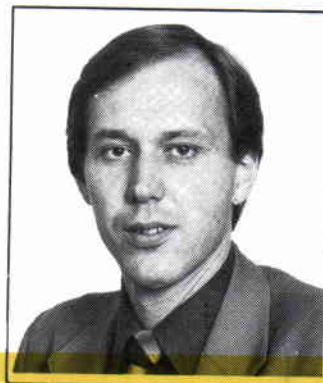


Förmedlad datatrafik i FTN



Jan Flodin

— en paketlösning

Avdelningsdirektör Jan Flodin, chef för trafiknätsektionen (FMV-F:LT1) vid FMV presenterar här de grundläggande principerna för datakommunikation, samt systemets uppbyggnad och funktion i stort. Trafiknätsektionen ansvarar bl a för den tekniska utformningen av trafiksystem i FTN och för anskaffning av förmedlingsutrustning för telefoni och data.

□ Ett nytt system för datakommunikation är under införande i försvarets telenät. Systemet bygger på s k paketförmedling (eng packet switching) och är ett gemensamt, skadetåligt trafiksystem som utnyttjar tillgängliga förbindelser i FTN på ett för datatrafik ändamålsenligt sätt.

Särskilda krav i krig

Den operativa ledningen ställer särskilda krav på bl a telekommunikationer i krig. Försvarets telenät (FTN) är uppbyggt för att tillgodose dessa krav. Tidigare artiklar i TIFF har beskrivit FTN tekniska utformning och införande av digitala system (1) samt utveckling av trafiknätet DATEX (2). Allmänt kan man säga att FTN består av såväl försvarsägda som i televerkets nät utnyttjade resurser. I FTN transmissionsnät (kabel, radiolänk) finns ett antal trafiknät, bl a ATL med ett antal automatiska telefonväxlar där de uppringda förbindelserna även kan utnyttjas för datakommunikation (full duplex).

Trafiknäten i FTN utnyttjar transmissionskanaler som är exklusiva för försvaret. Det innebär t ex att trafikala överbelastningar i de civila näten inte påverkar framkomligheten i FTN. Den operativa ledningen ställer inte enbart krav på telefonisamband, varför det även finns trafiknät för t ex radarsignaler, skriftliga meddelanden och över-

föring för olika typer av datakommunikation. Datakommunikation i FTN sker i dag huvudsakligen med användning av stela förbindelser, dvs det finns en fast förbindelse ständigt mellan de två datastationerna.

Datakommunikation i FTN kommer att öka i omfattning allteftersom den operativa ledningen inför datorstöd som kräver datakommunikation. Strävan är därför att införa ett trafiknät som

- utnyttjas gemensamt av flera datasystem. Det ger lägre kostnader i fred och möjlighet till prioritering och samtrafik
- utnyttjar den skadetålighet och flexibilitet som finns i FTN transmissionsnät och FTN övriga trafiknät
- hushållar med tillgängliga transmissionskanaler
- underlättar övergången till digital transmission och förmedling i FTN, genom att fungera i ett blandat analogt/digitalt nät
- tillgodoser datasystemens krav på särskilda funktioner
- är utbyggbart och modifierbart allteftersom behoven ökar

Krav på de här egenskaperna återfinnes i den målsättning för datatrafik i FTN som nyligen fastställts av ÖB.

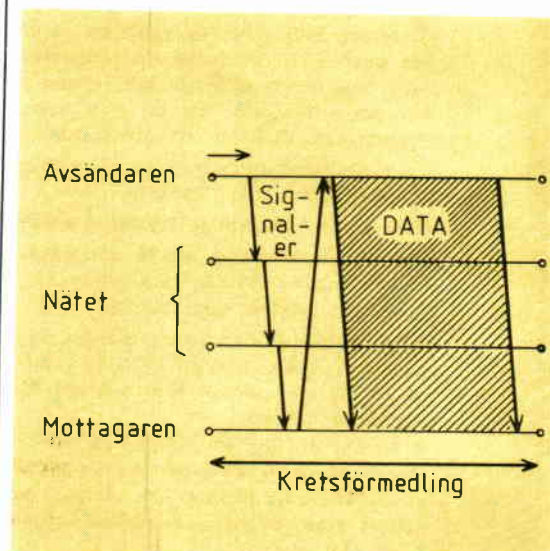
Den här artikeln behandlar funktion

och uppbyggnad i stort av ett trafiknät för förmedlad datatrafik i FTN som är under införande och tillgodoser de här kraven.

För att förstå trafiknätets egenskaper är det nödvändigt att känna till några grundläggande principer för datakommunikation och den internationella utvecklingen i stort.

Två huvudtyper av datakommunikation

Kommunikationen dator-dator eller terminal-dator kan i allmänhet delas in i två huvudtyper:



1) Interaktiv trafik av typen fråga-svar. Den karakteriseras av korta datameddelanden där man har krav på korta svarstider (3). Det kan förflyta relativt lång tid mellan enskilda meddelanden, varför kanalen egentligen utnyttjas bara under en liten del av den totala tiden (eng burst-traffic). Exempel på interaktiv trafik är terminalkommunikation till en dator, där operatören vid bildskärmsterminalen lokalt knappar in ett meddelande, rättar kanske sitt meddelande, funderar litet och trycker därefter på en knapp, märkt "sänd" eller "inmatning". I det ögonblicket sker överföringen på kanalen till datorn. Det finns extrema exempel, internationellt, på system som endast utnyttjar kanalen en promille av den totala tiden (4). Typiska utnyttjningsgrader är dock några procent av tiden (5).

Ett annat exempel är dator-dator-kommunikation där en process i vardera datorn arbetar oberoende av den andra processen fram till det att den når ett tillstånd som kräver överföring av ett datameddelande till den andra processen. Den andra processen är beredd på en sådan överföring, kanske till och med behöver meddelandet för att kunna arbeta vidare.

I det här ögonblicket krävs en snabb utväxling av datameddelanden, varefter processerna återigen arbetar oberoende av varandra.

2) Överföring av en datafil (en ordnad mängd av information som kan hanteras som ett begrepp, tex ett dataprogram eller ett personregister) för bearbetning i en dator någonstans. Den karakteriseras av att man behöver stor kapacitet men kan acceptera en större tidsfördröjning (3). Med kapacitet menas antalet bitar/s eller tecken/s som kan överföras. Med tidsfördröjning menas tiden från det första tecknet

(eller biten) sänds iväg till dess det första tecknet (eller biten) tas emot. Ett exempel är överföring via satellit, där kapaciteten kan vara flera millioner bitar/s men den oundvikliga tidsfördröjningen är omkring en kvarts sekund (6). Under den tid som överföringen sker beläggs kanalen helt av trafik. Vid stora filer och låg kapacitet kan det bli fråga om flera minuters trafik. Typiskt är 5-30 sek i många system.

Felfria datalänkar

De flesta datasystem kräver att data kan överföras "felfritt", dvs risken för att meddelandet är förvrängt skall vara så låg att man kan bortse från den. Några sådana kanaler kan man i allmänhet inte räkna med. Därför lägger man till vissa kontrollsymboler till varje meddelande så att den mottagande datorn med mycket stor säkerhet upptäcker om det kan vara något fel i meddelandet. Ett meddelande som kan vara fel accepteras inte. I stället utlöses på något sätt en omsändning av meddelandet. Hur omsändning m m går till regleras av de trafikmetoder som man bestämt sig för skall gälla mellan de två processer, en i vardera datorn, som samverkar för att åstadkomma den "felfria" överföringen. Man brukar säga att man har åstadkommit en 'datalänk' och den använda trafikmetoden processerna emellan kallas för 'datalänkprotokollet' (7), (8).

Flödeskontroll

Datorsystem har i allmänhet någon form av flödeskontroll vid dataöverföring (9), (10). Med det menas i stort att det är den mottagande datorn som reglerar den takt varmed den sändande datorn avger sin information. För att någon meningsfull överföring över huvud taget skall kunna ske krävs till att

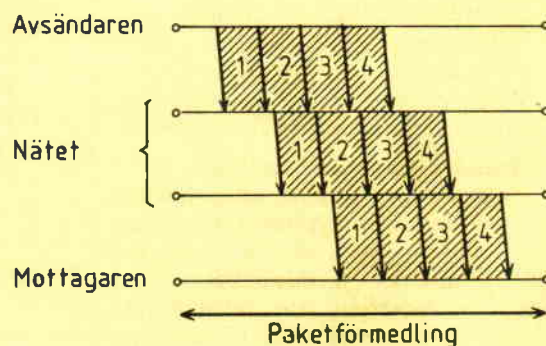
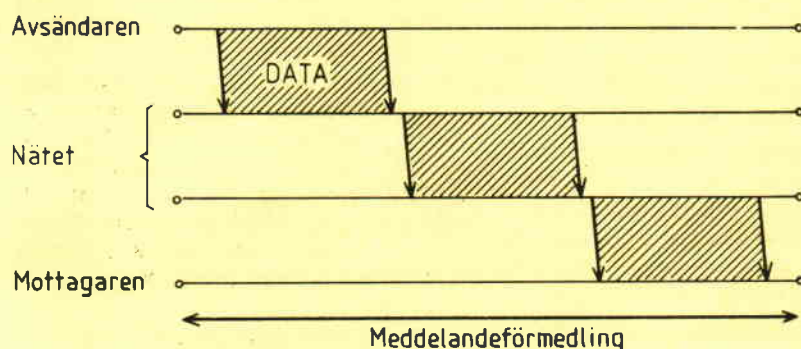
börja med att mottagaren är beredd att ta emot information från sändaren. Flödeskontroll kan tex tillgå så att mottagaren ger sändaren tillstånd att sända en begränsad mängd information, vilken mottagaren räknar med att alltid kunna ta hand om och lagra någonstans. Om mera finns att överföra och mottagaren anser sig kunna ta emot det, så uppdaterar helt enkelt mottagaren "sändningstillståndet" för sändaren att omfatta ytterligare en skvätt data. Om mottagaren är fullt kapabel att ta emot med sändarens fulla kapacitet, uppdaterar mottagaren 'sändningstillståndet' så ofta att sändaren inte behöver hålla an förrän hela datameddelandet är överfört.

Datalänkprocesserna, se ovan, erfordrar i allmänhet någon form av flödeskontroll sins emellan. De processer som i sin tur utnyttjar datalänkprocesserna för felfri överföring har i allmänhet också behov av flödeskontroll sins emellan. De kan då tex 'beordra' datalänkprocessen att inte ge sändningstillstånd så ofta till datalänkprocessen i den andra änden av förbindelsen.

Ett vanligare sätt är att varje 'processpar' sköter sin egen flödeskontroll. Det innebär att 'sändningstillståndet' helt enkelt transporteras av datalänkprocesserna som ett datameddelande i motsatt riktning. Fördelen med den sistnämnda metoden är att de överordnade processerna inte behöver 'bry sig om' hur datalänkprocesserna reglerar trafiken sins emellan.

Vid överföring av långa datafiler kan det hända att det blir ett tillfälligt fel på förbindelsen när tex halva filen överförs. När förbindelsen etablerats igen, kanske en annan väg, är det inte så lyckat att alltid behöva börja från början igen. Därför brukar man dela upp filen i mindre delar och efter varje del införa ett 'märke'. I trafikmetoden ingår då att först klara ut från vilket 'märke' man skall starta när förbindelsen åter upprättats.

Tidsförhållanden vid tre olika överföringsmetoder i ett nät.



Fyra grundläggande överföringsmetoder

Man kan grovt dela in överföringsmetoderna i fyra huvudgrupper

- 1) Stel förbindelse direkt mellan datorerna
 - 2) Kretsförmedling
 - 3) Meddelandeförmedling
 - 4) Paketförmedling (Packet Switching)
- 1) Stel förbindelse innebär i allmänhet kort tidsfördröjning. Förbindelsens fulla kapacitet står alltid till omedelbart förfogande. I allmänhet utnyttjas förbindelsen dåligt. Stor del av totala tiden är kapaciteten outnyttjad.
- 2) Kretsförmedling innebär att förbindelsen 'rings upp' när den behövs. Under själva överföringen av datameddelandet är det ingen skillnad mellan kretsförmedling och stel förbindelse. När överföringen är slut kopplas förbindelsen ner och delar av telenätet kan utnyttjas av någon annan. Vid kretsförmedling via ett telefonnät åtgår relativt lång tid för att åstadkomma förbindelsen. Av den anledningen kopplas inte förbindelsen ner mellan de enskilda datameddelandena utan den 'hålls' normalt till dess hela transaktionen är klar, vilket kan vara mycket lång tid, under vilket förbindelsen utnyttjas dåligt. Kretsförmedlade datanät (speciella växlar) arbetar med så korta upp- och nedkopplingstider att förbindelsen skall kunna frigöras mellan enskilda datameddelanden (11). Vid hög trafikbelastning i ett kretsförmedlat nät erhåller man normalt 'spärr' eller 'upptaget' dvs man kommer inte fram alls med sitt meddelande.

- 3) Meddelandeförmedling innebär att förmedlingsstationerna i nätet är datorer till vilka man sänder hela datameddelandet. Dessa datorer tar därefter över ansvaret för att leverera meddelandet till den dator som slutligen skall ha det. Metoden innebär ett effektivt utnyttjande av mellanliggande förbindelser i nätet. Meddelandeförmedlarna 'köar' datameddelandena och sänder dem efter varandra till nästa förmedlare eller slutliga mottagardator. Det är inte 'upptaget' vid hög belastning utan överföringen tar allt längre tid.

Metoden innebär även att

- flödeskontrollen sker mellan förmedlingsdator och ansluten dator. Den slutliga mottagaren av meddelandet kan i allmänhet inte reglera den takt varmed den ursprungliga avsändaren avger meddelandet till nätet.

- varje meddelande måste förses med en adress för att mellanliggande stationer skall veta vart det skall sändas härnäst.

Fördelen med meddelandeförmedling är att förbindelserna i nätet utnyttjas mycket effektivt och att kommunikationsproceduren kan vara helt olika från delsträcka till delsträcka. Exempelvis kan datasignaleringshastigheten och datalänkprotokollet vara olika. Specialtjänster, t ex grupsändning, kodkonvertering m m kan utföras i nätet. Samtrafik med andra nät är relativt lätt att åstadkomma eftersom delsträckorna är oberoende av varandra.

Nackdelen är att metoden inte lämpar sig för interaktiv datatrafik p g a den ibland mycket långa tidsfördröjningen. Nätet måste dessutom kunna lagra stora datamängder.

- 4) Paketförmedling (packet switching) är en speciell form av meddelandeförmedling som är lämpat för

- interaktiv trafik av typ fråga-svar med krav på korta svarstider
- överföring av datafiler med krav på hög kapacitet men där man kan tolerera en viss tidsfördröjning

Principen är att man delar upp datameddelandet i korta fragment ('packets') av enhetlig längd. Den sista delen kan naturligtvis bli kortare. Varje paket förses med en entydig adress. När ett paket överlämnas från avsändande dator till nätets dator (nätnod) kan nätnoden sända paketet vidare på nästa delsträcka utan att behöva invänta hela meddelandet. Om ett meddelande består av många paket kan därför meddelandets början mycket väl sändas till den mottagande datorn innan slutet av meddelandet lämnat den avsändande datorn. Överföringstiden kan därför göras så kort att metoden medger interaktiv datatrafik. Typiska överföringstider är delar av sekunder (12). Den mottagande datorn sätter därefter samman meddelandet igen. I vissa nät levereras paketen till mottagaren garanterat i samma ordning som de levererats till nätet.

Paketförmedling (packet switching) innebär att

- separata datalänkprotokoll, som kan vara lika eller olika, etableras över varje delsträcka. Delsträckorna kan utnyttjas olika transmissionsteknik och hastigheter.
- flödeskontroll kan etableras från mottagande dator 'genom nätet' till avsändande dator.

Antalet paket (från samma meddelande) som samtidigt kan finnas i nätet är normalt mycket litet. Den mottagande datorn reglerar den takt varmed nätet levererar paketen. 'Bromsningen' reflekteras bakåt, genom flödeskontroll, till den första nätnoden, som i sin tur reglerar den takt varmed den sändande datorn levererar paketen till nätet. Metoderna för flödeskontroll i paketförmedlingsnät är olika från ett nät till ett annat, var och en med sina för- och nackdelar (3), (9), (10), (13).

- en delsträcka kan användas för 'samtidig' överföring av olika meddelanden, dvs paket från olika meddelanden kan 'blandas' på delsträckorna. Detta gäller även på delsträckorna till avsändande och mottagande dator. Nätnoderna agerar därför koncentrator åt de anslutna datorerna, som kan ha 'samtidig' interaktiv trafik med flera motstationer över en enda anslutning till nätet.
- paket kan transporteras olika vägar genom nätet även om de tillhör samma meddelande. Om en datalänk (delsträcka) blir överbelastad eller går sönder kan paketen omdirigeras en annan väg. Principerna för vägval (routing) varierar från nät till nät (13), (14), (15), (16), (17).
- hög belastning i nätet normalt medför att tidsfördröjningen ökar och/eller att kapaciteten minskar för de anslutna datorerna. Total spärr erhålles sällan. Exakt vad som händer varierar mellan olika nät, beroende på metoden för flödeskontroll i nätet och eventuella specialfunktioner, t ex prioritetsnivåer (3), (13), (18).

Ovanstående fyra metoder, stela förbindelser, kretsförmedling, meddelandeförmedling och paketförmedling, har var och en sina för- och nackdelar. Vilken metod som är 'bäst' beror därför på vilka krav man har. Metoderna kan kombineras på olika sätt. T ex kan noder i ett paketförmedlingsnät utnyttja ett kretsförmedlat nät för att åstadkomma transmissionskanalerna (19). Överföringstiden kan i vissa fall förkortas i ett meddelandeförmedlingssystem genom att delvis tillämpa kretsförmedlingens principer, s k cut-through, (20).

Ett datanät kan utgöras enbart av användardatorer med stela förbindelser mellan datorerna. Särskild programva-

ra i datorerna svarar då för tex paketförmedling mellan datorerna. Denna typ av datanät tillhandahålls ofta av datorleverantörer för sina egna produkter (21). Ur telekommunikationsnätets synvinkel är det dock i det fallet fråga om enbart stela förbindelser.

Den tekniska utformningen av förmedlad datatrafik i FTN baserar sig på paketförmedling (packet switching) med vissa specialfunktioner. Fortsättningen av den här artikeln behandlar därför endast den metoden.

Internationell utveckling

Datakommunikation mot datorer har funnits i över 25 år. Paketförmedling har funnits under drygt tio år. De inledande studierna och försöken med paketförmedling påbörjades i mitten av 60-talet i USA och England. Inledningsvis var det fråga om att utveckla metoder för skadetålig datakommunikation inom den amerikanska krigsmakten ('a survivable network'). Studierna omsattes i ett försöksnät, ARPANET, i USA. ARPANET, som drivs av det amerikanska försvaret för forskning och utveckling, består i dag av omkring 60 nätnoder med omkring 150 anslutna datorer inom och utom USA. ARPANET har stått som förebild till flera av de kommersiella datanät som växt fram under 70-talet. Det amerikanska försvarets AUTODIN 2 har utformats efter ARPANET (22).

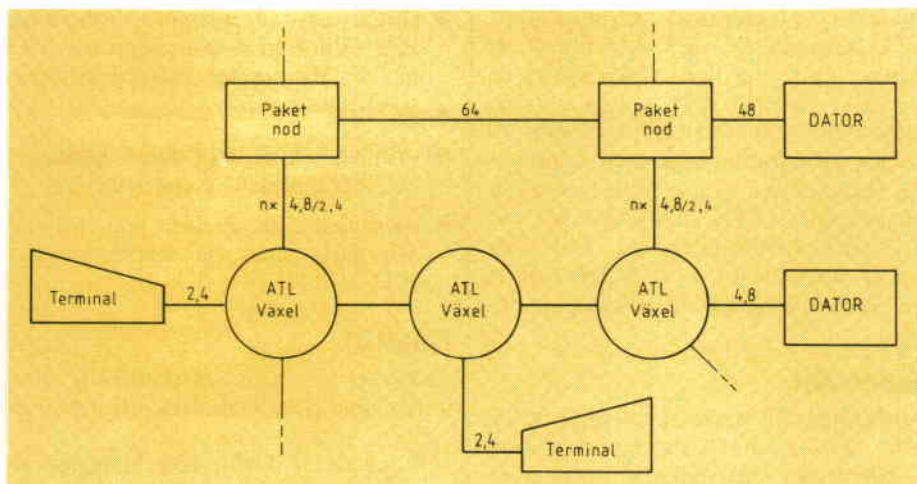
Paketförmedling eller därmed jämförbar teknik används både i nät för en speciell datortillverkares produkter och i öppna nät. Med öppna nät menar vi här nät för anslutning av datorer av olika typer.

Exempel på öppna, allmänna nät i kommersiell drift som utnyttjar paketförmedling är (12), (23)

- GTE Telenet, USA
- TYMNET, USA (jämförbar teknik)
- ITT Compatibility Network (f n endast telefaxöverföring), USA
- DATAPAC, Canada
- EURONET, EG
- TRANSPAC, Frankrike
- PSS, England
- DATEX-P, Västtyskland

De här näten har dessutom diverse specialtjänster för att underlätta anslutning av äldre system, t ex ömvändning mellan användarens eget protokoll och paketnätets protokoll.

I Sverige finns en anslutningsnod, databas 300. Via den noden (uppringda eller stela telefonförbindelser unyttjas) kan man komma i kontakt med flera internationella paketförmedlingsnät. Systemet kommer att byggas ut i takt



Principutformning av förmedlad datatrafik i FTN 64=64 kbit/s förbindelse, 2,4 (4,8)=flera 2,4 (4,8) kbit/s förbindelser.

med kundkraven. En paketförmedlingstjänst planeras till 1983 och man förutser samtrafikmöjlighet med bl.a. det kretsformade nordiska publika datanätet (NPDN) (23).

Standardisering

För att det skall vara möjligt att på ett rationellt sätt ansluta datorer och terminaler av olika typer till ett nät krävs någon form av standard. Vid anslutning till paketförmedlingsnät räcker det inte att standardisera kontaktton, elektriska egenskaper och modemsignaler. Datalänkprotokoll, paketens format, adresseringsmetoder m m måste också standardiseras.

CCITT och ISO har drivit denna standardisering. 1976 fastställdes rec X.25 (24) med TELENET's standard som förebild. X.25 m/76 lämnade många frågor obesvarade och kunde inte betraktas som en fullgånge standard. Hösten 1980 antog CCITT en ny version av X.25 (25) (26) som har fått stort gensvar från såväl nätanordnare som datorleverantörer. Även om de allmänna paketförmedlingsnäten inom kort förväntas följa X.25 m/80 innebär detta inte att näten anslutningsmässigt kommer att vara identiska. X.25, liksom de flesta andra rekommendationer, har flera frihetsgrader i fråga om val av parametrar, erbjudna tilläggstjänster m m.

Förutom X.25 har CCITT fastställt en rad andra rekommendationer som har med paketförmedling att göra.

Några av de viktigaste är

- X.75 samtrafik mellan paketförmedlingsnät
- X.121 adresseringssystem för datanät
- X.3, X.28, X.29 hur asynkrona terminaler ansluts till datorer via paketförmedlande nät. Nätet har då en särskild funktion för att ta hand om

terminalens tecken och sätta samman dem i paket (PAD-Packet Assembly and Disassembly)

Inom datakommunikationsområdet söker man skapa standarder som möjliggör s k öppna system, dvs system inom vilka man skall kunna utbyta information på ett generellt sätt. Öppna system innebär inte bara att man kan ansluta sig till samma nät. De data man sänder genom nätet måste vara begripliga och meningsfulla för mottagaren. Regler måste därför finnas för t ex teckenrepresentation, hur man hanterar och överför datafiler m m. ISO har definierat en funktionsmodell för datakommunikation i sju nivåer eller skikt (27) (28). Modellen kallas OSI, Open Systems Interconnection. De tre nedre skikten innehåller funktioner som direkt bl a berör datanät av paketförmedlingstyp. Det fjärde skiktet, transport, berör i vissa fall nätet. De tre nedre skikten är, i och med bl a X.25, väl standardiserade. Arbete med rekommendationer för de s k högnivåprotokollen pågår.

Paketförmedling i FTN

Ett antal paketförmedlingsnoder är för närvarande under anskaffning. Nätet kommer att testas och drifställas huvudsakligen under 1983 och enligt nu gällande planer vara klart för operativ drift i slutet av 1983. Det första datasystem som utnyttjar noderna är Väder-80. Noderna kommer även i ett tidigt skede att utnyttjas för att överföra trafik mellan meddelandeförmedlingscentraler för fjärrskrift (MFC).

Nätets utformning

Noderna installeras i försvarsanläggningar som är valda med tanke på trafikens effektivitet och skadetålighet i krig. Exempel på anläggningar är knutpunkter i försvarets telenät och krigsanläggningar för vissa staber.

Mellan noderna kommer stela för-

bindelser (64 kbitar/s) och uppringda ATL-förbindelser (4.8 kbitar/s) att finnas. De uppringda förbindelserna utnyttjar därmed ATL-systemets skadetålighet och flexibilitet. Uppringningen sker automatiskt och upprepas om förbindelsen skulle falla t ex p.g.a. krigsskador i FTN. I oskadat nät bär höghastighetsförbindelserna (64 kbitar/s) huvuddelen av trafiken, vilket ger kort överföringstid och hög kapacitet.

Gränssnitt

Anslutning till nätet sker enligt X.25, 1980 års version. (Nätet kan dessutom i begränsad utsträckning acceptera anslutning av terminaldator förbindelser enligt ISO IS 1745.) Tillåtna datasignaleringshastigheter är t v 2.4, 4.8 och 48 kbitar/s. Anslutning sker i allmänhet via uppringda förbindelser i ATL för att öka skadetåligheten.

Parallellt med övriga aktiviteter i anskaffningen har FMV utarbetat en detaljerad specifikation för anslutning till dataförmedlarna. Specifikationen för X.25-anslutning, 'SDX.25' (Swedish Defense, X.25) uppdateras allteftersom projektet fortskrider. I samband med test och driftsättning av nätet kommer specifikationen att utges som underlag för anslutande datasystem.

Tjänster

Nätet ger bastjänster enligt X.25, kompletterade med ett antal tilläggs-tjänster enligt X.25. Dessutom finns ett antal specialtjänster som inte omfattas av X.25.

Några av de viktigaste tjänsterna som nätet ger är följande:

- paketen levereras i samma ordning som de mottagits

- sluten användargrupp. Abonnenter som tillhör en sådan grupp kan inte nås av abonnenter utanför gruppen
- prioritet
- gruppssändning (till flera mottagare), dock endast i speciella fall
- möjlighet att ansluta sig till en alternativ nod via uppringning i ATL.

Nät drift

Stor vikt har lagts vid skadetåligheten under den systemtekniska utformningen.

Noderna är därför inte beroende av något särskilt nätkontrollcentrum för sin funktion. Vägvalsystemet anpassas automatiskt efter disponibla förbindelser mellan noderna, och deras beläggning, genom en ömsesidig uppdatering noderna emellan.

Godtycklig nätnod kan utses som nät driftcentral varifrån nätet kan påverkas och övervakas. Möjlighet finns att via vissa behöriga fjärrterminaler utföra nät drift. Nät driften utövas normalt av den nät driftledning för hela FTN som f n är under införande i enlighet med beslut av ÖB. Noderna har ett avancerat system för övervakning av funktionerna och insamling av statistik. Onormala funktioner resulterar i rapporter som sänds till vissa förutbestämda terminaler. Dessutom sker automatiskt felutpekande tester, omladdning av programmoduler och återstartförsök.

Framtida utveckling

Noderna är modulärt uppbyggda för att kapaciteten efterhand ska kunna ökas. Antalet noder kan även utökas. De viktigaste parametrarna kan för-

ändras utan att nätet tas ur drift. Programvaran är modulärt uppbyggd, bl a för att underlätta modifieringar. Med vissa undantag är programmodulerna skrivna i högnivåspråk.

Efterhand som FTN digitaliseras med införande av bl a digitala nätväxlar, kommer det att bli möjligt att etablera 64 kbitar/s uppringt. En tänkbar modifiering är att paketnät-noderna ges möjlighet att etablera sådana förbindelser (19). De korta uppkopplingstiderna i ett digitalt nät ger då möjligheter till ändrade vägvalsprinciper och ett gemensamt, effektivt utnyttjande av tillgängliga förbindelser för såväl telefoni som data. Krav på nya överföringsformer kan komma att påverka parametrar i nätet, t ex överföring av telefax (12). Utveckling av nät driftfunktionerna kan bli aktuella vid en högre integrering mellan FTN totala resurser.

De tekniska möjligheterna till samtrafik är goda m h t de oberoende delsträckorna. Sådan samtrafik kan komma att kräva införande av särskilda gränssnitt och ytterligare funktioner för säker identifiering och behörighetskontroll, t ex automatisk 'motringning' innan datasamtal etableras genom nätet. Direkt anslutning av för försvarat vissa speciella terminaler (t ex Datex) kan också bli aktuellt.

SDX.25 kan på sikt komma att kompletteras med vissa regler för informationsöverföring mellan applikationsprocesser. Ett litet antal regler för de viktigaste funktionerna ur transport-, session- och presentationskikten kan komma att behöva tillföras tidigt. Motsvarande utveckling finns inom andra större organisationer med X.25-orienterade nät och ett heterogent bestånd av datorer (29). ■

Referenslista

1. G Kihlström: 'Digital förmedling i försvarets telenät (FTN) - provnät 1980/81', TIFF nr 2 1979.
2. J Flodin m fl: 'Nu moderniseras fjärrskrift-nätet - med Datex', TIFF nr 1 1980.
3. R W Tymes: 'Routing and Flow Control in TYMNET', IEEE vol COM-29, Apr 1981.
4. J Martin: 'Distributed Processing Network Mechanisms, Standards and Recovery', Report no 5, Savant Research Studies, 1979 s229.
5. Peter F Pawlita: 'Traffic measurements in Data Networks, recent Measurement results, and some implications', IEEE vol COM-29, Apr 1981.
6. McQuillan, Cerf: 'Choices in the design of computer communications systems', IEEE catalog No EHO 137-0, s4.
7. J W Conrad: 'Character-Oriented Data Link Control Protocols', IEEE vol COM-29, Apr 1980.
8. D E Carlson: 'Bit-oriented Data Link Control Procedures', IEEE vol COM-28, Apr 1980.
9. L Pouzin: 'Methods, Tools and Observations on Flow Control in Packet-Switched Data Networks', IEEE vol COM-29, Apr 1981.
10. M Gerla: 'Flow Control: A Comparative Survey', IEEE vol COM-28, Apr 1980.

11. E Harrington: 'Voice/Data Integration Using Circuit Switched Networks', IEEE vol COM-28, June 1980.
12. 'Packet Data Communications 1981' Future Systems Incorporated, Report no 110.
13. D Sproule, F Mellor: 'Routing, Flow and Congestion Control in the Datapac Network', IEEE vol COM-29, Apr 1981.
14. McQuillan m fl: 'The New Routing Algorithm for the ARPANET', IEEE vol COM-28, May 1980.
15. H Rudin, H Mueller: 'Dynamic Routing and Flow Control', IEEE vol COM-28, July 1980.
16. M Schwartz, T Stern: 'Routing Techniques Used in Computer Communication Networks', IEEE vol COM-28, Apr 1980.
17. A Segall: 'A Failsafe Distributed Protocol for Minimum Delay Routing', IEEE vol COM-29, May 1981.
18. J Grange, J Majitha: 'Congestion Control for a packet-switched network', Computer Communications, no 3, June 1980.
19. G Coviello, R Lyons: 'Conceptual Approches to Switching in Future Military Networks', IEEE vol COM-28, Sep 1980.
20. J Gruber: 'Delay Related Issues in Integrated Voice and Data Networks', IEEE vol COM-29, June 1981.
21. S Johnson: 'Architectual Evolution: Digital unveils its Decnet Phase III', Data Communications, March 1980.
22. R Lyons: 'A Total AUTODIN System Architecture', IEEE vol COM-28, Sep 1980.
23. 'Public data Networks', CEPT/Eurodata Foundation, 4th edition 1981.
24. CCITT orange book, volume VIII.2 'Public Data Networks', ITU, 1977.
25. CCITT VIIth Plenar Assembly, Document AP VII-No.7 E, part III-2, June 1980.
26. A Rybczynski: 'X.25 Interface and End-to-End Virtual Circuit Service Characteristics', IEEE vol COM-28, Apr 1980.
27. H Zimmerman: 'OSI Reference Model-The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection', IEEE vol COM-28, Apr 1980.
28. K Larsen: 'ISO Open System Interconnection-Standardisering för kommunikation mellan informationssystem (information från arbetsgrupp)', SIS HK 30/TK3/AG4, Jan 1981.
29. 'Operations System Network Communications Protocol Specification BX.25', American Telephone and Telegraph Company, issue 2, June 1980, technical reference, PUB.54001.