



# FÖRSVARETS TELENÄT

Systembeskrivning

Utgåva 2 - utgiven 2015





FÖRSVARETS MATERIELVERK

# **FÖRSVARETS TELENÄT**

**Systembeskrivning**

**Utgåva 2 – utgiven 2015**

# Förord

Detta dokument är en revidering av FTN systembeskrivning utgåva 2003.

Huvudsyftet med denna publikation är att översiktligt beskriva FTN:s nuvarande utformning och funktionalitet samt anknyta till kommande utveckling och inriktningar för FTN. Beskrivningen visar översiktligt och populistiskt hur nätet är uppbyggt, dess egenskaper samt hur det styrs och drivs. Dessutom ger den en historisk bakgrund till nätets uppkomst och utveckling.

Inriktningen är att publikationen endast ges ut digitalt och att revideringar skall ske med tätare intervaller.

Erfarenheter av systembeskrivningens nyttjande samt synpunkter insänds till FMV AL Led Nät (dokumentansvarig). Funktionsbrevlåda: [ftn.dok@fmv.se](mailto:ftn.dok@fmv.se)

Förrådsbeteckning: **M7773-001001**

Förrådsbenämning: **SBESKR FTN**

Revidering/Utgåva: **Utgåva 2 – utgiven 2015**

Fastställd enligt: **FMV-skrivelse 13FMV10930-21:1**

Upphäver: **SBESKR FTN, utgiven 2003 (bok)**

© 2015 Försvarets materielverk, Stockholm

# Innehållsförteckning

<b>Inledning .....</b>	<b>7</b>
Försvarets telenät	7
<b>Krav på robust telekommunikation .....</b>	<b>9</b>
Allmänt om samband	9
Grundläggande krav	9
Kravställning	12
Samhällsviktiga användares nyttjande av FTN	14
<b>Omfattningen av FTN .....</b>	<b>16</b>
Inledning	16
Fysisk infrastruktur	16
Transmissionsresurser	17
Nät och tjänster	20
Tekniska stödsystem	21
Driftdatanät	21
Avgränsning av FTN	22
<b>Teknisk systembeskrivning.....</b>	<b>24</b>
Driftprofil	24
All-IP	24
Transmissionsnätets utformning	24
Fysisk infrastruktur	26
Tjänster i FTN	35
Materiel	40
Mobil infrastruktur	40
Anslutning av mobila förband	42
FM Satkom	43
<b>Vidmakthållande av FTN .....</b>	<b>44</b>
Ledning och nät drift	44
Nät drift	46
Samverkansorgan	50
Underhållstjänst	52
Kommande förändringar	54
<b>Styrande regelverk.....</b>	<b>56</b>
Lagar och förordningar	56
Myndighetsövergripande avtal	56
Dokument från Forsvarsmakten	57

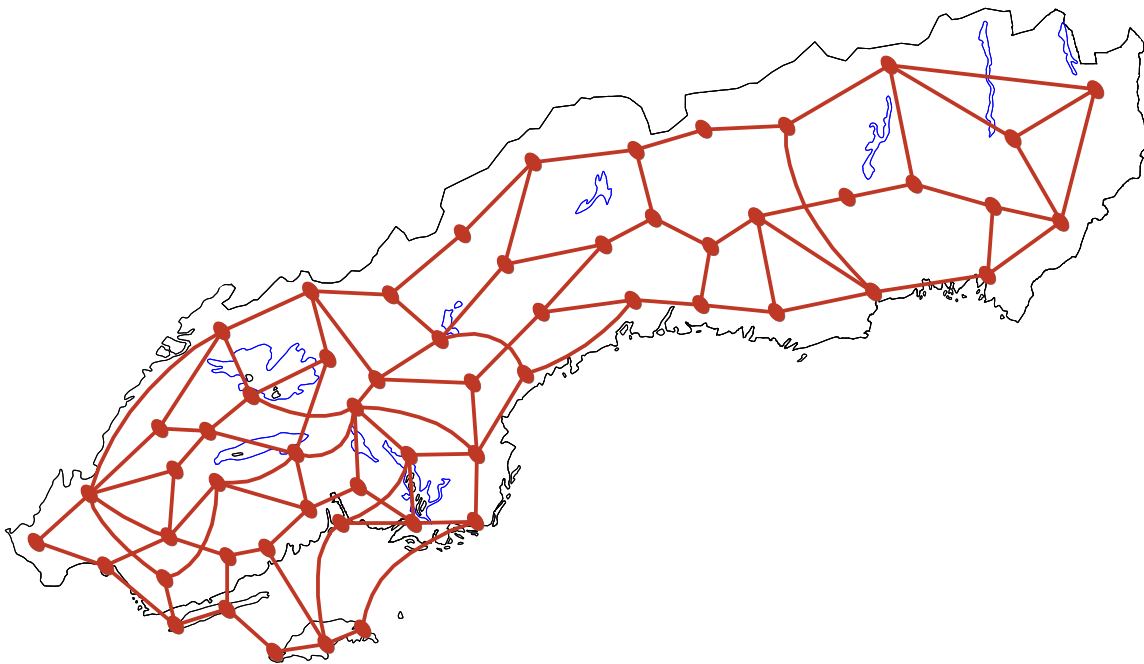
Dokument från FMV	57
<b>Nätsäkerhet</b> .....	<b>61</b>
Inledning	61
Övergripande hotbild	61
Säkerhetsfunktioner i FTN	62
Teknisk och administrativ säkerhet	63
Redundans	63
<b>Anslutande system &amp; nätdelar</b> .....	<b>64</b>
Inledning	64
Mobilt Nav	64
Mobilt Kärnnät (MKN)	65
Ledningssystem IO Hkp	67
Ledningssystem Amfibiebataljon	67
Komnät Luft	68
Försvarsmaktens Broadcastnät (FMB)	70
SENDNET	71
FM LAN	71
Marinens Tele Nät (MTN)	72
<b>Bakgrund och historik</b> .....	<b>73</b>
En förändrad värld och hotbild	73
Tillkomsten av ett landsomfattande, militärt telenät	74
FFRL utvecklas till FTN	75
De senaste 10 åren	78
<b>Framtidsutveckling för FTN</b> .....	<b>81</b>
<b>Anteckningsblad</b> .....	<b>83</b>

# Inledning

## Försvarets telenät

Hela vårt moderna samhälle är beroende av att telekommunikationerna fungerar bra. Information måste snabbt, säkert och oförvanskad kunna nå fram till rätt mottagare. Detta gäller i särskilt hög grad försvarets olika delar. Såväl i fred, kris och krig kan störningar i teletrafiken få ödesdiga konsekvenser.

I Sverige finns ett separat telenät som skapats för att tillgodose Försvarets behov. Det heter Försvarets Telenät (FTN) och är uppbyggt som ett komplement till de publika (allmänt tillgängliga, kommersiella) telenäten.



Figur 1: Fiktiv nätbild för FTN

FTN har tillkommit av flera skäl. Det viktigaste är att de militära kraven i vissa avseenden är så höga att de publika telenäten inte uppfyller dem. Ett annat viktigt skäl är att de publika telenäten finns främst i tätbefolkade områden där den kommersiella efterfrågan är störst. Försvaretsmakten, å andra sidan, måste kunna verka i hela landet.

FTN är ett modernt, landsomfattande telenät som används för att överföra tal, text, bild och data. Det är utformat utgående ifrån de speciella krav som försvaret ställer på ett skadetåligt nät för telekommunikationer. Abonnenterna i FTN är främst förband inom mark-, sjö- och luftstridskrafterna, ledningsförband samt bemannade och obemannade anläggningar tillhörande dessa stridskrafter. FTN har även abonnenter inom de civila delarna av totalförsvaret och antalet civila abonnenter har ökat med tiden.

FTN erbjuder ett telenät som bland annat säkerställer möjligheten att leda de militära förbanden i Sverige även om nätet utsätts för olika slags angrepp.

Försvaretsmakten har 2008 fattat ett inriktningsbeslut gällande att realisera ett s.k. All-IP synsätt för Försvaretskommunikationsnät. Innebörden av detta beskrivs i avsnittet *Teknisk systembeskrivning*.

### **FTN systembeskrivningens innehåll**

Huvudsyftet med denna publikation är att beskriva FTN:s nuvarande utformning och funktionalitet samt anknyta till kommande utveckling och inriktningar för FTN. Beskrivningen visar översiktligt hur nätet är uppbyggt, dess egenskaper samt hur det styrs och drivs. Dessutom ger den en historisk bakgrund till nätets uppkomst och utveckling.

### **Målgrupper**

FTN systembeskrivning ska användas vid utbildning inom Försvarmaktens skolor och förband samt av FTN-användare inom och utanför Försvarmakten.

### **Läsanvisning**

Denna publikation innehåller en översiktlig teknisk beskrivning av FTN med dess tjänster och egenskaper samt beskriver hur ledningsfunktionen är uppbyggd. Den är avsedd att kunna läsas utan särskilda förkunskaper.

FTN är ett stort och omfattande system som i sig består av delsystem eller ansluts mot andra system. För att inte onödigtvis öka detaljeringsgraden i systembeskrivningen så är den generellt hållen. Detta innebär att övriga delsystem som omnämns har en egen systemdokumentation som läsaren kan fördjupa sig i.

Kapitlet ”Bakgrund och historik” i denna publikation är avsett att ge den särskilt intresserade läsaren en bild av hur FTN (och dess närmaste föregångare) utvecklats under ett drygt halvsekel.



# Krav på robust telekommunikation

## Allmänt om samband

*”Samband fordras för att leda och samordna trupperna mot gemensamt mål samt för att anpassa verksamheten efter lägets skiftande krav.”*

*(Ur Soldatinstruktion för signaltrupperna, 1939).*

Ovanstående citat har fortfarande giltighet. Samband krävs för att fokusera, prioritera och synkronisera verksamheter samt, inte minst, för att inom egen organisation informera om motståndarens pågående verksamhet.

Observera att begreppet samband har en bred betydelse och kan även omfatta informationsöverföring med andra metoder än elektronisk överföring, t.ex. ordonnans, kurir och brevduvor.

I begreppet samband ingår även metoder och reglementen för användandet av telekommunikationer. Med telekommunikationer avses de tekniska system som används för att överföra information, vilken omvandlats till elektriska signaler eller ljuspulser, oavsett om informationen före omvandlingen har karaktären av tal, bild, text eller någon annan form av data.

Försvarsmaktens olika system för telekommunikationer hopfogas så att användarna uppfattar det som ett sammanhängande nät utan inre gränser. Denna struktur innehåller fasta delar (ett gemensamt kraftfullt stamnät samt anslutningsnät och lokala nät) som kompletteras av förbandens rörliga kommunikationssystem. De fasta delarna med optofiberkabel och radiolänk har hög överföringskapacitet, robusthet och säkerhet. De mobila delarna är dessutom utformade för att kunna erbjuda stor flexibilitet och etableringsförmåga.

## Grundläggande krav

Försvarsmaktens grund- och insatsorganisation behöver telekommunikation med skilda egenskaper för att kunna fullgöra sina uppgifter. Försvarsmaktens telekommunikationsbehov löses till stor del med publika resurser exempelvis mobiltelefoni och Internet.

För de mest krävande behoven fordras emellertid särskilda resurser. I grundorganisationen används kommersiell mobiltelefoni i stor omfattning medan huvuddelen av insatsförbanden förlitar sig på t.ex. frekvenshoppande truppradio för att kunna fungera i svåra situationer. På motsvarande sätt förhåller det sig med telenät.

FTN är logiskt avskilt från de publika telenäten (separation). Detta är en grundförutsättning för att kunna säkerställa erforderligt samband när publika nät utsätts för extrema påfrestningar och överbelastningar. Erfarenheter från modern tid visar att även förhållandevis vardagliga händelser kan generera så mycket trafik att publika nät överbelastas.



Figur 2: I publika nät är ekonomin starkt styrande. Exempel på svagt skyddad förläggning av optokabel. (Foto: Stellan Carlzon, FMV)

FTN upplåts endast till Försvarsmakten samt vissa av nätägaren godkända samhällsviktiga användare.

Om man ska sammanfatta FTN med ett enda ord ligger kanske **robusthet** bäst till. Målet är att erbjuda en hög **tillgänglighet** och för att åstadkomma detta erfordras **flexibilitet**, **tålighet** och **säkerhet**.

### Robusthet

Försvarsmaktens ledningssystem inklusive dess kommunikationslösningar är uppbyggt för att vara robust och uthålligt. Det måste fortsätta att fungera även om det får betydande skador. Olika ledningsnivåer och geografiskt skilda enheter sammanhålls via telekommunikationer. Krav måste därför ställas på telekommunikationernas uthållighet. I annat fall finns det risk för att en angripare genom att bekämpa telekommunikationerna kan skada ledningssystemet på ett alltför enkelt sätt. Saknas telekommunikationer blir även de mest kvalificerade staber och ledningscentraler isolerade.

Resonemanget kring ledningsbekämpning är inte enbart en teoretisk spekulering. Vikten av att bekämpa och skada motståndarens ledningssystem har påvisats i en rad olika militära konflikter i modern tid. Ett effektivt sätt att ställa till skada i ledningssystemen är att med militära medel angripa och slå ut t.ex. teleanläggningar och kommunikationsresurser.

### Flexibilitet

I krig och andra extraordinära situationer är det troligt att telenät skadas. Det kan bero på direkt bekämpning eller ha indirekta orsaker, t.ex. att elförsörjningen sviktar. Det kan i sin tur leda till mer eller mindre utbredd brist på telekommunikationskapacitet. I FTN kan Försvarsmakten genom direkt ordergivning styra åtgärder för att tillgodose de aktuella prioriteringarna. FTN måste erbjuda många alternativa vägval för omdirigering av trafik vid skador och störningar.

### Tålighet

Generellt får funktionerna i FTN inte vara beroende av enstaka geografiska punkter. Det innebär att nätet måste fortsätta att fungera även om en punkt blir utslagen. Det ställer krav på

autonomitet vilket innebär att förmedlingsutrustningen måste kunna fungera självständigt inom kvarvarande nätdelar. Om FTN utsätts för bekämpning accepteras att kapaciteten minskar (när reservkapaciteten inte längre räcker till), men funktioner får inte plötsligt upphöra. Det beskrivs ibland som ”graceful degradation”.

För att klara försvarets tillgänglighetskrav så måste anläggningar i FTN vara rustade mot skadegörelse i olika former.

### Geografiska behov

De publika telenäten byggs av naturliga skäl där det finns en kommersiell efterfrågan. Den överensstämmer inte alltid med Försvarmaktens prioriteringar. Det innebär att i operativt viktig teleglesbygd är Försvarmakten nödsakad att investera för att överhuvudtaget kunna disponera telenätresurser i erforderlig omfattning.

### Kontroll

För många viktiga funktionskedjor (t.ex. radar – stridsledningscentral – luftvärn) inom Försvarmakten är det vanligt att det ingår telekommunikation baserad på ett landsomfattande telenät. Det är ofta värdefullt för Försvarmakten att ha total egen kontroll över hela funktionskedjan, inklusive telekommunikationen.

### Långsiktig inriktning

Telenät är ett exempel på infrastruktur som måste bygga på en långsiktig inriktning. På grund av den långa etableringstiden kan t.ex. fysiskt skydd inte förstärkas eller eftersättas i takt med snabba svängningar i hotbedömningen.

*En målsättning är att FTN, såväl i fred som krig, ska utgöra det mest kostnadseffektiva sättet att tillgodose Försvarmaktens höga krav på telekommunikationer.*

### Sambandssäkerhet

Sambandssäkerhet avser tålighet mot t.ex. telestörning, tekniska fel, trafikalt spärr och avsiktlig eller oavsiktlig fysisk skadegörelse. En abonnents betydelse styr utformningen av dess anslutning. En hög sambandssäkerhet kan t.ex. innebära att en anläggning ansluts till stomnätet i FTN via flera separata vägar fördelade på olika typer av media. På detta sätt ökas sambandssäkerheten och gör att trafikalt spärr minimeras.

*Trafikalt spärr innebär att belastningen på nätet är så hög att inte all trafik kommer fram.*

### Telekrigföring

Telekrigföring är ett begrepp för militära åtgärder för att upptäcka, utnyttja, påverka, försvåra och förhindra en motståndares användning av utrustning som utnyttjar olika former av elektromagnetisk vågutbredning. I planläggningen av FTN ingår teleskydd, som är de åtgärder som erfordras för att minska verkan av telekrigföring.

Vid utformning av telenät finns det vissa inbördes oförenliga krav. Smygteknik och gott störskydd är önskvärt samtidigt som man av ekonomiska skäl önskar använda kommersiellt tillgängliga standard-produkter (COTS). COTS saknar vanligen skydd mot avsiktlig störning och nyttjar inte smygteknik. Kostnaden för att ta fram specialutvecklad utrustning mot att använda COTS skulle bli flerdubbelt större.

*COTS = Commercial of the Shelf, ett begrepp för ”hyllvara”.*

Försvarsmakten har därför gjort avvägningen att satsa på försvarsanpassad telenätutrustning för att utrusta rörliga förband som kan förväntas uppträda i den svåraste telehotsmiljön. För FTN väljer man i stället COTS men utformar i gengäld FTN så att telehotet motverkas. Detta innebär bland annat att:

- Nätet ges en struktur som kan upprätthålla trafik även om ett antal ”maskor” störs ut.
- Riktning för radiolänkstråk väljs med hänsyn tagen till störhotet.
- Frekvenser väljs så att telestörning försvåras.
- Högkvalitativa antenner som ger god dämpning av signaler utanför den smala huvudloben används för att minska påverkan från störsändare.
- FTN är på olika nivåer trafikskyddat genom kryptering. Därigenom förhindras bland annat trafikanalys.

Telekrigföring enligt Nomenklatur inom Försvarsmakten:

*”Militär verksamhet som utnyttjar det elektromagnetiska spektrumet för att bekämpa, förvanska eller exploatera motparters inhämtning, bearbetning eller delgivning av information samt skydd mot för oss ogynnsamt utnyttjande av det elektromagnetiska spektrumet”.*

Telekrigföring består av:

- Elektronisk attack (EA)
- Elektronisk stödverksamhet (ES)
- Elektronisk protektion (EP)

Som ett led i sin krigföring kan en angripare försöka utföra informations-operationer i våra telenät. I FTN försvåras detta påtagligt av att nätet inte är fysiskt och logiskt tillgängligt annat än för godkända användare.

Försvarsmakten behöver kunna öva informationskrigföring och försvar mot sådana i grundberedskap. Det kan ske i FTN, medan det bedöms möta vissa praktiska såväl som juridiska svårigheter att öva i publika nät.

## Kravställning

FTN har tekniskt och trafikalt utformats för att uppfylla Försvarsmaktens krav på tillgänglighet och säkerhet som anges i målsättningar för FTN.

FTN:s berättigande ligger i förmågan att försörja Försvarsmaktens lednings- och informationssystem med robust och fungerande telekommunikation i fred, kris och krig. För att detta ska vara möjligt är det av yttersta vikt att kravställningen på FTN är tydligt uttalad. Det är väsentligt att vid framtagning och utveckling av nya system som ska nyttja FTN, i tidigt skede analysera och tydliggöra kommunikationskraven samt att anpassa applikationerna till tillgänglig bandbredd.

Det är även viktigt att analysera hur kraven skiljer sig åt vid olika konfliktnivåer och i olika grad av krislägen. I fred är t.ex. krav som flygsäkerhetskritiska system ställer, starkt drivande för FTN. I krislägen som vid omfattande stormar, t.ex. Gudrun 2005, sätts kraven på uthållig egenproducerad strömförsörjning på sin spets.

Den storm som drabbade Sydsverige den 8-9 januari 2005 åstadkom enorma skador på skog och därmed indirekt på el- och telenätet, vägar, järnvägar och fastigheter. Som mest var uppemot 730 000 elabonnenter utan ström. Av dessa var dessutom en del utan ström en längre tid, som mest ca 45 dygn. Detta hade stor påverkan på telekommunikationerna som givetvis är starkt beroende av elkraft.

Försvarets telenät (FTN) är uppbyggt för att klara svåra påfrestningar och var därmed i stort sett oskadat och i funktion efter stormen.

I arbete med att återställa vitala funktioner efter Gudrun bidrog Försvarmakten med bl.a. följande resurser.

- Telekommunikationsutrustning i form av transportabla master och radiolänkutrustning samt kabelsystem för att stödja de civila teleoperatörerna i återuppbyggnad.
- Transport-tjänster (Hkp, flyg).
- Ca 1000 elverk.
- Totalt deltog ca 2500 personer.



Figur 3: Transportabel radiolänk inkl. mast vid civil telestation i Älmhult efter stormen Gudrun (Foto: Roland Plan, FMV)

Utvecklingen och kravfångsten för FTN måste löpande taktas med Försvarmaktens uttalade uppgifter, d.v.s. hur, var och när Försvarmakten ska verka.

### Krav på abonnentanslutningar

De gemensamma delarna av FTN i form av stomnät och bärarnät har hög uthållighet och är i viss mån försedda med redundans. För att abonnenten fullt ut ska dra nytta av dessa egenskaper krävs att FTN anslutningsnät är utformad på motsvarande sätt.

*FTN stomnät = de delar av FTN som utgör kärnan i det landsomfattande transmissionsnätet.*

*FTN anslutningsnät = de transmissionsresurser som förbinder abonnenter till FTN stomnät.*

*Bärarnät = Informationsöverförande resurs som abonnenterna ansluter till.*

Genom att vara ansluten via mer än en väg till stomnätet minskar risken för att abonnenten skärs av från sina kravställda tjänster. För en enkelansluten abonnent kan hindertiden, d.v.s. väntan på reparation när ett fel inträffat, bli besvärande lång.



En annan väsentlig faktor är hur strömförsörjningen av abonnentens utrustning är anordnad. En stor andel av abonnenterna har sådana tillgänglighetskrav att batteribackup erfordras för att klara korta bortfall av den normala strömförsörjningen. Abonnenter med krav att kunna fungera även vid långvariga avbrott i strömleveransen från det publika elnätet behöver dessutom motordrivna elverk.

Varje abonnents anslutning till FTN måste utformas utifrån abonnentens specifika krav på tillgänglighet i telekommunikationerna.

### Flygsäkerhetskrav

Vissa abonnentsystem som använder FTN har regelverk som ställer höga krav på tillgänglighet. Ett exempel på detta är StriC som följer ”Regler för militär Luftfart, RML”. Dessa regler ställer krav på FTN som då är ett delsystem för sin sambandsfunktion.

*RML = Regler för Militär Luftfart.*

*Särskilda säkerhetskrav finns även i bland annat RMS (Regler för militär sjöfart), RMM (Regler för militär markverksamhet), Vägtrafikkungörelsen med flera.*

Kraven är att betrakta som flygsäkerhetspåverkande och måste beaktas när designen för FTN förändras.

I driftsäkerhetsplanen för FTN framgår hur varianter av abonnentslutningar möter tillgänglighetskrav i olika nivåer.

Det är väsentligt att den verksamhet som företräder ett flygsäkerhetspåverkande abonnentsystem även ställer krav på FTN.

## Samhällsviktiga användares nyttjande av FTN

Av nätägaren godkända samhällsviktiga användare (t.ex. olika statliga verk och myndigheter) använder FTN för att stärka robustheten och redundansen för sina kommunikationslösningar.

Exempel på nyttjare av FTN är Rakel (genom Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB), LFV, Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), Polisen, Länsstyrelserna, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Sjöfartsverket m.fl.

### Rakel

*Staten äger Rakelsystemets infrastruktur. MSB ansvarar för utbyggnad, drift, förvaltning och utveckling av Rakel. MSB ska även marknadsföra Rakel, sälja abonnemang och ansluta kunder.*

*Rakel bygger på Tetrateknik. Det är en europeisk teknisk standard som används inom många länder för kommunikation mellan aktörer som arbetar med skydd och säkerhet. I Norge, Finland och Danmark används system som bygger på Tetrateknik och det finns tekniska lösningar idag för att möjliggöra kommunikation mellan Rakel och Tetrasystemen i våra grannländer.*

*Rakel har ett brett utbud av funktioner och tjänster som gör systemet möjligt att använda och anpassa efter användarnas behov. Kombinationen av tjänster gör Rakel unikt. Systemet har och fortsätter att utvecklas i samarbete med de stora användargrupperna för att vara ett effektivt system för ledning och samverkan av samhällsviktig verksamhet.*

*Rakel används av centrala statliga myndigheter, länsstyrelser, kommuner och landsting samt privata aktörer med samhällsviktig verksamhet, till exempel elbolag.*

*(källa: [www.msb.se](http://www.msb.se))*

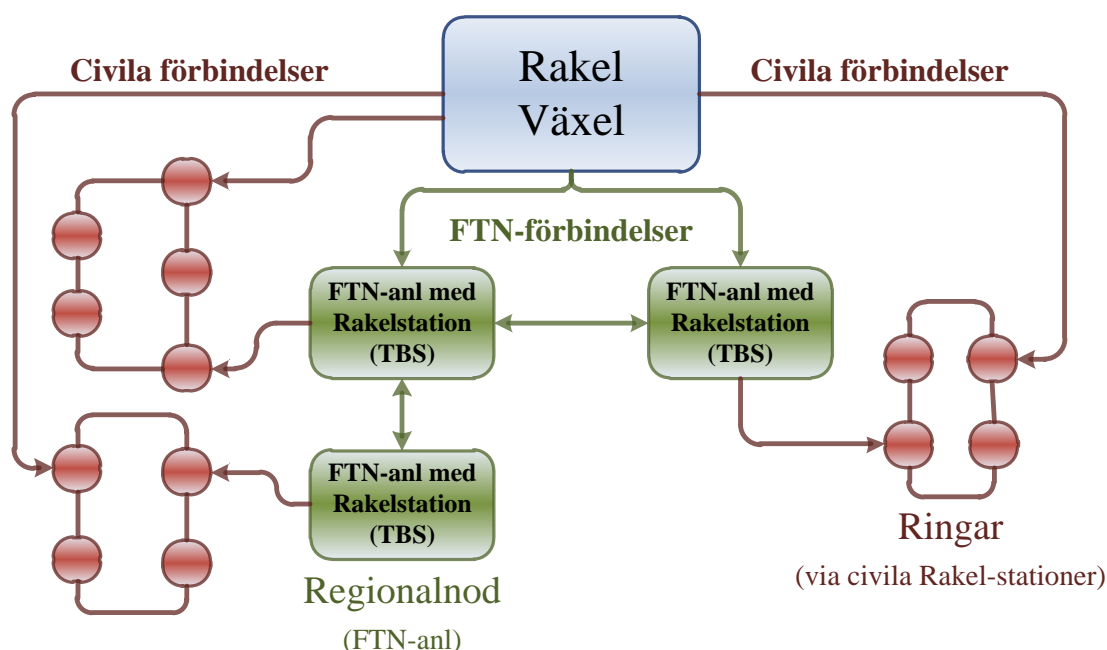
**Notering: Försvarmakten är en stor användare i Rakel.**

Rakel nyttjar idag transmission i FTN och har även inplacerade utrustningar på FTN-anläggningar.

Utbyggnaden av Rakel har skett över en längre tidsperiod (etappvis). Anslutningsprinciperna mellan Tetra Base Station (TBS) och växlarna har förändrats över tiden.

Inledningsvis baserades lösningen på att Rakels radiobaser (TBS) på FTN anläggningar skulle bilda en egen slinga för anslutning till en bestämd Rakelväxel.

När de inledande Rakeletapperna varit i drift så skedde en förändring för transmissionen. Radiolänkar (tillhörande Rakel) inplacerades på FM anläggningarna som därmed kom att utgöra en Regionalnod för en eller två civila radiolänkringar med FM anläggningar som ingångspunkt till Rakelväxel. Eftersom en annan del av ringen är ansluten till växeln via ett annat nät (operatörsnät) så ökar redundansen betydligt med denna lösning. Principen framgår enligt Figur 4 nedan.



Figur 4: Principskiss Rakels nyttjande av FTN

### Civil flygradio

Luftfartsverket anskaffar ett nytt IP-baserat radiosystem. Radiosystemet kommer att nyttja bärartjänsten i FM IP-nät som ett komplement till egna IP-nät och förhyrda IP-tjänster i operatörsnät.

# Omfattningen av FTN

## Inledning

FTN består av fysisk infrastruktur, transmissionsresurser, tjänsteproducerande resurser samt tekniska stödsystem. I detta kapitel beskrivs dessa delar översiktligt. I de följande kapitlen ges en mer detaljerad beskrivning.

### Fysisk infrastruktur

Den fysiska infrastrukturen i FTN består av teleanläggningar med miljösystem och strömförsörjningsutrustning samt antennbärare (torn och master).

### Transmissionsresurser

Transmissionsresurser i FTN baseras på kablar, radiolänkar och kommunikationssatelliter. Dessa transmissionsresurser är antingen försvarsägda eller förhyrda från civila nätoperatörer.

I transmissionsbegreppet ingår både det fysiska mediet (t.ex. en fiberkabel) och själva transmissionsutrustningen (t.ex. optoterminaler, WDM-utrustning, kabelförstärkare, radiolänkar, multiplex- och korskopplingsutrustning). I begreppet ingår även signalskyddsutrustning för trafikskydd av transmission och bärartjänster. Transportabel transmission ingår i FTN först när den är upprättad och sammankopplad med det landsomfattande nätet.

FTN utnyttjar även transmission via kortvåg genom kortvågsradiosystemet HF2000.

*Trafikskydd utgörs av kryptering av digital information med kryptosystem godkända av Försvarsmakten. Trafikskyddskryptering utförs för att skydda ett telenäts interna signalering och förhindra trafikanalys. Trafikskydd används i den radiolänkbaserade delen av FTN:s stamnät. Trafikskyddskryptering utförs hopp för hopp.*

*Vid elektronisk överföring av hemlig information i ett telenät måste informationen dessutom krypteras hela vägen mellan avsändare och mottagare, ände-till-ände (så kallat textskydd). Det är alltid den som överför hemlig information som svarar för att godkända kryptosystem används så att textskyddsfunktion erhålls.*

### Tjänsteproducerande resurser

Tjänsteproducerande resurser omfattar all utrustning som behövs för att producera de tjänster som FTN-abonenterna använder. Som exempel på tjänsteproducerande resurser kan nämnas noder för IP-transport, tjänsteservrar för tid (NTP) och namnuppslag (DNS) samt noder och växlar för såväl IP-baserad som kretsförmedlad telefoni.

### Tekniska stödsystem

Stödsystemen i FTN är datoriserade system för administration och drift av nätet.

## Fysisk infrastruktur

Den fysiska infrastrukturen i FTN består av byggnader, anläggningar och materielskydd med tillhörande strömförsörjningsutrustning. Där finns även olika slags miljöutrustningar för bland annat ventilation och temperaturhållning. Vidare ingår antennbärare (torn och master) och erforderliga fundament för dessa.

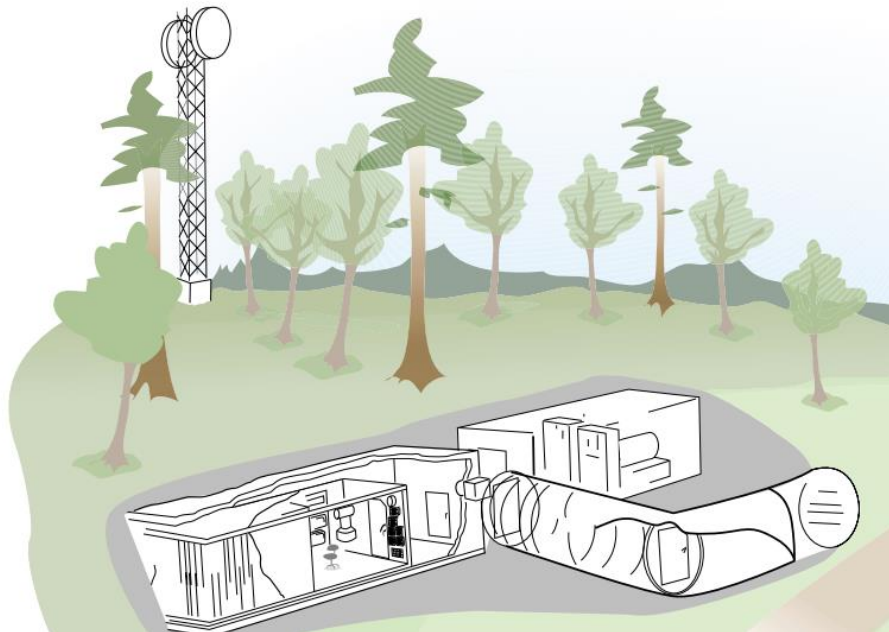
Strömförsörjningsutrustningen i stamnätanläggningarna innehåller dubbla, automatstartande elverk. Dessa består av dieselmotordrivna generatorer och nödvändig reglerutrustning. Dessutom finns batterier som säkerställer avbrottsfri strömförsörjning under den tid det tar för



motorgeneratorerna att uppnå fullt driftläge. Det är egentligen inte korrekt att tala om reservkraft eftersom det alltid har förutsatts att det är de motordrivna elverken som normalt strömförsörjer anläggningen i krig. Dimensioneringen är alltså utförd efter detta ingångsvärde.

FTN-anläggningarna i stornätet är fortifikatoriskt skyddade. I de fall stornätutrustningar installeras i anläggningar som tillhör abonnent eller publik nätoperatör så väljs sådana som uppfyller fastställda krav på fortifikatoriskt skydd.

Det fortifikatoriska skyddet av FTN-utrustning som är installerad hos abonnent är balanserat mot den allmänna skydds nivån hos denne.



Figur 5: Underjordisk FTN-anläggning med tele- och strömförsörjningscontainer

## Transmissionsresurser

Transmissionsresurserna i FTN utgörs dels av resurser i försvarets eget transmissionsnät, dels av resurser i andra nätoperatörers nät. Resurser för FTN förhyrs i huvudsak av nätoperatörer som har förmåga att upprätthålla funktionen i sitt nät även i kris och krig. Transmissionsresurserna består bland annat av:

- Fasta radiolänkresurser (i huvudsak försvarsägda).
- Fasta kabelresurser (helt eller delvis försvarsägda eller hyrda från olika nätoperatörer).
- Transportabla radiolänk- och kabelresurser (försvarsägda).
- Förhyrd transmissionskapacitet, från enstaka analog telefoniförbindelse till digitala system med högre kapacitet.
- Förhyrd transmissionskapacitet i kommersiella kommunikationssatelliter.
- Utrustning för hantering (multiplexering och omkoppling) av optiska våglängder (WDM).
- Multiplexorer.
- Digital korskopplingsutrustning.
- Signalskyddsutrustning för kryptering av trafik.

- HF2000 är ett automatiserat kortvågsradiosystem som betjänar förband nationellt och internationellt.

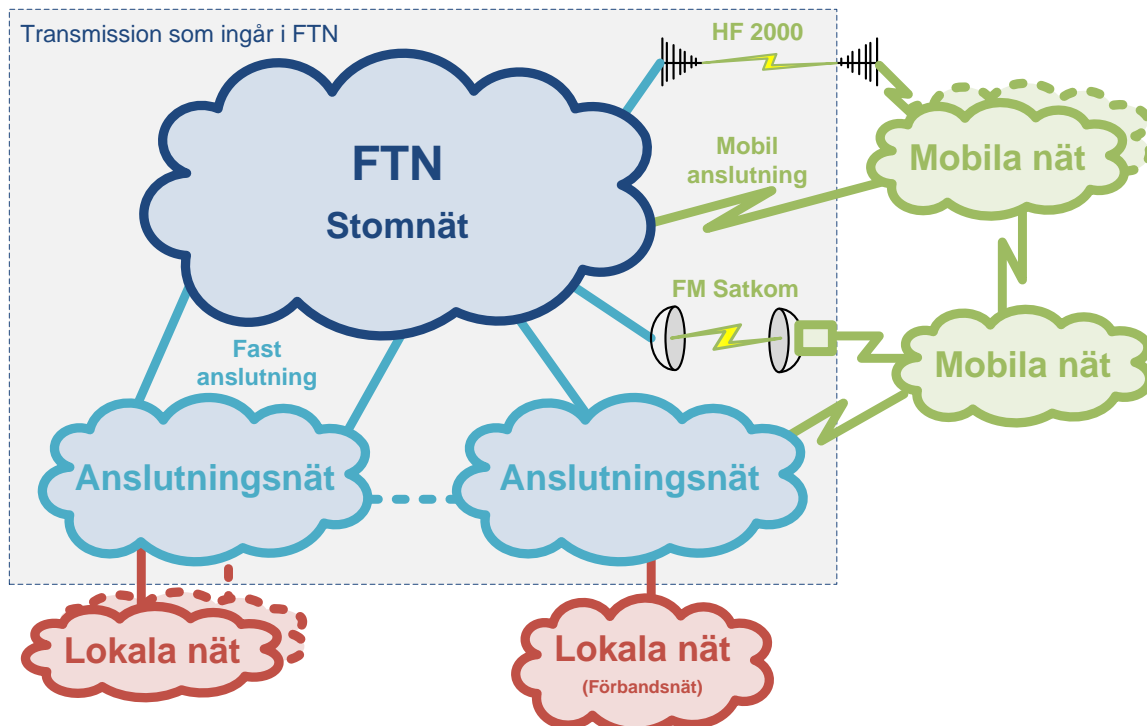
Abonentutrustning som kan utgöras av såväl taktiska som administrativa system ansluts till FTN. Anslutningen till FTN utgörs vanligen av ett lokalt nät. Varken abonentutrustningen eller lokala nätet ingår definitionsmässigt i FTN. Dock finns exempel där FTN-resurser inplaceras i utrymmen vid t.ex. ett förband. Berörda utrustningar installeras normalt i godkända säkerhetskåp.

### Transmissionsmässig utformning

En nödvändig förutsättning för att tillhandahålla tjänster i FTN är att det finns transmissionsnät. Transmissionsnätet består i huvudsak av radiolänk och optofiberresurser. Historiskt har radiolänk dominerat, men andelen optofiberkabel har ökat kraftigt under 2000-talet.

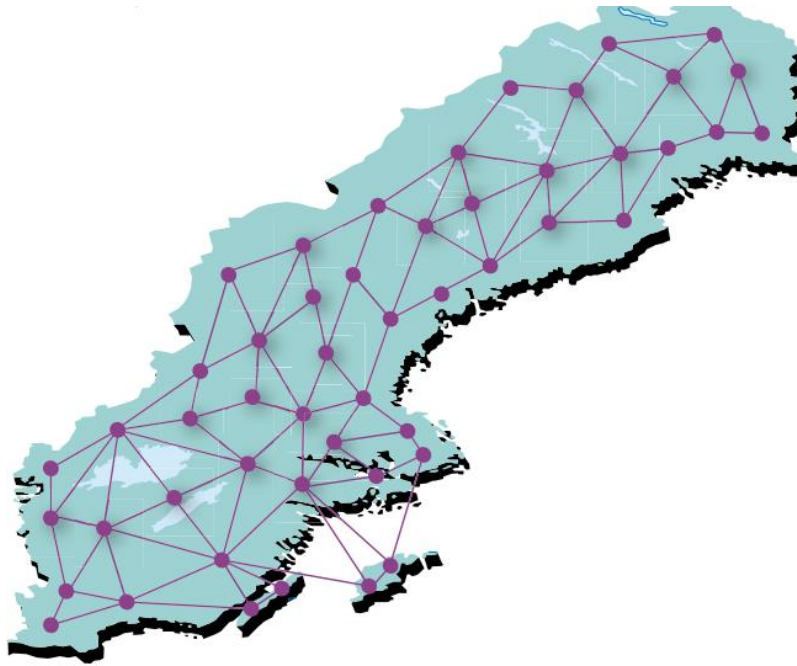
Transmissionsnätet består av:

- **Ett landsomfattande stomnät** som huvudsakligen har en ”maskformig” struktur, vilket innebär att en abonnent i nätet kan nå över flera alternativa vägar. Detta ger god framkomlighet i händelse av skador. Stomnätets resurser delas av alla abonnenter i FTN. I nätet används trafikskyddskryptering.
- **Ett stort antal anslutningsnät** som består av fasta eller rörliga nätdelar. Abonnenterna i FTN ansluts till stomnätet med transmissionsresurser som kallas anslutningsnät. Anslutningsnäten binder samman stomnätet och de lokala näten.
- **Lokala nät** och **Mobila nät** är transmissionsnät som kan anslutas till FTN men ingår definitionsmässigt inte i FTN.



Figur 6: Principbild över transmissionsnätets delar

FTN är utformat för att medge goda omkopplingsmöjligheter. Syftet är att vid skador kunna använda de återstående transmissionsresurserna optimalt. FTN kommer att fungera under lång tid även om den allmänna elförsörjningen faller bort.

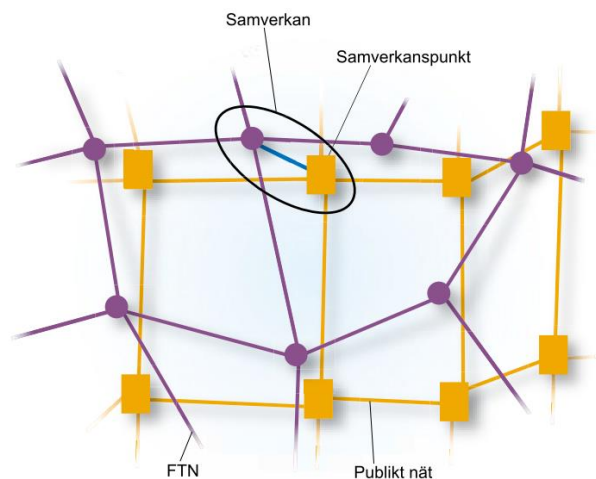


Figur 7: Principiell bild av FTN:s maskformighet

### Samverkan med publika nät

Samverkan mellan FTN:s stamnät och olika publika nät sker via samverkanspunkter. I dessa finns transmissionsutrustning för att möjliggöra samverkan med andra nätoperörer.

Det kan finnas situationer där det civila samhällets behov är så högt prioriterade att civil totalförsvarstrafik behöver transporteras genom FTN om det publika transmissionsnätet skadas allvarligt.



Figur 8: Principiell bild av samverkanspunkt

Även samverkan mellan FTN och publika ISP (Internet Service Providers) sker. I dessa fall handlar det om särskilt kontrollerat användande av Internettjänster t.ex. E-post. Internet används även för transmissionsformen FM TVI (Transmission Via Internet). FM TVI innebär enkelt uttryckt att en krypterad VPN-tunnel etableras över Internet i syfte att på ett skyddat sätt transportera FM IP-nät med dess tjänster över publika Internet. FM TVI används som accessform för abonnenter med låga robusthetskrav. Eftersom Internet används som transmission så ges ingen möjlighet till kontroll och styrning över denna transmissionsresurs.

## Nät och tjänster

FTN består, enkelt uttryckt, av olika typer av nät som i sin tur tillhandahåller olika typer av tjänster (bärartjänster och teletjänster).

### Olika typer av nät

Två viktiga, allmänna begrepp inom telekommunikation är **telenät** och **bärarnät**.

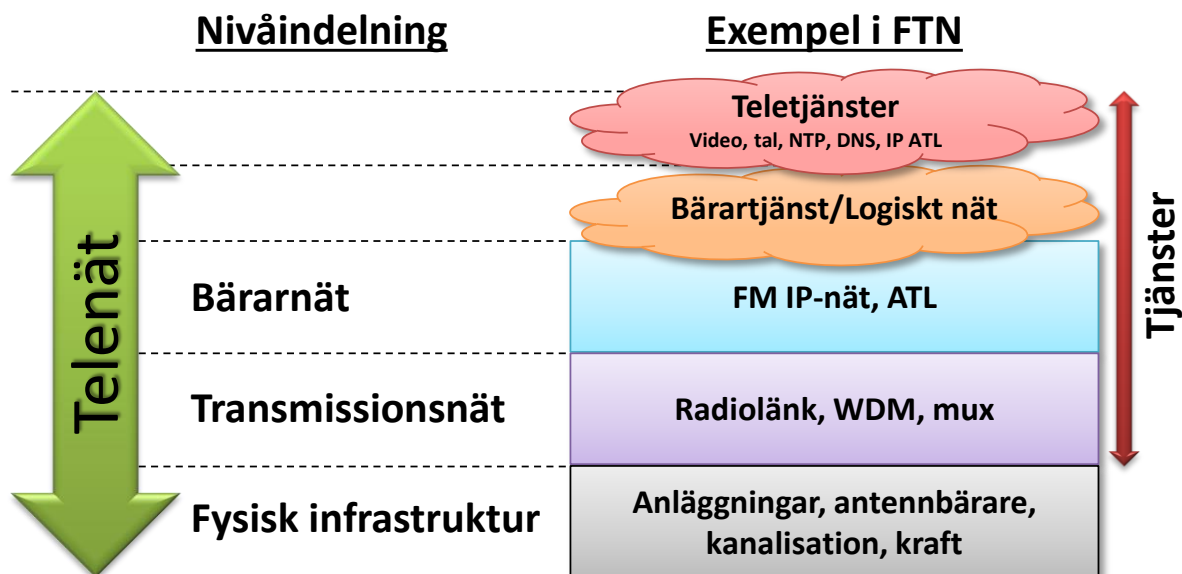
I ett **telenät** ingår all materiel (dock inte abonnentutrustning) som behövs för att abonnenterna ska kunna etablera kontakt och överföra information (tal, text, bild och data).

Ett bärarnät är en informationsöverförande resurs som abonnenterna ansluts till. Ett bärarnät har resurser för att åstadkomma **bärartjänster** (begreppet bärartjänst förklaras i avsnittet ”Olika typer av tjänster” nedan). Informationsöverföring sker med hjälp av signaler på något överföringsmedium, det vill säga radiolänk eller kablar av olika slag.

FTN består av nät på olika nivåer: transmissionsnät och bärarnät.

- Transmissionsnätet är det fysiska nätet som kort beskrivits ovan.
- ATL (Automatisk Teletrafik Landsomfattande) är ett bärarnät som erbjuder kretsförmedlade bärartjänster, i första hand telefoni.
- FM IP-nät är ett bärarnät som erbjuder paketförmedlade bärartjänster.
- Dagens driftdatanät DDN betraktas som ett paketförmedlat bärarnät för övervakningstrafik.

Inriktningen är att antalet bärarnät i FTN ska reduceras till ett gemensamt IP-nät (FM IP-nät). Detta innebär att alla bärartjänster som etableras över FTN kommer att använda FM IP-nät som bärarnät. Anslutningsformerna för abonnenter till FTN kommer därför uteslutande att vara IP-baserade.



Figur 9: Relationer mellan nät och tjänster i FTN

### Olika typer av tjänster

Ovanstående nät tillhandahåller olika typer av tjänster. FTN erbjuder användarna olika slags **bärartjänster** och **teletjänster**. Också dessa är viktiga begrepp inom telekommunikation.

En **bärartjänst** (logiskt nät) är den grundläggande överföringstjänsten. Den överför information mellan sändare och mottagare utan att överförd data behandlas på något sätt. Bärartjänsten är således enbart tillhandahållande av ett ”transportsystem” för informationsutbyte. Överföringen kan ske på flera sätt, t.ex. digitalt eller analogt, med krets- eller paketkopplad trafik, samt efter olika standarder (kommunikationsprotokoll) så att olika typer av tjänster kan användas. Abonentterminaler ansluts till bärartjänsten men ingår inte i denna. Bärartjänsten används för att:

- Ansluta sig till telenätet.
- Etablera en förbindelse till önskad abonnent (t.ex. uppringning i en kretsförmedlad tjänst).
- Transportera information i telenätet, antingen krets- eller paketförmedlat.

En **teletjänst** använder sig alltid av någon form av bärartjänst för att överföra information mellan användarna. En teletjänst medger fullständig kommunikationsmöjlighet mellan t.ex. abonnentterminaler. Teletjänster har minst ett människa/maskingränssnitt. Två vanliga teletjänster i FTN är telefoni och e-post. Man säger att ATL är en bärare av tjänsten kretsförmedlad telefoni och att FM IP-nät är en bärare av tjänsten e-post samt paket förmedlad telefoni. På sikt kommer ATL att avvecklas vilket innebär att all kommunikation för telefoni i FTN kommer att ske i FM IP-nät.

Bärrar- och teletjänster kompletteras ofta med tilläggstjänster. En tilläggstjänst baseras alltid på en bärrar- eller teletjänst och kan inte erbjudas separat. Exempel på tilläggstjänster är prioritet, vidarekoppling av samtal, röstbrevlåda för telefonitjänst, men även mer avancerade tjänster som t.ex. virtuella nät (VPN) och videokonferens.

## Tekniska stödsystem

FTN styrs och övervakas från teledriftcentralen (TDC).

Datoriserade övervaknings- och stödsystem används för:

- fjärrövervakning och fjärrstyrning från TDC.
- administrativ registrering av nätet och dess trafikala användning.
- tekniska radioberäkningar (FMV).
- produktion av kataloger till ATL-nätväxlar.
- hantering av konfigurationer och inställningar för fysisk infrastruktur, transmissionsnät, bärrarnät och teletjänster.

Liksom i de allmänna telenäten leder den tekniska utvecklingen i FTN till att allt fler åtgärder kan ske fjärrmässigt från TDC. Därmed behöver anläggningarna allt mer sällan besökas. Dessutom kan drift och underhåll ske mer effektivt. Tillsammans med ökad driftsäkerhet medför det att drift- och underhållskostnaderna minskar samtidigt som kapaciteten ökar.

## Driftdatanät

För fjärrövervakning och fjärrstyrning från TDC används driftdatanätet (DDN). DDN är ett FTN-internt datakommunikationsnät för fjärrstyrning/fjärrkonfiguration av system och nätlement (NE) inom FTN samt för överföring av statusinformation och teknisk driftdata.

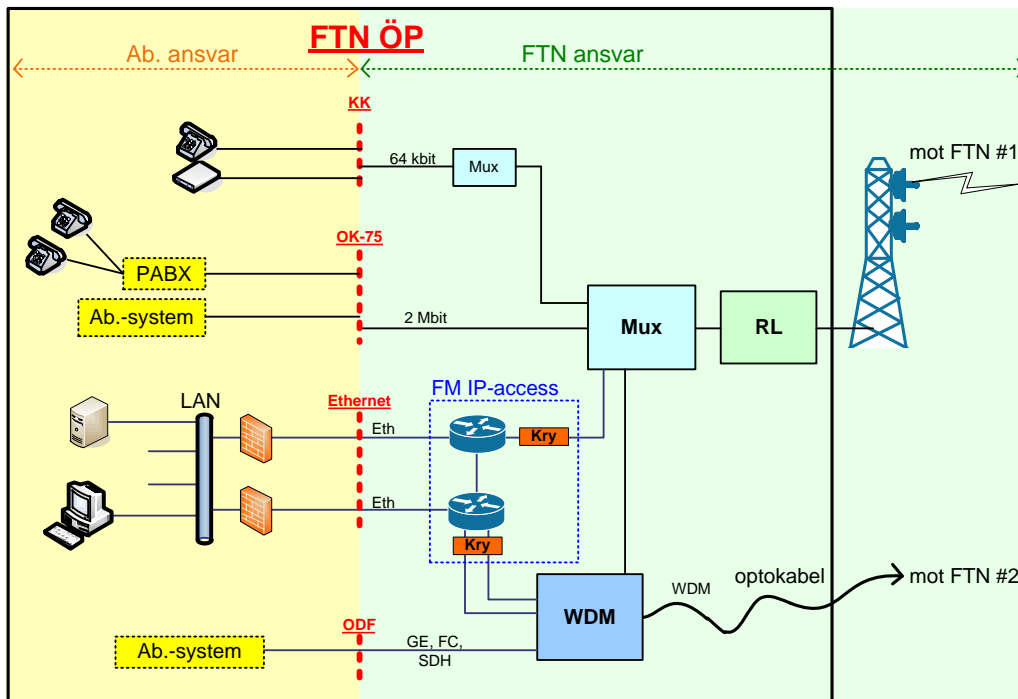
DDN är en kommunikationslösning för ingående FTN-utrustning och är endast tillgänglig för FTN-verksamheten. DDN finns på de anläggningar som har FTN-utrustning som skall övervakas samt på de platser därifrån övervakning sker d.v.s. TDC. Det är i TDC som all kommunikation terminerar och det är också där som driftstödsystemen ansluter till DDN.

För närvarande pågår en omsättningsfas där DDN går mot en All-IP lösning där infrastrukturen migreras mot endast ett nät, FM IP-nät. DDN-information kommer att överföras i detta nät och separeras samt skyddas från övrig trafik med signalskyddssystem.

## Avgränsning av FTN

### Överlämningspunkt

Normalt utgörs överlämningspunkten mot abonnenten av en kopplingspunkt i ett distributionsfält som finns i samma lokal som transmissionsutrustningen för anslutning till stomnätet i FTN. Figur 10 visar exempel på överlämningspunkter för olika typer av tjänster/gränssnitt mellan FTN och abonnentutrustning.



Figur 10: Exempel på överlämningspunkter (rött)

### Gränssnitt

Gränssnitten för anslutning av abonnenter till FTN beror på den aktuella tjänsten. Utöver kanal för överföring av data kan, för vissa av gränssnitten, även synkronisering av abonnentutrustning erhållas från nätet.

Nedan beskrivs de övergripande fysiska och logiska gränssnitten.

### ATL

Abonnenter i ATL är antingen direktanslutna eller anslutna via en till ATL ansluten abonnentväxel. Flera fysiska gränssnitt och logiska signaleringsgränssnitt finns tillgängliga. ATL stödjer ett flertal av ITU-T standardiserade telefonigränssnitt mot abonnentutrustning. Detta innebär att kommersiell abonnentutrustning (t.ex. abonnentväxlar) enkelt kan anslutas till ATL. För vissa funktioner, speciellt äldre taktiska abonnentsystem, är de logiska gränssnitten FTN-unika.



### FM IP-nät

Gränssnittet i FM IP-nät mot abonnent utgörs av accessnodens LAN-gränssnitt (Ethernet). Abonnenten ansvarar för det egna LAN:et.

*LAN = Local Area Network, lokala nät.*

*Ethernet är en LAN-standard.*

Abbonnentens access karaktäriseras av följande parametrar:

- Avtalad bandbredd.
- Krav på redundans.
- Fysiskt gränssnitt.
- Protokoll för nivå 2 och 3.
- Routingprotokoll.
- Förteckning över överenskomna abonnentnät (IP-nätadresser).

*Nivå 2 och 3 refererar till den teoretiska modellen för TCP/IP-kommunikation, indelad i olika skikt/lager. Nivå 2 är datalänkskiktet och nivå 3 är nätverksskiktet. Denna teoretiska modell utgör grund för många protokoll och standarder. En stor fördel med modellen är att leverantörer kan utforma produkter som kan kommunicera med andra leverantörers produkter.*

*För nivå 3 innebär detta att datapaket kan routas, d.v.s. vägval kan göras i nätet. Detta regleras via routingprotokoll. Ett routingprotokoll används för att routrarna i nätet automatiskt ska kunna lära sig saker från andra routrar. Routingprotokoll behövs då det finns många alternativa vägar att välja bland i nätet (som då sägs ha en hög redundans).*

Anslutningen i accessnoden definieras som överlämningspunkt och utgör ansvarsgräns mellan FTN och abonnenten. Abonnentens access-nod konfigureras av FTN:s nätoperatör och är inte åtkomlig för abonnenten. Nätoperatörens uppgifter framgår av kapitel ”Vidmakthållande av FTN”.

### Abonnentsystem

Abonnentsystem som ansluts till FTN ska uppfylla de logiska och fysiska gränssnittskraven för den aktuella bärartjänsten. Nätoperatören för FTN tilldelar de trafikala data, t.ex. abonnentnummer och IP-adresser, som abonnentutrustningen behöver. Abonnenten svarar för konfiguration av egen utrustning inklusive eventuellt textskydd.

### Ansvar

Normalt har FTN:s transmissionsmateriel på abonnentanläggning batterireserv för några timmars drift vid elnätbortfall. Behövs förlängd batteritid eller motorelverk för att klara längre drifttider vid elnätbortfall ansvarar abonnenten för detta.

FTN-utrustning hos abonnent ska vara placerad i en avgränsad och tillträdesbegränsad lokal. Om kryptoapparat ingår i den aktuella FTN-utrustningen ska förvaringsutrymmet vara godkänt för förvaring av hemlig handling eller utrustning, t.ex. säskåp.

Om textskydd erfordras är det abonnentens ansvar att erforderliga kryptoapparater inkopplas i förbindelsens ändpunkter. Även hantering av kryptonycklar för textskyddsutrustning är abonnentens ansvar.

# Teknisk systembeskrivning

## Driftprofil

Försvarets Telenät är i drift dygnet runt, året om. Även den tekniska driftövervakningen vid Teledriftcentralen är i ständig drift. Servicepersonal för reparationer i nätet är i tjänst under kontorstid men kan försättas i beredskap för insatser under övrig tid.

## All-IP

Försvarsmakten fattade 2008 ett inriktningsbeslut gällande att realisera ett All-IP synsätt för Försvarsmaktens kommunikationsnät.

*Utdrag ur "Inriktning All-IP koncept" – HKV 09 100:69149:2008-05-15, Ubilaga 1.7.*

*"Begreppet All-IP anger att all överföring av nyttodata (text, tal, data och video) över ett kommunikationsnät baseras på Internetprotokollet (Internet Protocol). All-IP bygger på att ett konvergenzlager baserat på IP skall nyttjas, detta synsätt hittar vi även inom NEC där den kallas för "IP everywhere". Detta ger de grundläggande verktygen för att sätta samman heterogena nät till en fungerande helhet. Det har även identifierats inom NNEC att vägen till framgång ligger i att just kunna hantera en mångfald av heterogena nät, där olika typer av nät löser olika typer av krav, till en helhet.*

*Försvarsmaktens kommunikationsnät har påbörjat realiseringen av ett All-IP synsätt. För att effektivt utnyttja dessa nät och därmed uppnå kostnadseffektivitet skall lednings- och IT-system utformas för att trafikera ett gemensamt IP-nät. Driftsatta system skall modifieras så att synsättet kan tillämpas. Stela förbindelser punkt-till-punkt får inte utnyttjas för abonnenttrafik. En konsekvens av detta är skyddet av ändsystemens information läggs som lägst på IP-nivå."*

För FTN innebär detta att alla tjänster som tillhandahålls av FTN ska levereras över bärarnätet FM IP-nät. Den tekniska anpassningen och utvecklingen av transmissionsnät, bärarnät och tjänster i FTN mot All-IP benämns *migrering*.

Migreringsarbetet omfattar bl.a. att etablera nya noder, utökad kapacitet och förändrade gränssnitt.

Samtidigt kommer äldre abonnentsystem att kunna anslutas efter konvertering. Detta görs under en övergångsperiod tills abonnentsystemet fullt ut anpassats till All-IP.

## Transmissionsnätets utformning

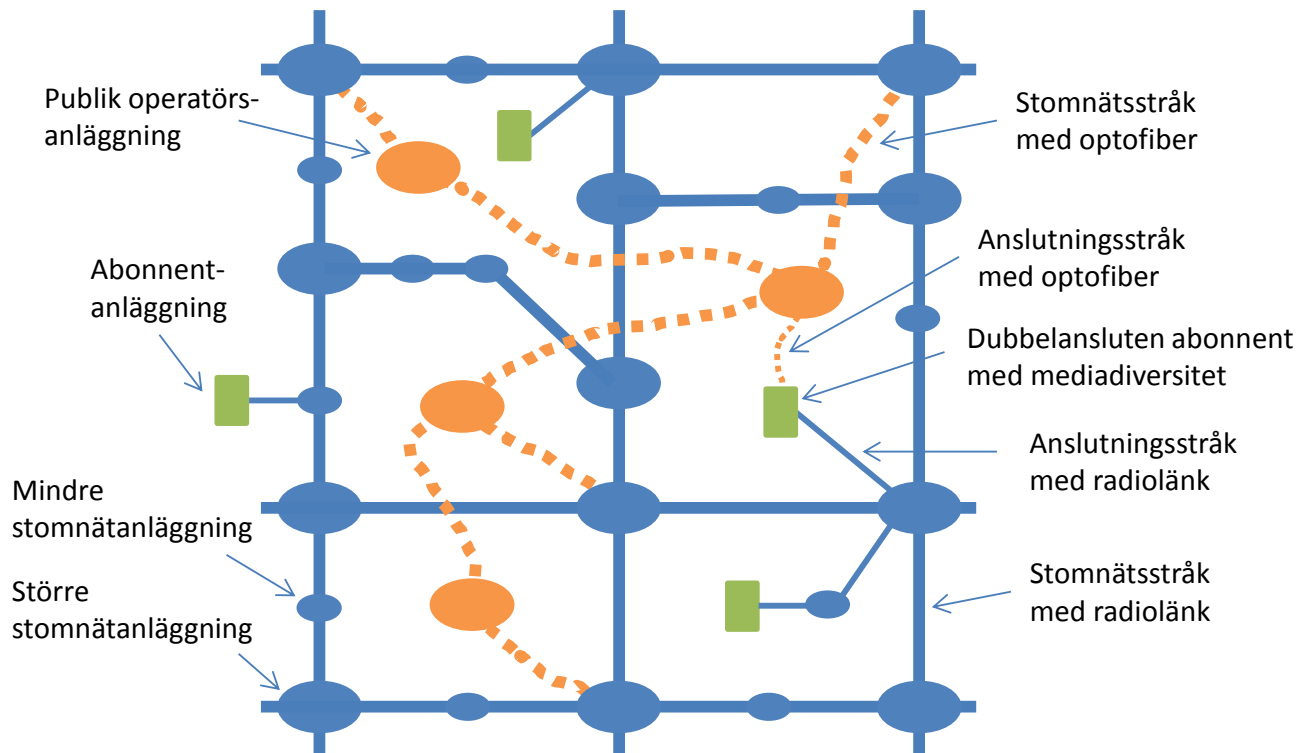
Transmissionsnätet i FTN indelas i ett stamnät och ett stort antal anslutningsnät. Alla tjänster som FTN erbjuder är baserade på transmission i FTN:s transmissionsnät.

Anläggningar i stamnätet och vissa anläggningar i anslutningsnäten har anslutningspunkter som kan användas för att ansluta rörliga förband.

Nedanstående principiella bild visar den transmissionsmässiga strukturen i FTN. Figur 11 är representativ för övriga nätdelar. Nätdelen i detta exempel består av anläggningar som är maskformigt sammanbundna transmissionsmässigt via radiolänk och/eller optofiber.

Abonnentanläggningar kan vara anslutna till stamnätet via radiolänk och/eller kabel (media-diversitet).





Figur 11: Principen för FTN:s transmissionsmässiga struktur

**Stomnätet** är ett sammanhängande transmissionsnät som täcker större delen av landet. Stomnätet är uppbyggt med anläggningar som inbördes är förbundna via radiolänk och/eller optofiber. Anläggningarna innehåller även noder (t.ex. routrar/switchar och nätväxlar) för att etablera bärarnät.

Stomnätet har utformats för att tillgodose Försvarets krav, bland annat genom att det har en maskformig nätstruktur vilket ger en hög tillgänglighet. Nätstrukturen har fördelen att det finns många alternativa (och för funktionen likvärdiga) transmissionsvägar. Bärarnäten i FTN väljer väg med hänsyn till belastningar och skador, så kallad dynamisk trafikstyrning (routing). Trafiken kommer att kopplas fram den vid tillfället mest optimala vägen genom nätet. Om den vägen blir oframkomlig dirigeras trafiken automatiskt längs alternativa vägar. Avsikten är att FTN ska tåla svåra skador och fungera i autonoma delar om nätet delas.

I FTN:s stomnät erhålls trafikskydd genom att kommunikation mellan noder krypteras.

**Anslutningsnäten** förbinder abonnentanläggningarna med stomnätet och har begränsad geografisk utbredning.

Viktiga abonnenter i FTN är anslutna till stomnätet via flera separata vägar så att en hög tillgänglighet uppnås.

Anslutningsnäten har synnerligen varierande utformning beroende på abonnentanläggningens behov. I enklaste fallet kan en abonnent ha sin anslutning via en förhyrd, tvåtrådig telefonledning. I andra änden på skalan kan en stor ledningsplats ha anslutningar fördelade på ett flertal framföringsvägar med hög kapacitet.

## Fysisk infrastruktur

### Strömförsörjning

Samtliga anläggningar i FTN:s stamnät har utrustning för avbrottsfri strömförsörjning av te-leutrustning. Strömförsörjningsutrustningen har batterireserv och dubbla motorelverk. Batteri-reserven svarar för strömförsörjningen vid nätbortfall tills motorelverken har fullt driftläge. Övergång till motorelverksdrift sker automatiskt vid nätbortfall och rapporteras till överva-kande teledriftcentral. FTN-utrustningen kan därför fortsätta att fungera under lång tid, även om det vanliga kraftnätet är ur funktion.

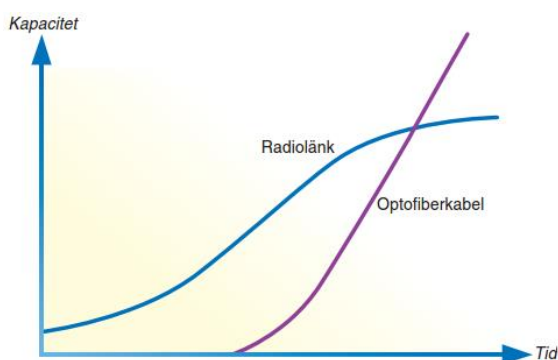


Conny Runeke, F17

Figur 12: Strömförsörjningsutrustning (Foto: Conny Runeke, F17)

### Egna och förhyrda transmissionsresurser

Historiskt sett har den övervägande delen av transmissionsresurserna i FTN ägts av Försvarmakten, med radiolänk som dominerande överföringsmedia. Andelen optobaserad transmission har ökat avsevärt på senare tid och då används främst förhyrda resurser. Försvarmakten långtidsförhyr fiberpar (svartfiber eftersom den hyrs utan aktiv utrustning) i publika nät. Alla aktiva utrustningar ägs av Försvarmakten samt styrs och övervakas av nätoperatören för FTN.



Figur 13: Användning av radiolänk och optofiber i FTN

Fortfarande används även koaxialkabel och parkabel, även kallad galvanisk kabel, dock i mycket begränsad omfattning. Vidare används såväl opto- som parkabel för mobila förbands anslutning till FTN och i vissa anslutningsnät.

## Kabel

Följande typer av kabel används i FTN:s transmissionsnät:

- Optofiberkabel.
- Galvanisk kabel (koaxialkabel och parkabel).

### Optofiberkabel

*Optofiberkabel består av ett antal tunna fiberpar av glas (eller plast), där varje fiberpar kan överföra stora informationsmängder.*



Figur 14: Optiska fibrer (Foto: PhotoLink)

Optofiberkabel har flera fördelar, bland annat:

- Mycket hög kapacitet (bandbredd).
- Långt avstånd mellan förstärkningsutrustningar.
- Liten kabeldimension.
- Låg vikt.
- Ogalvanisk (ickemetallisk), d.v.s. störs inte av magnetiska fält eller åsknedslag.
- Svår att avlyssna.
- Låga underhållskostnader.

Optosystem används som transmissionssystem för överföring av tal och data samt för bredbandsöverföring av t.ex. video. Genom att bygga ut eller byta optoterminaler kan mycket hög överföringskapacitet erhållas.

*För att åstadkomma kommunikation över en optofiberkabel behövs en ljuskälla (laser eller ljusdiod) som omvandlar inkommande elektriska signaler till ljus. I fiberns andra ände behövs en detektor som omvandlar ljuset till elektriska signaler. Ljuset utbreder sig i fibern genom upprepad totalreflektion i gränssytan mellan fiberkärnan och den omgivande manteln.*

Inom FTN används i huvudsak singelmodefiber. Stora avstånd kan överbryggas utan behov av mellanliggande ”förstärkning”. I FTN används optisk våglängdsmultiplexering (WDM, Wavelength Division Multiplexing) vilket medger att flera optiska våglängder (färger) används parallellt i samma fysiska optofiberpar. Detta möjliggör överföring av multipla kapaciteter om upp till 100 Gbit/s vardera i varje våglängd, i ett och samma fiberpar. I FTN an-

vänds COTS-produkter, exempel på WDM-utrustning för upp till 40 kanaler/våglängder med fjärrkonfigurerbar omkoppling enligt Figur 15.



Figur 15: Exempel på WDM-utrustning i FTN (Foto: Transmode)

### **Koaxialkabel**

Koaxialkabel var den kabeltyp som stod till buds för överföring av stora informationsmängder före optofiberkablarnas tid. En liten mängd koaxialkablar, som försetts med digital ändutrustning, används fortfarande i FTN. I övrigt har koaxialkabel avvecklats.

### **Parkabel**

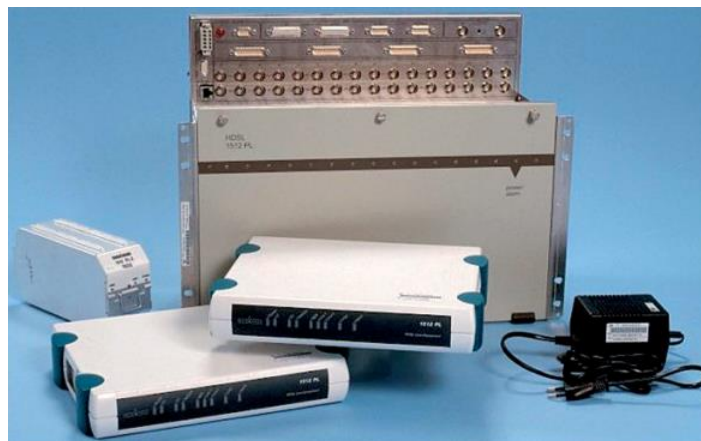
Parkabeln är den klassiska telefonkabeln och kan normalt endast överföra ett analogt telefonsamtal per trådpar. Digital teknik (xDSL) har medfört att betydligt större bandbredd kan överföras över kortare avstånd. Inom FTN används xDSL främst i anslutningsnätet för att via befintliga parkablar ansluta abonnenter till stornätet. Dessutom använder Försvarmakten transportabla kabelförstärkare av xDSL-typ för överföring via fältkabel.

*Olika typer av xDSL:*

*ADSL = Asymmetrical Digital Subscriber Line*

*HDSL = High bit-rate Digital Subscriber Line*

*VDSL = Very High bit-rate Digital Subscriber Line*



Figur 16: Bordsplacerad och stativmonterad version av kabelförstärkare KF-16. KF-16 används för överföring av 2Mbit/s på parkabel (Foto: Hans Hedin, Arboga)

## Radiolänk

Inom FTN används radiolänksystem som punkt-till-punkt förbindelser. Avståndet som kan överbryggas är bland annat beroende av terrängprofil, antennhöjd och använd frekvens. I princip måste det vara fri sikt mellan två punkter. Riktantenner med hög ”antennvinst” och olika typer av diversitet gör att överföringsavståndet kan vara 30-70 km. Ett radiolänkbaserat transmissionsnät utgörs således av ett antal seriekopplade radiolänkhopp.

Förutom själva radiolänkutrustningen krävs antenner och antennbärare. Antennbärare är fackverkskonstruktioner i form av master eller torn. Transportabel radiolänk använder master med stödben. I mikrovågsområdet används parabolantenner och i metervågsområdet dipol- och yagiantenner.



Figur 17: Parabolantenn  
(Foto: Michael Grund, FMV)



Figur 18: Dipolantenn  
(Foto: Michael Grund, FMV)



Figur 19: Yagiantenner  
(Foto: Aerotech Telub/Arboga)



Figur 20: Radiolänkmast med parabol (Foto: Försvarets bildbyrå)



### **Frekvenser och kapacitet**

I FTN används radiolänksystem inom ett flertal frekvensband, från någon enstaka GHz upp till över 20 GHz. Den nationella tillståndsmyndigheten Post- och Telestyrelsen (PTS) tilldelar Försvarsmakten frekvensband för FTN. Inom Försvarsmakten samordnas all frekvenshantering av Högkvarteret. Överföringskapaciteterna för radiolänk i FTN är för närvarande från 2Mbit/s upp till 1 Gbit/s.

### **Diversitet**

Det finns olika sorters diversitet. Diversitet i radiolänkar baseras på att radioöverföringen på något sätt dubblas och att utrustningen automatiskt väljer den som för tillfället fungerar bäst. Diversitet ökar hoppets tillgängliga tid. Orsaken till att det är möjligt är att de naturliga, varierande störningar som kan påverka hoppet ofta är begränsade i något avseende och därför kan undvikas.

I FTN är rymddiversitet vanligast. Det innebär att ett visst radiolänkhopp utnyttjar antenner på två olika höjder. Vissa naturliga störningar är begränsade till ett tunt höjdsnitt. Om höjdskillnaden mellan antennerna är tillräckligt stor är det sannolikt att störningen endast påverkar det ena antennenparet.

Det finns även frekvensdiversitet. Det innebär att ett visst radiolänkhopp byggs med dubbelade radiolänkar vilka sänder på skilda frekvenser. Eftersom vissa naturliga störningar är begränsade till ett smalt frekvensområde är det sannolikt att störningen endast påverkar en av de två använda frekvenserna om skillnaden mellan dem är tillräckligt stor.

### **SDH-baserad transmission**

Till och med 2013/2014 realiserades huvuddelen av radiolänk och delar av de fiberoptiska resurserna i FTN-stomnät med SDH-baserad transmissionsutrustning. Även radiolänkanslutningar till större verksamhetsställen baseras på SDH. Grundkapaciteten i SDH är 155 Mbit/s (betecknas STM-1). Ökade linjehastigheter skapas genom multiplar av denna hastighet, t.ex. STM-4 som är 4 gånger STM-1 (622 Mbit/s) samt STM-16 som är 16 gånger STM-1 (2,5 Gbit/s). Utrustningen i ett SDH-baserat nät arbetar synkront, vilket innebär att nätet har en gemensam datatakt. I ett SDH-nät kan nyttolaster transporteras med bithastigheter från 2 Mbit/s och uppåt. SDH är standardiserat av ITU-T.

*SDH = Synchronous Digital Hierachy*

### **PDH-baserad transmission**

Radiolänkdelarna i FTN-anslutningsnät utgörs huvudsakligen av PDH-baserad transmission. Grundkapaciteten i PDH-baserade nät är 2 Mbit/s som kan multiplexeras till högre kapaciteter. PDH är standardiserat av ITU-T.

*PDH = Plesiochronous Digital Hierachy*

### **Nätsynkronisering**

I SDH- och PDH-nät är det viktigt att alla nätelement styrs med en gemensam takt för att undvika transmissionsstörningar i form av pekarjusteringar och slip, vilket ger sig till känna som nedsatt funktion i trafikflödena.

Nätsynkronisering kan åstadkommas på olika sätt. För att skapa en stabil och robust synkronisering som motstår skador i nätet krävs redundans. I FTN tillämpas en metod där FTN i oskadat läge taktstyrs kvasisynkront från flera primära referensskällor i form av högstabla atomur (PRC, Primary Reference Clock), vilka är fysiskt skyddade och separerade. Varje nätelement försörjs med taktsignal som är spårbar till en av flera PRC. Som ytterligare redundans an-

vänds s.k. SASE-utrustning (Stand Alone Synchronization Equipment) med fasstyrda oscillatorer. Vid eventuella skador i nätet sker omkoppling automatiskt till alternativa synkvägar och synkällor i nätelement och synkutrustning.

Takt distribueras till de olika nätelementen via de ordinarie linjesignalerna, dvs. befintliga transmissionsvägar nyttjas. Således är ett s.k. ”synknät” inget fysiskt separat nät, utan är en del i det ordinarie transmissionsnätet.

En PRC alstrar synsignaler med stor noggrannhet och uppfyller stabilitetskraven enligt ITU-T rec. G.811. Eftersom man även vid tidgivning erfordrar stor noggrannhet, samnyttjas PRC för nätsynkronisering och alstring av referenssignal till FM G-Tid (Försvarsmakts Gemensam Tid).

### Ethernetbaserad transmission

Stora delar av den fiberoptiska transmissionen i FTN är Ethernetbaserad, d.v.s. Ethernetbaserad transmission (paketbaserad) anordnas över de olika våglängderna som realiseras med WDM (beskrivs ovan). Även radiolänkutrustning i FTN är bestyckad för Ethernetbaserad transmission.

Med Ethernetbaserad transmission möjliggörs optimala förutsättningar för att ansluta transmissionsutrustningar till noder i FM IP-nät. Ethernet är standardiserat av IEEE.

*Exempel på standardiseringsorgan inom tele/datakom.*



*ITU-T = International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*



*IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers*



**I E T F**

*IETF = The Internet Engineering Task Force*

Ethernet-standarden är mycket utbredd och gör att produkter och system passar ihop och på sikt blir billigare att tillverka. Detta kommer FTN till del genom att COTS kan användas.

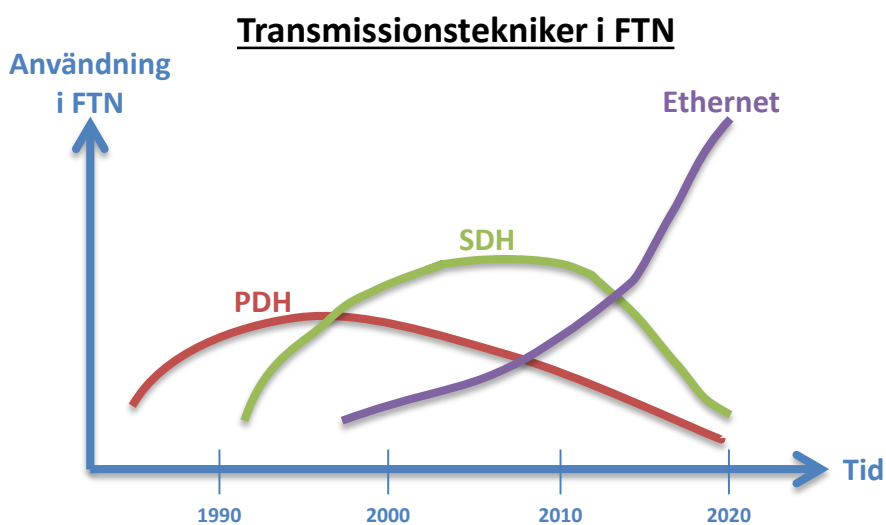
För närvarande pågår omsättning av radiolänk som kommer att få både högre kapacitet och Ethernetgränssnitt. Ny utrustning innebär flera fördelar.

- Utvecklad modulation ger högre kapacitet, normalt upp till ca 1Gbit.
- Paket-trafik utan särskilda omvandlare (Ethernetgränssnitt).
- Samtidigt stöd för SDH-trafik (TDM).
- Anskaffningskostnaden är lägre än för nuvarande radiolänk-typ.
- Storleksmässigt mindre utrustning.



Figur 21: Exempel på Ethernetbaserad stamnättsradiolänk

Sammanfattningsvis kan man säga att teknikutveckling inom FTN:s delar följer utvecklingstrenderna inom den civila telekommunikationstrenden. Transmissionsteknologierna går från PDH -> SDH -> Ethernet.

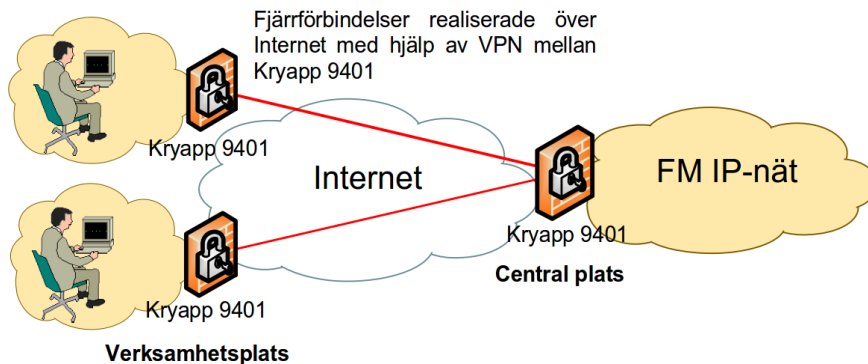


Figur 22: Utvecklingstrender inom transmission



### Internetbaserad transmission

FM TVI (Transmission Via Internet) är ett exempel på Internetbaserad transmission som innebär att abonnenter kan få åtkomst till FM IP-nät via Internet med hjälp av krypterade VPN-tunnlar. På detta sätt kan kunder som inte är anslutna till FTN transmissionsnät få tillgång till FM IP-nät. Denna lösning användas till kunder utan krav på robusthet och där det ekonomiskt är fördelaktigt med en Internetanslutning i stället för en FTN transmissionsanslutning. Fördelen är också att nya kunder snabbare kan etablera kontakt med FM IP-nät. Nackdelen med denna typ av transmission är att Försvarsmakten inte har någon kontroll över denna delsträcka och därmed inte kan garantera tillgänglighet.



Figur 23: Principbild FM TVI fjärrförbindelse

### Satellitbaserad transmission

I satellitbaserad transmission används en bestämd bandbredd för upp- respektive nedlänk. Satellitens antensystem är utfört så att täckning erhålls över ett visst geografiskt område. Markstationerna för upp- respektive nedlänk måste finnas inom dessa områden (för geostatiska satelliter, vilka är sådana som skenbart står stilla i förhållande till jorden).

Försvarsmakten använder hyrd kapacitet i kommersiella satelliter. Den största användningen är för internationella insatser. I normalfallet används ett system som heter FM Satkom.

### Anläggningar i FTN

Anläggningarna utgörs av fortifikatoriskt skyddade byggnader utformade för obemannad teknisk drift. Målsättningen för skyddet anges i Grunder för anläggningsutformning i FTN (GRUFF) som är ett styrande dokument utgivet av Högkvarteret. I GRUFF anges krav på bland annat skyl, skydd mot sabotage och bombträffar samt EMP-påverkan. Sedan lång tid har stornätsanläggningarna byggts terränganpassade för att vara svårupptäckta, inte minst från luften. Av samma skäl används lägsta möjliga antennbärare. Anläggningarna är militära skyddsobjekt och tillträdeskontrollerade. Byggnadmässig förvaltning av anläggningarna utförs av Fortifikationsverket.

*Fortifikationsverket är en av Sveriges största fastighetsägare och har regeringens uppdrag att se till att Försvarsmakten har väl fungerande anläggningar, mark och lokaler för sin verksamhet.*

### Kortvågsbaserad transmission

HF2000 är det kortvågsradiosystem som ingår i Försvarsmaktens ledningssystem. Radiokommunikation på kortvågsbandet kan utbreda sig på avstånd från nära till globalt utan hjälp av mellanliggande stationer eller infrastruktur. Det ger möjlighet till kommunikation med internationellt verkande förband, rörliga förband och med förband som inte kan nås med andra kommunikationsmedel. HF2000 är huvudsambandsmedlet för sjögående förband.



Figur 24: Miljöbild HF2000

HF2000 är ett Försvarsmaktsgemensamt system som möjliggör informationsutbyte mellan mark-, sjö- och flygenheter. Internationell samverkan erhålls genom användande av fastställda internationella standarder för HF-radiokommunikation. HF2000 kräver inga radiooperatörer under drift då systemet innehåller de styrfunktioner som behövs för att upprätta och vidmakthålla förbindelser.

HF2000 är en delmängd av FTN och utgör en del av Försvarsmaktens lednings- och informationssystem med hög tillgänglighet och stor robusthet. Dessa fasta radiostationer ingår definitivt i FTN. Övervakning och styrning sker normalt av Marinens Radio (MARA), dock sker samverkan mellan TDC och MARA gällande drift. De geografiskt spridda och fast monterade radiostationerna utgör anslutningspunkter till den fasta telekommunikationsinfrastrukturen i FTN.

### Troposcatterbaserad transmission

Troposcatter är en kommunikationsmetod som använder de troposfäriska egenskaperna för spridning av radiosignaler. Troposcatterbaserad transmission medger att stora avstånd kan överbryggas samt att begreppet ”fri sikt” inte behöver beaktas.

Under 2014 genomfördes prov och försök avseende eventuellt nyttjande av Troposcatter i FTN.

BLOS (Beyond Line Of Sight) är i motsats till LOS, radiolänkar som kan upprätta förbindelser på längre avstånd än frisiktsavstånd. Troposcatterlänk nyttjar ett område i troposfären eller en bergskam som är synlig från båda stationerna för att upprätta förbindelse.

Intresset för troposcatter-länkar ökar världen över, inte minst inom NATO.

Från genomförda studier där man granskat troposcatter ur tekniska synpunkter framkommer att anledningarna till att ämnet är intressant igen efter 20 års tystnad är:

- Skiftet från TDM till TCP/IP.
- Adaptiva modulationsformer.
- Framtagning av effektiva förstärkare.

Man visar i studierapporter att det är möjligt att uppnå förbindelser på 150 km med 15-20 Mbit/s och en tillgänglighet på 99 % över tiden.

Tänkbara användningsområden som framkommit i gjorda studierapporter är:

- Vid snabb, tidig gruppering i ett insatsområde.
- När krav på låg fördröjning finns.
- När SATCOM-kapacitet saknas i området.

## Tjänster i FTN

### Allmänt

FTN har traditionellt erbjudit användare olika typer av tjänster. Tjänsterna har många gånger realiserats genom att tjänstespecifik infrastruktur byggts upp för att täcka abonnenternas tjänstebehov. Som exempel kan bärarnäten ATL respektive FM IP-nät nämnas. Båda fallen realiseraras med landsomfattande infrastrukturer bestående av tjänstespecifika noder (nätväxlar för ATL och IP-noder för FM IP-nät). Inriktningen är, som tidigare nämnts i detta dokument, att alla tjänster som FTN erbjuder ska levereras med bärarnätet FM IP-nät (All-IP). På så vis optimeras infrastrukturen genom att endast ett gemensamt bärarnät behövs.

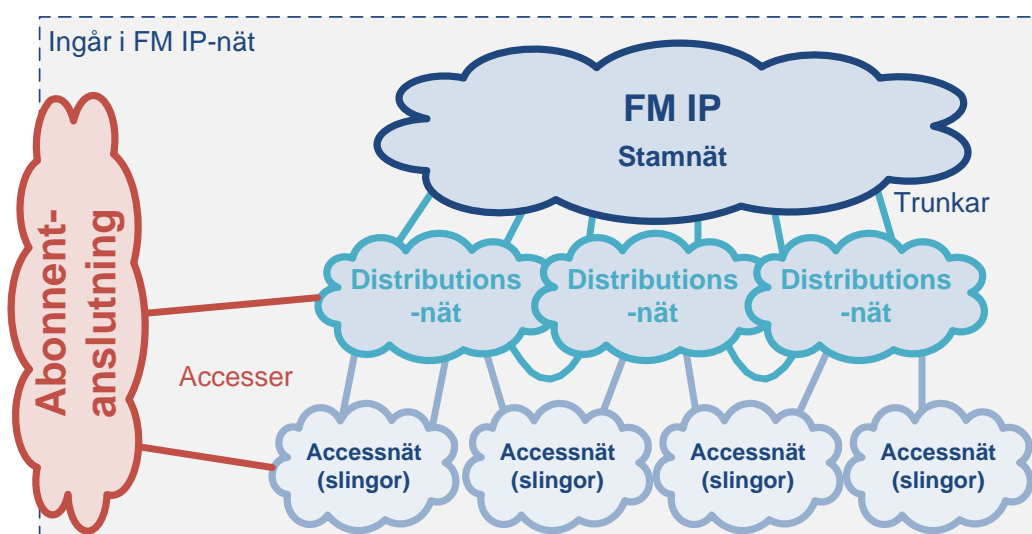
### FM IP-nät

Försvarsmaktens IP-nät (FM IP-nät) används för paketfördelad datakommunikation i FTN. Inom ramen för All-IP införandet pågår ett omfattande migreringsarbete i FM IP-nät som bland annat innebär nya noder/nodtyper, utökad kapacitet och ökad robusthet.

FM IP-nät är, i enlighet med Försvarsmaktens operativa krav, ett exklusivt försvarsnät som inte har direkt samtrafik med publika Internet. Dock finns ett antal övervakade och kontrollerade överföringsfunktioner till och från det publika Internet.

Som framgår av Figur 25 är FM IP-nät ett hierarkiskt nät med följande tre nivåer:

- Stamnät.
- Distributionsnät.
- Accessnät.



Figur 25: FM IP - nivåindelad nätstruktur

Nätstrukturen är anpassad efter Försvarsmaktens geografiska spridning. FM IP-nät använder transmission i FTN. Accessnäten envägs- eller flervägsansluts till distributionsnätet.

Stamnätet består av IP-noder vilka inbördes är förbundna med trunkar. IP-noderna i stamnätet är normalt placerade i FTN-anläggningar. Trafiken mellan två distributionsnätdelar transiteras normalt via stamnätet. Accessnäten sammanknyter distributionsnätet med den accessnod som är placerad hos respektive abonnent.

För FM IP-nät ingår abonnentens access-nod med tillhörande signalskyddsutrustning i FTN. Övrig abonnentutrustning ingår inte i FTN.

Stamnätet realiseras med högkapacitetstrunkar och distributionsnätet med medelkapacitets-trunkar. Accessnätets kapacitet varierar beroende på vilka specifika kapacitetsbehov respektive abonnent har.

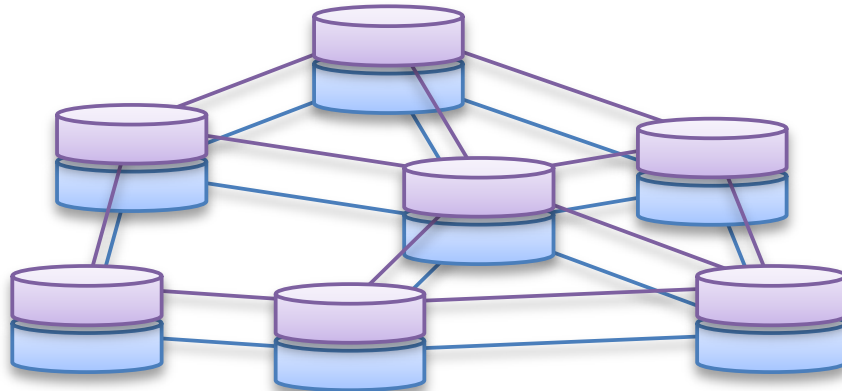
Adresseringen i FM IP-nät sker med IP-adresser. Abonnentadressering är geografiskt oberoende. Textskydd för abonnentdata ingår inte i FM IP-nät men däremot är samtliga använda accessförbindelser krypterade.

### **Robusthet i FM IP-nät**

FM IP-näts robusthet bygger på att FTN:s stamnät är mycket robust och har visst mått av redundans genom ring- och mask-formighet samt genom mediadiversitet.

För att ytterligare öka robustheten för FM IP-nät, främst för utrustningsredundans, så realiseras nätet med dubbla trafikala plan, d.v.s. med 2 identiska näthälvor. Dessa halvkor är uppbyggda av identiskt dubblerade utrustningar, såväl switchar som kryptoutrustningar.

Ett exempel på hur en nätdel ser ut dubblerad i 2 plan enligt bild nedan (representerad med 2 färger).



Figur 26: Dubblerade trafikala plan i FM IP-nät

Dessa båda plan samverkar och har antingen egen eller delar på tillgänglig trunkkapacitet. På detta sätt uppnås en mycket god redundans och robusthet för FM IP-nät.

### **Tjänster i FM IP-nät**

- IP-unicast överför datagram mellan två abonnenter eller mellan en abonnent och en tjänst i nätet.
- IP-multicast överför datagram från en till flera abonnenter på ett trafikalt ekonomiskt sätt.
- Tidgivning tillhandahålls genom att abonnentens system, med hjälp av Network Time Protocol (NTP) hämtar uppgift om tid från sin accessnod. Accessnoden i sin tur erhåller, liksom alla andra noder i FM IP-nät, tidsuppgifter från särskilda tidservrar i nätet. Se avsnitt FM G-Tid.

- Katalogtjänst Domain Name System (DNS) används för att översätta domännamn (t.ex. www.mil.se) till IP-adresser (t.ex. 193.44.157.203) för samtliga abonnenter i FM IP-nät samt delar av katalogen för det publika Internet. DNS uppdateras av FTN:s nätoperatör.

### FM G-Tid

FM G-Tid (Försvarmaktens Gemensamma Tid) är ett koncept för generering och distribution av gemensam tidgivning inom FM, FTN samt fasta och mobila system och produkter för att användarna ska kunna samverka och koordinera händelser. FM G-Tid är spårbar mot UTC (Universal Time Coordinated).

För att erhålla tid via GPS så används civil eller militär GPS-mottagare. Mottagarna finns som fristående enheter eller ingående i produkter för tidgenerering. Det finns idag ett flertal separata VPN-baserade användarsystem som använder en egengenererad tid.

Inriktningen är att alla system och produkter skall ha gemensam tid inom Försvarmakten. FTN tillhandahåller en robust tjänst för tidgivning. Tid distribueras normalt via NTP.

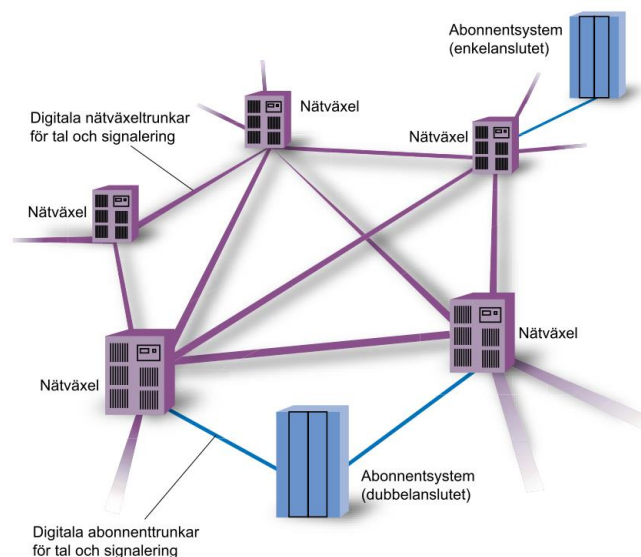
Mobila enheter kommer inte eller bara stundvis vara anslutna till FM IP-nät och har en större nytta av ta tid och eventuellt position via GPS. Kravet på vilken GPS som skall nyttjas är systemberoende.

I FTN finns på ett antal platser gemensam utrustning som genererar både tidgivning och takt (synkronisering). Teknikutvecklingen inom FTN kommer att innebära att behovet av taktgivare i FTN minskar men behovet av en gemensam tid kvarstår.

### ATL

ATL är ett bärarnät som erbjuder kretskopplade förbindelser. Nätet är uppbyggt kring digitala nätväxlar. Varje nätväxel är ansluten till sina grannväxlar via digitala trunkförbindelser. Till sammans bildar nätväxlar och trunkar ett maskformigt nät som framgår av nedanstående bild.

*I ett kretskopplat nät står avsändare och mottagare i direkt förbindelse med varandra under hela överföringstiden.*



Figur 27: Nätstruktur i ATL

ATL tillhandahåller förbindelser med kapaciteten 64 kbit/s och dessa används för både telefoni och datatrafik. Även abonnentutrustningen måste vara digital för att kunna använda datahastigheten 64 kbit/s. Analog abonnentutrustning begränsar användningen av ATL till telefoni och modemtrafik.



Nummersättningen i ATL är oberoende av geografisk placering och organisatoriskt tillhörighet. Ett ATL-nummer avslöjar därför ingenting om abonnentens fysiska plats eller funktion. Det har dock gjorts ett avsteg från det geografiska oberoendet för att underlätta för garnisonstelefoni. Avsteget innebär att de flesta fredsarbetsplatser även har fått ett ATL-nummer som överensstämmer med det som används i publika nät.

*Exempel: För Försvarsmaktens Högkvarter i Stockholm nås telefonisten på ATL-nummer 087887500. Här är "08" inte ett riktnummer utan en nödvändig del av telefonnumret.*

*I princip alla fredsarbetsplatserns abonnentväxlar är sammankopplade i ett växel nät med centralt svarställe, så utslag via ATL är oftast inte nödvändigt.*

Vägvalet i ATL:s maskformiga nät anpassas till aktuell status på nätets ingående delar. Vid skador i nätet kopplas trafiken automatiskt om längs alternativa vägar. I ATL finns ett signaleringsnät som säkerställer funktion så länge som trafikbärande transmission finns mellan växlar.

ATL är under delutgallring och bedöms vara avvecklat under perioden 2016-2018.

### Utveckling av telefonitjänsten i FTN

Telefoniinfrastrukturen i FTN ska i enlighet med styrande dokument anpassas för den allmänna teknikutvecklingen i FTN. Inriktningen är att leverans av tjänster i FTN ska ske över en gemensam bärare baserat på IP (s.k. All-IP). Utvecklingen av telefonitjänsten i FTN har sedan flertalet år pågått med inriktning mot att omsätta nuvarande kretsförmedlade infrastruktur (ATL) till telefoni över IP baserat på protokollet SIP.

*SIP = Session Initiation Protocol (SIP) är ett protokoll utvecklad av IETF och numera en godtagen standard för initiering, ändring och avslutning av interaktiva sessioner som innefattar multimedia såsom video, tal, spel och virtual reality. Speciellt är SIP känt för möjligheten till telefoni och även videosamtal.*

FM IP-nät används som bärare och förmedlare av telefonitjänsten. Under en övergångsperiod kommer FM IP-nät att anslutas mot ATL så att samtrafik mellan den SIP-baserade och den kretskopplade delen av telefonitjänsten möjliggörs. Den IP-baserade telefonitjänsten benämns IP ATL.

Inriktningen är att IP ATL på sikt även ska kunna nå publikt anslutna telefoniabonnenter och tjänster.

### IP ATL

Den nuvarande bärartjänsten ATL kommer att ersättas av en SIP-baserad telefoniroutingtjänst. Tjänsten kallas ofta IP ATL, vilket egentligen är missvisande då det för tankarna till ATL och dess nätverk av telefonväxlar. Den SIP-baserade telefonitjänsten i FTN utgörs inte av ett nätverk av växlar eller annan hårdvara, utan bygger på den befintliga DNS-infrastrukturen i FM IP-nät.

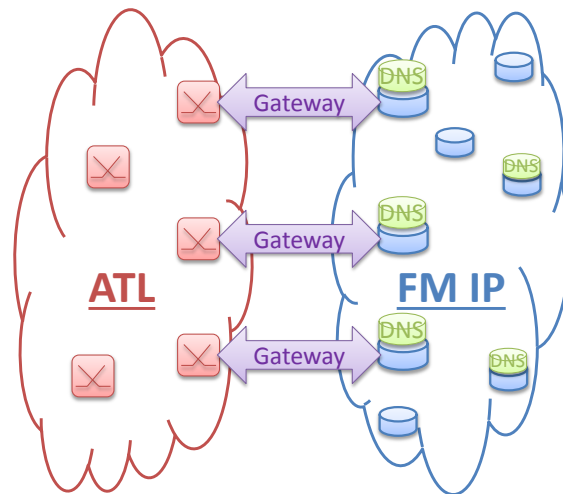
Inom SIP-världen används en adresstruktur som närmast kan jämföras med e-post, användare@domän. Migrering av abonnenter från ATL till den SIP-baserade telefonitjänsten i FTN innebär således att nya domäner skapas för telefoni. En sådan domän kan exempelvis vara i formen sip.f21.mil.se. Användarnamn kan vara både alfabetiska och numeriska, exempelvis kalle@sip.f21.mil.se och 1234@sip.f21.mil.se.

Eftersom telefonapparater fortfarande är den dominerande typen av terminal, och kommer så vara under lång tid framöver, behövs en funktion för att översätta från telefonnummer till SIP-adresser. För att åstadkomma detta används funktionen ENUM (E.164 number mapping) i

kombination med DNS. ENUM innebär att man med hjälp av en speciell DNS-fråga kan koppla ett telefonnummer mot en SIP-adress. Här ligger själva telefoniroutingtjänsten.

ENUM-information tillförs FM IP DNS med hjälp av funktionen IP ATL Katalog. Kataloginformationen kommer således att distribueras i FM IP DNS via rootservrarna. Tjänsten IP ATL nås genom att peka en SIP-trunk mot ipatl.mil.se. För kretskopplade system kan ”protokoll-omvandlare” mellan SIP och ISDN PRI användas.

Utöver detta finns en gateway som möjliggör kommunikation mellan ATL och den SIP-baserade telefonitjänsten i FTN. Denna finns för att möjliggöra en stegvis migrering av abonnenter mellan de båda världarna. Gatewayen är av det slag som används i publika teleoperatörers nät just för kommunikation mellan kretskopplade och IP-baserade nät och medger en gemensam nummerplan. Abonnenter behåller således sitt ATL-nummer vid migreringen.



Figur 28: Övergripande skiss över gatewayfunktionalitet

Det finns också en IP-baserad tjänst för det som idag kallas Direktanslutna abonnenter, d.v.s. abonnenter som ansluts direkt till en nätväxel i ATL.

### Övrig telefoni inom FM

Dagens garnisonstelefonti utgörs av televäxlarna 400 och 500. Dessa kommer att omsättas till en server/IP-baserad plattform, d.v.s. en vidareutveckling av dagens tvx400. Detta kommer att medge anslutning av IP-baserad utrustning såsom IP-telefoner, ATA-boxar och utflyttade abonnentsteg. Därmed kan tjänsten direktanslutna abonnenter realiseras via detta system.

I de delar där televäxel 500 utgör taktiskt samband kommer den att ersättas med TVS-baserade lösningar. Dessa kan komma att se olika ut beroende på sammanhang.

Televäxel 420 som idag finns på flottiljer och flygbaser kommer att ersättas av en lösning baserad på Cisco UCM. Lösningen kommer i princip att se ut och fungera på samma sätt som i Komnät Luft-systemen.

*TVS = Tactical Voice System, IP-baserat tal i taktiska nät*

*Cisco UCM = Cisco Unified Communications Manager (CallManager)*

Inriktningen är att den SIP-baserade telefonitjänsten i FTN, IP ATL, kommer att vara den gemensamma telefonitjänsten.

### Stel förbindelse

Den enklast möjliga bärartjänsten är en stelt uppkopplad förbindelse (kallas även transparent kanal). Den går alltid samma väg mellan två fasta ändpunkter och utnyttjar normalt endast transmissionsnätet. Abonnentstyrd förmedlingsutrustning ingår inte.

Stel förbindelse ska endast i undantagsfall nyproduceras. I stället ska denna bärartjänst realiseras med t.ex. virtuella privata nät (VPN-tunnlar) över FM IP-nät.

## Materiel

### Kommersiella produkter

Generellt byggs FTN med kommersiellt tillgängliga standardprodukter (COTS) som följer internationell standard. COTS köps vanligen i konkurrensupphandlingar på den internationella marknaden. Tidigare hade FTN högre krav på elektromagnetisk kompatibilitet än civila nätoperatörer på grund av att materielen ofta använts tillsammans med t.ex. radio- och radarutrustning, men skärpta civila krav har även eliminerat den skillnaden.

I de fall den militära miljön ställer särskilda krav, t.ex. vad gäller drifttemperaturer och verkansskydd mot splitter, uppfylls dessa genom att materielen installeras i skyddade anläggningar eller i speciella materielskydd. Exempel på detta är splitterskyddade skal på utomhusutrustning i antennbärare liksom miljölådor för transportabel utrustning som ska användas utomhus. Genom detta kan COTS användas även i dessa fall.

Exempel på kommersiella produkter i FTN:

- Radiolänkutrustning.
- Optisk terminalutrustning.
- Optisk utrustning för våglängdsmultiplexering.
- Multiplexutrustning.
- Kabelförstärkare.
- Routrar och switchar.

Utrustningarnas hårdvara och mjukvara kan konfigureras på en mängd olika vis. Utrustningarnas konfiguration styrs av vilka kommunikationsegenskaper som behövs.

### Egenutvecklade produkter

Bland egenutvecklade produkter som används i FTN finns främst kryptoutrustningar. Dessa har höga krav för godkännande och måste bland annat av kryptografiska skäl vara godkända av Totalförsvarets signalskyddssamordning (TSA). Upphandling av kryptoutrustning sker i kommersiell konkurrens.

## Mobil infrastruktur

### Transportabla telenätresurser (TpTnr)

Som ett komplement till den fasta infrastrukturen i FTN har Försvarmakten även transportabla telenätresurser. Dessa ingår antingen i de förband som är de primära användarna eller i särskilda, stödjande förband. Förbanden tilldelas de transportabla telenätresurser som de normalt behöver. Utrustning som är avsedd för komplettering eller ersättning av resurser i det fasta nätet finns normalt i särskilda förband.

Transportabla telenätresurser består av:

- Transportabla radiolänkar med master.
- Optofiberkablar med optoterminaler.



- Galvanisk kabel med kabelförstärkare.

De transportabla radiolänkarna har lång räckvidd. Sträckan beror bland annat av aktuellt frekvensband och kan vara upp till drygt 50 km. Antennerna behöver sitta högt så att fri sikt råder. Vid upprättande av transportabelt radiolänkhopp kan antenner antingen installeras i FTN-anläggningens torn eller via egen transportabel mast.



Figur 29: Transportabel radiolänk (Foto: Norrlands Signalbataljon)

Transportabla optiska system används för överföring av hög kapacitet upp till ca 20 km.

Försvarsmakten har sedan länge en stor mängd kabel för fältbruk. Med hjälp av relativt billiga kabelförstärkare av xDSL-typ kan sådan kabel överföra 2 Mbit/s ca 3 km. Används dessutom mellanförstärkare kan avståndet öka till ca 10 km.

### Användning av mobila resurser

Vanligen används de transportabla telenätresurserna för att ansluta förband till FTN eller för samband inom eller mellan förband.

Mobila förband använder transportabel radiolänk för sin ordinarie anslutning till FTN. De kan därmed överbrygga långa avstånd och har tämligen stor frihet att välja grupperingsplats. För att inte radiostrålningen ska röja t.ex. en stabsplats grupperas radiolänkutrustningen ofta några kilometer bort. Kabel används då för att sammanbinda radiolänken med det egna förbandet. Transportabla telenätresurser kan även användas för att ersätta utslagna, fasta anslutningar.

Denna typ av utrustning kan dessutom användas för att komplettera det fasta nätet och på så sätt tillgodose nya, lokala behov. Det kan t.ex. vara att skapa extra anslutningspunkter i ett område där man avser att gruppera flera fältförband.

## Anslutning av mobila förband

Mobila förband har behov av att ansluta sig till FTN utan att behöva få tillgång till anläggningens telerum. Därför finns anslutningslådor installerade vilka medger anslutning på utsidan av anläggningen.

Mobila förband kan ansluta sig till ATL och FM IP-nät via Anslutningslåda. Anslutning till ATL sker antingen i analogt 2-tråds- eller 6-trådsgränssnitt eller i digitalt ISDN-gränssnitt. 6-trådsgränssnittet är under avveckling och anslutning sker i huvudsak via 2 Mbit/s G.703. Anslutning till FM IP-nät sker i ett digitalt gränssnitt.

Framtidens anslutningar för mobila förband kommer att baseras på fiber via anslutningslåda.

Det kan även bli aktuellt att använda transportabla telenätresurser för att ansluta publika telekommunikationstjänster till mobila förband. Eftersom det inte finns inkopplingspunkter tillgängliga i de publika näten kopplas de publika tjänsterna ofta fram från det publika nätet via en samverkanspunkt och genom FTN till önskad anslutningslåda.

Vissa förband, särskilt förband i internationell tjänst, kan ansluta sig till FTN via satellitkommunikation, FM Satkom.

Kortvågssystemet HF2000 utgör en integrerad del av FTN. Därmed blir det möjligt för olika slags förband att ansluta sig till FTN via kortvågsradio.

### Anslutningslådor

Det finns en anslutningslåda vid varje FTN-anläggning samt vid flertalet abonnentanläggningar.

En nyare anslutningslåda med anslutningsmöjligheter via fiber är under införande och kommer på sikt att ersätta nuvarande anslutningslåda.

### Anslutande system & nätdelar

Inom Försvarsmakten förekommer flera olika typer av nätresurser som ansluts till FTN. Dessa ingår per definition inte i FTN.

Exempel på anslutande system och nätdelar är:

- Mobilt Kärnnät (MKN)
- LS Amfibiebataljon
- Komnät Luft (flertal varianter)
- FM LAN (kontorsnät, DAC, m.m.)

För mer information, se separat kapitel - **Anslutande system & nätdelar.**

## FM Satkom

Det behövs samband mellan Sverige och mer eller mindre avlägsna operationsområden för att klara förbandens insats och verksamhetsledningssystem och för personalens sociala kontakter. För dessa ändamål behöver tjänster i både FTN och publika nät kunna fjärrförflyttas till operationsområdet.

För satellitkommunikation hyrs kapacitet på den öppna satellit kapacitetsmarknaden. Kapaciteten som anskaffas är så kallad ”rå” kapacitet och kopplas sen samman med Försvarens egenopererade noder och Hubbar/Basstationer. Satellitkommunikation kan funktionellt betraktas som ett långväga transportnät. Försvarens basstation i Sverige ansluter de utlandsgrupperade noderna till FTN och publika nät som PSTN och Internet.



Figur 30: Satellitkommunikation (Foto: Lennart E Persson, Jonas Karlsson, FMV)

De utlandsgrupperade enheterna har utrustning för kommunikation med satelliten, utrustning för lokal förmedling (inte del av FM Satkom).

# Vidmakthållande av FTN

## Ledning och nätdrift

*Det planeras en förändring av de tekniska ledningsförhållandena av FTN inom Försvarmakten. Då denna publikation trycktes var detaljerna inte klara. Här beskrivs därför hur den tekniska ledningen av FTN såg ut före förändringen. Avsnittet "Kommande förändringar" sist i detta kapitel beskriver kortfattat de förändringar som bedöms genomföras. (här avses FMTIS bildande 2016-01-01)*

### Nätägarfunktionen

FTN fungerar som en sammanhållen funktion under fred, kris och krig och utgör en del av Försvarmaktens gemensamma nät för telekommunikationer. Nätägare är HKV och nätoperatör är chefen för förbundet FMTM.

*Högkvarteret är Försvarmaktens högsta ledningsnivå. Inom Högkvarteret leder och samordnar Produktionsstaben (PROD) utveckling, vidmakthållande och avveckling av krigsförband samt genomför materiel- och anläggningsförsörjning.*

C PROD är nätägare och ansvarar för övergripande prioritering och långsiktig inriktning samt utveckling av ledningsfunktionen.

Ledningssystemchefen (LSC) ingår i PROD och är Försvarmaktens sambands- och informationssystemchef. LSC leder och kontrollerar den övergripande utvecklingen av sambands och informationssystemen inom Försvarmakten samt samordnar utvecklingen med totalförsvaret i övrigt. Vidare leder LSC Försvarmaktens verksamhet nationellt och internationellt inom ledningssystem- och telekrigområdena.

Chefen för Lednings- och underrättelsesystemavdelningen (C PROD LEDUND) leder under LSC utvecklingen inom bland annat telekommunikations-, informationssystem- och sensorområdena. PROD LEDUND är dessutom materielområdesansvarig (MOA, tidigare MSA – Materiel System Ansvarig) för Strategiska nät där FTN ingår. MOA sammanhåller i den rollen Försvarmaktens uppdrag rörande FTN till FMV och Fortifikationsverket. I ansvaret ingår även att:

- Planera och budgetera etablering, utveckling och anpassning av tjänster och resurser.
- Ansvara för produktionsledning inklusive prioriteringar med hänsyn till de taktiska och operativa chefernas krav samt förbandens behov.
- Beställa nät- och tjänsteproduktion inom ramen för nätägarens långsiktiga inriktning.
- Vid FMV överlämning till FM ta fram beslut om användning (BOA).

Nätägarfunktionen ansvarar för att FTN långsiktigt löser de uppgifter som nätets abonnenter kräver. Detta innebär att ansvara för att tjänster löpande anpassas, vidareutvecklas, införs och underhålls i nätet så att de uppfyller de taktiska och tekniska krav som abonnenterna ställer, vilka bland annat innefattar att:

- Bygga upp och vidmakthålla specialistkunskap om FTN:s tjänster och FTN:s relation med den verksamhet som nätet stödjer.
- Analysera krav och prestanda.
- Samordna totalförsvarets behov av FTN.
- Prioritera mellan större projekt.



- Fastställa sekretessnivåer för FTN:s olika delar.

### MSK Ledsyst

MSK Ledsyst (MaterielSystemKontor Ledningssystem) är en organisationsenhet i Försvarsmakten med uppgift att samordna och leda förvaltning, drift och underhåll av Försvarsmaktens ledningssystemmateriel.

MSK Ledsyst är Ägarföreträdarrepresentant (ÄFR) för Försvarsmaktens ledningssystemmateriel och strömförsörjningsmateriel. Inom ramen för ÄFR-uppgiften ligger även:

- att tillse att förband och funktioner har materiella förutsättningar att uppfylla taktiska och operativa krav enligt FM insatssplanering.
- kontrollera att det finns erforderliga instruktioner, beskrivningar och TO för att genomföra underhåll service och reparationer.
- att säkerställa att det finns förutsättningar för FM att kompetensförsörja underhållsorganisationerna och deras drift/UH-personal genom metoder och principer som beskrivs i underhållsberedningar och underhållsplaner.

Detta innebär att MSK Ledsyst bl.a. godkänner leverans av nya system till Försvarsmakten, deltar i kontroller, utger direktiv och anvisningar inom förvaltnings och underhållsområdet avseende ledningssystem och krigsplacerar och dirigerar ledningssystemmateriel.

MSK Ledsyst har till roll att vara sammanhållande avseende drift och förvaltning av såväl de traditionellt insatsnära ledningssystemen som för de mer övergripande IT-stödsystem som behövs för myndighetsledning. Inom ramen för denna uppgift sammanhålls uppdragsgivares (främst HKV) krav och förband, skolor och centras behov av ledningssystemtjänster som sedan verkställs genom uppdrag i VU till förband i FM och genom beställningar till industrin.

MSK Ledsyst ansvarar för respektive systems långsiktiga förvaltning.

Systemens (i vissa fall systemfamiljernas) drift- och vidmakthållandefas beskrivs i förvaltningsplaner, för t.ex. FTN, som upprättas och vidmakthålls av ansvarig TeknikSystemLedare (TSL). De åtgärder som beskrivs i respektive förvaltningsplan omsätts till uppdrag och beställningar för bl.a. drift och underhåll för respektive system. För att förvaltningen skall bli effektiv krävs även en bra samverkan med FMV som är den primära systemleverantören och designansvarig.

### Nätoperatören

Nätoperatören säkerställer FTN:s landsomfattande funktion och ansvarar för FTN:s verkställande produktions- och driftledning. Nätoperatören är Chefen för Försvarsmaktens telenät- och markteleförband (C FMTM).

### Nätoperatörens uppgifter

Nätoperatören ansvarar för att FTN löpande löser de uppgifter som den taktiska/operativa verksamheten kräver med avseende på funktionalitet och prestanda. Avvikelser anmäls till nätägaren genom bland annat rapportering inom HKV insatsledning. Nätoperatören utger beredskapsorder avseende driften av FTN, ”FMTM BerO Drift FTN”.

Nätoperatörens uppgifter är bland annat att:

- Ansvara för FTN:s drift och underhåll.
- Årligen resultatredovisa mot mål och ställda krav på prestanda och ekonomi.
- Ansvara för driftledning inklusive kortsiktiga prioriteringar med hänsyn till de taktiska och operativa chefernas krav samt förbandens behov.
- Utdela produktions- och driftupdrag.
- Ansvara för kundkontakter.
- Följa upp hur FTN:s tjänster påverkar den taktiska verksamheten.
- Följa upp hur drift- och underhållsverksamheten bidrar till att FTN stödjer den taktiska verksamheten på avsett sätt.
- Anmäla brister rörande funktion och prestanda till nätägaren.

Nätoperatören ansvarar för kontakten med användarna av FTN, vilket inkluderar att ta emot felanmälningar från dessa.

## Nät drift

### *Teledriftcentralen (TDC)*

Nät drift innebär teknisk övervakning och styrning av FTN samt dirigering av underhållspersonal. Nät driften genomförs av Teledriftcentralen.



Figur 31: Teledriftcentralen (Foto: FMTM)

TDC uppgifter är:

- Genomför systemdrift/driftledning av Försvarsmaktens gemensamma telekommunikationsinfrastruktur (t.ex. FTN, Mobil Hub, FM SATKOM, FM E-post funktion, trafikkontroll, etc.) Verksamheten genomförs enligt Försvarsmaktens insatsplanering och operationsorder.
- Genomför systemdrift/driftledning av fasta insatsledningssystem (sensorsystem, radiosystem etc.). Verksamheten genomförs enligt Försvarsmaktens insatsplanering och operationsorder.

TDC stöds av tekniska hjälpmedel för:

- Nätadministration.
- Trafikövervakning och styrning.
- Driftstyrning.
- Underhållsledning.
- Interna stödsystem.

### Kortsiktiga verksamheter

Den kortsiktiga taktiska verksamheten utövas från teledriftcentralen (TDC). Den ansvarar för att FTN fungerar på avsett sätt inom ansvarsområdet och att aktuella drifrutiner och föreskrifter följs. Detta innebär bland annat att TDC ska:

- Följa upp nätets status med hänsyn till det taktiska läget.
- Besluta om och initiera eller genomföra åtgärder samt följa upp resultatet.
- Prioritera drift- och underhållsinsatser.
- Övervaka nätet med avseende på status och resursutnyttjande.
- Utföra fjärmässig funktionskontroll och nätkonfigurering.
- Utföra fjärmässig fellokalisering och felisolering.
- Ta emot och hantera felanmälan från abonnenter.
- Beställa avhjälpande underhåll.
- Vid behov ändra driftmod för utrustning och funktioner.
- Genomföra trafikanalys.
- Samverka i löpande driftärenden med förbandsvisa driftledningarna samt berörda, civila nätoperatörer.
- Svara för säkerhetskopiering och återställning med hjälp av säkerhetskopior efter driftstörningar.
- Ge användarstöd.

### Långsiktiga verksamheter

De långsiktiga verksamheternas mål är att resurserna är i balans med behovet av telekommunikationer i FTN samt att resurserna ligger inom de ramar och förutsättningar som Försvarsmaktens Högkvarter ger. Detta ansvar fördelas mellan MSK Ledsystem och FMTM ProE.



Långsiktiga verksamheter omfattar bland annat att:

- Orientera till berörda användare av FTN om iakttagelser som bedöms påverka det taktiska eller operativa läget, samt vid behov föreslå åtgärder.
- Samverka med och ge tekniskt stöd till staber och förband samt myndigheter inom totalförsvaret som använder FTN.
- Samverka med underhållsinstanser.
- Ekonomisk uppföljning.
- Långsiktig underhållsplanering.
- Genomföra förvaltning av FTN.
- Handlägger avtal och tecknar SLA med kunder.
- Följa upp tjänstekvalitet genom t.ex. trafikmätningar.
- Etablering, uppkoppling och nedkoppling av förbindelser beställda via FMTM.

### **Fred, kris och krig**

Förutsättningen för en fungerande nätdriftcentral vid kris och krig är att motsvarande funktion är etablerad redan i fred. De tekniska hjälpmedel och övriga resurser som behövs för verksamheten i krig används i största möjliga utsträckning också i den ordinarie verksamheten.

TDC inrymmer ett antal tekniska stödsystem vilka används bland annat vid övervakning, styrning och konfigurering av de utrustningar som ingår i FTN respektive övriga markelesystem.

Nätets status kan övervakas i detalj i realtid och snabba åtgärder kan vidtas oberoende av geografiskt avstånd.

### **Stödsystem**

Till stöd för övervakning, analys och styrning finns datorbaserade hjälpmedel, så kallade stödsystem. Administrativa och tekniska stödsystem stödjer verksamhetens olika organisatoriska delar.

#### **Exempel på administrativa stödsystem**

**FUN** (Förbindelse-, Utrustnings- och Nätregistrering) beskriver alla trafikala resurser (t.ex. transmissionsresurser) i FTN och dokumenterar deras beläggning. FUN är ett distribuerat system med databas för hela nätet. I FUN finns t.ex. register över radiolänkar och kablar, deras kapacitet samt hur kapaciteten utnyttjas. Alla förbindelser i FTN är registrerade och nummersatta i FUN. FUN innehåller också funktioner för planering och produktion av nya resurser. Produktionsuppdrag kan genereras och deras färdigtid kan följas upp. Utdata från FUN kan utgöras av olika urval ur databasen, t.ex. en lista med alla förbindelser till en viss abonnent.

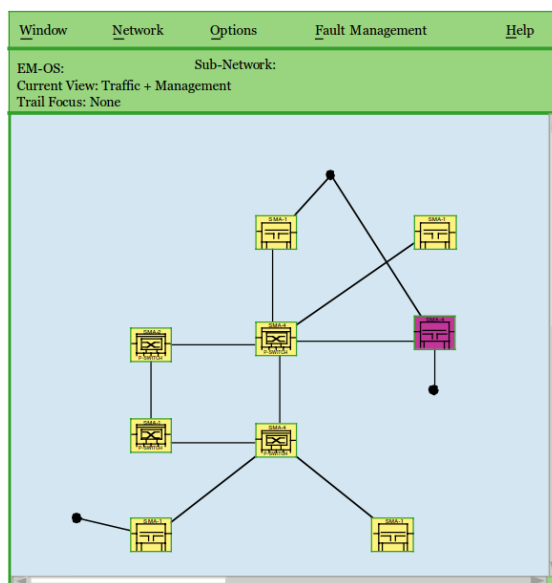
**DAFM** (Datorstödd förvaltningsledning vid MTE) används för hantering av ekonomiuppföljning och beställning av underhåll. DAFM är primärt ett stödsystem för materieförvaltning och innehåller ett utrustningsregister.

**KATSY** är ett datoriserat katalogsystem för ATL. Produktion av telefonkataloger, nätväxeldata och annan katalogdokumentation utförs centralt baserat på information ur KATSY.

**RaN** (Radionätplanering) är ett centralt stödsystem. Det används vid FMV för beräkning och registrering av radiolänk- och kabelresurser i FTN.

LIFT (Lednings- och informationssystem för förnödenhets- försörjning och teknisk tjänst). All FTN-materiel tillgångsredovisas i LIFT.

### Tekniska stödsystem



Figur 32: Exempel på tekniskt stödsystem för MUX:ar

De tekniska stödsystemen, så kallade Network Management System (NMS), används för styrning och övervakning av FTN:s anläggningar, utrustningar och tjänster. Dessa system är en förutsättning för att kunna drifthålla obemannade anläggningar samt fjärmässigt övervaka och styra nätet från TDC. Kommunikationen mellan TDC och utrustning på anläggningarna sker med hjälp av ett driftdatanät (DDN). DDN används endast för övervakningstrafik och är av säkerhetsskäl inte tillgängligt för abonnenttrafik.

Bland annat används följande tekniska stödsystem för drift av FTN:

- NMS i FTN. Detta är en godkänd systemmiljö som omfattar ett antal dedicerade applikationer för att möjliggöra övervakning av bl.a. transmissionsutrustningar i FTN. Baseras på TEMP-plattformen.
- ARS används för ärendehantering och uppföljning av felanmälan i FTN.
- FÖ-ATL används för övervakning av växlar ingående i ATL.
- FÖ-Kraft 2000 används för övervakning och styrning av strömförsörjningsutrustning.
- FÖ-FKK används för övervakning av kryptoutrustningar för trafikskydd.

*TEMP, Technical Element Manager Platform.*

*ARS, Action Request System.*

*FKK, Flerkanalskrypto.*

En ständig förändring av NMS-system sker bl.a. då ny utrustning tillförs och äldre materiel fasas ut.

## FMV

Enligt regeringens instruktion ska Försvarets materielverk på beställning av Försvarmakten kostnadseffektivt anskaffa, vidmakthålla och avveckla förnödenheter samt utföra tjänster. Beträffande FTN innebär det bland annat att FMV:

- Utför den tekniska designen.
- Anskaffar materiel och vissa tjänster.
- Svarar för tekniska stödfunktioner för vidmakthållande.
- Konfigurationsleder.
- Har tekniskt ansvar för produkter inom FTN enligt Samordningsavtalet mellan FMV och Försvarmakten.
- Genomför och dokumenterar en teknisk verifiering i samverkan med Försvarmakten för system med nya tekniska lösningar/teknisk design eller system med ändrade/uppdaterade tekniska lösningar/teknisk design.

Det tekniska ansvaret enligt Samordningsavtalet innebär att FMV inom ramen för Försvarmaktens beställningar:

- Fastställer de tekniska kraven på materielens egenskaper och ändringar av dessa samt svarar för att de är i enlighet med av Försvarmakten fastställda målsättningar.
- Genomför teknisk samordning av ändringar i materielens utförande.
- Fastställer åtgärder med anledning av rapporterade drifterfarenheter och enligt Försvarmaktens beställningar samt ställer krav på system för rapportering av dessa drifterfarenheter. Försvarmakten har skyldighet att rapportera enligt dessa system.
- Genomför registrering av förnödenheter och ändringar av dessa i aktuella stödsystem samt svarar för dokumentation av materielen och ändringar i denna.
- Fastställer och utger de tekniska instruktioner för materielens användning, drift och underhåll som är nödvändiga ur systemsäkerhetssynpunkt för att kunna ta tekniskt, kommersiellt och ekonomiskt ansvar enligt Försvarmaktens målsättningar.

## Samverkansorgan

I detta stycke beskrivs de övergripande samverkansformerna som gäller för FTN-verksamheten. I många fall etableras också tillfälliga och behovsstyrda samverkansformer.

### Inom Försvarmakten

Ledningsgrupp FTN (LG FTN) leds av C PROD LEDUND. I LG FTN ingår huvudsakligen representanter för olika delar av Högkvarteret och FMV. LG FTN stödjer linjeorganisationens arbete att leda utvecklingen av FTN i vilket bland annat ingår att:

- Utarbeta målsättningar och utvecklingsplaner.
- Värdera systemets funktionalitet och ta fram underlag till redovisningar.
- Avväga och prioritera långsiktig verksamhet inom nätet.

Produktionsgrupp FTN (ProdG) leds av PRODLEDUND och stödjer linjeorganisationens arbete genom att i samverkan med enheter inom Försvarmakten inhämta underlag för utveckling och drift av FTN. I ProdG FTN ingår representanter från olika delar av INSS, FTN nätoperatör samt FMV. ProdG verkar genom att, grundat på operativa och taktiska behov:

- Inhämta och till LG FTN redovisa Försvarmaktens samordnade, långsiktiga behov av FTN och krav på dess förmågor vilka utgör underlag för målsättningsarbete
- Inhämta och till LG FTN redovisa Försvarmaktens samordnade, kortsiktiga behov av åtgärder och beredskap i FTN
- Lämna underlag för värdering.

### Mötesforum.

I enlighet med HKV koncept för systematisk ändringsstyrning genomförs bl.a. följande möten samt dess innehåll:

- Vidmakthållandemöte, med MSK Ledsystem, FMTM FM representerade.
  - Hantera löpande frågor inom drift/underhåll, vidmakthållande och förvaltning.
  - Behandla frågor om felutfall, förbättringsförslag och avvikelser som bl.a. kommer från FMTM:s drift/underhållsmöte i sin roll som Tekniskt Ansvarig (TA).
  - Avdömning och beslut inom mötets mandat på frågor från t.ex. driftansvarig (DA), teknikledare (TL) och tekniskt ansvariga (TA).
- Brukarmöten.
  - MSK Ledsystem ansvarar för att kalla brukare i form av förbandschefer, krigsförbandsföreträdare (KFA), företrädare för HKV insatsstab och FMV för att få fram synpunkter på system och systemlösningar samt förbättringsförslag.

### Inom totalförsvaret

Totalförsvarsgrupp FTN (TG FTN) leds av PROD LEDUND och stödjer linjeorganisationens arbete främst genom att:

- Inhämta och till LG FTN redovisa den civila delen av totalförsvarets långsiktiga behov av FTN och krav på dess förmågor vilka utgör underlag för målsättningsarbete.
- Inhämta och till LG FTN redovisa den civila delen av totalförsvarets kortsiktiga behov av åtgärder och beredskap i FTN.
- Samordna utvecklingen av FTN mellan Försvarmakten och totalförsvarets civila delar.
- Utarbeta underlag för avtal mellan Försvarmakten och olika civila totalförsvarsmyndigheter angående deras användning av FTN.

I TG FTN ingår bland annat representanter från Högkvarteret, FMV, MSB och Transportstyrelsen.

*Ledning av FTN baseras på Högkvarterets beslut angående ledning av FTN (HKV 2005-08-31, 12400:72143).*

*Ledningsfunktioner och mötesforum inom FTN är under översyn.*

*Andra exempel på mötesforum inom olika teknikområden är stödgrupp IT-säk och System Safety Working Group (SSWG 1 och 2).*

### NTSG

Nationella telesamverkansgruppen (NTSG) är ett frivilligt samarbetsforum med syfte att stödja återställandet av den nationella infrastrukturen för elektroniska kommunikationer vid extraordinära händelser i samhället. Gruppen består för närvarande av representanter från bl.a. Försvarmakten, PTS, Netnod, Svenska kraftnät, MSB samt ett flertal av de största teleopera-

törerna (t.ex. TeliaSonera, Teracom, Stokab, Tele2, Telenor, Hi3G, Comhem, TDC, Trafikverket ICT, IP-only m.fl.). PTS innehar för närvarande ordföranderollen och bistår med administrativt stöd. Deltagarna i NTSG träffas regelbundet för att utveckla kontakter, uppdatera dokumentation samt öva samverkan.

Kriteriet för medlemskap i NTSG är att operatören/organisationen besitter egen teknisk utrustning, kunskaper eller resurser som påverkar Sveriges infrastruktur för elektronisk kommunikation. De har genom sin roll möjlighet till stor påverkan på den nationella infrastrukturen för elektronisk kommunikation. Arbetet karaktäriseras av samverkan inom sektorn, sektorsövergripande samverkan, privatoffentlig samverkan och civilmilitär samverkan.

Respektive operatör och nätägare hanterar dagligen störningar och mindre kriser. Operatörernas driftledningscentraler har en väl utvecklad förmåga att hantera de störningar och kriser som berör det egna ansvarsområdet. Vid stora kriser eller extraordinära händelser kan det uppstå situationer som underlättas av att aktörerna bistår varandra. Vid en kris sammanställer gruppen skadeläget, återrappporterar läget till berörda parter och ger vid behov förslag till åtgärder. Gruppen kan också, om så krävs, koordinera insatser.

## Underhållstjänst

### Telenätunderhåll

Inriktning och omfattning av underhållet i FTN styrs av underhållsinstruktioner vilka utges i form av Teknisk Order. Teknikutvecklingen har medfört att förebyggande underhåll har minskat påtagligt. Underhållet domineras numera i stället av avhjälpande åtgärder.

Den största delen av underhållet i FTN utförs av FMLOG och inkluderar underhåll av tele- och strömförsörjningsutrustning. Underhållsarbetet omfattar främst ersättning av felaktig enhet med en utbytesenhet (ue). Felaktiga enheter skickas till central underhållsleverantör för reparation.

Den personal inom FMLOG som arbetar med underhåll av FTN återfinns inom Op LedTekbat (Operativ Ledningsteknisk bataljon). För huvuddelen av materielen finns avtal med materielleverantören eller separat underhållsindustri att vid behov lämna tekniskt systemstöd till Försvarsmakten.

Många telekablar i FTN underhålls av civila leverantörer. Hyrda fiberpar i optofiberkablar underhålls normalt av den nätoperatör som hyr ut fiberparet eller av dennes underleverantör.

### Underhållsanalys

#### Allmänt

Underhållsanalys är en grundläggande process som genomförs av FMV för att ta fram underlag för en fredsrationell och samtidigt krigsuthållig utformning av underhållssystemet. En underhållsanalys kan genomföras för ett helt materielsystem (t.ex. FTN) och omfattar då framtagning av gränssättande förutsättningar (personella och materiella resurser) vägda mot de operativa kraven. För FTN är huvudkraven att säkerställa hög tjänstekvalitet och tillgänglighet.

Underhållsanalys genomförs som regel även vid anskaffning och introduktion av ny materiel. Denna underhållsanalys är inriktad på hur underhållsverksamheten för utrustningen ska bedrivas och vilka förutsättningar som måste uppfyllas. Underhållsanalysen resulterar i en underhållsplan som beskriver underhållskonceptet för aktuellt objekt. Förutsättningarna kan gälla mät- och provutrustning, utbytesenheter, teknisk utbildning och externa underhållsavtal.

### **Underhållsavtal**

Det är många gånger ekonomiskt fördelaktigt att utnyttja befintliga resurser i det civila samhället för centralt underhåll och systemstöd. I synnerhet för COTS-produkter vore det inte ekonomiskt motiverat för Försvarmakten att bygga upp egna underhållsresurser. Genom centralt tecknade avtal kan enkla beställningsrutiner användas vid beställning av underhållsåtgärder från upphandlade civila leverantörer.

### **Utbytesenheter och reservdelar**

Vid nyanskaffning av materiel anskaffas även utbytesenheter. Antalet erforderliga enheter baseras på beräkningar som bland annat tar hänsyn till parametrar som utrustningens teoretiska felintensitet, förväntad tidsåtgång för reparation och totalt antal anskaffade utrustningar.

Det avhjälpande underhållet utförs ofta genom att en felaktig enhet ersätts av en utbytesenhet. De trasiga utbytesenheterna repareras av en central instans. Tidigare var det vanligen en civil underhållsindustri i Sverige. Den tekniska utvecklingen har medfört att enheterna är betydligt mer komplicerade än tidigare samt att de ofta innehåller specialkomponenter. De har därför blivit svårare att reparera. Trots den ökade komplexiteten är driftsäkerheten väsentligt högre än tidigare, vilket gör det svårare att få god ekonomi i reparationerna.

Sammantaget har detta medfört att för ny materiel tecknas normalt reparationsavtal med tillverkaren. Denne har nödvändig specialutrustning för reparationerna samt reparationsavtal med andra kunder, vilket ger bättre ekonomi genom stordrift. För vissa utrustningar, t.ex. kryptoapparater, finns dock etablerade reparationsresurser som är oberoende av tillverkaren.

Vid anskaffningen upphandlas även det initiala behovet av reservmateriel. Den fortsatta reservmaterieförsörjningen genomförs av FSV (Förråd, service och verkstäder, en del av FMV)

FSV = Förråd, service och verkstäder, förser Försvarmakten med logistiskt stöd i form av materieförsörjning, underhåll och service.

### **Programvarusupport**

Allt mer utrustning styrs av programvara och då utgår ofta en licensavgift. I gengäld tillhandahåller tillverkaren normalt nya programutgåvor med uppdateringar samt ger tekniskt stöd rörande programvaran åt Försvarmakten.

### **Mät- och provutrustning**

Mät- och provutrustning anskaffas av FMV på uppdrag av Försvarmakten. Utrustningsspecifik mät- och provutrustning anskaffas i samband med upphandling av sådan utrustning. Mät- och provutrustning fördelas bland annat till de enheter inom FMLOG som utför underhåll i FTN.





Figur 33: TpRL i vinterlandskap (Foto: Norrlands Signalbataljon)

### ***Teknisk utbildning***

Teknisk utbildning på FTN-materiel sker huvudsakligen i FMTS regi och är lokaliserad till platser där tillgång till FTN-materiel finns, vid t.ex. skolor, labb-miljöer, referensanläggningar eller hos tillverkaren. Det finns kurser såväl för utrustningar, funktionskedjor samt mer allmänna kurser, t.ex. certifieringskurser inom TCP/IP-området. Dessa certifieringar ingår som en delmängd i att säkerställa tillgänglighetskraven på FM IP-nät.

Det är allt vanligare att kurser anordnas samordnat med materielanskaffningar och tillverkaren tar fram kurser anpassade efter den materiel/utrustning som levererats.

## **Kommande förändringar**

### **Planerade organisatoriska förändringar**

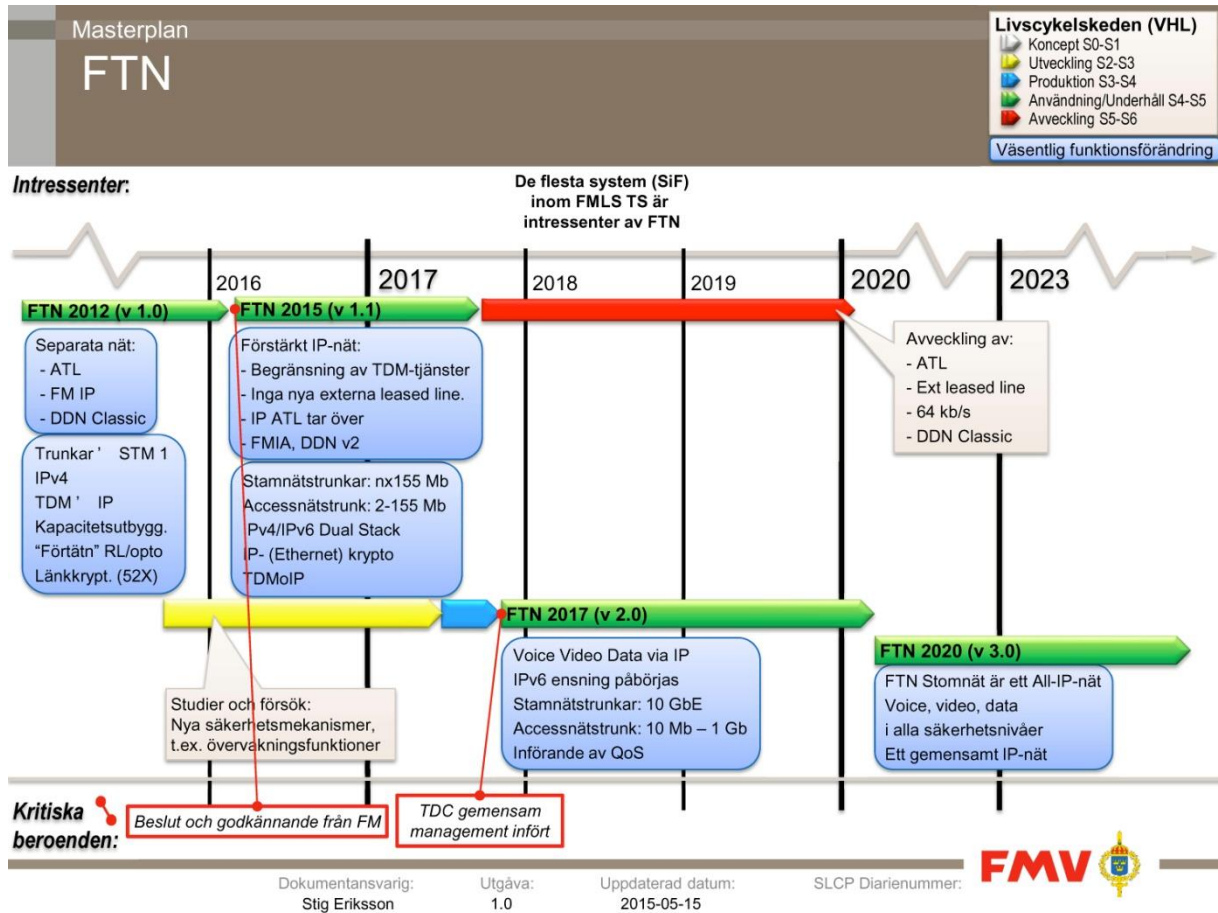
*Vid publicering av denna skrift pågår arbete med att förändra organisationen som påverkar bl.a. FTN-verksamheten genom en sammanslagning av olika organisatoriska delar.*

I regleringsbrev till Försvarmakten skall FM påbörja förberedelser för inrättandet av krigsförbandet Försvarmaktens telekommunikations- och informationssystemförband (FMTIS). Detta innebär i korthet en sammanslagning av bl.a. FMTM och organisationsenheter ur FMLOG såsom OpLedTekbat, systemförvaltningsenheten samt IT-drift. Bildandet av förbandet FMTIS sker 2016-01-01.



## Tekniska förändringar - utveckling och design

För att övergripande beskriva kommande tekniska förändringar för FTN har ett FMV planeeringsdokument använts som underlag. Kommande stycke är utdrag ur FMLS TS Systemplan v6.0, se även Figur 34 som är en roadmap/masterplan för FTN utveckling.



Figur 34: Masterplan FTN

Masterplan FTN visar övergripande funktionsförändringar inom Försvarets Telenät (FTN) under de närmaste åren.

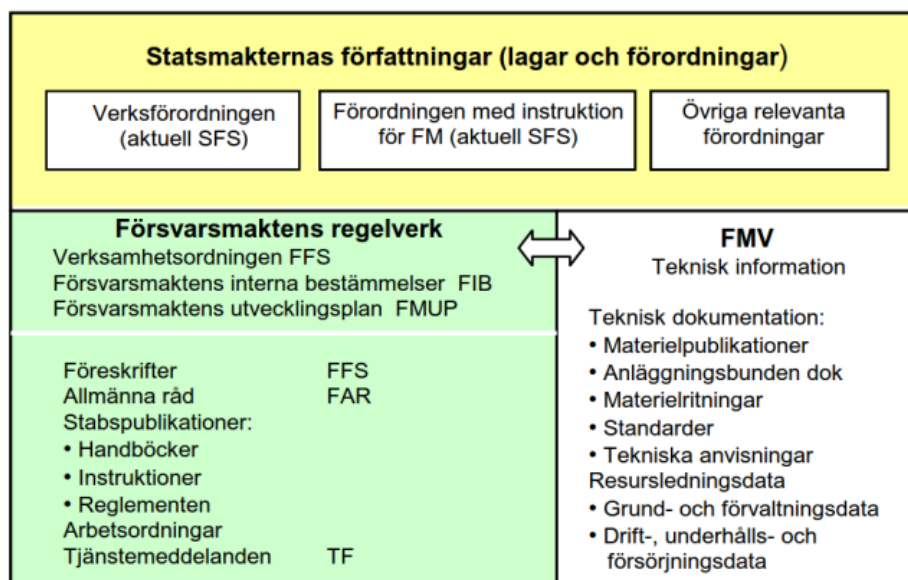
Förändringar i ett så stort förvaltningsobjekt som FTN sker inte vid specifika tidpunkter utan kontinuerligt. Med liggande plan och ekonomi kommer funktionsförändringar att vara införda i följande treårsintervall, FTN 2015 (FTN version 1.1), FTN 2017 (FTN version 2.0) och FTN 2020 (FTN version 3.0).

Det är viktigt att notera att i och med införandet av FTN 2017 vid årsskiftet 2016/2017 kommer flera äldre tjänster att avvecklas.

## Styrande regelverk

I samband med produktion och drifthållande av FTN så finns det regelverk att lita sig på i olika nivåer. Dessa styrande regelverk är i vissa fall myndighetsgemensamma men stora delar produceras inom respektive myndighets ansvarsområde.

Översiktligt beskrivs olika typer av styrande dokument, processer, avtal, kravdokument m.m. i detta kapitel.



Figur 35: Styrande dokument (enligt SAMO)

### Lagar och förordningar

De absolut mest övergripande dokumenten återfinns i lagar och förordningar. Dessa är gällande för alla myndigheter och ett område som är aktuellt för FTN:s del är lagar och förordningar kopplade till sekretess och säkerhetsskydd. Två exempel på detta är Offentlighets och Sekretess-lagstiftningen (OSL 2009:400) och Säkerhetsskyddsförordningen (1996:633).

### Myndighetsövergripande avtal

Genom samordningsavtalet (SAMO) mellan Försvarsmakten och FMV regleras de övergripande förhållandena och relationer mellan myndigheterna samt att deras respektive ansvarsområde förtydligas. I detta dokument beskrivs bl.a.

- Att kunden (FM) skall ta fram, behov, inriktningar, kravställningar samt omfattning på önskad leverans. Även godkännande av certifierings och auktorisationsarbete ingår.
- Att leverantören (FMV) ansvarar för teknisk design, konfigurations- och systemledning, samt kravuppfyllnad. Även framtagning av erforderlig teknisk information ingår.
- Materieförsörjningsprocessen
- Beställnings och offertarbete

Vidare så skall "Koncept för systematisk ändringsverksamhet" gälla där roller och ansvar beskrivs för bl.a. ändrings-, vidmakthållande- och systemsäkerhetsarbete.

Uppgörelse med andra myndigheter om t.ex. nyttjande av FTN (MSB/Rakel) finns också framtagna i form av regeringsbrev och överenskommelser.

## Dokument från Försvarsmakten

Försvarsmaktens styrande dokument på övergripande nivå omfattar bl.a. strategiska styrdokument, förmågekrav, utvecklingsplaner och anvisningar till förbanden.

För FTN-verksamheten är t.ex. systemmålsättningar centrala för kravställningen på FTN och FTN-nära system. De kravdokument som är framtagna är då styrande för hur utformningen av FTN skall ske samt vilka mål och krav som skall uppfyllas.

I Grunder för anskaffning av FTN-anläggningar (GRUFF) regleras vilka krav som ska ställas på bland annat den fortifikatoriska utformningen av dessa anläggningar. GRUFF beskriver vidare hur anskaffning av dessa anläggningar ska genomföras.

Det finns också ett antal taktiska, tekniska, organisatoriska och ekonomiska målsättningar för ett antal olika delsystem inom FTN-området. Dessa skrivningar är dokumenttyper som Försvarsmakten regelmässigt använder för att styra den långsiktiga utvecklingen av materiel och system respektive förband.

Vidare finns ett antal styrande och stödjande dokument såsom hotbildsbeskrivning och säkerhetsmålsättning samt handböcker samt interna processer som lägger fast arbetsmetodiken inom organisationen.

### Regler för anslutning till FTN

Nya abonnenter och abonnentsystem får anslutas till FTN efter beredning och godkännande från nätägarfunktionen i HKV. För abonnenter utanför Försvarsmakten tecknas normalt avtal mellan Försvarsmakten och berörd myndighet eller motsvarande. Nätägarfunktionen fattar principbeslut om att den nya abonnenten eller funktionen ska tillåtas nyttja FTN. Fortsatt produktion av tjänster i FTN för denna abonnent eller funktion sker i regel inom ramen för ett rambeslut som fattats av nätägarfunktionen.

För anslutning av abonnentsystem till FM IP-nät ska antingen dess funktion prövas i FM IP-testnät eller så ska det på annat sätt säkerställas, enligt Försvarsmaktens bestämmelser, att abonnentsystemet inte stör annan trafik. För IT-system inom Försvarsmakten kan det dessutom framgå av andra bestämmelser att systemauktorisering ska ske enligt en av Försvarsmaktens fastställd process.

## Dokument från FMV

Framtagning av styrande dokument för FTN inom FMV omfattar ett brett spektrum av olika typer av dokument med inriktning på teknisk systemdesign och anskaffning.

För högre systemnivåer så finns FMLS TS Systemplan inklusive teknikområdesbeskrivningar (TOB), produktplaner samt designdokument (såsom SYD, OCD, SSDD).

*FMLS TS, Försvarsmaktens Lednings System Tekniska System, är samlingsnamnet för Försvarsmaktens samtliga tekniska ledningsstödsystem.*

*SYD, System Definition*

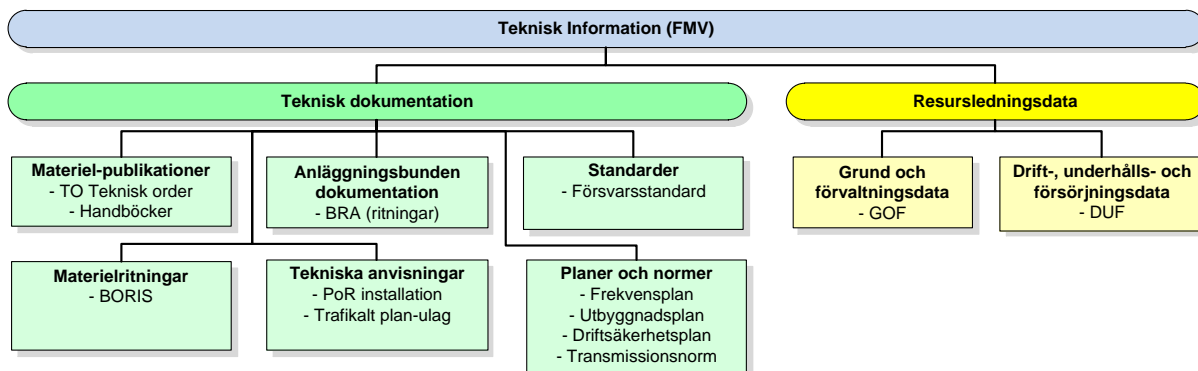
*OCD, Operational Concept Description*

*SSDD, Sub System Design Description*

Vidare så finns det utvecklat olika typer av ramverk för hantering av processororienterat arbetssätt inom t.ex. informationssäkerhetsområdet (exempelvis ISD, InformationsSäkerhetsDeklaration).

## Teknisk information

För mer tekniska och systemnära beskrivningar kan Figur 36 översiktligt beskriva dokumentindelningen. Även exempel på underlag med fokus på FTN-verksamhet visas.



Figur 36: Exempel på struktur för teknisk information och dokumentation

Följande rubriker beskriver populistiskt ett urval av de styrande dokument som ofta används inom FTN-verksamheten.

### Exempel på Materielpublikationer

#### TO-systemet

TO (Teknisk Order) är en materielpublikation som utges av FMV. Systemet för TO är sedan länge en etablerad del av ledningssystemet för Försvarsmaktens underhållstjänst. Teknisk Order är en styrande materielpublikation som tas fram av FMV inom ramen för tekniskt designansvar.

Numera är TO tillgängligt i ett digitalt system kallat DITO (DIGitala Tekniska Order). Detta innebär att användare ur FM, FMV, industri m.fl. enkelt och snabbt kan hämta och prenumera på nödvändig information.

Följande TO-typer förekommer inom FTN-området:

- AF (Allmän Föreskrift).
- DF (Drift Föreskrift).
- MF (Modifierings Föreskrift).
- UF (Underhålls Föreskrift).

Underhållsinstruktionen är på system- eller utrustningsnivå och används vid driftsättning och avhjälpande underhåll. Den beskriver i detalj hur arbetet ska genomföras och innehåller förteckningar över erforderliga instrument och övriga hjälpmedel.

#### Handböcker

I kategorin teknikhandböcker finns en stor mängd publikationer med allmän teknisk giltighet för teleutrustningar samt principer för konstruktion av militära teleanläggningar. Några exempel på teknikhandböcker är:

- Elmiljöhandbok (EMMA).
- CD Point (projekterings- och installationsanvisningar för tele- och informationstekniska anläggningar).

## Planer

De fundamentala planerna utgör den tekniska basen för FTN.

FMV tar i sitt uppdrag fram övergripande planeringsunderlag för vidmakthållande (materielomsättning) samt utbyggnad av FTN, kopplat till den kravbild FM anser behöver uppfyllas. Detta resulterar i utbyggnadsplaner för FTN på landsomfattande nätnivå.

För radiolänkbaserade transmissionssträckor är Frekvensplanen det dokument som krävs för att planera och drifthålla ett så omfattande radiolänk och radionät. Frekvensplanen är baserad på den tilldelning av frekvenser som Försvarmakten erhåller från PTS. I planen anges vilka kanaler som Försvarmakten får disponera inom varje tilldelat frekvensband. Frekvensplanen används vid planering av radiolänkstråk och styr anskaffningen av radiolänkutrustningar.

Ett viktigt dokument är Transmissionsnormen som anger riktlinjer och krav för hur transmissionsresurserna ska dimensioneras. Transmissionsnormen anger t.ex. vilka kvalitetsmässiga värden en radiolänk- eller fiberbaserad transmissionssträcka ska uppfylla. Transmissionsnormens gränsvärden gäller därmed även vid anskaffning av transmissionsmateriel till FTN.

Ett övergripande dokument som reglerar kraven på tjänsterna i FTN är Driftsäkerhetsplanen (DSP). I denna anges ett antal nyckelmått som t.ex. tillgänglighet och medelreparationstider. Driftsäkerhetsplanens målvärden ställer krav på utformningen av hela underhållssystemet. Vid anskaffning av FTN-utrustning måste t.ex. kravet MTBF (Mean Time Between Failures) sättas så att Driftsäkerhetsplanens målvärden uppfylls. Driftsäkerhetsplanen innehåller också krav som måste beaktas när behovet av utbytesenheter och deras geografiska placering ska beräknas för en utrustning.

## Tekniska anvisningar

Planeringsanvisningar produceras som stöd för FTN-produktionen. Det kan t.ex. vara anvisningar för hur utbyggnad i FTN skall utformas i s.k. utbyggnadspaket samt hur detta trafikalt ska vara utformat. Underlagen innefattar i grova drag utrustningsval, disponering, kapacitetsplanering samt användande av t.ex. optosträckor. Vidare så finns t.ex. PoR installation, Principer och Riktlinjer för installation av FTN-utrustning som beskriver hur installation skall utföras.

## Materielritningar

För FTN (och även andra materielsystem) finns system för att registerhålla tekniska ritningsunderlag. Ett exempel är:

### **BORIS** (Bild- Och Ritnings InformationsSystem)

Materielritningar är det konstruktionsunderlag som levereras till FMV vid upphandling av system till Försvarmakten (FM). Alla materielritningar som levereras förvaltas i system BORIS för användning av ett stort antal användare inom FMV, FM, industrin och leverantörer. I BORIS lagras ca 1500 000 ritningar och ca 400 000 publikationer. Alla digitala ritningar i BORIS är öppna och är grupperade per materielsystem.

## Anläggningsbunden dokumentation

Ett exempel som används inom FTN-verksamheten är BRA (Bild- Och Ritningshantering för Anläggningsdokumentation)

För Försvarmaktens fasta anläggningar (FTN, centraler, sensorer och radioanläggningar) används detta system för att registerhålla anläggningsbundna installationsritningar. Systemet innehåller alla fasta anläggningar och omfattas därför av sekretess. Användare finns inom

FM, FMV och försvarsindustrin med uppdrag att genomföra installationer på dessa anläggningar.

### **Standarder**

Tekniska standarder (både civila och försvarsstandarder) används i verksamheten med FTN. Vanligt är att utrustningsanskaffning skall följa olika publika telekomstandarder såsom ITU-T och/eller IETF, IEEE samt tekniska krav från TTEM.

### **Övrig FTN-bunden teknisk information**

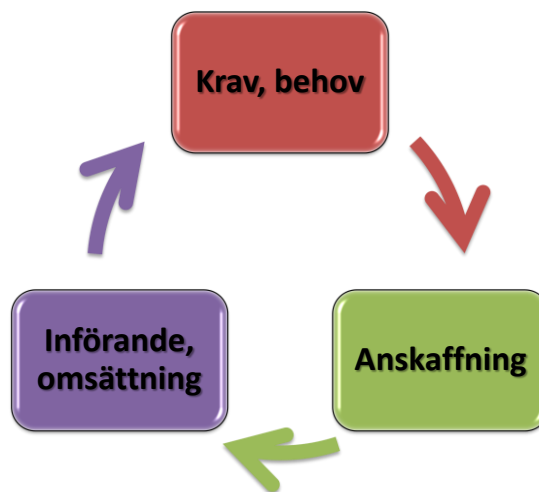
Inom FTN-verksamheten finns bl.a.

- FTN-bulletin
- FTN-meddelande
- Meddelande från Ag FTN

Dessa dokument har egna fastställda distributionslistor. För att framföra önskemål om att få tillgång till dokument och påföras distributionslista skall användare kontakta FMV:s funktionsbrevlåda [ftn.dok@fmv.se].

### **Kontinuerlig förändringsprocess**

FTN utvecklas ständigt och är en pågående process där materiel och system genomgår en kontinuerlig modernisering.



Figur 37: Kontinuerlig förändringsprocess för FTN

Styrande dokument finns för alla delar i införandeprocessen för FTN.

# Nätsäkerhet

## Inledning

FTN är ett stort materielsystem bestående av en mycket teknikmässigt omfattande och antalsmässigt stor materielflora. Nätet har dessutom stor geografisk utbredning. Sammantaget innebär detta att hotbilden mot FTN blir mångfacetterad och tekniskt komplex.

Pågående förändring av FTN mot ett All-IP-baserat nät har ställt förändrade krav på befintliga säkerhetsmekanismer. Inte minst har nya koncept och utrustningar tagits fram för att realisera trafikskydd. De nya utrustningarna måste även kunna ta tillvara den ökade transmissionskapaciteten i nätet.

## Övergripande hotbild

Ledningssystemens centrala betydelse i försvarssystemen innebär att telekommunikationernas betydelse är mycket stora och ytterligare kommer att förstärkas. Inte minst övergången till nätverksbaserade ledningsprinciper accentuerar detta. **Utan nät – inget nätverk!**

Om det bedöms lönsamt kommer en motståndare att avsätta ett brett register av medel för fysisk bekämpning av ledningsfunktionen eller för telekrig mot den samma

De dominerande fysiska hoten har historiskt bedömts vara:

- Inbrott/åverkan.
- Sabotage.
- Bekämpning med precisionsstyrda vapen.
- Bekämpning med yttäckande splittervapen.
- Anfall av marktrupp.
- EMP-verkan av höghöjdsdetonerande kärnladdning.

Ovanstående hotbild utgör grund för utformning av framförallt det fysiska skyddet av FTN med ingående anläggningar.

I den fortsatta delen av detta avsnitt belyses de hot som föreligger mot nätets tjänster. Dessa hot är huvudsakligen av logisk art men naturligtvis kan även fysisk bekämpning medföra ett mycket reellt hot mot nätets tjänster. En utslagen nodanläggning påverkar självklart regionalt nätets förmåga att tillhandahålla tjänster.

Att angripa All-IP-nätets infrastruktur, fysiskt och logiskt, har bedömts få de allvarligaste konsekvenserna. Detta innebär att på ett eller annat sätt få tillgång till näntern information och skapa förutsättningar att:

- Attackera adresseringsmekanismer.
- Påverka kommunikationsförmågan.
- Påverka routing och styrförmågan.
- Avlyssna nät- och verksamhetsinformation.



## Säkerhetsfunktioner i FTN

Avgörande för telekommunikationernas uthållighet, är att de utformas på ett sådant sätt, att ledning kan utövas även vid stora nätskador. Utformning av FTN sker för att så långt möjligt uppfylla detta mål. Nät och anläggningar har utformats med avseende på detta bl.a. genom:

- Maskformig nätdesign som ger tillgång till alternativa framföringsvägar.
- Utformning av trafikdirigering och routing samt antalet knutpunkter i nätet där detta kan ske.
- Olika former av kommunikationsdiversitet (t.ex. mediadiversitet – radiolänk/optofiber, flervägsanslutning av abonnent, dubbling av aktiva kommunikationsutrustningar).
- Målsättning att ”single-point-of-failure”-system i nätet inte ska förekomma.
- Samverkan med andra nätoperatörer genom förhyrda och förberedda transmissionsresurser.
- Utformning av anläggningarnas fortifikatoriska skydd.

Nedan redovisas ett urval på ingående säkerhetsfunktioner i FTN.

### Trafikskydd

Trafikskydd utförd med av TSA godkänd signalskyddsutrustning finns på alla vior i FTN som bär nätstyrningsinformation. Trafikskyddets uppgift är bl.a. att förhindra avlyssning i syfte att kunna utläsa nätets struktur. Trafikskyddet ska även skydda mot manipulering och inmatning av falsk nätstyrningsinformation.

Det bör noteras att trafiksskydd primärt är infört för att skydda nätet och inte direkt utgör skydd av trafikal data (abbonentdata). Varje abonnent är själv skyldig att skydda data som överförs i nätet.

Trafikskydd har god effekt mot bl.a.

- Obehörig påverkan på styrningen av FTN.
- Falsksignalering
- Insyn i nätets utformning.
- Insyn i trafikmönster.

Alla förbindelser i FM IP-nät som bär routinginformation är trafikskyddskrypterade med av TSA godkända kryptoutrustningar.

### Begränsad samtrafikmöjlighet

Samtrafikmöjligheter med publika nät är starkt begränsade. Mellan Internet och FM IP-nät finns dock ett antal övervakade och kontrollerade övergångar.

### Behörighetskontroll

Inom FTN finns det olika typer av behörighetskontroll. T.ex. för fjärmässig administration av förekommande kommunikationsutrustningar.

## Säkerhetsloggning

Olika typer av säkerhetsloggning sker i FTN. Det är möjligt att i efterhand analysera t.ex. säkerhetsrelaterade och funktionspåverkande händelseförlopp samt vidtagna konfigurationsåtgärder.

## Teknisk och administrativ säkerhet

Verksamheten inom FTN regleras av ett mycket stort antal styrande dokument. Bland dessa kan nämnas, lagar, Försvarmaktens författningar, tekniska order, designregler, fastställda standardkonfiguration m.m.

En användare som söker anslutning till FTN måste först godkännas av nätägaren vid HKV. Nya abonnentsystem som ska trafikera FTN måste tekniskt granskas och utvärderas innan anslutning får ske. Varje tillkommande abonnentsystem testas i ett avskilt testnät och godkännandedokument med villkor för anslutning utfärdas.

För de brandväggar som finns mellan nätet och abonnenterna utges av HKV fastställda standardkonfigurationer som ska användas.

Det övergripande säkerhetsansvaret för FTN utövas av FMTM som svarar för den löpande säkerhetsadministrationen och ansvarar för att adekvata åtgärder vidtas vid behov. I det löpande säkerhetsarbetet ingår också t.ex. den uppföljning av förekommande incidenter som görs av Försvarmakten vid bl.a. olika militärregioner. Dessa svarar för säkerhetsarbetet inom regionen.

## Redundans

Begreppet redundans innebär i kommunikationssammanhang oftast att en viss funktion är flerfaldigad och informationen överförs över ett antal olika och separerade framföringsvägar. I FTN flervägsansluts t.ex. viktiga abonnentfunktioner på detta sätt. Redundans kan även innebära att olika utrustningar som ingår i funktionen dubbleras eller trippleras så att funktionen vid bortfall av en instans utan avbrott hanteras av kvarvarande enheter. I FTN innebär detta t.ex. att accessrouterfunktionen för en abonnent utförs med två eller flera parallella enheter.

Ett viktigt designmål för FTN är att genom införande av redundans och medveten riskspridning eliminera ”single-point-of-failure”-egenskaper i nätet.

# Anslutande system & nätdelar

*Detta kapitel beskriver olika typer av system och nätdelar som ansluter och nyttjar tjänster i FTN, främst FM IP-nät.*

*Syftet med kapitlet är att ge läsaren en övergripande bild av anslutande system och nätdelar som bildar FM Nät, ett gemensamt nät inom Försvarsmakten.*

*Komplexiteten inom anslutningarna är ofta omfattande och också vanligtvis föremål för en kontinuerlig utveckling och förändring. Kapitlet är inte en fullständig beskrivning utan då hänvisas till respektive anslutnings egen dokumentation.*

## Inledning

I början av 2000-talet skedde en tyngdpunktsförskjutning inom Försvarsmakten som innebar att både internationella insatser och territoriell integritet är dimensionerande för Försvarsmakten. Omstruktureringen innebar en förskjutning mot ett mer flexibelt försvar med anpassningsförmåga mot olika nya hot och risker. Tillgänglighet, mångsidighet, modulär uppbyggnad och användbarhet är nyckelord som ska känneteckna framtidens förband.

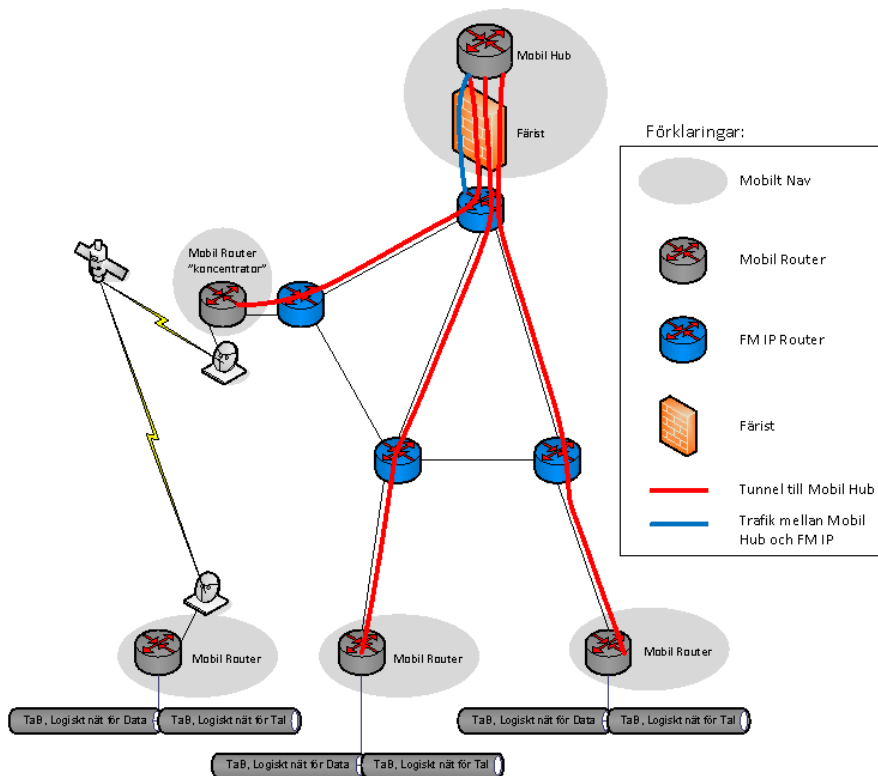
## Mobilt Nav

Mobilt Nav består av delkomponenterna Mobil Hub, Mobil Router och Mobil Routerkoncentrator. Det mobila navet är det system som framöver huvudsakligen ska användas för att ge mobila enheter, t.ex. rörliga förband och utlandsmissioner, en enkel och homogen åtkomst till FM IP-nät. Mobil Router används även för direkt sammankoppling av mobila enheter, utan koppling till FM IP-nät och dess tjänster. Detta ger förutsättningar till ett taktiskt uppträdande i enlighet med FMLS TS.

**Mobil Hub** är en central routerfunktion som är ansluten till FM IP-nätet och fungerar som anslutningspunkt för de tunnlar som upprättas med de mobila routrarna för åtkomst till FM IP-nätet. I Mobil Hub tillhandahålls även tjänster såsom telefoni, DNS & FM Gemensam tid.

**Mobil Router** ska framöver finnas i alla mobila noder som har behov av att ansluta sig mot FM IP-nät eller behov av att etablera taktiska anslutningar mot andra mobila noder. Mobil router förmedlar trafik till och från noden och kan även ansluta direkt till andra mobila routrar, utan att gå via Mobil Hub.

**Mobil Routerkoncentrator** är en Mobil Router som används för att åstadkomma en transparent nätverkslösning mellan Mobil Router, över FM Satkom till Mobil Hub i FM IP-nät. Resultatet blir en betydande reduktion av ”overheaden” och därmed bättre utnyttjande av kapacitet (bandbredd) över FM Satkom.



Figur 38: Mobilt Nav utgörs av materiel i de grå fälten

Vid anslutning för åtkomst av FM IP-nät nyttjas tunnling mot, den i FM IP-nät fast placerade, mobila huben. Den mobila routern är anpassad för att minsta möjliga konfiguration ska krävas för att kunna ansluta mot FM IP-nät.

## Mobilt Kärnnät (MKN)

Mobilt Kärnnät är den plattform som mobila enheter i huvudsak ska grunda sin telekommunikationsdesign på.

Mobilt Kärnnät består av:

- Nätkomponenter (mobil router och switchar).
- Transmissionssystem (t.ex. radiolänk och satellitkommunikation).
- Tjänster (TVS, katalogtjänster, RADIUS, tid, driftledning).
- Serverhårdvara för C2-system (hårdvara för bl.a. SWECCIS).

Mobil Router är plattformens centrala punkt för all kommunikation, både inom plattformen och till/från andra plattformar. Mobil router sammanbinder FM IP-nät med mobila plattformar.

Trafik mellan mobila routrar i MKN via FM IP sker alltid via Mobil Hub.

De grundläggande kraven på MKN kan sammanfattas med:

- Mobilitet.
- Konnektivitet.
- Autonomitet.
- Flexibilitet.
- Trafikskydd.

I den mobila noden finns ett taktiskt bärrät (TaB) som ansluter alla användarnät (t.ex. för SWECCIS) till MKN. TaB bär telefoni och data. Om nodens mobila router har förbindelse med FM IP kan TaB ses som en förlängning av FM IP.

Det taktiska bärrätet (TaB) tillhandahåller gemensam tid (UTC, Coordinated Universal Time) och stödjer prioritering av olika trafiktyper med Quality of Service (QoS).

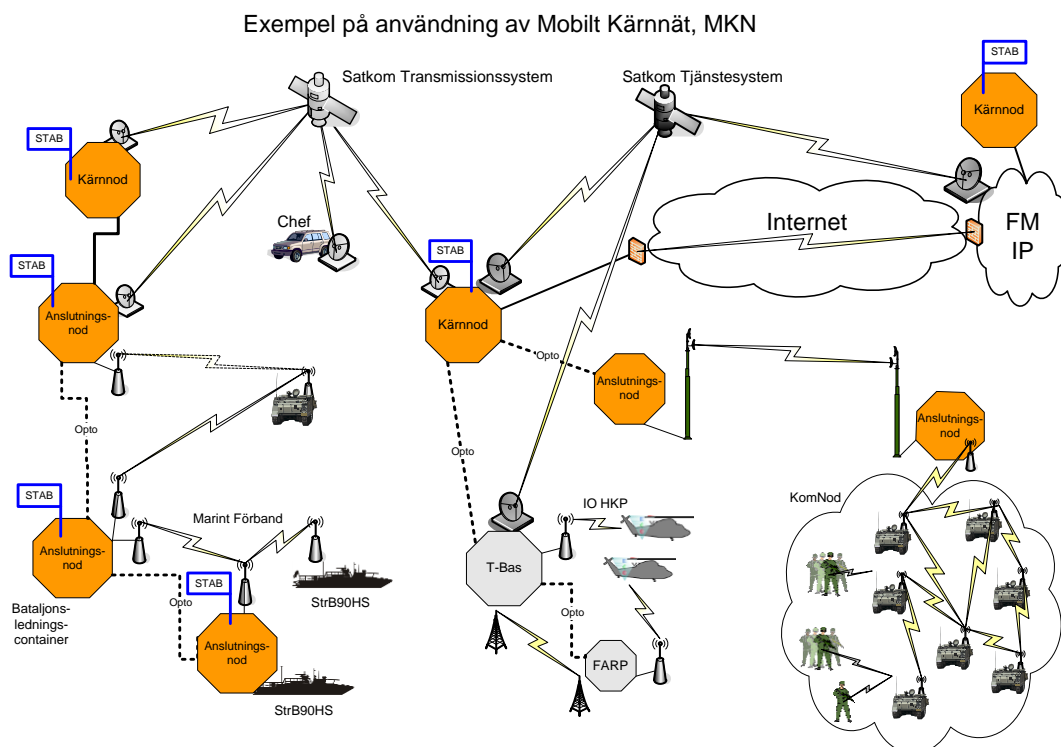
Mobil router kan:

- Använda utprovade transmissions-system utan omkonfiguration. För närvarande stöds FTN (FM IP:s fasta delar), FM Satkom Tjänstenod, transmission via Internet (FM TVI), radiolänk, transitLAN (Ethernet) och FM Satkom Transmissionsnod.
- Använda flera transmissionssystem samtidigt.
- Välja bästa tillgängliga väg till mottagaren genom dynamisk routing (OSPF v2 och v3).
- Hantera kvalitet över transmissionsresurser.
- Agera autonomt i inte förutbestämda nättopologier.
- Hantera stora nättopologier (hundratals noder).

Mobil nod i MKN är en autonom enhet som åtminstone innehåller:

- Mobil router.
- Telefonisystem (TVS).
- RADIUS/DNS-server.
- Lokalt managementsystem (LMS).

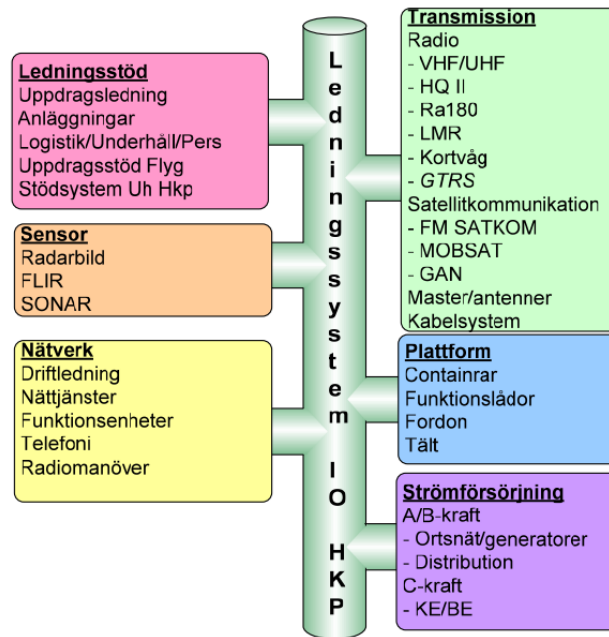
I Figur 39 redovisas ett exempel på användning av Mobilt Kärnnät. I figuren framgår en fjärrmässig anslutning till FM IP-nät via Internet eller via FM Satkom. Anslutningsfallet används t.ex. vid utlandsmissioner. Anslutning till FM IP-nät kan också ske med radiolänk eller fiber från Kärnnod mot FTN-anläggning och vidare mot FM IP-nod.



Figur 39 Exempel på användning av Mobilt Kärnnät, MKN

## Ledningssystem IO Hkp

LS IO Hkp är en del i Försvarsmaktens Ledningssystem Tekniska System (FMLS TS) och är en instansiering av Mobilt Kärnnät. LS IO Hkp är ett flexibelt systemkoncept som byggs i form av ett antal funktionsenheter realiserade av funktionslådor, teknikcontainrar och ledningsplatser. Ledningssystemet skall stödja helikopterfunktionen och vara mobilt. Nedanstående Figur 40 ger en principiell bild över ledningssystemets omfattning. Bilden innefattar även tillhandahållna system.



Figur 40: Övergripande innehåll IO Hkp

Ledningssystemet tillhandahåller nätverk och kommunikation till samtliga enheter inom förbandet.

Systemet använder SWECCIS som informationssystem och fyra olika informationssäkerhetszoner finns för att tillgodose förbandets behov. Varje zon har sina servrar och resurser. Zonerna sprids på ledningsplatsen med en flerparsfiber enligt det beprövade konceptet som har använts i bl.a. BG-lösningarna genom åren.

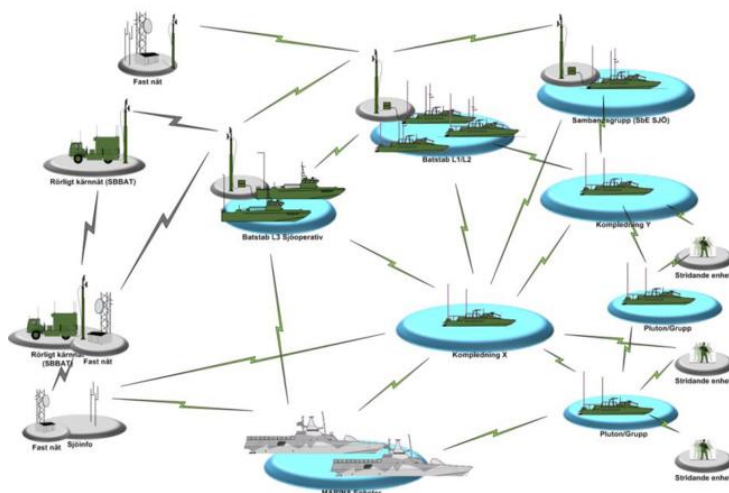
## Ledningssystem Amfibiebataljon

LS Amfbat är en del i Försvarsmaktens Ledningssystem Tekniska System (FMLS TS) och är en instansiering av Mobilt Kärnnät. LS Amfbat består av ett antal olika delsystem och innehållet varierar lite mellan plattformstyperna. Främre och bakre bataljonsledningsbåtar har mer systemfunktioner än kompani- och plutonsledningsbåtar. Grunden är baserat på SLB (Stridsledningssystem Bataljon), GTRS och Komnod. Förutom dessa system finns också system för hantering av marin datatrafik (MADAT) och marin texttrafik (MATEX). Detta innebär att ett antal olika radioplattformar tillförs.

Systemlösningen är i högre grad än tidigare baserad på IP jämfört med tidigare LS Amfbat. I centrum finns mobil router realiserad i Komnod. Plattformarna kommer att kunna ansluta direkt till FM IP-nät på några olika sätt och FM IP anslutning kan nyttjas både för transittrafik mellan noder i det mobila nätet (via hub) och för trafik med tjänster i FM IP-nät. Till exempel så kommer vissa plattformar att kunna utbyta MADAT och MATEX med sjöcentralerna via FM IP-nät.



Systemet kommer att ha kvar förmågan att kunna ansluta till den infrastruktur av 500-växlar som finns idag i förbandets operationsområden. Detta för att klara av övergången till All-IP.



Figur 41: Översikt ledningssystem Amfibiebataljon

## Komnät Luft

Nedan följer en kortfattad beskrivning av systemen som ingår under begreppet Komnät Luft: Komnät Mobil och Komnät Fast.

### Komnät Mobil

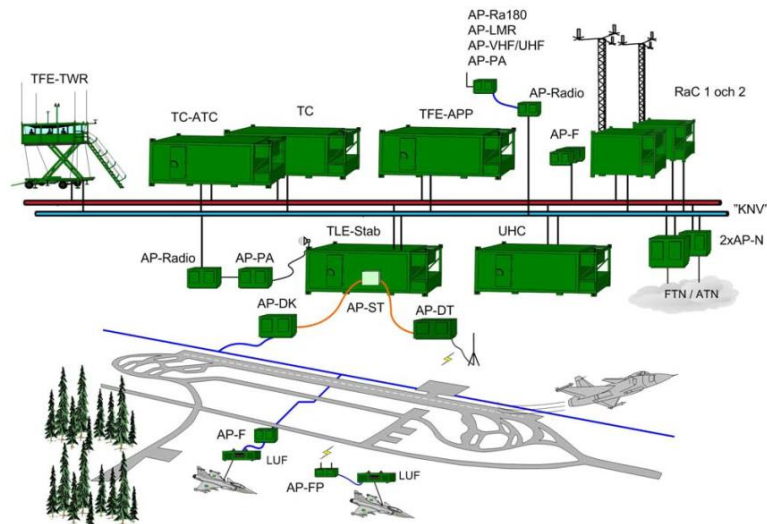
De transportabla ledningssystemen inom Flygvapnet har fått samlingsnamnet ”Komnät Mobil”. I detta begrepp ingår Komnät Flygbas (Fbas), Komnät C-130 samt Komnät Funktionsutvecklings- och Utbildningsmodell (FUM). Forsvarsmaktens tekniska skola (FMTS) har även utbildningssystem (Komnät Utbildnings-stativ) för att utbilda olika kategorier inom Sambands- och informations-systemtroppen (SIS-troppen).

Kommunikationsnätverket (KNV) är det centrala nätverket som sammankopplar olika delsystem och komponenter.

Systemen ingående i Komnät Mobil syftar till att ge olika förband kommunikations-stöd för telefoni, radio, data-kommunikation samt medge att olika ledningssystem (SWECCIS, Flygtrafik-ledningssystem, Vädersystem, FUH-system, m.fl.) kan samverka och kommunicera. De olika systemen bygger på samma moduluppbyggnad och grundprinciper.

Komnäten har en modulär struktur och beroende på uppdragets karaktär och uppgift kan systemen sättas samman och konfigureras på olika sätt för att erhålla de funktioner som krävs för uppdraget. Komnät Mobil kan kopplas in mot andra nationella och internationella telekommunikationssystem via standardiserade gränssytor.

Komnät Fbas är en transportabel kommunikationsinfrastruktur som förser främst flygbasbataljonen med erforderligt kommunikationsstöd. Systemet är både container- och lådbaserat och innehåller flygsäkerhetskritiska delar och har flygsäkerhetsgodkända moduler som sammansätts i olika tjänstealternativ. Systemet skall också förhålla sig till de regulativa krav som Transportstyrelsen och ICAO ställer.



Figur 42: Systemskiss

Komnät C-130 är en transportabel kommunikationsinfrastruktur som främst förser transportflygenheten med erforderligt kommunikationsstöd. Systemet består av ett antal containrar och stativlådor med olika tekniska funktioner, men innehåller inga flygsäkerhetskritiska delar.

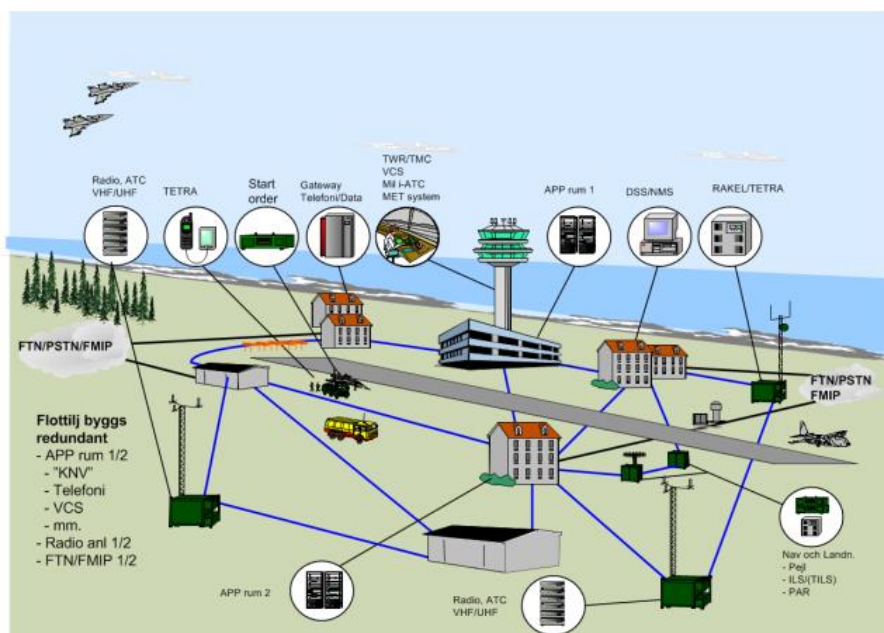
Komnät FUM utgör en funktions-utvecklingsplattform för FM/FMV samt en utbildningsplattform för tekniker.

### Komnät Fast

Komnät fast byggs upp av ett antal integrerade delsystem där ett gemensamt kommunikationsnätverk (KNV) utgör den gemensamma bäraren av samtlig trafik inom och mellan systemkomponenter samt mot angränsande system.

Komnät Fast ingår i FMLS TS och hämtar övergripande designstyrningar därifrån, i syfte att uppnå en sammanhängande arkitektur.

Komnät Fast använder samma designprinciper samt system- och produktlösningar som Komnät Mobil, utifrån de krav som finns.



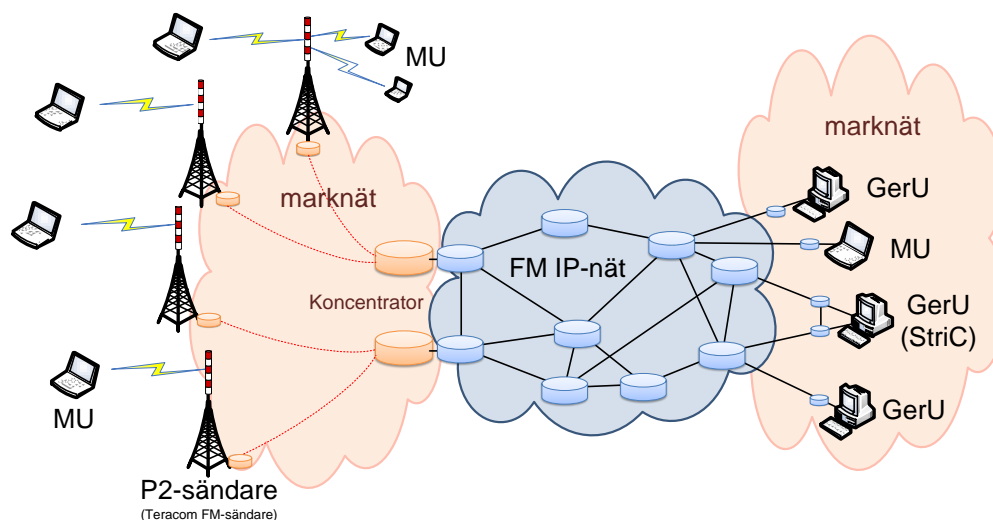
Figur 43: Komnät Fast på insatsflottilj

## Försvarmaktens Broadcastnät (FMB)

FMB är ett försvarsmaktsgemensamt distributionsnät för utsändning av luftläge, lägesbilder och olika informationstjänster. FM Broadcast sänder ut (dygnet runt) ett aktuellt och identifierat luftläge i realtid från flygvapnets stridsledningscentraler. Detta luftläge används för att ge underlag till förband/intressenter för att dessa ska kunna verka i luftrummet med sina flygvapen- och sensor-system och även för att kunna leda egen verksamhet i tilldelat luftrum. Även olika typer av varningsmeddelande och andra meddelandeöverföringar kan utsändas i FMB.

FM Broadcastnät använder de civila rikstäckande analoga P2-sändarnas datakanal för att nå ut till mottagare som kan befinna sig där det finns radiotäckning för de rikstäckande P2-sändarna i FM-bandet. FMB använder FM IP-nätet för kommunikation som ansluter marknät till P2-sändarna via koncentratorer.

Ledningscentraler har med Genereringsutrustning (GerU) möjlighet att sammanställa och skicka ut adresserad information till mottagarutrustningar (MU) eller skicka dubbelriktad kommunikation till andra GerU. Informationen är krypterad och skyddad mot obehörig avlyssning.



Figur 44: Systembild FMB

**FMB**, Försvarmaktens Broadcast-nät, innefattar hela systemet. Är en vidareutveckling av LuLIS (LuftLäges InformationsSystem).

**P2-sändare**, TeraComs radiosändare för FM-bandet (Program 2) där datakanalen DARC nyttjas som överföringskanal för FMB. (ibland även benämnd FM/P2).

**MU**, Mottagarutrustning. Utrustning för mottagning och presentation av FMB-data, tar emot radiosignalen från P2-sändarna eller är ansluten till FM IP-nät.

**GerU**, Genereringsutrustning. För utsändning av luftläge och meddelandeöverföring.

**DARC**, Data Radio Channel, standardiserad datakanal som använder underbärsvåg 76 kHz för sändning av data i FM-bandets sändare.

### Notis:

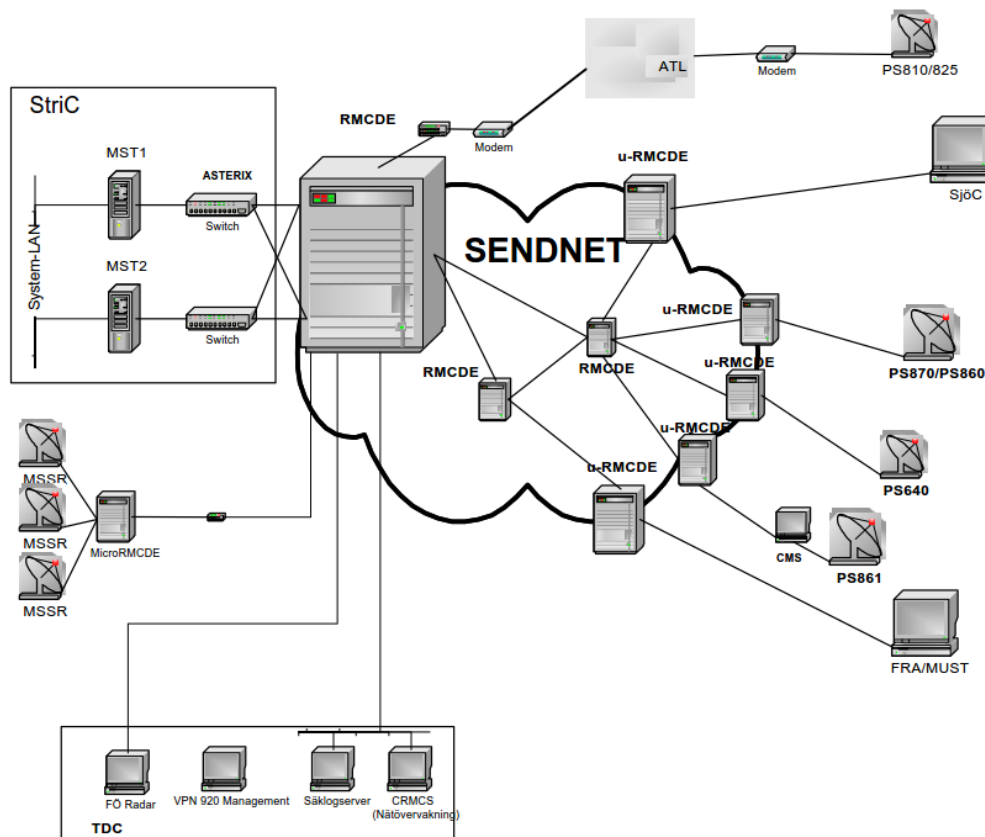
Ny systemlösning för marknätet och dess förbindelser mot P2-sändarna är under utredning. Detta kan innebära att koncentrator utgår och ersätts av annan kommunikationslösning.

## SENDNET

SENDNET är ett för Försvarsmakten gemensamt och landsomfattande distributionssystem för överföring av sensordata, såsom bland annat information från radaranläggningar, men även andra sensorsystem.

SENDNET nyttjar FM IP-nät och ATL som bärartjänster och informationen är krypterad ”end-to-end”. SENDNET’s primära uppgift är att överföra data mellan sensorer och abonnenter och omfattar även övervaknings- och inspelningsfunktioner.

SENDNET utgörs till största delen av standardprodukter som tagits fram för flygtrafikövervakningen inom Europa. En del av komponenterna i systemet har dock utvecklats specifikt för att möta Försvarsmaktens behov. Systemet är en modifikation av RADNET som är utvecklat av Eurocontrol och baseras på protokoll som används även inom civila radarsystem.



Figur 45: Översiktsskema för Sendnet (ur TO UHP-S för Sendnet)

## FM LAN

FM LAN är en generellt utformad infrastruktur för IT-system vid garnisoner (motsvarande) samt mindre verksamhetsställen för att på ett rationellt och kostnadseffektivt sätt kunna möta de krav som ställs.

FM LAN omfattar infrastruktur för olika lokala verksamheter; FM LAN Kontorsnät, FM LAN DaC (Datacentral) och FM LAN DrC (driftcentral).

Tjänster som lokala användare nyttjar är oftast centraliserade. FM LAN använder FMIP-nät som bärartjänst för att kommunicera med de centralt placerade systemen. En central ledningscentral, NOC, övervakar och managerar FM LAN.

Målbilden för FM LAN är:

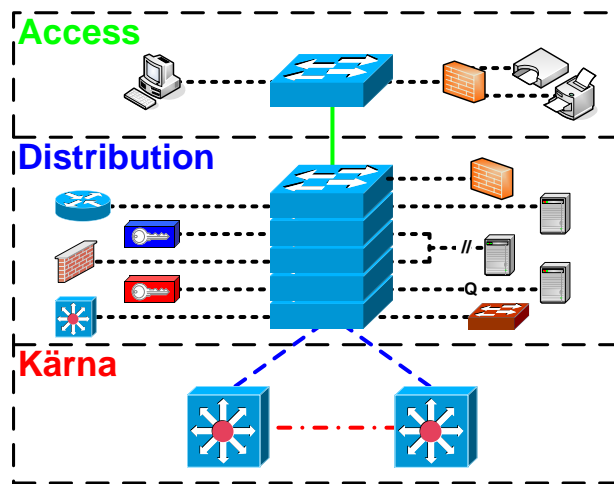
- Att skapa enhetliga lokala nätverk (LAN) för IT-system.

- Utformningen av nätverket skall vara skalbar, flexibel, utvecklingsbar samt kostnadseffektiv.
- Den fysiska lösningen skall nyttja resurser såsom spridnings- och områdesnät på ett funktionellt och kostnadseffektivt sätt.

### Teknisk realisering

Kommunikationen sker över fiberkablage i områdesnät mellan byggnader och fiber- eller kopparkablage i spridningsnät inom byggnader. Nätverksswitchar är fördelade i kärna, distribution och access för anslutning av bl.a. klienter, skrivare och annan utrustning. FM LAN omfattar även krypton och brandväggar för säker kommunikation.

Modellen bygger på olika byggblock för att ge en modulär uppbyggnad. Formgivningen bygger på att vissa moduler är redundanta och andra inte. Detta för att uppfylla en rimlig nivå av kostnadseffektivitet och funktionalitet, vilket innebär att redundans normalt endast uppfylls i nivåerna kärna och distribution.



Figur 46: Principbild för FM LAN

**Accessnivån** är avsedd för inkoppling av arbetsplatsutrustning och installeras i kopplingspunkter för spridningsnät.

På **distributionsnivån** placeras alla Färistar, kryptoapparater, servrar samt anslutning till fjärrnät (FM IP-nät). Om möjligt skall redundant utrustning anslutas till olika distributionsswitchar.

**Kärnnivån** utgör det lokala nätverkets kärna. Utrustningen skall placeras så att krav på fiberavstånd och driftmiljö uppfylls. I större nätverk skall denna nivå endast förmedla data och skapa redundans mot distributionsnivån.

## Marinens Tele Nät (MTN)

MTN utgörs av resurser som installerades inom ramen för Kustartilleriets sambandsutbyggnader. Resurserna utgörs av kablar (optofiber, galvanisk kabel), radiolänk som förbinder marina anläggningar i marina basområden. MTN är till stora delar överförd till FTN. Övriga delar nyttjas till marina anslutningslådor utrustade med växelporlar eller abonnentanslutningar. Resurserna nyttjas även av FM Led Tek för spridning av nätverket avsett för FM AP. Anslutningar av marina annex hanteras av FTN gällande materiel och funktion.



## Bakgrund och historik

### En förändrad värld och hotbild

Under andra världskriget använde den militära luftbevakningen fortfarande manuellt förmedlade telefonförbindelser. När någon hade ett brådskande meddelande lyfte man telefonluren och begärde att Telegrafverkets telefonist skulle koppla igenom ett så kallat luftförsvarsamtal. Det innebar hög prioritet gentemot andra användare, men det manuella förfarandet tog en hel del tid.

Radarstationer för luftbevakning tillkom i mitten av 1940-talet. Samtidigt kom de första jetplanen i drift i utlandet, vilket medförde en förändrad hotbild. Det innebar helt nya förutsättningar för flygkriget. Även det svenska Flygvapnet utrustades med jetplan. Jetplanens höga hastighet innebar att de manuellt förmedlade telefonförbindelserna blev alltför långsamma, eftersom rapporterna kom för sent för att man skulle hinna agera. Det fanns därför behov av en samordnad, centraliserad stridslednings- och luftbevakningsorganisation. Det stod klart att behovet av telekommunikationer måste lösas på ett bättre sätt än tidigare med snabbare och säkrare samband.



Figur 47: Överst och nederst till vänster: Flygvapnets första spaningsradarstationer, ekoradio IIIB, importerades från Storbritannien 1944-45 Överst till höger: Flygplan 29, "Flygande tunnan" var Västeuropas första pilvingade flygplan i operativ tjänst. Ca 600 exemplar levererades till Flygvapnet under Kalla kriget. Nederst till höger: Luftbevakningsstation för optisk spaning efter flygplan. (Foto: Lennart Andersson/Försvarets bildbyrå, Saab via Svensk Flyghistorisk Förening, FMV)



## Tillkomsten av ett landsomfattande, militärt telenät

1948 beslutade riksdagen om uppbyggnaden av ett modernt luftbevakningssystem. Därmed påbörjades utformningen av Flygvapnets moderna telekommunikationsstruktur. Vanliga abonnemang i Telegrafverkets nät övergick successivt till speciella, exklusiva direktförbindelser mellan olika försvarsobjekt. Dessa förbindelser var antingen förhryda i fred eller förberedda för snabb uppkoppling vid beredskapshöjning eller krig. Under flera decennier fanns ca 10 000 så kallade mobförberedda förbindelser i Televerkets nät. Dessa förbindelser togs i anspråk genom omkopplare i telefonstationerna. Därmed blev dessa förbindelser en resurs för exklusivt militärt bruk, samtidigt som kapaciteten i Televerkets nät reducerades. I dag är de mobförberedda förbindelserna avvecklade.

Utvecklingen fortsatte genom införandet av STRIL 50 (Stridslednings- och Luftbevakningssystem) och, framför allt, STRIL 60. 1950 föreslog en utredning att ett landsomfattande nät baserat på radiolänk skulle byggas. Att radiolänk valdes för transmissionen hade flera skäl: måttliga kapacitetsbehov, kravet på ett separat nät, den begränsade ekonomiska ramen och kraven på en snabb utbyggnad. En bonuseffekt var att man för många av försvarets väsentliga förbindelser kunde använda två skilda transmissionsmedia, radiolänk och tråd, båda med sina för- och nackdelar.

Den kommersiella användningen av radiolänk var begränsad under denna tid. Tekniken hade börjat användas under andra världskriget från vilket det fanns en del erfarenheter. Under perioden 1950-1970 ökade användningen av radiolänk snabbt bland nätoperatörer i hela världen. I Sverige var Televerkets intresse för radiolänk dock relativt svagt på grund av en stor satsning på utbyggnad av ett omfattande koaxialkabelnät. Det var först i samband med utbyggnaden av distributionsnätet för TV som Televerket på allvar intresserade sig för radiolänk.

Radiolänknätet fick namnet Försvarets Fasta Radiolänknät (FFRL). Det byggdes från mitten av 1950-talet upp under en relativt kort tid och var i slutet av 1960-talet i stort sett landsomfattande.

Utredningen från 1950 avsåg ett nät enbart för Flygvapnet, huvudsakligen för stridsledning och luftbevakning. Kort därefter väcktes den operativa ledningens intresse för att använda det planerade nätet även för att säkerställa andra väsentliga samband inom det militära försvaret och för vissa delar av totalförsvaret. 1954 beslutades om ett landsomfattande nät, med väsentligt utökad kapacitet, med fler anslutna anläggningar och en tätare nätstruktur.

*Radiolänktekniken bygger på att riktade radiovågor sänds mellan antenner. Tekniken används för både analog och digital överföring. Överföringen sker via en kedja av radiosändare och radio-mottagare. Med jämna mellanrum tas signalen emot och återutsänds till nästa länkstation i kedjan.*



Figur 48: Bild efter provsprängning av tidstypiskt telenät. (Foto:CVA/FMV)

Under lång tid hade Sverige anledning att överväga vilka konsekvenser det kunde få för landet om en angripare använde kärnvapen mot vårt territorium. Detta hot föranledde olika slags skyddsforskning. Bland annat undersöktes vilka skador en kärnvapenexplosion kunde ge på det allmänna telenätet. I samband med detta byggdes 1957 delar av ett tidstypiskt telenät. Det utsattes för tryckvåg och splitter från en simulerad kärnvapeninsats genom att man sprängde en stor laddning sprängmedel. (se Figur 48)

## FFRL utvecklas till FTN

Kring ledningscentraler och en del gemensamma stabsplatser växte det fram tämligen omfattande lokala och regionala kabelnät. I slutet av 1960-talet fann försvaret att det inte fanns anledning att hålla isär trådnät och radiolänknät, utan att man tvärtom fick större nytta av dessa om de integrerades i ett sammanhängande telenät. FFRL övergick till att bli en del av FTN.



Figur 49: Stridsledningscentral i STRIL 60. I operativt bruk 1977-1998 (Foto: Ivar Blixt, Försvarets Bildbyrå)

Under de första decennierna användes FTN för fasta direktförbindelser mellan abonnentanläggningar. Med tiden ökade kraven på effektivare användning av nätet vilket föranledde en övergång från fasta till förmedlade förbindelser. Under slutet av 1960-talet infördes programvarustyrda, elektromekaniska växlar i FTN.

*Förmedlade (uppringda) förbindelser är transmissionsresurser som "bokas" endast när de används, till skillnad från fasta förbindelser. Trafik förmedlas mellan växlar i telenäten.*

Därmed introducerades telefonitjänsten ATL (Automatisk Teletrafik Landsomfattande). Under 1970-talet förstärktes ATL med fler växlar för att öka kapaciteten och förbättra uthålligheten. De nya växlarna var analoga liksom de äldre, men elektromekaniken hade ersatts av elektronik.



Figur 50: AKE-129, den första programminnesstyrda telefonväxeln i FTN var i drift i ATL 1969-1994 (Foto: Reinhold Carlsson, CVA)

I slutet av 1970-talet påbörjades provdrift med digitala radiolänkar. De hade kapaciteten 34 Mbit/s, motsvarande 480 talkanaler. FTN var först i världen med att ta i drift digitala radiolänkar med så hög kapacitet. Det gav en del inledande bekymmer och erfarenheterna från FTN mötte internationellt intresse. Problemen övervanns och en successiv digitalisering av transmissionsnätet inleddes.

Kring 1980 skulle ett nytt, distribuerat datorsystem för vädertjänsten införas och för detta behövdes kvalificerad datakommunikation. I FTN infördes därför en ny tjänst, MILPAK, som byggde på paketförmedlad datakommunikation. Abonenterna anslöts, oftast via uppringda ATL-förbindelser, till data-förmedlare som skickade datapaketet till rätt mottagare. Dataförmedlarna var baserade på standarddatorer. Senare fick MILPAK många andra användare inom totalförsvaret. Kapaciteten ökade påtagligt när dataförmedlarna vid två tillfällen ersattes med kraftfullare versioner baserade på nyare teknik.

I Försvarmaktens telenät ATL ökade antalet abonnenter så mycket att vissa växlar blev fullbelagda. Samtidigt började de äldre växlarna att bli omoderna. Från 1989 infördes digitala nätväxlar för att komplettera och ersätta de äldre växlarna. Den sista analoga nätväxeln togs ur drift 1993.

Behovet av transmissionskapacitet fortsatte att växa. Det berodde på att Försvarmakten, liksom det civila samhället, fick ökade telekommunikationsbehov. Det var särskilt datakommunikationen som växte.

När de äldsta, digitala radiolänkarna behövde bytas i mitten av 1990-talet kunde kapaciteten, tack vare ny teknik, öka från 34 Mbit/s till 155 Mbit/s. Senare tillkom länkar med kapaciteten 2x155 Mbit/s.

Under större delen av 1900-talet var överföring av textmeddelanden med hjälp av fjärrskrivare viktigt för Försvarmakten. Orsaken var att man snabbt kunde få fram meddelanden även över långa avstånd samtidigt som meddelanden genom kryptering kunde skyddas på ett sätt som inte var möjligt med tal och bild. I äldre tider användes Televerkets nät för direktförbindelser mellan fjärrskrivare. Ny teknik innebar senare att uppringda förbindelser (inklusive ATL) kunde användas, vilket ökade flexibiliteten. För att med olika slags tjänster underlätta för användarna inrättades fyra meddelande förmedlingscentraler. År 1988, då de nya meddelande förmedlingscentralerna togs i drift, tilldelades samtliga abonnenter som tidigare ingått i försvarets gemensamma fjärrskriftnät MILTEX-utrustningar (MILitär TEXt-utrustning).

Meddelande förmedlingscentralerna togs ur drift 1999 när det dåvarande fjärrskriftsystemet utgick. Behovet av textförmedling ansågs kunna tillgodoses med t.ex. telefax och e-post.



Figur 51: Meddelandeförmedlingscentral (Foto: Rolf Rönnqvist)

Datatraffiken upptar i dag en stor del av FTN. MILPAK är baserat på internationella standarder som fastställts av FN-organet ITU-T (tidigare CCITT). Den starka framväxten av Internet har dock medfört att flertalet tillverkare och teleoperatörer fokuserar på TCP/IP-protokoll. 1995 byggdes Tynnät IP i FTN och det användes för att verifiera funktionaliteten i ett eget IP-nät.

*Ett protokoll är en samling regler som bestämmer hur två enheter ska kommunicera och utbyta information med varandra.*

1996 beslutade Försvarmakten att i FTN införa en egen IP-tjänst, **FM IP-nät**. En konsekvens av detta är att Försvarmakten styr om sin datakommunikation till TCP/IP. När trafiken i FM IP-nät sedan ökade, och ytterligare stora ökningar förväntades, blev det tid att utöka kapaciteten. Detta erfordrade än mer kraftfull utrustning och högre trunkkapacitet. De nya delarna började driftsättas 2002.

*Både FM IP-nät och det publika Internet baseras på TCP/IP-protokoll.*

Utökningen av de nationella trunkarna för stamnätet från 2 Mbit/s till 155 Mbit/s har ställt krav på utökning av transmissionsnätet. Försvarmakten undvek tidigare att köpa in sig i optofiberkablar. Genom att i krig använda samverkanspunkter (där samverkan sker mellan FTN och publika nät) ansåg Försvarmakten det möjligt att vid behov kunna disponera kapacitet i publika optofiberkablar utan att behöva betala för detta i fredstid. Ett kraftigt ökat kapacitetsbehov i fredstid har gjort det nödvändigt att ändra den filosofin. FTN har under några år utökats med hundratals mil förhyrda fiberpar. Dessa har bestyckats, liksom FTN i övrigt, med Försvarmaktens teleutrustning och kan därmed helt styras och övervakas av nät driftcentralerna i FTN.



*En trunk är en väg eller kanal mellan två av telenätets förmedlingsutrustningar.*

Den fredstida användningen av FTN dominerades ännu en bit in på 1990-talet av incidentberedskapen. Denna förlitade sig på FTN och nätet användes dygnet runt under årets alla dagar. Televerkets monopol begränsade den fredstida användningen av FTN under flera decennier till att i princip endast innefatta sådant som kunde motiveras av beredskaps- och flygsäkerhets skäl. Sedan telemarknaden avreglerats står det nu Försvarmakten fritt att använda FTN för alla sina trafikala behov.

Försvarmakten har sedan mitten av 1990-talet genom projektet *Teleoptimering* infört ekonomival i förbandens abonnentväxlar. Ekonomival innebär att största möjliga del av Försvarmaktens interna teletrafik automatiskt styrs till FTN.

## De senaste 10 åren

### FM Ledsyst T

Utveckling av konceptet nätverksbaserat försvar (NBF) fram t.o.m. 2006 syftade till att skapa beslutsunderlag avseende ledningsmetoder, kompetenskrav, organisationsutveckling och anskaffning av teknik för ett nätverksbaserat ledningssystem med erforderlig informations säkerhet. Resultaten från utvecklingen skulle fortlöpande överlämnas som förslag på metoder och tekniska system som kunde införas i insatsorganisationen.

Fokus för NBF-utvecklingen mot målbilden 2010 var att utveckla ett ledningssystem som skulle kunna stödja Försvarmakten vid lösande av alla uppgifter, nationellt och internationellt. Systemet skulle härvid ge ökad operativ effekt genom att möjliggöra gemensamma insatser med resurser ur olika förband och försvarsgrenar, myndigheter, organisationer vid såväl nationella som internationella insatser.

Ledningssystemet skulle vidare kontinuerligt och snabbt kunna anpassas och vidareutvecklas mot aktuella operativa krav.

I FM Ledsyst mål och riktlinjer angavs bland annat följande:

*Försvarmaktens telekommunikationer skall i framtiden möjliggöra informationsöverföring med tillräcklig flexibilitet, robusthet och säkerhet mellan användare och tekniska system oavsett om dessa befinner sig i fasta eller mobila enheter, nationellt eller i insatsområden utanför Sverige. Hög kapacitet i näten ska alltid eftersträvas. Dock kommer metoder för prioritering av kapacitetsfördelning att erfordras. Informationsutbyte ska kunna ske med civila resurser.*

*Informationsinfrastrukturen skall bygga på öppna och kommersiellt etablerade standarder och därmed skapa goda förutsättningar för successiv förmågetillväxt inom telekommunikation.*

Inom ramen för FM Ledsyst demo- och provverksamhet användes resurser i FTN. De erfarenheter som framkom har använts i den fortsatta utvecklingen av FTN.

### Internationella insatser

En del i Försvarmaktens uppdrag är att bistå med resurser för insatser vid konflikthärdar utomlands. Detta genomförs i bl.a. internationella missioner och med personal stationerad utomlands. Vid sådana insatser så ställs det krav på olika former av kommunikationer. Dessa kan delvis realiseras med resurser från FTN, främst i form av FM Satkom men även med andra typer av lösningar förekommer såsom FM TVI, HF2000 eller förhyrd kapacitet i andra operatörsnät.

## Nytt TTEM 2005

Under 2005 utarbetades och fastställdes en ny målsättning för FTN (TTEM FTN). I TTEM FTN som är en målsättning på högre systemnivå reglerades de övergripande kraven på FTN. I samband med fastställandet av ny målsättning upphävdes tidigare områdesvisa TTEM och PTTEM.

I TTEM FTN 2005 som fortfarande är gällande framgår följande övergripande direktiv:

*Försvarets Telenät, FTN, skall med hög sambandssäkerhet säkerställa Försvarmaktens behov av gemensamma, fasta kommunikationer.*

*Produktion och drift av FTN skall genomföras av en gemensam organisation inkluderande teknikkontor under ledning av en chef, vilken tillika är nätoperatör.*

## FMTM bildande

I början på 2000-talet genomfördes ett projekt med arbetsnamnet ”Org FTN”. Detta innebar att man tittade på möjligheterna att bättre samordna de olika verksamheterna som fanns kring bl.a. FTN. Man tittade på möjligheterna att slå ihop verksamheter ur bl.a. Flygvapnets Markteleenheter, delar ur Marinbaserna samt Redovisningsavdelning Bergslagen (RAB).

I samband med Förvarsbeslut 2004 togs beslut om att genomföra denna förändring. Detta gjordes i september 2005 genom bildandet av Försvarmaktens Telenät och Markteleförband, FMTM. Detta bidrog till att samordna resurserna kring FTN, MTN (Marinens TeleNät), sensorer, radiosystem, ledningsplatser etc. i en och samma organisation.



Figur 52: FMTM heraldiska vapen

## Utveckling mot All-IP påbörjas

Under 2006 påbörjades arbete med att på en övergripande nivå beskriva de systemmässiga förutsättningarna för Försvarets Telenät (FTN) för tidsperioden 2007-2012. Dokumentet syftar till att utgöra en konkretisering av Försvarmaktens Utvecklingsplan (FMUP) avseende materielförsörjningen av ledningssystem, och visa hur ominriktningen mot NBF och internationella insatser påverkar FTN.

Övergången till ett helt IP-baserat kommunikationsnät är en följd av Försvarmaktens övergång mot ett nätverksorienterat försvar. Huvudsyftet är att samma kommunikationsmetoder (t.ex. protokoll) ska kunna användas för hela kommunikationskedjan från sensor till verkansdel. Ett nät för alla tjänster förväntades bl.a. ge betydligt lägre driftkostnader.

SSDD, som är en designbeskrivning för FTN 2012, anger övergripande arkitektur, tekniska/funktionella krav samt interna och externa gränssnitt.

Mot bakgrund av ovanstående systemmässiga förutsättningar inriktades planering och materielanskaffningar mot ett All-IP koncept för FTN.

## Införande av IP-telefoni

Arbeten i form av studier och tester påbörjades för att ersätta den landsomfattande nättjänsten för telefoni i FTN, ATL, som utgörs av telefonväxlar, med en SIP-baserad telefoniroutingtjänst. Tjänsten kallades IP ATL, vilket egentligen var missvisande då det för tankarna till ATL och dess nätverk av telefonväxlar. Den SIP-baserade telefonitjänsten i FTN utgörs inte



av ett nätverk av växlar eller annan hårdvara, utan bygger på den befintliga DNS-infrastrukturen i FM IP-nät. Den AXT-baserade telefoniinfrastrukturen i FTN (ATL), hanterar abonnenter antingen som enstaka abonnemang direkt till växlar (direktansluten abonnent) eller, vilket är det vanligaste, med en accesstrunk till ett lokalt abonnentsystem (PBX).

Tjänsten IP ATL erbjuder liknande funktionalitet men med den skillnaden att abonnenten ansluter till FM IP-nät i stället för till en specifik telefoniinfrastruktur. Abonnenter till IP ATL kan, på samma sätt som i ATL, antingen vara enstaka abonnemang som administreras centralt eller lokala abonnentsystem med inval och lokal anknypningshantering.

### Civilt användande av FTN

Det civila användandet av FTN har ökat genom åren. Det beror främst på att vissa abonnenter ställer extra höga krav på robust och tillförlitlig kommunikation. Då de ordinarie civilt anskaffade anslutningarna inte kan innehålla tillräcklig robusthet så kan ytterligare en anslutning mot FTN erbjudas. Detta innebär att FTN kompletterar (som ett reservalternativ) de övriga civilt etablerade kommunikationsanslutningarna.

De abonnenter som på detta vis kan få tillgång till FTN som en extra reserv är de som har en extra viktig samhällsfunktion eller en krisledande funktion, t.ex. organisationer som ”blåljusmyndigheter”. Användandet regleras genom avtal och anslutningarna bekostas normalt av abonnenten. Ofta är det MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) som samordnar dessa anslutningar.

*MSB bildades den 1 januari 2009 ur tre tidigare myndigheter (Statens räddningsverk, Krisberedskapsmyndigheten och Styrelsen för psykologiskt försvar). Dess övergripande uppdrag är att ansvara för frågor om skydd mot olyckor, krisberedskap och civilt försvar, i den utsträckning inte någon annan myndighet har ansvaret.*

## Framtidsutveckling för FTN

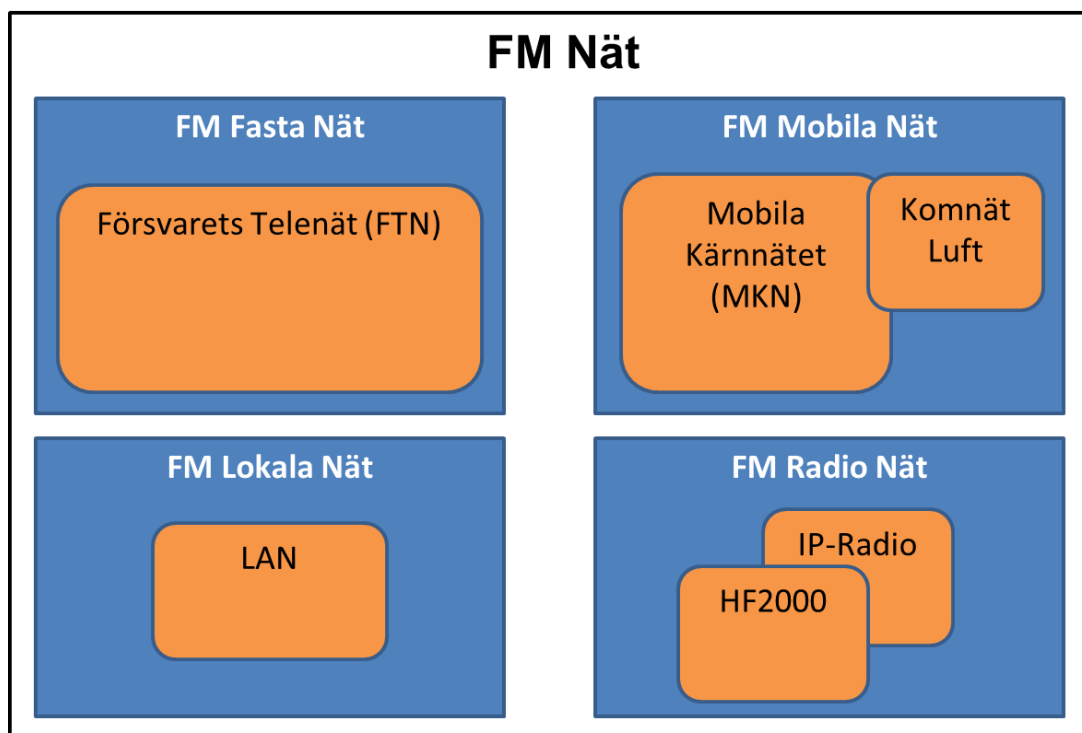
Det accelererande införandet av IP-baserade lednings- och kommunikationssystem inom FM ställer krav på utveckling av FTN till ett IP-baserat nät. Huvudsyftet med konvergensprojektet är att samma kommunikationsmetoder (t.ex. protokoll) ska kunna användas för hela kommunikationskedjan från sensor till verkansdel. Övergången till ett helt IP-baserat nät kommer att genomföras som en verksamhet i olika faser över en längre tid. Kapacitetskraven på nätet kommer också att öka och detta tillfredsställs huvudsakligen genom löpande materielomsättningar. Vidare så införs utökade funktioner för gemensam trafikprioritering och anpassning av säkerhetsfunktioner.

*”Under den närmaste tioårsperioden kommer stora delar av Försvarets ledningssystemens tekniska delar att förnyas. Vid anskaffning kommer en tydligare kravställning ske mot de krav som nationellt försvar kräver. Ledningsstödsystemen ska vara robustare, användarvänligare, mobilare, enklare, lättare, mindre kostsamma samt kräva minimalt med driftledning. Systemen ska dessutom kunna uppgraderas delkomponentsvis. Försvarets makt ser även framför sig att genomföra anskaffning på en högre systemnivå där leverantören i en högre omfattning ansvarar för delsystemens samfunktion till den kravställda helheten.*

*Målsättningen är vidare att så långt som möjligt anskaffa kommersiella standardprodukter till ledningsstödsystemen i syfte att hålla ner kostnaderna. Med detta följer att även kommersiella standarder som t.ex. IP skall nyttjas där så är möjligt.”*

*(Källa [www.forsvarsmakten.se](http://www.forsvarsmakten.se), Materieförsörjningsplan 2013)*

FM Nät, ett gemensamt nät inom FM, är uppdelat i Fasta, Mobila, Lokala och Radio nät (se Figur 53). Målbilden för FM Nät är att integrera FM:s olika telekomnät i ett gemensamt nät med gemensamma stödsystem och användargränssnitt för att möjliggöra kommunikation mellan Försvarets olika telekomsystem.



Figur 53: FM Nät:s uppdelning med exempel på ingående system / nät

FTN, som utgör den fasta delen av FM Nät, anpassas och utvecklas kontinuerligt mot den vision för telekommunikationer som framgår nedan.

*”Försvarens telekommunikationer ska möjliggöra informationsöverföring med tillräcklig flexibilitet, kapacitet och säkerhet mellan användare och tekniska system oavsett om dessa befinner sig i fasta eller mobila enheter, nationellt eller internationellt. De olika systemen ska vara användarvänliga och uppfattas som ett sammanhängande nät oberoende av organisatorisk tillhörighet.”*

*(Ur Försvarens vision för telekommunikationer)*

Med målsättningen att hålla ner kostnaderna kommer man att anskaffa så långt det är möjligt kommersiella produkter (COTS). Vid anskaffning av dessa produkter eftersträvas att de kan anpassas (konfigureras) efter de militära förbandens uppgifter, roller och aktuella hotbilder.

FTN anpassas kontinuerligt för att stödja de krav som Försvaret kräver. De särskiljande egenskaperna som FTN har skall tas tillvara och vidareutvecklas.

= o O o =

# Anteckningsblad



FMV  
Försvarets Materielverk  
115 88 Stockholm

Besöksadress: Banérgatan 62

Tel           08-782 40 00  
Fax           08-667 57 99

registrator@fmv.se  
www.fmv.se