

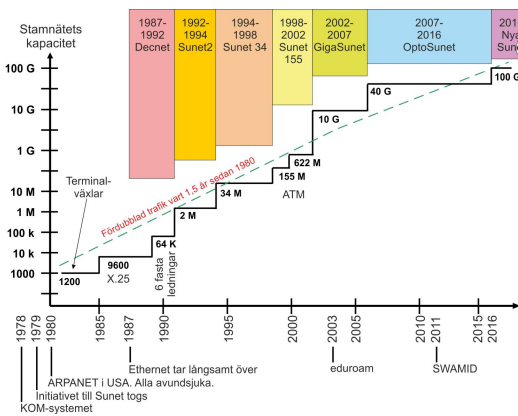
## LÅNGARTIKEL: VAD SOM HAR VARIT OCH VAD SOM KOMMA SKALL

Utvecklingen av Nya Sunet är för närvarande inne i en mycket expansiv period. Tårtan som signalerade undertecknandet av kontraktet med fiberleverantören Tele2 avsågs den 14 april 2015. Därmed var det klart att Sunet får tillgång till 7000 kilometer alldeles ny fin svart fiber, till den facila kostnaden av cirka 300 miljoner kronor.

Historiken fram till sagda tårta tillhör en av grundstenarna i internetutvecklingen i Sverige. Nya Sunet är ungefär den sjunde generationens Sunet, som började sitt liv långt innan Internet fanns över huvud taget.

### HEROISK HISTORIA: SUNET FÖRE INTERNET

Bulletin Board-systemet KOM, som utvecklats av Torgny Tholerus och Jacob Palme vid QZ slog ned som en bomb på DEC-datorerna på KTH omkring 1978. Elektroniska meddelanden som man kunde ta upp hur mycket tid som helst med! Det första sociala mediet, kanske man kan säga. KOM blev oerhört populärt och ställde dessutom till med den första elektroniska skandalen (Eskil Block, FOA, 1988). Fast då kunde ingen ana vad som komma skulle.



Tanken på ett samordiskt datornät föddes vid en konferens mellan nordiska representanter för NORDUnet i Tällberg år 1980, där man insåg att man borde kunna slå samman de befintliga universitetsnäten, norska Uninett, danska Centernett och svenska Sunet. Eftersom Ethernet ännu inte var dominerande, skulle det visa sig svårt att direktkommunicera mellan olika maskinarkitekturer. Tiden var ännu inte inne, men år 1985 gav Nordiska Ministerrådet 9,5 miljoner norska kronor till en utbyggnad av NORDUnet under åren 1986-1989.

Under tiden tillkom flera universitetsnät ute i världen. Arpanet var inte ensamt, utan fick konkurrens av Csnet (1981), Bitnet och Earn (1981) samt det sameuropeiska Eunet (1982). Sunet i Sverige anslöts till Earn 1985. Men det var ännu tidiga dagar och få standarder existerade. TCP/IP var ännu inte dominerande.

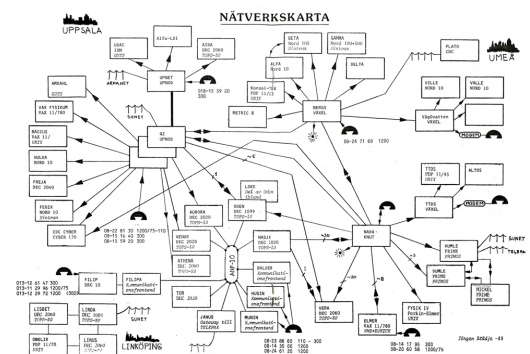
Diagram över Sunets utveckling mellan 1978 och 2016.

### 1980-TALET

KTH med omnejd var i början av 1980-talet uppkopplat med ett terminalnät som bestod av väldiga mängder asynkrona terminalförbindelser enligt RS-232-standard, med kapaciteter mellan 1200 och 9600 bps. Terminalerna var kopplade till terminalväxlar och genom att ge växeln lämpliga kommandon kunde man koppla sig till lämplig dator, eller till nästa växel, eller till utringande telefonmodem. Mellan städerna användes Televerkets X.25-förbindelser (även kallad Datapak) på 9600 bps.

Den här nätverkskartan är förmodligen den allra första officiella beskrivningen av terminalnätet på KTH med omnejd, alltså första generationens Sunet, eller måhända Pre-Sunet. Den visar alla datorer och växlar på KTH och UPNOD i Uppsala, samt förbindelser till Linköping och Umeå. Terminalsalarerna där studenterna satt och arbetade, finns inte med. De är naturligtvis också kopplade till växlarna. Andra förbindelser kallas bara Sunet, men ingen forskade just då vidare i var de ledde. Som du ser fanns Internets föregångare Arpanet med på ett hörn också, såväl som Televerkets Telepak (som ingen var särskilt glad över på grund av den låga kvaliteten).

Kartan ritades av undertecknad och publicerades i Datorföreningen Stackens tidning Stackpointer år 1983 (länk längst ned). Det visade sig vara oklokt för systemavdelningen såg helst att studenterna inte kände till nätets fulla utbredning, särskilt inte de utringande modemerna, och tillhöll undertecknad att "det där gör du inte om igen":



Nätverkskarta över terminalnätet på KTH, 1983.

Eftersom Sunet var den enda svenska internetleverantör (om man nu kan tala om Internet som sådant) som fanns före 1989 var en del kommersiella aktörer också anslutna, utöver högskolor och universitet. Men Sunet-ledningen började undra varför ett universitetsnät skulle överföra data från kommersiella företag? Kanske Televerket skulle vilja ta över den kommersiella trafiken? Men nej, Televerket var inte intresserat. Det där med TCP/IP kan väl aldrig bli till något?

Fram till 1990 hade de allra flesta svenska universitet huvudsakligen datorer från Digital Equipment Corporation (DEC) och de hade sina egna kommunikationsmetoder. I övrigt rådde protokollförvirring. De nordiska länderna hade förvillat sig in på OSI-protokollets förrådiska mark, medan andra använde NJE, Decnet eller UUCP.

1987 hade Televerkets 64 kbps X.25 och överföring med OSI-protokoll blivit ohanterligt dyrt. IP-protokollet fick betydande stöd av experter som Peter Löthberg och Juha Heinänen från Finland. Det var övergången till IP som möjliggjorde sammankoppling med de amerikanska näten.

1988 övergavs slutligen X.25 för internationella Ethernet-förbindelser mellan Stockholm, Espoo och Trondheim, som medgav både Decnet och TCP/IP. Strax därefter kom 64 kbps-förbindelsen med John von Neumann Center i Princeton. 1989 anslöts NORDUnet med 64 kbps till Eunet och därmed också till kärnforskningsanstalten CERN. Hela Europa var nu, om än motvilligt, TCP/IP-land. I och med kontakten med CERN kom också kontakten med Tim Berners-Lee och fenomenet World Wide Web.

## 1990-TALET

Televerket var som sagt inte intresserat av att driva ett datornät för kommersiell trafik, men Jan Stenbeck, ägaren av telefoniföretaget Comviq Skyport var mera förutseende och bildade dotterbolaget Swipnet AB år 1990 och byggde upp nätverket med samma namn: Swipnet (Swedish IP Network). Swipnet startade sin verksamhet 1991 och blev den allra första kommersiella internetleverantören i Sverige. Swipnet var även en av de första kommersiella internetleverantörerna utanför USA. De följdes i Sverige av Televerkets Tipnet under hösten 1991. Swipnet blev en del av Tele2 1994.

1991 gjorde sig Litauen fritt från Sovjetunionen och de andra baltstaterna följde snabbt efter. När Datorföreningen Stacken på KTH fick insikt i misären bara 40 mil från Sveriges kust föddes idén med en egen "containeraffär". Stacken skickade VAX-datorer och terminaler till universiteten i Riga och Tallinn, installerade dem och ordnade med internetförbindelse till KTH, en av de första förbindelserna till det forna östblocket.

Diagrammet i inläggets inledning visar hur Sunet därefter utnyttjade förbindelser med allt ökande kapaciteter. Kostnaderna kunde pressas, tack vare den möjlighet till konkurrens som uppkom då Televerket fick släppa sitt monopol på fasta förbindelser år 1992.

**2 Mbps** blev stamnätets nya kapacitet år 1992, då Sunet började flytta trafik i Televerkets Tipnet.

**34 Mbps** välsignades stamnätet med år 1994, då nya pengar inkommit från Utbildningsdepartementet som ett av resultaten från den svenska Superdatorkommitténs arbete. Samma år förstärktes också förbindelserna till samtliga mindre och medelstora högskolor från 64 kbps till 2 Mbps.

**155 Mbps** blev möjligt i och med avtalet med Banverket 1998, då Sunet kunde dras i Banverkets SDH-nät som fanns utlagt längs banvallarna i hela landet. Mellan större orter skaffades kapaciteten **622 Mbps**.

**GigaSunet** med sina **10 Gbps** kom år 2002 och med det även redundansen och ringstrukturen. Den stora kapaciteten gjorde det möjligt att anordna videokonferenser med mycket höga kvalitetskrav och skicka stora mängder data mellan samverkande datorer i grid-nät.

**OptoSunet** med **40 Gbps** realiserades år 2007 med sina två halvor, röd och grön, i en stjärnstruktur indelad i tre separata system: nord, väst och syd. OptoSunet är också användbart för den som behöver en punkt-till-punkt-förbindelse utan routrar för att kunna överföra stora mängder data direkt mellan två punkter.

I och med denna utveckling blev peeringpunkter (utbytespunkter) mellan kommersiella aktörer i Sverige viktiga. 1996 begärde regeringen att Internet i Sverige skulle formaliseras och säkras och Netnod bildades av TU-stiftelsen (Stiftelsen för Telematikens utveckling). 1997 sålde Sunet sin och vid den tiden Sveriges enda internetknutpunkt (D-GIX) till Netnod. Netnod har idag fem utbytespunkter.

## FÖRBINDELSER MED USA

Förbindelsen mellan NORDUnet och USA förtjänar en särskild beskrivning. 56 kbps till John von Neumann Center i Princeton fanns som sagt redan i slutet av 1988, vilket uppgraderas till 64 kbps under 1990. I början av 1995 hade kapaciteten ökat till 4 Mbps och man planerade 8 Mbps. Den framsynte Peter Löthberg var emellertid inte nöjd utan "fixade" ett par dagar före det första IETF-mötet i Stockholm 1995 en förbindelse på ofattbara 34 Mbps, som ett samarbete mellan Tele2, Sprint och National Science Foundation. Denna ofattbart snabba länk var överbelastad redan året därpå och Tele2 började prover med 155 Mbps. 1997 blev 155 Mbps NORDUnets standardförbindelse till USA. 1999 var den samlade kapaciteten till USA uppe i 465 Mbps, år 2000 hade den nått 777 Mbps och 1,4 Gbps år 2001.

En spännande sak är att Sunet i samarbete med den amerikanska internetoperatören Sprint vann överföringsrekordet Land Speed Record år 2004 från Luleå till San José i Kalifornien. Överföringen sträckte sig över 28.983 kilometer och totalt överfördes 1.966.080.000.000 byte på 648,81 sekunder vilket är en kapacitet på 4311 Mbps, utan ett enda överföringsfel. Det var så sensationellt att det till och med hamnade i Guinness Rekordbok. Rekordet noterades till 69.073 Tbmps (ähum... terabitmeter per sekund).



Bild: Hans Wallberg

Det rekordet slog vi snabbt en månad senare, nämligen den 12 september 2004 när vi överförde 1831 gigabyte samma väg felfritt på en timme, vilket resulterade i ett nytt rekord på 124,935 Pbmps (petabitmeter per sekund).



Bild: Hans Wallberg

I november 2008 var det rekorddags igen, när Sunet, NORDUnet och Sprint tillsammans kunde visa upp världens längsta 40 Gbps-förbindelse, från Luleå till New York. Då rörde det sig om 9600 kilometer. Det var dessutom den första transatlantiska förbindelsen på 40 Gbps.

## NYA SUNET TAR FORM

Designen av nya Sunet började redan före sommaren 2014 och det hela ska vara klart för drift i slutet av 2016. Skisser skissades på både kuvert och servetter om hur nätet skulle byggas upp för att bli redundanta på riktigt.

Det gäller att hålla tidsplanen för design och installation strikt för att verkligen bli klar på utsatt tid.

Bygget av ett fiberoptiskt nät börjar med en upphandlingsprocess, som ska skötas enligt alla konstens (och statens) regler. Sunets designgrupp lade ut en anbudsfrågan till olika fibernätsägare redan i mitten av 2014 och fick tillbaka anbud i december samma år. Under januari 2015 lades pannorna i väldigt djupa upphandlingsveckor och i april 2015 blev det klart att Tele2 hade vunnit. Kontraktet skrevs på, man high-fivade inför kamerorna och tårtan halades fram.

Upphandlingen hade verkligen flutit helt smärtfritt, helt utan den blindskärgård av protester och överklaganden som annars är vanlig vid statliga upphandlingar av telekom.

Trodde du att det värsta var över? Det var det inte. Nu vet designgruppen vilken sorts fibrer man har att räkna med och kan påbörja sina diskussioner om optik- och routerval. Det kan man hålla på med fram till allra senast september 2015, då maskinvaran måste beställas för att man ska hinna få den levererad i januari 2016. I februari 2016 är det nämligen tänkt att byggnationen av stamnätet ska påbörjas, för att man ska kunna börja flytta över kunder från OptoSunet under sommaren. Om inget går fel ska allt vara i full drift i oktober 2016.

En icke föraktlig uppgift återstår. All den gamla ändrustningen från OptoSunet, som routrar och transpondrar med mera, måste monteras ned. Den kan inte bara få stå och ta upp plats. Hur detta ska gå till är inte klart, men vad som är klart är att det kommer att kräva en signifikant arbetsinsats in på år 2017.

## VAD SOM KOMMA SKALL

Vad måste Sunet klara av i framtiden? Redan tidigt insåg man att kapacitetskraven skulle komma att fördubblas vart 1,5:e år. Ett antal verkligt stora dataproducenter kommer att behöva sända riktigt mycket data runt omkring i Sverige och ut över landets gränser.

Landet har sex **superdatorcentra**, i Göteborg, Linköping, Lund, Stockholm, Umeå och Uppsala, som skickar väldiga mängder utdata till användarna. En utdatafil från en superdatorkörning kan vara allt mellan 100 gigabyte och 100 terabyte. Det är så mycket att man knappt vågar tänka på det.

**Råö-teleskopet** med sin långbasinterferometri kommer att behöva sända dataskurar i storleksordningen 50 Gbps under flera timmar till England och Nederländerna. Även verksamheten med LOFAR, att kunna pejla lågfrekventa radiokällor i rymden, kommer att dra bandbredd, eftersom det är ett sameuropeiskt radioprojekt. Här kan du läsa mer om Onsala på [sunet.se](http://sunet.se)



LOFAR-antennerna vid Råö ser ut som en platta, men är i själva verket en hel matris av korsade dipoler. Foto: Onsala rymdobservatorium/R. Hammargren

märkas på att de verkar som gravitationella linser på objekten bakom. Det hela är cirka 3 miljoner ljusår brett och den sammanlagda massan är nästan en kvadriljon ( $10^{24}$ ) gånger solens massa. De blå områdena har räknats fram manuellt av forskare från University of California, Santa Barbara, Stanford University och från Stanford Linear Accelerator Center (SLAC).

CERNs detektorer sprutar ut många hundra megabit data per sekund som bland annat ska till svenska universitet för utvärdering.



Vilje. Bild: NTNU

Det är uppdatering och synkning av studenternas alla mobiltelefoner och plattor. Summan av uppdateringstrafiken bara till Apple belöper sig för närvarande till cirka 5 Gbps och det ser inte ut att minska.

Framtidens datamängder är ovissa, men så ska det väl vara? Tänk om allt vore möjligt att veta i förväg? Kapacitetshungern kommer sannolikt aldrig att mättas.

Det nya partikelforskningslabbet **Max IV-laboratoriet** och den ännu inte färdiggrävda **European Spallation Source** i Lund kommer att bli datasprutor av rang.

**CERN** har kört igång igen, denna gång med siktet inställt på universums mörka materia. Avsikten är att en gång för alla bevisa om sagda materia finns och vilken sorts partiklar den i så fall består av. De flesta satsar på WIMP (Weakly Interacting Massive Particle).

Bilden visar vad som händer när två galaxhopar slår ihop, vilket händer då och då i universum (violett). De drar med sig var sitt moln av WIMP (blå), men WIMP-arna är kollisionlösa, far tvärs igenom kollisionen och fortsätter förbi en bit. De kan fortfarande inte ses, men eftersom de har gravitation, kan effekterna av dem



Två galaxhopar slås ihop. Bild: NASA, ESA, CXC, M. Bradac och S. Allen.

**SMHI** delar superdatorkapacitet med norska **MET**. För närvarande räknar SMHI väder på den norska superdatorn Vilje i Trondheim och Sunet står för dataförbindelsen från Norrköping. Efter några år kommer de att byta om så MET räknar på en svensk superdator och då kommer datavolymer att ha ökat ännu mer. (tungrekanlegg = superdator).

**EISCAT 3D** (European Incoherent SCATter scientific association) är en ny spännande del av jonosfärforskningen, där svenskar, finnar och norrmän ska försöka avbilda jonosfären och dess variationer i tre dimensioner.

Dessutom finns ett oändligt antal små dataproducerer som skapar ett bakgrundsbrus som ständigt flyter runt på Sunet. Detta ska inte heller föraktas.



EISCAT-radarn i Kiruna. Bild: Tpheiska, CC BY-SA 3.0

## SÅ ATT...

Räkna med en spännande utveckling av nya Sunet framöver. Undertecknad ska försöka förse dig, käre läsare, med information om det mesta, från fakta om det administrativa arbetet, till djupdykningar i de optiska fibrernas skimrande värld. Jag hoppas du ska finna Fiberfeber värdig ditt fortlöpande intresse.

## LÄS MER

**Fiberkontraktet påskrivit** <http://computersweden.idg.se/2.2683/1.622696/universiteten-far-nytt-supernat-nar-sunet-storsatsar-pa-svartfiber>

**Läs NORDUnet:s fullständiga historik här**

[http://www.sunet.se/download/18.5980f13b12211bd97fd8000896/TheHistoryOfNordunet\\_simple.pdf](http://www.sunet.se/download/18.5980f13b12211bd97fd8000896/TheHistoryOfNordunet_simple.pdf)

**Swipnet-historia** <http://sv.wikipedia.org/wiki/Swipnet>

**Internets utveckling i Sverige** [http://sv.wikipedia.org/wiki/Internets\\_historia\\_i\\_Sverige](http://sv.wikipedia.org/wiki/Internets_historia_i_Sverige)

**Datorföreningen Stackens historia** <http://techworld.idg.se/2.2524/1.454545/the-stacken-story>

**Stackpointer nummer 1, 1983** <http://elvira.stacken.kth.se/~mz/sp/stackpointer-1983-1.pdf>

Skriven av



**JÖRGEN STÄDJE**

Jag heter Jörgen Städje och har skrivit om teknik och vetenskap sedan 1984. Friskt kopplat, hälften brunnet!