

Stor kartläggning: Sveriges okända nät



Av [Jörgen Städje](#) |



Du har hört talas om internet, Telias telenät, Bredbandsbolaget och Stokab - men har du hört talas om det svenska radarnätet, SJ:s telefonnät eller Luftfartsverkets AFTN? Vi guidar dig genom Sveriges alla okända nät.

Helt bortsett från att de flesta större företag idag disponerar någon form av privat nät som är avskilt från internet och att allt flera svenska kommuner har börjat dra egna stadsnät bestående av svart fiber eller Triple-play-fiber fyllda med Internet, IP-telefoni och television i någon form, så finns det andra landsomspännande nät som man sällan eller aldrig hör talas om.

Nätet kan antingen vara ett fysiskt nät med "riktiga" sladdar, som ägs av operatören som faktiskt själv skickar data genom det, eller också kan det vara en metafor, en tjänst ovanpå någon annans nät.

En del av dem består i själva verket av enskilda WAN-ledningar eller hyrda telefonlinjer, medan andra kan vara särskilt dragna fibrer, förlagda på de underligaste ställen, hängda i kraftledningar, lagda längs järnvägen, dragna under havet, medan andra framförs som mikrovågslänkar, längs jordytan eller rätt ut i rymden.

Avsikten med att berätta om de här näten är att du ska känna till dem och, i den mån du faktiskt blir insläppt, kunna använda dig av dem den dag det behövs i din verksamhet.

Okänt telenät: Försvarets Telenät

Försvarets Telenät, FTN är ett tämligen okänt, landsomfattande telenät som används till många olika saker och består av både radiolänkar och fiber. Nätnoderna finns i

bergrum och betongbunkrar byggda för att stå emot väpnade angrepp. Strömmen kommer primärt från 48-voltsbatterier, som laddas kontinuerligt från vanliga elnätet. Reläer känner av ett strömavbrott och startar ett reservverk. Stora drivmedelstankar gör att stationerna sedan klarar sig minst en vecka utan tillsyn.

FTN är ungefär sammansatt som det vanliga telenätet, men mera baserat på radiolänkar. Det används för kommunikationen mellan olika militära installationer, men även civila myndigheter kan tänkas kopplas in. Rykten gör gällande att till exempel Rakel ska kunna framföras på FTN.

En typisk tjänst på FTN är övningsledningsnätet Telesystem 9000 som gör det möjligt för Försvarmaktens förband att kommunicera över långa avstånd.

Försvaret har ett IPv6-baserat nät också, som kallas FM IP-Nätet där all trafik är krypterad. Särskilt lätt är det inte att hitta information om det, men hör du namnet "Färist" så är det brandväggarna i FM IP-Nätet, baserade på FreeBSD.

Okänt telenät: Multicomnätet

Jämte Telias vanliga telenät finns ett larmnät. Det syns knappt om du tittar i ett teleskåp, men vanliga telefonipar är röd-gula medan larmparen är grön-gula.

Precis som telenätet, sträcker sig larmnätet över hela landet. Det hanteras numera av Multicom Security AB och övervakas hela tiden mot avbrott och sabotage. Larm, till exempel inbrottslarm, överfallslarm eller brandlarm kan via de 220 olika larmmottagarna i landet överföras till lämplig larmcentral, SOS Alarm med flera, som tar kontakt med polis, brandkår eller väktare, allt efter larmets art.

Okänt nät ovanpå telenätet: SNSN

Utöver radarnätet som beskrivs längre fram, kan man bland de obskyra näten nämna det svenska seismologiska nätet SNSN som drivs av Geovetenskapliga institutionen vid Uppsala Universitet.

Runt om i den svenska storskogen sitter 48 seismometrar fastgjutna i berget. De används till att undersöka de förskjutningar som förekommer i den svenska berggrunden och svara på frågan om varför det uppstår skalv i Sverige när vi inte ligger på någon förkastning. Varje seismometer känner till sin position och vad klockan är slagen med hjälp av en GPS-mottagare och intill sitter en liten Linux-dator som samlar på sig seismiskt data under dagen, komprimerar det och blir uppringd en gång varje natt och lämnar av det till centralenheten.

Okänt nät ovanpå telenätet: AFTN

När ett flygplan ska till någon svensk flygplats kommer data från den samordnande myndigheten i Bryssel, Eurocontrol, nämligen dess färdplan. Det rör sig om flygplanstyp, ankomsttid, antal passagerare, rutt med mera, så att den mottagande flygplatsen ska vara beredd. Eurocontrol har redan beräknat ankomsttiden och sett till att den passar in med andra ankomsttider, sk slottider.

Allt eftersom planet rör sig upp genom Sverige flyttas data om det från kontrollområde till kontrollområde, så kallade digitala samordningsmeddelanden. Detta data transporteras över Luftfartsverkets National Aeronautical Telecommunications Network, AFTN. AFTN är en blandning av modemledningar, X.25 och lite av varje.

Flyget är väldigt beroende av vädret varför SMHI också sitter med på NATN och skickar väderdata till alla flygplatser. De färdplaner som lämnas in i Sverige tar också AFTN till hjälp för att hitta till Eurocontrol, för att komma med i beräkningarna om slottider, ett system som är pan-Europeiskt.

Luftfartsverket har andra förbindelser också. Voice Communication System, VCS är det analoga tal- och intercomsystem som används på alla svenska flygplatser som administreras av LFV. Nätet växlas av växlar från österrikiska Frequentis och kan koppla valfri flygledare till radiosändare för de radiokanaler som gäller för de sektorer han har ansvar för, andra flygledare på sin eller andra flygplatser, det vanliga telenätet och andra personer på flygplatserna.

Nu är LFV på väg att byta bort VCS mot ett digitalt nät, men det ligger några år in i framtiden.



Här sitter en flygledare i Brommatornet och spanar ut över banorna. Den syntetiska radarbilden syns på bildskärmen A. Stripparna, pappersremsor med flygplanets färdplan ligger framför henne vid B i färgkodade hållare, och touchskärmen C för att manövrera telefon- och radiosystemet från Frequentis finns till vänster. Oanvända stripphållare förvaras i hyllan D.

Okänt radionät: Rakel

Rakel, Radiokommunikation för effektiv ledning, är blåljusmyndigheternas växlade radio-datanät som håller på att växa fram över Sverige.

Ursprungligen var det tack vare förmågan till kryptering, prioriterade larm med mera, huvudsakligen tänkt för Polisen, men efterhand har flera intressenter kommit in. Ja, Rakelgruppen bjuder faktiskt in alla som behöver säker radiokommunikation över stora områden. Detta är möjligt eftersom nätet kan delas in i flera VPN som aldrig berör varandra, även om sändtagarna kan finnas på samma ställen.

Rakel är baserat på Tetra-standarderna (terrestrial trunked radio) och kommer att hamna på omkring 380 megahertz och fungerar med hjälp av ett antal nätverksanslutna radiobasstationer som kommunicerar med de mobila enheterna. Dataströmmen flyter från den mobila enheten över radiobasen och via nätverket till önskad kommunikationscentral eller ledningscentral. Ett radiosamtal kan kopplas från en mobil enhet, över nätverk och ut till en eller flera andra mobila enheter var som helst inom det fysiska nätverkets sträckning. I och med att man i varje stund känner belastningen kan man redan före uppkopplingen veta om det kommer att finnas kapacitet eller ej.

Okänt radionät: Tetra hos SL

SL, Storstockholms Lokaltrafik, tröttnade på den långsamma nätutbyggnaden och införde sitt eget Tetra-nät på omkring 470 megahertz redan 2005. Det används idag för talkommunikation mellan och positionering av de 2000 bussar som färdas mellan Norrtälje och Nynäshamn och ett hundratal väktare inom SLs trafikområde, så även i Stockholms tunnelbana. Det senaste är att SL fått tillåtelse att sätta upp inte mindre än 10.000 bevakningskameror i bussar och på stationer och dessa ska också tas hem över Tetra-nätet. Tetra-2-standarderna släpper på den tidigare restriktionen på 25 kilohertz breda

radiokanaler och slår samman flera kanaler för multimediaöverföring.

Okända radionät: Interplanetära nät

Radionät kan vara glamorösa också. Det glamorösaste som finns torde vara NASAs Deep Space Network (DSN) som med tre sändarstationer utplacerade jämnt över Jorden (i Goldstone i Kalifornien, i Madrid och i Canberra i Australien) med 70-metersparaboler och sändare på upp till 400 kilowatt kan nå vart som helst inom och en bra bit utanför solsystemet. Man sänder huvudsakligen i tre band, S-bandet runt 2,2 gigahertz, X-bandet mellan 7,1 och 8,5 gigahertz och Ka-bandet runt 31-34 gigahertz.

De hastigheter som är möjliga varierar givetvis beroende på hur nära Jorden som rymdskeppet befinner sig. Nära Jorden (Månen sisådär) är flera megabit per sekund möjliga. Kommer man ut till Mars går det fortfarande att kommunicera i 250 kilobit per sekund. Det görs för närvarande till fyra satelliter som kretsar runt Mars. De små marsbilarna sänder med endast 12 watts uteffekt över en 30 centimeters antenn men kan ändå kommunicera med cirka 7 kilobit per sekund direkt till Jorden. DSN har ovanligt bra "öron".

Toppen av all datakommunikation måste ändå vara Voyager-sonderna som fortfarande, efter 25 år är aktiva och levererar data till Jorden varje dag via DSN. Voyager 1 befinner sig nu 13,5 miljarder kilometer bort, ända ute i Kuiperbältet där det fortfarande finns skräp kvar som inte blev till solsystem och kommunicerar på 16 bits per sekund upplänk och 160 bits per sekund nedlänk. Voyager kommer att fortsätta vara kontaktbara fram till år 2020 då plutoniumbatteriet tar slut och Voyager 1 kommer då att befinnas sig på 20 miljarder kilometers avstånd.

ESA, European Space Agency har ett liknande radionät som används för kommunikation med europeiska rymdsonder. Det är för övrigt svenska Rymdbolaget som driftar det, men ESA är betydligt fåordigare än NASA.

Okänt radionät: Mobitex

I Sverige har Multicom Security AB ett rikstäckande mobitexnät, som företaget förvärvade från Telia Mobile AB vid årsskiftet 2002/03. Trafiken bedrivs i duplex med utfrekvenser mellan 76-77 megahertz och infrekvenser mellan 81-82 megahertz. Nätet består av ett stort antal basstationer, ett antal lokala radio- och televäxlar och en central styrväxel för att koppla samtal och distribuera data över nätet. Att använda flera lokala växlar ger ökad snabbhet i uppkopplingar av samtal inom samma område i Sverige. Till detta kommer olika typer av centrala databaser som håller reda på trafiktider, kostnader, användare etc.

Mobitexnätet används för kommunikation med en rad rörliga objekt överallt i Sverige, exempelvis service- och distributionsbilar, kollektivtrafik, skogsnäringen, taxi m.fl. Dessutom erbjuder Multicom larmöverföring och mobila datatjänster som baseras på GPRS/3G-teknik.

Okända radionät: Radiomodemnät

Vem som helst kan för övrigt bygga sig ett radionät med hjälp av trådlösa modem från finska Satel OY. Det kan gälla enkel datainsamling eller larm med enkelriktad förbindelse från modem ute i en anläggning, och upp till 19200 bps dubbelriktad dataöverföring över ett nätverk på frekvenser mellan 380 och 470 megahertz. Med en watts uteffekt kan man komma många mil med lämpliga antenner. Exempel på användare är elverk som vill ha kontakt med utrustning i sina transformatorstationer, eller buss- eller färjeoperatörer som vill kunna skicka data till eller från sina fordon ute i linjenätet, antingen man vill skicka ut reklam eller hämta hem positioner med mera från sina fordon ute i linjenätet.

Okänt fibernät: LstNet

Länsstyrelsen i Västergötland har ett stamnät på 2-4 megabit per sekund, baserat Telisoneras fibrer, som sträcker sig mellan de

större noderna i landet, exempelvis stamnätet mellan Vänersborg och Stockholm. Noderna finns främst där det finns länsstyrelser. Från dessa löper det ut mindre accesslänkar till övriga orter där det finns länsstyrelser och myndigheter. Länkarna är dubblerade och det finns alternativvägar över andra noder om en väg skulle fallera.

Många statliga myndigheter använder LstNet för sin dataöverföring, utöver länsstyrelserna. Faktum är att nästan samtliga statliga myndigheter och några externa organisationer är inkopplade och utbyter data över nätet, till exempel Krisberedskapsmyndigheten (KBM) i Sollefteå, Valmyndigheten i Solna, Statens strålskyddsinstitut, Rikspolisstyrelsen, AMS, Boverket, Fiskeriverket, med flera.

Okänt fibernät: Driftdatanätet

Över Driftdatanätet hämtar Svenska kraftnäts Nätkontroll i Råcksta in information om situationen för hela det svenska kraftnätet, alltså strömmar, spänningar, effekter, temperaturer överallt och olika larm, och skickar tillbaka order om omkopplingar och kvittering av larm. Data samlas in i knutpunkter i cirka 150 transformator- och kopplingsstationer och över nätet färdas cirka 30.000 statusvärden och 8000 analoga värden. Mätvärden sänds var åttonde sekund, medan statusvärden sänds så fort de inträffar och därefter varje minut.

Längs de stora kraftstråken har man hängt optiska fibrer tillsammans med kraftledningarna. De formar ett jätte-WAN som sträcker sig över hela landet. Fibrerna terminerar i routerutrustning i de större kopplingscentralerna och fylls där med SDH-strömmar med så många STM-1-kanaler som behövs.

In till knutpunkterna kan data komma på en mängd olika sätt: modemlinjer, ISDN, mikrovågslänk, radio, dittan och dattan, men det är sällan hastigheterna in till knutpunkten överstiger 1200 bps. Men kapaciteterna kommer när SVKs gamla telefonisystem läggs över på WAN-et, tillsammans med den

planerade videoövervakningen av alla stationer.

Försvaret har ett intresse i Driftdatanätet och använder det för krypterad dataöverföring.

Okänt fibernät: Banverket

Banverket var tidigt ute med att dra ett eget fibernät utmed järnvägarna och använder det till i stort sett all internkommunikation i företaget. Det används som intranät mellan kontor och centraler. Alla signaler, larm och styrorder till ställverk distribueras den vägen, teletrafiken körs där och Internetanslutningen som finns i Borlänge distribueras också via fibrerna.

Felhanteringssystemet för elnätet finns över hela landet i samma fiber så att reparatörerna själva kan knappa in när de avslutat ett jobb. Dessutom finns det gott om kapacitet över. Tele2 hyr till exempel svarta fibrer av Banverket.

Banverket har egna ställverk för sina 130 kV-ledningar och använder sig inte av Vattenfalls, som styrs via Svenska kraftnäts nät.

Okända satellitnät: Inmarsat

TV-satelliterna i Sirius-serien är ett exempel på kända satellittjänster, medan Inmarsat är betydligt okändare. För närvarande finns tre satelliter i geostationär bana, Inmarsat 2, 3 och 4. De används för överföring av telex, telefon och data till fartyg på haven, till flygplan och till andra på oländiga ställen som inte har tillgång till fasta ledningar, till exempel krigsreportrar eller hjälporganisationer.

Den mobila terminalen är stor som en attachéväska, även om det börjar komma mindre, handhållna enheter. I andra änden ansluter Inmarsat-organisationen linjen till det allmänna telenätet, eller till något annat nät som kunden önskar. Man kan alltså maila till sin organisation fast man sitter med en bärbar PC mitt ute i Afrikas djungler eller driver omkring på packisen vid Antarktis.

Okända satellitnät: NATO

Försvarsorganisationen Nato har flera kommunikationssatelliter i omlopp, en del nya, krypterade och en del äldre, öppna. De äldre har flera gånger blivit föremål för hackning eftersom de bara fungerar som transpondrar för inkommande radiomeddelanden. Har man en bra riktantenn och vet vart satelliten finns och transponderns in- och utgångsfrekvenser kan man skicka ett meddelande till den och få svar.

Okända satellitnät: OSCAR

OSCAR-serien med satelliter (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio) inleddes 1961 med den enkla satelliten OSCAR 1 som sände "Hi-Hi" i morse på 144,983 MHz under tre veckor tills batteriet tog slut. Det senaste tillskottet är sex transpondersatelliter i CubeSAT-serien som kan reläa data som enkel FSK-nyckling eller över AX.25-protokollet. Där kan man tala om ett vida spritt satellitnät som är tillgängligt för alla och envar.

Andra okända nät: i fordon

Moderna bilar börjar bli fly-by-wire, med alla interna funktioner nätverkskopplade. I nyaste Volvo S80 kan man göra allt från att tända strålkastarna till att gasa och bromsa via nätverk. I huvudsak används fyra olika delnätverkstyper i bilar, som benämns utifrån det kommunikationsprotokoll som används;

HS-CAN (250 kbps på koppar), MS-CAN (125 kbps på koppar), MOST (10 Mbps på fiber) och LIN (9600 bps på koppar). Dessutom börjar även delnätverk med kommunikationsprotokollet Flexray att dyka upp. Vanligtvis är samtliga dessa delnätverk ihopkopplade via gateways. Delnätverken är vanligtvis "LAN-kopplade", undantaget är MOST-nätverket som oftast är ringkopplat.

I en Volvo kan man hitta upp till 60 styrenheter med egen processor, samt något hundratal sensorer och ställdon. Sensorerna

används till exempel för att mäta temperaturer, tryck (såsom däcktryck), krafter, vinklar och positioner. Ställdonen (och det finns cirka 70 stycken av dem i en Volvo) används för rörelser, airbags, bältesförsträckare, dörrlås, fönsterhissar och visning av olika typ.

En särställning bland sensorerna intar farthållningsradarn som faktiskt själv kan ta över gas och broms för att se till att hålla rätt avstånd till framförvarande fordon.

Till detta kommer alla enheter för ljud, bild, navigering och telefoni och deras antenner och mottagare.

För säkerhets skull hålls till exempel framdrivningen på ett enskilt nätverk som kommunicerar med de övriga näten via en gateway.

Säkerheten ökas också i och med att de nätverksenheter som är viktiga för säkerheten strömförsörjs från två håll för att inte sluta fungera om en ledning från batteriet skulle gå av. Ändå räcker inte detta för att upprätthålla säkerheten för om hela nätet skulle slås ut måste man till exempel ändå kunna bromsa. Bromspedalen har därför också en hydraulcylinder som påverkar bromsarna direkt om elektroniken skulle fallera. Man får trampa hårdare på bromsen, bara.

Andra okända nät: Atlantkablar

"Atlantkablar" är egentligen ett missvisande namn eftersom olika nationella telebolag har gått samman och dragit kablar runt i stort sett alla världens kuster. Den utan konkurrens längsta sladd som finns på denna jord heter SEA-ME-WE3 (South East Asia-Middle East-Western Europe) och ägs av Singapore Telecom.

Kabeln, som blev klar år 2000 ligger förlagd i havet en bit utanför nästan hela den eurasiska kontinenten, och angör land på 39 ställen i 33 länder och 4 kontinenter från Västeuropa (bland andra Tyskland, England och Frankrike) och till Fjärran östern (i bland andra Kina, Japan och Singapore) och

Australien. Den totala längden är 39.000 kilometer (Ekvatorn runt är 40.000 kilometer!).

Kabeln består idag av två fiberpar med 8 våglängder vardera. Vissa våglängder körs på 10 gigabit per sekund medan andra körs på 2,5. Total kapacitet är 505 gigabit per sekund, eller 3232 STM-1-kanaler.

Mera exakt börjar den i tyska Norden, gör en liten avstickare till Goonhilly i England där den suger upp all engelsk teletrafik, går in genom Gibraltar sund, genom Suezkanalen till Indien, en liten sväng till Australien och så upp igen via Sydkorea och slutar i Japan. Det är en lång sladd!

Var och en som vill kan köpa kapacitet. Det kostar så lite som 50 dollar per 2 Mbps gånger antalet kilometer. Det kan vara tryggt att veta att du får rabatt över 10.000 kilometer. De flesta kablar som faktiskt korsar Atlanten heter TAT-någoting (TransAtlantic Telephony).

Den första kabeln för telefoni hette TAT-1 och började läggas redan 1956 mellan Skottland och Newfoundland och klarade hela 48 samtidiga telefonsamtal. Den pensionerades så sent som 1978. Den senaste, TAT-14 klarar 640 gigabit per sekund. Det finns nu så många hundra atlantkablar att det är underligt att det inte fastnar ubåtar i nätet varenda dag. Det finns faktiskt så många sjökablar att de fått en egen skyddsorganisation som ser efter dem: International Cable Protection Committee, främst för att skydda dem från fiskeindustrin.

Ett annat intressant faktum är att det numera finns så många sjökablar i alla världens hav att en del av dem håller på att tas ur drift trots att de fungerar utmärkt, eftersom det finns så många nya kablar med betydligt högre kapacitet som kan ta över. De gamla kablarna skänks bort till vetenskapen som har dem till att bygga nya nätverk med, främst för mätningar på sjöbotten. Kablarna kan användas as-is eller klippas upp i mindre bitar och bli till flera nätverk.

Anledningen till att de flesta afrikanska kustländer har Internet, medan de flesta mitt inne i landet aldrig har sett Internet är just att det distribueras på sjökabel och att förbindelsen sällan når längre än till området runt landningsplatsen, alltså huvudstaden. Ett exempel är kabeln Africa One, på www.cybergeography.org/atlas/africa_one_large.jpg.

Det svenska radarnätet

Radarnät och radar? Vem har en radar på bakgården? Var kommer nätverk och kommunikation in? Det intressanta med det svenska radarnätet är hur man med mycket enkla medel, utan varje form av överkill (som till exempel fibrer med obegränsad bandbredd) har löst en kommunikationsuppgift med mycket stränga säkerhetskrav och med livsuppehållande funktion.

Sekundärradar är ett utmärkt exempel på trådlös datainsamling, inte helt olik det man gör med RFID-etiketter i vart och vartannat snabbköp, och därpå följande helt grym datakomprimering, eftersom data måste sändas över långsamma WAN-linjer.

Det enda som egentligen skiljer datainsamling via radar från snabbköpet är avståndet till databäraren (3 centimeter kontra hela Sverige). I övrigt använder sig båda tillämpningarna av en frågare (interrogator) på en fast frekvens, en svarare (transponder), en tolk och dataextraktor och efterföljande översändning av data till ett eller flera centrala datorsystem och efterföljande loggning. Att radardata dessemellan tas om hand av flygledare, ja det har inte med datainsamlingen att göra.

Radarnätet: Sekundärradar

Sekundärradarn är egentligen inte en radar. Den studsar inte en radiovåg på något. Den ser inte ekon av saker, som flygplan, moln, hus och så vidare. Istället skickar den ut en serie kodade frågepulser på 1030 megahertz som

fångas upp av en transponder-mottagare i ett flygplan.

Transpondern tänker på saken i 3 mikrosekunder och skickar tillbaka ett svar på 1090 MHz. Svaret är 20,3 mikrosekunder långt och består av en startpuls, 12 datapulser om 0,45 mikrosekunder (puls = 1, ingen puls = 0) och en slutpuls.

Sändnings- och svarssekvensen är öppen och väldokumenterad och kallas för Mode-A och Mode-C, beroende på frågepulsernas timing. Transpondersvaret i Mode-A är transponderns ID-nummer (0000-7777 oktalt), och i Mode-C flygplanets höjd (12 bitar). Radarn fångar upp svaret och dataprocessorn som sitter kopplad efter radarmottagaren extraherar databitarna. Militären har en krypterad version med mera data inblandat, som allmänt kallas för IFF, Identification Friend or Foe.

Nästa processor tar hand om bäringen (antennens riktning), avståndet till transpondern (ekotiden) minus vändtiden, och realtiden och bakar ihop detta med det extraerade datat till en datapost per flygplan som innehåller datum och tid (14 siffror), bäring (4 siffror), avstånd (4 siffror), transponderkod (4 siffror), höjd (4 siffror), totalt 30 tecken.

Dataposten passas in i ett protokoll som kallas "200-formatet", ett äldre svenskt militärt system för överföring av radardata. Dessutom passas dataposten in i det nya protokollet "Asterix" från Eurocontrol, den myndighet som övervakar hela Europas flygtrafik och anger sam-europeiska standarder inom flygsäkerhetsbranschen.

Eftersom det tar 5 sekunder för antennen att gå ett varv (12 v/min) och maximal last normalt ligger på 70 flygplan blir det cirka 420 tecken per sekund. Det går alltså mycket väl att pressa igenom på en vanlig telefonlinje med de smått antika Televerket Datel 4800-modem som används för överföringen av 200-formatet. Asterixprotokollet använder sig av flera värdesiffror och ger därmed högre noggrannhet och har dessutom mera overhead. Asterix-data överförs därför på ett Datel

19200-modem.

Man kan ju fundera över vad som händer om det finns två eller flera flygplan på samma plats men på olika höjd, eftersom de kommer att svara nästan samtidigt. Situationen kallas "garbling" och då tittar dataprocessorn på de inbördes tidsförhållandena mellan pulserna och om olika pulståg förekommer med olika signalstyrka och försöker separera pulstågen. LFVs radarer klarar av att separera hela fyra svarssekvenser som ligger staplade på varandra.

Än värre blir det om en transponder träffas av två radarer. Då lämnar den två svar, båda på 1090 megahertz. Båda radarerna hör båda svaren men för varje radar är ett av svaren fel, så kallad "fruit". Det svar som inte kommer synkront med den egna sändningen kan silas bort med en så kallad "de-fruiter".

Radarnätet: Primärradar

Primärradarn å andra sidan ser allt, hus, träd och vattentorn och dessutom radaränglar, enligt den gammaldags varianten med en linje som sveper runt och ritar upp landskapet, vilket sedan långsamt bleknar bort tills nästa svep kommer. Det kan vara intressant i Hollywood, men definitivt inte för en flygledare.

Vad som är intressant är inkommande flyg som inte har transpondern på, okänt flyg, främmande makt eller flyg med trasig transponder, så kallade intruders. De syns bara på primärradar. En människa kan inte se ett rörligt mål nere i allt "clutter" (radarskräp) men en signalprocessor som undersöker ekot i både avstånds- och frekvensdomänen kan se om det finns ekon som rör sig tack vare deras dopplerskift och det faktum att objektet håller samma kurs (flyttar sig lika mycket) under flera radarsvep. Minst fyra svep måste till för att objektet ska betraktas som permanent.

Sådana ekon bestäms till sin position och bäring (men man kan naturligtvis inte få höjden) och åsätts ett objektnummer. Med samma metoder som för sekundärradarn görs

ekona om till textsträngar som skickas till sekundärradarn för fusion med sekundärradardata.

I en process kallad SMPE, Secondary Monopulse Plot Extractor slås kända transpondersvar samman med primärradarobjekt i en combiner. Om ett primärradareko vid sammanslagningen kan bekräftas vara detsamma som ett transpondersvar, kastas primärradarobjektet.

För att det här ska fungera måste de båda radarerna rotera synkront, och det sköts genom att den ena agerar mästare och tvingar den andra att följa i slavläge.

När primär och sekundärradardata sålunda konsoliderats, passas detta in i 200-formatets eller Asterix-systemets överföringsprotokoll och går iväg på modem till förbrukarna. De okända primärradarobjekt som finns kvar, märks upp på ett särskilt sätt hos flygledarna eftersom de förtjänar extra uppmärksamhet.

Systemet är redundant i flera nivåer. Data ut från installationen går i två kanaler till varje mottagare. Det betyder alltså två modem per mottagare. Två modem till Arlanda, två till Uppsala, två till Bromma, två till Västerås och så vidare. Fjärrövervakningen av radarn, RCMS, Remote Control and Monitoring System kommer in på två andra, redundanta telefonlinjer och kräver två 4800 bps modem till.

Visst skulle man kunna vara elak och stänga av strömmen till hela modemracken i Uppsala, men tro inte för den skull att du sätter stopp för all flygtrafik i Mellansverige. Arlanda går då över till en andra radar, Arlanda Radar och kör vidare som vanligt.

LFV äger dataleverantörerna, radarerna, och anslutningsutrustningen, modemen, men radarnätet i sig självt är bara en tjänst eftersom den framförs på hyrda linjer på Telias telenät.

Radarnätet: Sensorfusion

Att transpondersvaren kommer in som enkla textrader gör saken mycket enkel för trackingsystemet i flygledning. Använder man MRTS, Multi Radar Tracking System, plockar systemet in radardata från flera radarer (egentligen från flera modem) och försöker slå samman dem till en och samma radarbild för operatören. Ett flygplan kanske ses av 3-4 radarer men det är inte sannolikt att de ger exakt samma position.

Sannolikt är dock att skillnaden är så liten att det är betydelselöst. Eftersom de 3-4 resultaten är textrader i en tabell är det enkelt att bara slänga tre av dem och presentera det fjärde. Skulle de skilja sig för mycket presenterar man ett vägt medelvärde av positionerna. Vägningsfaktorn är till exempel datats kvalitet, om garbling förekommit osv. Detta problem bortfaller helt om man bara använder sig av en enda radar, eftersom varje plan då bara får en enda position.

Radarnätet: Säkerhetskopiering

Allt radardata för Mellansverige säkerhetskopieras på ATCC på Arlanda i systemet IOR, Input/Output Recording. Det läggs på hårddisk och blir kvar där i 30 dagar, varefter det backas ut på DAT-band. Data som syns hos ATCC är naturligtvis exakt detsamma som syns på Bromma så det räcker med att det kopieras på Arlanda.

Det är ju inte det vanligaste, att man bläddrar tillbaka i backuper varje dag men på Arlanda händer det flera gånger i månaden när det blir diskussioner om några flygledare som inte

sett ett flygplan. En säger "Jag såg det hela tiden" medan nästa säger "Nehej, det försvann från radarn vid den tidpunkten" och då måste man rulla tillbaka backupen och kontrollera om just det planet sågs i just den sektorn vid den angivna tidpunkten. Flygledarna kan ju välja att se en samlad bild av alla tillgängliga radarer, eller välja bara en enda och då kan planet ha försvunnit från just den radarn men visas på alla de andra.

Vi, vanliga passagerare, ska nog vara glada åt att backupen finns...

Ja, här har du fått ett litet skrap på ytan av de okända nätverk som huserar överallt på vår jord och i rymden runt omkring oss. Man kan lugnt konstatera att de allra flesta nätverk som finns är helt och hållet okända, proprietära, hemliga, företagsinterna, militära, underjordiska och oåtkomliga i största allmänhet, men ovanligt många av de okända är öppna för din och min trafik bara vi är beredda att betala och, framför allt, känner till dem.

Det faktum att det i stort sett bara finns fyra nätägare och tillika operatörer i Sverige har inte hindrat hundratals företag från att köpa kapacitet på näten och kalla dem för "sina". Människans uppfinningsförmåga är ofattbar. Dagens nätverk sträcker sig allt från ett par meter upp till ett par miljarder kilometer. De långsammaste körs på telefonmodem och är bara på några tusen bitar per sekund medan till exempel IP-Onlys fiberring runt södra Sverige toppar på drygt 1,5 terabit per sekund.

Det finns allt, för alla smaker.

Fakta Kända och okända nät

Nät finns i två olika smaker, sådana där det fysiska kablaget ägs och drivs av ett företag och sådana där nätet i själva verket är en tjänst som körs ovanpå ett fysiskt nät som drivs av någon annan. Så värst många nätägare till fysiska nät finns det inte i Sverige. Det är Teliasonera, TDC-Song, Telenor och IP-Only när det gäller landsomfattande fibernät, och i stort sett bara Teracom när det gäller mikrovågslänk-nät av någon större dignitet.

Nät som tjänster finns det betydligt flera av. Man kanske kan kalla dem virtuella nät. Vart och vartannat outsourcingföretag säger sig äga ett nät, fast det i själva verket är ett protokollager ovanpå något eller några av de ovannämnda näten. De enda delar som den virtuella nätägaren eventuellt har är de fibrer som dragits från den verkliga nätägarens närvaropunkt till en kundinstallation, i det fall man inte använder sig av fibrer som redan finns i ett stadsnät.

Ett obskyrt specialfall är när man bygger upp ett nät av WAN-länkar med vanliga modem över telenätet. Behöver man inte flytta mycket data, men har datainsamling över hela landet, duger det utmärkt. Det svenska radarnätet är ett sådant nät, och det överträffas måhända bara i obskuritet av det svenska seismologiska nätet SNSN.

Om okända nät

- Det finns väldigt många flera datornät än man tror. Hela Sverige, Jorden och rymden är fulla av dem.
- Människans nätbyggande är egentligen ofantligt: Vi bygger små CAN-nät som sträcker sig inuti en bil, ända upp till trådlösa nät som sträcker sig långt utanför solsystemet.
- Ett av de största mätinstrument som finns är det seismologiska SNSN som tar upp seismiskt data från hela landet.
- Radarnätet är ett bra exempel på datainsamling via nätverk när den är som bäst. Må så vara att databärarna flyger fram i stratosfären i 800 kilometer i timmen, men det är fortfarande vanlig datainsamling, demodulering, felrättning, rimlighetsbedömning, datakomprimering, kommunikationsprotokoll och överföring till slutanvändarnas databaser.

Så går du vidare

Här har du en del att gosa dig åt inom ämnet okända nätverk, nu när det stundar mörka, kalla vinterkvällar:

- Inmarsat och deras bredbandstjänster per satellit finns på www.inmarsat.com
- Eget radionätverk kan du bygga med finska radiomodem från Satel: www.satel.fi
- Lite om Försvarets Telenät FTN och TS 9000 finns på www.armen.mil.se/index.php?c=news&id=13575
- Den första transatlantiska kabelns beskrivs på www.answers.com/topic/tat-1-1
- Världens absolut längsta sjökabel: www.smw3.com
- Atlantkablarna i allmänhet: www.answers.com/topic/transatlantic-telephone-cable
- Snygga kartor av sjökablar och annan cybergeografi: www.cybergeography.org/atlas/cables.html
- Alla sjökablars egen skyddsorganisation: www.iscpc.org
- Luftfartsverket som använder radar finns på www.lfv.se
- Eltel Networks som driver LFVs radarer och nätverk: www.eltelnetworks.se
- Primärradarn ATCR-33 S går igenom i detalj på www.infocom.uniroma1.it/~robseu/Radar%20e%20navigazione%20aerea/Seminario%202/seminario%20AMS%202.pdf Svårfattlig URL, men du hittar det om du söker på "atcr 33 s" i Google.
- Selexi System Integrati, www.selexi-si.com som numera tillverkar ATCR-33 och annan flygledarutrustning har en väldigt italiensk webbplats som är svårbegriplig.
- Gotta dig åt ASTERIX-protokollet på www.eurocontrol.int/asterix/public/standard_page/asterix_cats.html
- Samma radardata används på ett annat sätt på ATCC, läs webbartikeln till N&K 12/2006.