

# Översikt av försvarets fasta radiolänknät (FFRL)

H. Franzén

## Bakgrund

Utbyggnaden av FFRL påbörjades i mitten av 1950-talet med huvudsyfte att detta nät skulle tjäna som reserv för krigsmaktens och vissa av totalförsvarets viktigare telefonförbindelser anordnade i televerkets nät. Nätet initierades ursprungligen av de reservförbindelsebehov som uppkom i början av 1950 för flygvapnets stridslednings- och luftbevakningsorganisation. När det klarlagts att nätet skulle få landsomfattande karaktär för att täcka dessa senare behov, beslöt ÖB att nätet tekniskt och strukturmässigt skulle ges sådan utformning att det skulle kunna utnyttjas av hela krigsmakten för viktigare förbindelser.

Det förtjänar vidare att nämnas, att valet av radiolänk som transmissionsmedel huvudsakligen betingades av ekonomiska skäl. Beräkningar visade att för utbyggnad av ett landsomfattande nät med relativt begränsad överföringskapacitet var radiolänk avsevärt billigare än kabel. Detta förhållande är rådande även idag.

Under de gångna åren har FFRL karaktär som reservnät successivt försvunnit. Idag utgör FFRL och televerkets nät de två huvudalternativ som står till krigsmaktens förfogande för överföring av telefontrafik. Utnyttjning av två av varandra oberoende system ger den höga uthållighet under krigsförhållanden som är önskvärd för det totala sambandssystemet.

I koncentrerad form har den generella målsättningen för försvarets fasta radiolänknät följande utseende:

## Målsättning

- 1) Erbjuder erforderlig trafikcapacitet för aktuella överföringssätt (telefon, fjärrskrift, data, bild etc) med hög trafikal flexibilitet och tillgänglighet under krigsförhållanden.
- 2) Rimlig insats i form av kostnader och underhåll under såväl krig som fred.

Punkt 1 ovan representerar önskvärda egenskaper hos nätet medan punkt 2 representerar det pris man får betala härför.

Med tillgänglighet (punkt 1 ovan) avses den del av totaltiden som en förbindelse är tillgänglig för trafik. Faktorer som huvudsakligen påverkar tillgängligheten för en enskild förbindelse mellan två punkter är:

- Systemets tekniska driftsäkerhet
- Underhållsinsats
- Krigsskador

Genom lämplig balans mellan teknisk utformning samt kvalitet hos i systemet ingående utrustningar och underhållsinsats kan en hög tillgänglighet erhållas för en rimlig total kostnad. Denna kostnad räknad per år består således av årlig avskrivning av utrustningskostnader samt årliga drift- och underhållskostnader.

Under krigsförhållanden är krigsskador den dominerande faktorn beträffande tillgängligheten. Hårdgöring av anläggningar ingående i nätet lönar sig endast till en viss gräns på grund av den med säkerhetsgraden snabbt ökande kostnaden.

För att på bästa sätt erhålla erforderlig funktionssäkerhet under ett krigsskede bör viktiga radiolänkstationer förläggas på avstånd från sannolika mål för fiendens skadegörelse. Dessutom bör nätet ges en maskformig struktur, vilket möjliggör alternativa trafikvägar. Den största flexibiliteten och dessutom hög verkningsgrad i utnyttjande av dessa alternativa trafikvägar erhålls av ett trafikalt system baserat på automatisk förmedling och alternativvägsval.

Ytterligare en viktig omständighet för ernående av hög funktionssäkerhet är reservkraftsutrustning i nätets stationer. Härigenom görs systemets funktion oberoende av skador i elnätet.

Nätets utformning kan sammanfattas i följande viktiga punkter, vilka starkt bidragit till målsättningens uppfyllande:

- Skyddat utförande av nätets stationer
- Förläggning av nätets stationer på avstånd från sannolika fiendliga mål
- Strömförsörjning oberoende av skador på elnätet
- Maskformig nätstruktur i största möjliga omfattning för möjliggörande av alternativa trafikvägar
- Trafikala system i största möjliga omfattning baserade på automatisk förmedling och alternativvägsval
- Teknisk utformning som medger hög överföringskvalitet och tillgänglighet samt låg underhållsinsats
- Tillgång till transportabla radiolänkutrustningar i reserv

## Geografisk struktur

Strukturmässigt är FFRL uppdelat i ett huvudstråksnät och ett bistråksnät.

**Huvudstråksnätet** har en sammanhängande och landsomfattande maskformig struktur. Maskornas skärningspunkter benämnes **knutstationer**.

Ett stråk mellan två knutstationer benämnes **huvudstråk**. Mellan de två knutstationerna kan finnas ett antal **huvudstråksrelästationer**. Se bild 1.

Bistråksnätet består av enskilda eller i mindre mask- eller stjärnformiga strukturer sammanhängande **bistråk**, som förbinder militära anläggningar (terminaler) med huvudstråksnätet och/eller de militära anläggningarna inbördes. I vissa fall ingår särskilda **bistråksrelästationer** eller utnyttjas en huvudstråksrelästation för detta ändamål. Se bild 1.





- 1) Vissa äldre radiolänkar och multiplexsystem under utgående har ej redovisats. Exempelvis:

RL-41: Pulstidmodulerat basband (Z) för 22 eller 60 talkanaler.

TM-3: Pulstidmodulerad MUX för 22 talkanaler.

TM-4: Pulstidmodulerad MUX för 60 talkanaler.

Full samkörningsmöjlighet med redovisat system via OK för talkanaler.  
I övrigt inga möjligheter.

TM-2: MUX är bärfrekvenstyp med ledningsgrupper för 4, 12 och 24 talkanaler.

Intern genomkopplingsgrupp i systemet för 4 kanaler (GK4).  
LG4 kan enbart ha trafik med sig själv men kan för överföringen använda basband M (med RL-22) även som RL-14S och RL-21B. Se not beträffande de två senare. TM-2 ledningsgrupper har ej full överensstämmelse beträffande piloter med normala LG12 och LG24 (TM-6, 16, 13 och 12) varför samtrafik skall undvikas.

- 2) Radiolänkutrustning RL-81 med basband S är avsedd för talkanalöverföring (normalt LG300 eller LG120) med dubbelriktat basband basband eller för videoöverföring med enkelriktat basband. Vid talkanalöverföring utnyttjas inte basbandet helt.
- 3) Utrustningarna RL-14B och RL-21C har egentligen ett basband som motsvarar Q. På vissa svåra förbindelser är dock bruset i övre delen av detta basband Q så högt att kvaliteten endast motsvarar basband P.
- 4) Diagonala linjer i OK-fältet indikerar att man använder ett basband med större bandbredd än vad ledningsgruppen motiverar.

I nödsituationer kan man i vissa fall även använda en smalare bandbredd än vad ledningsgruppen kräver. Härvid reduceras dock ledningsgruppens kapacitet och ibland måste vissa nivåkorrigeringar göras.

- 5) LG12 med frekvensläge 60–108 kHz kan inte använda basband P men dock Q. Vanligen används LG12 i frekvensläge 60–108 i samband med videoöverföring. Se not 8.
- 6) LG24 erhållna med TM-6, 16, 13 eller 12 kan samtrafikera i full omfattning.
- 7) LG12 erhållna med TM-6, 16, 13 eller 12 kan samtrafikera i full omfattning.
- 8) Video- och bäringsmux redovisas inte här i detalj. Från videomuxen erhålls förutom video även delen 60–300 kHz av basbandet S.

Denna del kan utnyttjas för överföring av LG60 motsvarande undre delen av LG120. Alternativt och vanligen används endast 60–108 kHz av basband S för överföring av LG12 (i frekvensläge 60–108 kHz).

### Trafikal utformning

För överföring av telefontrafik kan förbindelser i form av talkanaler uppkopplas enligt tre olika huvudalternativ redovisade nedan.

### Exklusiva, stela förbindelser (operativa förbindelser)

Dessa förbindelser uppkopplas stelt mellan två befattningshavare i två skilda anläggningar och avses utnyttjas för en bestämd operativ funktion, exempelvis stridsledning. Utnyttjningsgraden för en sådan förbindelse blir som regel låg. Skadas förbindelsen under krigsförhållanden måste en ny förbindelse uppkopplas en annan väg, vilket tar lång tid och kräver förberedda reserver. Alternativt kan reserven stå ständigt uppkopplad.

Trots dessa påtagliga nackdelar, som är särskilt framträdande för långa avstånd (hög skaderisk och kostnad), är ändå denna förbindelsetyp motiverad där krav på snabb uppkoppling och frihet från spärrningsrisk ej tillåter användning av förmedlade uppkopplingar via växlar.

Det förväntas dock att ATL-nätet (beskrivs senare), som medger snabb automatisk uppkoppling över alternativa trafikvägar och prioritetsmöjlighet, i framtiden skall kunna ersätta en stor del av de operativa förbindelserna.

### Gemensamma stela förbindelser (vx-vx förbindelser)

Dessa förbindelser uppkopplas mellan de lokala telefonväxlarna i två skilda anläggningar. Genom förmedling i dessa växlar kan trafik överföras i princip över större avstånd och över alternativa vägar. Emellertid är de lokala växlarna som regel manuella och dessutom ofta tvåtrådiga. Manuell förmedling är, jämfört med automatisk, långsam och det är svårt för telefonisterna att överblicka framkomstmöjligheterna i rikt förgrenade nät om förmedling skall ske genom flera växlar. Den tvåtrådiga karaktären hos växlarna inför en extra dämpning av 7 dB vid varje mellanliggande transitförmedling. Växlarna i förbindelsens båda ändpunkter, där ändförmedling sker till tvåtrådiga abonnenter, inför dock inte någon extra dämpning. En normal förbindelse över radiolänk med tvåtrådig avslutning i ändarna har en restdämpning av 7 dB. Finns en tvåtrådig transitförmedling på vägen ökar restdämpningen till 14 dB. Två transitförmedlingar ger en restdämpning av 21 dB, vilket med bistråksförbindelser med relativt höga brusnivåer, kan ge en icke acceptabel kvalitet.

Med anledning av den tvåtrådiga förmedlingen och nackdelarna med manuell förmedling begränsas förmedlingskopplen normalt till en transitförmedling. Trots att vx-vx förbindelserna bildar mer eller mindre sammanhängande nät över landet är således de trafikala möjligheterna begränsade.

Under senare år har lokala, manuella växlar med fyrtrådig förmedling tillkommit. Även förutses sådana med automatisk fyrtrådig förmedling. Det är sannolikt att man med dessa fyrtrådiga växlar i kombination med

radiolänk- och fyrtrådiga trådförbindelser kommer att arrangera (huvudsakligen manuella) förmedlingsnät i flera trafikala nivåer exempelvis:

- Högsta nivån för långdistanstrafik inom landet med fyrtrådig förmedling
- Mellannivån för långdistanstrafik inom en region med fyrtrådig förmedling
- Lägsta nivån för kortdistanstrafik inom en region med tvåtrådig förmedling

De tre nivåerna, som har samtrafik med varandra, utnyttjas på så sätt att ju längre avståndet är desto högre upp i nivå förmedlas samtalet. Ett sådant arrangemang kan avsevärt öka »räckvidden» för manuell förmedling, huvudsakligen sker detta genom minskning av antalet transitförmedlingar.

ATL betyder Automatisk förmedlingsfunktion för Telefontrafik inom försvarets fasta radioLänknät. Den består av automatiska telefonväxlar av fyrtrådig typ placerade i vissa knutstationer. Trunkförbindelser mellan växlarna och anordnade i huvudstråk bildar ett maskformigt nät. Abonnentförbindelser, i huvudsakligen bistråk, ansluter lokala växlar i militära anläggningar till knutstationsväxlarna.

Förbindelser ingående i ATL

Knutstationsväxlarna är programminnestyrda (datorstyrda) och erbjuder förutom snabb uppkoppling även automatiskt alternativvägsval över det maskformiga huvudstråknätet, geografiskt obunden nummerserie, prioritetsmöjlighet för särskilt viktig trafik etc. Nätet tillåter trafik med god kvalitet för hela landet.