdrift med ordinarie trådutrustning för lgc.

Genomförda försök med utrustning från Motorola har visat att utrustningen är överlägset bäst och uppfyller de tekniska kraven (högre effekt, träffsäkerhet, mekaniskt utförande).

I mars 1948 beslutar KAFT om anskaffning av RL-utrustning för luftbevakningen i IV. milbef område (20 st Motorola). Behovet i övrigt är utrustning för fem kompanier (22 Ls och 5 Lgc) som innebar 40 sändare och 60 mottagare (med elverk, antenner, master mm) för totalt 115 000 kr.

Vid KAFT/SiB hade provverksamheten mm påvisat behov/krav som formulerades i *VPM val av stationstyp för luftbevakningens radioförbindelser* (480407) som är:

*”De tekniska huvudkrav som böra uppfyllas av radiostationer för luftbevakningen äro:*

- 1. Räckvidd 5 mil.*
- 2. Trafiken skall så långt det kan säkerställas vara ostörd.*
- 3. Förbindelse skall etableras utan sökning*
- 4. Vid luftgruppcentral skall sändning till och mottagning från samtliga till lgc knutna ls kunna ske samtidigt och inbördes ostört.*
- 5. Strömförsörjning skall kunna ske utan tillgång på elkraft från nätet.*
- 6. Utrustningen skall trafiktekniskt kunna anpassas till trådtelefonmateriel på lgc samt handhavas av icke signalutbildad personal”*

(ovanstående är troligen den första officiella målsättningen för ett radiolänksystem - förf anm)

Då leveranserna inleddes hade ansvaret för luftbevakningen överfört till Flygvapnet och materielen kom därför att överföras till Flygförvaltningen.

I samband med planering av uppbyggnad av krigsteletypenätet framkommer att Fst vill ha RL-förbindelser mellan de fyra teletypecentralerna (Växjö, Gudhem, Östersund, Boden) och HKV förberedda upl.

Under våren 1948 skickas petita från KATF till Kgl Maj:t angående behov av radiolänkar inför bgå 49/50.

I september påtalar Fst/S för Telegrafstyrelsen att Krigsmakten förordar svensk utveckling och produktion av radiolänkutrustningar.

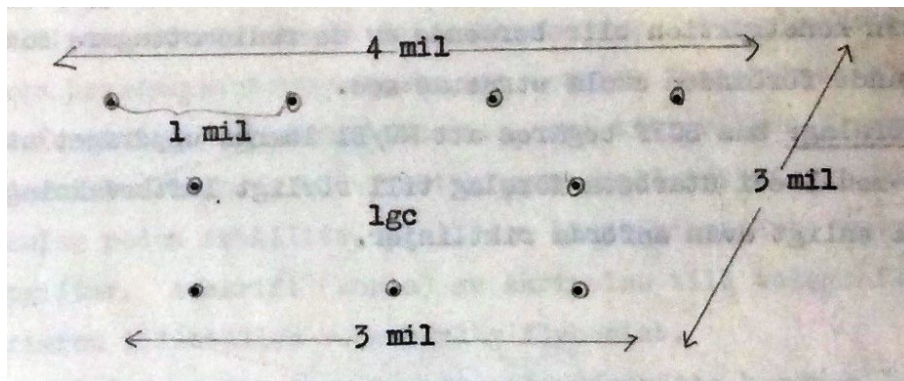
I samband med arbetet att överföra luftbevakningen 1948 till FV beslutade Flygingenjör Kyhlberg vid KFF i oktober 1948 att indela sin luftbevakningsdetalj i tre arbetsgrupper med olika ansvar – bl a blev O. Hörberg ansvarig för en grupp där radiolänk skulle hanteras. Kyhlberg tog kontakt med Fst/L (luftförsvarsavdelningen) och med chefen där bestämde de att starta ett intimt informationsutbyte för hur arbete skulle genomföras. Senare även med Fst/s då övlt Werneman kom till avdelningen.

Mj G. Stangenberg vid FS/LI utarbetade den 21 oktober 1948 en hemlig PM "beträffande rörliga lbevkomp" med riktlinjer till KFF, för det fortsatta arbetet med ett rörligt luftbevakningskompani, enligt följande:

"1. Vid den planerade omorganisationen av luftbevakningen har räknats med tre rörliga luftbevakningskompanier, vardera med 15 Ls. Dessa kompanier har tänkts skola kunna insättas i sin helhet eller till delar antingen för komplettering (=jls) av det fasta lbevsystemet eller vid katastrofskada på ett eller flera Lgc, främst i anslutning till operationsområde för markstridskrafterna.

2. Till den planerade FV-övningen i mars – april 1949 är det ett önskemål att för försök kunna organisera ett, helst två sådana kompanier.....en något annorlunda uppbyggnad än vad som ursprungligen planerats.

3. Antalet LS bör reduceras med hänsyn till att det torde bli svårt att utan särskilda relästationer nå alla 15 Ls från en Lgc. .... En standardgruppering av komp med 9 Ls skulle då kunna bli t e:

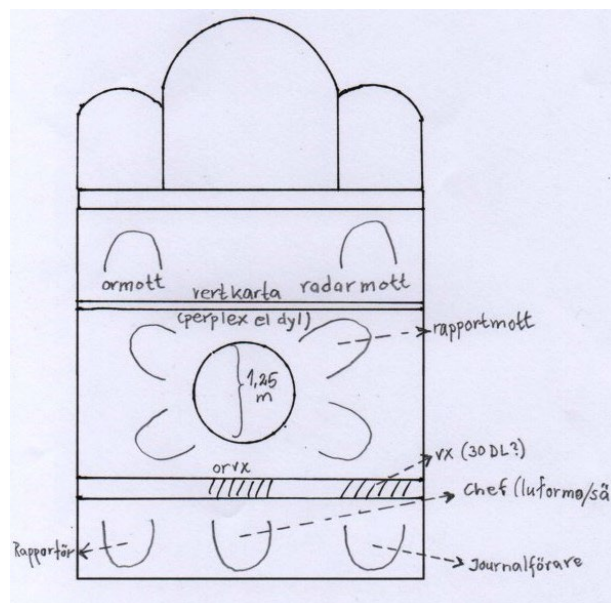


Därför borde olika organisationer med 6 (2 grupper om 3 Ls), 8 (2 grupper om 4 Ls) respektive 9 (3 grupper om 3 Ls) övervägas. En standardgruppering om 9 Ls skulle då kunna omfatta en yta av 3x4 mil. På detta sätt möjliggöres kontinuerlig övervakning av ett område av t e Södertörns storlek bakom en front.

4. Lämpligaste transportsättet för Ls bör utprövas. Antingen skulle varje Ls utrustas med en lastbil eller skulle en lastbil fördelas per grupp om 3-4 Ls.

5. Beträffande Lgc organisation hade man ursprungligen tänkt sig kunna upprätta Lgc i lämplig lokal. På bilar skulle medföras materiel för kartbord, estrad samt teleutrustning (telefonmtrl och radio) mm..... att hela utrustningen inmonterades i ett fordon, till exempel en buss eller indikatorvagn av typ AMES 21 och på så vis bli oberoende av fast lokal.

6. Inredning av fordonets inredning skulle kunna utföras t e på följande sätt



(Ritningen omritad från en dålig originalkopia – förf anm).

7. För förbindelse Ls-Lgc användes uteslutande radio enligt de principer som tillämpas vid den fasta utbyggnaden. Lgc borde om möjligt anslutas med tråd till närmaste telefonstation för bl a rapport- och orienteringsledning till Lfc. Radio i reserv till Lfc.”

Med ovanstående PM som grund gavs uppdrag till Flygförvaltningen att utarbeta förslag till ett rörligt luftbevakningskompani.

Under hösten påbörjas försvarsutredningen om en Skandinavisk försvarsunion. Efter att den gemensamma utredningen avslutas lämnas en slutlig hemlig redovisning den 14/1 1949 och av den utgivna bilagan Signalteknisk utredning rörande betingelser för militär samverkan mellan Danmark, Norge och Sverige framgår bland annat följande:

”II. Förslag till åtgärder för att trygga snabba och säkra teleföbindelser m m vid försvarssamverkan mellan Danmark, Norge och Sverige”.

I punkt ”1 Telegrafverkets permanenta nät (tråd och radio)” avsnitt ”1.1 Telefon och telegraf... Reserv för kablar mellan de tre länderna saknas. Sådan reserv bör skapas i form av flerkanaliga radiolänksystem, varför möjligheterna att upprätta i första hand följande sådana radiolänk-föbindelser böra undersökas,

*nämligen över Öresund,  
Fredrikshavn – Göteborg, och  
Skagen – Arendal.*

*I anslutning härtill böra inländska radiolänksystem upprättas såsom reserv för vissa kabelföbindelser. Dessutom måste anknytning ske till permanenta trådnätet. Radiolänkstationer tillverkas ännu inte i något av de tre länderna, men försöksverksamhet pågår. Stationer kunna inköpas från USA, England och Schweiz, men det är osäkert om de kunna vara levererade och i drift inom 1 å 2 år.”*

I punkt ”4 Högkvarteret (Försvarsstaben)” avsnitt ”4.2 Radio... Såsom en åtgärd på längre sikt böra förberedelser vidtagas för anskaffning av transportabla radiolänkstationer”.

I punkt "6 Marinen (sjöförsvaret)" avsnitt "6.2 Radio..."

Riktade ultrakortvågsförbindelser bör upprättas som reserv för trådförbindelserna mellan svenska och danska kustartillerianläggningar i Öresund."

I redovisningsrapportens bilaga 5 framgår bland annat följande avseende angelägenhetsgrad för åtgärder:

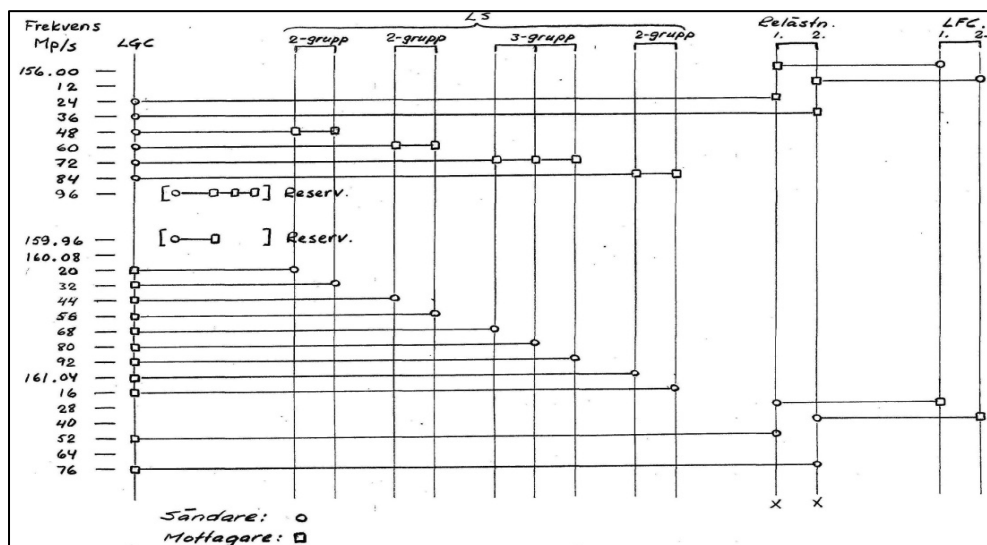
- Angelägenhetsgrad I omedelbart; intet som berör radiolänk.
- Angelägenhetsgrad II materiel och åtgärder, som i första hand kan och bör anordnas; berör enbart Marinen med riktade UKV-förbindelser.
- Angelägenhetsgrad III materiel och åtgärder, som i andra hand och på längre sikt bör anskaffas;
- "1 Telegrafverket" avsnitt "1.1 Materiel anskaffas för upprättande av flerkanaliga radiolänkförbindelser såsom reserv för sjökablarna Danmark-Sverige och Danmark-Norge, nämligen varför möjligheterna att upprätta i första hand följande sådana bör undersökas, nämligen
  - över Öresund,
  - Fredrikshavn – Göteborg, och
  - Skagen – Arendal.
- "4 Högkvarteret (försvarsstaben)" avsnitt "4.2 Transportabla radiolänkstationer anskaffas för högkvarteren (motsv). Åtgärdas av resp försvarsstaber (motsvarande)."

Vid både FS/LI och KFF genomfördes arbetet med skapandet av ett rörligt luftbevakningskompani parallellt - där FS/LI utvecklade en kompaniorganisation som planerades prövas under flygvapenövningen 1949 och KFF genomförde de tekniska förberedelserna - för ett rörligt radiolänknät som skulle möta riktlinjerna.

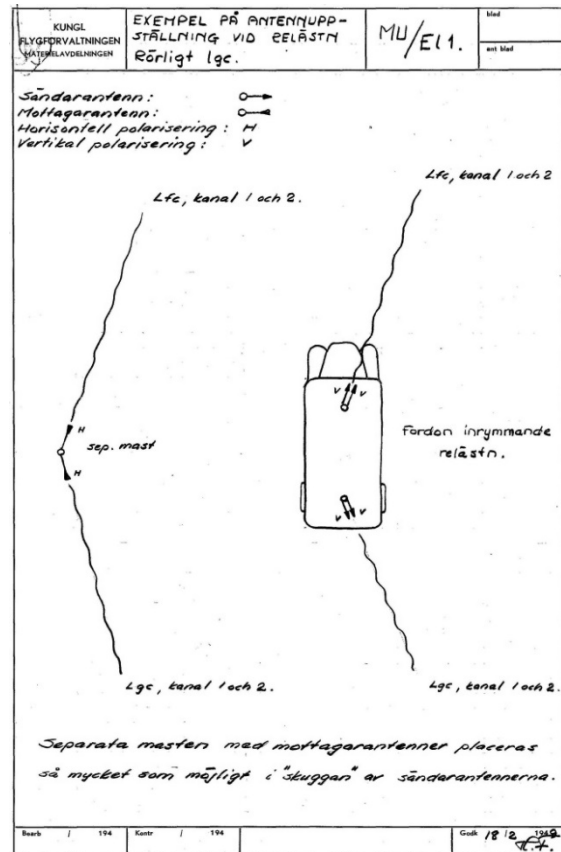
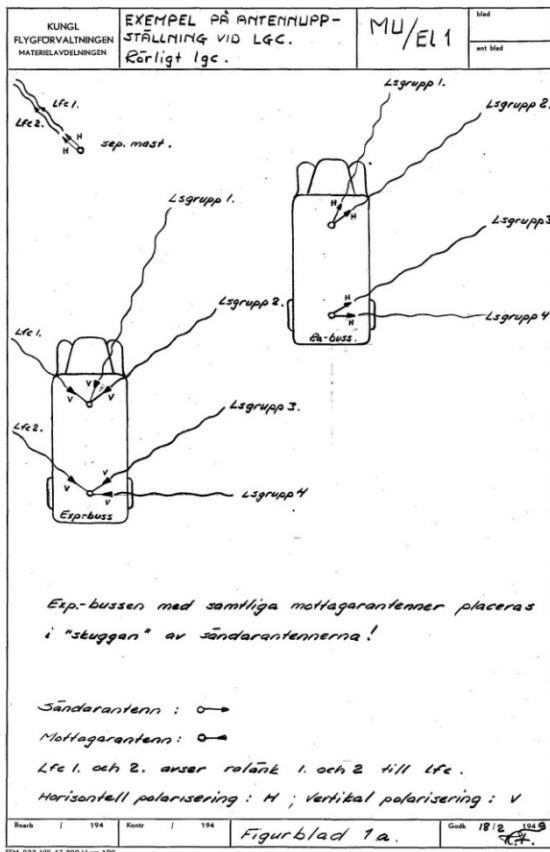
Fordon lånades från armén främst ambulanser för Ls och iordningställdes. System och teknisk utveckling började ta form under vintern och nedan visas tekniskt underlag från februari och mars 1949.

Det blev en expeditions buss med mottagare och en radiobuss med sändare för Lgc samt nio radiobussar för Ls (foton från övningen nedan).

Inledningsvis arbetades det fram en frekvensdisposition:

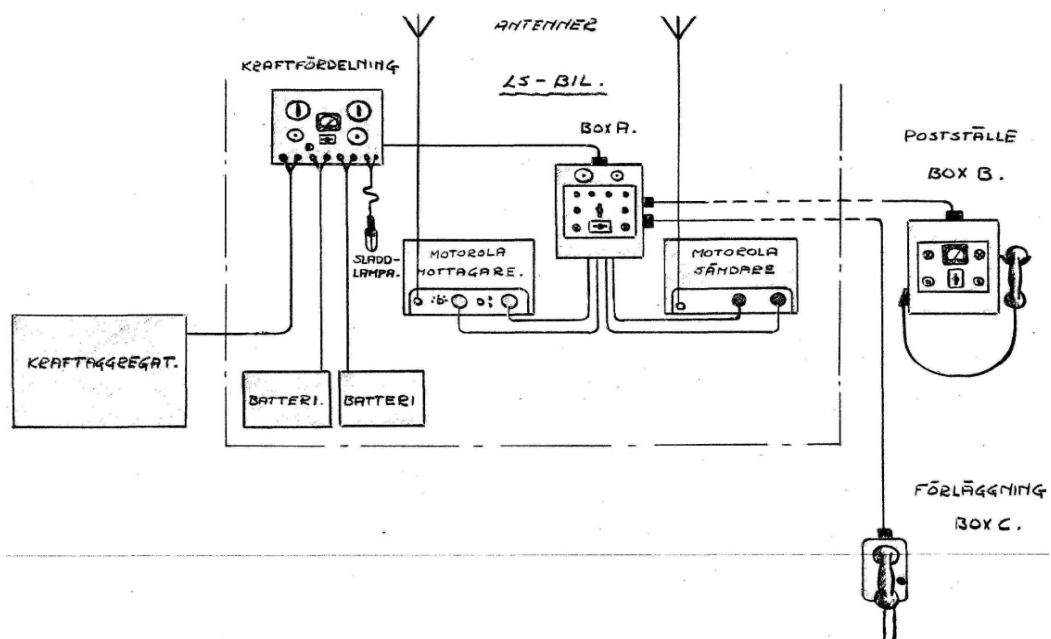


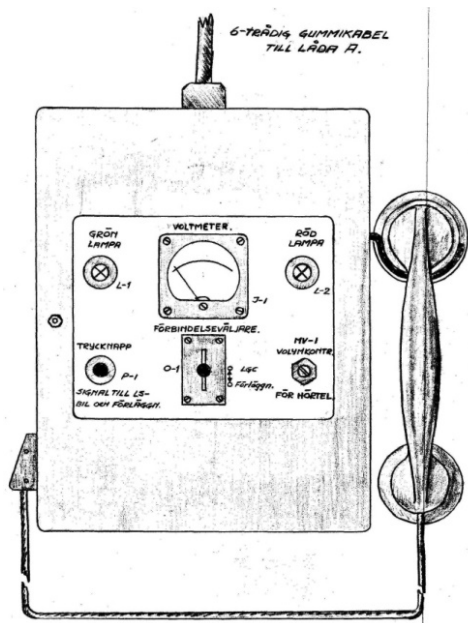
Därefter hur utrustning disponeras i och vid fordon (Lgc och relästation):



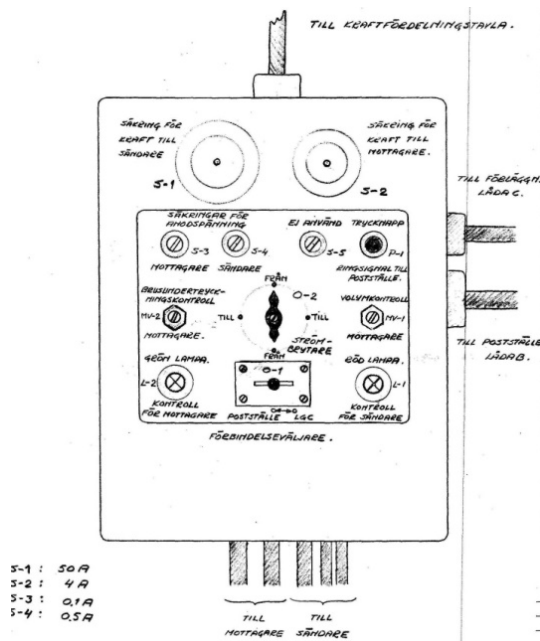
De bedrev en omfattande rekognosering inom ett utvalt område i Östergötland med olika geografiska förutsättningar (höjder, låglänt terräng, nära vatten, samt miljöer) inom övningsområdet – med möjlighet att köra fordonen fram till uppställning.

För gruppering vid Ls-plats utformades ett blockschema med de olika ingående enheterna:





Manöverbox A postställe

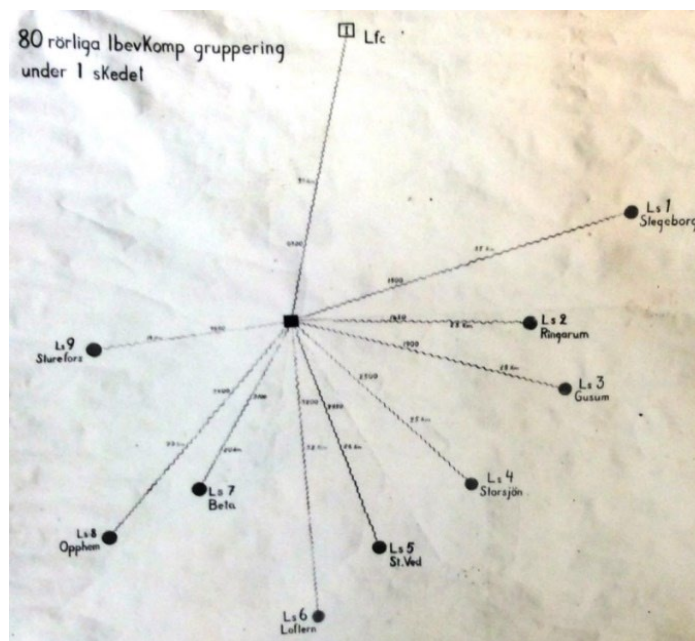


Kontrollbox B Ls-bil

Inför övningen utgick relästationen Lgc – Lfc och ersattes med direktlänken till F13.

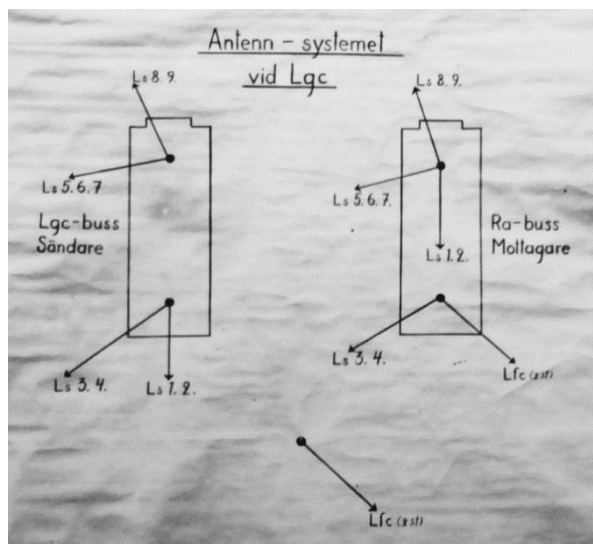
Flygvapnets luftbevakningskompani (80. rörliga luftbevakningskompaniet), se bilaga 4, prövades taktiskt/tekniskt i Östergötland under flygvapenövningen i april 1949. Det rörliga kompaniet var bilburet och dess rapportering baserades helt på radiolänkförbindelser.

Kompaniet omfattade nio Ls och under de första dygnen framkom att en del valda platser var felplacerade (Ls-buss kom inte upp på höjd, lågt placerade som medförde dålig förbindelse med Lgc) så Ls-platserna 2/5/6/7 fick omgruppera till de slutliga platserna (nedan) vid Stegeborg, Ringarum, Gusum, Storsjön, Stora Ved, Loftern, Beta, Opphem och Sturefors. Lgc-bussarna (radiobuss med sändare och expeditjonsbuss med mottagare) var grupperade vid Björksäter. Lfc vid F 13.

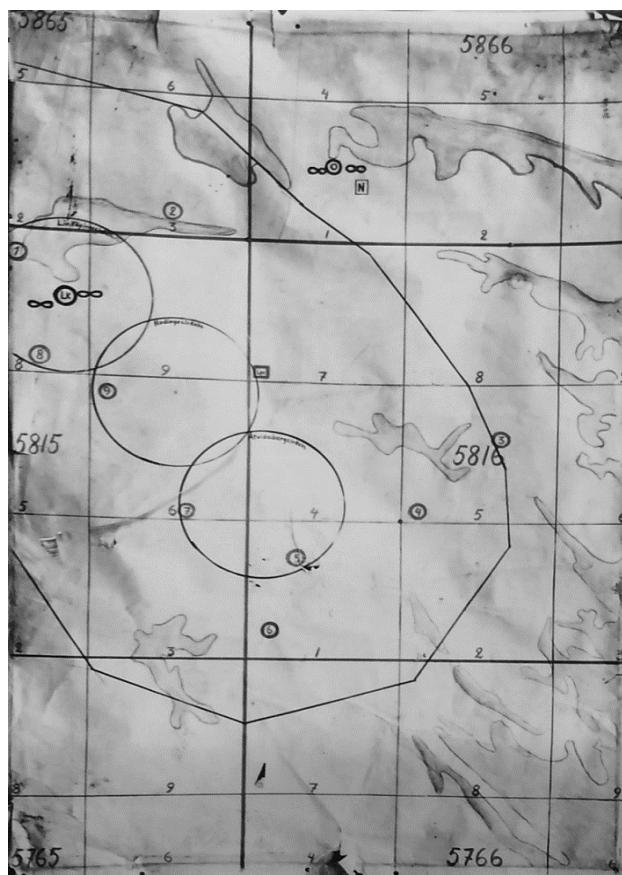


Det första skedet blev mer tekniskt och vid skede två med luförövning för markstridskrafter mer taktiskt (fordon ingående i övningen) inom ett fastlagt taktiskt kompaniområde.

Övningen inleddes den 29/3 och den 4/4 var alla på plats med ett fungerande radiolänknät och förbindelse med Lfc. Lgc tekniska gruppering blev enligt följande:



Skede två med luförövning, som omfattade omgruppering av Ls 1 till Vreta kloster, Ls 2 till Grensholmen samt Ls 8 till Skeda, genomfördes den 6-7/4 inom följande taktiska område – där tre attackeringsområden är inlagda (runda cirklar = målområden, förf anm):





*Upprättandet av en radiolänkstation      Upprättad Lgc med expeditions-resp radiobuss*

Den 8/4 utgick kompaniet ur övningen.

Efter övningen insände Hans Franzén vid KFF/ME erfarenhetsrapporten den 19/4 1949 med erfarenheter och tekniska förslag från planeringen, förberedelserna och genomförandet som finns i bilaga 4.

De övergripande synpunkterna som kom fram (enligt blyertsanteckningar på rapporten i september 1949 vid FS/LI) var att en horisontell polarisering av antennplacering var mer fördelaktig än vertikal samt att radiols var dyra. Kompaniet och systemet kan utnyttjas/ användas inom evakueringsområde och förtäta Ls-linjer samt upprätta ny Ls-linje. Tre kompanier skulle kunna täcka ett stort geografiskt operationsområde.

Inga fler utprovningar genomfördes och inga kompanier med materiel sattes upp.

Konceptet som prövades med en helt rörlig markbunden luftbevakningsorganisation – inom kompanis ram - var unikt och många idéer som kom fram återfinns i den framtida utvecklingen inom stridslednings- o luftbevakningsorganisationens funktion och materiel för ett rörligt och strategiskt behov.

Den 6 maj beslutar Förvarsdepartementet att inför bgå 49/50 att KATF får disponera 200 000 kr för radiolänk- och bärfrekvensutrustning mm.

Mot bakgrund till det genomförda arbetet med utredningen om en försvarsunion så fortsätter Förvarsstaben arbetet med radiolänk och den 20 maj beslutar Förvarsstaben att armén, i materielplan 1949, disponerar för *Förnyelse och förbättring av stabssignalförbandens utrustning* bland annat följande: *Radiolänkstationer till ett belopp av 2,4 miljoner kronor. Med dylika stationer kunna ett flertal samtal samtidigt överföras med riktad radio längs förutbestämda förbindelsevägar.* För året disponeras 200 000 kronor.

Även Telestyrelsen har samma intentioner och i deras petita (490809) inför 1950/51 äskar de i följande PM. ang. telgrafverkets materielbehov m.m. underlag under en period av fem år för tillgodoseende av det totala försvarets krav på telekommunikationer:



#### H. Radiolänkar.

Ur beredskapssynpunkt är det lämpligt att i detta sammanhang medel reserveras för inköp av radiolänkar vid den tidpunkt då lämpliga utrustningar komma att finnas i handeln. Dessa skulle kunna komma i fråga dels för förstärkning av vissa viktiga stråk och dels som ersättning vid helt urståndsatta rikskabelsträckor. Utrustningarna böra anordnas transportabla.

Kostnaderna äro svåra att uppskatta, men förslagsvis bör härför reserveras kr 1 000 000.

Sammanlagda kostnaden för rikskabelnätet skulle sålunda uppgå till kr 5 390 000.

Äskandet avlogs.

För att kunna utföra praktiska prov beställde KATF fram till 1950 provstationer av fem olika fabrikat. En av stationerna, som kom från Philips, var av pulsmodulerad typ med frekvensområdet 255-320 Mp/s. Övriga utrustningar kom från Standard Radio, Svenska Radioaktiebolaget, Storno och Link Radio Corporation. De flesta stationerna arbetade på frekvenser runt 160 Mp/s och några även på frekvensområdena 255 – 320, 450 – 470 och 900 – 950 Mp/s.

De inledande försöken visade att Philips-stationen ännu inte hade lämnat laboriestediet och trots ett antal modifieringar av leverantören uppfyllde den inte kraven för fältmässigt bruk.

Arbetet på KATF var i första hand inriktat på att få till stånd en lätt transportabel radiolänkutrustning för fältbruk. Detta innebar att den ska kunna utformas och sammanfogas i olika lämpliga bördor, för att i sista hand kunna bäras ut i terrängen, då andra transportmedel saknas.

Utöver detta ansågs radiolänk vara en reserv för trådnätet och även vara tillförlitligare och säkrare mot avlyssning.

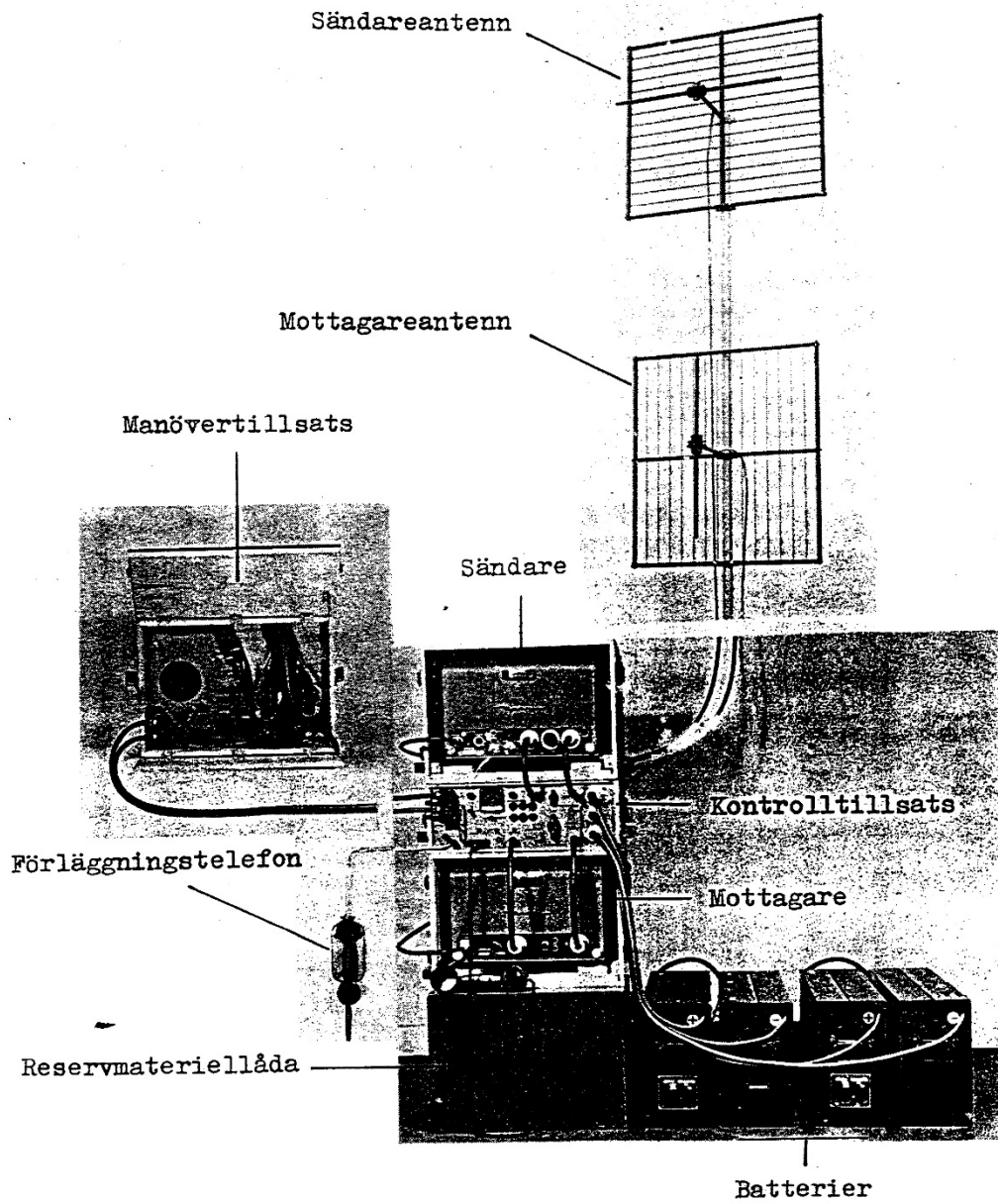
I anslagsäskande från Chefen för Armén för budgetåret 1950/51 till KONUNGEN äskades 230 milj. kronor för *"komplettering och förnyelse av tygmateriel mm"*. Av dessa medel avsåg radiolänkstationer anskaffas för 2,4 milj. kronor. *"Med dylika stationer kunna ett flertal samtida samtal överföras med riktad radio längs förutbestämda förbindelsevägar"*.

Det pågick ett intensivt planeringsarbete vid KFF (under ledning av Kyhlberg och Hörberg) ihop med Fst/L och FS/LI för att få en struktur mm till stril m/50. Mycket rekognoseringsarbete genomfördes mellan FF och staberna gemensamt.

I anslagsäskande från Chefen för Flygvapnet för budgetåret 1950/51 till KONUNGEN äskades 43,5 milj. kronor för luftbevakningens materielbehov. Av dess medel avsåg 2,26 milj. kronor (tidigare beviljade medel) för radiols och 13,14 milj. kronor (tidigare beviljade medel 3,5) för radiolänk.

Flygvapnets första radiolänkstation fick benämningen *lsradio m/50* (RL-01) under tidigt 1950-tal. Ls utrustade med RL-01 kallades i dagligt tal för *"radiols"*.

Skissen nedan visar den utrustning som fanns vid Ls. En tydlig sammanställnings-ritning *"lsradio m/50"* finns i bilaga 5.



## 4. Fortsatt utveckling och utbyggnad av nät 1950 - 1955

I och med att både Armén och Flygvapnet nu kommit så långt i sina respektive krav/behov – armén med rörliga enheter för fältbruk och flygvapnet för ett fast landsomfattande system till stril m/50 – sker till viss del parallell teknisk utprovning för de rörliga enheterna och för fasta anläggningar. Nu börjar dock de olika behoven accentueras. Den fortsatta beskrivningen av utvecklingen för Armén och Flygvapnet görs nu som separata avsnitt i denna rapport.

Förutom beskrivningar enligt ovan finns även delar angående utveckling och samordning för operativ ledning inom Krigsmakten och totalförsvaret 1950 -1955 som innebär fortsatt planering för gemensamma uppehållsplatser (Upl) för deltagande myndigheter och samordning av de olika intressenternas telekommunikationssystem (separata fjärrskrift-, radio-, kabel-, och radiolänk system). Detta medför separata utredningar av teleteknisk art med stor andel av televerkets nät, reserver för dessa och hänsyn till behov vid krigsskador som kan avhjälpas med användning av radiolänk.

Den fortsatta utvecklingen för Skandinavisk strategisk samordning 1952 – 1960 beskrivs separat och likaså att ett flygsäkerhetsnät Sverige – Norge – Danmark etableras. Även den parallella utvecklingen i Danmark och Norge med påverkan på Sverige beskrivs.

### 4.1 Samordning för operativ ledning inom Krigsmakten och totalförsvaret 1950-1955

Tidigt under 1950-talet påbörjade försvarsstaben en planering för utbyggnad av gemensamma uppehållsplatser (upl) för militära och civila myndigheter på högre och lägre regional nivå.

Under planläggningen av signalförbindelserna för dessa uppehållsplatser visade det sig att behovet av radioförbindelser var så stort att den tänkta uppdelningen på i det närmaste separata nät för de olika myndigheterna ingav allvarliga betänkligheter från tekniska, ekonomiska och personella synpunkter.

Chefen för försvarsstabens signaltjänstavdelning ansåg därför att en samordnad utbyggnad för att möta de totalt stora förbindelsebehoven var nödvändig och startar en utredning.

I juni månad 1950 skickar IV. milo en skrivelse (17/6 H 1410) till Fst/S ang. *Fasta radiolänkförbindelser.*

Milo IV beskriver bl a att milo inte disponerar egna fasta förbindelser och att civila företag och elkraftföretag utnyttjar radiolänk – och att det vore en stor fördel för milo att kunna disponera fasta radiolänkar som redan i fred kan nyttjas för tal och fjärrskriftstrafik som en operativ förbindelsebas.

Med den basen önskas även att det tillkommer för krigsbruk fem förbindelser (Fo 41 upl, Norrköping, Strängnäs, Västerås och Enköping). Delsträckorna bör ha betydande kapacitet vid t ex Linköping – Norrköping, Norrköping – Strängnäs, Strängnäs – Enköping samt Enköping – Uppsala. utöver detta önskar milo att:

- ”milo behov medräknas vid framtida planering av anläggningar, som utnyttjas med andra operativa chefer,
- ÖB beslutar om ytterligare utredningar (om fasta radiolänkförbindelser) och därvid höra med telegrafstyrelsen om ett ställningstagande av
  - a) om de kan tänkas i egen regi anlägga fast radiolänk, svara för underhåll och ge militära myndigheter oinskränkt samtrafik med verkets nät i övrigt?
  - b) Om telegrafverket inte vill åta sig detta, på vilka villkor på samtrafik kan man räkna med?
- praktiska prov med denna eller liknande utrustningar kan ske inom militärområdet.”

Fst/S besvarar skrivelsen med följande – samt skickar förslaget till KATF (för behandling av pågående RL-utredning).

Med anledning av IV. milo skrivelse nr H 1410, 17/6 1950, angående fasta radiolänkförbindelser har jag härmed äran meddela att i anslutning till planerat radiolänknät för luftbevakningen nyligen i förevarastaben igångsatte en utredning angående behovet och utformningen av ett "förevarats fasta radiolänknät". De av milbef framförda synpunkterna på utformningen av ett motsvarande nät inom milo torde bli av värde för denna utredning och komma att beaktas under arbetets gång. Det synes dock vara lämpligast att, med hänsyn

Under året inrättades en särskild arbetsgrupp på KAFT/SiB, där adir Stordahl KAFT är sammankallande, för handläggning och genomförande av de kommande radiolänkförsöken. De utarbetar en försöksplanering i anknytning till annan beslutad teknisk provning (april).

Under pågående planering skriver C Fst/S övlt Werneman ett PM 6/11 samma år *Trafiktekniska förutsättningar för luftbevakningens länkradionät*. Troligen som ett svar på en remissutgåva från KFF som beskriver tänkt nätstruktur med tre huvudknutpunkter (A, B, C) – som via huvudstråk - har förbindelse med tre andra huvudknutpunkter (A, B, D). Speciella förbindelser är i huvudstråkanaler direkt genomkopplade i C. Övlt Werneman anför att nätet utgör reserv och förstärkning av det ordinarie telefonnätet. Då de större stråken förmodligen kommer att sammanfalla med planerade förbindelser för överföring av televisionsprogram och telefontrafik så kan den militära trafiken vara igång redan i fredstid. Av svaret framgår även följande:

*"Övriga huvudstråk och till huvudstråken hörande bistråk kunna av ekonomiska skäl ej vara i drift under fredstid, men kunna relativt snabbt igångsättas. Om erf utrustning finnes på plats och igångsättes inskränkes till anslutning av kraftkällor och av fininställning kan denna tid i storleksordning jämföras med tiden för anslutning av förberedda telefonförbindelser. Vid bedömandet av nätets trafikmässiga struktur ha följande synpunkter varit utslagsgivande – stor trafiksäkerhet, flexibilitet, samtrafik med det ordinarie telefonnätet och ekonomi. Den nätstruktur, som bäst kan anses fylla dessa fordringar utformas enligt följande:*

*Ett antal huvudknutpunkter utväljes på skilda platser i Sverige. Punkterna böra om möjligt sammanfalla med eller förläggas i omedelbar närhet av större militära centraler. Anknytning i tillräcklig omfattning till det ordinarie telefonnätet bör finnas och avståndet mellan huvudknutpunkterna bör vara så stort att den huvudstråkförbindelse, som upprättas, blir av tillräcklig trafikmässig omfattning för ett ekonomiskt utnyttjande av stråkets totala trafikkapacitet. Huvudstråket förläggas geografiskt så att direkt anknytning eller anknytning genom korta bistråk till militära centraler kan ske inom det område, genom vilket huvudstråket passerar. Huvudstråkens längder bör dock ej vara så stora att antalet anslutna centraler blir orimligt högt. Vid ev bortfall av en del huvudstråk måste trafiken dirigeras en annan väg, över andra huvudstråk, vars reservresurser härigenom måste göras oproportionerligt stora. Till centraler i huvudknutpunkternas omedelbara närhet kunna anknytningar göras med bistråksförbindelser direkt till knutpunkten... För vissa förbindelser, ex luftbevakningens order-, orienterings- och rapporteringsförbindelser kunna... tidsfördröjningar ej tolereras, varför kanalerna fast genomkopplas (fast trafik)."*

Vid Teletekniska kommitténs sammanträde den 3/11 1951 informerar Fst/S (övl't Werneman) om hur signalplaneringen för gemensamma upplplatser utvecklas:

Beträffande trådanläggningar gemensamma för myndigheterna kommer uppdrag att lämnas åt FF att utföra dessa efter direktiv från Fst.

Beträffande radioanläggningar måste FF utföra dem, som äro av speciell natur (högeffekt-UK och länk även som radar). Huruvida FF även bör åtaga sig utförande av KV-anläggningar eller om detta bör överlämnas åt KAPT står för närvarande öppet. Major Werneman avsåg återkomma till denna fråga.

Planeringen för gemensamma upplplatser pågår och det visar sig att det blir mycket olika materiel vid dessa platser och en teknisk samordning behövs för att tillgodose behoven av förbindelser. Fst/S skickar kallelse den 12/12 för sammanträde i december med militära myndigheter, med följande bakgrund:

Ett fast radiolänknät lämpligt uppbyggt bl a med hänsyn till möjligheter att ansluta med såväl rörliga länkar som lokala telefonförbindelser torde kunna lösa många av de förbindelseproblem, som finnas för myndigheter i det totala försvaret.

Chefen för försvarsstaben har för avsikt att i början av nästa år ta upp denna fråga till diskussion vid sammanträde med representanter för försvarsgrenarna och vissa oivila myndigheter. och har uppdragit åt signaltjänstavdelningen att förbereda frågan genom förberedande diskussion med militära myndigheter.

Vid ett sammanträde 1953 vid inrikesdepartementet i juni angående signalförbindelser med representanter från flera departement och bl a GD Sterky Telegrafstyrelsen, gen Åkerman C Fst, övl't Werneman C Fst/S och byråingenjör Franzén KFF framgår bl a följande i ett hemligt protokoll berörande luftbevakningens signalförbindelser:

*"Franzén redogör... Som reserv för luftbevakningens och den därvid sammanhängande operativa verksamhetens trådförbindelser har man tänkt sig radiolänk. Då ic ofta ligger i samma uppehållsplatser som andra militära staber, kan luftbevakningens radiolänk utnyttjas för förbindelse mellan uppehållsplatserna inbördes... och högkvarteret.*

*Sterky: Radiolänksystemet kan säkert bli användbart sedan de svåraste barnsjukdomarna övervunnits. Systemet är emellertid ännu så länge tekniskt ofullkommat, och driftsäkerheten är ännu ej tillräckligt stor. Sterky vill ej rekommendera att radiolänk bygges ut... under de närmaste 5 åren.*

*Åkerman: Utomlands bygger man på radiolänkförbindelser. Även om driftsäkerheten icke är 99 % så är den dock rätt stor..."*

*På en fråga, om man går in i radiolänknätet, blir då radion överflödig?*

*"Sterky: Radio och radiolänk är alternativ, men det finns även en tidsfaktor att ta hänsyn till. Man borde ha en längre tids driftserfarenhet innan man bestämmer sig för radiolänken. När man har fått denna erfarenhet, kan radiolänken ersätta radion.*

*Åkerman: På den militära sidan är radio och radiolänk ett både- och, alltså ej alternativ. Tråd räknas som kanalförbindelse, radiolänken fast reservförbindelse och radio rörlig reserv..."*

Efter diskussioner med försvarsgrenarna och KFF beslutade C Fst den 15/7 1953 (Fst/s H51:6) om ett utredningsuppdrag om fast radiolänk till CFV att genomföra en teknisk och ekonomisk utredning angående möjligheten att genom samgående med det för luftbevakningen planerade fasta radiolänknätet tillgodose vissa myndigheters och stabers behov av telefon- och fjärrskriftsförbindelser.

Under de pågående olika utredningarna skickar Fst/S övlt Werneman ett H PM den 1/4 1954 till Telestyrelsen "Hur skall totala försvarets sambandskrav lämpligast samordnas och tillgodoses (Vilka är de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för planläggning och utbyggnad i fred samt utnyttjande i krig av olika sambandssystem?)".

I PM ställs ett antal tydliga och konkreta frågor som berör Tsn ansvarsområden som bl a berör fasta nätets krigsuthållighet dels skapande av helt fristående system som reserv med upl som knutpunkter och denna reserv kan bestå av radio- och (eller) radiolänk.

Av PM framgår *"I dagens läge skaffar totala försvaret egna reserver t ex försvargrenarnas och civilförsvarets radionät, planerat radionät för riksstyrelsen, planerat radiolänknät för luftförsvaret... med risk för icke rationellt utnyttjande.....upl synes därför lämpliga att bilda knutpunkter i exklusiva tråd, radio och radiolänknät"*.

Han förutskickar utredningar för totala försvaret avseende:

- "- gemensamt fast kortvågs- nät för telegrafi och (eller) fjärrskrift,*
- lämpligheten och omfattningen av ett gemensamt radiolänknät,*
- bör riksradi-, resp riksradiolänknätet vara helt fristående eller integrerade med Televerkets anläggningar,*
- bör det även utnyttjas i fredstid*
- bör det förvaltas av Televerket eller militära myndigheter?"*

Telestyrelsen gav i sitt svar den 8/5 att frågan om skilda utredningsobjekt (enligt ovanstående frågeställningar) som är så intimt sammanhängande att de inte kan behandlas var för sig och föreslog då bland annat att sakerna bör utredas i en kommitté under ledning av ett departement.

CFV besvarade sitt utredningsuppdrag den 14/5 1954 och efter beredning gav ÖB uppdrag till CFV i september 1955 att bygga ut Flygvapnets radiolänknät enligt de angivna principerna.

Härmed kunde KFF förslag i 1954 års utredning om luftbevakningens radiolänknät återupptas.

Detta avsnitt avslutas här då utbyggnaden 1950 – 1955 konkretiseras inom utvecklingen av FFRL.

#### **4.2 Fortsatt utveckling och utprovning inom Flygvapnet med förvaltning 1950-1955**

Tidigt under 1950 lämnar Flygvapnets lfcutredning förslag till hur reservförbindelserna skulle anordnas inom luftbevakningen. Under våren tillsattes en utredning inom KFF med uppgift att utarbeta förslag till hur ett radiolänknät för luftbevakningen skulle utformas.

Våren 1950 utarbetades ett preliminärt program för anskaffning av radiolänkutrustning för flygvapnet. Programmet skulle utgöra underlag för att hos tänkta leverantörer hämta in tekniska och ekonomiska uppgifter rörande utrustning för ett större radiolänknät.

Utrustningarna skulle användas för utbyggnad av ett radiolänknät för överföring av såväl tal som PPI-bilder. Då radiolänknätets slutliga struktur och storlek ännu inte kunde förutses avsågs detta program utgöra underlag för en begäran hos potentiella leverantörer om de uppgifter av teknisk och ekonomisk natur som behövdes för en slutlig utredning.

Som en del i detta började KFF bygga ut FV länknät med av KATF beställd materiel.

Den 7/3 1950 skriver KFF till Konungen för beslut om att sända två ingenjörer till Tyskland för att studera en upprättad radiolänkförbindelse över långdistans "Radiolänkar äro nämligen av intresse som reserv för trådförbindelser inom luftbevakningens kommunikationsnät samt som medel för överföring av radarbilder över längre sträckor i samband med jaktstridsledning".

Studieresan företogs under våren av Bch H. Larsson och Flygdir Kylberg KFF och de avrapporterade resultatet i Teletekniska kommittén i juni. Besöket skedde hos Tyska postverket och gjordes vid flera platser i Tyskland och där förevisades bland annat modifierad utrustning baserats på tidigare använd utrustning av tyska Flygvapnet under 2.vk för deras förbindelser i Europa. Den materiel som visades var en modernare version av system *Michael* (se kapitel 2 ovan) som beskrivs enligt följande: "Riktad markförbindelse över lådformade antenner å höga torn. Har 4 telefoni- och 2 fskrkanaler. 100 km räckvidd, dm-vågor".

KFF blev erbjudna att låna en RL-sträcka under ett år för prov och försök. Besök gjordes även vid industrier som tillverkar RL-utrustning.

Sammanfattningsvis framhöll Kylberg att besöket i Tyskland otvetydigt visat att ett radiolänknät av den omfattning KFF planerat mycket väl går att utföra och att rika erfarenheter beträffande uppbyggnad och driftsförhållanden av ett dylikt nät finnes att få i Tyskland. Dessutom visade sig den tyska radioindustrien vara i överraskande grad återuppstånden och i fullt arbete med utveckling och produktion på bl a radiolänkområdet, UK-området och televisionsområdet.

Flygvapnets radiolänknät planerades för dels med huvudstråk mellan större terminalstationer och dels genom bistråk mellan mindre terminalstationer och huvudstråkets relästationer.

Bistråken skulle normalt endast överföra en till max sex talkanaler. Då dessa förbindelser till stor del snabbt måste kunna brytas och byggas upp på nytt borde utrustningarnas frekvenser ligga inom området 235 MHz eller högre och den föreslagna utrustningen betecknades typ I.

Huvudstråken var främst avsedda för talförbindelser men även PPI- och TV-bilder var aktuella, de senare dock endast i en riktning.

Antalet talkanaler i huvudstråken kunde variera kraftigt varför huvudstråkslänkar måste utgöras av flera olika typer och med varierande kapacitet.

Följande indelning av radiolänkutrustningarna föreslogs:

Stationstyp I	1 talkanal
Stationstyp II	16 talkanaler
Stationstyp III	80 talkanaler
Stationstyp IV	fler än 80 talkanaler.

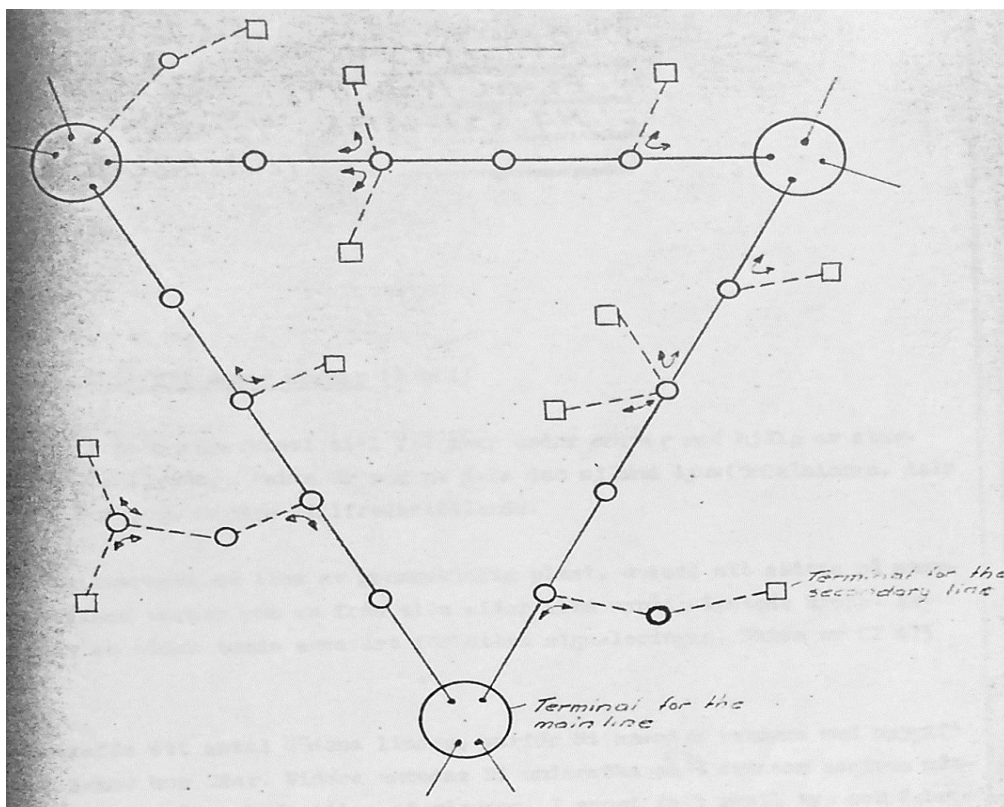
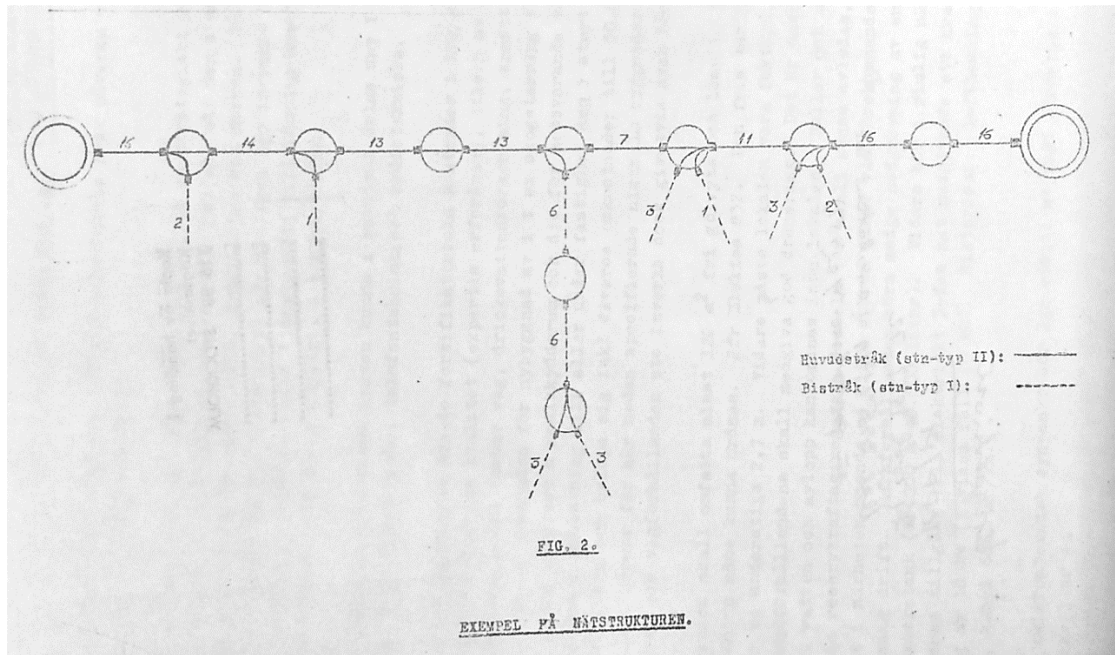
Stationstyp I skulle utnyttjas under sådana förhållanden där optisk sikt inte alltid kunde påräknas. Detta talade också för att de borde ligga i metervågsområdet. Med hänsyn till det stora antalet förbindelser som denna stationstyp avsågs för borde stationen kunna intrimmas inom så stort frekvensområde som möjligt.

Stationerna av typ II-IV borde utföras inom decimeter- eller centimetervågsområdet. För PPI-bildöverföring bedömdes typ II eller typ III kunna användas. För överföring av TV-bilder bedömdes en modifierad typ IV kunna utnyttjas.

Under året bildades vid KFF luftbevakningsdetalj en separat Radiolänkgrupp 1950 med H. Franzén som chef.

I maj skickar KFF offertinfordran till 12 företag om anskaffning av radiolänk – benämnt *Preliminärt program för anskaffning av länkradioutrustning för Flygvapnet* - inledningsvis med direktleverans för provnät för 6 st. huvudstråk/delsträckor och 18 st. bistråk – och därefter leverans av utrustning för leverans till länkradiostationer typ I, II, III, IV.

Det efterfrågas dels tekniskt underlag dels ekonomiskt för fortsatt planering och beslut. Beskrivningen innehåller behov för tal, teleprinter, PPI-överföring, telefaxmil och television. I det omfattande tekniska underlaget lämnas även förslag till nätstruktur för systemet enligt nedan:





Under pågående utredning (om gemensamma uppehållsplatser) på Fst inkrävs viss information från bland annat av CFV – svaret den 9/6 som behandlar RL – nedan.

Flygförvaltningen planerar uppsättande av ett radiolänknät som reserv för de viktigare trådförbindelserna. Dessa länkar arbeta på frekvenser från 235 Mp/s och upp till 2000 Mp/s. Sändareffekterna äro av storleksordningen 10 W. Nätet är f n under projektering. - Vid lgc tillkommer radiosändare för luför, vilka planeras

Under hösten 1950 bearbetades inkomna underlag vid KFF och alternativa förslag till utbyggnad av ett landsomfattande radiolänknät skisserades och kostnadsberäknades i utredningen "Preliminär kostnadsutredning för luftbevakningens radiolänknät" som blev färdig i december.

I denna preliminära utredning från december 1950 angavs att det i CFV utbyggnadsplan för luftbevakningen om totalt 43,5 Mkr ingick 13,14 Mkr för utbyggnad av ett radiolänknät. I utredningen ansåg man att det ursprungliga förslagets kostnadsberäkningar för radiolänknätet baserade sig på förutsättningar som inte längre var gällande. I stället redovisades nu vad luftbevakningen ansågs kräva samt i vilken utsträckning de anslagna medlen skulle räcka.

Luftbevakningens radiolänknät var ursprungligen avsett som en reserv för det ordinarie trådnätet. Det svenska telefonnätet ansågs inte i krig ha den nödvändiga kapaciteten och bedömdes därför bli kraftigt överbelastat. Omständigheterna tydde också på att denna reserv måste tas i anspråk betydligt tidigare och i större omfattning än vad som förut antagits. Det ansågs därför självklart att den stora ökningen av flygvapnets och marinens stridsledningsförbindelser, som den moderna krigstekniken krävde, inte helt kunde belasta det civila telefonnätet.

Luftbevakningens förbindelser var från nätsynpunkt av två slag. Det var dels de direkta rapporteringsförbindelserna mellan Ls och Lgc, dels de övriga order-, orienterings- och rapportförbindelserna mellan Lfc, Lgc, radarstationer och flygfält. De förstnämnda liksom arméns förbindelser krävde tillgång till ett rikt förgrenat nät ute i landsorten. Behovet av reserver för dessa förbindelser ansågs inte ekonomiskt försvarbara då de skulle bli för dyra att införa samt att lokala skador i telefonnätets yttersta grenar hade små konsekvenser för försvaret i stort.

Betydligt känsligare var de mera långväga förbindelserna, då ganska små kabelskador kunde få betydande konsekvenser. Radiolänkförbindelser borde i dessa fall inte enbart betraktas som en reserv för trådnätet utan även som ett komplement till det allmänna telefonnätet. Ju större kapacitet som radiolänknätet kunde ges desto större skulle förbindelsesäkerheten bli vid överbelastningar och stora skador i trådnätet. Radiolänknätet ansågs också på kort tid kunna byggas ut till större kapacitet och i en helt annan utsträckning än som var möjligt med trådnätet.

Utbyggnaden av radiolänknätet ansågs därför, enbart på grund av luftbevakningens omfattning, vara ekonomiskt försvarbar. Andra verksamhetsgrenar inom försvaret ansågs också ha samma problem och behov. På grund av det ringa kanalantal som dessa verksamheter krävde och de stora ytor som skulle täckas, ansågs samma lösning ekonomiskt orimlig för varje enskild verksamhetsgren.

Utredningen ansåg dock att luftbevakningens radiolänknät kunde bli den stomme, på vilket ett framtida militärt radiolänknät kunde byggas ut. Utredningen ansåg därför också att det var nödvändigt att lägga upp de tekniska och trafikala förutsättningarna på en sådan bredd, att en sådan framtida expansion av radiolänknätet var möjlig. En framtida expansion av radiolänknätet kunde då bli ekonomiskt gynnsam, då kostnaden per kanalkilometer avtog kraftigt med ökat kanalantal.

Av ekonomiska skäl ansågs det nödvändigt att kostnaderna för drift och underhåll i fred kunde nedpressas till ett minimum. Dessa frågor var också svåra att analysera då man saknade praktisk erfarenhet. Det ansågs av detta skäl önskvärt att utbyggnadsprojektet inleddes med en prov-utbyggnad i en sådan skala att tillräckliga erfarenheter erhöles och att provnätet samtidigt kunde utgöra en aktuell del av det totala nätet. Man bedömde också att flera av radiolänknätets huvudsträckningar bland annat kunde utnyttjas för överföring av TV-bilder.

Det föreslagna radiolänknätet var uppdelat i huvud- och bistråk. Huvudstråken bildade, med i huvudsak olika Lfc som knutpunkter, ett nätverk med relativt grova maskor. Radiolänkhoppen var på cirka 40-50 km längd. Huvuddelen av luftbevakningens prioriterade objekt dvs. Lfc, Lgc och radarstationer låg mycket nära kust och landgräns.

Tyngdpunkten i det föreslagna radiolänknätets utformning blev därför ett sammanhängande huvudstråk några mil in i landet för anslutning av dessa objekt. Stråket gick från Bohuslän i väster, ner längs västkusten, via Skåne och längs ostkusten upp till Kiruna i norr. Från Skåne till Kiruna åtgick cirka 40 radiolänkhopp.

Även inne i landet föreslogs huvudstråk i såväl ost-västlig som nord-sydlig riktning för anslutning av främst Lgc. Huvudstråken skulle överdimensioneras så att vid fel på en huvudstråksförbindelse skulle den genomgående trafiken kunde omdirigeras över närliggande huvudstråk. Förbindelse mellan Lfc och Lgc, Lfc och radarstationer mm skedde med hjälp av bistråken, antingen direkt till Lfc eller genom anslutning till närmaste relästation på ett huvudstråk.

Utredningen redovisade fyra olika alternativa nätutbyggnadsplaner enligt följande.

**Alternativ I.** Total nätutbyggnad inom hela landet, inklusive radiolänk för PPI-bildsöverföring. Huvudstråken skulle i huvudsak byggas ut till 24 kanalers kapacitet. Alternativet inrymdes inte inom den avsatta ekonomiska ramen.

**Alternativ II A.** Total nätutbyggnad inom de områden som ingick i CFV utbyggnadsalternativ 43,5 Mkr, inklusive radiolänk för PPI-bildsöverföring. Förslaget innebar en i förhållande till alt I reducerad utbyggnad främst i Bergslagen och i Norrlands inland. Huvudstråk med varierande kapacitet (12-24 kanaler) skulle byggas ut. Detta alternativ inrymdes inte heller inom den avsatta ekonomiska ramen.

**Alternativ II B.** Utbyggnad inom de områden som innefattas i CFV utbyggnadsförslag om 43,5 Mkr. Ingen utbyggnad av radiolänk för PPI-bildsöverföring föreslogs. Förslaget innebar också en i förhållande till alternativ II A ytterligare reducerad utbyggnad, främst i Norrland. Kustnära huvudstråk med max 12 kanalers kapacitet föreslogs, främst i sydvästra, södra och östra Mellansverige. Kostnaderna för alternativ II B låg något över de avsatta medlen.

**Alternativ III.** Utbyggnad av ett provnät i östra Mellansverige, inom området Uppsala-Stockholm, Stockholm-Örebro och Stockholm-Norrköping. Huvudstråk med 12-24 kanalers kapacitet föreslogs. Kostnad 3,5 Mkr.

Förslagen till utbyggnad alternativ I och II B framgår av bilaga 5.

Utbyggnadsförslaget avseende PPI-länk berörde 34 radarstationer med totalt 98 radiolänkhopp. I några fall motsvarade PPI-länkförbindelsernas längd upp till 4 länkhopp.

Vid en jämförelse mellan de olika alternativen så visar sig följande:

Alternativ	Antal länktorn	Antal master	Antal byggnader	Kostnad
I	87	204	95	32.041 Mkr
II A	67	167	72	25.465 Mkr
II B	44	88	48	14.719 Mkr
III	11	18	11	3.500 Mkr

Kostnaderna för "PPI-länknätet" (1,622 Mkr) ingick i förslagen till utbyggnadsalternativ I och II A. Kostnaderna för PPI-länknätet redovisades som extra kostnader för den tillkommande radio-utrustningen. Beträffande byggnader, master, kraftförsörjning mm räknade man med att utnyttja den infrastruktur som ändå skulle byggas för radiolänknätets talförbindelser.

Exemplet ovan visar tydligt att kostnaderna för en ökning av ett radiolänknäts kapacitet var ganska låg när det väl fanns en fysisk infrastruktur i form av länktorn och länkmaster att bygga vidare på.

Antalet objekt fördelade sig enligt följande:

Alternativ	Antal lfc	Antal lgc	Antal radarstn
I	19	84	34
II A	16	70	32
II B	15	26	27
III	4	6	5

Med de militära, tekniska och ekonomiska förutsättningarna som legat till grund för utredningen föreslogs att:

- ett provnät enligt utbyggnadsalternativ III, till en total kostnad av max 3.5 Mkr och utgörande en del av det totala nätet, skulle byggas ut omedelbart
- med ledning av de erfarenheter som successivt skulle göras av detta provnät skulle den fortsatta utbyggnaden förberedas så att den kunde pågå kontinuerligt.

Utbyggnaden beräknades kunna påbörjas praktiskt taget omedelbart. Under provnätstiden, vilken beräknades ta cirka två år att bygga, kunde en svensk tillverkning förberedas av den aktuella radiolänkutrustningen.

Med hänsyn till det rådande världsläget, Koreakriget pågick för fullt, så var det väsentligt att en beställning kunde ske så snart som möjligt av provnätetsutrustningen.

I januari 1951 fattade CFV beslut om att den första utbyggnaden av radiolänknätet, i enlighet med 1950 års radiolänkutrednings förslag, skulle få karaktären av ett provnät. Avsikten med detta var att framtida ekonomiska och tekniska krav skulle kunna tillgodoses genom de erfarenheter som därigenom skulle erhållas. På grund av förseningar kunde utbyggnaden av provnätet inte påbörjas förrän sommaren 1953. I ett första skede byggdes provnätet med en metervågslänk som hade en kapacitet på 2-5 kanaler. Provisoriska stationsbyggnader i trä utfördes och antennerna monterades i stagade master.

Vid KFF skickas den 27/1 (H ME 963:25) en hemställan till Kgl Maj:t för beslut om en studieresa för två personer till flera länder för besök på industrier och anläggningar för att utvärdera deras förmåga att leverera radiolänkutrustningar. Bakgrunden är att före anskaffningen till Flygvapnet, för modernisering av luftbevakningens telekommunikationer, så ingick även en utbyggnad av ett radiolänknät till en kostnad av 13,24 Mkr. De framhåller även behov av ett provlänknät – nedan:

Flygförvaltningen har beslutat, att innan den definitiva utbyggnaden av hela ifrågevarande radiolänknät igångsättes, ett provlänknät av mindre omfattning skall utbyggas, så att erfarenheter kunna vinnas, särskilt ifråga om underhållet. Radiolänkprovnätet beräknas draga en total kostnad av 3,5 miljoner kronor. Preliminära offerter enligt ett av flygförvaltningen utarbetat tekniskt program hava nu inkommit från ett femtontal av de på detta område ledande firmorna i England, Nederländerna, Frankrike, Tyskland och Danmark. Därur

I en handling från KFF den 14/2, författad av Henning Brand till FortF, anges behov av byggnader för provnätet. Byggnaderna fördelar sig på tre typer, beroende på olika effektbehov. Planlösningen omfattar för typ I (20 kvm), typ II (30 kvm) och typ III (60 kvm). Till provnätet erfordras åtta st. typ I, en typ II och tre st. typ III. Tre st. typ I kan vara monteringsbara trähus – övriga är bunkertyp. Av beredningsarbetet framgår att de angivna trähusen kan ersättas med telegrafverkets standardhus för automatiska telefonväxlar.

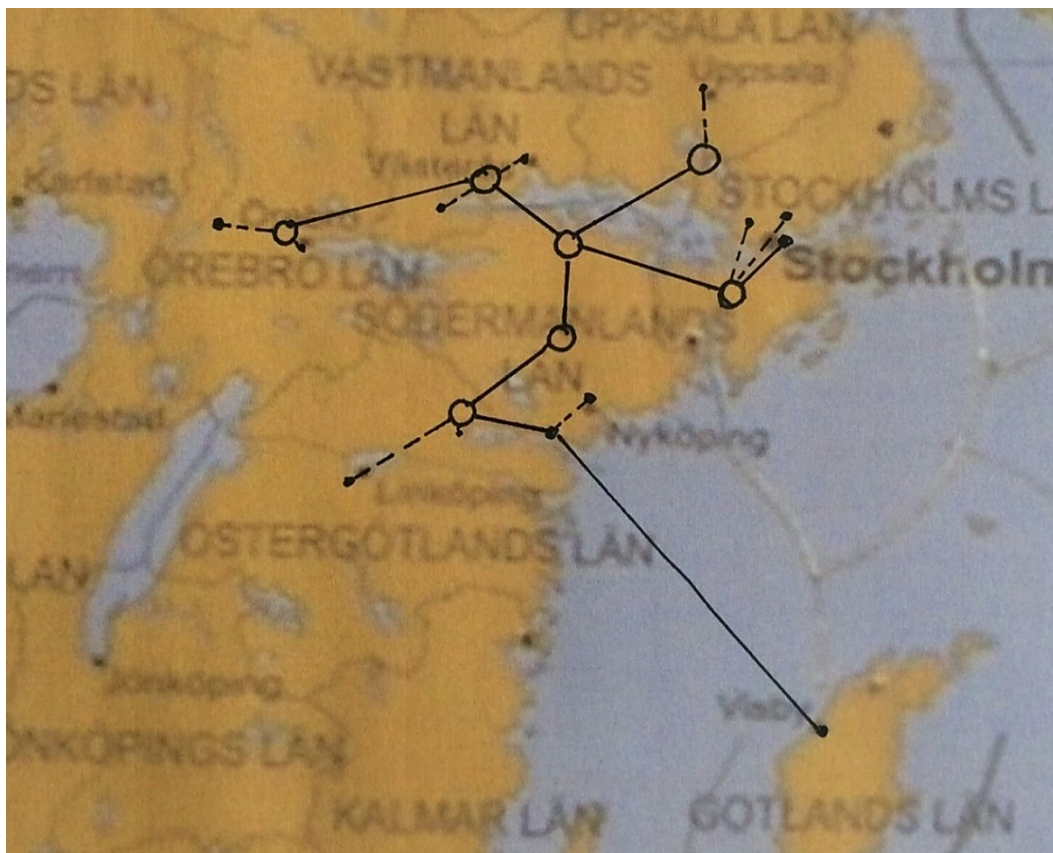
För utbyggnaden av radiolänkförbindelser inköptes från Motorola utrustningar och i mars redogör KFF för följande: "Besiktning 200 rastn Motorola FMTRU-41V". Enligt ett planeringsdokument från CVA i april avses montage av provnät för radiolänk ske under 1952. I maj skriver KFF ett PM som beskriver materielbehov för:

*Ls-radio m/50* (sändare Motorola FMTU-30-12D, 75 st.) samt

*Ls-radio m/51* (sändare Motorola FMTRU-41V(AFA) 2C, 200 st.).

I ett annat PM för provnätet avses det beställas utrustning typ I för bistråk (2-6 kanaler) och typ II för huvudstråk (max 24 kanaler) för leverans under 1952.

Provnätet presenterades av KFF 18/6 som *Länkradio utbyggnad, UTB I – FV provnät med KTV-trafik* i bifogad Elskiss 2034. Televerket hade informerat KFF att de var intresserade av att medverka i provnätet. Sammantaget innebar det ett antal relästationer samt terminalutrustningar vid följande platser: CVA/CFA Arboga, CVV Västerås, F 16/F 20, F 2, F 8, KFF, Lfc O1, Lgc Kvarsebo, F 11, Lfc G1 och CVM/F 3. Televerkets egna behov innebar att en relästation placerades på Kilsbergen (Hjulåsen) med terminaler i Karlskoga och Örebro. Utöver radiolänkförbindelserna tillkom kabel från en relästation via Lfc O2 till Tvt Stockholm samt via Lfc O1 till Norrköping. Provnätets radiolänkförbindelser framgår övergripande av nedanstående karta.



**Relästationer (cirkel), terminaler (punkter). Heldragen linje 1-24 kanaler, streckad linje 1-6 kanaler**

(Under 2020 dokumenterades platser för relästation Hjulåsen och terminal Karlskoga – se bilaga 11).

I augusti meddelar KFF till FS att de nu planerar för installation för följande radiolänkutrustningar:  
RL-01 Motorola FMTRU-30-12D 70 st 2 kanaler  
RL-02 Motorola FMTRU-41V 200 st 1 kanal

Vid KFF Materielavdelning sker en föredragning avseende 19 st. inkomna offerter på länkradionät (enl. offertinfordran 1950). Den omfattande granskningen resulterade i KFF beslut samma dag enligt följande:

Med hänsyn till vad ovan anförts beslöt FF, att följande utrustningar skall inköpas, såsom varande för Kronan förmånligast:

GEC-utrustningen för typ I A gm Elektronikbolaget AB

STC-utrustningen för typ I B gm AB Standard Radiofabrik *Quinn. Lbv 18*

Siemens-utrustningen för både typ I A och I B (en stationstyp)

Siemens-utrustningen för typ II (2450-2700 Mp/s)

Storno radioutrustning för typ II (1300-1600 Mp/s) kompl. med

LME multiplexutrustning för typ II.

LME multiplexutrustning för typ I.

I september anmäler Luftbevakningsbyrån på KFF följande:

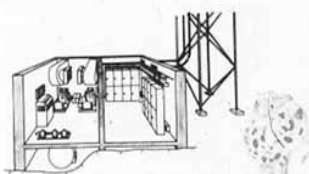
"RL-nät

Beställt all rdoutr för 1:a utbyggnadsetappen i det RL-nät, som skall utgöra reserv för de viktigaste av Lbev trådförbindelser. Provnät Sto-Arb-Upp-Nrk."

Den 4/1 1952 beställer KFF hos CVA utbyggnad av ls-radio, länkradio (provnät 1952-53) och ordinarie utbyggnad.

Nedan framgår skiss/ritning på utformning av relästation och terminalstation.

RELÄSTATION FÖR RADIOLÄNK (200 i meter)



*Relästation med reservverk, Terminalstation (Tvt mod) utan reservverk*

I provnätet testades de olika inköpta radiolänk-utrustningarna och under hösten 1953 ingick delar av nätet i övningar med gott resultat.

Provnätet kompletterades senare med en decimetervågslänk med en kapacitet om 23 kanaler (RLX-51). Nu prövades även torn som antennbärare. En radiolänk med 60 kanalers kapacitet (RL-41) prövades också. I juli omdisponerar KFF till CVA länkradiomateriel för prov- och fast utbyggnad (10 stycken) av CFV radiolänksystem. I en bilaga noteras "*Radioutrustning 2450-2700 Mp/s (RL-X51)*"

Ytterligare ett provnät av mindre omfattning med en 6-kanals länk byggdes senare på västkusten Marstrand - Strömstad. En ny 1-kanalslänk RL-02, primärt utvecklad för radiols, prövades här.

Under våren 1952 beskriver FS/LI i ett VPM följande "*Som reserv för luftbevakningens trådförbindelser planeras ett radiolänknät över hela landet. För att utnyttja detta på ett godtagbart sätt bör det i krig användas av alla försvarsgrenar. I fred bör det kunna användas av civila myndigheter. Utredning härom pågår*". Under pågående diskussioner inom Försvarsstaben om landets "*militärterriottella indelning*" så blev de påverkade av arbetet i Flygvapnet. De kom fram till att en teknisk utredning av fasta och rörliga radiolänkutrustningar nu var aktuell – "*Det fasta militära radiolänksystemet måste främst utföras under hänsynstagande till de uplatser och anstalter för luftförsvaret, som äro under byggnad eller planläggning*" och man tillade "*systemet bör i övrigt taga sikte på ett riksnät, planlagt av de centrala myndigheterna i samråd*".

I juli 1953 lämnar Fst (Fst/s H51:6) utredningsuppdrag om fast radiolänk till CFV och CFV skickar uppdraget (KH 530730 med H39) till KFF med uppgift att redovisa uppdraget senast 10/3 1954 samt i en separat skrivelse till CFV en kodtabell för organisationers behov av radiolänkförbindelser i samband med RL-utredningen.

För att informera om den nya tekniken gav Flygstaben ut *Underrättelser från Flygledningen* nr 4 1953 – i en artikel *Tekniska fronten – Hur fungerar en radiolänk* – skriven av Flygförvaltningen – hela artikeln finns på fht.se.

Av information under våren 1954 om PPI-länkar för radarstationer så framgår det att fyra st. är beställda och levereras.

Utredningen grundade sig nu dels på de nya intressenternas behov dels på reviderade behov inom flygvapnet. Behoven avseende luftbevakningen hade nu ändrats väsentligt. Luftförsvarssektorerna och luftbevakningskompaniernas områden skulle nu geografiskt bli större men färre än i tidigare planering.

Antalet Lfc och Lgc som skulle byggas ut hade reducerades till cirka hälften. Planeringen inriktades nu mot 11 Lfc och 57 anslutna Lgc. Ett tillkommande behov var också att även flygvapnets flottiljer och flygbaser skulle anslutas till nätet. Som nya intressenter i nätet inträdde bland annat ÖB med högkvarteret, armén, marinen, militärbefälhavarna med milostaberna, Försvarets Radioanstalt, Statens Järnvägar med flera.

Kostnaderna för det så kallade "*stomnätet*" skulle betalas av FV, Fst och SJ. Anslutningslänkarna till stomnätet skulle bekostas av respektive intressent.

Utredningen om ett fast radiolänknät genomfördes av KFF och överlämnades till CFV den 13/5 1954. Utredningen föredrogs som principbeslut för CFV som uttalade att "*om jag skulle satsa så mycket på signaltjänsten som du (= CS/FS) kräver, då skulle jag tvingas att minska mitt flygvapen med två flygplan! Menar du verkligen det?*" – för CS/FS var svaret solklart: "*Ja, Chefen, det är en nödvändig avvägning*".

CFV skickar den 14/5 (KH 89) svaret på utredningsuppdraget från Fst. CFV bejakar en utbyggnad för ett RL-nät för intresserade myndigheter utanför FV och framhåller att det kan ske under CFV styrning

och ledning och att prioritet är utbyggnad för FV stridsledning och luftbevakning. Om medel kan tillföras för intressenter utanför FV samt att erforderliga medel för den fortifikatoriska utbyggnaden för samtliga behov beräknas RL-systemet vara färdigt inom 12 år till en kostnad av cirka 62 mkr.

I juni meddelar KFF att personalstyrkan enbart kan klara av FV behov – de har personalavgångar pga. förvaltningsutrednings krav på personalminskningar och dåligt löneläge.

Utredningen resulterade i ett förslag till utbyggnad av ett landsomfattande gemensamt radiolänknät. Principlösningen omfattade ett helt nytt förslag till nätstruktur. Huvudstråk med högre kapacitet (i vissa fall upp till 60 talkanaler) planerades. Nya kostnadsberäkningar med förslag till kostnadsfördelning mellan myndigheterna redovisades. Med detta förslag skapades nu förutsättningar för att det byggs ett radiolänknät, med en sådan struktur och sådan kapacitet, att luftförsvarets behov av förbindelser kunde säkerställas.

I utredningen konstaterades att de önskade förbindelserna varierade avsevärt i längd, från några få mil och upp till 100 mil. Det visade sig att behovet av långdistans förbindelser främst fanns vid och mellan de stora militära ledningsplatserna, medan korta lokala förbindelser främst krävdes för att ansluta mindre abonnenter till ledningsplatserna.

Av denna anledning var det naturligt att anordna ett nät av huvudstråk över hela landet för långdistanstrafik och med utnyttjande av de större stabsplatserna som knutpunkter i nätet. Genom en maskformig nätstruktur för huvudstråken erhöles automatiskt goda möjligheter till kringgångsförbindelser i händelse av skador på nätet.

De höga frekvenser som av tekniska skäl måste utnyttjas för huvudstråksförbindelserna, krävde fri sikt mellan antennerna i länkstråket.

Av ekonomiska skäl krävdes ett avstånd på cirka 50-60 km mellan två på varandra följande radiolänkstationer. Det blev därför nödvändigt att placera radiolänkstationerna på mycket höga punkter i terrängen. Detta var särskilt accentuerat vid knutpunkter som krävde fri sikt i flera riktningar. Av ovanstående skäl samt att en stor anhopning av radiolänkutrustning på en och samma plats, kombinerat med annan radioutrustning, skulle leda till inbördes störningar.

Detta medförde att knutpunkter normalt inte kunde placeras i nära anslutning till ledningsplatsen, utan även denna skulle behöva anslutas till nätet, med ett eller flera anslutningsstråk.

Upphållsplatser för gemensamma staber (upl) och andra militära anläggningar skulle därför anslutas antingen direkt till knutpunkterna eller till någon av huvudstråkens relästationer. Mindre objekt krävde oftast anslutning till en närbelägen upl.

Där så var möjligt, föreslogs att dessa anslöts direkt till berörd upl utan att passera knutpunkten. Förbindelsebehoven indelades i följande grupper:

- **Högkvarternätet** omfattade huvudsakligen förbindelser mellan högkvarteret och större staber ute i landet. De ingående intressenter utgjordes av försvarsgrensstaberna och vissa centrala myndigheter
- **Upl-nätet** omfattade skilda delnät i de olika militärområdena. Varje sådant nät hade en större upl som centralpunkt. Förbindelserna användes av samtliga i upl ingående intressenter dock huvudsakligen armén
- **Flygvapnets nät** omfattade luftbevakningsnätet (förbindelser lfc-lfc, lfc-lgc, lfc-radarstationer) samt vissa operativa förbindelser mellan lfc och flygbaser

- **Statens Järnvägars nät** omfattade lokala förbindelsenät runt vissa större upl samt inbördes förbindelser mellan dessa och högkvarteret.

Huvuddelen av förbindelserna skulle vara av förmedlad typ, uppkopplade via manuella eller via automatiska växlar. Fasta förbindelser skulle endast förekomma där tidskraven var så stora att uppkopplingstiden inte kunde tolereras eller då man inte ville riskera att förbindelsen blev spärrad av annan trafik.

Utredningen slog fast att luftbevakningens och flygvapnets operativa förbindelser skulle utföras som fasta förbindelser. Därutöver kunde också fasta förbindelser kopplas upp direkt mellan stora upl med stor trafik.

Utredningen föreslog att automatiska telefonväxlar skulle placeras i knutpunkterna. Genom en speciell utformning av dessa automatväxlar kunde de vid skador på ett huvudstråk i nätet koppla upp samtal på en alternativ väg. Därigenom ökade skadetåligheten för såväl krigsskador som tekniska fel. Nätet skulle därför vara betydligt kraftigare dimensionerat än Televerkets nät (två till tre gånger kraftigare) och därmed också uthålligare för krigsskador.

De tekniska principer, som föreslagits i 1950-års utredning för luftbevakningens radiolänknät, var i allt väsentligt tillämpliga, även för det nya försvarsgemensamma länknätet. Genom det ökade förbindelsebehovet var det dock nu aktuellt att införa utrustningar med större kapacitet. För det nya nätet föreslogs därför utrustningar enligt följande tabell:

Översikt över planerade radiolänkutrustningar				
Typ	Antal tal-kanaler	Frekvensområde i MHz	Normalt förbindelseavstånd i km	Användningsområde
A	12-23	1700-2300	50-60	Stora huvudstråk och vissa bistråk
B	12-24	41-68	100-150	Huvudstråk i övre Norrland
C	8-16	235-350	50-60	Mindre huvudstråk och större bistråk
D	2-5	235-350	40-60	Bistråk samt förstärkning av huvudstråk
E	1	163- 174	30-100	Bistråk

Radiolänkutrustningar typ B (så kallad scatterlänk) var avsedda för ett speciellt huvudstråk mellan Östersund och Gällivare. Genom att välja länkutrustning med möjlighet till förbindelseavstånd på 100-150 km minskade anläggningskostnaderna betydligt. Stråket skulle dock planeras och relästationsplatser väljas så att stråket senare skulle kunna byggas ut för normala förbindelseavstånd på 50-60 km.

Eftersom det nu var flera intressenter än flygvapnet i nätet, var det nödvändigt att tydligt definiera vad som var nätets gemensamma, respektive de enskilda abonnenternas delar. Detta för att få en adekvat kostnadsfördelning. Totalt skulle nätet omfatta över 300 anläggningar enligt följande fördelning:

#### **Radiolänknätets gemensamma delar (80 anläggningar)**

10 knutstationer (som inte låg i anslutning till lfc)  
56 relästationer i huvudstråken  
14 relästationer i bistråken

#### **Flygvapnet (139 anläggningar)**

11 lfc med tillhörande knutpunkt  
57 lgc (Vissa lgc var samgrupperade i upl)  
32 radarstationer  
39 flygbaser. Av dessa var 19 st flottiljdepåer medan resten utgjordes av krigsflygfält



**Armén** (50 anläggningar)

25 upl för militär- och försvarsområdesbefälhavare

25 mindre objekt (exempelvis anslutningspunkter för rörlig radiolänk)

**Marinen** (34 anläggningar)

3 upl

7 mindre objekt

24 radarstationer

**Försvarets Radioanstalt** (7 anläggningar) **Statens Järnvägar** (9 anläggningar)

7 mindre objekt

9 mindre objekt

Huvudstråken omfattade 84 740 och bistråken 39 622 kanalkilometer utnyttjade förbindelser. Respektive intressent föreslogs betala för sin andel i nätet i proportion till förbindelsebehoven.

De sammanställda materielkostnaderna per intressent framgår av följande tabell:

Intressent/Nät	Huvudstråk. Mkr	Bistråk. Mkr	Totalt. Mkr
Högkvarternätet	9 774	4 266	14 040
Upl-nätet	5 332	5 406	10 738
FV luftbevakning mm	13 159	15 253	28 412
Statens järnvägar	4 045	1 662	5 707
Summa	32 310	26 587	58 897

Radiolänkutrustningarna skulle placeras i byggnader av varierande storlek och med olika skyddsnivå beroende på anläggningens betydelse.

Anläggningarna i huvudstråken skulle i regel vara av bunkertyp. För de viktigaste knutstationerna övervägdes av säkerhetsskäl anläggningar i berg.

De 1954 beräknade fortifikatoriska kostnaderna framgår av följande tabell:

Byggnadstyp	Kostnad	Huvudstråk		Bistråk		Summa	
		Antal	Kostnad kr	Antal	Kostnad kr	Antal	Kostnad kr
V	250 000	1	250 000			1	250 000
IV	200 000	9	1 800 000			9	1 800 000
III	160 000	15	2 400 000			15	2 400 000
II	110 000	14	1 540 000	1	110 000	15	1 650 000
I	70 000	37	2 590 000	9	630 000	46	3 220 000
0	30 000			5	150 000	5	150 000
Summa		76	8 580 000	15	890 000	91	9 470 000

Även sedan ÖB beslutat att radiolänknätet skulle vara ett för flera myndigheter gemensamt nät, redovisades anslaget i riksstaten under benämningen "Luftbevakningens modernisering". CFV yrkade därför i sin framställan till Kungl. Maj:t avseende kapitalbudgeten för 1957/58 att radiolänknätet skulle brytas ut ur luftbevakningens anslag och ges benämningen "Utbyggnad av riksförsvarets fasta radiolänknät".

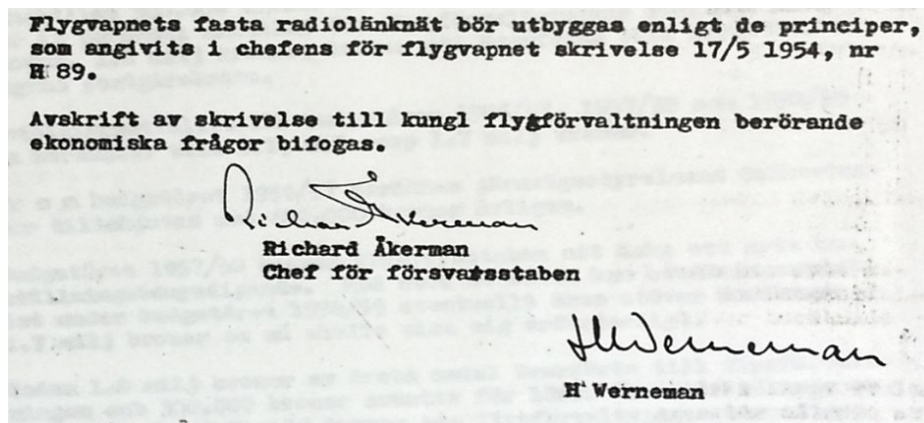
Flygförvaltningen ansåg sig genom utbyggnaden av provnätet ha fått sådana erfarenheter att man var beredd att påbörja utbyggnaden av det landsomfattande radiolänknätet.

Med då gällande planering beräknades upphandling av utrustning kunna påbörjas i början av 1955, vilket innebar leveranser från och med årsskiftet 1956/57.

Under mellanliggande period kunde det första utbyggnadsområdet (provnätet) helt färdigställas och anläggningarna i de nya nätdelarna förberedas.

Under förutsättning att personalstyrkan kunde utökas beräknades det planerade nätet kunna byggas ut inom en tidsrymd av 12 till 15 år och vara klart 1966/1967.

**Flygvapnets Fasta Radiolänknät skapas 1955**, den 16é september 1955, då Försvarsstaben beslutar följande:



I samband med beslutet anvisade C Fst ett första beställningsbemyndigande på 5,0 Mkr för bgå 1955/56. Från och med 1956/57 beräknades Järnvägsstyrelsen tillskjuta 0,6 Mkr årligen. Materielkostnaderna för den totala utbyggnaden, som fram till 1965/66 beräknades till 58,9 Mkr, fördelades enligt följande:

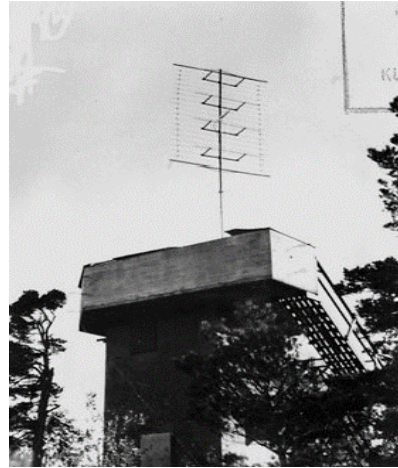
Fst	22,8 Mkr (andel 42,1 %)
FV	28,4 Mkr (andel 48,2 %)
SJ	5,7 Mkr (andel 9,7%).

### 4.3 Fortsatt utveckling och utprovning inom Armén med förvaltning 1950-1955

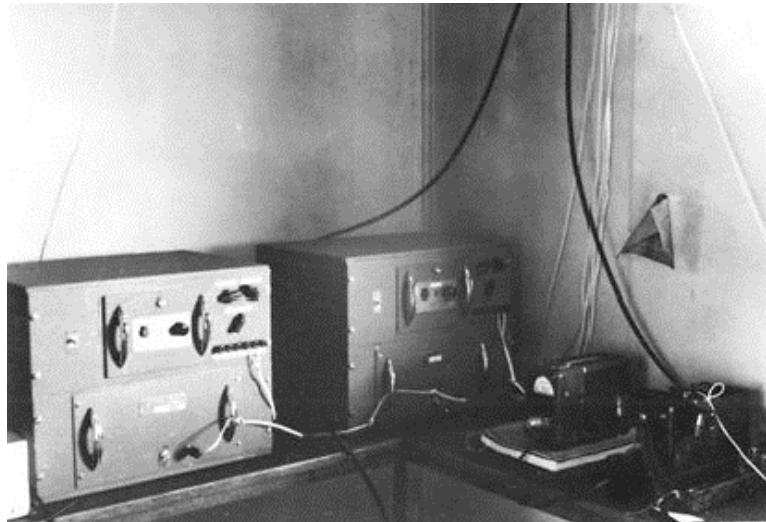
Tidigt under 1950 gjordes försök i mindre skala med befintliga provutrustningar med en förbindelse mellan militärstabsbyggnaden Tre Vapen vid Gärdet i Stockholm och Strängnäs (luftförvarstorn på södra Långberget). Försöket blev inte helt lyckat men uppgavs ändå ge hopp om att ett fortsatt arbete skulle leda till fullt tillfredställande resultat.



*Tre Vapen*



*Radiolänken på luftförvarstornet Strängnäs*



*Installation av radiolänkutrustningar mm i Strängnäs*

Den 3/4 1950 beslutar KAFT (SiB H051:51) i VPM angående radiolänkförsök inom SiB bland annat följande:

*”En radiolänkedja med en total nettolängd av 260 km uppmonteras med utnyttjande av tillgänglig FM-försöksmateriel inom frekvensbandet 150-170 Mp/s. Kedjan består av två ändstationer med bärfrekvensutrustning 1+3 samt av fyra relästationer.”*

Avsikten med försöken är flerfaldig. Dels att utbilda personalen på signalmaterielbyrån och dels studium av:

- räckviddsförhållanden på frekvensområdet samt antenntekniken,
- avlyssningsrisk och störbarhet med använd antennteknik,
- uppfattbarhet vid länkmateriel av denna klass (polisradio),
- driftsäkerheten hos mtrl

På eftersommaren besluts att försöka bygga en sträcka till Karlstad då sträckan var av mellansvenskt terrängavsnitt och möjliggöra inkoppling till V. milbefstabens telefonväxel. Något senare tillkom en avgrening till Skövde (III. milbefstaben).

I oktober 1950 beslöts att tillsätta en särskild arbetsgrupp vid KAFT/SiB för handläggning av ärenden rörande radiolänk, samt att utföra erforderliga försök. Arbetsgruppen kom att bestå av sex man med bl. a. ingenjörerna Edberg och Åslund. Redan tidigt framkom att gruppens numerär var för liten varför den behövde förstärkas med en laboratieman och en byråman.

Den 2/1 1951 beslutar KAFT (SiB H506:5) i *VPM angående radiolänkförsök inom SiB* bland annat följande:

Plan för försök och prov 1/1 1951 – 31/12 1953 där personalsituationen på SiB kan medföra förseningar, som omfattar apparatprov, systemprov i den tekniska utrustningen. Proven syftar bl a till studier och bedömanden för att kunna befordra anskaffning av fältmässig radiolänkmateriel.

En särskild punkt behandlar inköpet av Link radio (450-470 MHz, 900-940 MHz) där provning av andra tänkbara utrustningar (150-170 MHz och 250-300 MHz) ska genomföras.

Arbetsgruppen framför även att:

*”Det är angeläget att anskaffning av fältmässig radiolänkmateriel snarast blir tillgänglig för truppförsök och trupp utbildning... icke nu direkt anskaffa FM-materiel... arbetet med anskaffning av fältmässig försöksmateriel kan påbörjas”.*

De föreslår följande parallella arbete:

Två linjer synas därvid böra bearbetas parallellt. En snabbare, som kan beräknas ge 8 à 16 kompletta stationer (bestående av en sändare + en mtr + tillbehör) för överlämnande till truppförband eller skola i juni 1951. Denna mtrl skulle väsentligen utgöras av modifierad och kompletterad polisradiomtrl. Den andra linjen, som oundgängligen bör bearbetas parallellt, innebär anskaffning av försöksmtrl, där ingående sändare och mottagare konstruerats för radiolänk. Jfr bil 3.

Arbetsgruppen har fått besked av Ast/Sign att försöksmateriel bör finnas vid S1 eller SignS i juni 1951. I förslaget framgår vid den snabbare linjen att det kan vara polisradiomateriel från Motorola eller Storno samt att Ellab är beredda för framtagning av transportlådor, master, antenner mm. Den andra linjen har stöd av Ast/Sign – för att få fram mer högklassig FM-radiolänkmateriel (med andra frekvensområden) och det pågår framtagning i flera länder som kan vara aktuella.

Den 30/1 föreslår KAFT (SiB H506:7) i *VPM angående radiolänkförsök inom SiB* att den beslutade försöksplaneringen justeras – det har kommit en mycket fördelaktig offert från GEC i England avseende radiolänkmateriel (sändare, mottagare och antenner) som medför att det första förslaget med polisradio kan inhiberas. De behöver ett snabbt beslut för att skicka två ingenjörer till England för

besök och ta del av teknisk provning och leveransmöjligheter – före beslut om acceptans av offert. Hemställan om resa skickas den 5/2 till Kgl Maj:t. Den 9/2 får KATF beslut att skicka två ingenjörer.

Den 23/2 beställer KATF utrustning av GEC i England – 20 st. länksändare (BRT 143) och 20 st. länkmottagare (BRT 163) till 3-4 kanaler med leverans i oktober 1951.

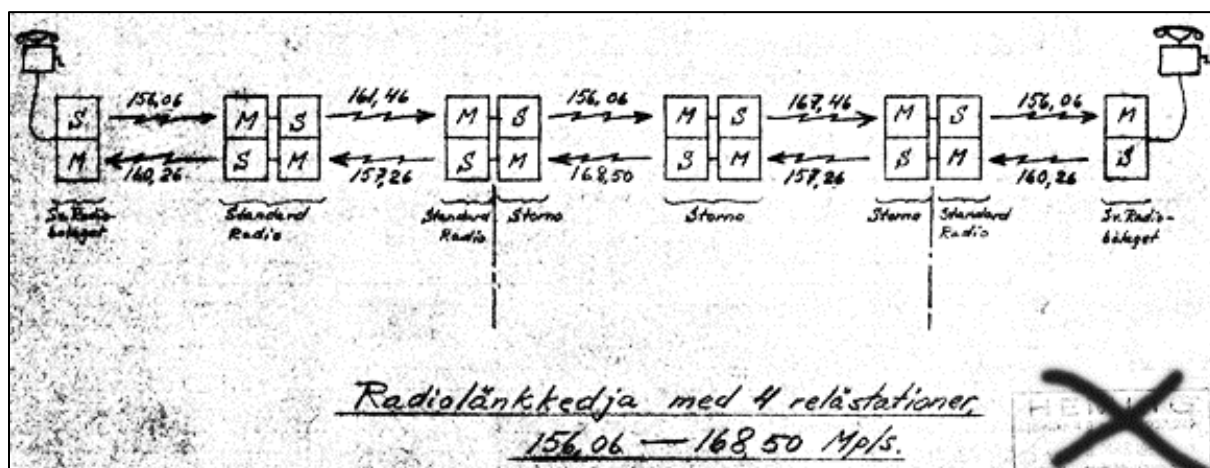
Den 13/3 skickar Fobef Strängnäs beslut att KATF får utnyttja de befintliga tornen vid Långberget och Roxmo under 1951.

Den 12/4 skickar KAFT/SiB (H506:10) en skrivelse till Fst/S m.fl. *VPM angående anskaffning försöksserie fältmässig radiolänk mm* och behandlar följande:

De två olika linjerna i provplanen sammanslås till en linje - utrustning (anskaffas hos GEC med snabb leverans) då ledtiderna sammanfaller samt att det är personalbrist som medför förseningar. Materiel från Storno kan inte modifieras. De anskaffade Motorola utrustningarna är mindre tekniskt användbara för fältmässigt bruk (de kan dock utnyttjas i provet om förseningar uppstår med leverans från GEC). Motorola materielen kan dock användas för radiolänk för andra behov.

Under augusti anmäler KATF (Armétygförvaltningen) – behov av en armélänk Stockholm – Karlstad (3-4 kanaler) – samt vill även besöka radiolänkanläggning i Norge.

Radiolänkkedjan byggdes med den under 1950 inköpta materielen. Arbetet kunde nu intensifieras och ett första förslag med fyra relästationer utarbetades. Nedan framgår det tekniska förslaget och de utrustningar som planerades att ingå i radiolänkkedjan.



Som första reläplats valdes Strängnäs, som ju redan prövats.

Förbindelsen med Stockholm var emellertid knappast godtagbar. Redan tidigt hade märkts att förbindelsen var utsatt för stark fädning och omfattande mätningar utfördes. I ett senare skede övergavs Strängnäs som reläplats och två nya platser valdes som relästationer för att bättre klara förbindelsen.

Den i Stockholm valda stationsplatsen (Tre Vapen vid Gärdet) visade sig vara av mindre god kvalitet, dels på grund av hög störningsnivå och dels på grund av för låg höjd.

Då den tilltänkta telefonförbindelsen var tänkt att anslutas till Militärstabernas växel, beslöts att flytta stationsplatsen dit där en luftvärnsplattform fanns på taket.

För att få upp antennerna så högt som möjligt uppfördes en mindre träbyggnad på en av takets luftvärnsaltaner.



*Stabsbyggnaden Östermalmsgatan.*



*Stabsbyggnaden I 2 Karlstad*

Som nästa reläpunkt valdes ett befintligt Ls-torn strax väster om Hjälmarsund vid Hjälmarens södra strand vid en plats som hette Roxmo där huvuddelen av utrustningarna installerades i Ls-tornet. I Ls-baracken som var belägen c:a 30 m från tornet, installerades mottagarutrustningen för vilken en särskild antennmast fick uppsättas. Ls-tornets höjd var c:a 15 m och tornplatsens höjd över havet var 73 m.

Den först installerade radiolänkutrustningen var av fabrikat "Federel" och utrustningen västerut av fabrikat "Storno". På bilden nedan kan antennerna med svårighet skönjas på tornetaket. Utsikten över Hjälmarens mot nästa länkpunkt vid Hjulåsen i Kilsbergen var magnifik, och Signalbyråns kommentar att denna sträcka som var den längsta blev signalmässigt den bästa, kan förstås.



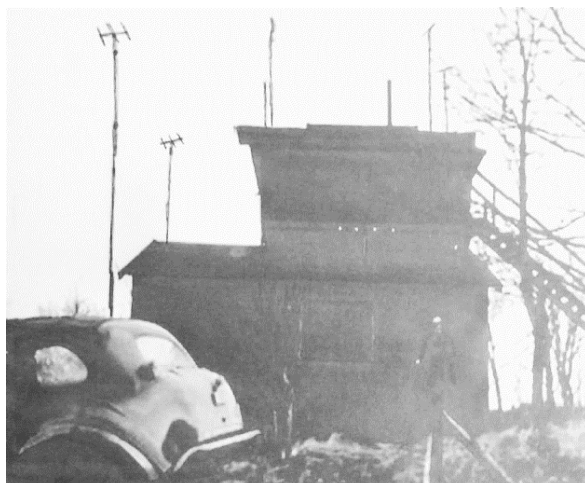
*Roxmo luftbevakningstorn*

Då luftbevakningstorn visat sig vara lämpliga platser för radiolänkutrustningarna blev inriktningen att söka efter lämpliga sådana för radiolänkutbyggnaden.

Den tredje reläplatsen blev Hjulåsen, en liten by strax ovanför Garphyttan c:a två mil väster om Örebro. "Tornet" ingick i Boforsringen och utgjordes av en "tornbarack". Platsens höjd över havet är 185 m och tornet var c:a 8 m. Här installerades en komplett relästation av fabrikat Storno, alltså samma fabrikat på utrustningarna i båda riktningarna.

Trots att avståndet mellan denna plats och Roxmo var en av de längsta, 66 km, på hela sträckan så erhöles en utmärkt förbindelse. Anledningen syntes uppenbar då förbindelsesträckan till större delen gick över öppet vatten (Hjälmaren).

Byggnaden ligger högt med bra sikt öster, söder och väster ut och var ett bra val för armélänken.



*RL-antennerna till vänster och ovanpå byggnaden*

Nästa relästation på sträckan Stockholm - Karlstad borde avståndsmässigt ha legat mellan Karlskoga och Kristinehamn men något lämpligt Ls-torn fanns inte inom detta område. Slutligen hittades en plats, Bäckhöjden, c:a 5 km rakt norr om Karlskoga torg 235 m ö h med ett 21 m högt triangelpunktstorn, tillhörigt Lantmäteriet.

Här byggdes en träbarack och tre av antennerna installerades på tornet och för den fjärde uppsattes på en nyuppsatt mast. En Storno- och en Federal-station uppsattes.

Mycket goda förbindelser erhöles från denna plats. På bilden nedan kan antennerna på tornet skönjas.



*Karlskoga tornet*

Ändstationen i Karlstad placerades på I 2. Radiomaterielen placerades på vinden till en av kasernerna och bärfrekvensutrustningen i källaren till V. Milbefstabens byggnad då anslutning skulle ske till telefonväxeln i detta hus.

Efterhand som stationerna togs i drift under 1951 visade det sig att vissa felaktigheter och driftsvårigheter tillstött. Bl. a. fanns det problem med vissa radiatorer, som fick bytas till andra typer. Ett annat problem som genom sin varierande karaktär och delvis vilseledande symptom, tog tid att bemästra, var den påverkan som mottagarna blev utsatta för av sändare på samma plats.

Till sommaren 1951 inkom önskemål om att göra försök med radiolänk vid den till hösten planerade manövern i Västergötland. Från Skövde önskades förbindelser med Ulvåker, Tidaholm och Mullsjö, samt om möjligt även till Stockholm. För att klara detta anskaffades ytterligare ett antal Motorola polisradiostationer, som byggdes om och installerades på Hjulåsens radiolänkstation. Önskemål hade även framförts om att två av stationerna skulle göras lätt flyttbara, för att med kort varsel kunna omdirigeras. För att klara detta installerades radiolänk och bärfrekvensutrustning i två verkstadsvagnar "6 x 6".



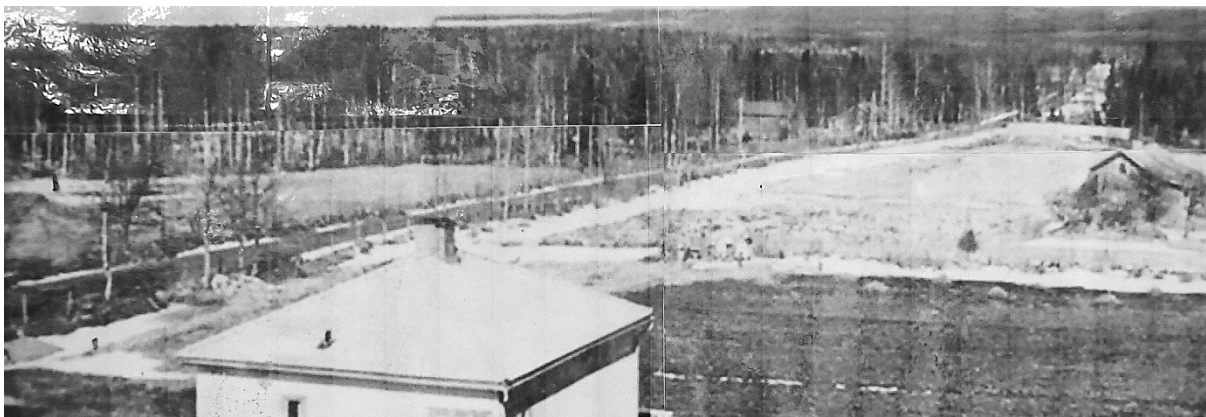
*Verkstads vagn med installerad radiolänkmateriel som ändstation*

Övningarna i Västergötland, som pågick under sept. – okt. 1951, gav mycket goda resultat och det utväxlades mer än 2000 radiolänksamtal, varav c:a 200 med Stockholm.

Önskemål kom nu också från III. Milbefstaben i Skövde att Stockholmsförbindelsen skulle få stå kvar efter övningens slut. Förbindelsen med Stockholm hade utförts som en avgrening av Karlstad-kedjan vid relästationen vid Hjulåsen som försetts med ytterligare ett stationspar som sammankopplades med de övriga stationerna på sådant sätt att mottagaren för Stockholmsriktningen förbands både med sändaren Karlstad och den mot Skövde. I andra riktningen förbands både Karlstads- och Skövdemottagarna med sändaren för Stockholmsriktningen.

För komplettering av kedjan fick två nya relästationer sättas upp, en i Finnerödja på Tividens högsta del (vid befintligt Ls – se foto från tornet - nedan förf. anm.) och en på Billingen nära intill Skövde.





Som resultat av fälttjänstövningen kunde, med avseende på den närmaste förutsättningen av försöksverksamheten, sammanfattas i tre punkter:

- ”1. Motorolastationerna hade visat sig överlägsna övrig utrustning varför utbyte till full enhetlighet i detta avseende beslöts.*
- 2. Den nya antennen hade bevisat sina förtjänster och kompletteringsbeställning utlades.*
- 3. Sträckan Stockholm – Strängnäs hade visat sig vara alltför opålitlig för en reguljär förbindelse.”*

Nu hade det dock sedan länge stått klart, av flera olika skäl, att ingen av de prövade stationstyperna skulle kunna nyttjas för en fältmässig radiolänk. Försöken hade gett mycket värdefulla erfarenheter, det var ju trots allt de allra första försöken med en helt ny teknik och KAFT personal hade väldigt liten kunskap och ingen erfarenhet av radiolänktekniken innan dessa försök påbörjades.

Då sträckan Strängnäs - Roxmo också ansågs kunna göras bättre, beslöts det att lägga ned Strängnäs stationen och ersätta den med två nya. Efter rekognosering valdes platserna Mälsåker (på Selaön i Mälaren) och Eklången (c:a 20 km SV Strängnäs). I Mälsåker fanns ett lämpligt Ls-torn och i Eklången ett brandtorn beläget på en bergås.

I november 1951 var försöksträckorna färdigbyggda – i och med det så var nu landets första fasta radiolänksträcka etablerad – med möjlighet till daglig operativ trafik.

Radiolänkens placering på Hjulåsens tak och barack var ett provisorium och i en handling anges att funktionen i flyttades några kilometer till en ny plats. Hjulåsen fick en viktig funktion för att vara knutstation i nätet Stockholm-Karlstad och Stockholm-Skövde. Dessa fasta provsträckor finns på skiss i bilaga 5. Önskemålet från III. Mil.befstaben att Stockholmsförbindelsen skulle få stå kvar beviljades.

I augusti 1952 var de första utrustningarna av den fältmässiga typen klara för att försöksvis överlämnas till trupp. För detta ändamål hade Signalregementet organiserat en radiolänkpluton som bestod av fyra radiolänkgrupper och en bfgrupp, totalt 46 man. Utbildning av befälen och truppen vidtog och därefter var uppgiften att medverka i de kommande fältövningarna, där teknisk personal från KAFT skulle biträda. Den första blev *”Krigsmaktsövningen” (KMÖ) i Gästrikland i sept 1952*. Det var två sträckor som prövades:

#### Stockholm – Gävle

Med 4 relästationer (vattentornet Stocksund, vinden på Uppsala slott, lantgårdar i Uggelbo och Dalen och 2 ändstationer (militärstabsbyggnaden och I 14 kasern).

#### Gävle – Hamrånge

Där var avståndet kort så endast en ändstation vid Hamrånge behövdes.

Nästa övning genomfördes i november samma år med två radiolänkkedjor med 4 trafikfrekvenser:

#### Kristianstad – Ystad

Med 2 relästationer (Degeberga och Fågeltofta)

### Kristianstad – Revingehed

Med 2 relästationer (Svensköp och Hammarlunda)

Det uppstod störningar mellan dessa två parallella sträckor vilket innebar att antalet trafikfrekvenser måste utökas.

Den anskaffade utrustningen i England blev benämnd radiolänk m/52. Bild nedan.



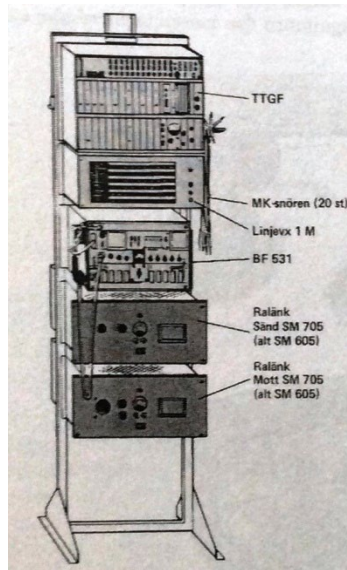
Efter en del prov och försök visades det sig att en del modifieringar behövde göras som KAFT påpekade och när dessa införts inköptes c:a 200 stationer till Sverige under mitten på 1950-talet och omkring 1955 blev den fastställd som RL 320.

Arméingenjör Bengt Föllinger anställd vid F 1 (stationerad vid Lfc W5 från 1957) skrev i ett odaterat meddelande rörande uppbyggnaden av sektor W5, troligen 1958:

*”Under denna tid måste även provkörning göras av UK-länken för fjärrskrift Hallsberg – Hjulåsen – Finnerödja – mot central SV (Gudhem – förf. anm.) provas och trimmas. Tidpunkten blir beroende på när KATF pågående montage i Hallsberg och SV är klart. Dessutom tillkommer vissa arbeten med kontroll och besiktning av montage för radiofjärrskrift i Hallsberg, vilka arbeten för närvarande pågår. ...Med dessa tillägg kommer tiden fram till nyåret 1959 att vara fullt upptagen.”*

Arméns radiolänkkedja fanns troligen kvar till slutet av 1950-talet och Hjulåsens/Axsjöboda och Finnerödjas relästationer ersattes med FFRL på andra platser.

Under åren påbörjades arbete med att anordna fasta stabsplatser för den operativa ledningen. Vissa av dem fick separata sändarannex för KV-system och radiolänk. För att manövrera KV-sändare från stabsanläggningen infördes särskild nycklings- och manöverlänk mellan dessa. Dessa länkförbindelser blev reserv för kabelförbindelser. De första nycklingslänkarna byggdes upp med hjälp av den materiel som använts vid de första radiolänkförsöken. De utrustningar som användes var Motorolastationerna och benämndes Ra 700 (RL 01 inom FV). För att garantera säkra förbindelser dubblerades länkstationerna och då med en en-kanalig GEC station (SM 605) av samma typ som försöken med rörliga radiolänkförband – som var grunden till RL 320. Vid Ellab konstruerades speciella tonkanalsutrustningar (TKU) med sex tonkanaler och en tjänst kanal. En nycklingslänk bestod då av en Ra 700, en SM 605 samt ett TKU-stativ.



Detta avsnitt avslutas här då den fortsatta utbyggnaden av fasta radiolänksystem till dessa abonnenter konkretiseras inom utvecklingen av FFRL.

#### 4.4 Fortsatt utveckling för skandinavisk strategisk samordning 1952 - 1960

Efter 1949 fortsatte stabsarbetet mellan respektive Försvarsstaber – då inom ramen för flygsäkerhet – med att anordna förbindelser mellan Sverige – Norge – Danmark, med visst stöd av respektive länders dåvarande civila Telegrafstyrelser.

Under årsskiftet 1951/52 diskuterar de norska och svenska försvarsstaberna den gemensamma operativa planen för försvar i Kattegatt och då kommer man överens om att etablera en radiolänkförbindelse mellan Mageröya och Smögen.

I en intern skrivelse 1953 från Telestyrelsens radiobyrå i slutet av februari *Ang B xxx b radiolänk Göteborg-Fredrikshavn*, med anhållan att bifogad skrivelse med ritning översändes till Fst/S, följande: *”Efter gemensamt besök den 17/9-53 överlämnas förslag till placering av radiodelen till radiolänk... plats (på höjd)... tillåtes Telestyrelsen uppsätta en ca 50 meter hög mast för antenner. För den händelse Fst/S avser att uppsätta master av motsvarande höjd på angiven plats... antenner för radiolänken kunna få anbringas på någon av dessa... inom B xxx b beredes plats för radiolänkens utrustning... sändare... mottagare... kablar i stigorten... kabelgrav till mastfoten... Mellan radioutrustningen och överdragsstationen äro beställda ett antal telefonledningar, vilka torde komma att ingå i en gemensam kabel mellan överdragsstationen och B xxx (EBBA). ... besked huruvida kabeln från (EBBA) kan framdragas till Bxxx b ... eller bör dragas på annat sätt”.*

Det stora intresset av att ordna radiolänkförbindelser över gränsen Sverige - Norge, föranledde ett erbjudande i januari 1954 av att låna ut norsk RL-utrustning för kommunikation mellan Trondheim – Östersund. Förslaget godtogs inte.

I ett strengt hemmelig anteckning från besök i Stockholm i maj av oblt Aasen framgår bl a följande: överlämnades ett utkast till radiolänksamband mellan Bodö/Bardufoss och Kiruna. C Fst/S var mycket intresserad av detta (pga. den norska erfarenheten av ett sådant arbete) och frågade om Norge kunde åta sig att utarbeta ett liknande förslag för radiolänk längre söderut. I Norge finns inte kartor över Sverige som behövs för arbetet, Kartorna skickades, och ett utkast skulle utarbetas. Vid fråga om var det vore bäst att etablera ett sådant samband svarade C Fst/S – först och främst Östersund -Trondheim. För norskt vidkommande önskade de förbättra sambandet över Kongsvinger.

Efter ytterligare diskussioner mellan Försvarsstaberna i Stockholm (Fst/S övlt Werneman) och Oslo (oblt Aasen) påbörjas ett arbete i Norge. I juli (6/7) lämnar den norska FV-stabschefen gmj Johnsen ett personligt brev till Chefen för den norska försvarsstaben glt O Berg som innehåller några tankar kring samarbetet. Han resonerar om:

*”Rent praktiskt är det viktigt att så snabbt möjligt träffa en överenskommelse för att först och främst etablera nödvändiga tvärförbindelser (samband) som på norsk sida, som tillägg till Måkerö – Göteborg, bör gå in i Sverige från Kongsvinger, Trondheim (Gråkallen) och Narvik. Vi antar att detta bör etableras i form av radiolänk av följande skäl:*

a) *Samband kan upprättas i fredstid som rent militära anordningar under militär kontroll. Detta gäller också på svensk sida då det svenska flygvapnet är i färd med en radiolänkutbyggnad som svarar mot det som föregår på norsk sida.*

b) *En sådan utveckling syns mest ändamålsenligt och försvarbart också från ekonomiska/tekniska skäl.*

c) *Det blir större säkerhet än vid användning av kabellinjer.*

*Vi anser att det är ett stort värde av att inkludera direkt samband mellan högkvarteren och menar att sådant samband kan etableras med samma uppenbara syfte för ögat utan praktiska svårigheter. ”*

Rent praktiskt är det tänkt att:

- 3 förbindelser till 4 sträckor
  - 2 extra Oslo – Sverige via Kongsvinger/Magnor
- Normal byggstandard – ingen fortifiering.

Det sker en konferens i Stockholm den 10/8 med övlt Werneman (Fst/S), övlt Barkman (FS/LI) och övlt Aasen (Norsk FV-stab). I övlt Aasen rapport efter konferensen framgår bl a följande:

*”c) Den norske representanten tog upp frågan om utbyggnad av de tidigare omtalade förbindelserna och meddelade att Norge är intresserat och beredd att påbörja detta och eventuellt att påbörja den praktiska planläggningen.*

*Vidare blir det inte realistiskt att begränsa kanalkapaciteten på varje sträcka till 3 kanaler då den kapaciteten blir alltför liten om båda länderna kommer i krig.”*

I en intern rapport i Oslo framkommer följande: I frågan om förbättring av sambandet mellan Norge och Sverige har detta diskuterats och sammanfattningsvis beskrivs det sålunda:

*”Specifika behov har utkristalliserats, med utväxling av luftbevakning, dvs relativt blygsamma sambandskrav som bakgrund. Följande samband har diskuterats:*

*Måkeröy – Göteborg*

*Oslo/Kongsvinger – Karlstad*

*Trondheim – Östersund*

*Bodö/Bardufoss – Kiruna*

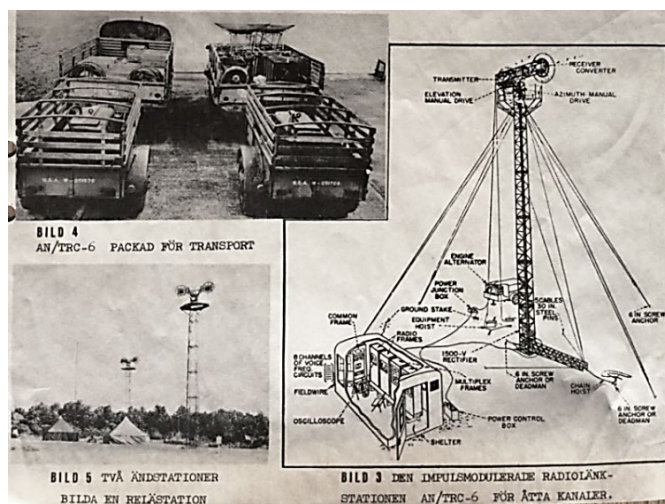
*Måkeröysambandet är under etablering.*

*Svenskarna är eniga om behovet, men meddelade... att de icke kan påbörja arbetet med sin del av planen förrän om ca 2 år”.*

Det stora norska intresset av att ordna bra kommunikation med svenskarna med radiolänkförbindelser (för sammankoppling av stridslednings- och luftbevakningssystemen ”in time of war”) över gränsen beskriver oblt Aasen i februari 1955 i ett dokument *Special RCAF Radio Link Requirements* behov av radiolänkutrustningar för följande förbindelser:

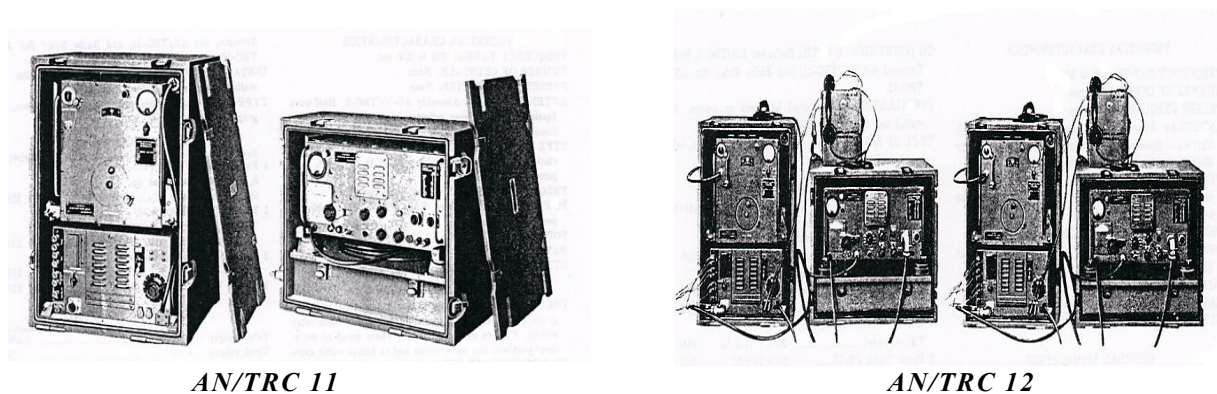
"Måkerøy – Strömstad	2 system	8 kanaler
Oslo – Karlstad	3 "	12 kanaler
Kongsvinger – Karlstad	2 "	8 kanaler
Trondheim – Östersund	2 "	8 kanaler
Bodö – Luleå	2 "	8 kanaler
Höggumpen (Bardufoss) – Kiruna	2 system	8 kanaler"

I skrivelsen framgår behov av bl a följande utrustning: AN/TRC-3 (26 st), AN/TRC-4 (19 st), AN/TRA-1 (2 st), CF-1 (26 st), CF-2 (12 st), EE-101 (52 st). RL-utrustningarna arbetade inom 70-100 MHz. En komplett mobil radiolänkutrustning (från 1946) – nedan.



Den norska Fst erbjöd sig att försöka överföra transportabla RL-system till Sverige, genom att de utökade sina behov enligt ovan, men det kunde inte genomföras.

Nedan visas två typer av modernare utrustning som Fst/S, FS/Sign med KATF/KFF var intresserade av:



C Fst/S övlt Werneman skickar ett hemligt PM i december 1957 (från ett möte i Oslo i juni) "PM angående radiolänkförbindelser Sverige-Norge".

I PM framgår följande:

Behov av radiolänkförbindelser föreligger inom följande områden:  
 Västkusten - Osloområdet (sektor W 2 - LKJ och MKV - NKU)  
 Mellersta Sverige - Osloområdet (Högv - Högv m m),  
 Östersund - Trondheim (sektor N 3 - LKF och milo II - DKT) samt  
 Boden - Bodö (sektor ÖN 3 - LKN och milo VI - DKN).

Av PM framgår även bland annat följande att befintlig förbindelse mellan Västkusten – Osloområdet endast har 2 talkanaler och bör utökas till 6 - 12 kanaler. Detta kan inte ske förrän radiolänk-utbyggnaden på Västkusten är klar 1960. En möjlighet som bör undersökas är att anordna förbindelser mellan Gaustatoppen i Norge och Bohuslän och knutpunkten ... (av blyertsanteckning framgår följande ”*direkt hopp Gaustatoppen till 14 km NO Grebbestad: därefter förbindelse mot Munkedal till knutpunkten ...*”).

Anslutningspunkterna Mellersta Sverige – Osloområdet har preliminärt utsetts till Kongsvinger eller Mistberget respektive Karlstad. Mellan Östersund – Trondheim finns det olika alternativ med kostnadsberäkningar och bland annat med en relästation för 12 kanaler färdig under 1960. Slutligen nämns att svensk länk avses byggas till Kiruna och hur den ansluts till Narvik ska utredas från norsk sida.

Tidigt under 60-talet planerades följande för driftsättning 1964/65 mellan länderna;  
4 kanaler Trondheim – Östersund,  
12 kanaler Holmenkollen – Örebro,  
12 kanaler Karup – Hässleholm

Detta avsnitt avslutas här då utbyggnaden konkretiseras inom flygsäkerhetsnät (pkt 4.5) och inom utvecklingen av FFRL.

#### **4.5 Flygsäkerhetsnät Sverige – Norge – Danmark etableras**

Det tidiga flygsäkerhetsnätet byggdes upp med benämning *Flygsäkerhetsnät* men var avsett som strategiska förbindelser mellan länderna – här beskrivs uppbyggnaden i tidsperioden fram till 1958. Dessa förbindelser planerades vid Fst som då var ansvarig för förbindelser till utlandet.

I februari 1952 meddelar danska FCH att Flyverkommandoen ska förhandla med Post- og Telegrafvaesendet angående *Reserveforbindelse for radiospredningen mellem Danmark og Sverige*.

CFst/S övlt Werneman och ing Franzen (KFF) besöker Norge i april för ett tekniskt (radiolänk) och anläggningsbesök.

I slutet av månaden vid möte på Fst: ”*Werneman om länk för flygsäkerhetstjänst i Bohuslän.*” Under våren genomförs rekognosering, av III.milbefstaben, vid Smögen för radiolänk till Måkerøy.

I samband med planeringen för förbättring, i november, av den militära flygsäkerheten gör C Fst/S övlt Werneman även ett *Förslag till överenskommelse om upprättande av radiolänkförbindelse mellan Norge och Sverige: ”För att genomföra den plan, som upprättats för att förbättra den militära flygsäkerheten i Kattegatt, anordnas en tvåkanals radiolänkförbindelse mellan Måkerøy och punkt 151,1 (15 km nordost Grebbestad). På norsk och svensk sida skall den så snart ske kan vidarekopplas till SOC/Ö, Oslo resp F 9, Göteborg. Materielen jämte reservdelar... ställes till förfogande av svenska flygvapnet... Kostnaderna för radiolänkförbindelsen delas lika av norska och svenska flygvapnen. Kostnaderna belöpa sig för norsk del till 19 424 svenska kronor*”. RL utrustning från GEC.

Tidigt i november gör KFF en rekognosceringsresa i W2 området och föreslår att F 9 undersöker möjligheterna att vid P 67 (Röseberget – samma plats som 92.rro PJ-21/R - förf. anm.) anskaffa en 17,5m impregnerad antennstolpe och att en entreprenör gjuter fundament för länkradiohyddan och vid P 182 (Vetteberget – d.v.s. inte P 151 - förf. anm.) också gjuter fundament för länkradiohydda samt fundament och stagfästen för en högre mast. Likaså bör anges ev. del av väg- och elkostnader.

I december meddelar KFF till CVA att montagearbeten av RL-utrustningar inom W2 och i provnätet

slutförs före den 1/7 1954 samt att slutligt montage av provnätet i byggnader sker under 1955.

Öv Thommessen skickar en undertecknad överenskommelse i december till övlt Werneman om radiolänkförbindelse Måkerøy – Smögen.

Av FS/LI handling från 1953 *Förteckning över arbetsobjekt för luftbevakningen, vilka böra färdigställas som beredskapsarbete* framgår bl a utbyggnad av radiolänk. Där framgår bl a för *Göteborgs- och Bohus län* följande: ”Granneröd, 500 m V Granneröds gård, 1 km S Ned Bolsjöns sydspets. Bunker typ II. Mastfund. Väg.” (den nämnda platsen (benämnd TANUM) byggdes upp under de närmast följande åren).

Under maj 1954 besöker oblt Aasen, från Oslo, Stockholm och har ett sammanträde med övlt Werneman. I ett strengt hemmelig anteckning från den 11/5 framgår bl a följande: När det gäller sambandsmässig sammanknytning av de två K & V systemen (stridslednings- och luftbevakningssystemen – förf. tolkning) i Nord-Norge överlämnades ett utkast till radiolänksamband mellan Bodö/Bardufoss och Kiruna.

Vid fråga om var det vore bäst att etablera ett sådant samband svarade övlt Werneman – först och främst nödvändigheten att knyta jaktcentralen i Östersund med sektor i Trondheim. För norsk vidkommande önskade de förbättra sambandet längre söderut, nu när sambandet Måkerøy/Göteborg är etablerat och inte synes vara så viktigt för dem. Norge önskade lägga till ett samband över Kongsvinger till den jaktcentral i Sverige som har geografiskt störst betydelse.

Samma månad beställer KFF hos CVA montering och uppsättning av en länkstation (Röseberget, stationsnamn WX 2) med antennstolpe samt en radiolänkstation (Vetteberget, stationsnamn WX 3) med antennmast. Arbeten på plats börjar den 15/6.

Luftfartsstyrelsen skriver till CFV under 1954 om direkta telefonförbindelser mellan flottiljer i södra Sverige. C IFYL L Peyron svarar i en hemlig skrivelse i maj *Direktförb Bulltofta – F 5 – F10 – F14* att: ”... med hänsyn till de stora kostnaderna för av televerket anordnade direkta telefonförbindelser har vid FV undersökning gjorts beträffande möjligheter att upprätta radiolänkförbindelse mellan berörda flygplatser. Det föreslagna nätet innebär delvis ett föregripande av det radiolänknät, som planeras för bl a luftförsvarets förbindelser, varför arrangemanget med F 10 som centrum blir ett provisorium... För flygvapnets sida synes det rimligt, att kostnaderna för flygsäkerhetsnätet enl bil 1 fördelas enl samma grunder... d v s Lfs och FV betala hälften var”.

I bilaga framgår att den totala kostnaden blir 130 000 kr och beräknas vara klart för trafik under december 1955. CFV önskar Lfs svar före den 1/6.

I juli är länkradiomontage inom Flybo W genomfört.

Den 5/1 1955 skriver övlt Werneman ett brev till norske flygvapenchefen ”...Rörande länkförbindelsen har jag både skrivit och ringt överstelöjtnant Aasen och föreslagit tid då ing Franzén FF kunde komma över och hjälpa dem att rätta till de fel, som vidlåter förbindelsen men hittills utan resultat...”.

Övlt Aasen skriver i slutet av januari ett hemligt meddelande till Opchefen om *Samband Holmenkollen – Göteborg (via Måkerøy)* bland annat följande: ”Oberstlöjtnant Werneman telefonerte til meg i dag og opplyste at sambandene kunde tas i bruk den 9. februar kl 1000, og deretter gå in i permanent drift”.

Under vintern kommer CFV och Luftfartsstyrelsen överens om att bygga radiolänkförbindelser.

Vid KFF pågår planering, i april, för radiolänkutbyggnaden och sänder KFF en skrivelse till C F 10 angående utbyggnad inom sektor S 1. Av skrivelsen framgår bland annat: ”... FF planerat ett radiolänknät för flygsäkerhetsändamål inom sektor S 1. Abonnenter på nätet äro F5, F10, F14 samt

*Bulltofta. Som relästation utnyttjas Lgc S16. Ytterligare en abonnent finnes... Till varje... abonnent finnes en talkanal. Via en växelansordning placerad vid F10 kan varje abonnent erhålla direktförbindelse med vilken som helst av de övriga... Hela nätet beräknas vara färdigmonterat under hösten 1955... i trafik först till årsskiftet 55/56”.*

Flyverkommandoen, i Köpenhamn, ger uppdrag till Flyvermaterieltjenesten samma månad angående *Opprettelse af VHF-radiokaede mellem Vaerløse og Ångelholm* och av skrivelsen framgår att flyverkommandoen bemyndigas att förhandla med Flygförvaltningen om tekniska detaljer för att etablera radiolänk förbindelsen samt inköpa utrustning RL-02 till terminalen i Vaerløse. Ingenjör V. Jörgensen vid Flyvermaterieltjenesten utses att genomföra förhandlingarna. Samma dag sänder genmj T Andersen brev till Flygförvaltningen *Opprettelse af VHF-radiokaede mellem Vaerløse og Ångelholm til brug for koordination af SAR-tjenesten i Kattegat* med information att beslut tagits för förhandlingar med förvaltningen och Flyverkommandoen om radiolänkförbindelsen.

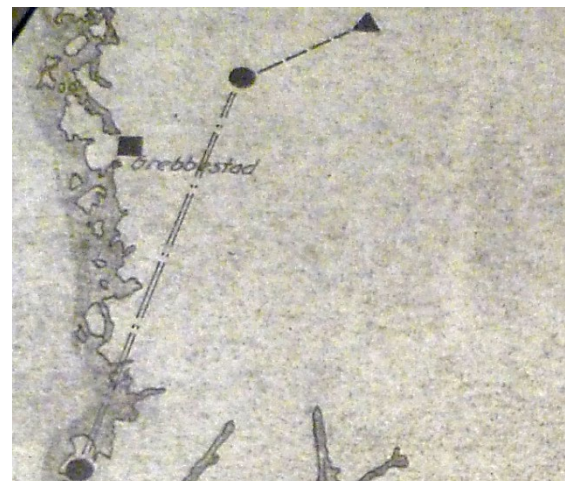
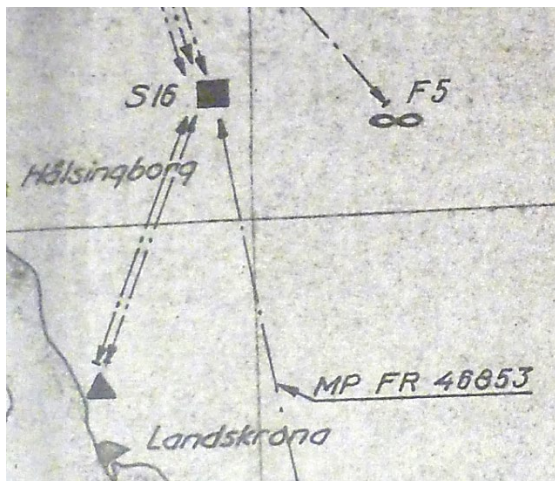
I maj skickar FF en fråga till C LI *Radiolänkförbindelser till radarstn inom S1: ”... anordna vissa flygsäkerhetsförbindelser per radiolänk. ... i samband därmed undersökes möjligheterna att ansluta F10 till S1 samt att ansluta radarstn inom området till S1...anhåller om uppgifter snarast möjligt”.*

CFV beställer i juni radiolänkförbindelserna Bulltofta – F 5 – F 10 – F 14.

Flygförvaltning skickar i juni till styresmannen för centrala verkstaden i Arboga (CVA) en handling *Ang utbyggnad av radiolänk* med kartor visande utbyggnad av radiolänk 1955-56.

Bland kartorna finns två som utvisar planerade förbindelser till Danmark och till Norge som ifyllda trianglar (mellan Lgc S 16 till anläggning SX1 samt med anläggningarna WX2 och WX3 till anläggning WX4).

De streck som finns utvisar antalet utrustningar (utan angivna platser i respektive land).



I juli beslutar KFF att radiolänkmasten vid Lgc S 16 ska monteras upp (30-40 m) och motstationen i Vaerløse (Jonstrupshøj) är en 40 m mast vid pejlstationen.

Under sommaren genomfördes en resa, under flyverkommandoens ledning, för att tekniskt utreda möjligheterna till en radiolänkförbindelse mellan Danmark - Sverige *Radiokaedeforbindelse Jonstrup-Björnekulla* och i den reserapport som insändes den 1/9 till försvarsministeriet, via försvarschefen (24/9) skriver oblt Lund att det bör införas i kontrakt att materiel kan återköpas (av FF – förf. anm.) samt att det är önskvärt att ett flerkanalsystem används, vilket ger möjlighet till *”plotning under sea-air-rescue operationer og øvelser”*.

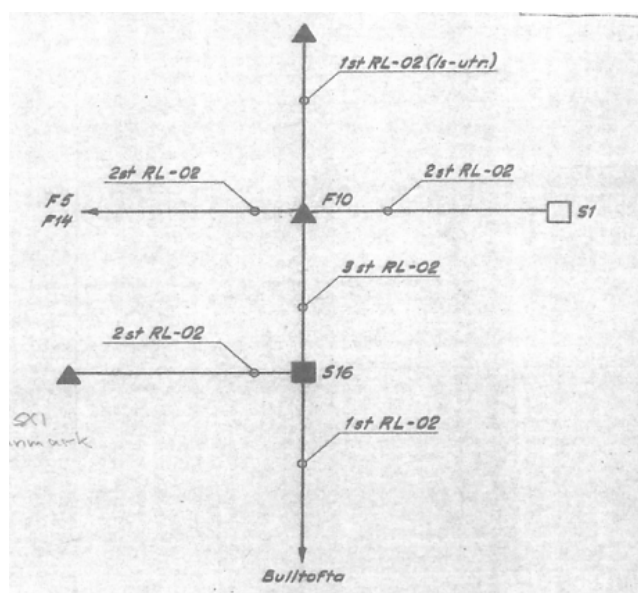


I början av november får Flyvermaterieltjenesten besked att tidigare frekvenser för radiolänksträckan Jonstrup – Björnekulla inte accepterats i Danmark. De får bemyndigande att förhandla med Flygförvaltningen om justerade frekvensförslag.

KFF meddelar till CVA i november *Ang montage av radiolänk* en tidsplan för montagearbeten under 1956. När det gäller *Utbyggnad av RL-02 inom sektor S1* framgår följande: "Anläggningsarbeten vid S1 och S16 i huvudsak färdigställda. Resterande smärre... arbeten ... vid S1, S16, F10 och Bulltofta färdigställs av CVA under dec -55 – jan 56".

När det gäller *Ombyggnad av befintligt länkstråk inom W2* framgår följande: "... komplettering av befintliga relästationer med reservkraftklyddor... Ev skall även en antennstolpe ersättas med antennmast. Montering av RL-02 som ersättning för bef radiolänkutrustning (RL-X13 – förf. anm.) vid samtliga relästationer och terminaler"

KFF kompletterar i december tidigare skrivelse till CVA *Ang montage av radiolänk* med en skiss över montagearbeten i sektor S1. Detta berör flygsäkerhetsförbindelser mellan Bulltofta – F10 – S1 – S16 mm enligt nedan och stationen i Vaerlöse (stationsnamn SX 1).



KFF skickar en skrivelse till CVA i februari 1956 *Ang utbyggnad radiolänk* som innehåller frekvensplaner för utbyggnaden av flygsäkerhetsförbindelserna Bulltofta – F 10 m fl. För förbindelsen mellan Lgc S16 (Björnekulla) – SX1 (Vaerlöse) är det vid S16 frekvens för mottagning 164, 10 och 164,22 MHz (horisontell polarisation) och frekvens för sändning 172,02 och 172,14 MHz (vertikal polarisation).

I skrivelse i april till F 10 skriver KFF *Ang drift- och underhåll av radiolänk inom sektor S1* bland annat följande avseende delutbyggnad med radiolänkutrustning RL-02 för flygsäkerhet mm: "... frågor angående felstatistik, felrapportering mm diskuteras. Stort avseende fästes vid dessa frågor med hänsyn till att radiolänkförbindelserna inom sektor S1 äro de första i permanent drift med utrustning RL-02."

CVA erhåller beställning från KFF i augusti avseende "viss ombyggnad och komplettering av radiolänkstråk inom sektor W2. Arbetet berör lfc W2 samt relästation WX2 och WX3." Under hösten påbörjas nedmontering av radiolänkutrustningen på anläggning WX2 och WX3 samt utbyte vid Lfc W2.

Förhandlingarna mellan danska Flyvermaterieltjenesten i Vaerlöse och KFF i Stockholm angående

*Kontrakt K.104* vedrørende levering af materiel til VHF-radiokaede avslutades med att KFF sände ett förslag till avtal/kontrakt i oktober och ett beslut togs den 26/11 1956. Kontraktet omfattar "... materiel avsedd att användas till en VHF radiolänk mellan Vaerlöse och Ängelholm för SAR-tjänsten i Kattegatt" och omfattar två kompletta RL-02 med effektsteg och fyra riktantenner. Totalkostnaden för materielen var 20 360 kr. Materiel monteras av dansk personal med stöd av sakkunnig svensk personal. I avtalet anges även att "om på grund av tekniska orsaker det senare skulle visa sig nödvändigt övergå till flerkanalsutrustning i stället... äger KFF rätt att återköpa materielen."

Nedan visar ett pågående arbete vid WX2 (i mitten på bilden finns den gamla hyddan med antennstolpen kvar). Bredvid finns (Tvt) trämoduler för modernisering av nyare RL-materiel och förberedelser för montering av tillkommande reservkraftsutrustning samt i masterna finns antenner för RLX-11 och i triangelmasten finns även två RL-02 antenner.



Nedanstående bild visar pågående mastresning troligen vid WX3.



Utbyggnaden av fasta radiolänkstråk fortsätter och i KFF skrivelse den 12/1 1957 till Fortifikationsförvaltningen (FortF) *Ang byggnader för radiolänkstråk* och det framgår att stationer

som är anmälda att byggas för beredskapsmedel ska påbörjas omgående. Av handlingens bilaga framgår följande: "Plats Tanum, Kod xxx:6, Hustyp II" är högprioriterad (nr tre av tio) i prioriteringsordningen.

Forsvarschefen meddelar i april till flyverkommandoen att de radiolänkfrekvenser för flygsäkerhetsförbindelser mellan Vaerlöse (Jonstruphöj) och Björnekulla (Lgc S16) så vid S16 behålls frekvens för mottagning 164, 10 och 164,22 MHz (horisontell polarisation) medan frekvens för sändning ändras till 172,450 och 173,800 MHz (vertikal polarisation).

På KFF, radiolänksektion, arbetas med nytt frekvensraster som medför att dansk motpart (telegrafverket) inte helt kan acceptera de *Frekvenser för flygsäkerhetsändamål till Danmark* och det är frekvens 164,22 MHz som måste ändras. KFF lämnar förslag den 16/5 till ny frekvens och önskar att FS/Sign tar upp en diskussion med berörda.

KFF ger direktiv i maj till CVA att utleverera kristaller för radiolänk vid Lfc W2, relästation WX2.

I augusti har arbetet med frekvensplanering för radiolänk i södra Sverige blivit klart och de frekvenser som tidigare varit till för flygsäkerhetsförbindelserna mellan Bulltofta – F 5 – S 16 mm byts nu ut och ersätts med kristaller för nya frekvenser med byte senast 26/8.

I november meddelar KFF till F 10 att kristaller till RL-02 vid Lgc S16 för frekvens för sändning 172,450 och 173,800 MHz (vertikal polarisation) monterats av KFF.

I april 1958 skriver Ing Egeland från KFF luftbevakningsbyrå till C FS/Tele ang. kommande besök i Norge följande: " *De för tonsignalerings fastställda frekvenserna äro 1225 respektive 1425... äro... fastställda av NATO... Det är... stor vikt att man får reda på hur frekvenserna utnyttjas av Nato för över huvud taget någon samverkan signaltekniskt skall kunna ske*".

Under C E2 övning i juni användes radiolänksystemet med RL-02 för förbindelserna mellan Lfc S1, Bulltofta, F 5, F 10, F 14, Lgc S16 och SX1.

Flygstaben (FS/O) avger en skrivelse samma månad rörande investeringsmedel/behov och av den framgår bl a följande. För radiolänk sker fortsatt utbyggnad av xxx:6 Tanum (WX3) och som beredskapsobjekt pågår projektering som avses vara klar 1/9.

CVA offererar montage av reservkraftsutrustning i september för bland annat WX2 (Röseberget) och WX3 (Tanum) med färdigställande den 15/3 1959.

KFF sänder i maj 1959 en skrivelse *Reservkraftutrustning. Montageplan* och däri framgår för radiolänkanläggningar att även xxx:6 (Tanum) omfattas.

I juli lämnar KFF en förteckning över friliggande radiolänkanläggningar. Av den framgår att anläggning WX2 är i bruk i provisoriskt utförande med RLX-11, anläggning WX3 (bunker typ II) planeras tas i bruk under 1960 samt att station SX8 (bunker typ III i Skåne) tas i bruk under första halvåret 1960.

I oktober meddelar CVA KFF beträffande reservkraftanläggning för radiolänkändamål att leveranshandlingar översänds för bland annat WX 2 och att elverket för WX 3 inte installerats ännu. På FS/Tele pågår arbete med att se hur de danska önskemålen med ytterligare länkförbindelser ska realiseras. I övlt Simmons arbetshandlingar kan bland annat följande utläsas:

1. SOC Karup – F9 (W2) och F10 (S1) prio 1, Aalborg – F9 (TL), Vaerlöse – F10 (TL) prio 2...
2. Önskad direkt fskrförb RCC Karup - Cefyl (=tpre).
3. 12-kanalig länk Fredrikshamn – Gbg kan ev övertagas från danska tsn...".

Vid KFF pågår planering för *Utbyggnad av radiolänkförbindelser* och i december ger FS/Tele direktiv vad gäller *Förbindelser för flygsäkerhetssamarbete Sve-Nor-Da* gällande N3 – Norge ”Om svårigheter föreligger att anordna begärt antal kanaler, kan sträckan N3 – Norge t v begränsas till 2 kanaler (RL-02)” och när det gäller *Förbindelser för flygsäkerhet och fredsstril i Skåne* så överlämnades en skiss över förbindelserna och med hemställen att montering av linjetagare för TL görs när nätet kopplas upp. Av den bilagda skissen framgår att nätet beräknas vara i drift fr om 1/10 1960 samt att utrustningen vid Lgc S16 inte används för förbindelserna till SX1 då ny utrustning monteras vid SX8. Skissen finns i sin helhet i bilaga 9.

Allteftersom anläggningen i Tanum färdigställs under 1962/63, förbindelsen mellan WX2 till Måkeröy stängs, materiel byts och det tillkommer anläggningar i milo NN under 1960-talet mm så avslutas detta avsnitt – då dessa utbyggnader och framtida förändringar omfattas av FFRL ordinarie verksamheter.

#### 4.6 Utveckling i Danmark och Norge med påverkan på Sverige

Under 1950 anordnades en radiolänk av Kungl. telegrafstyrelsen till Danmark, mellan Barsebäck och Vedbaeck, som reserv vid inträffade skador på kablarna till Danmark.

Genom NATO anslutningen erhöll både Danmark och Norge radiolänksystem (i Norge för Flygvapnet som moderniserades)– för fast och till rörliga enheter. I juli 1955 sker försök med Flyvevåbnets mobila radiolänk på sträckan Möen – Bornholm med 6 kanaler och samtidigt byggs förbindelsen mellan Vaerlöse (Jonstrupshøj) – Karup med deras mobila stationer med 24 kanaler.

Flyverkommandoen sänder en förtrolig skrivelse till försvarets telegrafförvaltning i augusti 1955 angående omläggning av förbindelser vid avbrott. Det gäller plott- och fjärrskriftsförbindelserna från Bornholm till SOC/Ö Själland. Det framförda förslaget från förvaltningen kan i princip inte accepteras (förslaget har inte återfunnits i arkivet – förf. anm.).

De anför att vid avbrott är det viktigt att, i vissa situationer, med alla medel upprätthålla förbindelserna från Bornholm då plottinformationen kan väga tungt och informationen eventuellt avlyssnas och används i Sverige. Kan inte en sträckning göras utan att passera Sverige så vill kommandoen att direktkontakt tas med vakthavande befäl på Bornholm och SOC/Ö innan avbrott sker.

Vid ett möte i Karlstad 28-30/8 1957 mellan Norges och Sveriges televerk kom man överens om gemensam utbyggnad av en radiolänkkedja mellan Oslo och Karlstad och det planerades för 600 telefonkanaler. Inledningsvis kan 60 kanaler även kunna användas för överföring av TV och arbete ska påbörjas omedelbart så att TV-program ska kunna sändas vid årsskiftet 1959-60.

I januari 1958 beslutar det norska stortinget att godkänna de norska/svenska televerkens planer på radiolänkförbindelser mellan Oslo – Karlstad och anslår 600 000 NOK för den norska delen.

I oktober 1958 tillfrågas Fst/S från Telestyrelsen om *Radiolänkförbindelse Köpenhamn-Bornholm* då planering sker i samråd med danska Post- og Telegrafvaesendet. Tre platser för en relästation har rekognoserats i södra Skåne. Det gäller överföring av television. Masthöjd beräknas mellan 70-90 m. De önskar snarast besked om synpunkter på placering mm. Remissen snabbbehandlas till Flygstaben och de meddelar att platsen N. Slimminge är den lämpligaste platsen.

Under tidigt 1960 tal fortsätter utbyggnadsdiskussioner och utredningar.

Av bilaga 10 framgår de förbindelser (dels militära dels civila) som var tillgängliga tidigt 1960 tal.

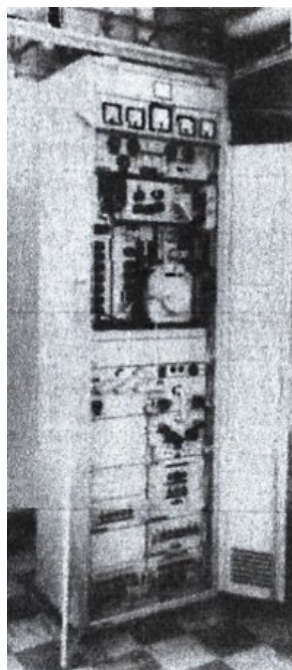
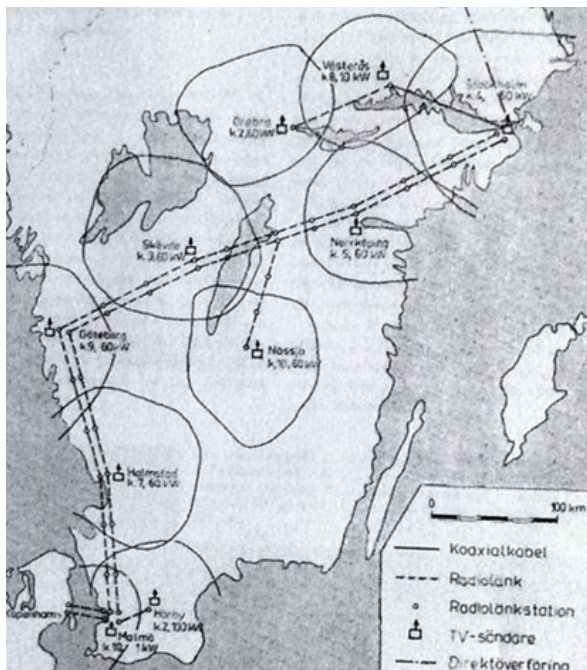
## 4.7 Radiolänk för Radiotjänst och Televerket Radio

Utveckling av TV-system för allmänt bruk påbörjades tidigt under 1930-talet och accentuerades under 1940-talet. I slutet av 1940-talet påbörjades arbete med att bygga starka TV-sändare och även svensk utveckling av TV-mottagare. Detta föranledde Regeringen att tillsätta 1951-års TV-utredning. Den utredningen avslutades 1954 men vann inte gehör när den framlades i Riksdagen den 2 mars 1956 för beslut. I samband med riksdagsbehandlingen lämnades en motion in som baserades på näringslivets "privata TV-utredning från 1956" – som innehöll förslag på distribution med bland annat olika radiolänk-utrustningar (Stockholm – Nässjö - Göteborg – Köpenhamn).

Utvecklingen gick snabbt och det var ett stort allmänintresse för utveckling av TV till allmänheten. Kommunikationsministern tillsatte därför den 18 maj 1956 en tvåmanns utredning med överingenjör Åke Karsberg (Järnvägsstyrelsen) och civilingenjör E M Fehrm (Försvarets Forskningsanstalt) med uppgift att "framlägga förslag rörande utbyggnaden av ett distributionsnät för överföring av TV-program i Sverige" i samråd med Telestyrelsen och Radiotjänst. Efter fem månader fanns ett förslag framme den 21 november. Utredningen lade fram en 5-års plan (1957-1962).

Inledningsvis planeras en enkelriktad förbindelse (från Stockholm) som senare i perioden ska kompletteras med en ytterligare förbindelse (från Malmö) så en dubbelriktad förbindelse ska finnas tillgänglig. Utrustningen planeras som ett centimetervågssystem med 17 stationer och 3 m stora parabolantennor. I samband med att distributionsnätet ska byggas anordnas även TV-sändare i landet och den utbyggnaden beskrivs inte i denna rapport.

I nedanstående skiss visas den planerade utbyggnaden fram till 1961. I maj 1957 beställer Telestyrelsen från Svenska Siemens AB den första etappen "halvpermanenta TV-länkförbindelsen Stockholm – Norrköping – Göteborg – Malmö". Inledningsvis placeras utrustning i ståltorn – se bild nedan – och senare tillkommer betongtorn. Radiolänk-utrustningen får plats i relativt små stativ – se bild nedan.



I samband med ovanstående planering och beställning så tar Radiotjänst (med stöd av sin monopolställning) initiativ till en egen provisorisk utbyggnad av ett radiolänkstråk under 1957 – de har bestämt sig för en snabbare införandeplanering, då de vill snabbt komma igång med utsändning av TV-program.

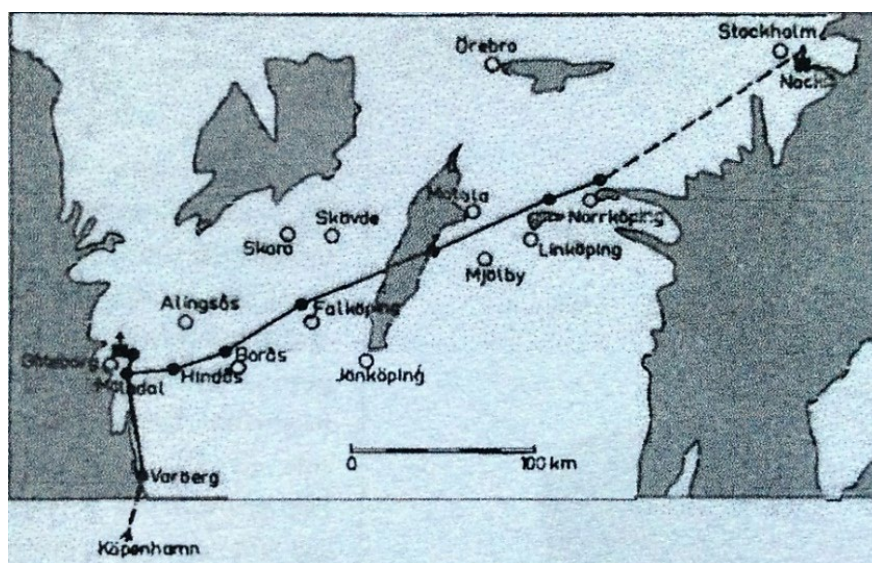
Fokus är sträckan Stockholm – Göteborg. Under våren påbörjar de sitt arbete och de tekniska proven startar i augusti och den 31 augusti 1957 togs länken i bruk.

De väljer en annan teknisk lösning med reportagelänkar och sätter upp dessa på sju delsträckor – se skiss nedan. Den inledande förbindelsen Stockholm – Kolmården använder sig av direktmottagning sk *Ballenfang* från Stockholm och de övriga sträckorna använder radiolänk som placeras på höjder. Dessa platser var t ex Omberg (263 m.ö.h.) på en LS-barack – se bild nedan och andra i provisoriska trätorner.

Reportagelänken är en fransktillverkad av CSF (Compagnie Générale de T.S.F) som använder frekvenserna 6 600 MHz respektive 6 850 MHz – se bild nedan.

På de olika platserna har en koaxialkabel lagts ut till närmaste bostadshus och därin installerat en prov-TV-mottagare och engagerat personer som åtagit sig att fungera som "länkkontrollanter".

För teknisk övervakning av länkutrustning och översyn med skötsel har genom upprop i tidningen har man engagerat ett tiotal radiotekniker i landet. Detta provisorium var kvar tills Televerkets permanenta utbyggda förbindelser blir klara.



Vid intervjuer med dåvarande anställda vid FMV framkom följande: "Ett annat intressant konstaterande är att vi, dvs radiolänkfolket, vid några tillfällen hjälpte Sveriges Radio med länköverföring av TV-program bl a från Strängnäs domkyrka.

Några bilder från fotbolls VM-58 från Göteborg hade det inte heller blivit utan vår medverkan. En händelse som belyser televerkets dåvarande tveksamhet till radiolänkarsmöjlighet. Radiotjänst såg det som mycket viktigt att kunna direktsända matchen över det spirande TV-nätet.

Detta krävde en bredbandsförbindelse Göteborg - Stockholm. Televerket ansåg inte detta möjligt att arrangera.

Inte ens en radiolänk vore möjlig att bygga ut på den korta tid som stod till buds och den ansågs dessutom av Televerket att bli alltför opålitlig.

*Radiotjänsts ledning ville då bygga ut en "reportagelänk" i egen regi. Teknische chefen Johan von Utfall vände sig till FMV och bad om teknisk hjälp från Hans Franzen och hans team med studie och planering av en tillfällig radiolänklinje, primärt mellan Chalmers och KTH. Studien visade*



*möjligheterna och Televerket såg sig därför tvingade att upprätta radiolänkförbindelserna"*

Utöver denna utveckling för överföring av TV-program genomförs även en liknande utbyggnad för Statens vattenfallsverk – som inte beskrivs här.

## 5. Flygvapnets Fasta Radiolänknät etableras och utvecklas 1955 – 1962

Med beslutet från 1955 påbörjades ett intensivt planeringsarbete i Flygstab och Flygförvaltning.

I början av 1956 informerar FS/tele att utbyggnaden försenas – detta berodde främst på bristen på teknisk personal samt på en mycket knapp tilldelning av ekonomiska medel - för de fortifikatoriska anläggningarna. Detta resulterade i stora förseningar, ständiga omplaneringar och provisorier. I början av 1956 var ingen permanent del utbyggd men följande provisoriska länkförbindelser var utbyggda

- endast provsträckan Södertörn – Norrköping klar – vilket nu permanentas
- Lfc ÖN 3 till några lgc
- Lfc S 1 till F 10, F 5, F 14 och Bulltofta (flygsäkerhetsnätet – se avsnitt 4.5 ).

FS/Tele argumenterar för en forcerad utbyggnad. Även transportabel radiolänk av troposcattertyp – som förstärkning av huvudstråk - förordas.

Inför Flygvapenövning 56 beslutas att fortsatt utprovning av bistråkslänk ska genomföras i maj månad. Det blir förbindelse mellan Lfc O1 – radar vid Hävringe med RL-02 och Lgc O11 (Valdemarsvik) – Ls med RL-01 samt Lgc O14 (Kvarsebo) – Ls med RL-01. Materielen kom från FF respektive F20.

Utbyggnaden av marinens Ksrr inom W 2 (Ksrr 735, 722 och 760) hade nu kommit så långt att radiolänkutrustning RL-02 ska monteras vid deras stationsplatser för förbindelser med Lfc W 2 och i september skickas direktiv till F 9 från KFF att materiel disponeras för detta ändamål.

Under 1956 skedde ett omfattande planeringsarbete (där utbyggnaden av RL-nät m/54) separerades från (RL-nät m/60) där materielleveranser av större omfattning påbörjades under 1957.

Under den tid som utbyggnaden pågått (sedan 1951) hade fortlöpande förseningar skett genom att tilldelade medel och byggnadskvoter omfattat såväl luftbevaknings- som radiolänkobjekt. Det hade vid utbyggnaden varit svårt att få fram klara gränsdragningar mellan de olika objekten. Det kunde inte uteslutas att luftbevakningsobjekten i flera fall tillgodosetts på bekostnad av länkutbyggnaden. I samråd med C FS/LI hade C FS/S kommit till den uppfattningen att utbyggnaden av det fasta radiolänknätet inte längre anslagsmässigt borde behandlas inom ramen för luftbevakningens modernisering. Länknätets utbyggnad borde därför brytas ur sitt sammanhang och få ingå i en ny rubrik i Riksstaten med benämningen ”*Utbyggnad av riksförsvarets fasta radiolänknät*”. Ett uppförande av radiolänkutbyggnaden som en särskild rubrik i Riksstaten skulle undanröja dessa problem och underlätta planeringen. Därutöver skulle ÖB (och Fst) stöd lättare kunna erhållas för att tillgodose medelsbehovet i fortsättningen. Behovet av fortifikatoriska medel redovisades nu enligt följande vilket innebar en avsevärd ökning sedan 1954 års utredning.

I FF äldre planer för lbev radiolänknät räknades med 71 länkstationer för en kostnad av	7.30 Mkr
Dessa fördyrades med tiden med 35%	2.56
I försvarstabens utredning 1954 angående ett för riksförsvaret gemensamt länknät upptogs 91 länkstationer, vilket innebar en ökning med 20 stn varav 2 st av typ IV, 2 st av typ III och 16 st av typ II med å-priser på 0.275 kr, 0.225 kr och 0.15 Mkr	3.40
Denna utredning redovisade 46 stn av typ I vilka med nu aktuella krav på anläggningarnas kvalitet (främst möjligheterna till en komplettering med bredbandslänk) måste ersättas med typ II. Total prisskillnad	2.45
Summa	15.71 Mkr
Därtill tillkom vissa kompletterande arbeten som mastfundament, mm för	0.5 Mkr
Totalsumma	16.21 Mkr



För att ca 80 % av antalet radiolänkstationer skulle vara fortifikatoriskt klara senast under 1961 äskade C FS/S våren 1956 följande medelsbehov för den fortifikatoriska utbyggnaden.

Mkr för bgå 1957/58  
3.175 mkr för bgå1958/59  
3.100 Mkr för bgå1959/60

Mkr för bgå1960/61  
1.0 Mkr för bgå 1961/62.

Utbyggnaden av fasta radiolänkstråk fortsätter och i KFF skrivelse den 12/1 1957 till Fortifikationsförvaltningen (FortF) *Ang byggnader för radiolänkstråk* och det framgår att stationer som är anmälda att byggas för beredskapsmedel ska påbörjas omgående och vara färdiga senast 1/7 1957. Då ett antal stationer som redan utbyggt som provisorier eller rekognoserats som arbetslöshetsobjekt föreslår KFF att dessa påbörjas omgående. Av handlingens bilaga framgår följande: "*Plats Tanum, Kod xxx:6, Hustyp II*" är högprioriterad (nr tre av tio) i prioritetsordningen.

Under året får FOA tillgång till en länk av troposcattertyp för utprovning.

En översyn av utbyggnadsplanerna för radiolänknätet genomfördes under 1957 (Plan 57). Den var föranledd av bland annat prisstegringarna under åren 1953-1957 samt ökade förbindelsebehov i södra Sverige. Främst hade kostnaden för den fortifikatoriska utbyggnaden ökat dramatiskt.

Av utredningen framgår bland annat att

- antalet utnyttjade kanalkilometer hade ökat med totalt 26 %
- materielkostnaden hade ökat med 16 %
- den fortifikatoriska kostnaden hade ökat med 71 %
- den totala kostnaden relativt 1954 års plan nu beräknades till 68,4 Mkr, en ökning med 24 %.

Trots ökade materiel- och byggkostnader hade kanalkilometerkostnaden minskat med 2 %.

Vid en jämförelse mellan 1954 och 1957 års planer så visar det sig ett antal större förändringar – enligt nedanstående tabeller.

1954 års plan	Huvudstråk	Bistråk	Totalt
Utnyttjade kkm	84 740	39.622	124 362
Mtrl-kostnad Mkr	32.310	25.586	58.896
Fort-kostnad Mkr	8.580	0. 890	9.470
Total kostnad Mkr	40.890	27.476	68.366
Mtrl-kostnad kr/kkm	381	670	473
Total kostnad kr/kkm	482	693	549

1957 års plan	Huvudstråk		Bistråk		Totalt	
		Diff %		Diff %		Diff %
Utnyttjade kkm	111 055	+31	46 430	+17	157 485	+26
Mtrl- kostnad Mkr	37.200	+16	31.200	+17	68.400	+16
Fort-kostnad Mkr	15.000	+76	1.200	+35	16.200	+71
Tot kostnad mkr	52.400	+28	32.400	+18	84.800	+24
Mtrl-kostn kr/kkm	337	-12	673	+0,5	434	-8
Tot kostn kr/kkm	472	-2	700	+1	539	-2

Till materielkostnaden på 68,4 Mkr tillkom kostnaden för den personal som avlönades på materielanslaget. Denna kostnad beräknades till 1,8 Mkr fram till och med budgetåret 1961/62.

Totala kostnaden beräknades därför enligt 1957 års plan uppgå till 70,2 Mkr. Fördelat på de tre intressenterna blev kostnaderna:

Fst	29,960 Mkr (andel 42,7%)
FV	33,960 Mkr (andel 48,4%)
SJ	6,280 Mkr (andel 8,9%).

Utbyggnaden genomfördes dels som långa stråk mellan Göteborg - Skåne, Skåne - Stockholm, Göteborg - Norrköping, Stockholm - Östersund - Boden dels regionalt i de viktigaste sektorerna, inklusive Gotland. De inledningsvis på trähyddor baserade länkanläggningarna började efter hand att bytas ut mot betongbunkrar.

Förutom de rikstäckande huvudstråken fortsatte utbyggnaden av bistråk med RL-02 till abonnenter inom luftbevakningen - i bilaga 4 finns t ex en planeringsskiss på LS Nidingen i Göteborgs skärgård.

Enligt fastställd utbyggnadsplan skulle i avvaktan på en definitiv utbyggnad, ett provisoriskt länkstråk också byggas mellan Stockholm och Göteborg. Provisoriet skulle färdigställas 1957 och bestå till omkring 1960. Vid utbyggnaden skulle så långt möjligt befintliga anläggningar utnyttjas. Då nya anläggningar behövdes skulle platser för dessa väljas, där de anläggningar som behövdes i det definitiva nätet skulle byggas. För att möjliggöra största möjliga länkhopp valdes radioutrustning arbetande på m-vågsbandet. Det provisoriska stråket (om fem kanaler) som blev en förlängning av provnätets länkstråk mellan Stockholm-Norrköping, blev färdigt 1/7 1958. Kostnaderna för materiel och anläggningar beräknades till 750 000 kr. Av detta belopp utgjorde 80 000 kr extra kostnader för det provisoriska nätet. Resten av kostnaderna kunde återvinnas då materielen kunde användas på andra platser.

FS/Sign lämnar uppdrag till KFF i januari 1958 *Plan för utbyggnad av PPI-länkförbindelse*. Av bakgrunden framgår att LOS arbetsgrupp kommit fram till att PPI-bild från PS-141 inte ska ske med RL-61 materiel. För om 1958 avses överföring ske på ordinarie bistråksutrustning efter kompressionsförfarande.

Det har även framkommit behov av PPI-överföring av PS-21 (radardata) och angränsande sektors Lfc data. Överföringen planeras ske med ordinarie utrustning eller ny typ av frekvensmodulerad dm-vågutrustning med introduktion 1958 eller 1959. Vad gäller RL-61 utrustning anges bland annat att PPI-förbindelse mellan rrstn PJ-21 Jonsered - Lfc W 2 erfordras snarast.

Under hösten sker i Bergen (hos företaget NERA) demonstration av utvecklad PPI-länk för NATO officerare. Företagets representant i Sverige erbjuder samma demonstration för FS/Tele och KFF.

Under februari 1958 informerar FS/Tele eskaderstaberna och flottiljerna m.fl. hur det arbetas med uppbyggnaden av det fasta radiolänknätet. I bilaga 2 återfinns den utsända skissen.

I 1950 års radiolänkutredning hade man räknat med att praktiskt taget alla radarstationers bild skulle överföras till Lfc med särskild PPI-länk - RL 61. Kostnaderna samt de tekniska svårigheterna för införandet av dessa förbindelser hade dock kraftigt underskattats av flygförvaltningen. Endast följande stråk var byggda med PPI-länk fram till 1960:

PS-141/R Riala- lfc O 2	PS-08/F Södertälje- lfc O 2
PS-141/R Riala- lfc O 3	PS-08/F Emmaboda- lfc S 2
PS-141/R Jonsered- lfc W 2	LFV radarstation vid Torslanda- lfc W 2.

I 1959 års utbyggnadsplan hade kostnaderna ökat med 8,7 Mkr och beräknades nu uppgå till 77,1 Mkr. Kostnadsökningen hänförde sig till nya behov bland annat för ett fyrtiotal nya fristående radiostationer (FMR 10) och rafx-anläggningar för FV samt för de nya automatväxlarna.

Den kommande stril 60-utbyggnaden hade endast marginellt påverkat 1959 års utbyggnadsplan. För stril 60 utbyggnad skulle särskilda medel avdelas. Bortsett från detta var prisstegringen relativt 1957 års plan cirka 4 Mkr.

För att kostnadseffektivt kunna bygga länksträckor över långa avstånd planerades i 1954 års plan att ett länkstråk i Norrlands inland skulle byggas ut inom frekvensområdet 300 MHz. Detta frekvensområde medgav hopplängder på 100-150 km. Kanalkapaciteten planerades till max 21 kanaler. Enligt 1957 års utredning hade kapacitetsbehovet ökat med cirka 20 %. Ny typ av radiolänkutrustningar av så kallad scattertyp hade också utvecklats. Dessa arbetade med stora effekter, stora antenner och reflektion av radiovågorna i olika skikt i rymden. Härigenom kunde hopplängder på upp till 300 km överbyggas.

Jämförande kostnadsberäkningar visade att kostnaderna enligt det ursprungliga förslaget nu uppgick till 9 805 Mkr och för det nya alternativet med scatterlänkar till 9 688 Mkr. Kostnadsskillnaden mellan alternativen var marginell. Den 23/1 1959 beslutade FF att länkstråket mellan Östersund och Boden skulle byggas ut i två hopp med länkar av scattertyp.

Under 1960 hade ett antal Lfc, jaktradarstationer, luftbevakningsradarstationer, kustspaningsradarstationer, Lgc och flygbaser (vid flottilj) fått förbindelser avsedda för utnyttjande i krig. Under året hade radiolänknätet fått en sådan omfattning att CFV skickade ut ett dokument med redovisning av förbindelseläget 1/11 1960.

I januari 1961 ger FS/Tele uppdrag till KFF *Rörliga (transportabla) radiolänkterminaler* att redovisa tekniska och ekonomiska möjligheter att anordna rörliga radiolänkterminaler. Behoven beskrivs för flygflottiljer (där freds- och krigsbehov medför olika platser), flygbaser (anslutning reservvägbaser), reserv vid stridsledningsobjekt i stril 60, CFV radio (kommande LOPRA), stridsledningsradio (som planeras med transportabel radio "tmr K" – som då kan kompletteras med RL).

I maj återkommer KFF – arbete igångsätts och KFF avser återkomma under året.

Under 1961 fanns ett sammanhängande radiolänknät mellan luftförsvarscentralerna Lfc S 1, S 2, W 2, O 1, O 2, O 3 och W 5 i södra och mellersta Sverige. Anslutningsgraden 1961 av olika objekt enligt 1954 års utbyggnadsplan framgår av följande tabell:

Planerat antal objekt 1954	Antal anslutna objekt 1961	Procentuell andel genomförda
11 lfc	9	82 %
57 lgc	10	18
32 radarstationer	11	34
24 marina radarstationer	20	83
39 flygbaser	14	36

Länkstråket med scatter-länkmateriel blev färdigt 1962 och därmed var ett sammanhängande länknät färdigt mellan södra och norra Sverige.

Detta firades vid en ceremoni i slutet av augusti 1962, då souschefen vid KFF generalmajor Greger Falk, kopplade upp en förbindelse mellan milostab ÖN i Boden och marinkommando syd i Karlskrona och förklarade att försvarets gemensamma radiolänknät – försvarets fasta radiolänknät (FFRL) invigt.

Exempel på tidiga anläggningsutformningar i FFRL mm framgår av bilaga 8.

Utöver det fasta nätet planerade C FS/Tele i slutet av 1950-talet även intern radiolänkutbyggnad för:

- LOPRA (luftoperativa radionätet) med interna system mellan mottagare- och sändarstation samt även direkt till flottilj och i vissa fall flygbaser med drift från början av 1960-talet och
- Flygvapnets TELEFAX-nät mellan MVC (Militära Väderleks Centralen) till sändaren vid Ölme med drift från 1961.

## 6. Personal som haft stor betydelse för den tidiga utvecklingen

När den optiska luftbevakningen överfördes från Armén till Flygvapnet 1948 anställdes ett antal ingenjörer vid Flygförvaltningen.

Flygingenjör Kyhlberg, som chef för luftbevakningsdetaljen vid KFF materielavdelning indelade i oktober 1948 sin detalj i tre arbetsgrupper med olika ansvar – bl.a. blev O. Hörberg ansvarig för en grupp där radiolänk skulle hanteras. Kyhlberg kom att få ett nära samarbete med staberna och det genomfördes ett intensivt planeringsarbete för att få en struktur m.m. till stril m/50. Mycket rekognoseringsarbete genomfördes mellan FF och Fst/FS gemensamt. Under 1950 bildades en separat Radiolänkgrupp med Hans Franzén som chef.

Utöver detta så hjälpte Kyhlberg till att skapa mer och bättre teknisk kompetens på Fst/s så ett flertal civila ingenjörer anställdes där.

Hans Franzén kom från Ericsson och blev den ingenjör som kom att identifieras som *"Mr FFRL"* under många år. Han var tekniskt mycket kreativ och följde den tekniska utvecklingen med stort intresse. Hans hade mycket god kontakt med leverantörer i Europa, USA och Canada. Han hade också stort förtroende hos ledningen inom förvaltningen och de militära staberna.

Förutom att han genomförde prov och försök med RL-01 i den optiska luftbevakningen, länkutredningen 1952 och starkt bidrog till 1954 års utredning var han också tongivande i olika framtida utredningar. Han var också drivande för utvecklingen av tekniska drift- och övervakningssystem. Genom sina med åren förbättrade kontakter med Televerket och samarbete med chefen för Transmissionsavdelningen Mattias Grönberg kom han även att ha stark påverkan på den kommande digitaliseringen av försvarets transmissionsnät.

Under 1949 anställdes ytterligare personal bl.a. Rudolf Forsberg, Åke Thorsson, Karl-Emil Werner och Olle Holmqvist. Dessa kom tillsammans med Franzén att hamna på en nybildad radiolänkdetalj. Eftersom radiolänktekniken var relativt ny och erfarenheter saknades i Sverige indelades detaljen i ett antal verksamhetsområden. Karl-Emil Werner arbetade dels med planer för ett radiolänknät, dels tillsammans med *"Rulle"* Forsberg på specificering av teknisk utrustning. Olle Holmqvist arbetade med utformning av anläggningarna och Åke Thorsson hade ansvaret för ett *"labb"* som testade och kontrollerade anskaffad materiel.

För arbetet med införandet av stril m/50 och *"Utredningen 54"* förstärktes detaljen med ytterligare resurser. I nätplaneringen, för vilken Bertil Nilsson nu hade ansvaret, deltog bl a Bertil Lehman och Åke Stenhardt. På utrustningssidan hos *"Rulle"* Forsberg fanns nu även Karl-Edvard Eriksson, LEG Andersson och Sören Edin. Anläggningssidan hade utökats med K E Andersson, Olle Sterning och Emil Backlund.

Ett nära samarbete utvecklades med andra enheter inom KFF, med CVA och FortF. Vid CVA kom Hans Broberg och Olle Jeppsson att ha stort inflytande på utbyggnad och uppbyggnad av underhållssystem.

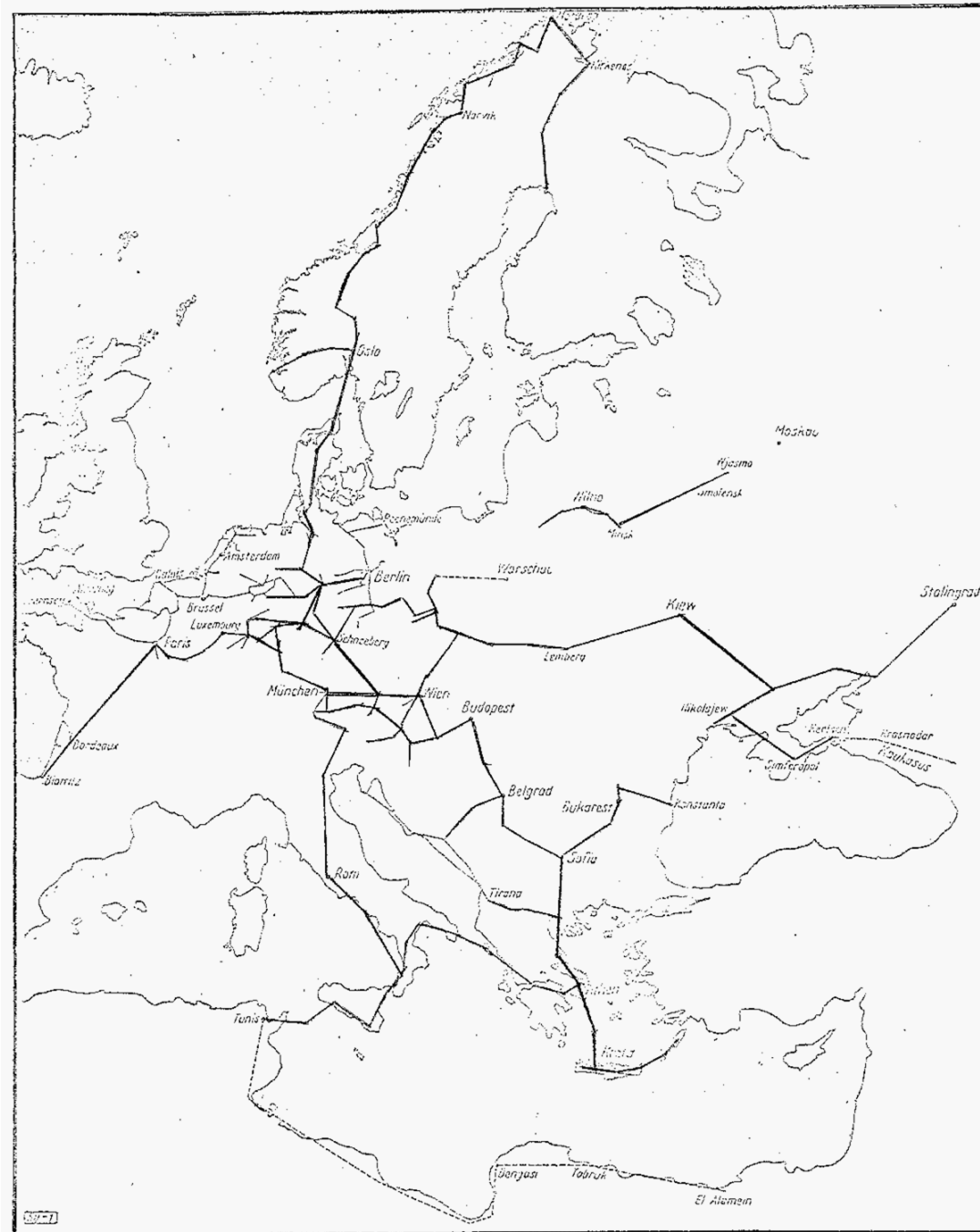
De ovan nämnda personerna på radiolänkdetaljen kom att inom sina respektive teknikområde att forma det nät som i grunden mycket liknar det nät som fortfarande finns.

Av stor betydelse var det förtroendefulla samarbete som etablerades med Flygstaben och Förvarsstaben, främst signalavdelningarna, vars chefer (C-G Simmons respektive Harald Werneman) var entusiastiska supportrar till länknätet.

Ovanstående visar på ett framgångsrikt tanke- och planeringsarbete i väldigt nära samverkan mellan staber och förvaltning – som all personal därefter fick njuta frukterna av ända in på 1990-talet!

# BILAGOR

## 1. Tyska flygvapnets radiolänknät under 2: vk



Enligt olika arkivkällor beskrivs att den helhet som visas inte var i funktion samtidigt – utan mer visar en succesiv utbyggnad över tid och geografisk utbredning.

## 2. Radiolänksystem, krigets stora nyhet inom signaltjänsten

25/300  
FÖRSVARSTÄMMAN  
1.1. 1/10 46/17535 LÄNSVÄRD  
Radiolänksystem, krigets stora nyhet inom signaltjänsten  
(Military Review maj 1946)

E I I I  
19.46 11.10 f5redrogs och  
best. 10.4.46 S. a. a. R  
140KI46  
in 9 10 46  
Dnr A 139:1

På morgonen dagen D+2, den 8 juni 1944, landsatte I.armén sin radiolänkstation på Omahastranden, och klockan 1314 trädde den i funktion från en kulle högre upp. Staberna i Normandie fingo på detta sätt förbindelse med en liknande station på St Catherines Hill, Isle of Wight, och genom denna station med IX. taktiska flygkåren vid Middle Wallop och 2larmégruppens stab nära Portsmouth. Genom telefonväxlar vid dessa staber hade de förbindelse med hela det stora trådnät, som begjånade de amerikanska och engelska arméerna i södra England. Detta var första gången radiolänköverföringen användes under Förenta Staternas militära operationer i Europa.

Överste Grant Williams, signalofficer i I.armén, och överste E. Blair Garland, signalofficer i IX. taktiska flygkåren, få dela äran av radiolänköverföringens framgång. Detta var inte vanlig, gammal välkänd radio, med en enda kanal, en förbindelse skild från det övriga kommunikationsnätet. Detta nya radiolänksystem hade flera kanaler. Det hade flera telefonkanaler och flera teletypekanaler, och bilder och skisser kunde överföras. Det kanske mest påfallande var, att förbindelsen anslöts direkt till telefon- och teletypeväxlarna på båda sidor, på så sätt kunde dessa radiokanaler utnyttjas betydligt mera effektivt, eftersom de nästan motsvarade trådförbindelser. Dessutom var materieln mera stabil, mera tillförlitlig och mera lättskött, än vi inom det europeiska operationsområdet hade vågat hoppas. Vi hade fruktat, att handhavandet skulle vara kinkigt, och att endast experter med lång träning skulle kunna sköta apparaterna. Detta befanns icke vara fallet. Detta var ny materiel, experimentarbetet hade forcerats i laboratorierna. Tillverkarna hade byggt apparaterna under hård påtryckning från chefen för signaltrupperna. Materieln hade skeppats över till oss i Europa, så snart den var färdig på fabrikerna. Och denna intensiva press på tillverkarna att leverera materieln till grupperna i operationsområdet fortsatte ända till behovet var mättat. På förhand uppgjorda behovslistor hade inte lämpat sig för denna utrustning. Staberna inom operationsområdet höllo oss underrättade om det relativa behovet vid de olika armégrupperna, arméerna, flygkåreerna och framskjutna sektioner av "förbindelseområdet" (Communications Zone) och då vi mottogo ny materiel skickade vi omedelbart ut den i enlighet med behovet. På V-dagen fanns det materiel i Europa för sammanlagt 296 stationer eller

1) Ann: De amerikanska uttrycken "Radio Relay" för systemet och "Radio link" för de enstaka stationerna i en förbindelsekedja, ha ännu icke fått fastställd svensk översättning. På olika håll användes olika uttryck såsom radiorelä, radioöverdrag (för att påpeka motsvarigheten till långa permanenta kabellinjers överdragsstationer), linjeradio (som dock kan medföra förväxling med telegrafverkets trådradio), samt radiolänk. Här har valts det sistnämnda, både för systemet och dess delar.

74 radiolänksystem, vart och ett för 150 km distans. I vart och ett av dessa 74 system ingick två ändstationer (terminal stations) med tillhörande utrustning. Dessa antal omfattar de stationer, som V-dagen skickats ut och vore i bruk, sedan några smärre krigsförluster hade ersatts.

Radiolänköverföringen utgör en revolutionerande nyhet inom signaltekniken. Det vill synas, som om radiolänköverföringen i framtidens arméer kommer att få stort inflytande på krigsorganisationen av stabssignalförbanden vid fördelingsstaber och högre. Dess huvuddrag kommer att studeras vid militära skolor, därför att den kommer att utgöra en viktig faktor vid ledandet av de militära operationerna. Varje chef och varje stabsofficer, som har ansvar för operationerna, vill veta, vad nytta man kan ha av radiolänköverföringen. Man behöver veta hur materielen kan transporteras, dess placering i marschkolonner eller på landstigningsfartyg, samt hur man skall planlägga dess användning. Denna korta artikel innehåller endast en allmän beskrivning över utrustningen och är icke avsedd att vara "teknisk".

#### Radiolänksystemet konkurrerar med trådförbindelserna.

Huvuddelen av radiolänkmaterielen i Europa användes av armégruppstaber för förbindelser framåt. Här konkurrerade den med fältkabel, med tung fyrledarkabel, med återuppbyggda franska, belgiska och tyska blanktråds- och kabelförbindelser och med blanktråd och kabel byggda av signaltrupperna. Alla dessa slag av förbindelser användes, och varje slag hade sina fördelar i vissa lägen. För användning under längre tid voro byggda standardtyper av blanktråds- eller kabellinjer bäst vad beträffar kvalitet och tillförliglighet, men de krävde mest tid, arbetskraft och materielltillförsel (stor transportvikt). Sådana förbindelser kunde icke följa med i det snabba svepet genom Frankrike från Normandie till Siegfriedlinjen.

Återuppbyggnad av de franska blanktråd- och kabellinjerna utfördes överallt, där en framstöt följde förut befintliga linjer. Och dock var förstörelsen svår. Vårt egen flygbombning hade förstört fientliga flygfält, bangårdar, broar och andra militära mål, och med dem alla närbelägna signalförbindelser. Under sin reträtt hade tyskarna utfört en vidsträckt förstöring av bl a överdragsstationer och av varje bro eller broburen kabel som inte redan förut hade förstörts av vårt flyg. Dessutom hade kabel- och blanktrådsförbindelserna erhållit många skador under markstriderna. Därför behövdes mycken tid att iståndsätta det permanenta nätet, och i många fall var förstörelsen så fullständig, att de främre förbanden icke kunde i erforderlig grad hinna med att bygga upp linjerna. Trupper tillhörande "förbindelseområdet" och franska telefonarbetare fingo då sätta dessa linjer i stånd för att tjäna som ryggrad i det bakre signalsystemet, som betjänade underhålls-, förvaltnings- och evakueringsmyndigheter.

Fältkabeln kunde byggas ut snabbt, och den användes i enorma kvantiteter. Cirka 1.500.000 km gick åt i Europa under elva operationsmånader, därav 170.000 km under den sista månaden före V-dagen. Emellertid var fältkabel lämplig endast för distanser upp till cirka 30 km. Tung fyrledarkabeln var den

allvarligaste konkurrenten till radiolänköverföringen. Den kunde byggas ut lika snabbt som fältkabel, läggas på marken eller uppe på häckar eller bindas vid träd. Men fastän den var kraftig och oöm, höll den dock icke för sådana påfrestningar inom operationsområdet som mörklad trafik, väg-reparationer, byggnadsarbeten och stridsvagnar, som rörde sig vid sidan av vägen. Denna typ av fältkabel kunde användas på korta sträckor, när linjer måste åstadkommas kvickt, men på större distanser utsattes den för alltför många störningar och krävde omätligt stor personal för underhåll. Vid långa linjer, som innehöll överdrag, byggdes fyrskruvskabeln upp som luftlinje, och fästes omsorgsfullt, vanligtvis skild från andra ledningar.

Det var regel snarare än undantag, att långlinjeförbindelser behövdes tidigare än något slag av trädöverbindelse kunde hinna ordnas. Radioförbindelsens stora fördel var då, att den snabbt kunde etableras, och att personalbehovet var litet. Radiolänkförbindelsen hade fortfarande dessa fördelar, men innebar dessutom, att en enda anläggning kunde betjäna flera telefon- och teletypeförbindelser och att radiolänkförbindelserna kunde ingå i det stora förbindelsesystemet och lätt kunde anslutas till vilken telefon- eller teletypeapparat som helst i systemet. Radiolänksystemets fördelar voro uppenbara och av vital betydelse. Materielen var oerhört efterlängtdad av signalofficerarna inom alla högre staber. Efterfrågan var så stor, att signalchefen för den europeiska krigsskådeplatsen fann det nödvändigt att personligen taga emot beställningarna och fördela materielen allt efter som den anlände.

#### Materielen i huvuddrag.

Radiolänkmaterielen skiljer sig från den vanliga fältradion i flera viktiga avseenden. Ett av dessa är, att den är i drift kontinuerligt. Förbindelsen slås ifrån endast några minuter varje dag, medan utrustningen ses över. Denna frånslagsperiod är vanligtvis på förhand noga fastlagd till kort före daggroningen eller någon annan tid, när trafiken väntas vara ringa. Sändare, mottagare, bensinmotordriven generator, rör och andra delar finnas i reserv vid varje station, och reparatörer för radioanläggningen och för kraftaggregatet finnes i varje skift. Aggregaten användes i tur och ordning, och så fort en växling skett, prövar personalen det aggregat, som tagits ur tjänst, och ställer det i ordning för användning nästa gång, eller för ögonblickligt bruk om det aggregat, som för tillfället användes, skulle krångla. Den, som har haft att göra med små bensinmotordrivna generatorer, kenske gissar, att denna del av utrustningen var den, som var svårast att hålla igång, och hans gissning är i så fall riktig. Motorreparatören fick visa ständig vaksamhet, och stationsbefälhavaren måste vara förutseende och beredd på olika eventualiteter. När stationerna voro beroende av sina egna små kraftaggregat, vilket vanligtvis var fallet med relästationerna, eftersom de ofta voro placerade på isolerade kullar eller bergstoppar, och även var fallet med många ändstationer, brukade stationsbefälhavarna skifta från en generator till en annan efter ett särskilt chema. En metod, som användes i Europa var, att skifta var tredje timme, i det att skiftningen gjordes samtidigt efter en signal, som



skickades på kanal nummer ett, manöverkanalen. Alla stationer varnades några minuter före den fastställda tiden, och alla växlade samtidigt, när signalen kom. På varje ny stationsplats utforskade stationspersonalen möjligheten att erhålla kraft från någon närbelägen dieselmotor, större bensinmotor eller annan strömkälla, och på så sätt spara stationens eget lilla lättviktsaggregat. Ingen vill påstå, att radiolänköverföringen arbetade utan anmärkning i Europa. Ock dock var den pålitlig, om man icke har alltför stora anspråk.

En annan skillnad från vanlig fältradio är, att radiolänksystemet arbetar på så sätt, att både sändar- och mottagarapparaterna ständigt äro i funktion. I vanlig fältradio är det omöjligt för lyssnaren att avbryta talaren, därför att den senares mottagare är bortkopplad, när hans sändare är igång, och han kan inte höra ett försökt att avbryta honom. Eftersom både sändar- och mottagarförbindelserna ständigt äro igång vid radiolänköverföring, kan lyssnaren falla in, när han vill. Detta gör samtalet mera naturligt, och samtalstiden utnyttjas mera effektivt, det blir precis som att tala i en vanlig telefon. I själva verket skulle den talande aldrig veta, om han talade per radio eller per tråd, om inte telefonisten varnade före varje samtal: "Samtalet går per radio, Ni varnas för att geva hemliga eller konfidentiella meddelanden." En del signalofficerare anse en sådan varning överflödig, eftersom det även vid trådförbindelser är förbjudet, att tala om hemliga saker på klart språk. Denna dubbla överföring gör det nödvändigt, att använde två frekvenser i varje länk mellan två stationer i kedjan, d v s en frekvens för samtal i ena, och en för samtal i andra riktningen. En 150-kilometers-utrustning, som använder tre relästationer och två ändstationer, innehåller fyra länkar (mellan två stationer), och eftersom två lika frekvenser icke få användas inom en kedja, betyder detta, att en sådan kedja använder fyra gånger två, d v s åtta frekvenser. Detta är naturligtvis slöseri med frekvenser, men det finns trehundra frekvenser tillgängliga inom det trettio megaperioder breda frekvensband, som får användas. Frekvensbandet ligger på 70-100 megaperioder. Sändarna äro frekvensmodulerade, och därför mindre känsliga för störningar, än om de varit amplitudmodulerade.

En annan viktig skillnad mellan radiolänköverföring och vanlig fältradio är, att den senare endast medger en enda överföringskanal, medan radiolänköverföringen kan användas och nästan alltid användes i samband med bärfrekvensutrustning för telefon och telegraf, varvid flera kanaler för vardera erhållas. Bärfrekvensutrustningen för fältbruk kan åstadkomma fyra telefonkanaler, och en eller flera av dessa telefonkanaler kan utbytas mot vardera fyra telegrafkanaler, som kunna användas för teletypeapparater. Följande kombinationer äro möjliga: Fyra telefoni- och ingen teletypeförbindelse. Tre telefoni- och fyra teletypeförbindelser. Två telefoni- och åtta teletypeförbindelser. En telefoni- och tolv teletypeförbindelser. Ingen telefoni- och sexton teletypeförbindelser. Den kombination, som vanligen passar bäst, är tre telefoni- och fyra teletypeförbindelser.

En av radions betydande nackdelar är, att den kan avlyssnas. Den radiolänkutrustning, som användes på den europeiska krigsskådeplatsen hade denna nackdel, dock i mindre grad än vanlig radio. Radiolänköverföring använder så höga frekvenser, att räckvidden är nästan begränsad till synvidden. Dessutom är strålningen riktad mot den station med vilken förbindelse skall hållas, och spridningsvinkeln är relativt liten. Därför måste en fiende, som vill avlyssna sådan överföring, befinna sig antingen mycket nära sändaren, eller också på en högt belägen plats i linje med två stationer. Vi avlyssnade då och då trafiken på våra radiolänklinjer och funno, att mycket viktiga meddelanden överfördes på dem, vilket var farligt, och hade varit ännu mera farligt, om krigsläget hade varit stationärt. Genom undersökningar efter V-dagen och när högre tyska staber hade erövrats fingo vi verifierat att tyskarna hade den väl genomförda och effektiva radio- och signalspaning, som vi hade väntat. Emellertid arbetade denna signalspaning under de avsevärda svårigheter, som framkallades av nödvändigheten att draga tillbaka sina stationer under trycket av vår framrykning. Dessa svårigheter drabbade särskilt de avdelningar, som hade till uppgift att arbeta tätt intill fronten för att snappa våra stationer med kort räckvidd, till vilka radiolänkstationerna hör. Vi kunna icke bestämt säga, att tyskarna aldrig uppsnappade något viktigt meddelande från en radiolänkstation, men vi tro å andra sidan icke, att de gjorde det. I varje fall hände ingenting under kriget, som antydde, att de kunde ha använt sig av ett uppsnappat radiolänkmeddelande. Det var lyckligt för oss, att behovet av radiolänköverföring var som mest trängande endast under krigets mest rörliga skeden, och att vi fick tid att bygga ut tung fyrledarkabel eller blanktråd eller reparera förut befintliga tråd- eller kabelförbindelser under de skeden, när vår framrykning då och då tillfälligtvis hejdades. Radiolänköverföringen fick då stå i reserv. Emellertid får man icke glömma, att fastän omständigheterna tillät oss, att använda radiolänköverföring relativt fritt under det europeiska kriget, så är användandet av klart språk farligt vid alla slag av signalförbindelser och särskilt vid radioförbindelser, och att radiolänköverföring, även om den är mindre farlig än vanlig radio, dock måste handhas med försiktighet. Våra skrivna meddelanden voro väl skyddade genom vårt chiffersystem, men vi hade icke ljudförvrängningsapparater, som kunde användas för radiolänköverföringen.

#### Hastighet och ekonomi.

De egenskaper hos radiolänköverföringen, som gjorde den så lämplig att använda vid rörlig krigföring, voro framför allt den snabbhet, med vilken den kunde installeras, dess ringa personalbehov samt lättheten att transportera anläggningen. Under första världskriget var anfallshastigheten den, som infanteriet kunde åstadkomma mot organiserat försvar. Varje kilometer vanns till priset av enorma förluster, och anfallskraften blev svagare och svagare, tills anfallet ebbade ut på grund av ren utmattning. Även det mest omsorgsfullt förberedda och kraftigt understödda anfall, med

utvalda trupper i spetsen och med massor av reserver bakom förlorade sin kraft inom tre eller fyra dagar. En terrängvinst på åtta eller tio kilometer kallades seger.

I andra världskriget rörde sig fronterna snabbare och över större områden. Den grundläggande hastigheten bestämdes av motorfordon, och den hastighet, med vilken pansarspetsarna kunde underhållas. Dessas omedelbara stöd utgjordes av bilburet infanteri samt bombing och beskjutning från luften. Detta omedelbara stöd följdes av infanteri till fots, som hade till uppgift att rensa upp motståndsfickor, samt andra enheter, som rörde sig framåt i kolonner. Ytterligare understöd gavs genom att vapen och förråd av alla slag fördes fram på landsväg, på järnväg och vid mera brådskande tillfällen med lufttransport. Understöd från luften var av väsentlig betydelse, och detta betydde, att fientliga flygfält måste repareras, och nya anläggas strax bakom fronten. Sårade måste föras bakåt dagligen och stundligen. När en gång fiendens försvarslinje i Normandie var genombruten, förtöck anfallet snabbt, för att de slagna trupperna skulle hindras att reorganisera ett försvar i Västfrankrike, och 600 km framåt gick anfallet med otrolig hastighet mot en fiende, som ideligen passerades, kringrändes, upplöstes i flykt och besköts från luften.

Intet av detta kunde hava utförts utan ledning och samarbete, och den, som tänker på ledning och samarbete, tänker också på signalförbindelser. Effektiva signalförbindelser var nyckeln till framgång för dessa operationer, och under de viktiga skeden, när fronten rörde sig snabbt, var radiolänköverföringen nyckeln till goda signalförbindelser i det främre operationsområdet. Radiolänksystemet kunde installeras snabbt, det kunde snabbt flyttas för att möta en ändrad situation, det hade stor trafikkapacitet, och belastade i minst möjliga grad våra vägar, vår personaltillgång och vårt hårt pressade underhållssystem.

Radiolänköverföringens stora fördelar jämförd med en trådförbindelse med samma trafikkapacitet visas bäst med siffror. Materialet för en trådförbindelse på 150 km med fyra trådar väger nittiofyra ton, medan radiolänksystemet för samma distans väger endast tjugofem ton. För att bygga en sådan trådförbindelse skulle behövas fyra signalbatajoner eller 1820 man under tio dagar, under det att 44 man kunna montera och sätta igång en motsvarande radiolänkförbindelse på högst två dagar. Dessutom är den färdigbyggda tråddlinjen i hela sin längd utsatt för risken av bombing, sabotage, åverkan och påkörning från fordon. Även nedgrävda kablar skadades ofta av traktorer, vägskraper m m. Ett radiolänksystem är utsatt för skador endast vid de två slutstationerna och de två eller tre relästationerna, och på var och en av dessa platser finns alltid kunniga män, som omedelbart kunna taga itu med att förebygga eller avhjälpa ett fel.

Utrustningen kan installeras i lastbilar eller släpvagnar eller i barack typ HC-17 (ändrad med ett större huvudrum), och denna barack är avsedd att kunna placeras på en 2½ tons lastbil, och att lätt kunna lastas av (med lyftkran) och placeras på marken på, det ställe, man önskar. I april 1944 vid Bristol i England installerade 1. armén en radiolänk-station i en entons-lastbil på mindre än två arbetsdagar, och denna fick sedan tjänstgöra som modell. Ytterligare installationer gjordes snabbt och

voro färdiga i tid för invasionen i Normandie. Ändstationens bärfrekvensutrustning monterades på en 2½ tons lastbil, och denna bil drog släpvagnen för radioutrustningen. Sålunda kunde hela utrustningen för ändstationen för tre telefon- och fyra teletypeförbindelser jämte tillhörande personal köras på vägen i form av en enda lastbil med släpvagn. Hela utrustningen för en relästation monterades på en 1½ tons lastbil. Många varianter av dessa monteringer utfördes av våra trupper i Europa, och nästan varje besättning på en bil, som hade gjort en sådan inmontering, ansåg, att den hade uppnått den perfekta lösningen, och att den hade den trevligaste och mest effektiva anläggningen på hela krigsskådeplatsen.

När stationerna användes vid arméstaber eller längre fram, är det troligt, att de komma att flyttas ofta, och det är då en stor fördel, att ha dem monterade i ett fordon. För stationer i det bakre operationsområdet är det vanligtvis mera bekvämt, att ha dem upprättade i en byggnad eller ett tält, och det är säkerligen mera ekonomiskt ur transportsynpunkt, att på detta sätt kunna frigöra fordonet för annan tjänst. När man gjort så, måste man naturligtvis i förväg planera för en hastig förflyttning, och en företrädesrätt ("high priority") måste ges åt behovet av fordon för förflyttning av materiel och personal till en ny plats.

Fig. 1 visar en ändstation i ett tält. Utanför tältet finnes två antenner, en för mottagning och en för sändning, samt åtminstone två bensinmotor drivna generatorer, en i drift samt en eller flera i reserv. Fig. 2 visar en relästation monterad i en halvtons lastbil. En generator synes utanför, och, bakom denna masten till en av de fyra antennerna. En av dessa är avsedd för sändning och en för mottagning åt ena hållet, övriga för sändning respektive mottagning åt andra hållet. Fig. 3 är en perspektivbild av ett system med två ändstationer och tre relästationer.

#### Radiolänksystemet i användning.

Några exempel på hur radiolänksystemet användes visa dess värde. Det fick gott anseende från starten, som gjordes i Nordafrika, på Sicilien och under de första striderna i Italien, fastän denna tidiga utrustning endast åstadkom en dubbel teletypeförbindelse. Den första långa förbindelsen erhöles mellan de allierades högkvarter i Algiers och <sup>höjden på</sup> 609 i Tunis och därifrån till rörliga stationer vid Bizerta och Sidi-Bou-Said (nära staden Tunis). Den totala längden var 600 km, och fyra relästationer användes. Det längsta avståndet mellan två stationer var 190 km mellan relästationen på Tourka på 1600 m höjd och relästationen på Djebel Ouasch på 1400 m höjd. Denna förbindelse fick uppbära huvuddelen av den militära och administrativa trafiken till II. armékåren. Belastningen var maximalt 16000 ord per dag, 12000 med Algiers och 4000 mellan de båda främre slutstationerna. Eftersom staberna tillhörande II. armékåren flyttades snabbt och voro grupperade över ett stort område, var det omöjligt för linjebyggnadsförband att följa framryckningen. Därför spelade dessa radiolänkförbindelser stor roll för operationerna.

Från begynnelsen av fälttåget på Sicilien den 7 juli 1943 och till

den 9 augusti 1943 var en radiolänkförbindelse med en dubbel teletypekanal i verksamhet mellan Sidi-Bou-Said och Malta med relästationer på Cape Bon och Pantellaria, en total distans på 390 km, hela vägen över vatten. Det längsta avståndet var mellan Pantellaria och Malta; 240 km. Stationen på Pantellaria var belägen 150 m över havet och på Malta 250 m. Det teoretiska avståndet för fri sikt mellan två så högt belägna punkter är 115 km men förbindelsen gick bra, trots att det verkliga avståndet var dubbelt så stort.

Radiolänksystemet utgjorde den viktigaste signalförbindelsen mellan Anzio och 5. arméns stab vid Presenzano, och är intressant därför att här framgår möjligheterna till vägval. En hög bergskedja gick fram över den rakaste vägen, men den var i fiendens hand, och man kunde därför icke placera relästationer där. Problemet lösning var, att placera en relästation nära Neapel, långt bakom båda ändstationerna, men med en lämplig överföringssträcka till båda. Trafiken uppgick till 20.000 ord per dag och förmedlade omedelbar kontakt mellan 5. armén och VI. kåren och genom den senares växlar till de divisioner, som deltog i Anziooperationen.

Förbindelsen över Engelska kanalen till brohuvudet i Normandie har redan omnämnts, och den framgång som detta första taktiska användande av mångkanals-radiolänköverföring utgjorde. Steget över kanalen var 130 km trots att den beräknade maximala räckvidden mellan en höjd som St. Catherines Hill på 250 m och brohuvudstationens 50 m endast var 90 km. Värde av dessa telefon- och teletyfeförbindelser, som kunde kopplas i växelbord, samt av de överförda bilderna av meddelanden samt flygfotografier av målen, var mycket stort.

Redan i början av fälttåget i Normandie blev det vanligt, att anordna radiolänköverföring parallellt med trådförbindelser mellan armégrupp och arméer och mellan arméer och deras respektive armékårer. När avståndet mellan en kårstab och en fördstab var avsevärt, ordnades radiolänkförbindelse även till fördstaben. Hundratals sådana främre förbindelser byggdes. De upprättades vanligen mycket snabbt, och användes som hjälpsignalmedel. Ibland, särskilt efter en lång förflyttning, utgjorde de den enda telefonförbindelsen. Förbindelsen indrogs, när en stab förflyttades, och byggdes sedan upp på de nya stabs- eller upplats-erna, alltefter operationernas förlopp.

Radiolänköverföringen var också mycket betydelsefull för de långväga förbindelserna i de bakre områdena. Tack vare stridsskador och tysk först ring var det ofta omöjligt att reparera tillräckligt många franska, belgiska eller tyska permanenta linjer, för att klara den enorma trafiken. Radiolänköverföringen visade sig vara en utmärkt lösning, den enda lösningen i många fall, eftersom linjebyggnad i trupperområdet gavs prioritet framför byggnad inom etappen. Behovet av linjebyggnad i det främre området växte under framryckningen över kontinenten och kunde aldrig fyllas. Från D-dagen och till V-dagen i Europa och även senare, fick signalofficern i det europeiska operationsområdet dagligen mottaga vädjanden från högre staber: "Skicka mera materiel för linjebyggnad och flera linjebyggnadsenheter". Ett fåtal linjebyggnadsenheter tilldelades

krigsskådeplatsens bakre del, med uppgift att iståndsätta de linjer, på vilka frontens underhåll berodde, och att ordna förbindelse med nya hamnar och depåer allt eftersom operationerna rörde sig österut. Men till att bygga några nya linjer i det bakre området fanns det sällan några enheter tillgängliga. Därför voro vi hänvisade till reparerade civila linjer. Dessa voro ofta för få för att kunna klara trafiken, och när så var fallet, fingo vi i regel lita till radiolänköverföring. Det fanns radiolänköverföring från Paris till Cherbourg, till Deauville, till London, till Nemur, och till Vittel. Flygvapnet hade också ett betydande nät av radiolänkförbindelser, som gingo från flyghögkvarteret i Chantilly nära Paris till framskjutna staber, till taktiska staber, till bomb- och jakteskadars staber. Nionde flygkåren hade äran av den längsta radiolänkförbindelsen i Europa från Chantilly till Bad Kissingen i Tyskland. Denna linje använde två ändstationer och åtta relästationer. Summan av avstånden mellan stationerna var 650 km, och avståndet fågelvägen mellan ändstationerna var 620 km. Trots det långa avståndet och de åtta relästationerna gjorde denna överföring tjänst under ca 90 % av tiden.

Ett annat sätt att använda radiolänköverföring betingades av en bitter erfarenhet vid högkvarteret i Europa. Vår stora 40-kilowatt radiostation för förbindelse med Washington var belägen ungefär 30 km sydväst om Paris. Den manövrerades från huvudsignalstationens (Signal Center) skyddsrum i Paris via franska ledningar i kabeln Paris- LeMans. Olyckligtvis passerar denna kabel utkanten av bangården vid Trappes, och denna bangård hade tidigare bombarderats kraftigt av vårt flygvapen. Franska och amerikanska kabelreparatörer hade reparerat kabeln, när högkvarteret i Europa flyttades från Valognes till Paris tidigt i september 1944. Kabeln togs i bruk. Ledningarna fungerade bra, och vi slogo oss till ro med, att vi i fortsättningen oavbrutet skulle kunna använda kabeln. Vi trodde, att vår förbindelse med U S A var säker. Men så var icke fallet. Ett kraftigt regn föll, marken blev genomblöt, fuktighet trängde in i kabeln genom två sprickor i manteln, som vi icke hade observerat, och vår viktiga förbindelse var ur funktion. Det närmast till hands liggande botemedlet, som dessutom gick snabbt att arrangera, var att sätta upp en radiolänkstation på Eiffeltornets topp och en annan vid den stora radiostationen, och på så sätt återställa den direkta manöverförbindelsen. Det var nog för oss med ett avbrott. När kabeln var lagad, fick den åter träda i bruk, men den parallellkopplade radiolänken fick sitta kvar, och den räddade vår förbindelse med Washington, när kabeln nästa gång gick sönder. Vi lärde oss i september 1944, att nya svårigheter kunna uppstå när som helst med en bombad kabel. Man skulle kunna tro, att en ordentlig blöta skulle tränga igenom varje spricka och hål på en nedgrävd kabel, och att alla möjliga fel på detta sätt skulle upptäckas och kunna afhjälpas på en gång, men så är inte fallet. En felkälla märks kanske inte under det första svåra regnet utan första efter det andra eller tredje eller fjärde. Man kan inte förutse felet. Uppgiften att hålla förbindelsen mellan huvudsignalstationen och radiostationen för USA-trafiken igång var av yttersta vikt för signalofficären, och vi, i det europeiska operationsområdet, försökte alltid hålla två eller tre radiolänkstationer i reserv, för dett och liknande ändmål.

Överste Grant Williams, signalofficer i L.armén beskriver på följande sätt, hur radiolänköverföringen användes vid Bastogne: "Under november hade vi gjort en del experiment med att använda radiolänkmaterielen AN/TRC-3 monterad i fordon. Vi hade en komplett ändstationsutrustning och två bär-frekvensutrustningar samt en teletypemaskin monterade i en lastbil. När det såg ut som om 101. fördelningen skulle bliva omringad vid Bastogne, skickade kårsignalofficieren (vars unga assistenter hade gjort inmonteringen) bilen till Bastogne dragande en släpvagn (med en ändstation i reserv in-monterad). Det var det sista fordonet, som kom in i staden, innan tyskarna fullbordade omringningen. Släpvagnen träffades av ett skott, och blev förstörd, men lastbilen förblev oskadad, och denna kår hade telefon- och teletypeförbindelse med general MacLiffé, änd. till den blev undsatt. Trådförbindelse var en omöjlighet, eftersom tyskarna givetvis hade kapat trådarna. Numera håller jag vanligtvis radiolänköverföringen i reserv, men när antalet samtalskanaler till någon av mina enheter understiger ett visst värde, beroende på linjefel, får radiolänkförbindelsen träda i funktion, och den får förbliva i funktion, tills linjefelen fullständigt avhjälpes. Det är det bästa medel, vi ha, för att möta ovanliga, oväntade och svåra situationer. Går man längre tillbaka, så kan man säga, att förra sommarens snabba framryckning genom Frankrike och Belgien skulle hava varit mycket svårare och säkerligen långsammare, om vi inte hade kunnat få tillräckligt goda förbindelser med hjälp av radiolänköverföring. Aldrig förr hava arméer på fältfot haft så goda förbindelser som 1. och 3. arméerna. Det var helt och hållet beroende på hårt arbete och god utrustning".

Radiolänköverföringen kom också till god nytta i Stilla Havsområdet. När den användes vid Hollandia i maj 1944 kom förbindelsen snabbt igång. Stationsavstånden voro små, 10-25 km, men den mellanhliggande terrängen var kuperad eller bestod av träskland, och vägarna voro smala. Radiolänköverföringen gjorde god nytta, tills den ersattes av grådförbindelser. Före landstigningen på Leyte hade flera små fartyg utrustats för att tjänstgöra som förbindelsecentra, och hade försetts med radiolänkstationer och tillhörande bär-frekvensutrustning. Även en 1 1/2 tons lastbil hade utrustats med en radiolänk-ändstation. Klockan K+2 tim landade de landstigningsbåtar, som medförde lastbilen och radiolänkutrustning för andra landbaserade stationer, vid Red Beach. Efter 25 minuter var lastbilens station i förbindelse med fartygsstationerna. Klockan K+5 tim gick general MacArthur iland, och skickade ut sitt berömda meddelande: "Jag har återvänt". Hans tal, som skickades ut från stranden, togs upp av generalens stabsfartyg, och återutsändes till Filippinerna. Ett förbindelsefartyg tillhörande Signal-kåren återgav meddelandet, och det sändes till Förenta Staterna senare på dagen. Tjugotvå radiolänk-ändstationer användes vid Leyteoperationerna. De överförde militär telefon- och teletypetrafik samt rundradio.

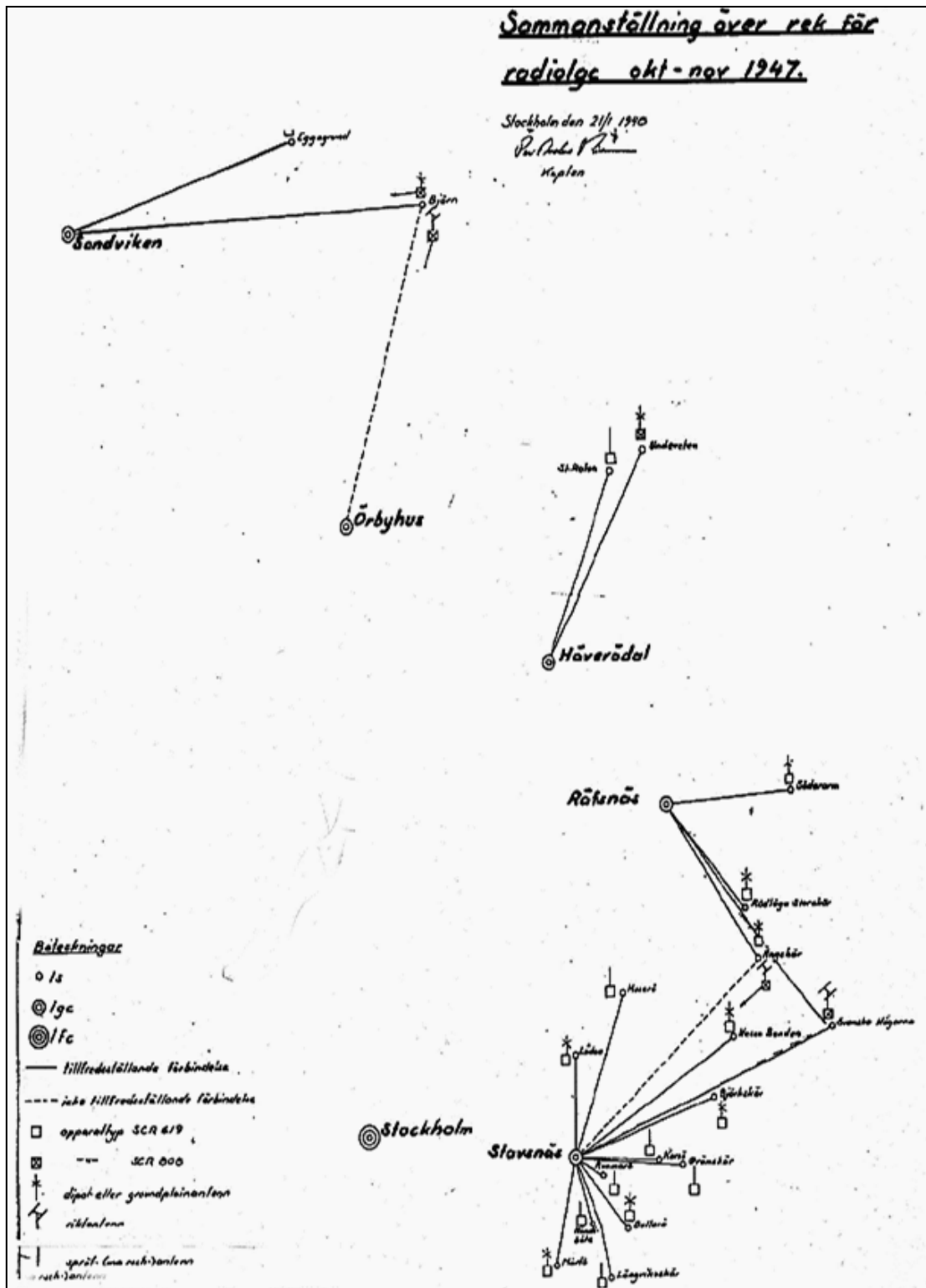
Vid förberedelserna till Luzon-operationen utrustades sex stycken 2½-tons lastbilar med radiolänk-ändstationer. De voro outhärliga vid landstigningen i Lingayen-bukten och den därpå följande snabba framryckningen mot Manila. Dagupan, 40 km från Cumiling, i sin tur 42 km från Tarlac, 38 km från San Fernando, 35 km från Malolos, 50 km från Manila; på var och

en av dessa platser upprättades först den främsta ändstationen och sedan en relästation längs återerövringens väg. Den 10 mars 1945 ombesörjde sexton radiolänkändstationer 75 % av telefon- och teletypetrafiken mellan Manila och avlägsna platser på Luzon.

Dessa exempel visa, att radiolänköverföringen i andra världskriget skapade tusentals förbindelser, som inte kunde hava åstadkommits lika snabbt med linjebyggnad, även om våra trupper hade försetts med ett obegränsat antal linjebyggare, och även om dessa trupper hade fått hava vägarna för sig själva vid stolpsättning och tråddragning. Fyra bataljoner, d v s 1820 man, behöva cirka tio dagar för att draga en fyrtråds stolplinje på 150 km. Radiolänkstationernas personal på sammanlagt fyrtiofyra man, kunna sätta upp sina stationer och åstadkomma samma förbindelser på mindre än två dagar. Dessa siffror - 2 dagar mot 10, 44 man mot 1820, 88 dagsverken mot 18200 - visa varför radiolänksystemet, i konkurrens med många nya och underbara signalmedel, både på tråd- och radiosidan, gör anspråk på att kallas den största nyhet inom signaltjänsten, som andra världskriget skapat.



### 3. Provområden för luftbevakning 1947



#### 4. Flygvapnets rörliga luftbevakningskompani 1948 - 1949

Den planerade FV-övningen i genomfördes i april 1949 med ett helt fordonsburet kompani med Lgc och Ls. Det var ett antal Ls för att kunna nå Lgc utan relästation med en standardgruppering av kompaniet med 9 Ls.

##### **Erfarenheter från övningen av Hans Franzén (utdrag från KFF/ME rapport 19/4 1949)**

###### A. Allmänna förutsättningar i lgc:

Anläggningen inrymdes i två bussar; expeditions- och radiobuss. Expeditionsbussen var utrustad med den standardiserade telefonutrustningen för tråd-lgc med telefonvx, tre st rapportväxlar, två st expeditionsuppsatser samt korskopplingslåda med signalmaskin. Radiobussen innehöll all radioteknisk utrustning jämte batterier och kraftcentraler för radio, telefon och belysning. För laddning av batterierna användes tre bensinmotordrivna elverk (Onan) varav ett utgjorde reserv utanför radiobussen. Antennerna fördelades på fyra stegmaster och en rörmast. Stegmasterna monterades två och två på varje buss medan rörmasten uppställdes vid sidan av bussarna.

###### B. Allmänna förutsättningar ls:

Varje ls bestod av en sjuktransportbil innehållande radioutrustning, batterier och kraftcentral. För laddning av batterierna användes ett Onan-elverk vilket uppställdes utanför bilen. Antennerna monterades på biltakets fastsatta stegmast. Stationen kunde manövreras dels direkt från bilen, dels från en manöverbox vid poststället (100 m sextrådig gummikabel mellan bil och postställe). Dessutom fanns en särskild telefonapparat avsedd att placeras i förläggingslokalen (100 m fyrtrådig gummikabel mellan ls-bil och förläggning) som medgav samtalsförbindelse mellan postställe och förläggning. Dessutom kunde samtalsförbindelse erhållas mellan bil och postställe.

###### C. Radionätets uppbyggnad:

Nätet omfattar nio ls-förbindelser, samt två dubbelriktade kanaler till lfc (en för rapportering till lfc och en för orientering till lgc). Se frekvensdispositionen på figurblad 2. Skissen är oriktig såtillvida, att relästationen för lgc - lfc-förbindelserna uteslöts ur övningen. De med x betecknade linjerna representerar istället lfc.

Lgc - ls-förbindelserna är uppbyggda enligt med gjorda förutsättningar och med anpassning till befintlig trådutrustning. Av ekonomiska skäl har ls-förbindelserna uppdelats i grupper, där varje grupp har gemensam sändare och sändarantenn på lgc. Varje ls har emellertid en egen mottagare på lgc, dock ha alla mottagare på lgc tillhörande samma ls grupp en gemensam antenn. Med hänsyn till dessa gemensamma "gruppantenner" måste antalet ls inom varje grupp begränsas till två å tre, då annars en del av gruppen kan hamna utanför antennens effektiva strålningsvinkel.

Det innebär att så fort en ls står i samtalsförbindelse med lgc, kan de övriga ls inom samma grupp höra hela samtalet via den gemensamma gruppsändaren på lgc.

###### D. Tekniska förutsättningar:

Största svårigheten ligger i den stora anhopningen av sändare och mottagare på en plats (lgc). För att dessa ej ska störa varandra, måste frekvensskillnaden mellan sändare och mottagare vara tillräckligt stor. I detta aktuella fall medgav den tillgängliga utrustningen ej större frekvensskillnad än ca 4 Mp/s. För att ytterligare isolera sändare och mottagare från varandra valdes horisontalpolariserade antenner för samtliga sändare och vertikalpolariserade antenner för mottagarna på lgc. Dessutom placerades sändar- och mottagarantenner åtskilda. Se figurblad. På ls användes givetvis motsatt polarisering på sändar- och mottagarantenner. Svårigheten att förhindra att mottagaren blockeras av den egna sändaren är här större, då en gemensam antennmast användes.

###### E. Erfarenheter av det radiotekniska systemet:

Bortsett från de avbrott i förbindelserna, som orsakades av bristande utbildning hos den militära personalen (oladdade batterier etc) och rena materielfel fungerade förbindelserna i stort på det sätt som var tänkt. Förbindelsen från lgc till ls var genomgående mycket bra, men i motsatt riktning mycket

dålig. Vid prov (omkastning av polariseringen) visade sig detta bero på att vertikal polarisering användes i riktningen ls - lgc. Denna tendens hos den vertikala polariseringen, vilken har sin teoretiska bakgrund i den svåra terrängen (kullar och berg samt dåligt ledande sandmark), var dock mera framträdande än väntat. Med hänsyn till att skillnaden mellan vertikal och horisontell polarisering var större än vad som enbart kan anses betingat av markbeskaffenheten, bör dessa omständigheter närmare utredas. I avsikt att förbättra förbindelserna ändrades alla antenner (för ls-förbindelser) till enbart horisontell polarisering. Samtidigt ökades avståndet mellan sändar- och mottagarantenn till 20 m. För att i fortsättningen säkerställa goda förbindelser bör följande iaktas:

- 1) Enbart horisontell polarisering bör användas. Dessutom måste frekvensavståndet mellan sändare och mottagare ökas för att möjliggöra duplexdrift vid ls och reducera överhörning vid lgc.
- 2) Antenner med högre förstärkning bör användas. I och med att vertikal polarisering uteslutes kan antenner med parasitiska element användas. Härigenom kan högre antennförstärkning erhållas för samma antennstorlek plus "luftigare" mekaniskt utförande. Om det erforderliga frekvensavståndet ej är allt för stort, kan det i stället löna sig med en större bredbandigare antenntyp (ej parasitelement) och använda denna för både sändning och mottagning (separation med filter).
- 3) Utrustningen vid ls och lgc bör utföras så att större möjlighet finnes att välja lämplig antennplats; således mera oberoende av fordonen.

#### F. Erfarenheter av den radiotekniska materielen:

De använda radiostationerna (Motorola) har vad mottagarna beträffar fungerat fullt tillfredsställande medan sändarna däremot lämna en del övrigt att önska och förbättringar måste införas. De av FF konstruerade manöver- och kontrollboxarna fungerade fullt tillfredsställande under hela övningen. Detsamma gäller de på biltaken monterade stegmasterna. Den använda rörmasten som konstruerats av FF speciellt för denna övning, visade sig både lämplig och lätthanterlig.

#### G. Erfarenheter av den telefontekniska utrustningen:

Den använda telefontekniska utrustningen av den standardiserade typen och därmed kan den inte automatiskt uppfylla de krav som ställs på den vid ett rörligt lgc. Således kan en del tekniska installationer förändras och rent generellt gäller för telefonutrustning att den sätts upp i stativ. Vid blandat tråd- och radionät kan flera tråd-ls parallellkopplas med ett radio-ls. Kostnaderna för dessa ls kan på så sätt avsevärt reduceras. Det vore önskvärt, att någon ls-grupp inom det placerade första utbyggnadsområdet i provsyfte utfördes på detta sätt.

#### H. Övriga synpunkter på rörligt radio-lgc:

Uppbyggnaden av nuvarande system verkar i stort sett riktigt. Vissa konsekvenser av de ovanstående framförda synpunkterna bör beaktas.

- 1) Lgc: Förenklingen av telefonutrustningen bör ge ökat utrymme i expeditjonsbussen. Ev kan denna göras större, då frånvaron av antennmaster och det kraftigt minskade trådantalet mellan bussarna (ung. minskning: från ca 70 tråd till ca 22) kan tillåta, att exp-bussen uppställs på avsevärt avstånd från radiobussen (ex nedanför kullen i det aktuella fallet), medan radiobussen körs till en lämplig antennplats. Radiobussen kan även uppdelas i två mindre, mera terränggående fordon, varav den ena innehåller radioutrustningen och den andra kraftutrustningen. Antennmasterna uppställas i närheten av radiobussen (alternativt radio- och kraftbilen).
- 2) Ls: Med hänsyn till att den bästa antennplatsen som regel ej kan nås med bilen och att denna och poststället som regel sammanfalla, eller i varje fall är i varandras omedelbara närhet, bör radioutrustningen vara transportabel och lätt kunna flyttas ur bilen. För att möjliggöra detta, bör all utrustning reduceras till såväl vikt som volym. Speciellt gäller detta kraftverket, som är onödigt överdimensionerat för detta ändamål. Ev kan laddning från bilens generator tänkas, men detta förutsätter, att batterierna måste bäras fram och tillbaka vid varje laddning. Ett rörligt ls, uppbyggt enligt dessa riktlinjer, medger bättre förbindelser och bevakning på grund av det friare terrängvalet samt tillåter att bilen användes för mat- och bensinhämtning, som tillfällig förläggning etc.

Nedan visas ett urval av fotografier som finns i rapporten.

I FS/LI rapport PM den 23/9 1949 framkommer att organisationen i huvudsak var lämplig. Minst en signalingenjör och två tekniker med signalreparationslådor och reservmateriel borde tillkomma.

Man föreslog att förbandet utrustades med terränggående fordon. Räckvidd med 35 km var inget problem för radioutrustningen. Ls utrustning borde transporteras i jeep, med lös rörantenn och bärbara bördor.



*Ls-grp 9 vid Sturefors slott*



*Upprättad radiolänkstation*



*Upprättandet av en radiolänkstation*



*Upprättad Lgc med expeditions- respektive radiobuss*



*LS-post med manöverutrustning*



*Ls-post rapporterar*



*Motorelverk vid Ls/Lgc*

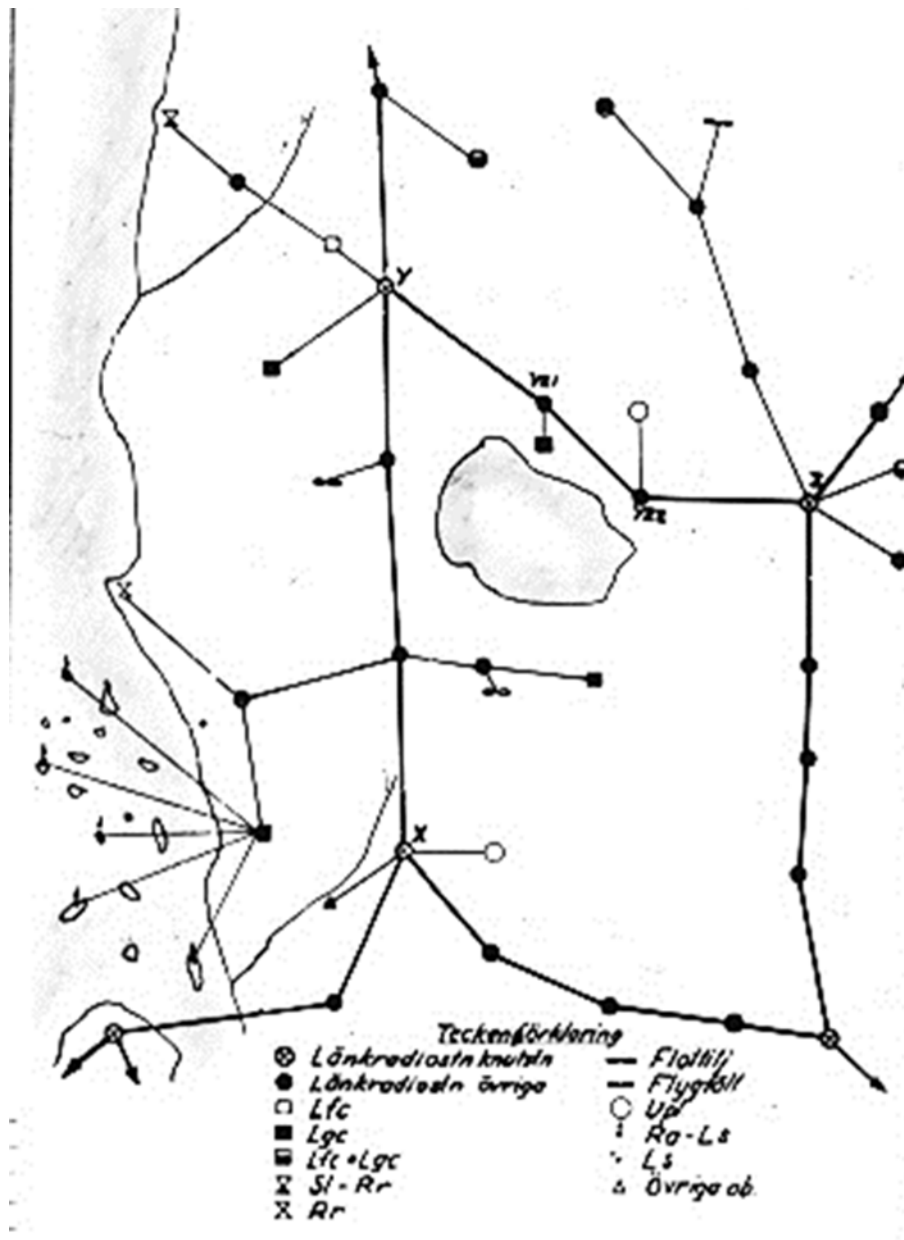
Bilaga 1.

HEMLIG  
Jämlikt kung 1930 nr 757  
Exempel på  
Sammansättningsstabell.  
Lutbevakningskompani (Förligt).

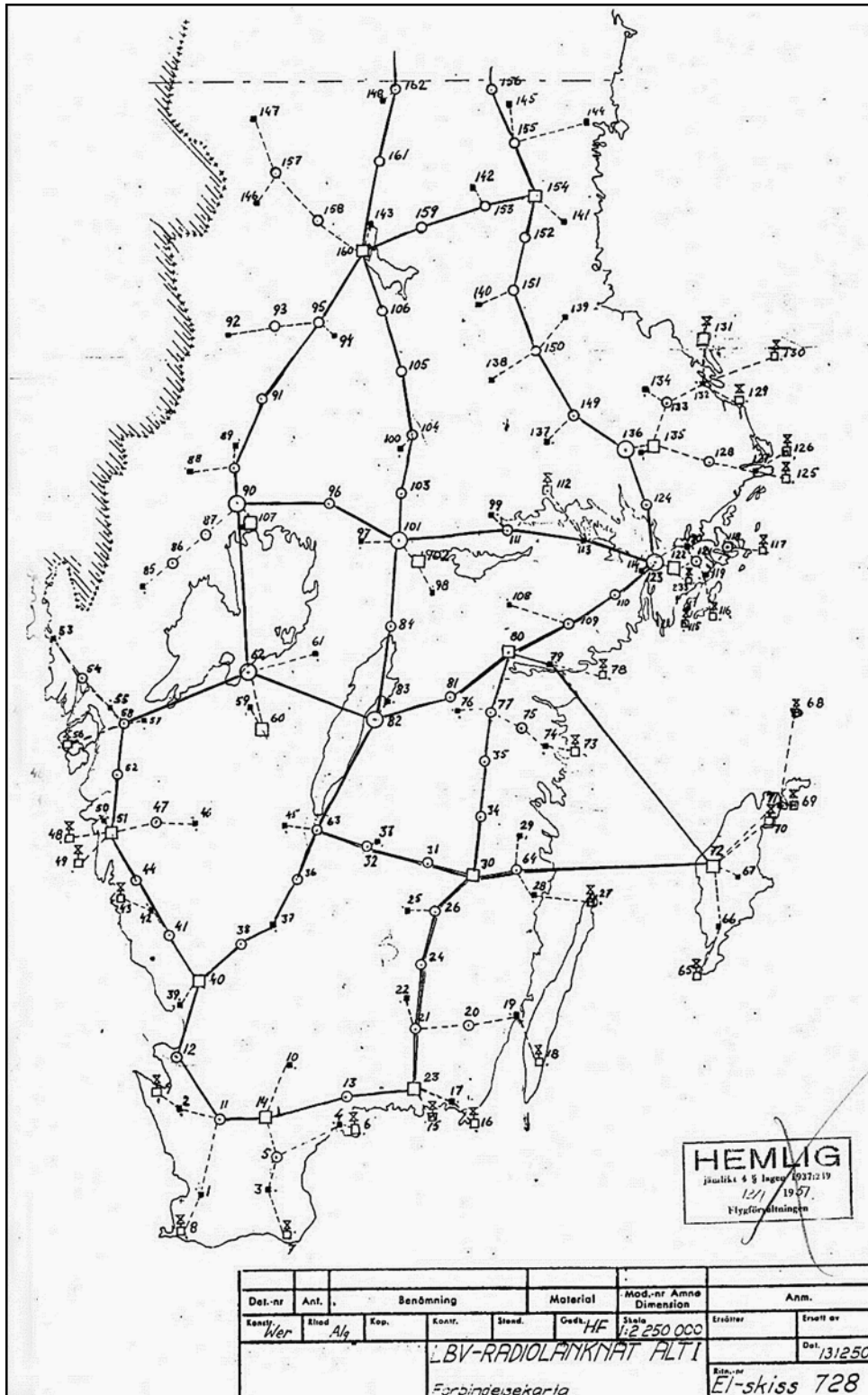
	Personal					Fordon			Anteckningar	
	Militär					Motor				
	KAPTENER	SUBOFF	OFF	FÖRHÖRER	ÖVR UBEFF	MENIGA	U N N A	BILAR M		MC
Kompon	1					1				
Kompostab										
Kompostdj			1			1				
Kommissarie				1		1				Tillika resförare
chef till förfogande					1	1				" bitr mtrlredog
Bilförare						2				
Expbitr						1				
Ordonnanser						2				
Personbil 4 p							2			
	1		1	1	1	5	9	2	2	
Komptross										
Kokchef				1		1				Tillika trosschef
Kockar						3	3			En tillika bilförare
Signalmek						1	1			Tillika bilförare
Biltek						1	1			" "
Kokbil 3 t								1		
Packbil 3 t								1		
Mtrlbil								1		
				1		5	6	3		
Lecplut										
Plutch		1				1				
Expch		2				2				
Rapportörer				2		2				
Katritare						2	2			En tillika bilförare
Analysningstelefonist						2	2			Tillika bilförare
Omottagare						2	2			" resförare
Rapportmottagare						6	6			
Expbuss								1		
Signalbuss								1		
Signalmtrlbil, 2 t								1		
Skåpbil								1		Länkstation
		3		2		12	17	4		
Lecplut										
Plutch		1				1				
Plutch stf			1			1				
Bilförare						1	1			
Medförare						1	1			
Personbil 4 p								1		
Mc									1	
En ls										
Luchef				1		1				En tillika bilförare
Luchef stf				1		1				" " res "
Observatörer						5	5			Cyklarna medföras på skåpbilen
Slåpbil								1		
Cyklar										2
				1	1	5	7	1		2
Ätta ls				8	8	40	56	8		16
		1	1	9	9	47	67	10	1	18
S U MMA:	1	4	2	13	10	69	99	19	3	18

## 5. Radiolänkutredning – förslag utbyggnad 1950

Utrednings- och planeringsskisser

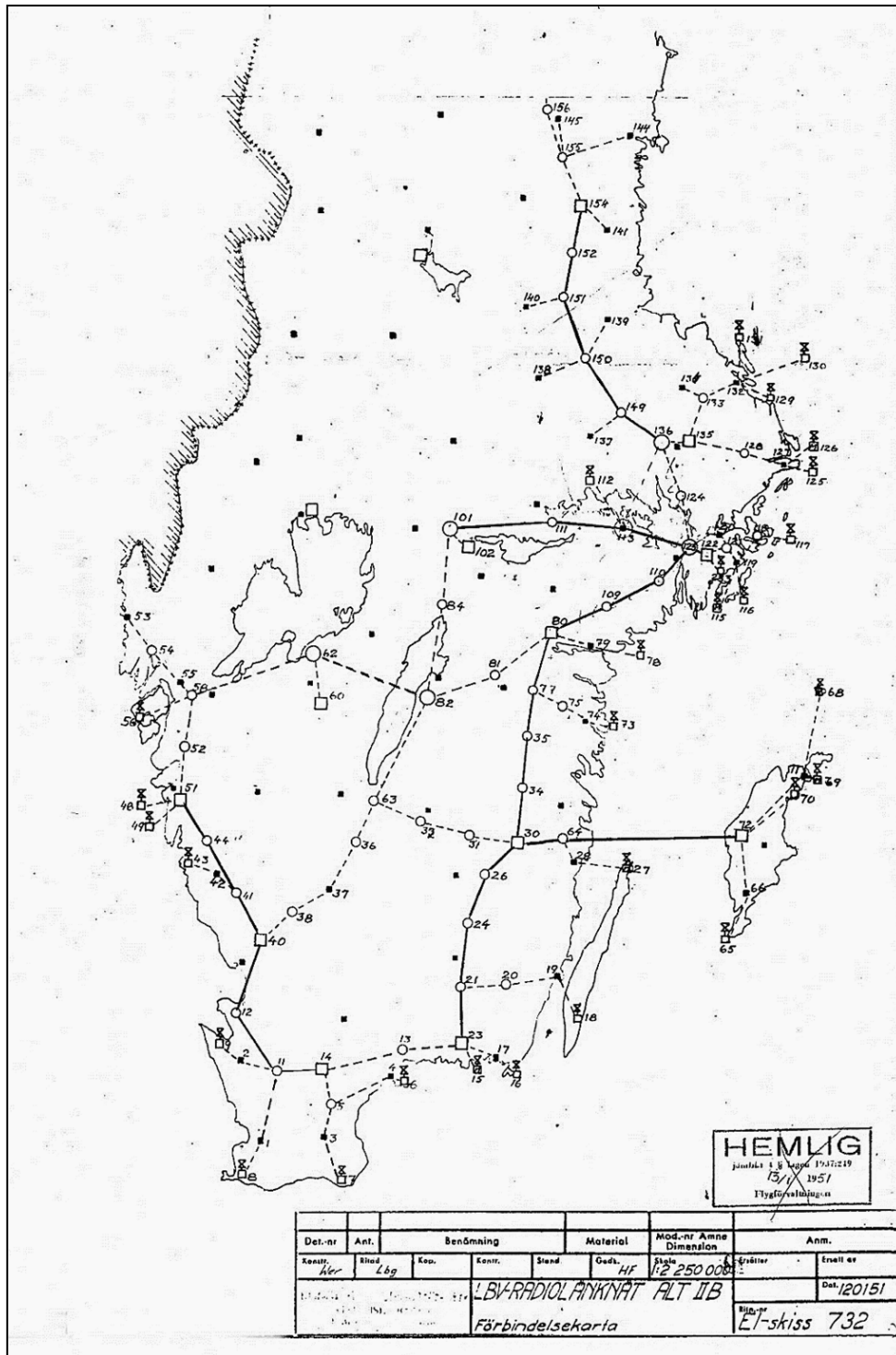


Tidig skiss på ett radiolänknät för luftbevakning och stridsledning samt med upl, flottiljer, flygfält och övriga abonnenter (odaterad – troligen från 1952-1953).



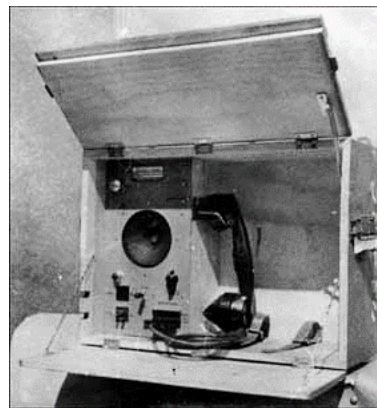
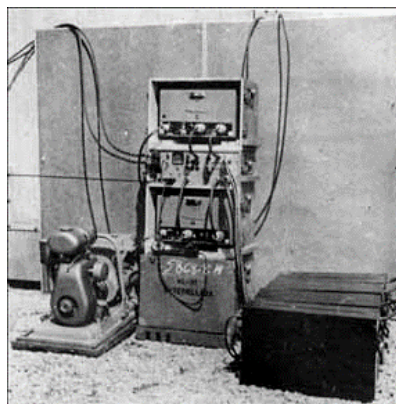
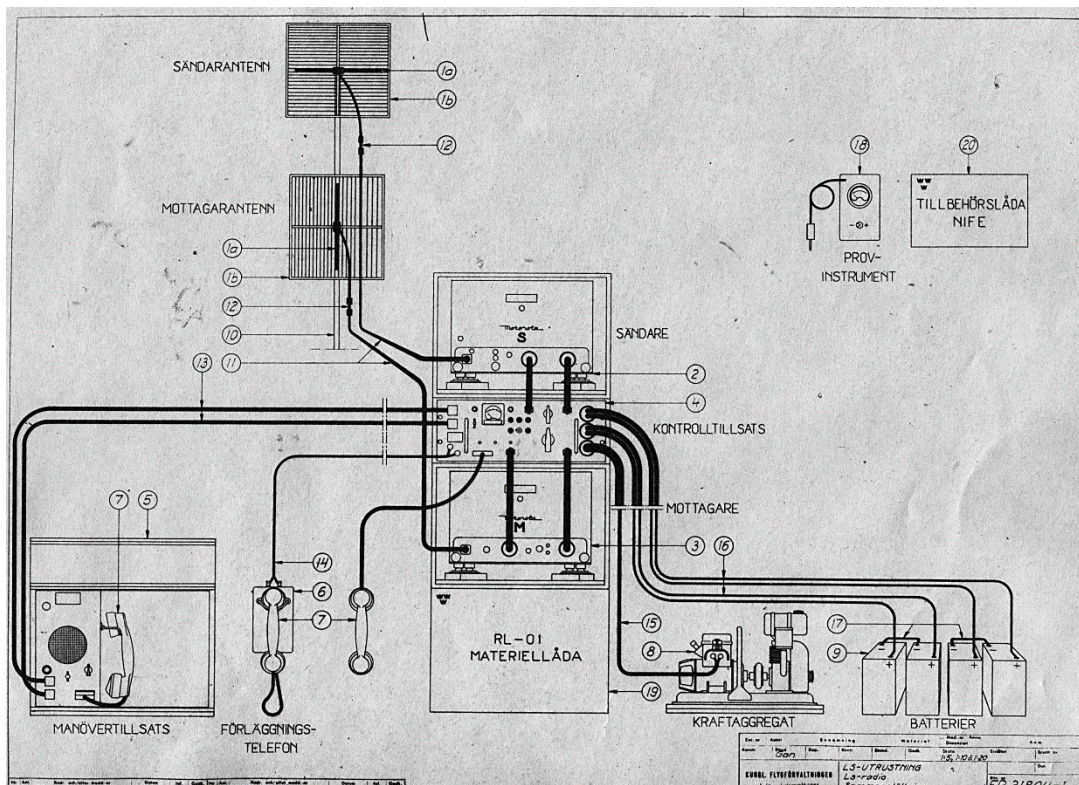
Förslag till utformning av luftbevakningens radiolänknät i utbyggnadsalternativ I.  
Förslaget inrymdes inte inom den avsatta ekonomiska ramen.



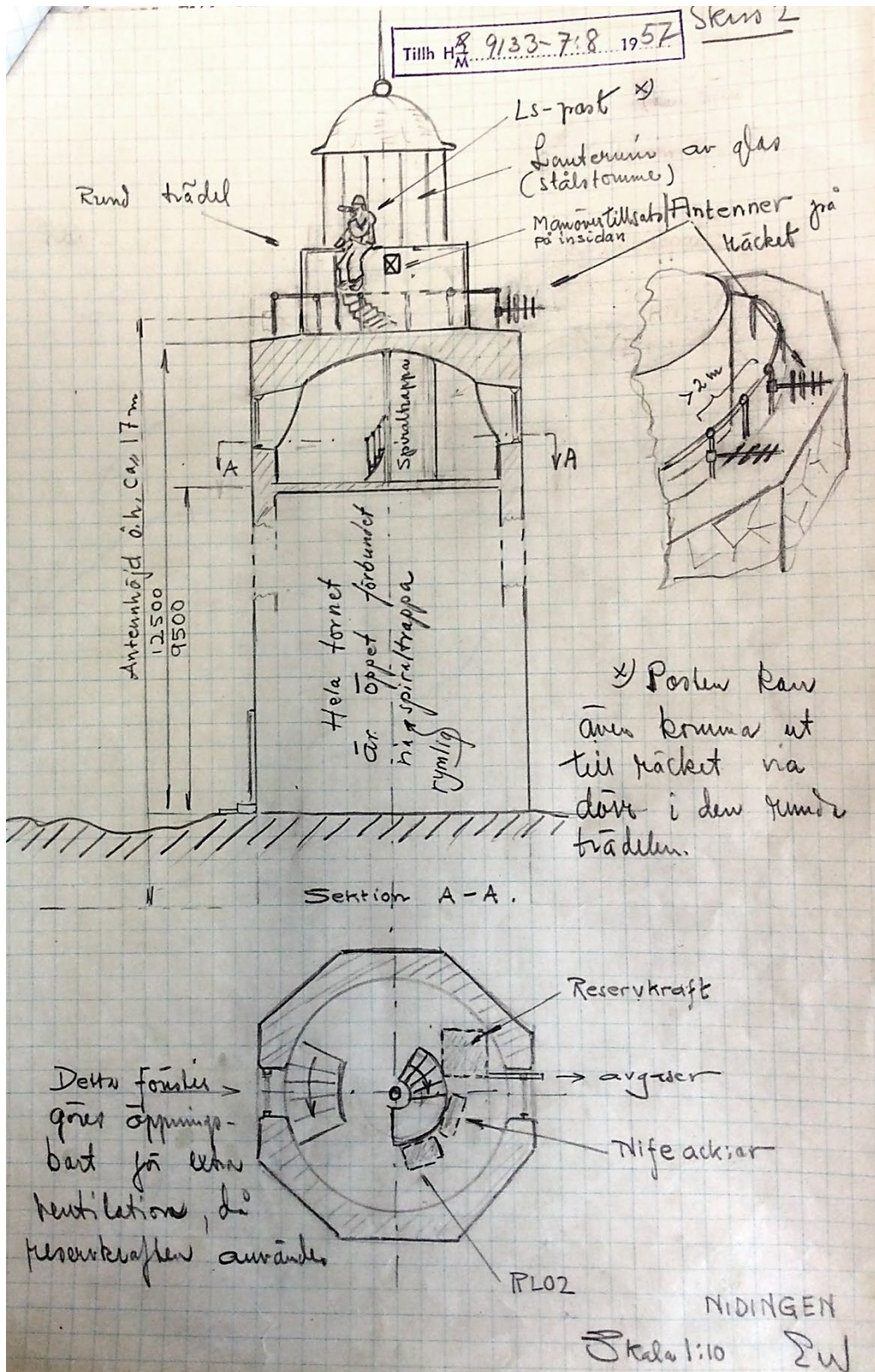


Förslag till utformning av luftbevakningens radiolänknät i utbyggnadsalternativ II B. Kostnaderna för detta alternativ låg i närheten av de avsatta ekonomiska medlen, men förslaget genomfördes inte.

Flygvapnets första radiolänkutrustning – lsradio m/50 (RL-01)

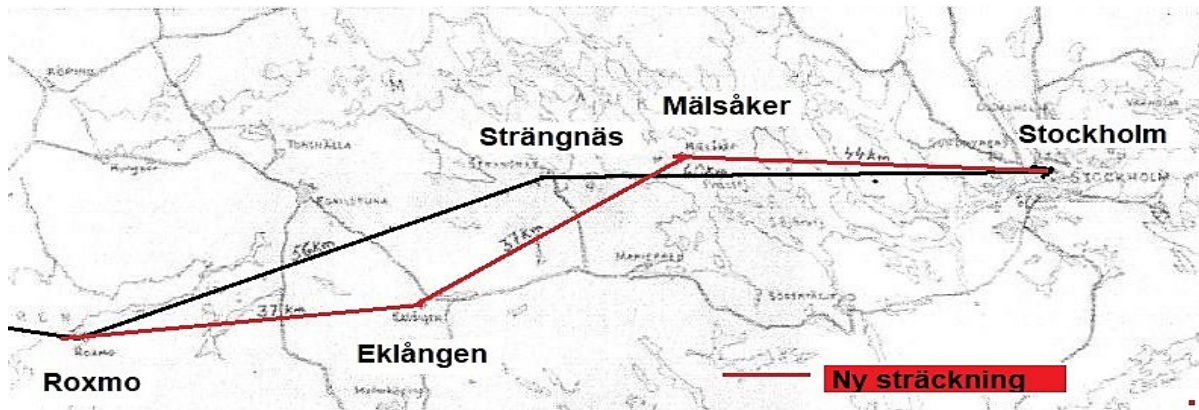


Flygvapnets RL-02 - planeringsskiss för Ls Nidingen 1957

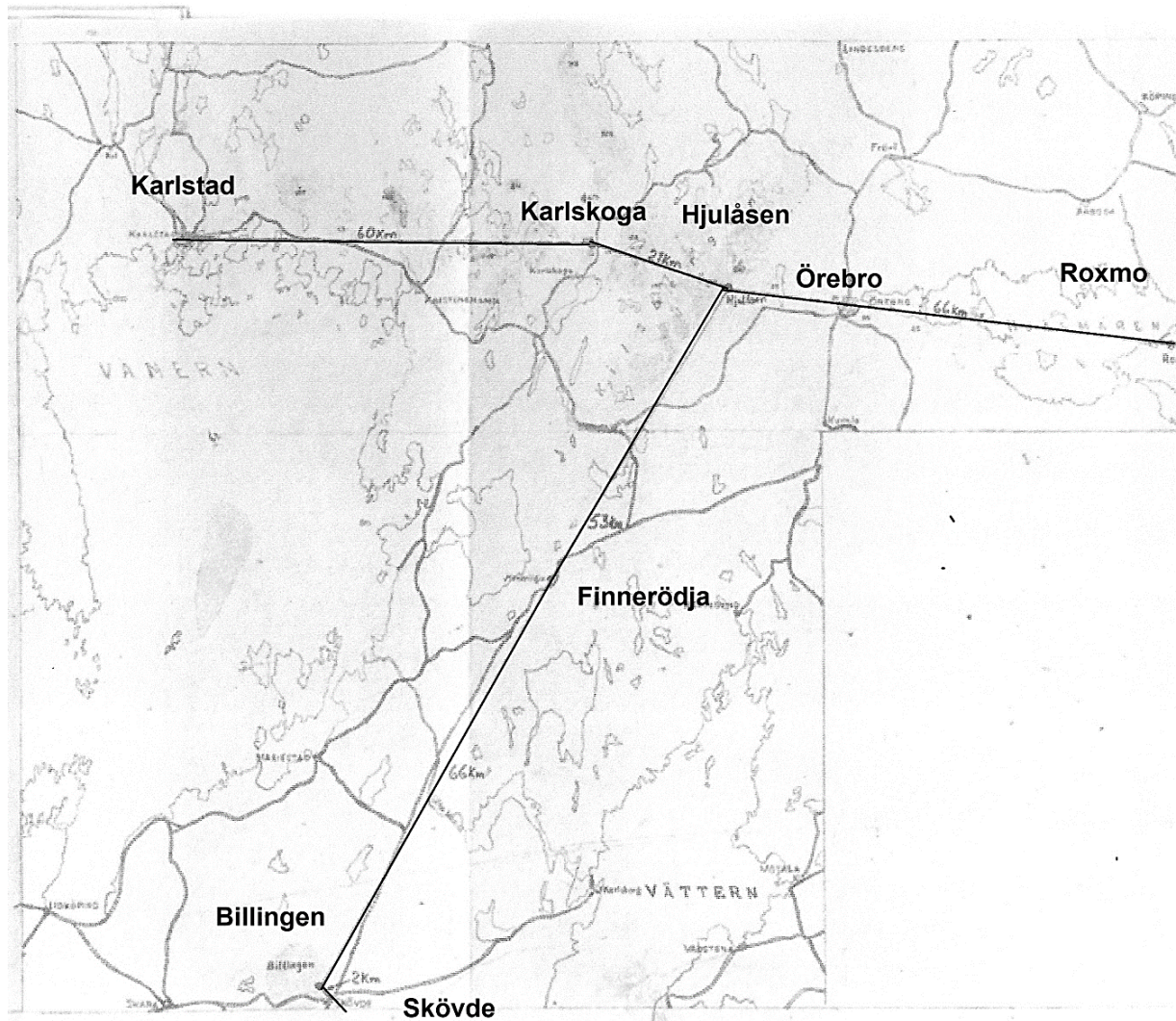


## 6. Nätstruktur arméförsök 1951 och 1952

1951 års försökssträckor byggs

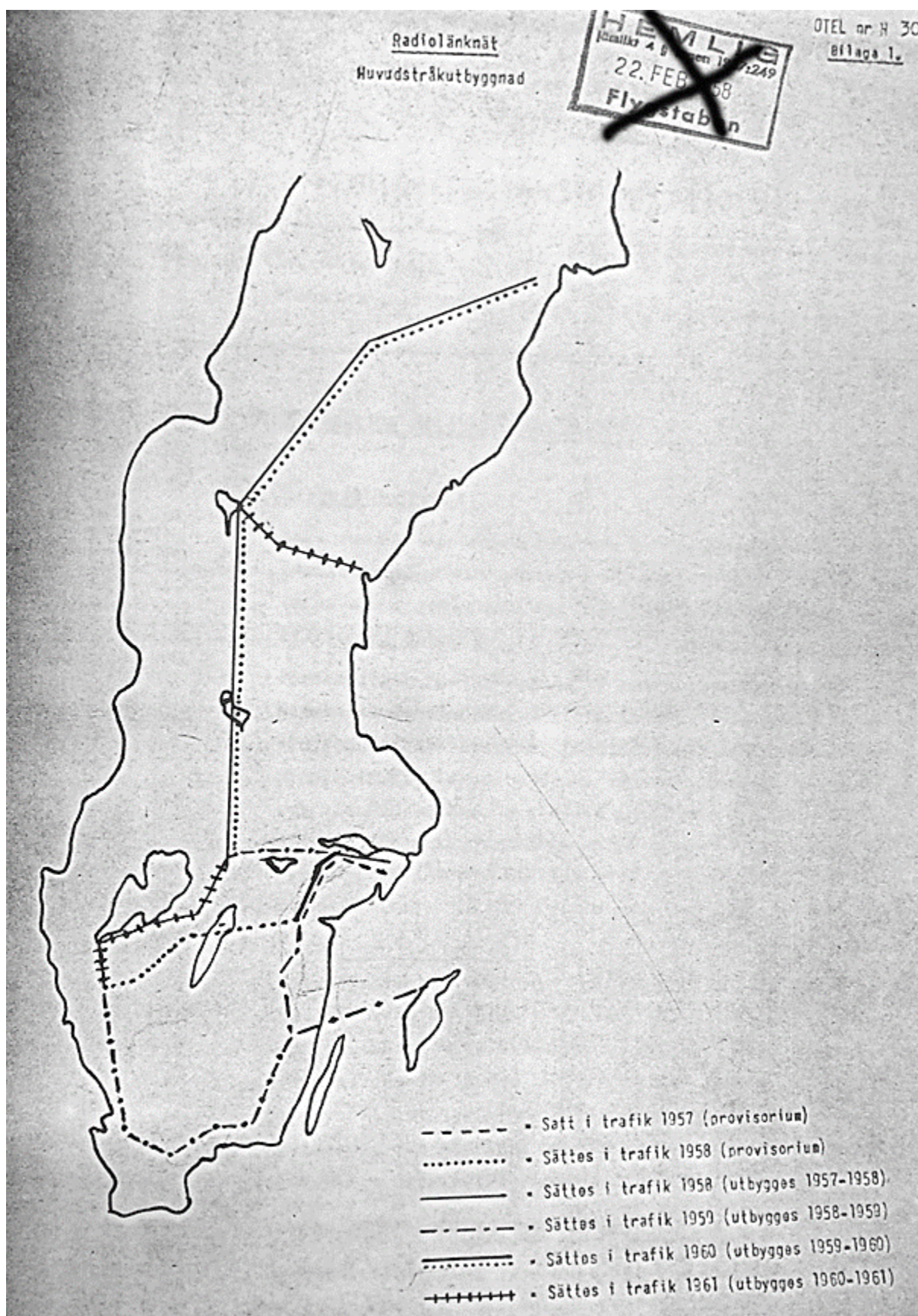


*Sträckan Stockholm-Roxmo*



*Sträckorna Roxmo-Karlstad och Hjulåsen-Skövde*

## 7. Nätstruktur 1958 med tillgänglig materiel 1960



Förteckning av tillgänglig materiel (utdrag ur FS/Tele skrivelse H63 601216)

1.4. Radiolänkutrustningar

1.4.1. Radiostationer

Benämning	Fq-område (MHz)	Ant kanaler	För överföring av	Anm
RL-02	163 - 166 171 - 174	1	tal	Max 3 utr kan parallellkopplas pga begr fq-utrymme. FM. Bistråksutr.
RL-14	280 - 330	12	tal	Bistråksutr FM
RL-41	1700 - 2300	12, 24, 60	tal	Huvudstråksutr PFM
RL-61	3600 - 4200	Broadband	bild	PP1-överföring AM
RL-62	3600 - 3900	"-	bild	Provutr i enstaka ex. FM
RL-X11	235 - 328,6	5	tal	Äldre utrustning som efterhand ersättes med RL-14
RL-X12	235 - 328,6	3	tal	- " -
RL-71	4400 - 5000	60	tal	Scatterlänk (1962)
RL-21	360 - 420	12	tal	Scatterlänk (1963)

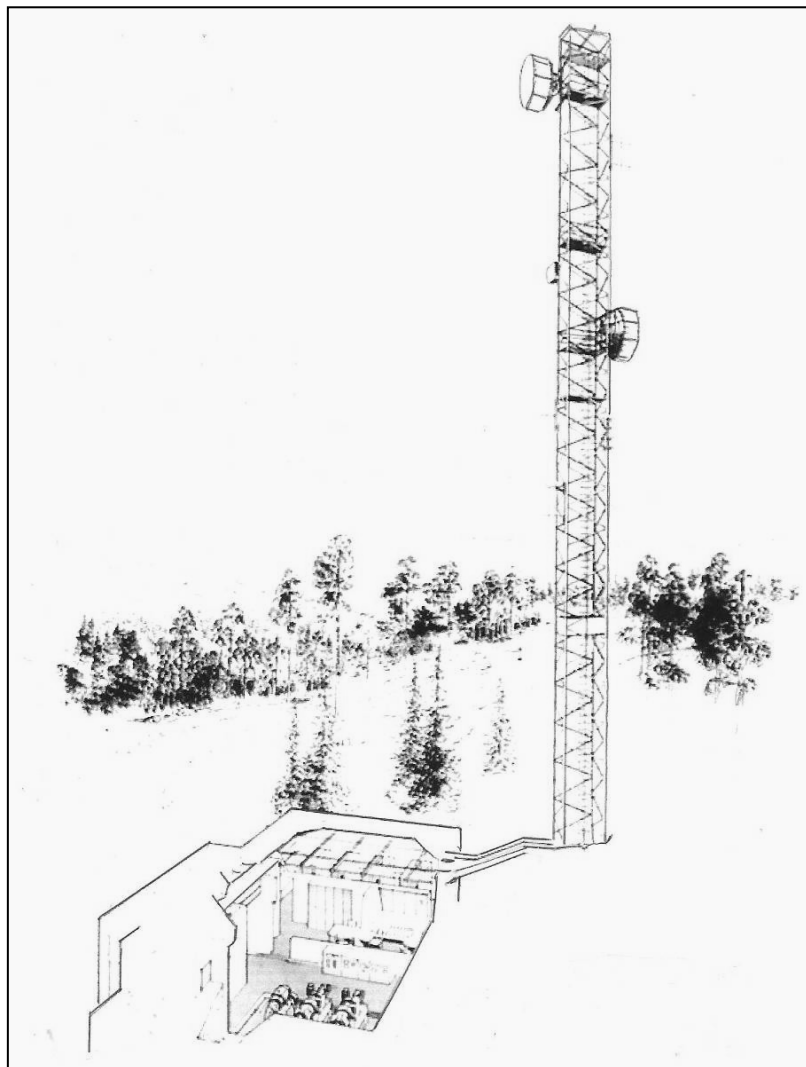
Anm: i tabellen anges att RL-21 är scatterlänk – det är inte korrekt.

1.4.2. Transmissionsutrustningar

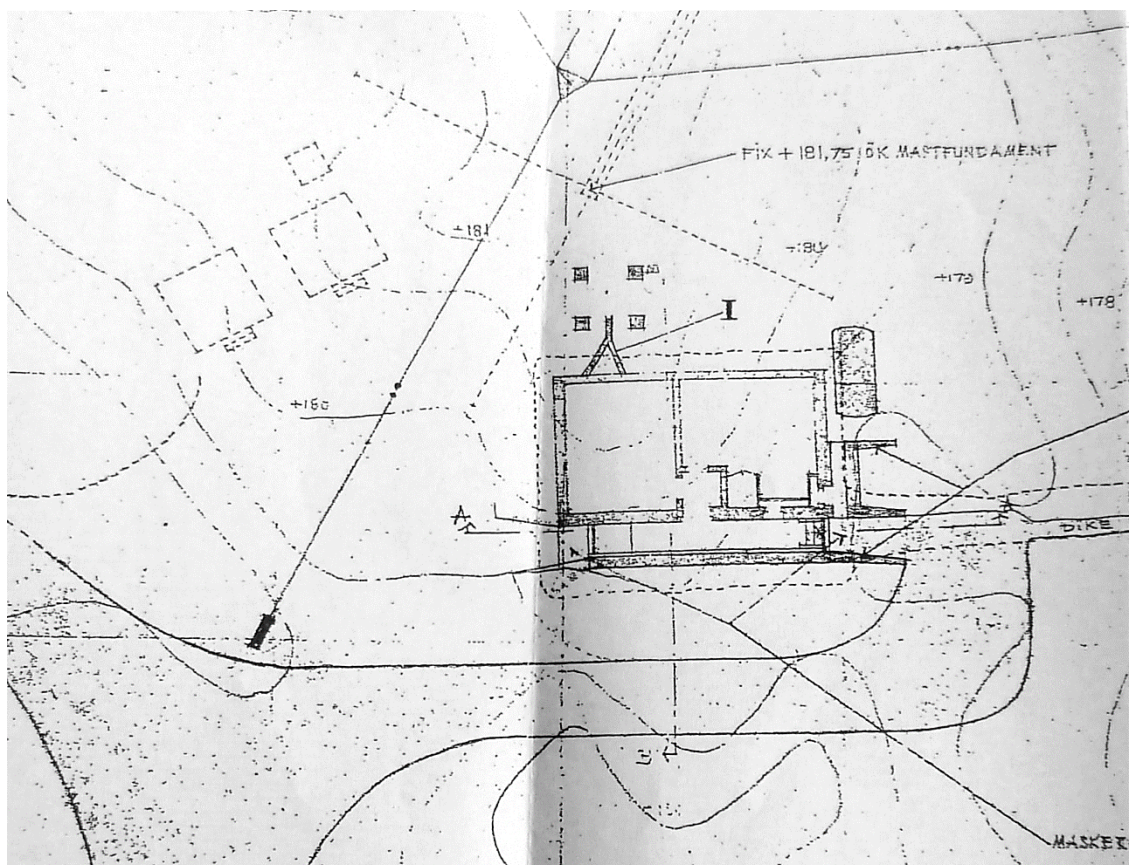
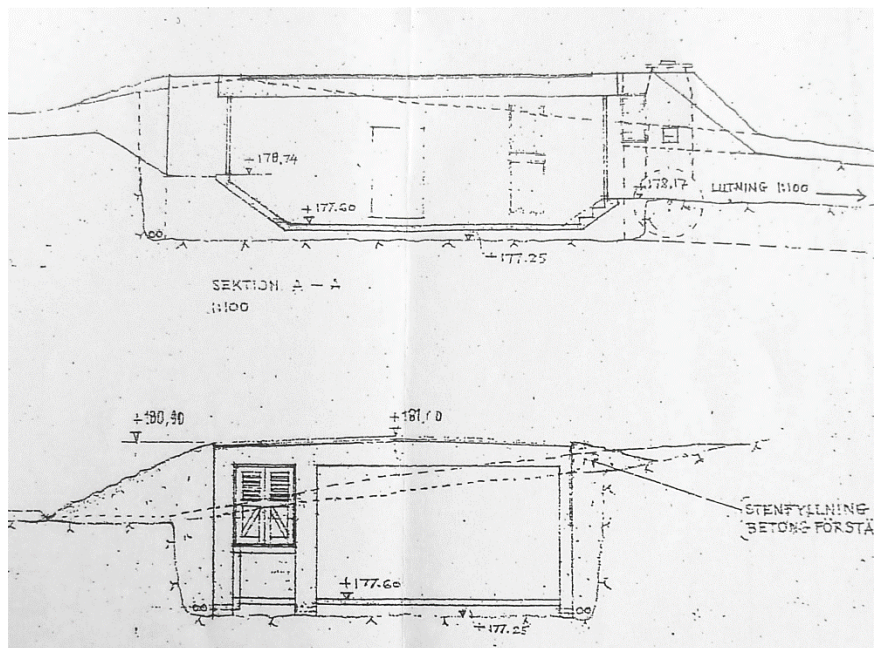
Benämning	Ant kanaler	Anm
TM-1	16 (tal)	Multiplexutr för bärfrekvens
TM-2A(B)	5 (12)(tal)	Multiplexutr för bärfrekvens
TM-3	24 (tal)	Multiplexutr för puls/tidmodulering
FK 40	-	Fjärrkontrollutr för länkstråk

## 8. Exempel på olika tidiga anläggningsutformningar i FFRL

*Exempel på relästation i radiolänknätet med teleutrustningen placerad i en delvis nergrävd bunker.*



Nedan framgår underlag från dåvarande anläggning (WX3) TANUM – relästation typ II



På ritningen ovan framgår även den tidigare WX3 stationen, televerkets träbyggnader (teletrustning med mastfundament och reservkraftsaggregat) med streckade linjer.





*Ingång till bunker.*



*Trappor ner från ingången*



*Telerum – RL borttagen.*



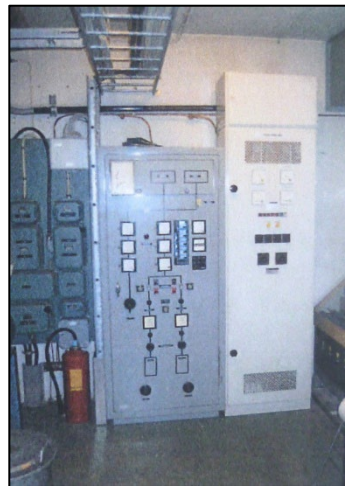
*Entré vid ståldörr*



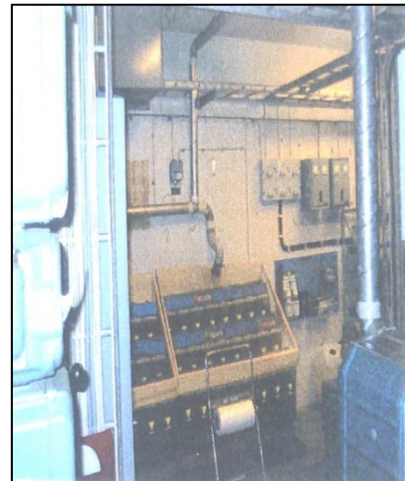
*Arbetsplats vid telerum*



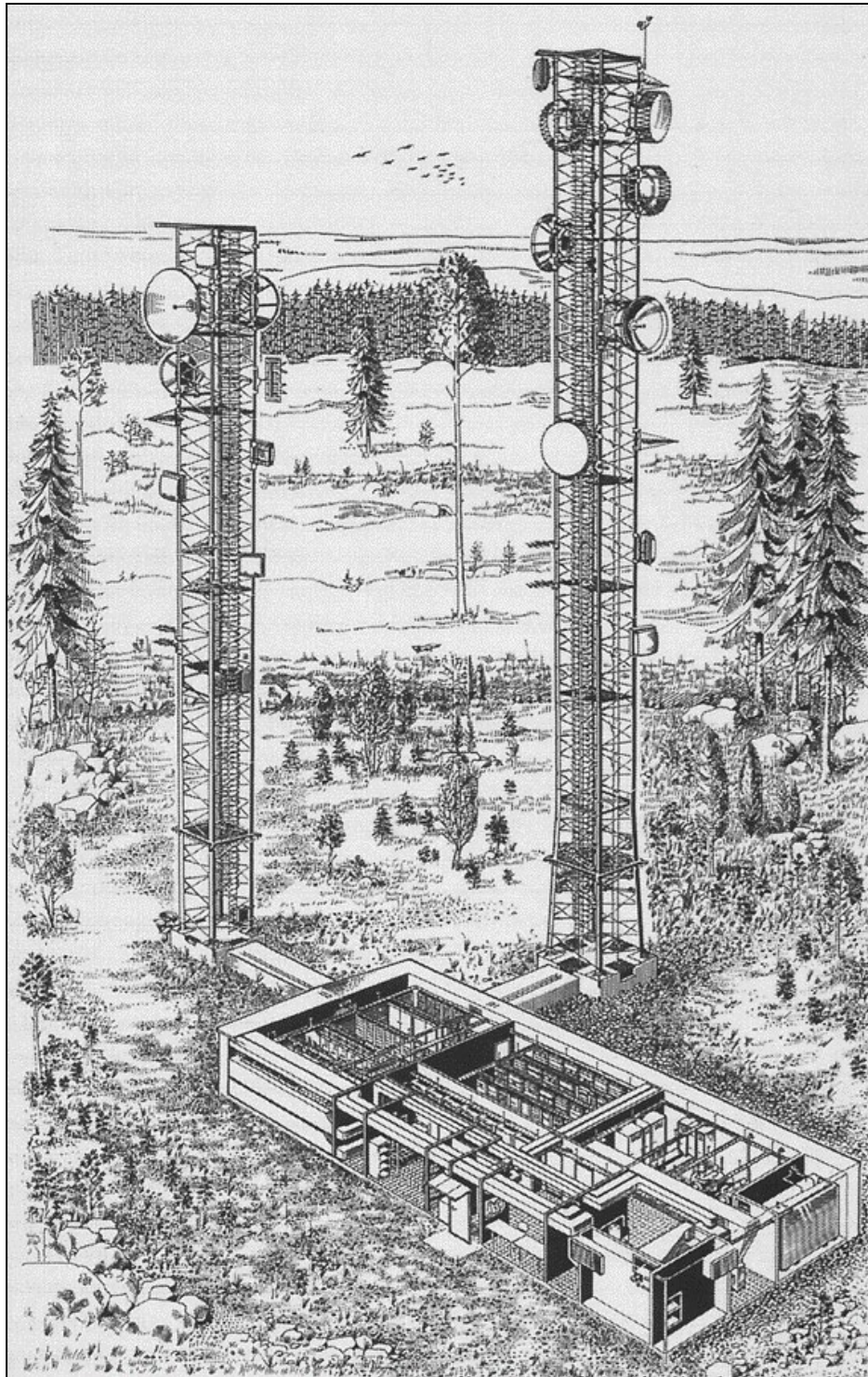
*Elkrafttrum med motorelverk*



*Elcentral*

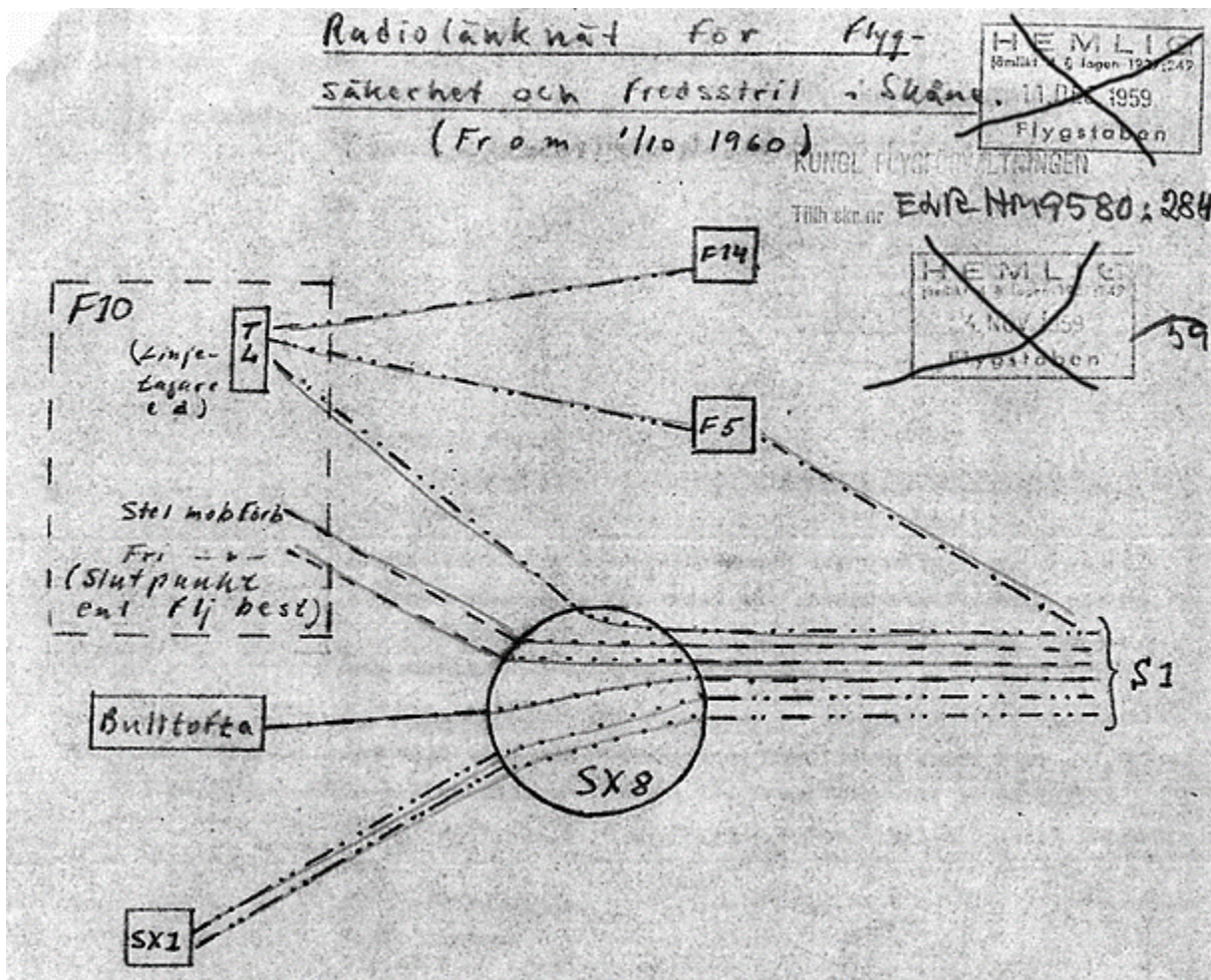


*Batteribackup*

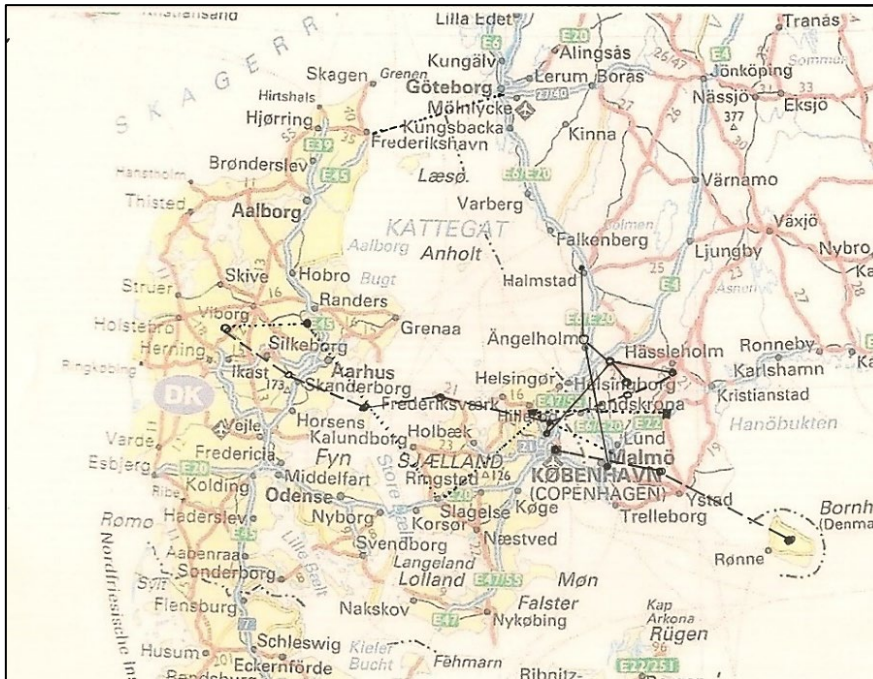


*Större knutstation i bunker och med dubbla antenntorn. Tornens höjd kunde uppgå till 60 m.*

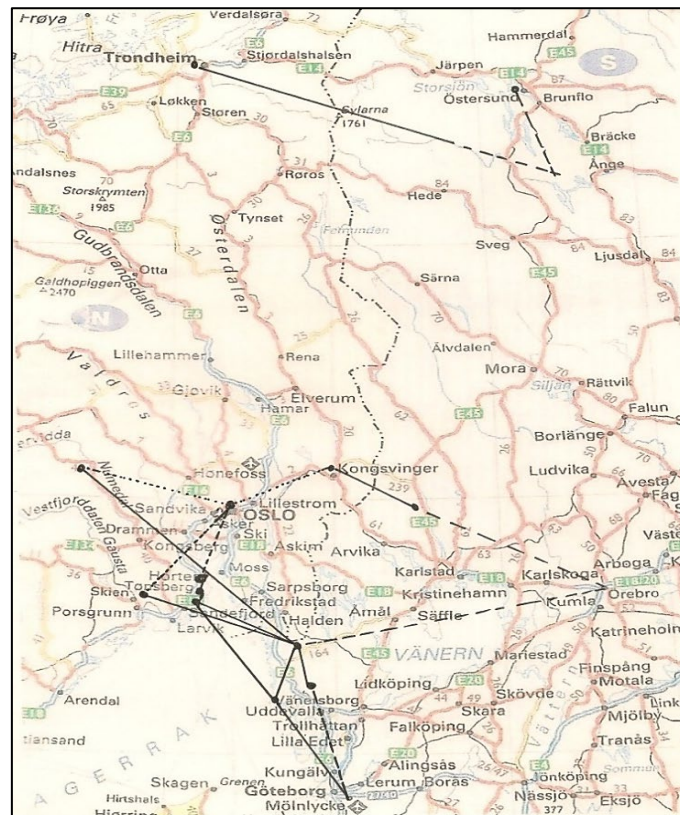
### 9. Radiolänknät för flygsäkerhet och fredsstril i Skåne 1960



## 10. Tillgängliga militära och civila nät i Danmark och Norge tidigt 1960-tal



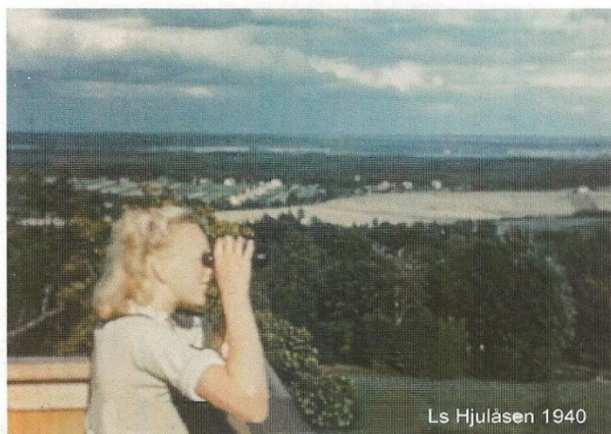
*I Danmark är civil utr. "prickmarkerad". "Sträckmarkering" i Danmark är transportabel militär utrustning. Enbart civil utr. från Aarhus upp till Fredrikshavn. Planering pågår med civil RL mellan Bornholm – Köpenhamn med relästn i Skåne.*



*I Norge är det enbart mil utr. (förbindelse Kongsvinger - Örebro utreds: det blir senare civil utr. Oslo via Kongsvinger och Karlstad för bl a television).*

## 11. Dokumentation av provnät relästation Hjulåsen, Finnerödja och terminal Karlskoga

Platsen besöktes 2016 och då visade det sig att Ls-tornbaracken (bottenplanet) var utbyggd och renoverad till en villa. Vi samtalade med ägaren som påpekade att det var Ls-barackdelen och visade på några kvarvarande trädetaljer från den tiden.



*Luftbevakning Ls Hjulåsen 1940 (Foto Bofors Lv-förening). Ombyggd Ls-barack Hjulåsen (Foto FHT 2016)*

Den nya placeringen vid Axsjöboda är troligtvis platsen där det nu finns en civil mobiloperatör. Det finns tecken (i form av betongfundament och mast) som pekar på att annan utrustning varit placerad där. I mastens närhet finns huset på bilden nedan.



*Axsjöboda (Foto FHT 2020). Mastfundament som nu återanvänds privat (Foto FHT 2020)*

### Karlskoga

Platsen för tornet besöktes år 2020 i ett försök att hitta spår och få platsen bekräftad. I rapporten från SiB står att det inte fanns någon körväg upp och att materieleet för baracken fick släpas upp. Trätornet var troligen tillverkat av träd som fanns på platsen. På höjden fanns det några platser som borde ha varit lämpliga för tornet med barack. Vid en av platserna fanns ett antal mossbetäckta stenar och när det tjocka mosslagret togs bort hittades bland annat rostiga rester av kaminrör och några flaskor där en hade det troliga årtalet "58" i botten. På platsen stack även en järnmarkeringspinne upp och är troligen lantmäteriets då tornet byggdes av dem.

Vid en jämförelse med underdelen på trätornet (på sidan 37) med bilden på den lilla höjden nedan så skulle platserna kunna överensstämma. Stenarna skulle kunnat ha utgjort underdelen av tornet.

Sikten västerut mot Karlstad måste ha varit perfekt för ett 24 m högt torn och det relativt korta avståndet till Hjulåsen bör också ha medgivit en bra signal kvalitet. Några tecken på fästanoordningar för staglinor kunde inte ses men marken var täckt av ett tjockt mosslager som försvårade sökandet.

Detta är troligen platsen för det som var en länkrelepunkt för den sista 60 km långa sista sträckan Stockholm – Karlstad.



*Bilderna överst visar höjden och stenarna som varit stöd för tornet. Bilderna nedan rostiga kaminrör som låg under mossan och en "markeringspinne". (Foto FHT 2020).*

## Finnerödja

Vid besök 2020 visade det sig att det f.d. brandtornet (Ls-torn) var rivet och endast betongdelar till dess fundament återfanns. Platsen var troligen den plats där radiolänkmateriel blev installerat – teknik som vid Hjulåsen. Strax bredvid sattes senare en separat mast upp – som nu är riven – med kvarlämnat fundament.



*Betongrester från f.d. brandtornet (Ls-torn. Betongfundament från den senare masten. (Foto FHT 2020).*