

# PROJEKT TR8000

Utveckling och anskaffning av radiosystem

Ra 180/480 med DART

Nils-Erik Vall



1996-12-18

## RADIOSYSTEM RA 180/480

Ra 180 och Ra 480 har anskaffats för att i första hand tillgodose sambandsbehovet inom arméns fältförband med höga krav på fungerande samband i svår telemiljö. Utvecklingen påbörjades i slutet av 60-talet med inriktning mot yttäckande system med god frekvensekonomi. Det kraftigt ökade telehotet tio år senare tvingade fram utveckling av ett nytt systemkoncept med integrerat text- och trafikskydd för tal och data.

Föreliggande dokument ger en något personligt präglad sammanfattning av den omfattande upphandlingsberedning och övrig verksamhet som ledde fram till anskaffning av systemet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	Sidan
Förord.....	3
1.0 Automatiskt Kanalval, Selektivt Anrop (AKSA) .....	6
1.1 Bakgrund .....	6
1.2 AKSA-systemet.....	8
1.3 Andra kanalvalssystem.....	9
1.4 MUR/S4 värdering av AKSA-konceptet .....	11
1.5 Verifiering av AKSA-funktionen.....	13
1.5.1 Försöksmateriel .....	13
1.5.2 Försöksplanering och genomförande.....	16
1.5.3 Resultat och erfarenher.....	20
1.6 Vad hände sedan ? .....	22
2.0 Truppradiosystem 8000 (TR8000) .....	25
2.1 Inledning .....	25
2.2 Projektering .....	26
2.2.1 Sincgars .....	26
2.2.2 Övriga system.....	28
2.2.3 Beslutsunderlag Steg 1.....	29
2.2.4 Industriutredning (Fas1).....	32
2.3 Övriga tekniska utredningar och rapporter.....	36
2.3.1 Transmissionsförlustens finstruktur.....	37
2.3.2 Egengenererad störning.....	40

2.3.3	Avsiktlig störning.....	41
2.4	Prototyputveckling Fas 2.....	45
2.4.1	Allmänna förutsättningar.....	45
2.4.2	Prototypbeställning .....	46
2.4.3	Uppföljning av Fas 2.....	49
2.4.4	Övrigt att beakta inför seriebeställningen.....	52
2.4.5	Serieoptionen.....	56
2.5	Seriebeställningen (Fas 3).....	58
2.5.1	Beställningens omfattning .....	58
2.5.2	Några kommentarer.....	59
2.5.3	Uppföljning av Fas 3.....	60
2.5.4	Ändringar initierade av FMV.....	62
2.5.5	Ändringar initierade av ERA.....	65
2.6	Leverans av radiomaterielen.....	69
2.7	Övrig verksamhet inom projektet.....	71
2.7.1	Antenner och räckvidd.....	71
2.7.2	Filter för samgruppering.....	74
2.7.3	Felkorrigering av data.....	76
2.8	Avslutande kommentarer.....	80
3.0	Dokumentförteckning.....	81
3.1	Dokument avseende AKSA.....	81
3.2	Dokument avseende TR8000.....	83

## FÖRORD

Den första gång jag kom i kontakt med truppradio och sambandsfunktionen inom ett fältförband var i början på 50-talet. Jag arbetade på FOA och vi hade fått uppdrag utreda skillnaden i räckvidd mellan sommar och vinter i övre Norrland. Vi disponerade några radiostationer Ra100, som vi byggde om till sändare och fältstyrkemetrar. Under ett par år travade vi omkring, mätte och registrerade fältstyrka, mestadels i samband med övningar. På ort och ställe var man lite tveksam till verksamheten. "Vi lägger oss ju alltid så vi hör varandra." Varför detta mätande? När vi senare fick tillgång till den då nyutvecklade station Ra12 blev intresset större. Föga anade jag då att jag senare i livet nästan skulle bli jagad med blåslampa, för att få fram ny materiel så att den stationen skulle kunna kasseras.

Det gick ett antal år och FOA fick uppdrag att göra någon typ av utvärdering av den nya truppradion som nu hette Ra140. Jag var inte alls inkopplad men den fanns på sektionen och jag studerade med förvåning detta mekaniska underverk. Den väckte också ganska allmänt viss munterhet. När jag senare på FMV fick lite mer information om de tekniska krav som fanns på den stationen med avseende på mått, vikt, förinställda kanaler mm, måste man nog beundra konstruktören. Samtidigt inser man att det är lätt att vara munter när man är okunnig.

Så i början på 70-talet blev jag inkopplad på det nya truppradiokonceptet AKSA, och blev där inledningsvis ansvarig för den tekniska utvärderingen, för att senare flytta till FMV som projektledare för truppradion. Det uppdraget hade jag fram till min pensionering 1992. Vid den tidpunkten hade några hundra stationer levererats.

Det tog således nästan tjugo år att utveckla den "nya truppradion", och under den tiden har det givetvis överallt skett stora förändringar. På sidan 5 har jag sammanställt de ändringar som förevarit i de beslutande nivåer som påverkat truppradion.

Även i tekniskt hänseende kan 20 år av upphandlingsberedning anses vara en oacceptabelt lång tid speciellt då med tanke på den snabba tekniska utvecklingen som det i olika sammanhang ständigt refereras till. Truppradiosystemet skulle kanske av det skälet kunna betraktas som

föråldrat innan det levererades. Detta är helt fel. Truppradion är enligt min uppfattning både vad avser system och komponenter en mycket modern produkt.

Efter min pensionering kom jag att medverka i en grupp, som arbetar för Försvarets Historiska Telesamlingar (FHT), med uppgift att samla in och sammanställa information om gammal materiel. I radiogruppen där jag deltar träffade jag nu på dessa gamla och nu kasserade stationerna. Nu visade det sig mycket svårt och och framför allt tidsödande att få tag i intressant information, utöver rent teknisk beskrivning.

Vid den här tidpunkten accepterade jag att försöka dokumentera den truppradioanskaffning jag medverkat i. Jag tänkte då att med utgångspunkt från en sammanställning av registrerade handlingar och dokument, som i sig ger bakgrunden, kortfattat söka kommentera och komplettera bilden.

Den uppgiften blev för svår, det finns alltför många dokument som på något sätt varit styrande för utvecklingen. Jag har därför valt att i nästan kronologisk ordning beskriva händelseförloppet, och där undvikit beröra många händelser som av olika skäl varit ytterst svåra att beskriva. Det har kanske i sin tur resulterat i en relativt allmänt hållen beskrivning över en fascinerande men ofta frustrerande verksamhet.

Jag har disponerat min redogörelse så att första kapitlet redovisar AKSA-systemet dvs det system som studerades under många år, men som måste läggas ned pga det kraftigt ökade telehotet. I andra kapitlet redovisas TR8000 eller frekvenshoppsystemet som från start varit indelad i tre faser. Det tredje kapitlet innehåller förteckningar över intressanta dokument, som kanske kan vara av visst intresse. Tidsmässigt gäller följande:

AKSA	Tekn, taktiska studier och försök	1970-76
TR8000	Fas 1 Systemutredning	1977- 80
	Fas 2 Prototyputveckling	1982- 86
	Fas 3 Serieproduktion	1987- 92
	Leverans	1992-95



## 1.0 AUTOMATISKT KANALVAL, SELEKTIVT ANROP

### 1.1 BAKGRUND

Under 50- och 60-talen hade Arméförvaltningen, dvs nuvarande FMV, anskaffat över 20000 sändtagare på UK-bandet (s.k truppradio). Nästa större anskaffning av denna typ radiomateriel var planerad att ske i början av 80-talet när Ra 12 stationerna skulle omsättas, och det var nu i slutet av 60-talet hög tid att besluta om inriktningen i stort för den anskaffningen.

Man bedömde säkerligen vid den tidpunkten att antalet funktioner som krävde radiosamband skulle fortsätta att öka, och förutsåg nog också att den ganska dramatiska utvecklingen på komponentsidan som förevarit skulle resultera i effektivare system både vad avser trafikala egenskaper och frekvensutnyttjande,

I det läget blev givetvis pågående utveckling i olika länder av stort intresse. Utvecklingen i USA under 60-talet syntes, att döma av rese-rapporter, som mest ha varit inriktad mot stora yttäckande, taktiska och sekretesskyddade sambandssystem (Mallard). Man diskuterade spread-spectrum, samt system utan knutpunkter och växelfunktioner som medgav en för flera funktioner gemensam användning av ett givet frekvensband.

Denna senare grupp som bl a benämndes Multiple Access Direct Address (MADA) var i detta sammanhang mycket intressant. Här fanns utveckling av system med såväl bredbandiga som smalbandiga transmissionskanaler. I litteraturen framhölls att de smalbandiga varianterna ger avsevärt bättre frekvensutnyttjande relativt ett konventionellt system. Endast i mycket stora system blir de bredbandiga systemen överlägsna (D 25,26).

Dessa frågor diskuterades givetvis inom arméns studiegrupp MUR/S4 och med CA hemställen hösten -67 tillskapades "Underlagsgrupp Samband" (FMV/FOA) under ledning av FMV i syfte att ge underlag för utveckling av sambandssystem för nivåerna brigad, fördelning och fo.

Detta resulterade i att FOA3 tillsatte en arbetsgrupp under ledning av P O Bergman, som 1969 presenterade sitt förslag -"AKSA, UK-samband



med automatiskt kanalval och selektivt anrop"- ett system som hade starkt släktskap med smalbandiga MADA-koncept. (03)

MUR S/4 kom därefter att studera, värdera och modifiera detta koncept under de följande åren. I slutrapporten 1972 redovisade man så stora fördelar med AKSA-systemet att MUR rekommenderade fortsatta tekniska studier och försök.

Under den här perioden genomförde FMV och FOA gemensamt ett flertal tjänsteresor för att studera utvecklingen på sambandsområdet i olika länder.(kap 3.1 27-36)

Av rapporterna från dessa resor framgår att man i Schweiz hade bildat ett konsortium ABZ (Autophon, Brown-Boveri och Zellweger) med uppgift att utveckla nästa generation truppradio. Arbetet påbörjades 1966 och målet var först ett bredbandssystem av typ MADA. Efter praktiska försök fann man, kanske helt naturligt med tanke på topografin i det landet, att flervägsutbredning medförde att bredbandssystem inte gick att realisera. Man hade börjat studera en smalbandig variant (benämnd SE225) som i princip var ett kanalvalsystem av typ AKSA.

Även i Tyskland pågick motsvarande utveckling. I början av 70-talet började vi få information från företaget Standard Elektrik Lorenz om ett kanalvalsystem för pansarförbanden benämnt SEM70.

Därutöver rapporterades pågående utveckling av Philips i Holland och Alcatel i Frankrike. Dessa system med arbetsnamnen FARAO respektive LIRSAC, bedömdes dock vara av mindre intresse för svenska förhållanden (duplex ?).

Sammanfattningsvis gällde alltså, att MUR med stöd av FOA tog fram och analyserade ett nog så detaljerat systemkoncept och rekommenderade detta. Samtidigt hade konstaterats att det i omvärlden inte fanns några andra koncept eller utvecklingslinjer av intresse, utöver normal teknisk utveckling av FM-UK radio. För FMV gällde således att ta fram tekniskt-ekonomiskt underlag för alternativen AKSA eller *konventionell radio*, samt givetvis övrigt underlag för den preliminära målsättningen och Steg1.

## 1.2 AKSA-SYSTEMET.

Truppradio (eller kanske mer talande "Combat Net Radio") utnyttjas inom arméns fältförband mest som orderkanal vid stridsledning. Det innebar oftast en relativt strikt hierarkisk nätstruktur. Under 60-talet förutsågs behov av bättre frekvensutnyttjande och även bättre trafikala egenskaper.

Grundtanken med AKSA var att tilldela ett visst antal individer (eller nät) ett relativt litet antal frekvenser för gemensam användning. Varje station tilldelades en adresskod, samt ett kanalpaket med tekniska förutsättningar att kontinuerligt avsöka dessa kanaler, samt att välja ledig kanal i paketet vid utgående anrop.

Detta bör givetvis resultera i ett bättre frekvensutnyttjande och även bättre trafikala egenskaper, om man i det begreppet lägger det faktum att varje abonnent inom systemets räckvidd kan nå alla abonnenter som är anslutna till kanalgruppen.

Med kunskap om att flera radiostationer med mycket låg trafikvolym ofta grupperas i samma fordon, kan antalet stationer minskas, om varje station kan lagra flera samtidigt aktiva adresskoder. Det kan minska kostnaden för anskaffning och bedömdes således som en attraktiv egenskap.

AKSA-principen innebär således helt teoretiskt ett i flera avseenden effektivare system. Man får en enklare frekvensplanering och ett system där godtycklig abonnent kan nå övriga abonnenter i den gemensamma kanalgruppen. (Ett telefonisystem utan växel eller basstation.)

Systemprincipen som den redovisas i FOA-rapporten är enkel och innebär att radiostationer som ej är inbegripna i samtal, cykliskt passar alla kanaler i en viss tilldelad kanalgrupp. Samtalsuppkoppling innehåller således på sändarsidan val av en kanal som med stor sannolikhet är ledig, samt sändning av adressinformation. Mottagaren låser automatiskt till den kanal där korrekt adress detekterats. Därefter avvecklas trafiken i vändbar simplex helt i överensstämmelse med ett konventionellt truppradio-system (Push to talk). Återgång till passning av de frekvenser som ingår i kanalgruppen sker viss tid efter det samtalet avslutats. I det svenska

AKSA-systemet skulle kanalgruppen, enligt den Tekniska Bestämmelsen (TB), innehålla 32 kanaler spridda över ett stort frekvensområde. Valmöjlighet mellan olika kanalgrupper samt möjlighet byta kanalgrupper i stationen, planerades vid en serietillverkning.

Passningstiden per kanal skulle vara högst 0,1 s. Man accepterade således en uppkopplingstid på minst 3,2 s i ett inledande skede. (Man förutsåg att den tekniska utvecklingen skulle medföra att den tiden kunde minskas avsevärt.) Under passningen skulle bli mottagen signalnivå lagras i ett trafiklägesminne. Den lagrade informationen utnyttjades för att välja kanal ledig kanal vid utgående anrop. Här fanns givetvis en viss risk för att den inte var ledig hos alla mottagare. Den frågan blev senare föremål för omfattande utredningar.

I systemet fanns också möjlighet att välja mellan olika typer av samband. Kortfattat enligt följande:

- \**Individsamtal*. Riktas till en individ och skall kvitteras med apparatsvar.
- \**Gruppsamtal*. Riktas till flera andra individer, som alla har ställt in samma, gemensamma anropsadress. Det kvitteras inte med apparatsvar.
- \**Medhörning*. Knyts till en grupp av abonnenter (i regel ett konventionellt nät). Anropen inom gruppen förväntas oftast vara individanrop, varvid övriga medlemmar skall kunna upptäcka och följa samtalet.
- \**Avlyssning*: Skall kunna ske av godtycklig adress.

För att säkerställa att alla dessa varianter skall kunna utnyttjas, skall minst tre aktiva adresser kunna lagras i stationen.

En fullständig definition av systemet framgår av den Tekniska Bestämmelsen.(19)

### 1.3 ANDRA KANALVALSSYSTEM

I andra länder pågående utveckling kom inte nämnvärt att påverka det svenska systemet, även om det under många år pågick en teknisk dialog mellan FMV och GRD efter det vi anskaffat viss försöksutrustning av SE225

SEM 70. Ett av skälen till att man i Tyskland valt att utveckla ett kanalvalssystem var enligt uppgift att man ville uppnå god frekvens ekonomi.

Man framhöll följande fördelar:

- \* Bättre frekvensekonomi genom random access.
- \* Upptagna kanaler undviks.
- \* Lokalisering försvåras genom att fast koppling frekvens-position saknas.

Man planerade att förse varje station med upp till 10 kanalpaket med 16 kanaler i varje. Ett av dessa paket väljs med omkopplare på frontpanelen. Mottagaren söker av alla kanalerna i gruppen på mindre än 0,3 s. Uppkopplingstiden blir därigenom ca 0,5 s.

Kanalvalet sker genom att mottagaren mäter mottagen signalnivå i samtliga kanaler omedelbart före sändstart. Sändaren väljer därefter den kanal som har den lägsta nivån.

Deltamodulation används och all sänd information överlagras modulo två med en pseudoslumpföljd, som kan väljas på 999 unika sätt. Vald inställning utgör även apparatens adress. Slumpsekvensen utgör däremot inget krypto, men innebär att mottagare med annan adress än den mottagna inte kan uppfatta talsignalen.

Stationerna återgår till passning efter 2 s uppehåll i sändning/mottagning. Man kan alltså snabbt komma ifrån en situation där man, p g a olika kanalbeläggning vid sändare och mottagare, gör ett mindre lyckat kanalval.

Man har eftersträvat ett handhavande som överensstämmer med en konventionell station, och kort uppkopplingstid. Endast gruppsamtal förekommer och givetvis endast en aktiv adress.

Med kanalvalsprincipen kan man enligt SEL vinna en faktor 3,5 bättre frekvensutnyttjande relativt fixfrekvensnät. För att realisera dessa vinster krävs dock en omfattande frekvensplanering,

Programmet var under den aktuella tidsperioden omgärdat med viss sekretess. Närmare insyn i projektet var inte möjlig. Det kan dock konstateras att man sökt bibehålla de ytterst enkla trafikala principer som gäller för ett konventionellt truppradiosystem.

SE225 AKSA-funktionen uppvisar stora likheter med det svenska systemet. Stationer som inte är inbegripna i samtal passar cykliskt alla kanaler i kanalgruppen, övervakar trafikbeläggningen och söker efter anrop.

Kanalgruppen innehåller 30 kanaler med 100 kHz separation och kanalgruppen täcker ett band av 3 MHz. Systembandbredden är 25 kHz varför det ryms 4 inbördes förskjutna kanalgrupper i varje 3 MHz-band. Totalt inom 30-87 MHz finns således 76 kanalgrupper. Orsaken till detta stela frekvensval har uppgetts vara att det medger(!) mekanisk avstämning av sändare och mottagare.

Egentligen finns bara individanrop, men det går att samtidigt sända anrop till max 9 individer. Förutsättningen för samtalsuppkoppling är att alla stationer ger kvittens som uppfattas av den anropande stationen. Om så ej sker, upprepas anropet på ny kanal, osv upp till max 15 s. (Senare infördes även gruppanrop enligt AKSA-modellen.)

SE225 medger tidsduplex, samt relätrafik med en station i reläpunkten. Detta blir möjligt genom att informationssignalen tidkomprimeras före överföringen för att åter expanderas på mottagarsidan. Tidkomprimeringen sker genom att talsignalen först digitaliseras (PCM) och sedan läses in i två alternerande skiftregister. Utläsning sker med dubbla datatakten varvid det bildas tidsluckor som utnyttjas vid duplex och relätrafik.

En ingående systembeskrivning återfinns i FOA3 rapport CH3360-E2 mars 73.

#### 1.4 MUR S/4 VÄRDERING AV AKSA KONCEPTET

MUR/S4 gav i sin delrapport 1971 en rekommendation avseende införande av kanalvals-system typ AKSA. Inför 1972 års utredning fick man uppdrag att fortsätta den jämförande värderingen mellan AKSA och konventionella system främst vad avsåg signalskyddet. Man skulle därutöver studera om tekniska landvinningar kunde föranleda omprövning av tidigare rekommendation.

Telehotet har alltså 1972 börjat få avgörande betydelse för systemvärde-

ringen. MUR/S4 utredning får dock på den punkten anses vara svårbedömd, då man i rapporten inte redovisar hotbilden på sätt som medger att skyddet kan värderas. Man synes även helt ignorerat av FOA framförd kritik gällande utvärderingen i 1971 års rapport (FOA H3233-0002 ).

I den ekonomiska kalkylen redovisar man att det rekommenderade alternativet erfordrar 5637 radiostationer om man väljer AKSA, medan ett konventionellt system kräver 7647 stationer. Materielkostnaden beräknas till 114,6 respektive 104,1 Mkr. Styckepris inkl. reservdelar enligt nedan.

	Bärbar	Fordon
AKSA	17,0 kkr	27,7 kkr
Konv. syst.	10,0 kkr	20,0 kkr

Man påpekar även att personalbehovet reduceras med 3000 man om man väljer ett AKSA-system.

I sammanfattningen av MUR S/4 rapport redovisas följande:

*Den utveckling av AKSA som skett sedan föregående rapport har ökat dess värde gentemot ett konventionellt system. Den signalspaningsvärdering som genomförts har visat att AKSA även inom detta område är överlägset ett konventionellt system.*

*En total jämförelse mellan AKSA och ett konventionellt system utfaller sålunda*

*att AKSA har bättre trafikavverkningsförmåga,  
att AKSA utnyttjar frekvensområdet bättre och  
att AKSA har bättre trafikskyddsegenskaper.*

*Härtill kan läggas att införandet av AKSA friställer personal och att kostnader för att införa ett eventuellt införande av talkrypto kan bli lägre i AKSA-systemet än i konventionellt system.*

*I gruppens huvudförslag - alt 2, AKSA - och -alt 5, konventionellt system är -alt 2, omkring 10% dyrare. Värdet av AKSA:s överlägsenhet över ett konventionellt system kan ej direkt översättas i kostnader. Gruppen bedömer dock att enbart AKSA:s trafik- och frekvenssegenskaper väl motsvarar den 10%-iga kostnadsökningen. Att AKSA har större motståndsförmåga mot telekrigföring är klart påvisat. I vilken omfattning motståndaren kommer att tillgripa telekrigföring är osäkert. Effekten av insatt signalspaning är svår att bedöma. Medan däremot är fullt klarlagt*

*att en måttlig insats av störning kan få förödande verkan på väsentliga funktioner, t ex stridsledning och elledning. AKSA:s signalskydds-egenskaper är därför ett ytterligare stöd för gruppens uppfattning att den 10%-iga kostnadsökningen, som införandet av AKSA i stället för ett konventionellt system, är värd sitt pris.*

***GRUPPEN FÖRORDAR DÄRFÖR INFÖRANDET AV AKSA INOM PRIORITERADE ENHETER, DOCK EJ TILL LUFTVÄRNS- OCH STORMFÖBAND.***

MUR/S4 har enligt givna direktiv utarbetat förslag till UTTEM för truppradio 80 som är mycket hårt styrt mot det AKSA koncept som studerats.

I bilaga 3.1.1.1 till MUR-rapporten finns en preliminär teknisk bestämmelse för radiostationer enligt system AKSA.

Med MUR S/4 studierapporter samt remissinstansernas yttrande som underlag lämnade MUR 1973 en rekommendation som bl a innehöll följande:

*Inför slutligt ställningstagande till utveckling av truppradiosystem 80 (Steg 1 ) bör tekniska studier och försök att verifiera systembestämmande parametrar i AKSA-systemet snarast inledas.*

FOA yttrande över MUR/S4 utvärdering var dock fortfarande rätt kritisk bl a gällande motmedelssynpunkter. (FOA3 H3464 0002)

Senare samma år fastställde CA, UTTEM för Truppradio 80. Den är relativt allmänt hållen i sin tekniska del och avviker i det avseendet kraftigt från det förslag som MUR S/4 utarbetat.(21)

## 1.5 VERIFIERING AV AKSA-FUNKTIONEN

### 1.5.1 FÖRSÖKSMATERIAL

Under den verksamhet som nu skulle genomföras gällde det att studera funktionen AKSA. Det gällde att snabbt utreda om automatiskt kanalval och selektivt anrop gav förväntade fördelar, och har förutsättning lösa sambandsuppgiften inom armens fältförband, eller om förestående omsättning av radiomateriel skulle ske med konventionella stationer.

Försöksutrustning fanns inte på marknaden och man valde att kalla den materiel som nu måste utvecklas för *studiemodeller*. Därmed avsågs, att man hade blygsamma krav på radiomässiga prestanda, mekaniskt utförande etc. Det var säkerligen ett ekonomiskt-tidsmässigt bra beslut, men innebar givetvis vissa begränsningar under försöksverksamheten. (Det beaktades inte i tillräcklig grad under genomförandet av försöken.)

Anskaffningen var väl förberedd. En Teknisk Bestämmelse för AKSA materielen hade tagits fram i början av 1972.(19) Den hade under hösten överarbetats och anpassats till den målsättning MUR utarbetat. (Den i mars -73 fastställda UTTEM gav utvecklingen betydligt större frihet, vilket givetvis inte kunde utnyttjas. Anbudsförfrågan var ju redan utsänd.)

Medel för anskaffning, och för den verksamhet som måste genomföras före Steg1, totalt 3 Mkr hade beviljats. (17)

Fortsatt vidareutveckling till en serieprodukt var kostnadsberäknad till 5 Mkr (!)

För serieanskaffning fanns i planerna 186,5 Mkr.

Anbudsförfrågan avseende utveckling och tillverkning av 5-15 studiemodeller utsändes 72-12-28 och resulterade i anbud från: SRA, SRT, PEAB, AGA och SATT.

Anbudet från SRA innehöll en lågprisvariant. TB krävde att frekvenserna i kanalpaketet skulle kunna väljas inom ett 10 MHz brett band, medan SRA föreslog 10 kanaler inom 1 MHz band. FMV accepterade, och därmed undgick SRA systemet att utsättas för transmissionsförlustens frekvensberoende, som innebar att kanalpaketets frekvenser får olika räckvidd.

Enligt TB skulle 3 aktiva adresser finnas i mottagaren. SRA systemet medgav 7 adresser. Även detta accepterades tyvärr av FMV.

FOA hade fått uppdrag genomföra anbudsvärderingen, och fann att endast SRA och PEAB uppfyllde TB krav. FOA förordade PEAB.

Under 1973 erhöll FMV, efter förfrågan, även en offert från ABZ i Schweiz omfattande 4 st stationer SE225 (labmodeller) samt div kring-

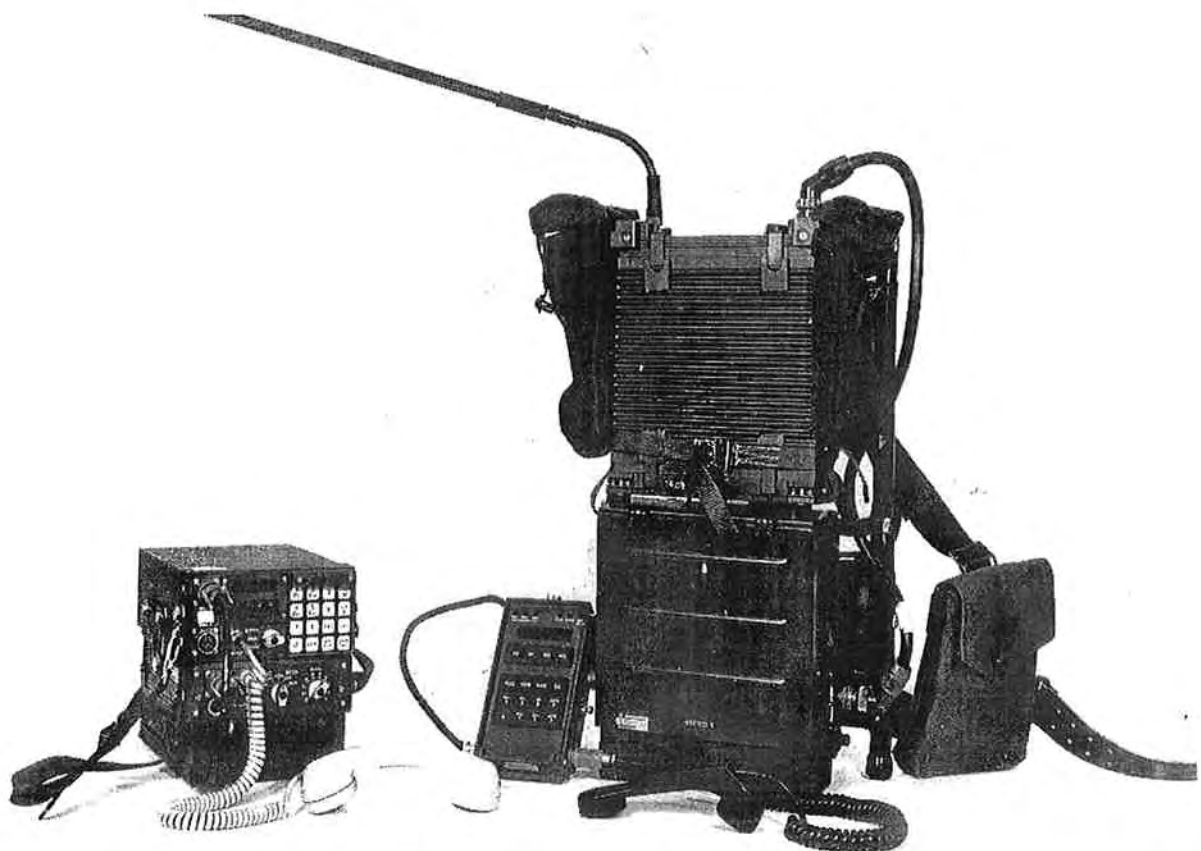


utrustning och utbildning till en kostnad av 1,2 Mkr. Materielen som inte kunde brukas utanför ett lab bedömdes ha mycket intressanta egenskaper och beställdes 1973 med leverans 1975-06.

I juni 73 best:	10 stn från PEAB.	Kostnad	0,810 Mkr	Lev.75-02..	05
"	" 20 stn från SRA.	"	0,757 Mkr	"	74-12
nov 73	" 4 stn från ABZ.	"	1,215 Mkr	"	75-06

Viss leveransförsening förekom, dock inte så att planerade försök påverkades.

Utförandet av SRA och PEAB studiemodeller framgår av figur 1. FMV tog också fram en liten skrift som förklarade AKSA-funktionen samt beskrev handhavandet av PEAB och SRA stationerna.



SRA

PEAB

Figur 1

Studiemodeller

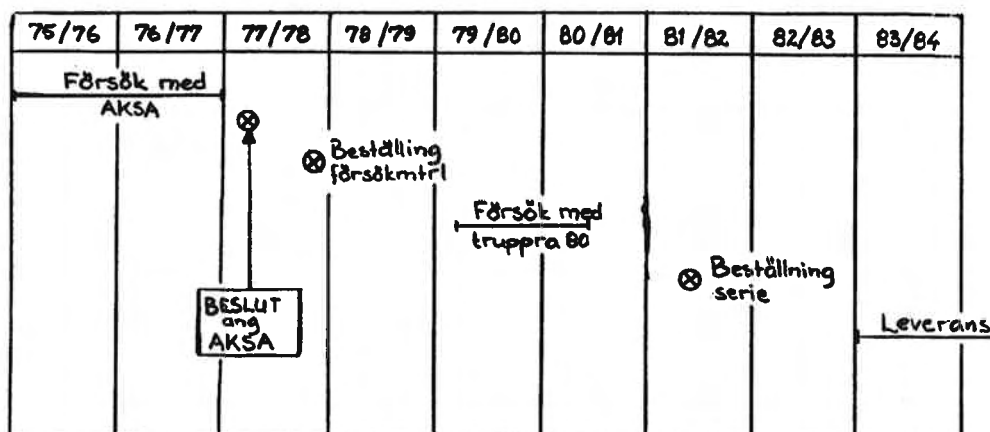
PEAB hade valt en standard sändtagare producerad av Philips i Holland. AKSA funktionen realiserades med mikroprocessor och lämplig mjukvara. Tillsatsenheten var tyvärr ansluten till radion med en tjock och otymplig kabel. I övrigt ett driftsäkert system med goda prestanda..

SRA hade valt sin tidigare utvecklade polisradio (PN 71). AKSA-funktionen var realiserad med diskreta IC kretsar. Dålig driftsäkerhet, men kanske trots allt en studiemodell. 1 watt uteffekt och förmodligen dåligt anpassad antenn gav stationen en begränsad räckvidd.

Det schweiziska systemet SE225 testades under en kortare period av FOA men kom aldrig att provas i praktisk drift.

### 1.5.2 FÖRSÖKSPLANERING OCH GENOMFÖRANDE.

Efter beställning av försöksmaterielen pågick planering och genomförande av försöksverksamheten under perioden 1973-76 dvs fram till planerat AKSA beslut (fig 2). Utöver FMV, med projektledare Per-Axel Jakobsson, deltog FOA3 och försöksavdelningen vid StabSbS under ledning av Gösta Carlson resp. Lars Lewander.



Figur 2 Den äldsta återfunna tidplanen för AKSA-systemet.

StabSbS ansvarade för planering av truppförsöken och deltog i dessa, samt genomförde utbildning av all berörd personal. Försöken, som benämndes grundläggande försök, genomfördes och avrapporterades av de olika truppslagen.

FOA fick under aktuell tidsperiod successiva beställningar från FMV med följande innehåll:(sekundäruppdrag tot 1,3 Mkr).

- \*Medverka vid uppföljning av lagda beställningar (inkl SE 225 i Schweiz)
- \*Genomförande av leveranskontrollen.
- \*Utveckling av mätmetodik samt framtagning av instrumentering lämpad för teknisk utvärdering. Medverkan under alla försök.
- \*Utvärdera för och nackdelar med AKSA jämfört med konventionellt system.

Truppslagen, där den egentliga verksamheten genomfördes, hade alltså den mycket svåra uppgiften att försöka fastlägga om AKSA hade "bättre egenskaper än ett konventionellt system." Enligt CA försöksorder från 1974 skulle bl a följande frågor besvaras under försöken.

*1 Ger AKSA-systemet sådana trafikala egenskaper att en stabs trafik-behov kan lösas med reducerat antal stationer? Är den tilldelning som föreslås i MUR/S4 rapport 72 lämplig? Eventuella förslag till justeringar av tilldelningen.*

*2 Kan en AKSA-utrustning utnyttjas för trafik direkt av en stabsmedlem efter kort instruktion?*

*Krav på utbildningstid för handhavande.*

*Bedömd utbildningstid för fullständigt upprättande och handhavande av AKSA.*

*3 Krävs särskilda åtgärder för att täcka "skarvar" emellan AKSA och konventionellt system ?*

*4 Upplevs AKSA utrustningen som enkel eller krånglig att handha av stabsmedlem? Av signalist ?*

Något olika frågelistor synes ha förekommit, men generellt måste man nog påstå att studiemodellerna inte var konstruerade för den ingående granskning som svar på av dessa typer av frågor förutsatte.

FOA uppgift får väl anses ha varit "tekniska studier och verifiering av systembestämmande parametrar". Den uppgiften bedömdes inte möjlig att lösa enbart under de grundläggande försöken. Man beslöt därför att även simulera trafikavvecklingen i ett givet nät, och med praktiska försök kontrollera simuleringsmodellens giltighet.

Inledningsvis valdes ett hierarkiskt uppbyggt nät innehållande 18 stationer. Med antagna värden på anropsintensitet, medelsamtalstid och med viss sannolikhetsfördelning för trafikvägar, simulerades en slumpgenererad trafik inom nätet. För varje station hade man också tagit fram trafiklistor med utskrivnen text, avsändningstid, samt mottagarens adresskod. Texten bestod av kryptogrupper.

Under en serie försök som benämndes *Styrda försök* eller *Trafikförsök* genomfördes praktiska prov där denna kryptotrafik avverkades. I ett speciellt program, där SRA-AKSA:s egenskaper inprogrammerats, kunde därefter förväntad trafikavveckling studeras, och jämföras med praktiskt erhållna resultat. Tanken var givetvis att gå vidare och simulera trafiken i aktuella nätkonfigurationer. (Därav blev intet)

För de grundläggande försöken utvecklades vid FOA en mätteknisk apparatur, där all information i stationernas mätuttag kunde registreras och utvärderas med hjälp av framtagen programvara. Avsikten var givetvis att studera om stationerna fungerade och gjorde korrekta "AKSA-beslut".

Den totala trafiken i näten övervakades av en minidator ansluten till en AKSA-station i ständig passning. Datorn, en PRIME, monterad i 19" rack fyllde tillsammans med all kringutrustning en sk 620 buss. (Under den aktiva tiden benämndes anläggningen MOJE.)

Sammanfattningsvis ingick således följande tre moment i utvärderingen:

- \* Grundläggande försök utförda av de olika truppslagen.
- \* FOA uppföljning av trafiken under de grundläggande försöken.
- \* Jämförelse mellan simulerad och under trafikförsök avverkad trafik.

FOA var således relativt väl förberedd när studiemodellerna levererats och kontrollerats under 2:a kv 1975. Det får nog anses gälla för övriga

deltagare när övningen startade v521 i Älvdalen.  
Följande försöksprogram genomfördes under 1975/76

1 ArtSS, Älvdalen	Vecka 521-523 , 621-623
2.SE-225, Schweiz	" 527,528
3.Trafikförsök Marma	" 531,532
4. LvSS, Uppland	" 533
5. PS, Skövde	" 548
6, Trafikförsök, S1 Uppsala	" 549,550
7. InfSS, Kvarn	" 604
8. Trafikförsök Eksjö	" 613
9. Störförsök Gryttjom	" 615
10,InfSS, Eksjö	" 617
11.Trafikförsök Marma	" 620

All denna försöksverksamhet krävde givetvis utbildning. Den blev dessutom mycket omfattande då varje delförsök genomfördes med helt ny personal.

StabSbS gjorde här en stor insats. Det kan inte ha varit lätt att under kort tid lära 30-40 personer att förstå och handha två olika AKSA-system. Därutöver visade det sig relativt ofta att de snabbutbildade personerna var instruktörer, som i sin tur utbildade de signalister som deltog i övningen.

Utan överdrift kan man påstå att hela verksamheten genomfördes med en, i förhållande till materielens ergonomiska utförande, otillräckligt utbildad och övad personal. Detta borde ha beaktats vid utvecklingen av studiemodellerna. Normalt är en truppradio enkel att handha. Behovet av utbildning och övning var nog en överraskning.

De grundläggande försöken genomfördes under en typ av övningar som ingick i den för värnpliktig personal normala utbildningen. Det var således primärt inte sambandsfunktionen som skulle övas. Det var snarare så att utbildningsresultatet var helt beroende av ett perfekt fungerande samband. Det förekom omfattande förberedelser, men i regel valde man ut några nät som tilldelades AKSA utan att därför ändra gällande trafikrutiner. Därmed hade man bara att kämpa med studiemodellernas bristande tekniska prestanda och dåliga ergonomi.

Det blev givetvis bättre med tiden. I maj 76 konstaterade InfSS följande: *En övergripande och rättvisande uppfattning om AKSA-systemet i förhållande till det konventionella systemet för infanteriets del kan ej erhållas om försöken begränsas till hanteringsmässiga och tekniska funktions- och kommunikationsprov inom ramen för idéerna för nuvarande sambandssystem.*

Artilleriet var (och är) nog det truppslag som krävde yttäckande samband. Här upptäcktes snart att stationernas radiotekniska prestanda inte gav tillräcklig räckvidd. Vidare ansåg man att antalet stationer var för litet för att en korrekt utvärdering skulle kunna genomföras.

FMV lät därför modifiera SRA stationerna och beställde därutöver ytterligare 20 stycken. Dessa leverades i början av 1977. Tyvärr hade den egentliga försöksverksamheten av andra skäl upphört ungefär vid den tidpunkten, så att de 40 stationer som nu fanns tillgängliga kom att utnyttjas endast under en 2 dagars övning vid ArtSS i Älvdalen, maj 1977. ( Ev även vid PS senare under samma år).

### 1.5.3 RESULTAT OCH ERFARENHETER

Den primärt väsentligaste delen av utvärderingen kom att utgöras av de grundläggande försöken. I första hand skulle ju truppen avgöra om de nya trafikala egenskaperna var värdefulla. Det kanske var sant, men om man nu anskaffat studiemodeller så borde man valt en lämpligare plats för sina studier. De militära övningarna var mycket intressanta och lärorika att följa, men här förutsätts att materielen skall ha ett fältmässigt utförande. Detta krav uppfylldes definitivt inte av studiemodellerna, vilket avsevärt komplicerade verksamheten.

Efter varje försök producerade försöksledningen en rapport. Det måste ha lagts ned mycket tid och arbete på den delen av verksamheten. De lästes givetvis med stort intresse, men utöver redogörelse över förutsättningar, allmänt genomförande, en del tekniska anmärkningar, och svar på frågelistan fanns inte många konkreta synpunkter på AKSA-funktionens egenskaper.

Slutrapporten skulle givetvis ge klart besked, AKSA eller inte AKSA. Såg aldrig till den rapporten. Jag undrar om den någonsin skrevs.

Störförsöket i Gryttjom w615 genomfördes med signalister som, om jag minns rätt, kom från Eksjö. Det var ett antal mycket kunniga, trevliga och ambitiösa grabbar som markant skilde sej från övriga signalister som deltagit i FOA tidigare trafikförsök.

I det aktuella störförsöket ingick ingen signalspaning. Den var enligt förutsättningarna redan genomförd. Alla AKSA:s frekvenser var upptäckta.

Den metod att generera trafik som användes under trafikförsöken utnyttjades även under störförsöket. Det var således mycket enkelt att utvärdera störverkan.

Primärt sades det att avsikten med försöket var att testa FOA nya sekvensiella störsändare. Den långa raden av besökare med AKSA-intressen indikerade nog en vilja att även studera störskydd. Man tycktes ha glömt bort att AKSA enbart försvårar signalspaning och egentligen saknar störskydd. Med de förutsättningar som gällde, med en störare som hade all frekvensinformation och som var placerad "mitt i byn", saknades enligt min uppfattning förutsättningar att avveckla trafik under störning. Störsändaren var tillräckligt snabb för att störa ut anropen och det blev inget samtal. Störsändaren blev således mycket effektiv. Det var t o m så att när störsändaren slogs ifrån tog det ett bra tag innan trafiken kom igång. Alla stationer sände anrop, ingen mottagare var i passningsmod. En besvärlig vecka men säkerligen nyttig för de som hade att fundera över det slutliga AKSA-beslutet.

Vilka resultat kom nu FOA fram till som resultat av de grundläggande försöken? Det finns ett flertal delrapporter där man givetvis redogör för försökens genomförande. Relativt ofta hänvisar man dock till bristande prestanda eller andra diffusa egenskaper, som orsak till att förväntat resultat uteblivit. Vanligtvis finns en lista över ett antal mindre justeringar av systemkonceptet som skulle behöva införas för bättre resultat. Man påpekar även att man medvetet undvikit göra uttalanden "för eller emot AKSA".(Var nog inte helt i överensstämmelse med FOA uppdrag).

Simuleringsverksamheten var nog rätt tänkt. En hel del mätningar utvärderades också, men AKSA-beslutet dröjde, och resultaten bedömdes

värdefulla först efter positivt AKSA-beslut.

FOA:s slutrapport som utkom december 1977 innehåller bland en mängd ideer och förslag, följande slutsatser.(10)

\*Varje station skall bara ha EN mottagaradress.

\*För att minska inbrytningsrisken skall varje nät ha en egen kanalgrupp.

Detta kan ju vara korrekt men man saknar i rapporten ett klart ställningstagande till AKSA principen. Den första slutsatsen innebär dock att det att det knappast går att spara stationer och pengar i den omfattning ekonomiska utredningar visat (sid 12). Den innebär också att de utökade trafikala möjligheterna i systemet utgår. Återstår i princip den trafikavveckling som kan realiseras med konventionella radiostationer.

Den andra slutsatsen är svårare att förstå. Risken för att sändaren väljer upptagen kanal vid utgående anrop är ju en teknisk fråga som måste kunna lösas med en kanalvalsrutin som är bättre än den som kunnat realiseras i studiemodellerna.

FOA:s AKSA-idé startade verksamheten 1967. Nu 10 år senare får väl FOA:s rapport bilda någon slags slutvinjett på en period som inte innehöll några större tekniska innovationer. Däremot gav den mig och säkerligen många andra, en ovärderlig erfarenhet av sambandsfunktionen inom arméns fältförband.

### 1.6 VAD HÄNDE SEDAN ?

Efter slutrapporten upphörde FOA med AKSA-verksamheten. De personer som deltagit skingrades successivt. Vid FOA pågick förberedelser för utlokaliseringen till Linköping. All mätutrustning skrotades. Alla icke registrerade handlingar försvann. AKSA-epoken var över i varje fall för FOA:s del. Själv flyttade jag hösten -76 till FMV, och efterträdde där Per-Axel Jakobsson, som fått annan befattning inom FMV.

Försöksperioden förlängdes ett år till hösten -77. StabSbS och truppslagsavdelningarna hade tillgång till all försöksmateriel och förvisso pågick aktiviteter under det året. Jag borde givetvis tagit aktiv del i allt detta, men fann på FMV ett flertal intressanta uppgifter som med hög prioritet borde bearbetas. Främst gällde detta kanske motmedelssitua-



tionen som plötsligt blivit ytterst besvärande för radiosystemet.

I Schweiz arbetade man vidare med sitt systemkoncept (SE225). Man hade många tekniska problem, man provade och vidareutvecklade och jämförde prestanda med andra system. I början på 90-talet efter 20 års möda genomfördes seriebeställning på ett mindre antal avsedda för något specialförband. Det blev kanske inte vad man förväntat sig, och sedan några år tillbaka förberedde man ett stort jämförande prov med olika system baserade på frekvenshopp.

I Tyskland startade serieproduktion av SEM70 i slutet av 70-talet. Tyvärr saknas all information om systemet och hur den tyska militären upplever sitt kanalvalssystem. Det enda krav man hade var ju ett system med ett bättre frekvensutnyttjande.

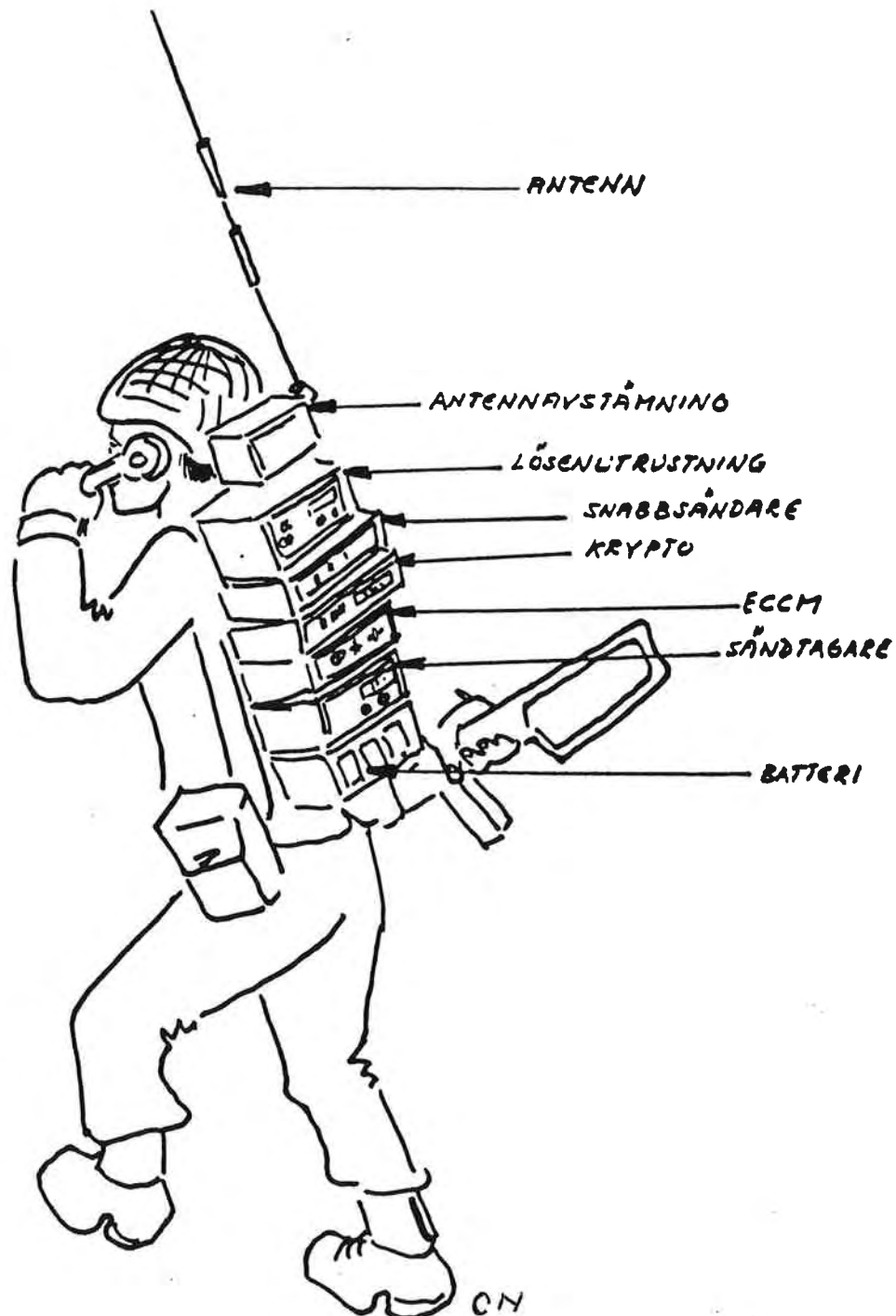
I USA hade man upptäckt att befintlig materiel måste användas längre än planerat. Man betonade kravet på låg total ägandekostnad (LCC). Man hade startat en utveckling URC 78. (Ultra Reliable VHF-FM Radio System) Under de närmsta 20 åren kommer all omsättning av radiomateriel att vara baserad på LCC, samt etablerad och väl känd teknik etc. Ett område som studerades var även "Anti-jam down to manpack". Redan flera år tidigare hade man myntat begreppet "Secure voice down to manpack". Det blev mycket att bära på. Det skall ju till både radio och strömförsörjning.

På FMV pågick givetvis en diskussion om hur komma vidare. AKSA beslut eller ej, men det framstod nog som helt klart att telehotet skulle komma att knäcka AKSA. Därutöver fanns nackdelar och begränsningar i systemet som inte diskuterats men som definitivt talade mot AKSA. Sedan flera år fanns dock bara alternativen AKSA eller konventionell radio. I det uppkomna läget med den intensiva hotdebatt som startat var den konventionella radion kanske inget gångbart alternativ, även om det med tanke på hur situationen utvecklades, kanske hade varit ett bra alternativ.

Försöksutfallet pekade inte mot någon direkt succé för AKSA. Någon person, förmodligen med visst sinne för humor, insåg nog ganska tidigt detta, men konstaterade samtidigt att det måste komma fram ett nytt system i perioden 1980-2000. Omkring 8000 Ra-stn måste anskaffas. Alltså

kallar vi projektet för TRUPPRADIOSYSTEM 8000 eller TR8000.

För egen del blev resultatet, med undantag av några utredningar som berörde olika nätstrukturer, att AKSA- epoken i stort sett försvann. Det kanske var bra, men det hade varit bättre med ett formellt beslut att lägga ned AKSA och därefter starta på nytt med nya direktiv. Så blev det det nu inte, och projektet TR8000 fick ärligen en hårt pressad tidplan och en ytterst dålig ekonomisk situation.



## 2.0 TRUPPRADIOSYSTEM 8000 (TR8000)

### 2.1 INLEDNING

Den nya benämningen TR8000 satte fart på tillvaron och de diskussioner vi förde med olika företag. Vi fick del av mycket intressant information om störskyddade system. Det var bara att konstatera, att FMV under den intensiva AKSA-perioden missat utvecklingen i USA, där URC78 redan 1974 övergått till ett nytt projekt benämnt SINGARS. Inom ramen för det projektet hade vad jag förstår förts en intensiv dialog avseende förväntat telehot och krav på text- och trafikskydd. Nu i efterhand vågar man nog påstå att det var den verksamheten som kraftfullt stressade hotbilden även i Sverige under den aktuella tidsperioden 75-77. Tidigare krav på ett effektivt frekvensutnyttjande ersattes nu snabbt med krav på skydd mot ett förväntat men svårbedömt telehot.

Signalskyddskraven gav en helt ny infallsvinkel för projektet. Här talas nu bl a om bandspridning, frekvenshopp (frequency agile system), digital informationsöverföring, deltamodulation etc. Det mesta fick nog anses vara helt ny teknik för ett truppradiosystem, men här fanns företag med pågående utveckling. Det senare var viktigt och gav möjlighet att relativt omgående få inblick i störskyddstekniken (ECCM). Det gällde nu också att snabbt bli helt säker på att den systemprincip, som eventuellt skulle följa på AKSA, var baserad på väl etablerade principer.

Truppradioprojektet var ett stegärende, vilket innebar att det krävdes ett regeringsbeslut (Steg 1) för att starta prototyputveckling baserad på av CA fastställt beslutsunderlag och preliminär målsättning, samt därefter ytterligare ett beslut (Steg 2) för att starta serietillverkning.

Det gällde nu att snabbt komma in i verksamheten, och ta fram underlag för att komma vidare. Föga anade jag då vilken kravmaskin som fanns inbyggd i dessa två steg, och som svårligen lät sig samordnas med FMV:s strikta upphandlingsmodell, baserad på konkurrens i ett inledande skede.

## 2.2 PROJEKTERING

Inom FMV fanns vid den här tidpunkten egentligen inga genomförda tekniskt-ekonomiska utredningar som underlag för PTTEM. När försöksresultaten på hotbilden inte längre var helt relevanta, fanns egentligen inget underlag för målsättningsarbetet. Det blev i stort sett att börja om från början. Här formulerades dock tidigt inom FMV följande grundläggande förutsättningar:

- \* Systemet skall baseras på färdigutvecklad sändtagare.
- \* Svensk profil. (text och trafikskydd, data)
- \* Samtrafik med arvet.
- \* Svensk huvudleverantör av ca 8000 radiostationer.

Här kan man tillägga att FMV klart uttalade att man inte avsåg att explicit bekosta någon systemutveckling, underförstått givetvis, att den kostnaden var inbakad i produktpriserna.

En förutsättning för att komma vidare och påbörja arbetet med målsättningen var givetvis en någorlunda samlad uppfattning om de taktiska och tekniska krav som kan ställas på en produkt som till stora delar var baserad på "ny teknik" och som inte krävde utvecklingskostnad. I det läget blev det ganska naturligt, att så långt möjligt ansluta till pågående utvecklingstrend som nu helt dominerades av Singgars. Vi ägnade mycket tid åt att inhämta och sammanställa så mycket information som möjligt om system under utveckling. Mycket kortfattat gällde följande.

### 2.2.1 SINGGARS

I USA hade man tidigt startat utveckling av en efterföljare till VRC12 (Ra42), som fick beteckningen AN/URC78. Utvecklingen drevs så långt, att allt var klart för serieproduktion 1973 när Israel-kriget utbröt. Krav uppstod där om skydd mot telekrigföring som den utvecklade stationen URC 78 inte kunde uppfylla. Detta ledde till att man i slutet av -74 skrev rekommendationer för ett nytt truppradiosystem - SINGGARS (Single Channel Ground and Airborne Radio System). Kraven på samgruppering av flera radiostationer medförde att man valde frekvenshopp som störskydd framför direktsekvens-teknik, och för att bibehålla 25 kHz kanalindelning ansåg man att hopp takten begränsades till ca 100 hopp/s.



Den totala anskaffningen för US Army behov beräknades omfatta cirka 200000 radiostationer i följande konfigurationer och prisindikationer. (Design to cost goals)

Bärbar radio	Antal	64000	Pris	1400 dollar
Fordonsradio kort räckvidd	"	40000	"	1900 "
"           lång           "	"	43000	"	2200 "
"           " extra mott.	"	30000	"	3100 "
Helikopterburna stn	"	15000	"	1700 "
ECCM modul	"	30000	"	800 "

I dec -77 fick FMV del av utvecklingsspecifikationen för Sincgars. Den var daterad 76.11 01 med tillägg (daterat 77-03-07) som berörde kravet på räckvidd med text-och trafikskyddfunktionerna inkopplade.

Eftersom upphandling och utveckling av tre konkurrerande system pågick under den här perioden var det inte möjligt få mer ingående information om de olika systemen. Det stod dock helt klart att FMV under överskådlig tid inte skulle kunna anskaffa Sincgars. Vi bedömde det också viktigt (eller snarare helt nödvändigt) att avvakta utvecklingen inom Sincgars. Det kunde synas enkelt, men blev ganska svårt pga de förseningar även detta projekt drabbades av.

### 2.2.2 ÖVRIGA SYSTEM

Det gällde nu att studera andra system, eller en "färdigutvecklad sändtagare" med tillfredsställande prestanda. Den fanns inte vid den här tidpunkten, men vi kom under 1977 i kontakt med bl a Racal i England, Tadiran i Israel samt Standard Elektrik Lorenz i Tyskland, som alla hade sändtagare i prototyputförande. De två förstnämnda företagen, som även deltagit i Sincgarsupphandlingen, hade dessutom långt framskriden utveckling av frekvenshoppssystem med arbetsnamnen JAGUAR resp. SHAMIR. Vi beställde omgående försöksutrustning från dessa företag samt några år senare även från Harris och Collins i USA. (52)

### 2.2.3 BESLUTSUNDERLAG STEG 1

Kontakterna med US-Army och nämnda företag medförde att vi kunde börja att skissa på ett systemkoncept. Samtidigt kunde vi bara konstatera att det definitivt saknades underlag för att formulera tekniska och ekonomiska krav för Steg 1. Vi föreslog därför följande:

Fas 1. Tekniska och ekonomiska studier som underlag för Steg1 och prototyputveckling.

Fas 2 Prototypfas inklusive teknisk taktisk värdering.

Fas 3. Seriebeställning, leverans och uppföljning.

Vi behövde ett antal miljoner och ett par års senareläggning av Steg1 för att inhämta tillfredsställande underlag. Det gällde framför allt att avvakta och se om frekvenshopp verkligen resulterade i produkter. Detta med förseningar gillades nog inte, så vi fortsatte tillsammans med Ast/Sign-Utr mfl med vad man kunde kalla utkast till PTTEM, och kom fram till att truppradiosystemet skulle omfatta följande;

- \* bärbar radio med normal räckvidd
- \* bärbar radio med lång räckvidd
- \* fordonsradio med normal räckvidd
- \* fordonsradio med lång räckvidd

Följande enheter (moduler) skulle jämte nödvändiga tillbehör ingå i de olika stationerna:

- \* grundenhet gemensam för samtliga versioner och bestående av:
  - sändtagare
  - trafikskyddsmodul
- \* effektsteg för längre räckvidd.
- \* antenner omfattande
  - rundstrålande antenner för de olika stationsversionerna
  - separat rundstrålande antenn för utökad räckvidd.
- \* gemensamma tillbehör
- \* textskyddsutrustning
- \* snabbsändtagarutrustning för snabbsändning av korta datameddelanden
- \* relästationstillsats
- \* batterier och laddningsutrustning

Därutöver fanns starka krav på att radiostationerna i systemet skulle kunna anslutas till telesystemet i speciella radioanslutningspunkter (RAP).

MUR/S4 hade återupptagit studierna av truppradiosystemet, nu med inriktning mot telehot och trafikskydd. I rapporten -78 framhålls detta samt att studier inom MUR och FÖST visat att funktionsvis tilldelning bör ges företräde framför organisationstilldelning. Tilldelningen bör också ske enligt följande prioriterade ordning.

- \* Eldledningsförbindelser vid art-och grkförband
- \* Dataförbindelser vid lvrbförband
- \* Skbatch stridsledningsförbindelser
- \* Vissa underrättelseförbindelser
- \* Pbatch stridsledningsförbindelser

Inledningsvis krävde man hög förbindelesäkerhet i störd miljö men angav samtidigt att följande tekniska alternativ var aktuella:

- \* Konventionell utformning med trafik på en förutbestämd frekvens.
- \* Utformning enligt principen för AKSA
- \* Utformning enligt principen för frekvenshopp.

När det gällde text-och trafikskydd kom man, vilket var mycket intressant, fram till att talkryptot skulle integreras i grundutrustningen. Vid den tidpunkten var detta ett mycket ovanligt ställningstagande.

När MUR nu även värderade störskyddet blev deras slutsats att frekvenshopp endast gav begränsade vinster jämfört med automatiskt kanalval. Eftersom frekvenshopp samtigt bedömdes medföra högre kostnader ansåg man inriktning mot det senare vara lämpligast.

Detta ställningstagande var kanske något besvärande. Vi hade ju sett fram emot att få inrikta kommande verksamhet enbart mot frekvenshopp. Och vi ansåg oss nu vara tvingade göra något slags jämförande studier, hur det nu skulle gå till. Vi hade tidigt och med hög svansförinng startat en utredning TETRA (Telehot mot truppradion). Teleplan hade fått uppdraget att med stöd av FOA söka skapa en modell av telekrigföringens komponenter. Här fordras givetvis en mängd militära taktiska och tekniska indata, som det visade sig omöjligt att få grepp om. Tanken var att modellen eller scenariet skulle användas för att göra någon slags jämförande värdering av skyddsnivån hos olika system. Vi hittade ingen väg att komma framåt och lade ned utredandet ungefär samtidigt med MUR-



rapporten. Resultatet blev att den här frågan förvisades till framtiden och vi lyckades aldrig definiera en hotbild i sådana termer att det gick att värdera olika trafikskyddsmetoder.

Parallellt med detta utarbetade och sammanställde CA det kompletta beslutsunderlaget för Steg 1, givetvis i samråd med FMV och resultatet från MUR-studierna. (43)

Den ekonomiska delen i beslutsunderlaget var närmast förödande. Man hade helt enkelt angett de medel som fanns i det årets produktionsplan baserat på en AKSA-radio. Nu hade man skisserat ett helt nytt system med krypto och datafunktion mm till samma kostnad. Det var givetvis det enda underlag som fanns, och AKSA var fortfarande det referenssystem som gällde. Det gällde nu främst att få ett beställningsbemyndigande för en verksamhet enl figur 4.

Projektering (fas1)	5,5 Mkr	1979/80
Utveckling anskaffning prototypsystem	9,5 Mkr	1980/81
Uppföljning	2,0 Mkr	1981/82
Serieanskaffning	198,0 Mkr	1983/84

Det så sammanställda underlaget föredrogs därefter för försvarsministern (de Geer) hösten -79. Efter föredragning kom beslutet: Genomför fas1, och återkom med kompletterande tekniskt, ekonomiskt underlag.

## TIDPLAN

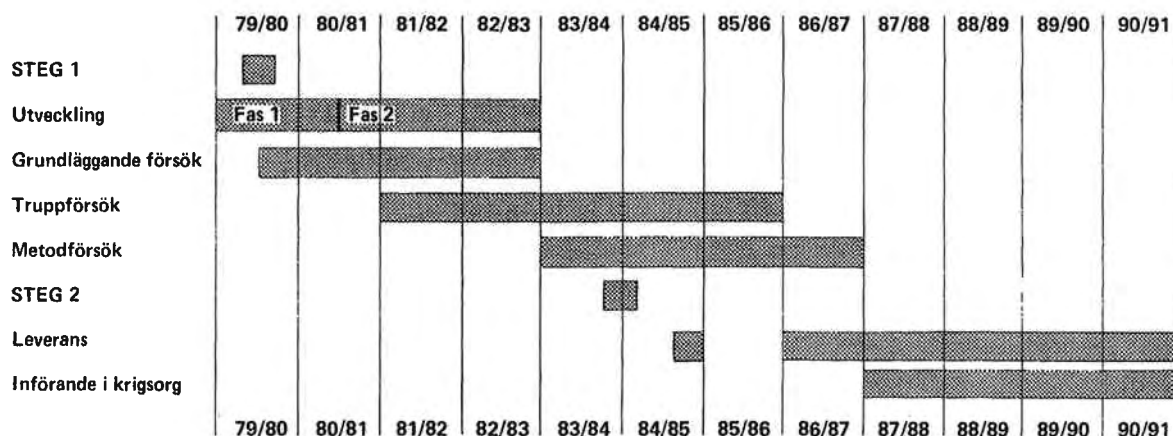


Fig 4 Tidplan Steg1

Detta beslut borde man naturligtvis kunnat förutse, men kanske var den valda handlingslinjen bättre än att återigen bara senarelägga projektet. Det var dock en del pengar som måste flyttas, och därutöver krävdes ju ett slutligt ställningstagande AKSA eller FH. Den delen skulle säkert underlättas om Sincgars gick i produktion som planerat.

Parallellt med denna verksamhet pågick nu på FMV utarbetande av en upphandlingsspecifikation för Fas 1. Den blev givetvis något svävande men nu i efterhand kan man nog påstå att den blev ganska väl avvägd med tydliga inslag av tekniska data från Sincgars.

#### 2.2.4 INDUSTRIUTREDNING (Fas 1)

Anbudsförfrågan för fas 1 utsändes 1979-03-22. (41) Enligt förutsättningarna skulle ett svenskt företag vara huvudleverantör. Vi fick in anbud från följande företag, med angivna utländska företag som underleverantörer av allt från sändtagare till hela system.

<u>Anbudsgivare</u>	<u>Underlev.</u>
Bofors	Racal, England
Decca	Plessey England
PEAB	Philips Holland
SATT	Tadiran Israel
SRA	Cincinnati El. Inc. USA
SRT	Standard Elektrik Lorenz Tystland

Valet var egentligen mycket enkelt. Trots detta utvärderades anbuden mycket ingående (lärorikt). Förenklat gällde följande:

\*SRA med sändtagare från Cincinnati (Sincgars), och därutöver ett mycket väl utarbetat koncept, som mycket väl uppfyllde CA krav. (Man hade ju deltagit i AKSA och kände väl till problemen.)

\*Bofors som i princip innehöll ett färdigutvecklat system från Racal benämnt JAGUAR.

\*SATT med ett likaledes färdigutvecklat (?) system från Tadiran benämnt SHAMIR.

Övriga anbud var knappast aktuella. Det var också tveksamt om Racal och Tadiran var beredda att ändra sina koncept i en omfattning som krävdes för att uppfylla specens krav. Å andra sidan var kanske en del krav i specen inte riktigt väl avvägda. (42)

Fas 1 beställdes från dessa tre företag 1979-11-30. (44) Enligt kontraktet skulle en preliminär ekonomisk rapport levereras 80-06 och den slutliga avrapporteringen levereras 81-01.

Givetvis uppstod leveransförseningar men vi fick dock fram underlag i en omfattning som medgav överarbetning och komplettering av målsättningen speciellt med erforderligt ekonomiskt underlag.

Racal och Tadiran som båda hade långt framskriden utveckling och säkerligen kände utvecklingskostnaden, offererade till ett pris som var minst en faktor två högre än SRA. Helt klart antog vi att SRA gjort en felbedömning, men vilken kostnad skulle vi ange i det ekonomiska underlaget? Målsättningen skulle på remiss och därefter delges ett flertal olika instanser. Innehållet blir känt för en större krets, och detta säkert ett par år före den tidpunkt då seriepriset kan bli kontraktsmässigt fastställt. Mot den bakgrunden valde vi att i den reviderade målsättningen ange lägsta bedömda pris, med påföljd att projektet redan under upphandlingsprocessen kom att drabbas av "fördyringar".

Rent tekniskt innebar Fas1 att vi fick tillgång till tre relativt åtskilda systemkoncept som mycket kortfattat kan karaktäriseras enligt nedan:

TADIRAN: Systemet var moduluppbyggt med mekaniskt åtskilda enheter för text- och trafikskydd, effektsteg etc. Strömförbrukning var hög (lithiumbatt). Hoppsystemet hade ortogonal synkronisering inom en grupp omfattande 64 kanaler, som maximalt kunde utnyttjas av 64 nät. Ortogonaliteten innebar att fler än ett nät i 64-gruppen inte samtidigt kunde hamna på samma kanal. Detta reducerade givetvis den ömsesidiga störningen mellan näten men krävde en absolut hoppsynk mellan näten. (Ett till synes hopplöst krav.) Hopptakten var relativt låg. Systemet föreföll vara optimerat för användning i fordon. Snabbsändare och fjärrmånövrering komplicerade och kostsamma.

RACAL: Mekaniskt uppbyggt av en sändtagare med inbyggt hoppsystem samt fordonstillsats med effektsteg. Strömförbrukning var relativt låg och gav acceptabel drifttid med Ni-Cd batt. Frekvensområdet indelat i 9 delband omfattande 6,4 MHz (256 kanaler). Synkronisering ställde inga krav på tid. Varje sändintervall inleds med ett störskyddat synkord. Snabbsändaren var dyr och kanske inte helt genomtänkt. Dessa två företag ansåg nog denna snabbsändare (dvs DART) vara en produkt som var helt skild från radiosystemet.

SRA: Mekaniskt uppbyggd av sändtagare med separat antennavstämningseenhet, samt fordonstillsats med separat effektsteg. Hoppsystemet tv uppdelat i 6,4 MHz delband. Ni-Cd batterier. Hopptakt 150 hopp/s med TOD synk (Time of day), dvs alla i ett nät måste ha korrekt tid. Tål radiotystnad 24 timmar. Därefter krävs störkänslig återsynk. Textmeddelande (siffror) kan sändas från radion. Snabbsändare och fjärrmanöver kan betraktas som en utflyttad frontpanel med något utökat tangentbord. Fjärrmanövrering och sändning av enkla datameddelande kan ske över en 6 km lång 2-trådkabel. Radion har för detta ändamål ett speciellt gränssnitt och detta system synes främst vara dimensionerat för att medge enkel manövrering av en radio buren på ryggen, samt fjärrmanövrering av alla funktioner. Rätt använt innebär detta även ett ökat trafikskydd. (Figur 5)

Efter utvärdering av Fas1 sker under 1981 en revidering av målsättningen samt komplettering av underlaget för Steg1, och här försvinner AKSA utan några jämförande tekniska och ekonomiska värderingar. Samtidigt uppstår ett kraftigt ökat krav på dataöverföring. Snabbsändaren blir en datarapporteringsterminal dvs en helt ny produkt (DART) med ett flertal nya och utökade funktioner. Det kom nya krav på exempelvis samgruppering och gränssnitt för data. Merparten av detta var nog hämtade från SRA slutrapport Fas1. Tyvärr försvinner samtidigt den lilla billiga DART-en som rymdes i en ficka, och från vilken radion kunde manövreras av signalisten. (45)

Det är värt notera att de nya trafikala egenskaper som AKSA representerat, helt utgått ur målsättningen. Nu gäller, ur trafikalsynpunkt, en helt konventionell truppradio anpassad för dataöverföring och med text- och trafikskyddsfunktionerna integrerade i radion.



Figur 5 En första modell av den bärbara radion. Här buren av SRA projektledare Nils Rydbeck.

## 2.3 ÖVRIGA TEKNISKA UTREDNINGAR OCH RAPPORTER

Givetvis fanns inledningsvis stor osäkerhet vad avser frekvenshopp och dess utnyttjande inom arméns fältförband. Var det möjligt att i den miljön utnyttja ett så pass komplicerat system? AKSA-systemet hade ju visat på de praktiska svårigheterna. Erfarenheter av frekvenshopp fanns ju inte att tillgå och vi försökte tidigt förteckna det vi bedömde vara osäkerheter, och presenterade detta vid de mest skilda tillfällen i hopp om att finna bra förslag.

Den tekniska utredningsverksamheten, som pågick under hela anskaffningsprocessen, berörde i hög grad frågeställningarna enligt figur 6, vilka sammanfattningsvis redovisas i följande avsnitt.

Telub kom alltmer att bli det företag som genomförde både den teoretiska och praktiska delen av den verksamheten. Olov Carlsson anställdes av Telub som nyutexaminerad civilingenjör 1976 och gjorde under många år, stora och framför allt mycket värdefulla insatser när det gällde att



Figur 6 Frågor att besvara

klara ut dessa, och många andra tekniska frågeställningar. Dessa arbeten resulterade i en mängd rapporter. Några av dessa, väsentliga för systemutvecklingen, har sammanställts under avsnitt G i dokumentförteckningen.

Därutöver gjorde antengruppen vid FFV i Arboga under ledning av Lars Höök betydande insatser när det gällde att specificera och utvärdera de antenner som ingick i systemet. Inom den gruppen fanns en mycket stor erfarenhet av antenner och antennutveckling. Därutöver fanns där tillgång till en antennmätplats med etablerade och accepterade mätmetoder.

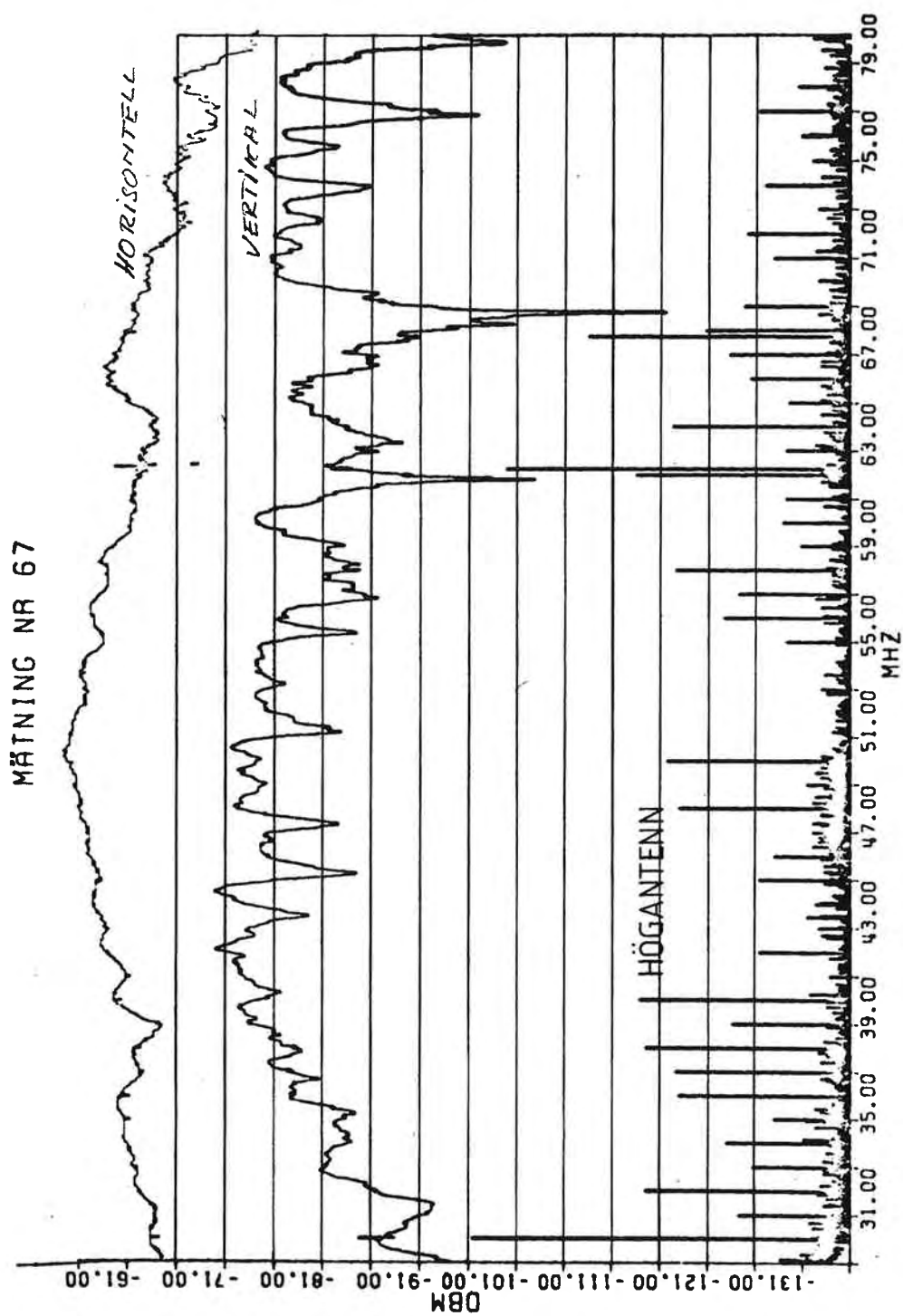
### 2.3.1 TRANSMISSIONSFÖRLUSTENS FINSTRUKTUR

Redan 1976 startades en mycket intressant utredning som behandlade transmissionsförlustens finstruktur inom frekvensområdet 30-90 MHz. Kunskap om den variation, som uppstår pga flervägsutbredning, har betydelse för att kunna bedöma anropssäkerheten i ett AKSA-system och även räckvidden i ett FH-system. Denna typ av verksamhet ligger naturligt inom FOA verksamhetsområde, men man var där starkt påverkad av utlokaliseringens konsekvenser, så att uppdraget att genomföra den praktiska försöksverksamheten gick till Telub, då med stöd av FOA mättekniska resurser. (70, 75, 82)

Telub utvecklade en utrustning som gjorde det möjligt att stega sändare och mottagare synkront i 25 kHz steg över frekvensområdet 30-90 MHz och registrera mottagen signal och störnivå på varje kanal. Därefter startade en ganska intensiv försöksperiod som genast gav mycket intressanta resultat. Vi konstaterade att utbredning i skogrik terräng gav mycket stor spridning i den mottagna signalnivån för frekvenser över 50 MHz.

Telub konstaterade också under jämförande mätningar av olika antenner en mycket stor skillnad mellan horisontell respektive vertikal polarisation. Vid horisontell polarisation minskade spridningen i den mottagna signalnivån kraftigt. Därutöver konstaterades, vilket nästan var en epokgörande nyhet, att signalnivån samtidigt ökade 10-15 dB. (Figur 7)

Vi avrapporterade givetvis omgående dessa resultat, vilket resulterade i att vågutbredningssektionen vid FOA blev synnerligen tveksam till både mätmetod och resultat. På sin höjd kunde resultaten rubriceras som

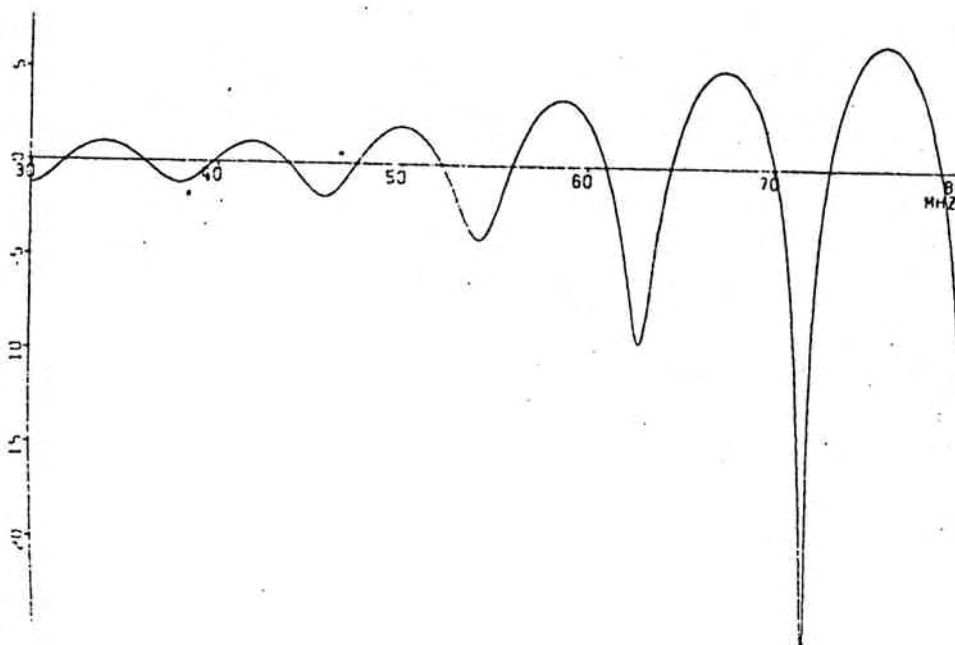


Figur 7 Systemförlustens finstruktur (Ett typiskt exempel.)



"systemförlust" och att det förmodligen var andra orsaker som gav dessa märkliga resultat. FOA åtog sig studera transmissionsförlusten under kontrollerade former medan vi fortsatte med praktiska mätningar av systemförlustens finstruktur. Något år senare konstaterade FOA att Telub resultan var korrekta. Efter föredragning på arméstaben blev resultaten hemligstämplade. Motiveringen var att kunskap om detta kunde utnyttjas som ökat trafikskydd. De avhemligades dock efter några år. (Om jag minns rätt.)

Det intressanta med FOA insats var att Lars Ladell vid vågutbredningsinstitutionen utarbetade en teoretisk modell för utbredningsmekanismen vid utbredning i skog.



Figur 8 Simulerad systemförlust vid utbredning i skog

Som ett enkelt exempel genomförde han en simulering av mottagen signalnivå vid en punkt till punkt-förbindelse som enbart är störd av, att det runt sändare och mottagare placerats ett antal "simulerade" träd. (Figur 8)

Rent praktiskt innebar dessa egenskaper, vilket man lätt inser, att detta fria val av nya frekvenser för varje samtal, som skedde i AKSA (kanalpaketet med stor frekvensspridning), starkt skulle ha försämrats sambands-

säkerheten i systemet. Detta diskuterades aldrig under AKSA-perioden.

Denna mät-och utvärderingsmetod blev också mycket värdefull när det senare blev aktuellt verifiera räckvidden i hoppmod för Ra 480 med dess fordonsantenn.(94)

### 2.3.2 EGENGENERERAD STÖRNING

Ytterligare ett område inom vilket vi lade ner mycket tid, kraft och pengar, var risken för ömsesidig störning mellan näten. Först gällde det givetvis att utreda om det i fredstid var (eller kunde bli) tillåtet att utnyttja frekvensområdet på det sätt som ett hoppssystem förutsätter.

Vid FOA fanns vid den tidpunkten ett frekvenskontor som leddes av Lars Bergman som kraftfullt engagerade sig i denna fråga. Tillsammans med Televerket genomförde han utredningar och praktiska försök. Resultatet blev att frekvenshopp inte syntes avsevärt störa annan trafik. TV-banden fick dock inte utnyttjas. I övrigt rekommenderades att utnyttja största möjliga hoppbandbredd. Lars Bergman ansvarade för arméns frekvensplanering och insåg nog att den uppgiften skulle bli omöjlig om man valde ett delbandssystem.

Vid FOA hade Krister Gunmar tagit fram ett teoretiskt underlag för beräkning av den ömsesidiga störningen vid ett stort antal särgrupperade radiostationer.(FOA C 30230-E2 sept-81) Det var framtaget med tanke på att kunna simulera störverkan. Även nu rådde brist på resurser vid FOA varför Telub (Olov Carlsson) fick möjlighet vidareutveckla detta till en komplett simuleringsmetod för särgrupperade stationer. Krister Gunmar fann även senare, att det med lämpliga kompromisser och för-  
enklingar, var möjligt att även inkludera samgrupperade stationer (i samma fordon) i modellen. Detta kom att bli ett ovärderligt hjälpmedel längre fram i anskaffningsprocessen. (76, 79, 93, 98, mfl.)

Vi hade nu möjlighet simulera en definierad störnivå som drabbade en utpekad förbindelse, och det gällde nu att bestämma hur mycket detta påverkade taluppfattbarheten. Här hade vi kanske tur, eller om man så vill, pågående litteraturbevakning vid FOA gav resultat. Man fann ett företag -"Institute for Perception TNO" - knutet till holländska FOA, som ut-

vecklat en taluppfattbarhetsanalysator benämnd STIDAS, (Speech Transmission Index Device Using Artificial Signals). Den bestod på sändarsidan av en generator vilken genererade en signal som spektralt och energimässigt överensstämde med mänskligt tal. På mottagarsidan analyserades signalen varvid avvikelser från originalet översattes till ett STI-värde, som då skulle utgöra ett mått på uppfattbarheten. Rätt eller fel, men vi ansåg nog att metoden gav ett rätt bra mått på en verklig uppfattbarhet av svenskt tal (vad det nu innebar).

Efter ganska ingående studier av metoden anskaffades ett exemplar, som tyvärr stals i Köpenhamn under leverans till Sverige. Det tog tid innan vi kunde anskaffa ny utrustning, men vi hann dock få in mätmetoden i vår TB. Det var tur, för talkvalitén "krånglade" i serieprodukten.

### 2.3.3 AVSIKTLIG STÖRNING

#### Telehotet

Vid ett besök hos en televapenpluton i början på 70-talet blev vi besökare från FOA informerade om att plutonen skulle vara beredd på att starta störsändning inom fyra timmar efter det man upptäckt en radiostation. Under den tiden skulle det ha tagits fram uppgifter, som gjorde det möjligt bedöma om det var ett störvårt mål. Om jag minns rätt gällde även att bredbandig massiv störinsats inte ingick i hotbilden. En eventuell angripare bebömdes behöva frekvensbandet för det egna sambandet, så att störinsatsen måste vara selektiv. Mot den bakgrunden var det lätt inse att AKSA vid den tidpunkten gav visst trafikskydd

Tio år senare förde vi en intensiv diskussion med FOA när det gällde att värdera truppradions trafikskydd. Hotbilden mot fältförbandens samband var då kraftigt förändrad och kanske kan sammanfattas enligt nedan.

*Signalspaningsenheter och störenheter kommer att integreras i system med hög grad av automatik. De kan förväntas ha samma fältrörlighet som terränggående fordon och uppträda i främre stridsenheter. Vissa enheter kan vara flygburna.*

*Upptäckten av signalerna sker med övervakningsmottagare som sveper över hela frekvensområdet på för närvarande 2-3 sekunder. Utvecklingen går mot olika typer av flerkanalmottagare (Kompressionsmottagare). Den totala tiden för avsökning och registrering av samtliga kanaler torde*

*under 90-talet kunna nedbringas till storleksordningen millisekunder.*

*Lägesbestämning av radiostationer sker medelst pejling med en kapacitet av för närvarande 1 lägesbestämning per sekund. Med nya pejlkonstruktioner kan den tiden förväntas gå ned till ca 20 ms.*

*Signalspaningsenheterna är rikt utrustade med datorstöd vilket möjliggör snabba sammanställningar och utvärderingar. Resultatet ger bl a underlag för inriktning av störenheterna.*

*Störenheterna är utrustade med sändare av automatisk sekvensiell typ med en uteffekt av 1-2 kW "look through jammer" och kan störa på upp till 4 kanaler samtidigt. Störsändare med god verkan mot frekvenshopp bedöms tekniskt realiserbara. (?)*

*Inom televapenorganisationen kommer också att finnas tillgång till engångsstörsändare. Uteffekten kan vara någon watt och verkan uppnås genom att ett flertal sändare genom olika metoder placeras i närheten av radiostationer som skall störas.*

Dessa små störare var och är givetvis av stort intresse. Många fantasifulla förslag, att momentant eller i varje fall under kort tid, infektera ett relativt stort område har under åren diskuterats. En projektil laddad med störsändare som bringas att brisa över ett förutbestämt målområde, eller en RPV som succesivt släpper störsändarna, är ett par exempel. I båda fallen är störarna försedda med någon anordning som minskar fallhastigheten. I ett förslag antogs var tionde granat vara laddad med ett antal störsändare.

Den här typen av diskussion pågick under flera år och var givetvis intressant men samtidigt lite meningslös, då man till varje sambandsmedel lätt kan skissera ett motmedel som knäcker sambandet. Telehotet blir dock en realitet endast om det realiserar i åtgärder som verkligen vidtas, och detta var kanske inte lika enkelt att förutse. En "expendable jammer" med för ändamålet anpassad utskjutningsmetodik föreföll dock vara en obehagligt billig och effektiv metod.

### Trafikskydd

Frekvenshopp, eller som det ursprungligen benämndes, långsamt frekvenshopp, kan i dag kanske ses som en naturlig lösning. I början var det nog inte så. Det fanns bandspridningssystem med en signalbehandling som gav felfri mottagning även om störsignalen var avsevärt högre än nyttsignalen. Detta till skillnad från de aktuella hoppssystemen där egentlig signalbehandling saknades, och där man i princip sökte undvika att bli störd genom att byta frekvens. Mot en följande störsändare fanns således inget skydd. Vilken hopptakt skulle väljas för att undgå detta hot? Det fanns också andra aspekter på detta. Det förutsattes nu digital informationsöverföring, och då med dataakten 16 kbit/s. I Schweiz påstods detta vara omöjligt på grund av flervägsutbredning. Hur var det i Sverige? FOA hade för att generellt klarlägga vågutbredningens begränsande inverkan på dataakten genomfört en serie försök i Kisatrakten (svår terräng) och kommit fram till att för dataakter under 50 kbit/s utgjorde flervägsutbredningen inte några problem.

Det blev aldrig praktiskt verifierat att 16 kbit/s klarar svåra terrängförhållanden i norra Sverige. Detta kanske inte har med avsiktlig störning att göra, men den reflekterade vågen utgör definitivt en störkälla.

### Störskyddsvärdering.

Fas 1 gav tillgång till tre intressanta koncept. Även om vi helt bortser från den ekonomiska sidan var SRA:s koncept mycket intressant och väl avvägt. Av de två övriga systemen var Racal det enkla robusta systemet. Man hade valt "Burst-synkronisation" vilket innebar att varje sändintervall föregicks av ett synkord. ( Med salig AKSA i åminnelse, var det svårt acceptera den synkprincipen.) Därutöver innehöll varje nät/kanal 256 frekvenser, inledningsvis i ett 6 MHz band men i ett senare skede utspridda över hela frekvensområdet.( tveksamt)

Tadiran med sitt ortogonala system var imponerande, men efter att ha studerat detta blev det nog klarlagt, att för att kunna tillgodogöra sig fördelarna, krävdes en frekvensplanering som knappast var realiserbar. Senare ändrades systemet så att det var först när man blev närgrupperade med risk för ömsesidig störning som man gick in i den ortogonala moden.

Sammanfattningsvis fanns i dessa två system inga speciellt attraktiva egenskaper utöver frekvenshoppet.

SRA hade valt att åtminstone delvis integrera text- och trafikskyddsfunktionerna med gemensam kryptonyckel. Det kändes inledningsvis något oroande men det blev godkänt av TSA. Dessutom fanns bara ett synk-system, dvs fungerade hoppsynken var även kryptot synkroniserat.

För att öka hållfastheten mot följande störsändare hade SRA infört en signalbehandling som innebar att större delen av hoppet måste störas ut för att informationen skulle gå förlorad.

Fjärrmanöversystemet innebar att det blev mycket enkelt flytta någon radiostation bort från ett område som kunde vara ett attraktivt målområde för engångsstöraren.

På datasidan fanns ett inbyggt ett relativt störsäkert system för data takten 300 bit/s. För taltrafik hade man valt ett system som benämndes "block-borttagning" och som i korthet innebar att om ett hopp var stört, togs det bort, och ersatte det med ett tidigare översänt. Systemet var något mer sofistikerat och gav mycket god uppfattbarhet, även om det vid 50% utstörda hopp gav upphov till viss ekoeffek. (I serieutförande lyckades man försämra systemet pga att Marconis sändtagare (?) inte gav tillräckligt beslutsunderlag för att avgöra om ett hopp var stört.)

Dessutom hade SRA sökt utforma systemet för enklast möjliga handhavande. En nog så viktig åtgärd för god funktion under fältförhållanden.

Totalt var vi alltså mycket nöjda med SRA konceptet. Det utvärderades också mycket ingående vid FOA motmedelsinstitution utan att några direkta svagheter i systemets skyddsegenskaper kunde påvisas.

## 2.4 PROTOTYPUTVECKLING FAS 2

### 2.4.1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

Fas 1 gav ett relativt tillfredsställande underlag för den fortsatta verksamheten. Detta gällde även de utredningar som kortfattat beskrivits i kapitel 2.3. Den preliminära målsättningen var fastställd och förberedelser för upphandling av prototyper hade påbörjats. Truppradioanskaffningen var klassad som ett projekt i PPS, och jag skrev ett förslag till projektorganisation. Jag fick goda råd av byråchefen innan förslaget överlämnades till avdelningschefen för beslut. Det blev inget beslut, men AC informerade mej mycket vänligt om att FMV i sig är en projektorganisation som jag bör utnyttja. Om den inte är tillräckligt bra så skall den ändras, men genomförandet sker i linjeorganisationen. AC hade givetvis helt rätt vid den tidpunkten. Trots alla diskussioner om projekt är således truppradiosystemet framtaget i linjeorganisationen fram till slutet av - 89.(107) Det hade vid några tillfällen en icke försumbar betydelse.

Vid den här tidpunkten hade också JAS-upphandlingen påverkat FMV upphandlingspolicy. Bl a skulle alla kostnader som uppstod pga anskaffningen läggas fast i ett så tidigt skede av upphandlingen att alla kostnadsökningar undveks. Prototypbeställningen skulle innehålla en serieoption, dvs ett färdigförhandlat tekniskt-ekonomiskt underlag för en seriebeställning.

Dessutom hade nu truppradiosystemet blivit ett pilotprojekt. Det skulle bli en LCC upphandling. Auh arbetade med underlag för LSC (Life Support Cost). Kvalitetssidan krävde att företagen skulle acceptera ett av FMV godkänt kvalitetsstyrningssystem (AQAP1). Det skulle vidare säkerställas att batteriet, som utvecklades för den bärbara radion, skulle bli ett standardbatteri inom försvaret. Övriga befintliga tillbehör (Ra14, Ra42) skulle så långt möjligt användas. Även internt byrån diskuterades givetvis olika riktlinjer för den fortsatta verksamheten. (46)

Förvisso fanns vid denna tidpunkt kvarstående osäkerheter bl a avseende Marconis sändtagare som gav SRA bekymmer. Vidare var det inte klart vad som skulle hända med Sincgars. Collins snabba hoppsystem hade lagts ned, men utvärderingen av de två andra fortsatte utan insyn från omvärden. Cincinnati hade ett relativt TR8000 mycket sofistikerat hopp-

system. Det företaget hade tillsammans med RCA utvecklat URC/78, och det skulle ha varit ganska naturligt att välja det konceptet för Singgars. Det blev inte så. US Army valde hösten -83 ITT-systemet. Det var med tillfredsställelse vi senare kunde konstaterade detta, eftersom ITT och TR8000 i princip har samma typ av hoppsystem.

#### 2.4.2 PROTOTYPBESTÄLLNING

Införandet av alla ändringar i det tekniska underlaget pågick till i slutet av -81 då FMV sände ut anbudsfrågan.(48) Nedan förtecknade företag inkom med anbud för prototyputveckling med serieoption.

- A. Bofors (Racal)
- B: Elfa (Harris)
- C. PEAB (Plessey)
- D. SATT (Tadiran)
- E. SRA (Marconi)
- F. SRT (SEL )

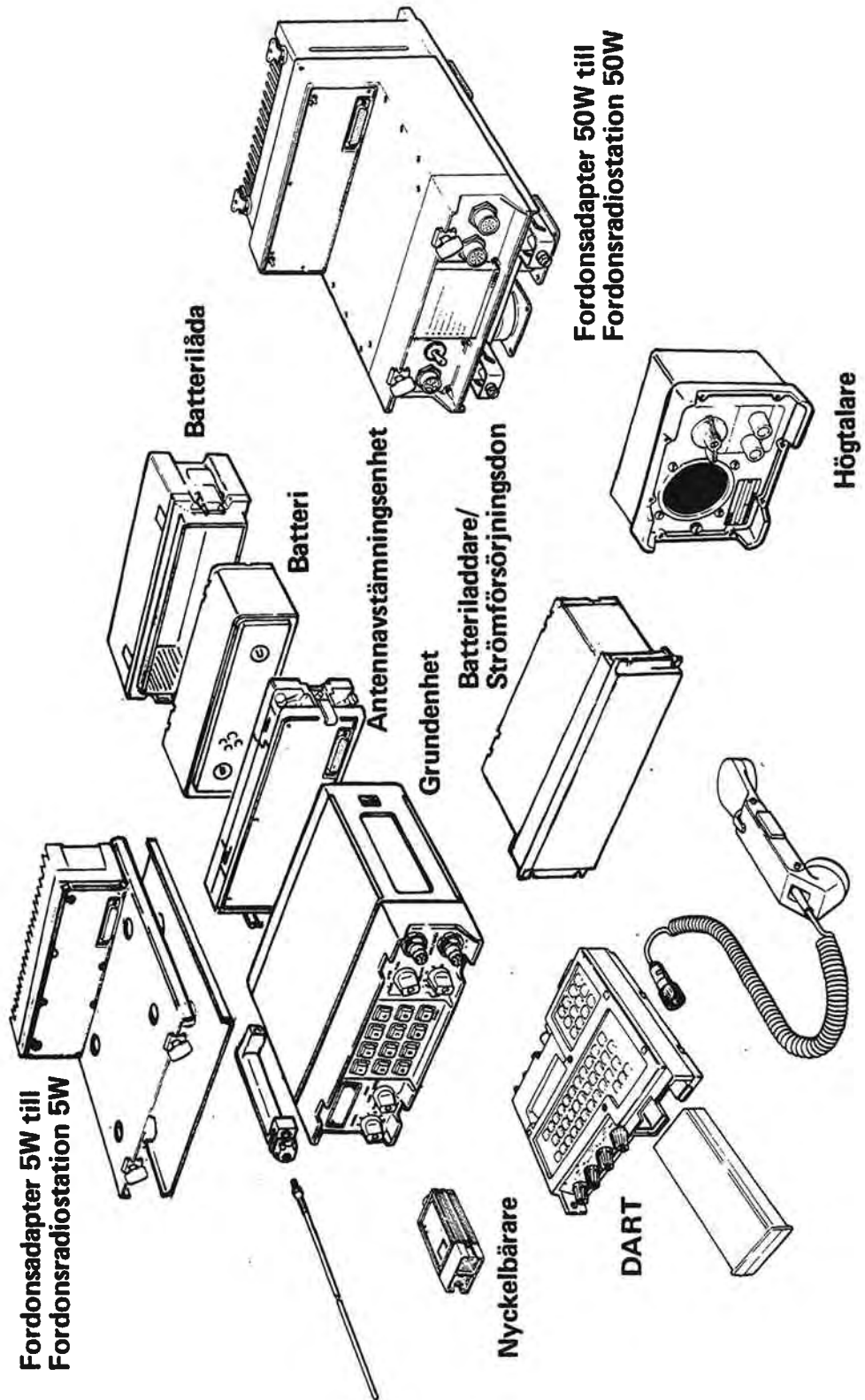
Anbud från A, D och E var ju väl kända sedan Fas1. SRA hade dock nu Marconi som sändtagarleverantör. Cincinnati/Marconi deltog i Singgars-upphandlingen och det blev väl inte helt klarlagt om Marconi övertog sändtagare och effektsteg från Cincinnati eller om SRA hade valt andra produkter, utvecklade av Marconi. Cincinnati som inte fick ett Singgars kontrakt lade dock senare ned verksamheten. I utvärderingsprotokollet fanns en anteckning om att Marconi syntes ha svåra problem med sändtagaren. Det var därför väsentligt att SRA kunde ställa garantier för att dessa problem inte skulle komma att påverka leveranstiden .(49)

B och F hade väl knappast gjort några större insatser för att anpassa sina system till vår spec. Plessey (C) var däremot mycket intressant, men anbudet gällde nog en anpassning av system RAVEN, som Plessey arbetade med för Australien(?). Tekniskt intressant men anbudet var ekonomiskt omöjligt. Det gällde även deras lågprisvariant som i princip innebar "Köp vårt system".

SRA hade helt och fullt anpassat sitt system från Fas 1 till kraven i den omarbetade Tekniska Bestämmelsen. Kostnaden för Fas 2 var ca 12 Mkr vilket var en rimlig kostnadsökning från Fas1, och den var dessutom i



# TR 8000



Figur 9

Prototypmateriel TR8000

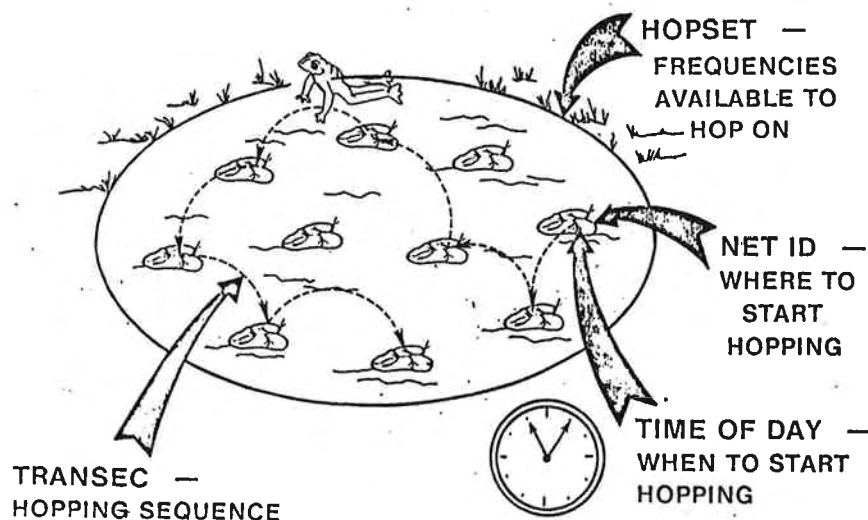
överensstämmelse med i PPS tillgängliga medel för prototypanskaffningen. Kostnaden för serieoptionen hade däremot ökat kraftigt. Detta till del beroende på indexuppräkning och successivt utvidgade krav, men SRA tog givetvis vara på de möjligheter som fanns till att förbättra den ekonomiska situationen. Problemet var bara att det ekonomiska underlaget i Steg1 var baserat på SRA underlag från Fas1. (50)

Prisskillnaden till de övriga anbuderna var dock fortfarande så stor att det inte fanns skäl inleda förhandlingar med dessa företag. Det blev således tekniska diskussioner och förhandlingar enbart med SRA. Inköp var vid detta tillfälle lite tveksam till den ekonomiska delen i anbudet, främst kanske mot bakgrund av en förväntad hög utvecklingskostnad. SRA:s VD Åke Lundqvist framhöll då att man haft stora exportframgångar med tidigare utvecklad försvarsmateriel, exvis arméns radiolänk RL 30, varför man nu var beredd investera i morgondagens radiomateriel.

Prototypsystemet beställdes 1982-06-18.( 51) Den omfattande anskaffning av 30 st radiostationer varav 10 st i fordonsutförande och 20 st DART, samt diverse kringutrustning i utförande enligt figur 9. Därutöver ingick dokumentation och utbildning samt typprovning och verifiering av MTTR och MTBF. Omfattningen av verifieringsprogrammet motsvarade ungefär det som skulle genomföras på serien.

Huvudparten av materielen skulle levereras under perioden febr-sept. 1984. Serieoptionen gav FMV rätt att beställa serien intill 18 mån efter - godkänd leverans av prototyperna.

## FREQUENCY HOPPING



### 2.4.3 UPPFÖLJNING AV FAS 2

Äntligen hade vi nu i juni -82 efter mer än fem års arbete kommit fram till ett kontrakt som omfattade tekniska och ekonomiska åtaganden för prototyputvecklingen inklusive option på serien. Arbetet startade mycket bra (-givetvis), det var ju ett stort och spännande projekt. Som projektledare hade SRA tillsatt Nils Rydbeck, som samtidigt nog var ansvarig för konstruktionen. Vidare fanns chefen för Taktisk Radio, Håkan Lundberg alltid med i diskussionerna. Det var mycket bra, han hade en mycket stor erfarenhet av både FMV och radio. Speciellt hade han mycket noga följt AKSA-utvecklingen och dess problem.

Omkring årsskiftet 82-83 går SRA in i en ny organisation och Svenska Radio Aktiebolaget blir ERA (Ericsson Radio Systems). Inledningsvis märker vi inte mycket av det, kanske döljs detta av att FMV ungefär samtidigt gör en stor organisationsförändring. Vi flyttas till marinförvaltningen. C H Walde blev ny byråchef efter L Ekerborn. Allt detta stör givetvis rutinerna. Arméns stora radioprojekt handläggs nu av marinen vilket kanske förvånade många, men värre var att mycket av organisationens kunskap om projektet samtidigt gick förlorad. Det blev tungarbetat.

Även Marconi omorganiserar från Marconi Space and Defence Systems MSDS, till Marconi Secure Radio Systems MSRS. Vi märkte väl inte av det, men ERA var full av förtröstan. Nu skulle det äntligen bli fart på verksamheten. Det kunde nog behövas. Våra möten och diskussioner hade alltmer kretsat kring Marconis leveransproblem.

Sändtagaren, dvs boven i dramat, fortsatte att inte fungera och hösten -83 stod det klart att ERA inte kunde följa tidplanen i kontraktet. Det uppstod nu en serie reviderade tidplaner, som slutade med att man under september -84 leveransanmäler 2 st bärbara stationer. De skulle överlämnas vid en liten ceremoni med inblandade personer på ERA och FMV. Det skulle vid detta tillfälle "premiärpratas" över en hoppförbindelse. Tyvärr fungerade inte stationerna, så vi fick lämna dem kvar på ERA. Ibland var det synd om de tekniker som jobbade hårt i projektet.

Kort tid därefter presenterade ERA en helt ny projektorganisation. Alla

kända personer ersätts med nya krafter. Projektledaren Nils Rydbeck ersätts nu av Lars Göran Hansson fd major vid S1. Dessa nya personer var givetvis mycket duktiga och ambitiösa, men det blev stora förändringar. Nils Rydbeck var mycket kunnig, det hade vi vant oss vid, men han hade också en förmåga att öppet meddela tekniska svårigheter på sådant sätt att det var lätt att acceptera hans förslag till åtgärder. Han hade också uppfattningen att det inte var dyrare att göra rätt från början. (Senare kom jag att undra över om inte ERA hade en annan uppfattning)

Fram emot årskiftet 84/85 började vi få radiostationer. (Det gällde ju som alltid att försöka fakturera före nyår.) Dessa stationer saknade nu vissa funktioner och uppfyllde definitivt inte TB tekniska krav. Normalt var det naturligtvis inte möjligt acceptera sådan materiel. Nu var det ju som alltid, att den militära organisationen måste planera år i förväg, och vidare fanns utbildad trupp endast vid vissa tillfällen osv. Vi hade utlovat materiel till "höstterminen" och hade måst ändra till "vårterminen". Nu gällde det vinterutbildning och försöken *måste genomföras*, i annat fall hände något besvärligt (minns inte vad). Efter ingående diskussioner internt FMV och med CA beslöts att acceptera stationerna som *ofullständig leverans*. Uppdatering till prototyper skulle ske vid tre tillfällen under våren, och anpassas så att truppöfningarna skulle kunna starta.

Vi hade bara hunnit planera den kommande verksamheten då ERA lät meddela att stationerna inte kunde färdigställas förrän till hösten. Därefter skulle all teknisk verifieringsverksamhet genomföras fram till febr - 86. Detta resulterade i att CA och FMV verksamheter för trupp utbildning och utvärdering (LIE, SKER, RAP etc) inte kunde genomföras enligt plan. Allt var försenat det var inte lönsamt att försöka pressa fram nya planer, som uppenbarligen totalt saknade värde.

I slutet av -85 hade vi fått tillgång till preliminära specifikationer, och vi beslöt att gemensamt med ERA gå igenom systemet med målsättningen att komma fram till godkänd leverans av produktspecifikationer enligt TB kapitel 11.5.16. Det gällde ju också att förbereda STTEM-arbetet som skulle starta under våren.

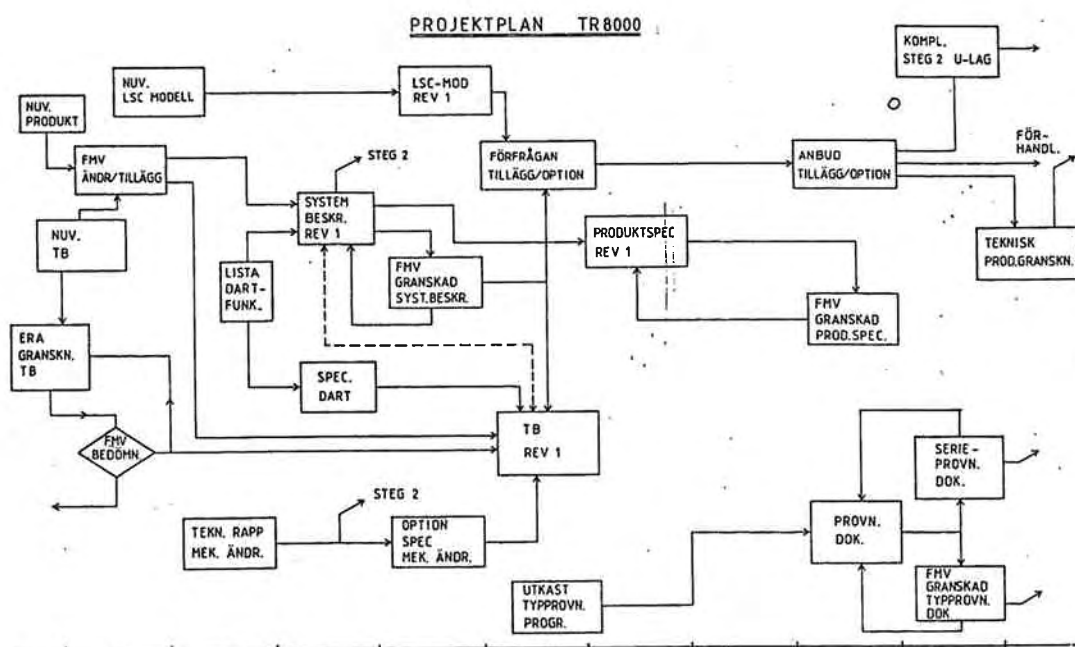
Det blev inga produktspecifikationer (definitivt ett ERA-jobb) utan en skrivelse till FMV-Köp där man kostnadsberäknat bortemot 100 olika

tillägg till serieoptionen. En del av dessa hade ERA redan infört i prototyperna, då man ansett det viktigt prova detaljer som inte varit förutsedda i TB.(!) Därutöver hade man kostnadberäknat vissa funktioner som FMV under hösten visat intresse av. (ERA G/MFNC 86:422 86-02-19.) Det rådde delade meningar om detta, men det var dock ett bra underlag för målsättningsarbetet. Inköp meddelade ERA detta, samt att ett eventuellt accepterande av några punkter i denna sk 100-punktslistan inte kunde ske före en normal beredning internt FMV i samband med ev seriebeställning. Totalt rörde det sig om en kostnadsökning för serieoptionen på ca 70 Mkr, och jag hade i friskt minne konsekvenserna av den kostnadsökning som ERA klämde till med vid beställning av Fas 2. Definitivt inte en gång till.

..

I början av -86 hade all materiel levererats. Typprovningen och andra verifieringar pågick med mycket dåliga testresultat. Den slutliga sammanställningen innehöll ca 90 anmärkningar av varierande slag. Flertalet bedömdes av ERA kunna åtgärdas till serien.

I övrigt ökade nervositeten. ERA skrev ett antal brev till KöpEl med förslag om paketslösningar och andra tillägg till serieoptionen. Samtidigt försökte vi inom projektet träffa en överenskommelse med ERA som



Figur 10

Aktivitetsplan seriebeställning

innehöll diverse åtaganden mot att vi godkände prototyperna. Det upplevde vi som viktigt eftersom optionens giltighet enligt kontraktet räknades från denna tidpunkt (18 mån). Den 21 maj -86 accepterade ERA en något urvattnad överenskommelse, så att vi kunde godkänna materielen med en option giltig tom oktober -87.

Omedelbart därefter tog C ELEKTRO upp förhandlingar med ERA (eller omvänt). Detta resulterade i den sk juniöverenskommelsen, som innebar att man "betat av" några positioner i 100-punktlistan, varvid kostnaden ökade med ca 35 Mkr, med för mig okänd fördelning mellan prototyp- och seriebeställningarna.

Denna utveckling var oväntad och ej i överensstämmelse med CHA tidigare beslut. (55) Vi beslöt att omgående utarbeta en plan över de aktiviteter som måste, eller borde, föregå en seriebeställning. Planen utarbetades i samråd med ERA och översändes om jag minns rätt efter semesteruppehållet -86. Figur 10

#### 2.4.4 ÖVRIGT ATT BEAKTA INFÖR SERIEBESTÄLLNINGEN

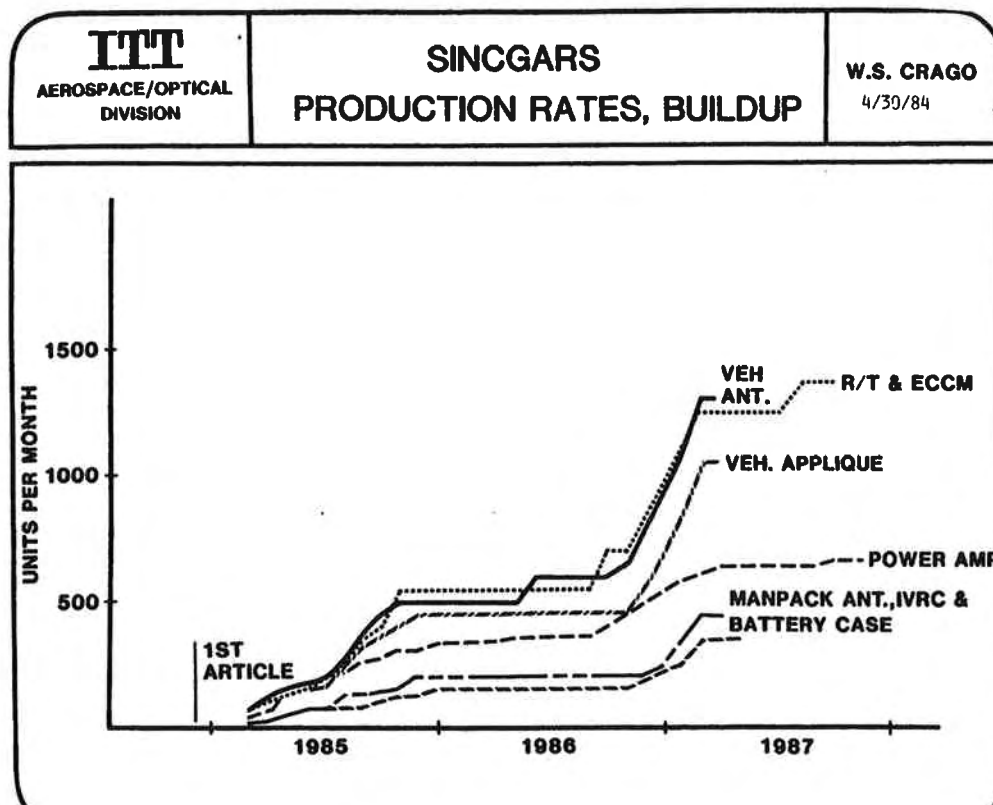
Vår egen erfarenhet av frekvenshopp och störskydd måste nog vid den här tidpunkten, all utvärdering till trots, betraktas som ytterst begränsad. Det gällde ju att tillföra arméns fältförband ett annorlunda och mer komplicerat sambandssystem, med konsekvenser som det inte var möjligt att helt överblicka.

Utvecklingen av de störskyddade system vi kände till, var under den här tidperioden mycket avvaktande. Det föreföll som om man allmänt avvaktade utvecklingen inom Sincgars. Våra egna undersökningar, nu genomförda med fullbandshopp, indikerade att målsättningens skall-krav på bl a dataöverföring, räckvidd och samgruppering skulle komma att innehållas. (76-78,82-84, mfl) Det fanns dock tillämpningar med avsevärt större krav på samgruppering, där truppradion i skyddsmod inte skulle komma att klara räckviddskraven.(93) Vi bedömde att den pågående utvecklingen av "frekvensviga filter" avsevärt skulle förbättra den situationen.(se kap 2.7.2)

Vi bedömde således att det fanns tekniska lösningar på frågeställningarna enligt figur 6 som vi arbetat med i många år

Projektläget inom Sincgars var därför av mycket stort intresse. US-Army hade hösten -83 valt ITT's system för Sincgars. Företaget erhöll en första beställning omfattande 53,8 milj dollars samma år. FMV hade under hösten -85 fått ett erbjudande av ITT's svenska representant SRT, att anskaffa några Sincgars-stationer. Omgående leverans utlovades, förutsatt att exportlicensen beviljades. Vi kände till att Sincgars drabbats av kritik, då den påstods störa sambandet inom andra samgrupperade system, och beslutade omgående att beställa några bärbara stationer. Såg fram emot en mycket intressant jämförelse.

Ungefär samtidigt hade ITT fått problem med driftsäkerheten i Sincgars-radion. Projektet var stoppat i 12 månader och ITT hade uppgiften att under den tiden vidta åtgärder så att ställda krav på MTBF uppfylldes. Samtidigt startade Ft Monmouth en verksamhet som benämndes Sincgars Replacement Program. Man inkallade helt enkelt alla kända hoppssystem till USA för teknisk utvärdering.



Figur 11

Sincgars produktionsplan

ERA deltog med StarCom (Prototyper av TR8000). Utvärdering pågick under 1986. Den officiella motiveringen till denna mycket omfattande verksamhet var att söka hitta ett system som skulle kunna ersätta ITT:s utveckling.

Detta var ju synnerligen oroande. Skulle Sincgars kanske växla över i någon annat typ av system, bli försenad eller läggas ned? Det ödet hade ju drabbat många tidigare system. Vi lyckades nu få ett snabbt beslut på en mycket improviserad resa till CECOM\*) i Ft Monmouth och hade där turen att få träffa George Oliva, projektledare för Sincgars utvärderingsprogram. Det var ett märkligt möte i den meningen att vi nästan under en hel dag fick tillfälle till en teknisk diskussion som mest kom att handla om Sincgars. Däremot var det omöjligt att få någon egentlig inblick i resultatet av denna gigantiska frekvenshopptävlan. Omdömet om StarCom var också något svävande.- "Vi fick det inte att fungera, vad man än gjorde så tutade det i radion."

Det mötet resulterade i att vi blev helt övertygade om att ITT skulle komma att klara sin uppgift, så att Sincgars-projektet skulle kunna fortsätta, givetvis med ytterligare försening. ( Figur 11) Vi fick senare besked om att vår ansökan om exportlicens hade avslagits, och SRT tvingades därför annullera ordern. Detta var ju i och för sig beklagligt, men indikerade samtidigt att ITT nu såg som sin uppgift att producera och leverera till amerikanska armén. Därmed blev vi hösten -86 övertygade om att frekvenshopp, med tekniska prestanda ungefär likvärdiga med vår trupp-radio, skulle bli en etablerad metod för att erhålla ett "säkert samband" för kommande generation av truppradio.

På hemmaplan gällde det nu att gå vidare. Trots den något röriga situationen under prototypfasen hade ju StabSbS och truppslagsavdelningarna lyckats genomföra vissa försök och också deltagit i utbildningsverksamheten (den var mycket uppskattad). Jag deltog inte i den verksamheten, märkte knappt att den pågick. Det hade dock tidigt bildats en användargrupp med representanter för truppslagen och den var värdefull. Här kom det in synpunkter som var oväntat positiva och konstruktiva. Det gällde ju nu att utarbeta underlag till den slutliga målsättningen.

\*) Communications Electronics Command



Det blev till slut många ändringar och tillägg relativt PTTEM. Några av de viktigaste:

I den installation som finns i alla radiofordon ingår även fästramen till Ra42. Radiofordonen står givetvis i förråd och är fördelade på olika förband. Vid omorganisationer står bilarna kvar i sina förråd. Den funktionsvisa tilldelningen av truppradion innebär, att i ett föränderligt antal fordon, skall ett icke känt antal TR8000 och Ra 42 enkelt kunna monteras. Det går inte att förbereda detta om inte TR8000 anpassas till 42-ans fästram. Detta innebär nytt mekaniskt utförande av fordonsstationen. Det var nog mycket välbetänkt, och vi lyckades också avbeställa Marconis fordonsantennen i tid för att kunna inrikta anskaffningen mot ett bättre alternativ.

När det gällde den bärbara stationen fick vi även bort antennavstämningseenheten och därmed också det märkliga handtaget på stationen. FMV betalade och ERA var nöjda, då handtaget i befintligt utförande inte klarat fallprovet. Det var kanske inte ett målsättningskrav men trots allt även det en bra modifiering.

I kryptomodulen, som var baserad på en befintlig konstruktion, fanns vissa funktioner som borde ändras. TSA ansåg detta motiverat av kryptologiska skäl, så den modifieringen genomfördes.

Utöver ett ytterligare antal ändringar och tillägg, tillkom också krav från vapensidan, där SKER-projektet krävde ändringar och tillägg i en omfattning som innebar att den utvärderade DART-en återigen måste ersättas med en helt ny konstruktion.

Allt detta genererade en mängd nya krav i STTEM, och därmed givetvis även i TB. Även resultaten från den tekniska utvärderingen och från truppöförsöken påverkade i viss mån TB. Totalt sett blev det med hänsyn till optionen alldeles för stora ändringar mellan PTTEM och STTEM. Kontraktet var ju färdigförhandlat. (53)

Arbetet med att utarbeta den slutliga målsättningen, inklusive remissförande och uppdatering av TB etc, pågick under större delen av -86 . STTEM fastställdes i slutet av september samma år.(54)

### 2.4.5 SERIEOPTIONEN

Den så överarbetade Tekniska Bestämmelsen överlämnades sedan "under hand" till ERA i samband med att FMV-Köp 86-10-08 sände anbudsfrågan avseende dessa ändringar och tillägg till optionen. Detta fick ERA att i kraftiga ordalag kritisera FMV enligt följande:

- \* Åtskilliga krav har skärpts
- \* Texten är till stora delar omskriven.
- \* Hela kapitel är nyskrivna med helt förändrade villkor.
- \* Oförenliga krav har införts
- \* Nya kvalitetssäkringssystem skall användas retroaktivt.

Det påstods vara ett helt nytt koncept som man inte kunde lämna något anbud på. Det kom en lista där ERA på mer än 117 punkter där man begärde reducerade eller ändrade krav. Vi fick i stort sett direktiv om att acceptera detta, varefter den så modifierade TB sändes till ERA som tekniskt underlag för deras anbud. Allt detta givetvis för att snabba upp handläggningen.

Enligt "hörsägen" hade nu ERA fått stora problem. Deras avtal med Marconi gällde, oberoende av alla leveransförseningar, endast tom december -86. Denna typ av villkor lär ha funnits med i ERA anbud för Fas 2, men förhandlats bort. Fanns det villkoret kvar i ERA avtal med Marconi kunde man bättre förstå ERA:s ointresse av att fullfölja Fas 2. Det gällde få beställning med acceptabel ekonomi före årsskiftet, annars skulle projektet hamna i stora svårigheter.

Det fanns även andra orosmoment. Nytt försvarsbeslut skulle fattas under 1987. Det förekom redan under -86 uppgifter om kraftiga nedskärningar i försvarsanslagen. Detta kunde ju innebära att CA tvingades senarelägga eller på annat sätt ändra planerna för anskaffning av truppradiosystemet. Detta måste ha varit mycket oroande för ERA, som enligt egen utsago investerat över 70 Mkr enbart i utvecklingskostnad. Därutöver ca 12 Mkr i tillverkning av prototyperna. (ERA G/MEC 86 1240 86-07-27)

Det rädde således en ganska besvärlig situation inför seriebeställningen. Ur teknisk synpunkt var systemet inte färdigutvecklat. Det var nog sant, men kanske tillräckligt utvecklad för att man skulle kunna tro på produk-

ten. Det fattades tid och pengar.

Ur teknisk synvinkel hade det varit helt rätt att göra halt ett år, för att klara ut problemen på hemmaplan innan optionen utlöstes, och att det fanns tid till förfogande hade vi varit helt inställda på. De stora förändringarna i den slutliga målsättningen relativt den preliminära, hade FMV i sitt remissvar ansett ytterst besvärande, och krävde tid för en förnyad utvärdering, speciellt av DART och de nya funktionerna i radion.

Det faktiska läget, inklusive den nya absoluta tidsgränsen, upplevde jag som mycket besvärligt. I det läget tog CHA över ansvaret och tillsatte en förhandlingsgrupp bestående av C ASyst, C Elektro samt Hans Kling från Inköp. Radio utgjorde en teknisk grupp till förfogande

ERA anbud utgjorde väl inte något direkt svar på vår förfrågan. I varje fall indikerades bildmässigt ganska tydligt att det var StarCom man offererade. ERA var givetvis, med tanke på eventuella exportframgångar, synnerligen angelägen att markera att svenska försvaret anskaffat en ERA produkt. Det var kanske lovvärt, men det tekniska underlaget utgjordes av vår nu omarbetade TB. Den TB:n hade utgjort underlag vid utveckling av prototyperna, och skulle givetvis i detta läge ha kompletterats med produktdefinierande dokument. Preliminära sådana fanns i slutet av -85 efter vår genomgång med ERA och utnyttjades också för att motivera ökade kostnader. Vi fick dock aldrig tillgång till dessa dokument, vilket märkligt nog accepterades under förhandlingarna. TB kompletterades bara med några produktbeskrivande bilagor. Som ersättning för icke levererade specifikationer borde nog FMV tydligt ha markerat prototypernas betydelse som referens. Det blev inte helt lätt att senare under seriefasen argumentera för TR8000:s "prototypegenskaper", när motparten ansåg sig arbeta med StarCom.

Nåväl, det förhandlades alltmer intensivt ju närmare årsskiftet 86/87 vi kom. Det var ganska intressant för här återkom 100-punktslistan, och denna gång var villkoret att den skulle den accepteras i sin helhet. Kostnad ca 50 Mkr. Likaså arbetades det intensivt med att få beslutsunderlaget för Steg 2 klart i tid. Verksamheten var inriktad på att kontraktet skulle undertecknas före jul och några veckor dessförinnan var det också klart. Konseljbeslut förväntades torsdagen den 11 december. Stor samling hos CHA. Det var högtidligt med tal och om jag minns rätt sherry. Någon

försening hade dock inträffat och CHA tvingades meddela, att regeringen inte hade beslutat i ärendet. Det skulle nu ske vid nästa konselj 18 dec. Alla handlingar "paraferades" i avvaktan på detta.(57)

Kontraktet undertecknades den 18 dec. 1986. Någon tid därefter, i samband med något av de sammanträden som då avhölls, blev jag inkallad till CHA som helt enkelt bara informerade om att "Nu får ERA ta över.-Det blir det inte sämre av!" Enligt min uppfattning hade ERA redan tagit över med metoder, som jag personligen hade mycket svårt acceptera. Sämre blev det, men i det uppkomna läget gjorde CHA säkerligen helt rätt, och jag tolkade CHA uttalande som att han blivit övertygad om att ERA skulle klara uppgiften, och att fr o m nu gällde StarCom (ERA exportversion av TR8000). Fick aldrig någon riktig klarhet i detta och sökte den inte.

## 2.5 SERIEBESTÄLLNINGEN FAS 3

### 2.5.1 BESTÄLLNINGENS OMFATTNING

Beställningen omfattade anskaffning av ca 5000 bärbara stationer och 4000 fordonsstationer till en kostnad av ca 600 Mkr. Därutöver ingick 3120 DART till en kostnad av ca 70 Mkr. Vidare ingick utrustning för tillfällig installation i standardfordon, övriga tillbehör, teknisk verifiering samt en utvecklingskostnad på 37 Mkr.( 58 )

I tillägsbeställning 90.05.31 anskaffades för marinens behov ytterligare ca 500 radiostationer och ca 700 Dart. Total anskaffning, inklusive reservenheter, enligt nedan:

	Ra 180	Ra 480	DART 380
Armén	4135	3300	2970
A:Uh	495	120	190
Marinen	570	700	675
M:Uh	15	10	123
<b>Totalt</b>	<b>5215</b>	<b>4130</b>	<b>3958</b>

Enligt den avtalsenliga leveransplanen skulle leveransstart av en mindre kvantitet ske i februari -89, och full leveranstakt dvs 180 stationer/mån. uppnås juli samma år. Slutleverans dec -93.

Tekniska underlaget utgjordes av Teknisk Bestämmelse för Truppradio-system 8000 Rev C 1986-12-11 (ELEKTRO HA 52 6561/86) samt program för typprov och annan verifiering av produkternas egenskaper. (ELEKTRO M 395:360066-360074) Samtliga dokument utom TB kap 5.1 (Gränssnitts-specifikation) upprättade av FMV. (115)

## 2.5.2 NÅGRA KOMMENTARER

### Kostnadsutveckling

Om vi jämför serieprodukternas priser med den första uppskattningen som ERA gjorde 1980, så finner man att den bärbara radion Ra180 ökat i pris ca 30% och fordonsradion Ra 480 med ca 50 %. DART 380, som ju var en helt ny produkt, har ökat ca 250 %. Detta ungefärligt uppskattat i prisnivå 1986. Detta var förvisso en betydande kostnadsökning men den var på något sätt förutsägbar. De två konkurrerande företagen, Racal och Tadiran, hade ju redan utvecklade produkter och hade givetvis bättre underlag för en korrekt ekonomisk beskrivning i Fas 1.

Leveransplanen måste anses vara överdrivet optimistisk, och man undrar faktiskt på vilka grunder den tagits fram och varför denna tidspress. Seriefasen kom också att karakteriseras av en lång rad förseningar, ändrad planering, ej genomförd verksamhet, upprepade byten av projektledare etc etc. I nästan 10 år hade Marconis sändtagare utgjort ett väsentligt skäl till leveransförseningar och andra problem. Till slut synes ERA ha insett att det var nödvändigt att sätta in radiotekniskt erfarna och mycket kunniga personer i projektet. Det var tillfredsställande.

Kontraktet i övrigt överensstämmer med optionsvillkoren från 1982. Det var kanske helt korrekt men när det dokumentet skrevs förutsattes ju enligt TB att det skulle finnas väl dokumenterade, godkända och levererade prototyper. Så blev det nu inte och i seriekontraktet kan man inte utläsa några krav på det ändrade mekaniska utförandet utöver att ERA skall leverera mekaniska modeller. I TB hade krav som berörde tidigare utförande strukits. Vi hade i en aktivitetsplan (Figur 10) visat hur underlaget skulle kompletteras före seriebeställningen. Den planen beaktades givetvis inte. Det hade säkerligen krävt att vi fått utnyttja kontraktets optionstid 18 månader.

Om man nu 10 år senare läser underlaget till seriebeställningen, kan man påstå att Fas 2 inte existerade. Det finns i kontraktet ingen information som indikerar att några resultat uppnåts under Fas 2 varken i form av dokument eller som hårdvara. ERA hade ju också med sin kraftiga kritik mot "serieTB" (i 117 punktslistan) fått den nedskrivna till Fas 2-nivå. ERA hade alltså förhandlat sig till en mycket stor frihet och borde också känt motsvarande ansvar för att ta fram en produkt tekniskt och ergonomiskt anpassad för arméns fältförband. (103)

### 2.5.3 UPPFÖLJNING AV FAS 3

Det var ganska lätt att hysa oro inför fortsättningen. Skulle vi ånyo drabbas av dessa kostnadskrävande "tillägg" som blev nödvändiga för att realisera en i TB beskriven funktion? Skulle vi åter delta i en till intet förpliktande verksamhet innehållande planeringsmöten, överenskommelser etc.etc ? Till delar blev det givetvis så, men vi försökte så långt möjligt ersätta möten och protokoll med att skriva brev. Inte helt bra, men det skulle vara möjligt att rekonstruera händelseförloppet.

Uppföljningen av seriekontraktet kom därför att omfatta en mängd skrivelser och dokument som alla finns inlagda i databasen OMNIS på Telekombyrån. På byrån har även allt teknisk underlag, kontraktsdokument samt de olika typer av överenskommelser som träffats under seriefasen sammanställts av Torbjörn Wallenborg i följande dokument.

*Radiosystem Ra 180/480 med DART 380, Tekniskt underlag Del 1-3  
Elektronikavdelningen Telekom 3/91 1991-01-01*

*I en senare utgåva ELEKTRO 33195:762/96 (115)*

Vidare finns all verksamhet avseende truppradiosystemet som genomförts av TELUB under åren 1977-92, dokumenterad och sammanställd i en pärm per år. I varje fall tv, arkiveras dessa på Telekom. Seriefasen är således mycket väl dokumenterad och förhoppningsvis kan dessa handlingar återfinnas.

Verksamheten under seriefasen beskrivs egentligen ganska väl av de ändringar och tillägg som förekommit. Ändringsrutinen innehöll tre moment: ECR-Engineering Change Request, ECP-Engineering Change Proposal och ECN-Engineering Change Notification.

Sammanställning av alla ändringar finns på sid 66-68. Ändringar med udda nummer har begärts av FMV och med jämna nummer av ERA.

Det första som inträffade var dock de mekaniska modellerna som skulle levereras efter 6 månader. Vi hade kanske förväntat oss att få tillfälle att följa och påverka utförandet. Det var naturligtvis av tidsmässiga skäl omöjligt. Konstruktion och tillverkning hade påbörjats och tålde inte att försenas av några spontana ideer. Vi försökte utan större framgång hävda att prototypernas fältmässiga egenskaper var viktiga att bibehålla.

Det var ingen bra start och när mekanik samt det nya handhavandet levererats stod det i varje fall klart för mig att detta inte går. Det är inte rätt att gå ut och låta alla berörda truppslag värdera och godkänna prototypen till en ny radiostation, och därefter producera en annan produkt. Vad händer vid en kraftfull och berättigad kritik från truppslagen i ett senare skede? Jag visste sedan AKSA-tiden att de var ytterst kunniga och kritiska.

Jag sammankallade användargruppen och presenterade problemet. Efter några veckors funderande kom svaret. Det är FMV:s ansvar. Vi kan inte kommentera detta. Det fick vara tillräckligt. Om man inte under interna diskussioner kommer med direkta anmärkningar kanske det går vägen senare. Men det var ju helt rätt, FMV har ensam ansvaret.

Sedan gällde det det ergonomiska utförandet, tangentbord display handhavande mm. Vid den här tidpunkten hade A:Uh anskaffat ett undervisningshjälpmedel PLATO där man på en tryckkänslig skärm kunde "läsa in" en frontpanel med tangenter, display mm. Därefter kunde man programmera in ett handhavande, som eleven kunde träna på utan tillgång till apparaten. Terminaler fanns på olika platser och A:Uh hade planer på att påbörja utbildning på truppradiosystemet med hjälp av denna anläggning.

Vi lät programmera in ERA handhavande i detta system och, vilket var ganska provokativt, även ett starkt förenklat handhavande, som påminde om prototypernas, och som vi "snickrat till" och läst in i PLATO. Vi frågade ERA formellt med ECR 5. Avsikten var kanske att låta truppslagen på ort och ställe pröva dessa varianter som ersättning för truppförsök. Detta blev nog för mycket. (Så gör man inte.) Nu sammankallades använ-

dargruppen (bara ersättare kom) samt folk från ERA och Ast/Sign till en högtidlig demonstration. Det var fantastiskt och efter genomgången drog sig juryn tillbaks för överläggningar. Resultatet blev: ERA "icke skyldig". Vi lär signalisterna använda den materiel FMV tar fram. Det blev lite högtidligt, men handhavandet var i varje fall godkänt av armén.

Så var det displayen. Där minns jag inte hur jag hamnade i CHA plenisal men jag satt där när CHA, Signalinpektören, Ast/Utr, Ast/Sign mfl studerade ERA val av display. Bakgrunden var att prototypernas displaytext var 8 mm hög medan ERA till serien valt 3.7 mm höga symboler. Mötet ansåg ERA förslag vara acceptabelt. (Här är jag osäker på millimetrarna men TB krav uppfylldes inte. Problemet var att TB saknade vedertagen mätmetod, samt att ERA inte accepterade att vi hänvisade till prototyputförandet.)

Ergonomin blev ju varken bättre eller sämre av denna process. Det viktiga var att en betydelsefull omgivning deltagit i en beslutsprocess. Det fick ersätta TB och uteblivna truppöversök.

#### 2.5.4 ÄNDRINGAR INITIERADE AV FMV (Sidan 66)

##### Modifiering av DART. (ECR 1, 11, 13, 17, 19, 21, 23, 25, 27 31.)

Ursprungligen var DART en utflyttad frontpanel från vilken man, utöver att sända enkla datameddelande, kunde fjärmanövrera samtliga funktioner. Det kunde underlätta samgruppering, genom att man från en gemensam plats kunde manövrera upp till 6 km särgrupperade stationer. Det gav också förutsättningar att undvika lokalisering och engångsstör-sändare. (Ett besvärande hot vid frekvenshopp.). DART ingick således i radiosystemet och var ansluten till radion över ett internt gränssnitt. I Fas 2 utökades DART med artillerifunktioner för ledning av indirekt eld. Till serien infördes ytterligare funktioner och DART hade blivit en produkt som i princip ingick i SKER systemet.

Detta hade medfört en viss obalans i konstruktionen. Den drog för mycket ström relativt batterikapaciteten. Utrymmet var inte tillräckligt för vettiga tangentfunktioner. Handhavandet var inte speciellt självinstruerande osv. Nu begärde Vapenavdelningen våren -87 att en beräkningsmod för fältmätning skulle införas i DART. Detta innebar att man stänger av



DART- funktionen, tömmer alla minnen och utnyttjar beräkningskapaciteten för dessa beräkningar. Modifieringen omfattade införande av 10 olika programsystem från bäringsbestämning mot himlakropp till ballistiska bantoppvärden. Modifieringen bedömdes inte medföra några leveransförseningar och beställdes juli -87. Kostnad 7 Mkr.(64)

Under -88 demonstrerades en fungerande DART. Vi konstaterade omedelbart att den var gjord för vänsterhänta. (Jag är vänsterhänt och för en gångs skull kändes det rätt). ERA kanske tyckte det var lite pinsamt så att DART vändes samtidigt med några andra mekanikändringar.

Ett år senare kom fler krav på utökade funktioner från Vapen. Denna gång gällde det tillägg till de trafikala funktionerna. DART var redan överbelastad och Telekom borde enligt min uppfattning inte ha medverkat till att ytterligare komplicera en feldimensionerad produkt. Det blev mycket diskussioner och utredande och jag hamnade återigen i ett läge där jag skulle försöka försvara systemets egenskaper som störskyddat system med krav enligt CA målsättning. Det blev föredragningar både för CHA, C Vapen, AST/Sign och Ast/Art om jag minns rätt. (66)

CA beslutade införa del av tilläggen några veckor senare. Total kostnad enligt KöpEl beräkningar ca 45 Mkr.(Figur 12 på sid 64) Leveransförse- ning av radion 4 mån. och DART 9 mån. Detta kom mycket lägligt för ERA. Leverans av DART skulle enligt avtalet påbörjas vid den här tidpunkten, men DART var definitivt inte klar att leverera.

Ytterligare tillägg för bäringsbestämning mot månen, samt en aritmetisk funktion som klarade de fyra räknesätten infördes om jag minns rätt.

Övriga ECR på sidan 66 får nog även kostnadsmässigt anses vara ganska betydelselösa.

# KOSTNADER

## ÄNDRING AV DART (4/9 mån)\*



<u>DIREKTA KOSTNADER</u>	<u>MSEK</u>
Utveckling	10,6
Styckpriser (s:a)	6,3
Prisjustering	19,8
<b>SUMMA</b>	<b>36,7</b>

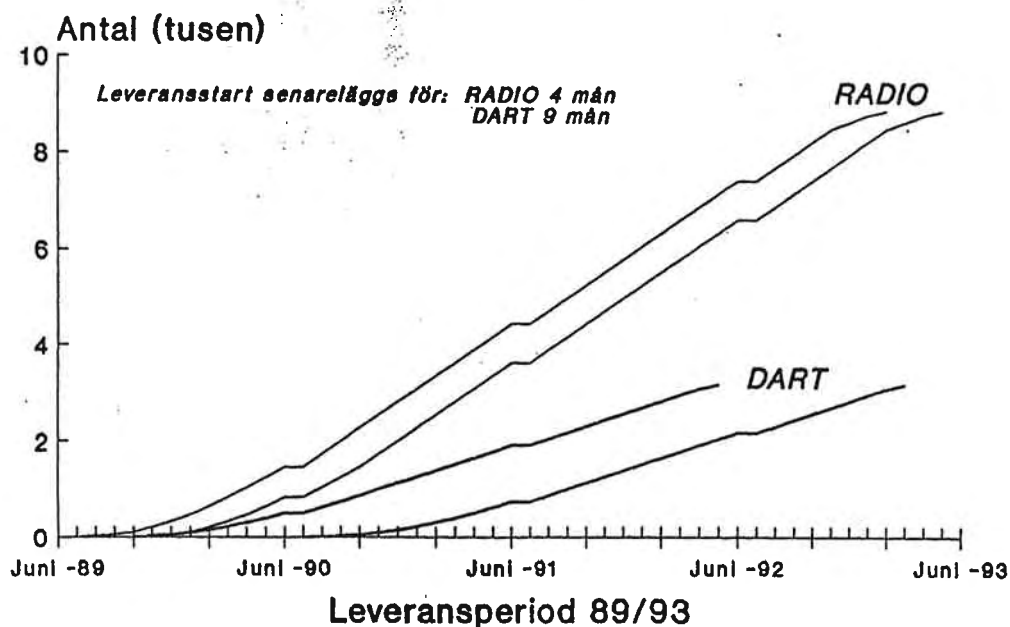
INDIREKTA/OKÄNDA KOSTNADER  
 Optionspriser ökar ca 2000 SEK/st  
 Ränta på förskott 11 MSEK  
 Systemprov ?  
 LSC ?  
 Utbildning ?



\*Försening Radio 4, Dart 9 mån

# LEVERANSTIDER

## ÄNDRING AV DART



Figur 12

SKER-anpassning av DART

## 2.5.5 ÄNDRINGAR INITIERADE AV ERA (Sidan 67,68)

### Gränssnitt ECR 18, 40

Detta med gränssnitt är givetvis ett besvärligt kapitel, men här blev det mer än så pga av leveransförseningarna. Gränssnitts-specifikationen, bil 5.1 i TB utgjorde som övriga TB en kravspec, inte en produktspec och innehöll inte en användaranpassad specifikation av alla snitt. Det kanske främst gällde DART-snittet som var utsatt för stora förändringar, och som ERA med all rätt ansåg vara ett internt snitt.

Trots detta beslutade SKER-projektet använda detta snitt och dessutom implementera en "dartequivallent" i SKER och nu behövde man alla data i snittet. Den situationen räddades enbart av att ERA här gjorde en stor insats. Övrigt agerande i denna fråga är ganska svår att beskriva varför jag föredrar att avstå.

I detta sammanhang gjorde ERA upprepade uppdateringar och skaffade fram ett skillnadsdokument (ECR 18, 40). som underlag för de projekt som något tanklöst, och utan samråd, utnyttjat kravspecen.

Rev. F av specen fastställdes senare som produktspecifikation.

### ECR 36

Här begärde ERA att få reducera systemselektiviteten. Det skulle enligt genomförd simulering innebära att samgruppering av flera stationer i fordon inte skulle bli möjlig. Konsekvensen blev upphandlingsberedning av PROFFAR, och det blev ganska enkelt att för ERA redovisa de kostnader FMV skulle drabbas av. Efter en tid drogs begäran tillbaks. Så vitt jag vet lyckades man lösa uppgiften enligt TB krav.

### ECR 50.

Här begärdes lindrade krav på effektsteget. Dessa skulle ha avslagits, vilket säkerligen skulle ha resulterat i en ur systemets synpunkt nödvändig omkonstruktion men också ytterligare leveransförsening. En sådan aktivitet krävde organisationens stöd och leveranssituationen var kanske lite väl ansträngd för att begära detta.

Övriga ECR var även här ganska betydelselösa.

## 1. Ändringar Initierade från FMV

Ändr. nr	Urspr.	ECR	ECP	Beslut (ECN)	Avser
EC 1	FMV	x	x	ja	Införande av fältmätfunktion (Tb Tillägg 1)
EC 5	FMV	x	x	nej	Alternativt handhavande MERAD
EC 7	FMV	x	x	ja	Miljöprovning batteri (Tb Tillägg 2)
EC 11	FMV	x	x	ja	Kompl. av Fältmätprogram (Tb Tillägg 4)
EC 13	FMV	x	x	nej	Formatlängd
EC 15	FMV	x	x	ja	Enstegskvittens (Tb Tillägg 4)
EC 17	FMV	x	x	ja	Visning av Kvittens (Tb Tillägg 4)
EC 19	FMV	x	x	ja	Adresseringshjälp (Tb Tillägg 4)
EC 21	FMV	x	x	ja	Manus beskr. Fältmätfunktion (Tb Tillägg 4)
EC 23	FMV	x	x	ja	Dynamiskt format (Tb Tillägg 4)
EC 25	FMV	x	x	ja	Enkel sambandsnod (Tb Tillägg 4)
EC 27	FMV	x	x	ja	Spärr mot datarelä vid fel (Tb Tillägg 4)
EC 29	FMV	x	x	ja	24 V i Ext-don på fordonsenhet
EC 31	FMV	x	x	ja	Bäringsbestämning mot månen
EC 33	FMV	x	-	utgår	Märkning Mod-vred
EC 35	FMV	x	x	ja	NR i kanaldata som nätskiljare vid samma nyckel
EC 37	FMV	x	x	ja	Tiden för S/M-flagga i GS10
EC 39	FMV	-	-	ja	Rev B. Tb krav på känslighetsnedsättning införs
EC 41	FMV	-	-	ja	Tb ändras beträffande tid för 90% modulering
EC 42	FMV	-	x	ja	Dart-format för Haub77B
EC 43	FMV	x	x	ja	Förändring av raderingsfunktionen på Dart 380
EC 45	FMV	x			Anpassning av Tb betr drifttid Dart

## 2. Ändringar initierade från ERA

Ändr. nr	Urspr.	ECR	ECP	Beslut (ECN)	Avser
EC 2	ERA	x	x	ja	Sensorer i batteri (Tb Tillägg 2)
EC 3	ERA	x	x	ja	Mod- och kanalvred, platsbyte
EC 4	ERA	x	x	ja	Laddningsövervakning
EC 6	ERA	x	x	ja	Deviation 150 Hz-ton (Tb Tillägg 2)
EC 8	ERA	x	x	ja	Antennfäste sändtagare (Tb Tillägg 2)
EC 9	ERA	x	x	ja	Fallprov fordonsradio (Tb Tillägg 2)
EC 10	ERA	x	x	ja	Kvalitetsplan
EC 12	ERA	x	x	nej	Mottagarprestanda
EC 14	ERA	x	x	nej	Uteffekt missanpassad antenn
EC 16	ERA	x	x	nej	Normalantennfäste
EC 18	ERA	x	x	ja	Gränssnittsspecifikation Rev E (deltadokument)
EC 20	ERA	x	x	nej	Mottagar- och sändarprestanda
EC 22	ERA	-	x	ja	Drifftidmätare i Dart 380
EC 24	ERA	-	x	ja	Uppdatering av Kvalitetsprogram (Rev C till D)
EC 26	ERA	-	x	ja	Falska mottagarsignaler
EC 28	ERA	-	x	ja*)	Brusspärrens in- och urkoppl.tid
EC 30	ERA	-	x	ja	Uteffekt vid missanpassning
EC 32	ERA	-	x	ja	Rev B. Falska sändarsignaler
EC 34	ERA	-	x	ja	Sändarintermodulation
EC 36	ERA	x	-	utgår	Systemselektivitet
EC 38	ERA	-	x	ja	Tb-upprättning 1
EC 40	ERA	-	x	ja	Gränssnittsspecifikation Rev F (deltadokument)

EC 44 ERA	-	x	ja	Prestanda, höga signaleffekter
EC 46 ERA	x	-	utgår	Tb-upprättning 2
EC 48 ERA	-	x	ja	Mt känslighet vid olika temperaturer
EC 50 ERA	-	x	ja	Rev.B. Uteffekt vid temp- och spänningvariation
EC 52 ERA	-	x	ja	Jordning av mikrofoningång
EC 54 ERA	-	x	ja	Begränsning av talkanalens anv. betr. V.23-signal
EC 56 ERA	-	x	ja	Lättnad i krav på batterilådans täthet
EC 58 ERA	-	x		Förlängd snabbladdningstid för Alkbatt 12 V 5 Ah
EC 60 ERA	-	x	ja	Lättnad/tillägg av krav på mt fördröjn.tid i KLAR
EC 62 ERA	-	x	ja	Textändr betr mt fördröjn.tid i SKYDD

\* ) Ändring av mt fördröjn.tid i KLAR enl. ECP 28B avisades dock (Jmfr ECN 60).

## 2.6 LEVERANS AV RADIOMATERIELEN

Leveransplanen efter DART-modifieringarna framgår av figur 12. Enligt den planen skulle flera hundra radiostationer levereras under budgetåret 89/90. Det bedömdes då fullt tillräckligt för att tillfredsställa CA och övriga projekts behov av radiostationer. Därefter hände ingenting förrän i slutet av december då ERA leveransanmäler första 11 stationerna. Dessa uppfyllde inte TB krav och betraktades av ERA som en "förserie" som skulle åter till Marconi för uppgradering. Situationen började bli kritisk så vi tog emot stationerna, och under resten av budgetåret lyckades ERA endast leverera ytterligare 46 stationer i samma skick som tidigare. (57-serien). Dessa stationer visade sig senare inte vara kompatibla med senare leveranser, vilket givetvis inte förenklade situationen.

Nu blev situationen närmast omöjlig. Arméstaben höll på med planering för den kommande, och förmodligen sista verkligt stora vintermanövern, under 1:a och 2:a kvartalet -91, och krävde 250 stationer för den verksamheten. Internt FMV var givetvis trycket från övriga projekt oförändrat stort. Efter långa överläggningar med ERA utlovades i den sk "Juniöverenskommelsen -90", leverans av 250 stationer under resten av budgetåret, varav minst 100 stationer skulle levereras fram till årsskiftet. Under vissa mycket definierade förutsättningar accepterade vi mindre avvikelser från de tekniska kraven i TB för dessa stationer. Vi måste få ut stationer i praktisk drift, och ERA hade nu även tillsatt en ny kraft (O Lennemalm) som verkligen skulle garantera leveranser i avtalad tid. Det var ju viktigt även för ERA att stationerna kunde demonstreras under Nordanvind etc.

Det reella resultatet blev att inte en enda station leveransanmälades under hösten. Nya överläggningar, kraftfulla uttalanden, ny överenskommelse mm. Vi accepterade i den sk "Decemberöverenskommelsen -90" att förlänga vårt avtal, om leverans skedde senast april -91. Det fanns då fortfarande möjlighet planera för viss aktivitet under manövern. Därefter fanns inget behov av icke leveransklar materiel.

I mars konstaterade vi att inte heller denna plan skulle komma att innehållas, och vi begärde omedelbart vid möte med C ELEKTRO att FMV skulle vidta kraftfulla åtgärder. Så skedde inte, men några veckor senare

tog ERA initiativet och förklarade Marconi vara "inkompetent" (default). Företaget skulle få 6 månader på sig för att visa fullgott resultat vid produktion av sändtagarna (sept 91). Misslyckades Marconi skulle ERA ha rätt överta verksamheten. (108, 109, 112)

Detta utlöste bestörtning bland presumtiva användare av truppradion. Det skulle uppstå förseningar, ökade kostnader för alla projekt, samt allt annat elände pga brist på radiostationer. Detta var konsekvenser, som givetvis borde föreläggas ERA. Minns inte att vi senare lyckades hitta några verifierbara kostnadsökningar i något projekt. I varje fall kom inga krav.

Det problem Marconi hade var att man inte lyckades få tillräcklig yield (felfritt utfall) i produktionen. Ca 80% av tillverkade moduler måste direkt kunna godkännas, för att det skulle vara ekonomiskt försvarbart att producera. Marconi lyckades nå målet inom 6 månader, men det krävdes ytterligare tid innan leveranserna kunde starta. Nu accepterade vi ta emot resten av den gamla 250 serien, givetvis mot att de senare uppdaterades. Allt detta enligt "Majöverenskommelsen -91".(111)

Leverans av fullvärdig materiel såväl av radio som DART påbörjades under hösten -91. ERA fick även klartecken från FMV på en fördubblad leveranstakt i syfte att inarbeta förseningen.

Sammanfattningsvis tog det alltså två år från det att de första två stationerna levererades, till dess att den egentliga leveransen kom igång. Dessa ständigt återkommande förseningar, orsakade av Marconi sändtagare, skapade en mycket otrevlig situation för projektet på FMV. Samtidigt döljer händelseförloppet att ERA var långt ifrån färdig med sin del. Situationen hade säkerligen blivit synnerligen prekär om Marconi lyckats leverera enligt ursprunglig plan. Men den väsentliga frågan kvarstår. Hur var det möjligt att Marconi kunde få sitta och "labba" med sändtagaren i nästan tio år utan att få den i produktion?

När detta skrivs våren -95 pågår fortfarande leverans av radiomaterielen. Uppdatering av de först levererade stationerna är inte helt genomförd. Allt detta skall dock vara avklarat under innevarande budgetår. Slutleverans av Ra 180 RA 480 samt DART 380 kommer alltså att ske under budgetåret 94/95. Typprovet godkänt. LSC utvärdering pågår.



## 2.7 ÖVRIG VERKSAMHET INOM PROJEKTET

Av all övrig verksamhet som förekommit under åren, har jag valt att nedan endast beröra den del som resulterat i anskaffning av produkter med stark koppling till systemet. Det gäller främst antenner, filter för samgruppering, samt i någon mån även en kodningsenhet för data, även om den egentliga anskaffningen av produkten legat utanför uppdraget.

### 2.7.1 ANTENNER OCH RÄCKVIDD

Utöver antenner som anskaffats inom ramen för huvudbeställningen, ingick enligt målsättningen antenner till den fordonsinstallerade radion samt separat högantenn. För dessa antenntyper fanns i målsättningen "skall och börkrav" på räckvidden uttryckta i visst antal kilometer. Det var givetvis ett enkelt men samtidigt ett ofullständigt sätt att ange krav på räckvidd, vilket också framgår av figur 7. Den mottagna signalnivån och därmed räckvidden varierar kraftigt över det aktuella frekvensområdet, i figurens exempel från halva till dubbla räckvidden relativt något visst medel- eller medianvärde.

Målsättningens krav på räckvidd skulle nog kunna innehållas i hoppmod, där den mottagna signalnivåns medianvärde blir bestämmande för räckvidden. Däremot ligger det en uppenbar fara i att man i praktisk drift kommer att kunna konstatera, att fixfrekvens ger en längre (kortare) räckvidd än frekvenshopp. Internt truppradion kan det också innebära att en förbindelse fungerar till dess att man byter trafikmod. (i de fall man befinner sig nära räckviddsgränsen.)

Detta kan givetvis ses som en utbildningsfråga, KLAR och SKYDD var avsedda att vara helt skilda driftmoder. Nu krävde arméstaben i den slutliga målsättningen att en station i KLAR skulle kunna anropa en station i SKYDD och omvänt. Ur signalskyddssynpunkt var förslaget kanske inte helt genomtänkt, men dessutom äventyras sambandssäkerheten. Ast/Utr hade dock upptäckt, att därmed kunde en station samtidigt ingå i både ett klarnät och ett skyddsnät. Blandad tilldelning förutsattes och Utrustningsavdelningen såg en möjlighet spara stationer. (Jfr AKSA)

Mot skisserad bakgrund fanns skäl antaga att systemets räckvidd kommer att ge upphov till många diskussioner framöver. Här gällde det således

att vid anskaffning av dessa nya antenner så långt möjligt stressa deras strålningsegenskaper. I övrigt gällde kortfattat följande förutsättningar vid anskaffning av antennerna.

Antennutrustningen i befintlig bilpark var givetvis liksom radion, installerad i fordonen och anpassad till Ra420. Antennanpassningsenheten (AT912) var försedd med fällbart fäste, och monterat på sidan (bak) av fordonen, varvid antennen gick att fälla ned mot taket. Antennkabel och övrigt kablage för val av rätt frekvensband ingick i den fasta installationen.

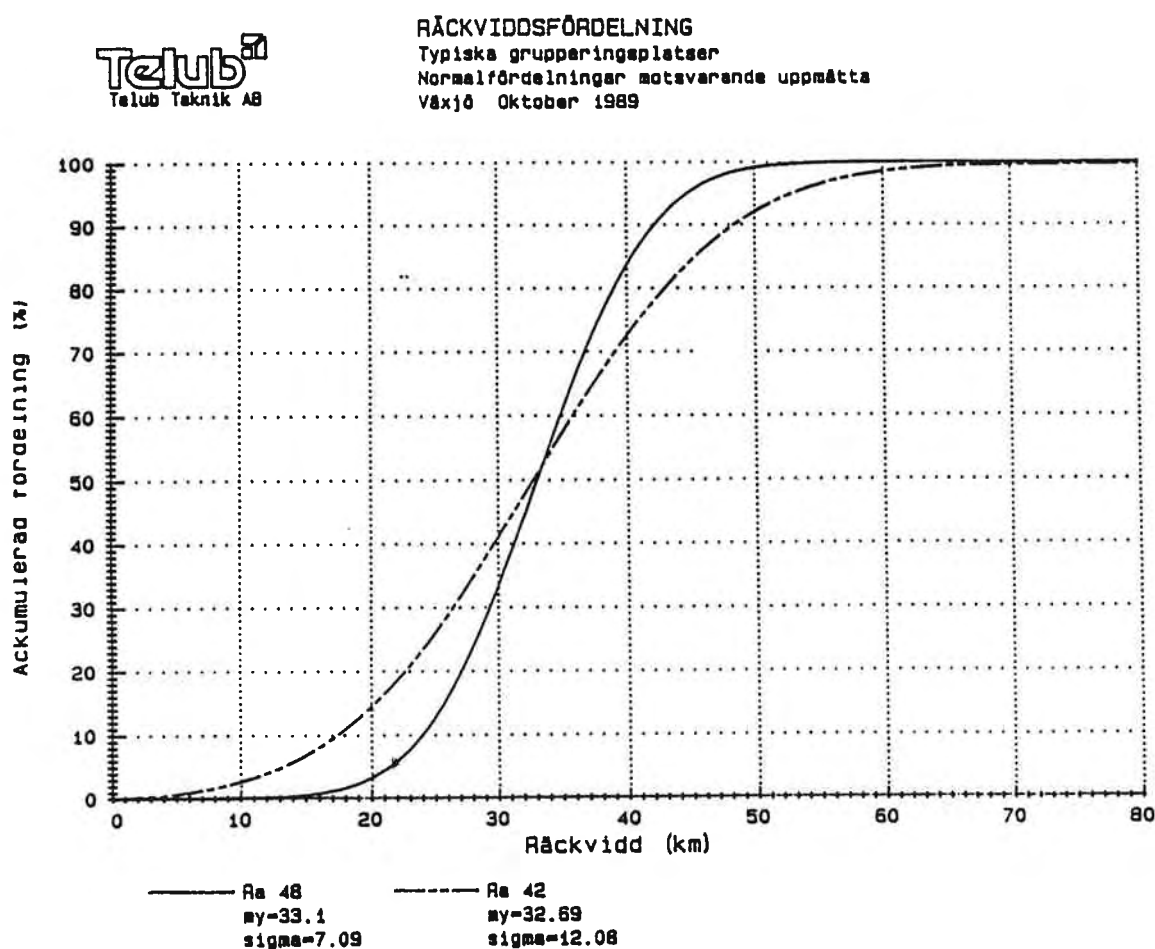
Ra480 krävde givetvis en bredbandig antenn (30-90 MHz). Här gällde det nu att finna en ny antenn, som samtidigt medgav fritt och föränderligt val av antalet Ra420 och Ra480 i fordonen. Den skulle också kunna införas utan att fordonen behövde sändas in för modifiering i samband med tilldelning av den nya radion. En senare modifiering fanns redan i planerna, och skulle ske vid införandet av telesystemet. Vid den tidpunkten bedömdes det lämpligt att göra den definitiva installationen av radio och DART.

Den befintliga högantennen som är helt av metall, har orsakat många svåra olyckor, när den vid resning kommit kontakt med en högspänningsledning. Ett absolut krav på den nya högantennen var därför att hela konstruktionen skulle vara elektriskt isolerad. Det fanns också ett starkt önskemål om att förbättra samgrupperingsegenskaperna vid utnyttjande av mer än en högantenn, anslutna till stationer i samma fordon. Vidare ansågs det vara av stort intresse, att enkelt kunna utnyttja den relativt oprövade vinsten vid horisontell polarisation för antenner grupperade i skog.

Dessa faktorer ledde till att vi valde använda fordonsantennen (mittmatad dipol) även som antenn i högantennen. Det gav samtidigt möjlighet att enkelt montera två antenner i samma mast, vilket gav cirka 25 dB isolation mellan antennerna. Detta var kanske något okonventionella lösningar, men Lars Ladell vid FOA hade rapporterat bra resultat från "några praktiska försök" med att använda bredbandiga mittmatade fordonsantenner (horisontellt och vertikalt) monterade utan något jordplan.

Det fanns givetvis inga planer på att utveckla antenner. Det gällde att nu utvärdera det som marknaden hade att erbjuda, vilket förvisso var en mycket stor och svår uppgift att genomföra. Den blev möjligt endast genom att vi kunde utnyttja FFV:s kompetens och långa erfarenhet, när det gällde att specificera och utvärdera antenner inom aktuellt frekvensområde. Inom den gruppen utarbetades nu en specifikation över antennen och senare också en specifikation för masten till högantennen.

Efter en högst normal upphandlingsprocedur och utvärdering återstod två företag. Ett av dessa hade en antenn med anbudens bästa antenndata (Använd vid Ladell-försöken) och som åtog sig att mot separat beställning modifiera antennen så att den uppfyllde våra mekaniska krav.



Figur 13

Räckviddsfördelning Ra 48 och Ra42

Det andra företaget (Comrod A/S, Norge) hade en helt ny idé. Den anpassning som krävdes för 50 ohm nominell impedans fanns monterad inuti antennen. Antennen var lätt och hade lågt pris, men antennförstärkningen var 2-3 db sämre än det andra företags produkt.

Vi valde Comrod's antenn (och mast) trots att vi enligt förfrågan skulle prioritera antennförstärkning. Det fanns dock så många fördelar med den lätta och billiga antennen att valet enkelt kunde motiveras. Den tillverkades och levererades också utan större problem, vilket tacksamt noterades.

Vi hade nu medvetet valt en antenn, som något minskade den räckvidd som var möjlig att realisera. Det genomfördes därför omfattande mätningar för att verifiera att målsättningens krav uppfylldes, samt att den nya antennen inte gav Ra48 kortare räckvidd än vad som gäller för Ra42 med antenn AT 912.

Resultatet av dessa mätningar framgår av figur 13. ( 94)

Målsättningens krav för fordonsstationen var 22 km och av figuren framgår att medianvärdet för både Ra 42 och Ra 48 är 33 km. Vidare framgår av resultatet att i endast cirka 5% av fallen har räckvidden varit mindre än 22 km för Ra 48. Motsvarande siffra för Ra 42 är 20%. Därav konstateras att dessa stationer med viss säkerhet kan betraktas som likvärdiga vad avser räckvidd.

## 2.7.2 FILTER FÖR SAMGRUPPERING

Frekvenshoppssystemens slumpmässiga frekvensanvändning gör att vanlig frekvensplanering inte kan användas för att tilldela störningsfria frekvenser för samgrupperade sändare och mottagare. Beräkningsmetoder där man söker dimensionera "kanalpaket" med hänsyn till kravet på låg störnivå vid tät gruppering och med bibehållet störskydd förekommer, men har aldrig övervägts för trupperadiosystemet. Mycket tidigt beslutades att som huvudregel skall fullbandshopp gälla. Det innebär att alla frekvenser i frekvensbandet skall användas av alla nät (Givetvis med erforderliga undantag.) I princip kan därefter all frekvensplanering utgå. Det blir tekniska prestanda (och gott omdöme) som skall tillgodose kraven på en tillfredsställande god förbindelsekvalité.

Möjlighet att praktiskt verifiera störnivåer vid frekvenshopp fanns inte under den här perioden, och det är mot den bakgrunden man får se den intensiva verksamheten som genomfördes för att ta fram en fungerande simuleringsmodell, där olika metoder att reducera störningsgraden kunde värderas. (79) Inte oväntat ledde detta fram till att installation av flera stationer i samma fordon krävde att speciella åtgärder vidtogs.

I en artikel i Defense Electronics -83, beskrevs kortfattat en filterlösning från Xetron Corporation, Cincinnati USA och vi fick den vägen kontakt med ett företag som utvecklade "frekvensviga" filter för bl a US Navy, och senare även för Sincgars. På en preliminär kravspec fick vi från det företaget i början av -85 budgetoffert på ett filter som (återigen efter ett antal simuleringar) bedömdes kunna klara störkraven vid tät gruppering av flera radiostationer.

Vad som nu krävdes var radiostationer så att det gick att praktiskt verifiera vunna erfarenheter, och givetvis medel och bemyndigande anskaffa försöksmateriel, eller prototyper. Av flera skäl (Vem skulle stå för kostnaden?) kom det att dröja till -89 innan, vi fick klartecken starta anskaffning och beställa ett antal prototyper av filtret, benämnt PROFFAR, från Xetron.(63) Slutleverans april -91 med option för serien till maj -92.

Efter leverans kunde nu utvärdering med seriestationer starta vid Telub. Där konstaterades omgående att filtret inte gav någon egentlig förbättring av talkvaliten vid samgruppering. Med en mycket listig mätmetod lyckades Telub visa att blockborttagaren inte tog bort felaktiga block. Däremot genererade varje felaktigt block ett antal nya felaktiga block. (Detta var leveranskontrollerad materiel.) ERA utlovade åtgärder. Hur det blev vet jag inte. Vi kunde inte avvakta utan övergick till att kontrollera synktröskeln vid dataöverföring.(Den bestämmer räckvidden.) Även här uteblev del av förväntade förbättringar, vilket visade sig bero på att den inmatade effekten från den ena sändaren skapade en mängd blandningsprodukter i den andra, och vice versa vid det svåra fallet när två sänder samtidigt. Störnivån på nyttoförbindelsen kom därför inte att reduceras enligt beräkningarna. Del av förväntade förbättringar uteblev alltså pga radions bristande prestanda.

Vid ett praktiskt slutprov med tre samgrupperade stationer och antenner-

na grupperade enligt en stridsfordontillämpning gick effektstegen sönder.(One by one.) Efter att under en halv dag ute i terrängen ha förbrukat tre eller fyra effektsteg gav vi upp. Det blev ingen seriebeställning av PROFFAR\*). Däremot fick XETRON uppdrag utveckla ett "effektfilter" dvs ett nytt effektsteg med filter i samma hölje. Det skulle ha skett mycket tidigare så kanske Marconi insett det nödvändigt förbättra effektstegets prestanda. (89)

Utveckling av en "multiplexer" (FHMUX) för frekvenshopp har, på uppdrag av CECOM, börjats vid Xetron. Även FMV har lyckats beställa några exemplar. Detta måste anses vara en mycket intressant och tilltalande lösning av samgrupperingsproblemet.(69)

\*) Proximity Filter for Frequency Agile Radios

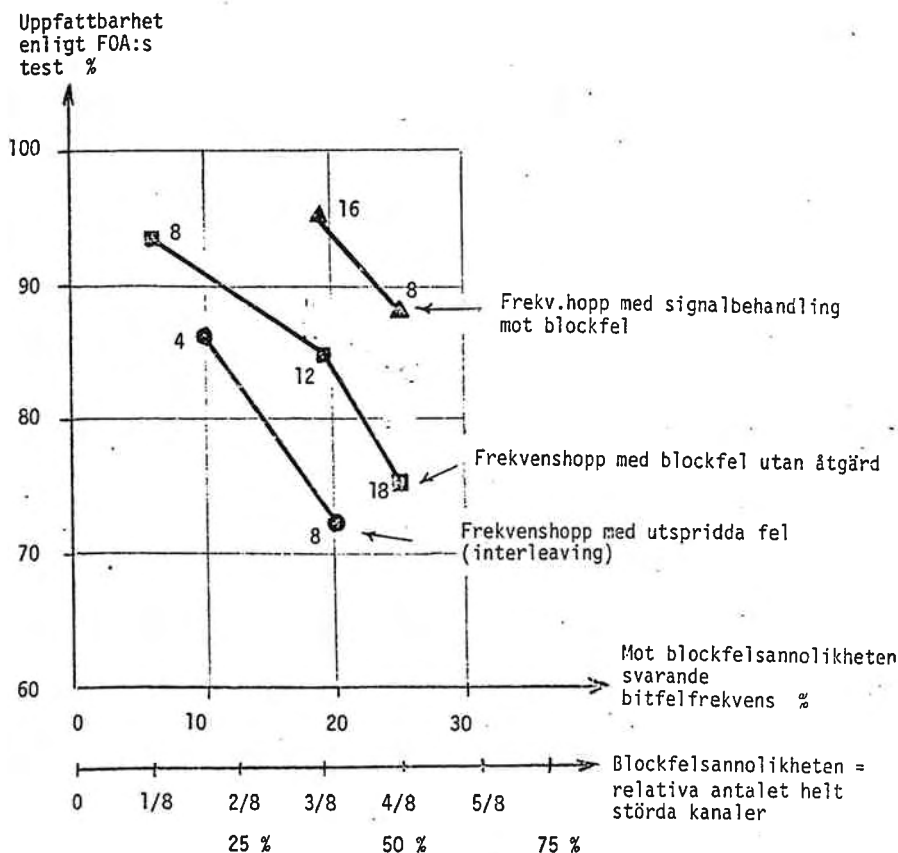
### 2.7.3 FELKORRIGERING AV DATA

Något urskuldande brukar det ibland framhållas att ursprungligen var truppradion en talradio som övergått till att bli en dataradio. Utan att veta vad som egentligen avses med detta, så vill jag nog påstå att transmissionkanalen, som utgöres av en datatransparent 16kbit kanal, varit oförändrad sedan starten 1980. Den enda typ av data som därefter diskuterats har varit enkelriktad distribution av måldata. Några specificerade krav på datakommunikation har egentligen inte funnits.

Eftersom informationsöverföringen både av digitaliserat tal och av data i truppradion måste fungera även om kanalen är totalt utstörd under 50% av tiden, med för frekvenshopp typisk felstruktur, måste givetvis en kraftfull felkorrigerande utrustning ingå, eller tillföras som yttre enhet.

Vid tal och dart-meddelande finns den funktionen inbyggd i radion. Vid tal görs ingen felkorrigering i egentlig mening, utan där utnyttjar man den redundans som finns i talet och tar bort störda hopp enligt en metod som omnämns på sidan 44. Ingående undersökningar som SRA genomförde under Fas 1 visar på att det går att realisera avsevärda förbättringar. Det är dock högst osäkert om hela den förbättringen finns kvar i serieprodukten. ( Figur 14 )

Siffran vid punkterna motsvarar antalet lyssnare som utfört provet.



Figur 14 Uppfattbarhet som funktion av utstörda block

Den felkorrigerade funktionen för dart-meddelanden är placerad i radion. Kodningsprincipen anses vara enkel och består av repetitiv sändning (ca 50 ggr) med majoritetsavkodning. Fel i meddelandena upptäcks med mycket stor säkerhet, däremot kan felen inte lokaliseras till vissa tecken i meddelandet. Felen kan således inte elimineras genom omsändning.

Med hänsyn till det förväntade telehot och att sannolikheten för fel måste vara mycket låg, valde SRA pga den enkla kodningsmetoden, en överföringshastighet på 30 alfanumeriska tecken/s och maximalt 50 tecken per meddelande.

Överföring av ett mer kontinuerligt dataflöde på 16 kbit kanalen skulle enligt målsättningen kunna ske med 1200 bit/s (bör 2400b/s). Anskaffning av den tillsatsutrustning som krävdes för detta skulle däremot inte ingå projektet. (Välj bara ett gränssnitt som alla blir nöjda med.)

Detta får väl anses vara något av dataöverföring i störd miljö, som i varje fall krävde omedelbara insatser för att klara ut vad som gick att realisera, främst med tanke på måldatadistributionen inom RBS 70 /90. System som efterfrågade datakommunikation fanns inte vid den tidpunkten.

Målinriktade studier av olika kodningsprinciper för 16 kbit kanalen pågick vid Telub under perioden 1982-84, samtidigt som några olika varianter av kodningsenheter utvecklades för praktiska försök. Teoretiska och praktiska resultat av den verksamheten överlämnades till ERA/Mölnadal, där det pågick en sambandsutredning för RBS 90. Följden av detta blev att de kodningsprinciper vilka utarbetats av Telub, kom att övertas av ERA som därefter utvecklade en produkt benämnd KODEK. (CODEC?)

Omkring 1987 hade Stanford Telecom Inc. i USA utvecklat en VLSI-krets som kunde realisera den av Telub valda kodnings och dekodningsprincipen. ERA valde dock att inte utnyttja den kretsen i sin konstruktion, men fick på uppdrag av FMV möjlighet utveckla en egen VLSI som realiserade andra funktioner i kodaren.

På uppdrag av truppradioprojektet fullföljde nu Telub arbetet med en kodningsenhet baserad på ovan nämnda krets. Den fick arbetsnamnet FKE (Fel-Korrigerande Enhet). KODEK och FKE bygger på samma princip och har helt jämförbara tekniska prestanda.(86, 87)

Dessa enheter har en mycket stark felkorrigerande kod (bättre än synken) vilket innebär att synktröskeln blir helt avgörande för räckvidden, dvs om nätet kan fås att synkronisera, så blir dataöverföringen felfri. Priset blir en relativt stor datafördröjning (0,5 s vid 1200 bit/s.) Det kanske inte har så stor betydelse för RBS 90 där distributionen av måldata är enkelriktad från radar till pjäs, och där fördröjningens inverkan säkert går att prediktera bort. Dataöverföring generellt kräver nog duplex, och skall den funktionen realiseras med vändbar simplex så tar det i nuläget ca 1-1,5 s per vändning. Då uppstår givetvis frågan om detta är, eller kan bli en dataradio, och finns det några åtgärder som kan förbättra situationen? Förhoppningsvis kan kanske kraven på dataöverföring anpassas till radion.

Detta var givetvis intressanta frågor och här pågick utredning av ett sambandssystem för ledning av indirekt eld (ALE-FUM). TR8000 skulle



användas för datakommunikation. Av sammanträden inom den gruppen framgick att man nog saknade rätt förståelse för de ganska allvarliga begränsningar som en värdbar simplexförbindelse i störd miljö kunde innebära bl a på grund av de fördröjningar som synk och kodning medförde.

Det gick inte att vänta på KODEK för att få svar på den frågan. ALE-FUM projektet var ytterst intresserat, och gav oss ekonomiska förutsättningar att anskaffa ca 10 st exemplar av FKE i serieliknande utförande till ALE. Därutöver anskaffades 5 st till marinen.(68) Samtliga levererades under -91 och några har använts i marina försök. Deras vidare öden saknar jag kunskap om. Det finns vad jag förstår en intressant fortsättning.(97)

## 2.8 AVSLUTANDE KOMMENTARER

Det kändes ganska tillfredsställande att strax före min pensionering februari -92 konstatera att det mesta såg mycket bra ut efter alla problem som förevarit. Radiomaterielen levererades "enligt plan". Det gällde även övrig materiel samt erforderlig dokumentation för utbildning och underhåll. I stort sett uppfylldes alla krav i den slutliga målsättningen (STTEM) Ett undantag var kanske kraven på ett enkelt handhavande som tyvärr inte gick att åtgärda.

Som jag nämnt i förordet åtog jag mig att skriva ned mina erfarenheter från truppradioarbetet. Kom överens med chefen för radiosektionen Curt Noréll, att som första steg skriva om AKSA-utvecklingen under min tid vid FOA, och därefter om truppradioprojektet fram till min pensionering. Här förutsattes att den återstående verksamheten dvs produktverifiering, utbildning, förbandsintroduktion mm skulle dokumenteras inom ramen för projektet för att tillsammans med mina anteckningar utgöra underlag för en mer formell slutrapport. Vi antog också att allt detta borde kunna vara färdigt under 96/97.

Verkligheten blev annorlunda. Vid ovan nämnda tidpunkt var materielen långt ifrån slutlevererad. Bl a hade komponentfel upptäckts som innebar att samtliga stationer måste åtgärdas. En slutrapport syntes mycket avlägsen. Därtill kom att Curt Noréll, som var starkt engagerad i dokumentationsarbetet, blev svårt sjuk och tvingades lämna all verksamhet. Mina papper blev liggande med undantag av att jag med hjälp av vänliga kollegor försökt avhjälpa de fel och brister som funnits i en tidigare preliminär utgåva.

I nuläget har dock arméförband och vapensystem tillgång till radiomateriel i tillräcklig omfattning för sin verksamhet. Bland annat har trupp- och metodförsök genomförts av I 4 och I 12 under 93/94 med vad jag erfarit tillfredsställande resultat. Vidare har jag vid en sammankomst i FOA Veteranförening fått en mycket positiv beskrivning av truppradio-systemets förtjänster av chefen för svenska bataljonen i Bosnien, Överste Lars-Gunnar Nilsson. Han talade över ämnet "*Svensk materiel i internationell tjänst*" Allt detta har givetvis begränsat värde men jag vill nog påstå att läget känns ganska tillfredsställande när jag nu sätter punkt för min verksamhet.

### 3.0 DOKUMENTFÖRTECKNING

#### 3.1 DOKUMENT AVSEENDE AKSA

##### A. FOA3-RAPPORTER

01. Metod för räckviddsberäkning, SSB och FM telefoni en kanal  
Lars Bergman A55: -- Maj 1963
02. Undersökning av trafik på armens UK-nät  
P-O Bergman AH 3722-63 Mars-68
03. AKSA-UK samband med automatiskt kanalval och selektivt anrop  
Kjell Jonasson, Bertil Lindblad A 37312- 63 Nov. -69
04. Trafik på UK-nät KMÖ -69  
P-O-Bergman AH3722 (?) Maj 70
05. Uppfattbarhet vid talöverföring, inverkan faktorer, system och miljö.  
Bo Egerborg A3742-63 JULI -70
06. Störsändning mot UK-sambandssystem AKSA.  
Hans Bergdal m fl AH 3785-63 Sept. -70
07. Modell för inbrytningsrisken i AKSA- system.  
Bertil Lindblad, Margareta Söderholm C 3638-E2 April -72
08. Hörbarhets-och fältstyrkemätningar med Ra 145 i Västergötland.  
Ahlstrand, Lindblad C 3637-E2
09. 1980-talets signalmiljö sedd ur taktisk signalspaningssynpunkt.  
Per Persson AH3628-E1 Dec -72
10. Erfarenheter från försök med studiemodeller av UK-stationer typ AKSA  
Verner von Francken, Bertil lindblad AH 30044-E2 Dec. 77  
(Innehåller en mycket fullständig litteratuförteckning)

##### B. FMV-DOKUMENT

11. Underlag för arméns perspektivplanering mm.Bilaga: Utredningsuppdrag UK-ramtrl.  
A: EA/H030:723 Dec-69.
12. Kostnadsberäkning av arméradiostation AKSA.  
A: EA/096:633 (TUAB) Okt.-69
13. Nuläget betr. realistiska alternativ till sambandssystem och materiel hos trupp.  
A:EA M3955:1/71 Sept -71
14. VPM ang. utredningsuppdrag avseende truppradio  
A:EA M3955 (C7) 1971 09 20 lista R28
15. VPM ang. offertinfordran på studiemodeller truppradio.Bilaga Teknisk Bestämmelse  
A:EA M3955 (32) 1972 12 06
16. Medel för forskning, försök och utveckling ( 1 Mkr )  
Skrivelse till Kungl Maj:t A:P HA 303:6/73

17. Medel för fortsatt försöksverksamhet.  
Skrivelse till Kungl Maj:t A:P HA 303.18/73
18. VPM ang anskaffning av studiemodeller truppradio.  
A:EA M3955. 20/73 1973 06 20
19. Teknisk Bestämmelse AKSA-SRA  
A:S M3955:35/74

#### C. CA och ÖVRIGA MYNDIGHETER

20. MUR rekommendation avseende truppradio 80  
CA Stud H082 1973 03 23 (A:EA H502.40/73)
21. UTTEM för truppradio 80 Chefen för Armén Utr 501 1973-3-30 (A:PHA:15/73)
22. TTEM för arméns truppradiosystem under 80-90 talet.  
Enskild utredning MHS. Sven Lindberg (A:EA HA 20:20/71)
23. Radiosystem av typ AKSA inom fördelning.  
Enskild utredning. Bengt Nordmark (A:EA HA303:6/73)
24. ÖB tillstyrkan av medel för utveckling AKSA A:P HA303:6/73

#### D. ÖVRIGT

25. Multiple access discrete address concepts for vehicular communications.  
A.M. McCalmont, IEEE Trans. Vehicular Communications Vol. VC 14 Mar 1965
26. Multiple-access discrete-address communications systems.  
A.M. McCalmont, IEEE Spectrum August 1967.

#### E. RESERAPPORTER.

- |                        |                |                          |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| 27. Storbritannien -68 | FMV, FOA3      | FOA3 AH3749-63 Nov -68   |
| 28. USA -68            | FOA3           | FOA3 AH3759-63 Juli -69  |
| 29. Storbritannien -69 | FOA3           | FOA3 AH 3773-63 Febr -70 |
| 30. Schweiz -69        | FMV, FOA3      | FOA3 AH 3774-63 Febr -70 |
| 31. Frankrike -69      | FMV, FOA3, Ast | FOA AH 3775 -63 Febr -70 |
| 32. Nederländerna -70  | FMV, FOA3      | FOA3 AH3790-63 Febr -70  |
| 33. Västtyskland -70   | FMV, FOA3, Ast | FOA3 AH 3791-63 Juni -71 |
| 34. Schweiz -71        | FMV, FOA3      | A:EA HA3731:2/72 Jan -72 |
| 35. USA -72            | FMV, FOA3      | A:EA ?                   |
| 36. Storbritannien -72 | FMV, FOA3      | A:EA M3955:2/72 Okt.-72  |

3.2. DOKUMENT AVSEENDE TR8000F. UPPHANDLINGSBOKUMENT

40. PM betröfande offertinfordran Truppradio 8000  
A:S M3955 : 139:78 1978-12-04
41. Anbudsinfordran Fas 1  
A:K 64223-78-103-44 1979-03-22
42. TR8000 - FOA3 värdering - Systemegenskaper  
G Carlsson FOA 3 1979.11.20 A:SH M3950:16/7
43. Utveckling av Truppradiosystem 8000 -Beslutsunderlag  
A:P A30:63/79 (CA/Utr 500.354) 1979-08-28 (Regeringsskrivelse)  
A:P A30:80/79 1979-11-08 (Beslut)
44. Beställning av TR8000-Fas 1 1979-11-30  
Leverantörer: SRA, Bofors, SATT Best nr: A:K 64223-78-103-44-003
45. Reviderad PTTEM för Truppradiosystem 8000  
CA Utr H501:430 1981.09.22 FMV A:PHA 52:144/81
46. Riktlinjer TR8000- Fas2  
Öing Lars Ekerborn A:S M3955:98/81 1981-09-21
47. PM betr anbudsinfordran Tr8000 Fas 2  
N-E Vall A:S M3955:114/81 1981-11-2
48. Anbudsinfordran TR8000 Fas2  
A:K 64223-81-055-44 1981-12-03
49. Anbudsvärdering Fas 2  
\* Tekn utv. L Ekerborn A:S HM 3955:6/82 82-06-1  
\* Ekon. utv. H Kling A:K H 1/82 1982-06-01
50. Fortsatt utveckling av truppradiosystem 8000  
Regeringsbeslut 1982-06-20  
FMV A:PHA 30:20/82
51. Beställning TR8000-Fas2 1982-06-18  
Leverantör: SRA Communications AB Best nr: A:K 64223-81-055-44-001
52. Anskaffning av andra system för teknisk värdering relativt TR8000  
\* SHAMIR från Tadiran Israel PM A:S M3955 127/77 1977-09-06  
\* RF 30-90 Harris USA PM A:S M3955 119/80 1980-12-01  
\* MP 83 Collins USA PM A:S M3955 54/82 1982- 12-  
\* Jaguar BCC Racal England IU 72530-82-22 1983-03-29
53. Utkast till STTEM TR8000  
\* Elektronikavd. yttrande ELEKTRO H 49/86 1986-04-28  
\* FMV yttrande A Syst H A52:3115/86
54. Slutlig-Teknisk-Ekonomisk-Målsättning för Truppradio 8000 (STTEM TR8000)  
CA H 501-6586 Mj S Björklund  
FMV ASyst HA 52:5868/86 1986-09-19

55. Truppradio 8000. Redovisning av läge i stort, kvarstående problem och förslag till vidare inriktning av arbetet. (upphandlingsprocessen)  
C Armémateriel beslut 1896-01-29 ELEKTRO HM395: 676/86 1986-01-31
56. ERA reservationer och kommentarer till TEKNSK BESTÄMMELSE FÖR TRUPPRADIOSYSTEM 8000 ( TB TR 8000 rev B )  
L-G Hansson ERICSSON RADIO G/KRC 86:336 rev A 1986.11.04
57. Anskaffning av Truppradiosystem 8000  
\* Underlag för beslut 1986-11-22 FMV ASyst HM 3955:7374/86  
\* Bemyndigande 1986-11-25 FMV ASyst HA30:7359/86  
\* Regeringsbeslut 1986-12-18 FMV ASyst HA 30:8062/86
58. Teknisk Bestämmelse för Truppradiosystem 8000 Rev C  
Elektro HA52:6561/86 1986-12-11
59. Seriebeställning av Truppradiosystem 8000 1986-12-18  
Leverantör: Ericsson Radio System AB Best nr. 72530-86-036-53-001
60. Fordonsantenn till TR8000  
FMV beställning 72530-87-053-48-001 1988- 12-21, 1990-08-30  
COMROD A/S Norge
61. TR8000-Samgrupperingsfilter  
Beslut avseende anskaffning M395:17275/89 1989-06-
62. PROFFAR-V Proximity Filter for Frequency Agile Radios  
Upphandlings spec. ELEKTRO M395:17275/89 1989-08-31
63. PROFFAR-Proximity Filter for Frequency Agile Radios  
Prototypbest. 72850-89-010-48 1989-09-01 option 92-07-10  
Lev. XETRON CORPORATION Cincinnati Ohio USA
64. Fältmätberäkning i DART ELEKTRO H75/87
65. Anskaffning av Truppradio 8000 för KA förband  
Stab-Sb H 500:7117 1987-03-24 M-Syst HM3985:2095/87
66. Konsekvensutredning avseende förslag till modifiering av DART  
ELEKTRO HM 395:751/89 1989.02,10
67. TR8000- Högantenn 2  
ELEKTRO M395:33023-25/90 90-01-15
68. TR8000 Datakommunikation  
\*Besluts-PM anskaffning FKE ELEKTRO M395:35300/90 1990-12-19  
\*Anskaffning av Felkorrigeringsenhet (FKE) FMV Köp 72850-90-071-47-001
69. Multiplexfilter (FHMUX) för tät gruppering av Ra480  
\*Besluts-PM Telekom 297/91 1991-05-31  
\*Anskaffning av FHMUX, FMV Köp 72850-90-093-48-001 1991-10-11

#### G. TEKNISKA UTREDNINGAR - RAPPORTER

70. Systemförlustmätningar i UK-området 1977 - 1979  
O Carlsson TELUB TR80128 1980-02-22

71. Metoder vid mätningar på utrustning för TR8000  
TELUB TR80439 1980-08-15
72. Demonstrationssystem för datatrafik  
O Carlsson TELUB 1980-12-22
73. Erfarenheter vid mätningar på SEM70, TAD80, och JAGUAR  
TELUB TR81223 1981-03-19
74. Sammanfattning av TELUB:s erfarenheter av studiesystemen för TR8000  
E Dacke TELUB TR81553 1981-09-15
75. Resultat från jämförande mätningar mellan horisontell och vertikal polarisation i skog.  
O Carlsson TELUB TR81690 1981-11-11
76. Samgruppering för Truppradio 8000  
O Carlsson TELUB TR82216 1982-04-28
77. Dataöverföring 300 - 4800 bit/s med Truppradio 8000  
O Carlsson TR8000 TR82808 1983-01-12
78. Skurfelanpassad dataöverföring på långsamt frekvenshoppande radioförbindelse  
O Carlsson TELUB TR84101 1984-02-13
79. Frekvenshopp-simuleringsprogram-system  
H Blad TELUB TR84345 1984-06-15
80. Felkorrigering för datasamband i Truppradio 8000  
O Carlsson TELUB TR84436 1984-07-05
81. Simulation of Frequency Hopping Interference  
Olov Carlsson TRS 86002 1986-01-27
82. Resultat från systemförlustmätningar 30 - 88 MHz i juni 1985  
O Carlsson TELUB TR86254 1986-03-26
83. Resumé över antenn- och vågutbredningsarbete 30 - 80 MHz vid FFV- Elektronik  
O Carlsson FFV Elektronik (fd TELUB) TR87001 1987-01-07
84. Reducering av störningar vid samgruppering av frekvenshoppande radiostationer.  
O Carlsson FFV Elektronik (fd TELUB) TR87002 1987-01-07
85. PROFFAR-V Specification for Proximity Filter for Frequency Agile Radios VHF 30 - 88 MHz Maj 10, 1988  
FMV Elektro M395:14146/88
86. Prestandaprover FKE TR8000, utförande och resultat.  
E Pettersson FFV Elektronik TR881045 1988-06-22
87. Beskrivning FKE/TR8000  
E Pettersson Telub Teknik AB TR881075 1988-10-05
88. Mätningar med system för antennjämförelse i terräng (SANT) maj - juni 1989  
P Myrbäck Telub Teknik AB TR891038 1989-06-16

- 89 Historik över PROFFAR-projektet (till 1989-09)  
O Carlsson Telub Teknik AB TR 891102 1989-09-02
- 90 Jämförande mätningar på COMROD- varianter (fordonsantenn)  
Telub rapport ELEKTRO M395:32514/89 89-11-24
- 91 SPECIFIKATION för upphandling PROFFAR-V (prototyp)  
ELEKTRO M395:17275/89 1989-08-31
- 92 REPRINTS FROM MILCOM PRESENTATIONS  
\* Predicting CNR Frequency Hopping Interference by Simulation  
Olov Carlsson (MILCOM -86)  
\* Error Correcting Unit For Slow Frequency Hopping Radio Stations  
Hans Blad (MILCOM -89)  
\* A Method to Analyze Interference from Frequency Hopping Radios and  
its Application to the PROFFAR Cosite filter for the Swedish Army  
Olov Carlsson (MILCOM -89)
- 93 Verkan av samgrupperade radiostationer i stridsfordon 90  
Telub rapport TR901126 90-09-27
- 94 Räckviddsprov med Radiosystem 180/480  
K Jarl Telub Teknik AB TR914830 ELEKTRO M 395:7371/91 91-02-28  
P Myrbäck " " TRH 8906
- 95 Försök med lång räckvidd med Radiosystem 180/480  
K Jarl Telub Teknik AB TR914068 ELEKTRO M395:10763/91 91-03-27
- 96 Undersökning av TR8000 Produktproblem  
O Carlsson B Schleier Telub TR 914253 1991-09-27
- 97 Paketradioförutsättningar med FKE och Ra 180/480  
S Agnani Telub Tekni AB TR914342
- 98 Samgruppering med Rasyst 180/480 - en översikt av problem och  
åtgärder  
O Carlsson Telub Teknik AB TR 934051 1993-03-17
- 99 Resultat från avslutande provning med PROFFAR  
K Jarl Telub Teknik AB TR 934028 1993-03-25

#### H SKRIVELSER OCH ÖVRIGA HANDLINGAR

- 100 Samgruppering av TR8000  
Öv L-E Ström ASYST H A 52:2016/89 1989-03-29
- 101 Tilläggfunktioner till TR8000 (64223-81-055-44-001)  
Bo Johansson ERA G/MFNC 86 422 1986-02-19
- 102 Granskning av mekaniska modeller TR8000  
ELEKTRO M 395 : 26993/87 1987-09 -25
- 103 TRUPPRADIO 8000  
CHA skrivelse till ERA avseende prototypstatus ELEKTRO M395:3341/88-02-08
- 104 Utökning av antalet DART-format med ett nytt generellt format för eldsignalering  
inom artilleriet. FMV Pjäs 1 Vapen A502 : 19619/88 1988-08 05



- 105 Projektinstruktion TR8000  
ELEKTRO A012 : 21632/89 89-08-21
- 106 Projektplan TR8000  
ELEKTRO A012 : 21633/89 89-09-01
- 107 Avdelningsprojekt TR80000  
ELEKTRO A012 : 26778/89 89-10-09
- 108 TR8000 - Säkerställandet av serieleverans  
Percurt Green ELEKTRO M395:12179/91 1991-04-15
- 109 TR8000- Säkerställande av serieleverans ERA kommentarer till Telekom 10/91  
ELEKTRO M395:14101/91 91-04-23
- 110 TR8000 - Uppföljning av MSR/ERA åtgärdsprogram  
N-E Vall FMV ELEKTRO M395:13941/91 1991-04-29
- 111 TR8000 - Förutsättningar för leverans efter 1991-05-01  
FMV Inköp M 72530-86-036-53-001 91-09-09
- 112 Besök vid ERA/MSR 1991-06-26..27  
Telecom 337/91 91-07-03
- 113 Instruktion för Avdelningsprojekt TR8000  
Tjänsteföreskrift 91-10-01 (ej fastställd)
- 114 Radiosystem 180/480 Handbok Pärm 1 och 2  
Elektronikavdelningen M7786-251000 1992
- 115 Radiosystem Ra180/480 med DART, Tekniskt underlag Del 1-3  
(Sammanställning av dokument från utveckling och leverans av serien)  
Torbjörn Wallenborg ELEKTRO 33195.762/96 96-02-28
- 116 TR8000 - SKER  
N-E Vall Kortfattad redogörelse och sammanställning av dokument  
Telekom 8/92 92-01-29