

Februari 2005

SUNET efter 2006

Rapport till SUNETs styrelse från framtidsgruppen

version 1.0

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
1. Sammanfattning.....	5
2. Uppdraget	8
2.1 Uppdragsspecifikation.....	8
2.2 Arbetsgruppens sammansättning	8
2.3 Arbetsformer.....	9
2.4 Fem huvudområden.....	9
2.5 SUNET – Sunet	10
3. Nulägesbeskrivning	11
3.1 Historia	11
3.2 Organisation och finansiering.....	12
3.3 Teknisk beskrivning.....	14
3.4 Trafikutveckling.....	15
4. Internationell utblick.....	20
4.1 Inledning.....	20
4.2 SUNET i jämförelse med andra nät och nätorganisationer	20
4.3 Framtidsstudien SERENATE.....	23
Internet Protocol version 6.....	23
Autentisering och auktorisation.....	23
Optisk transmission - hybridnät.....	23
Svart fiber.....	24
Användarnas behov.....	24
5. Kartläggning av behov med ett svenskt perspektiv	25
5.1 Behov av gemensamt nät och forskning	25
5.2 Utbildningens behov	27
5.3 Studenternas behov	31
5.4 Biblioteksservice integrerat i utbildning	32
5.5 Forskningens behov	33
5.6 Dagens tjänster – fortsatt behov.....	36
5.7 Administrativa system.....	37
6. SUNETs nät efter GigaSunet	38
6.1 Principer i GigaSunet	38
6.2 Nya behov och krav	39
6.3 Routrar eller direkta förbindelser?.....	39
6.4 Optiska nät.....	40
6.5 SUNETs nät efter GigaSunet.....	41
6.6 Rekommendation inför fortsatt planering	42
7. Tjänster i ett framtida SUNET	44
7.1 InfraserVICES.....	44
7.2 IP-telefoni	44
7.3 Nationell upphandling av programvaror till	45
7.4 Nätbaserade möten.....	45
7.5 Rekommendation	45
8. Organisation av ett framtida SUNET.....	46
8.1 Organisatorisk tillhörighet.....	46
8.2 Organisationsform.....	46
8.3 Rekommendation	47

9.	Finansiering	48
9.1	Finansieringsmodeller	48
9.2	Finansiering av ett framtida SUNET	48
9.3	Rekommendation	50
Appendix:	Förklaring till använda förkortningar	51
	Högskolebeteckningar (som används i graferna avsnitt 3.4)	51
	Övriga acronymer och förkortningar (som ej förklaras i texten)	51

1. Sammanfattning

Framtidsgruppens medlemmar, som tillsatts av SUNETs styrelse och bidrar med kompetens och erfarenhet från forskning, utbildning, biblioteksverksamhet, IT-verksamhet, administration och förvaltning och representerar flera högskolor med olika karaktär, har varit samstämmiga i sin syn på behovet av SUNET och utvecklingen framöver.

Framtidsgruppen har sammanfattningsvis gjort följande iakttagelser och lämnar följande rekommendationer.

Iakttagelser

- Sunet är idag ett väl fungerande nät både vad avser kapacitet och säkerhet.
- Datatrafiken i GigaSunet mäts kontinuerligt. För dimensionering av SUNET är topptrafiken intressant. Variationerna högskoleorter emellan är anmärkningsvärda. Mätningar visar att vid de flesta av de universitet och högskolor som har studentbostäder anslutna är minst hälften av trafiken relaterad till studentbostäder.
- En internationell jämförelse visar att dagens SUNET ligger väl i nivå med näten i andra länder i de flesta avseenden och förefaller kostnadseffektivt.
- I Sverige, liksom i flertalet länder i Europa, är inte de nationella forsknings- och utbildningsnäten en begränsning utan flaskhalsarna finns i de lokala campusnäten.
- SUNET är en förutsättning för att svenska universitet och högskolor skall få tillgång till forskningsnät i Europa och Nordamerika.
- SUNETs användarstudie våren 2003 visar att praktiskt taget alla studenter har tillgång till dator.
- Tillväxten i utnyttjandet av SUNET är idag ca 50% per år.
- Utbildningens behov, sett i ett 3-4 års perspektiv, borde gå att tillgodose med i stort sett den kapacitet SUNET har idag.
- Det finns en bred uppslutning kring vikten av att SUNET bör hålla fast vid ambitionen att ha ett nät med näst intill hundra procentig tillgänglighet.
- Från studenthåll finns en önskan om att alla studenter ska ha tillgång till ett bra Internet oavsett var de befinner sig så att de kan komma åt de verktyg de behöver för att sköta sina studier.
- Ett fungerande nät är för många studenter lika viktigt som el och värme i undervisningslokalerna.
- SUNETs användarstudie visar att näst intill alla forskare och i stort sett alla doktorander använder Internet. SUNET erbjuder dem bra bandbredd inom Sverige och utmärkta förbindelser med utlandet.
- Eftersom större delen av forskningen är internationell till sin karaktär och ofta bedrivs i nära samarbete med forskargrupper utomlands är de internationella förbindelserna av särskilt stor betydelse.
- Flertalet forskningsområden torde under de närmaste 5 åren klara sig gott med ett nät av den kapacitet som Gigasunet har.
- Flera forskningsområden är dock på väg in i en fas där de kommer att ställa högre krav på bandbredd och tillgänglighet.
- SUNET bör ha tätare kontakter med aktiva forskargrupper för att få information om deras önskemål.

- Utöver de tjänster som praktiskt taget varje Internetleverantör erbjuder tillhandahåller dagens SUNET ett antal mer specifika tjänster som universitet och högskolor har efterfrågat.

Rekommendationer

SUNETs nät efter Gigasunet

- Ett basnät med minst samma kvalitet och funktionalitet som dagens är en nödvändighet för både utbildning och forskning och måste handlas upp på nytt.
- Vissa forskningsområden har utöver detta behov av extremt hög kapacitet eller extremt hög tillgänglighet och säkerhet. Detta kan åstadkommas med ett s k hybridnät, där flera våglängder för speciella ändamål kompletterar det routade nätet som alla behöver.
- Det nya nät som anskaffas för perioden efter 2006 bör baseras på s k svart fiber, som SUNET hyr för en tid av 8-10 år, samt egen utrustning för våglängdsmultiplexering.
- Eftersom NORDUnet väntas välja samma teknik för sitt nästa nät underlättas genom detta val en samordning med NORDUnet, och eventuellt kan delar av infrastrukturen för SUNET och NORDUnet vara gemensam. *Förutsättningarna för detta bör undersökas av SUNETs styrelse.*

Finansiering

- Den flexibilitet ett hybridnät ger ställer krav också på en flexibel finansiering. Finansieringen av ett hybridnät måste vila på andra principer än dagens. De högskolor/institutioner som inte har behov av annat än det routade nätet (basnätet) skall inte behöva betala för användarna med extrema behov.
- Även när det gäller finansieringen av basnätet bör vissa förändringar övervägas. Det har visat sig att de högskolor som har ett stort antal studentbostäder anslutna tenderar att utnyttja det gemensamma nätet betydligt mer än högskolor som inte ansluter bostäder.
- Framtidsgruppen föreslår att studentbostäder exkluderas i basnätet men kan anslutas till SUNET mot en av styrelsen fastställd avgift. Att grupper av unga, kreativa studerande får tillgång till stora mängder bandbredd och därigenom får möjlighet att pröva nya idéer är i grunden positivt och kan på sikt visa sig vara en lönsam investering för det svenska samhället. Men denna typ av användning får inte vara det som blir dimensionerande för SUNET så att bostadsanvändningen leder till ökade kostnader för universitet och högskolor.
- I de fall SUNET erbjuder tjänster som bara vissa högskolor är intresserade av bör särskild finansiering av tjänsten övervägas, om kostnaderna för tjänsten inte är obetydliga och en särskild avgift för tjänsten väntas leda till intäkter som väsentligt överstiger kostnaderna för att administrera ett betalningssystem för tjänsten.
- I övrigt anser vi att grundprincipen också i fortsättningen skall vara att basnätet finansieras gemensamt av högskolorna enligt fördelningsnycklar som skall var enkla, samtidigt som de skall vara svåra att manipulera.
- Exempel på sådana enkla och lättförståeliga nycklar är högskolans intäkter, antal anställda, antal helårsprestationer. Tidigare utredningar har visat att valet av nyckel i undantagsfall får stora effekter på vilken avgift

högskolan får betala, samtidigt som inget mått korrelerar väl med graden av användning mätt som utnyttjad bandbredd.

- Framtidsgruppen är dock enig om att inte föreslå ett avgiftssystem som grundas på trafikmätningar, p g a de negativa effekter ett sådant system skulle ha på användningen och utnyttjandet av den investering som nätet utgör. Dessutom kan ett system som bygger på trafikmätningar lätt manipuleras.
- Framtidsgruppen rekommenderar SUNETs styrelse att utarbeta ett nytt system för finansiering av basnätet utgående från en kombination av någon eller några av variablerna antal studenter, antal anställda, storleken av statsanslagen eller omslutning.
- Förslaget att användarna av egna våglängder också får betala för dessa innebär sannolikt att dessa kostnader kommer att betalas av forskargrupper med anslag från forskningsråd – s k externa medel. Samtidigt ingår de externa medlen i de totala intäkterna, som är en av de föreslagna tänkbara fördelningsnycklarna. Här kan det finnas en risk för dubbelräkning av resurser, som måste beaktas av SUNETs styrelse vid utformningen av betalningssystemet avseende basnätet.
- För att undvika att svenska forskare anpassar sina ambitionsnivåer efter det som erbjuds som ”gratis” infrastruktur är det viktigt att SUNET bedriver uppsökande verksamhet och kontaktar forskare som kan tänkas dra nytta av egna våglängder.

Organisation

- Framtidsgruppen förslår ingen förändring när det gäller Vetenskapsrådet som värmyndighet.

2. Uppdraget

2.1 Uppdragsspecifikation

SUNETs styrelse gav 2003-10-23 en särskild utsedd arbetsgrupp, benämnd Framtidsgruppen, följande uppdrag:

- diskutera vilket innehåll SUNETs verksamhet bör ha efter 2005 för att på bästa sätt tillgodose högskolornas behov av gemensam infrastruktur, gemensamma tjänster och gemensam utveckling
- undersöka vilka krav olika slags forskning ställer på SUNET och hur SUNET bör utvecklas för att tillgodose dessa krav
- på motsvarande sätt undersöka utbildningens behov av nätanvändning och särskilt då krav som ställs på distansutbildningen
- undersöka SUNET s betydelse för studenterna och betydelsen av att Sunet är tillgängligt på olika sätt i olika studiesituationer
- ta fram underlag för en bedömning av vilka ekonomiska och administrativa förutsättningar som kommer att finnas för SUNET s verksamhet efter 2005.

Beträffande Framtidsgruppens arbetssätt mm konstaterade SUNETs styrelse följande:

- SUNETs styrelse är uppdragsgivare
- synpunkter skall inhämtas direkt från universitet och högskolor och olika grupper av användare genom besök på universitet och högskolor
- inledningsvis förutsätts gruppen koncentrera sig på frågor om behov, innehåll samt organisation och ekonomi för att senare (2005) mer konkret börja diskutera kraven på en infrastruktur som skall ersätta Gigasunet.

2.2 Arbetsgruppens sammansättning

SUNET styrelse har för uppdragets genomförande utsett följande arbetsgrupp:

Staffan Sarbäck, universitetsdirektör, Luleå tekniska universitet, ordförande
Ewert Bengtsson, professor, rektors rådgivare i IT frågor, Uppsala universitet
Per Gunningberg, professor, Uppsala universitet
Lars-Åke Idahl, överbibliotekarie, Umeå universitet
Bengt Lörstad, rektor, Högskolan Kristianstad
Ingrid Melinder, prefekt, KTH
Peter Olsson, vicerektor, Chalmers tekniska högskola
Bengt Persson, professor, Karolinska Institutet och Linköpings universitet
Benny Stridsberg, studeranderepresentant, SFS
Inger Törnqvist, personalchef, Växjö universitet
Torbjörn Wiberg, IT-chef, Umeå universitet
Björn Wittenmark, professor och vicerektor, Lunds universitet
Anders Ynnerman, professor, Linköpings universitet

Olle Thylander, Vetenskapsrådet, sekreterare
Hans Wallberg, SUNET, expert

2.3 Arbetsformer

Arbetsgruppen har sammanträtt vid 8 tillfällen geografiskt spridda över landet. Vid varje sammankomst har företrädare för de närliggande universiteten och högskolorna bjudits in för att ges möjlighet att dels ge synpunkter på dagens SUNET, dels ges möjlighet att tillsammans med arbetsgruppen diskutera framtida behov, finansiering m m. En av sammankomsterna förlades till Amsterdam där besök gjordes på TERENA-sekretariatet samt SurfNet.

Vid SUNET Forum i oktober 2003 presenterades uppdraget av arbetsgruppens ordförande. Arbetsgruppens principiella synpunkter presenterades vid SUNET Forum i oktober 2004. Därutöver har Framtidsgruppens arbete presenterats vid TREFpunkts möte i Kiruna mars 2004 samt för förvaltningscheferna vid Sveriges universitet och högskolor vid tre tillfällen.

SUHF:s styrelse har vid två tillfällen getts information om Framtidsgruppens arbete, dels i samband med starten i december 2003, dels i samband med arbetsgruppens preliminära ställningstagande i november 2004.

Beskrivning och analys har genomförts dels med hjälp av sammanställningar av befintligt material i olika former, dels med hjälp av information som samlats in via kontakter med företrädare för universitet och högskolor. Medlemmar ur arbetsgruppen har getts i uppdrag att inför varje arbetsmöte förbereda och analysera olika intressegruppers framtida behov av ett gemensamt datanät.

2.4 Fem huvudområden

Utredningsarbetets inledande diskussion resulterade i en analys av vilka områden och frågeställningar som borde fokuseras i det fortsatta arbetet. Följande fem huvudområden identifierades:

- Högskolornas behov av ett gemensamt nät för utbildning, forskning och administration/övrigt
- Studenternas behov av ett högskolegemensamt nät
- Nätkapacitet efter Gigasunet
- Högskolornas behov av tjänster samt SUNETs roll
- Organisatoriska och finansiella frågor

I det följande analyseras nyckelfrågorna inom dessa huvudområden samt lämnas rekommendationer till ställningstagande. Inledningsvis presenteras en nulägesbeskrivning avseende SUNET samt en internationell utblick.

2.5 *SUNET – Sunet*

Tidigare kunde man med Sunet mena dels den totala verksamheten, dels det nät som knyter samman universitet och högskolor. Därför har den distinktionen införts att SUNET (skrivet med versaler) används för verksamheten i sin helhet (inklusive tjänster och administration) medan Sunet (med små bokstäver) avser enbart själva nätet.

Det nuvarande nätet kallas ju GigaSunet och är därmed lätt att skilja från SUNET, men i konsekvens med tidigare praxis skrivs alltså Sunet i sammansättningen GigaSunet med små bokstäver.

3. Nulägesbeskrivning

3.1 Historia

SUNETs historia går tillbaka till 1980-talet och dåvarande Styrelsens för Teknisk Utveckling (STU:s) och Forskningsrådsnämndens (FRN:s) ramprogram för informationsbehandling. Början var att universitetsdatacentralerna kopplades samman med hjälp av X.25-växlar och terminalanslutningsenheter. Den tidens SUNET var i praktiken ett nät för trafik mellan terminaler och X.25-anslutna datorer. Någon dator-till-dator-trafik förekom nästan inte. När STU- och FRN-projektet var avslutat tog universitetsdatorcentralerna på sig ansvaret att driva SUNET vidare och finansierade detta (delvis) genom användaravgifter.

År 1983/84 genomförde FRN en utredning kallad datorkraft för forskningen. Ett resultat av denna utredning var att FRN i fortsättningen tog på sig ett ansvar för utbyggnaden av SUNET. Under perioden 1985 - 1988 moderniserades SUNETs X.25-växlar och utrustning anskaffades för att möjliggöra kommunikation mellan datorer tillverkade av Digital Equipment Corporation (DEC). Beslutet att satsa på datorer från DEC grundades på en enkät som visade att det totalt vid de svenska universiteten fanns 65 datorer som skulle ha nytta av datakommunikation. Alla dessa var tillverkade av DEC.

Från hösten 1987 blev det både ekonomiskt och prestandamässigt omöjligt att basera kommunikationen på Televerkets X.25-tjänst. I stället hyrdes ett antal fasta linjer av televerket och ny kommunikationsutrustning inköptes, som även medgav kommunikation mellan datorer av andra fabrikat än DEC. Antalet anslutna datorer hade då ökat till över 2 000 och SUNET hade utvecklats till ett etablerat produktionsnät.

Från 1988 till 1992 fungerade den dåvarande nationella högskolemyndigheten, UHÄ, som huvudman för SUNET. I samband med omorganisationen av myndighetsstrukturen 1992 övertog Verket för högskoleservice (VHS) rollen som ansvarigt administrativt organ men förlorade den 1995 till Högskoleverket sedan regeringen beslutat om ytterligare förändringar i myndighetsstrukturen.

Viktigare än de administrativa förändringarna var dock att SUNET vid denna tid mer och mer började se Internetprotokollet (IP) som den standard man måste bygga på och att man lyckades etablera internationella förbindelser tillsammans med de akademiska näten i de övriga nordiska länderna. Efter några år hade IP helt tagit över och SUNETs Decnet-nät kunde fasas ut. Av avgörande betydelse för det nordiska samarbetet var att man fick till stånd en egen förbindelse till Internet i USA och tidigt blev en del av Internet.

Tekniskt sett präglades SUNET under UHÄ/VHS-epoken av en mycket stark tillväxt. Utvecklingen gick snabbt både vad gäller tillgänglig nätkapacitet och antal anslutna datorer. Antalet registrerade anslutna datorer ökade från knappt 20 000 år 1992 till närmare 200 000 år 1995. Mot slutet av perioden visade enkäter att praktiskt taget alla studerande vid universitet och högskolor på ett eller annat sätt har tillgång till SUNET. De första fasta förbindelser SUNET skaffade hade kapaciteten 64 kbit/s. 1992 fick SUNET 2 Mbit/s i ryggradsnätet, och 1999 hade kapaciteten i olika steg ökat till 622 Mbit/s.

Under de allra första åren var SUNET ett nät enbart för universiteten och de större högskolorna, men relativt tidigt under UHÄ-perioden anslöts också alla mindre och medelstora högskolor (dock inte de konstnärliga högskolorna). Från början fick dessa högskolor anslutas via förbindelser som kontrollerades av större högskolor, men från 1998, när SUNET slöt ett avtal med Banverket; fick alla högskolor (utom de konstnärliga) egna direktförbindelser till SUNET med kapaciteten 155 Mbit/s.

Genom ett regeringsbeslut 1996 fick SUNET en roll inte bara för högskolesystemet utan också för det kommunala biblioteksväsendet och för kultursektorn. SUNET fick i uppdrag att erbjuda alla huvudbibliotek, länsbibliotek och läns museer anslutning med 2 Mbit/s. Detta genomfördes så att SUNET efter upphandling slöt ett avtal med Telia, som åtog sig att ansluta de bibliotek och museer som önskade anslutning på de av regeringen angivna villkoren (innebärande att staten står för kostnaden under 2 år mot att kommunerna garanterar att de betalar för samma anslutning eller tillhandahåller en likvärdig anslutning under ytterligare 3 år). För cirka hälften av de berörda organisationerna har avtalstiden gått ut under våren 2004, medan SUNET fortfarande har ett ansvar för att avtalen efterlevs i hälften av fallen. Intressant nog protesterade många kommuner till en början att 2 Mbit/s var en alldeles för stor kapacitet, medan de i dag skaffat sig mångdubbelt större kapacitet och kan integrera biblioteksförbindelserna i de kommunala näten.

Ungefär samtidigt fick SUNET ett engångsanslag om 66 Mkr – som hjälp att förstärka förbindelserna mellan högskolorna - men också kravet att de konstnärliga högskolorna samt alla centrala museer också skulle anslutas till SUNET. Dessutom bestämde regeringen att denna senare grupp inte skall betala några avgifter till SUNET, vilket innebär att anslaget till SUNET från Regeringen belastas med dessa kostnader.

Under 2001 blev det uppenbart att infrastrukturen med 155 Mbit/s i accesslinjerna och 622 Mbit/s i ryggradsnätet inte skulle klara en fortsatt trafikökning mer än något år till. Den lösning SUNET fastnade för var att anskaffa ett Gigabitnät, där man använder fiberoptiska förbindelser och utnyttjar en teknik som kallas våglängdsmultiplexering. Vi är därmed framme vid dagens (2005) SUNET.

Gigabitnätet levereras av TeliaSonera och räcker än så länge mer än väl till för högskolornas behov. (Varje högskola har en accessförbindelse om 2,5 Gbit/s och ryggradsnätet klarar 10 Gbit/s). En ny upphandling måste dock göras för tiden efter 2006 eftersom avtalet med TeliaSonera inte kan förlängas bortom 2006 och det är en anledning till uppdraget till framtidsgruppen. En annan anledning är att historien lär oss att vi kan vänta oss en snabb trafikökning även i fortsättning, och då måste en ny infrastruktur finnas på plats när kapacitetstaket i den tidigare lösningen sprängs.

Slutligen kan konstateras att det inte längre är Högskoleverket som är huvudman för SUNET. Fr.o.m. 2001 ligger ansvaret för SUNET hos den nya forskningsrådsmyndigheten Vetenskapsrådet.

3.2 Organisation och finansiering

Verksamheten leds av en styrelse som till sig också har knutit en teknisk referensgrupp. SUNET har inga egna anställda. Det arbete som utförs regleras i avtal mellan SUNET och berörda högskolor. I dagsläget har Umeå universitet, via datorcentralen UMDAC, utvecklings- och informationsansvaret. Luleå tekniska universitet, via sin datacentral, har det

SUNET efter 2006 – rapport från framtidsgruppen

tekniska ansvaret för nätet GigaSunet. KTH, närmare bestämt gruppen KTHNOC, har tilldelats bl.a. drift- och övervakningsansvaret.

Uppsala universitet, via sin enhet för IT-stöd, har ansvaret för datorsäkerhetsfrågorna inom SUNET i form av den s k CERT-verksamheten – där CERT står för Computer Emergency Response Team. IT-stöd vid Uppsala universitet har även ansvaret för driften av SUNETs filarkiv. På samtliga högskolor och universitet i landet finns dessutom kontaktpersoner som är specialiserade på för SUNET viktiga ämnesområden – t ex säkerhet och nätstruktur.

Vetenskapsrådet fungerar som administrativ huvudman för SUNET och där finns också SUNETs kansli. Det är också Vetenskapsrådet som tillsätter de 13 ledamöterna i SUNETs styrelse efter förslag från Sveriges universitets- och högskoleförbund (SUHF), Sveriges förenade studentkårer (SFS) samt Kungliga biblioteket.

SUNET finansieras med statliga anslag och med avgifter från de anslutna universiteten och högskolorna. Avgiften står i proportion till högskoleenheternas intäkter föregående år. ”Externa” organisationer betalar en avgift som är proportionell mot anslutningens kapacitet, samtidigt som avgiften också påverkas av organisationens storlek räknat i antal anställda.

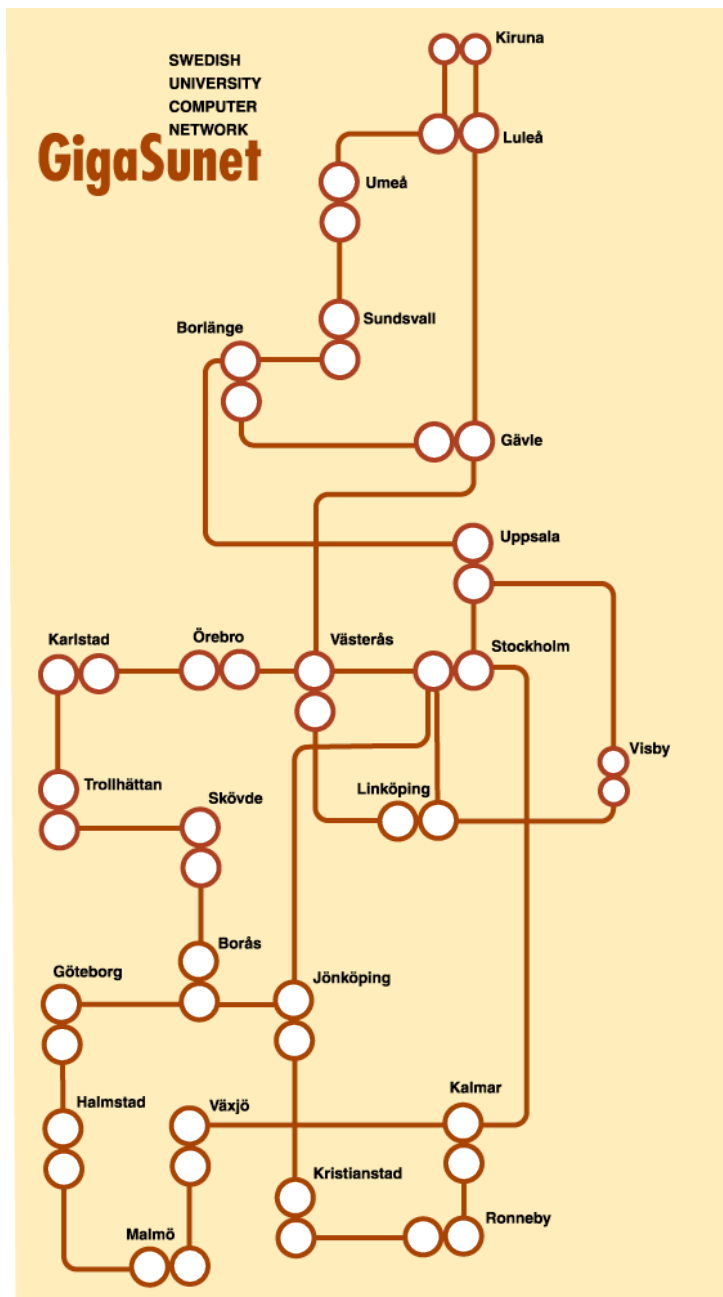
Budgeten för 2005 uppgår till 164,3 Mkr och anslaget till SUNET över statsbudgeten uppgår 2005 till 39,65 Mkr eller 24 % av SUNETs budget. 3,65 Mkr beräknas SUNET få in i form av avgifter från s k externa organisationer (akademier, vissa myndigheter m fl organisationer som högskolorna har samarbete med), medan resterande 121 Mkr (73,6 %) måste finansieras av universitet och högskolor gemensamt på det sätt som beskrivs i föregående stycke.

Under 2004 har högskolornas kostnad för SUNET legat på samma nivå (120 Mkr).

3.3 Teknisk beskrivning

GigaSunet är ett nät baserat på routrar (kommunikationsdatorer) i en ringformad struktur med förbindelser som har en kapacitet av 10 Gbit/s. Det kallas ofta för ryggradsnätet.

Ryggradsnätets uppbyggnad framgår av följande figur.



På varje universitets- och högskoleort finns det två ryggradsroutrar som knyter samman ryggradsnätet och ansluter det till universitetet eller högskolan. Varje universitet och högskola ansluts till GigaSUNETs ryggradsnät med s.k. accessförbindelser som har en kapacitet av 2,5 Gbit/s. Lokalt på varje universitet och högskola finns två stycken accessroutrar placerade. Till dessa är det lokala campusnätet anslutet med flera lokalnätsanslutningar som var och har kapaciteten 1 Gbit/s (s.k. GigabitEthernet - GE). Accessförbindelserna är också uppbyggda i en ringstruktur och där kan kapaciteten i princip förstärkas till 2x2,5 Gbit/s.

Genom att GigaSunet har en ringformad struktur, både vad gäller ryggradsförbindelserna och accessförbindelserna, och genom att såväl ryggradsrouterna som accessrouterna är dubbelrade har nätet en extremt hög tillgänglighet. Trafiken till eller från ett universitet eller en högskola störs inte av att en enstaka förbindelse eller en enstaka router är ur funktion.

SUNET hyr samtliga ryggradsförbindelser (10 Gbit/s) i GigaSunet och alla accessförbindelserna (svart fiber) utom i Stockholm av TeliaSonera. I Stockholm hyr SUNET accessförbindelserna av Stokab AB. Ryggradsrouterna är placerade i telestationer och telehotell som ägs av TeliaSonera.

De statliga museerna, Kungliga biblioteket, de konstnärliga högskolorna och de externa organisationerna i Stockholmsområdet, som är anslutna till SUNET, kopplas upp via fiberförbindelser som hyrs av Stokab AB till accessroutrar placerade vid KTHNOC som är SUNETs driftgrupp vid KTH. Anslutningarna är i de flesta fall utformade som Fast Ethernetförbindelser (100 Mbit/s), men det finns även någon enstaka Gigabit Ethernetförbindelse (1000 Mbit/s). Allt fler av de organisationer som är anslutna på detta sätt efterfrågar nu en reservförbindelse till SUNET för att gardera sig mot störningar förorsakade av trasiga förbindelser eller routrar.

Driften av GigaSunet sker i tre nivåer. Nivå 1 sköts av Telia MNS och omfattar dygnetruntbevakning och felanmälan. Nivå 2 sköts av KTHNOC och omfattar avancerad felsökning, routing, konfiguration och rådgivning. Nivå 3 tar hand om ledningsfrågor, nätdesign och uppföljningsstudier. Denna nivå hanteras av SUNETs ledning.

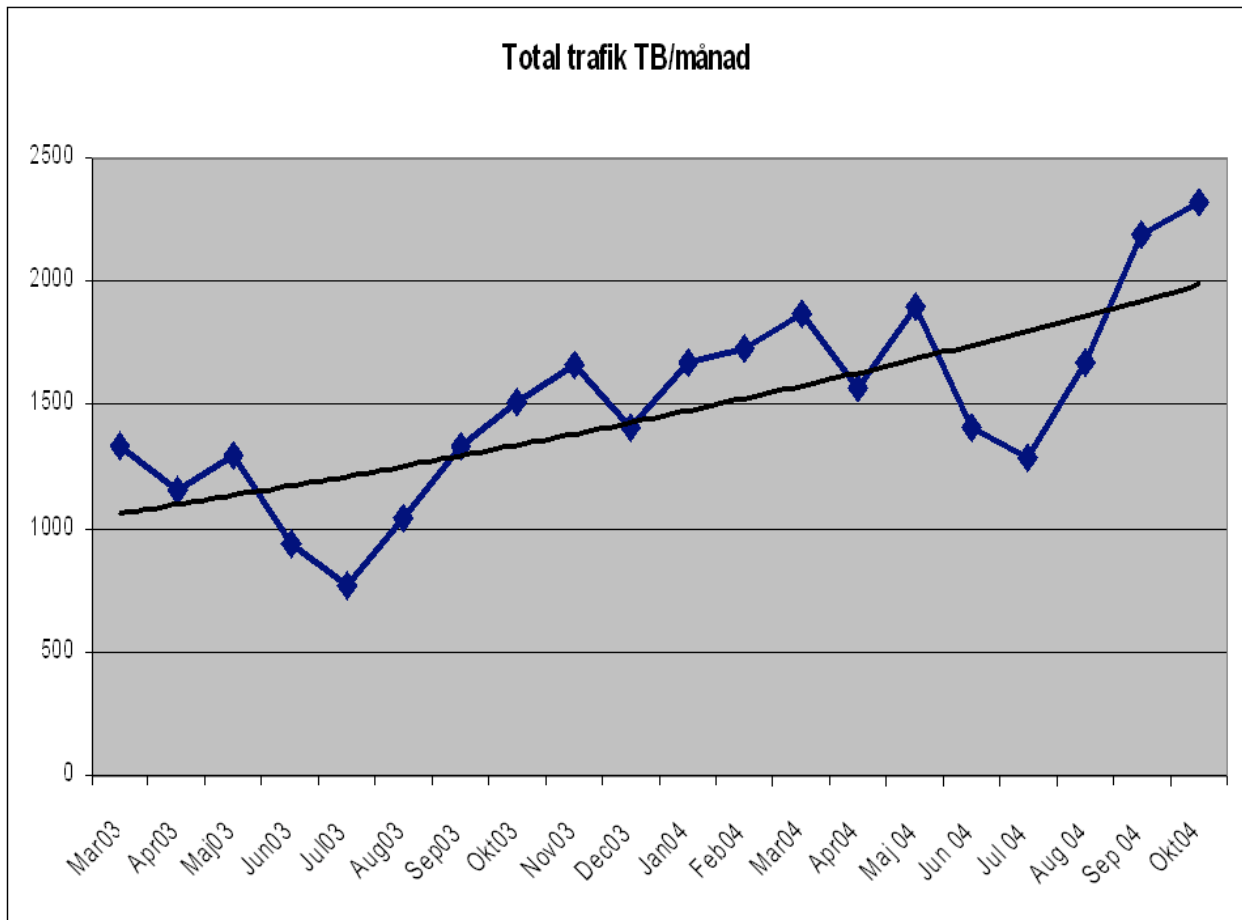
3.4 Trafikutveckling

Datatrafiken i SUNETs nuvarande nät, GigaSunet, mäts kontinuerligt. Det gäller såväl trafik till och från varje ansluten organisation som trafiken på varje kommunikationsförbindelse som ingår i GigaSunet. Underlag för mätningarna kommer från de routrar (kommunikationsdatorer) som ingår i GigaSunet.

Mätningarna görs av TeliaSonera MNS, som är den organisation som svarar för grundläggande övervakning av GigaSunet 24 timmar per dygn året runt. Mätningar görs även av KTHNOC, som är SUNETs driftgrupp vid KTH.

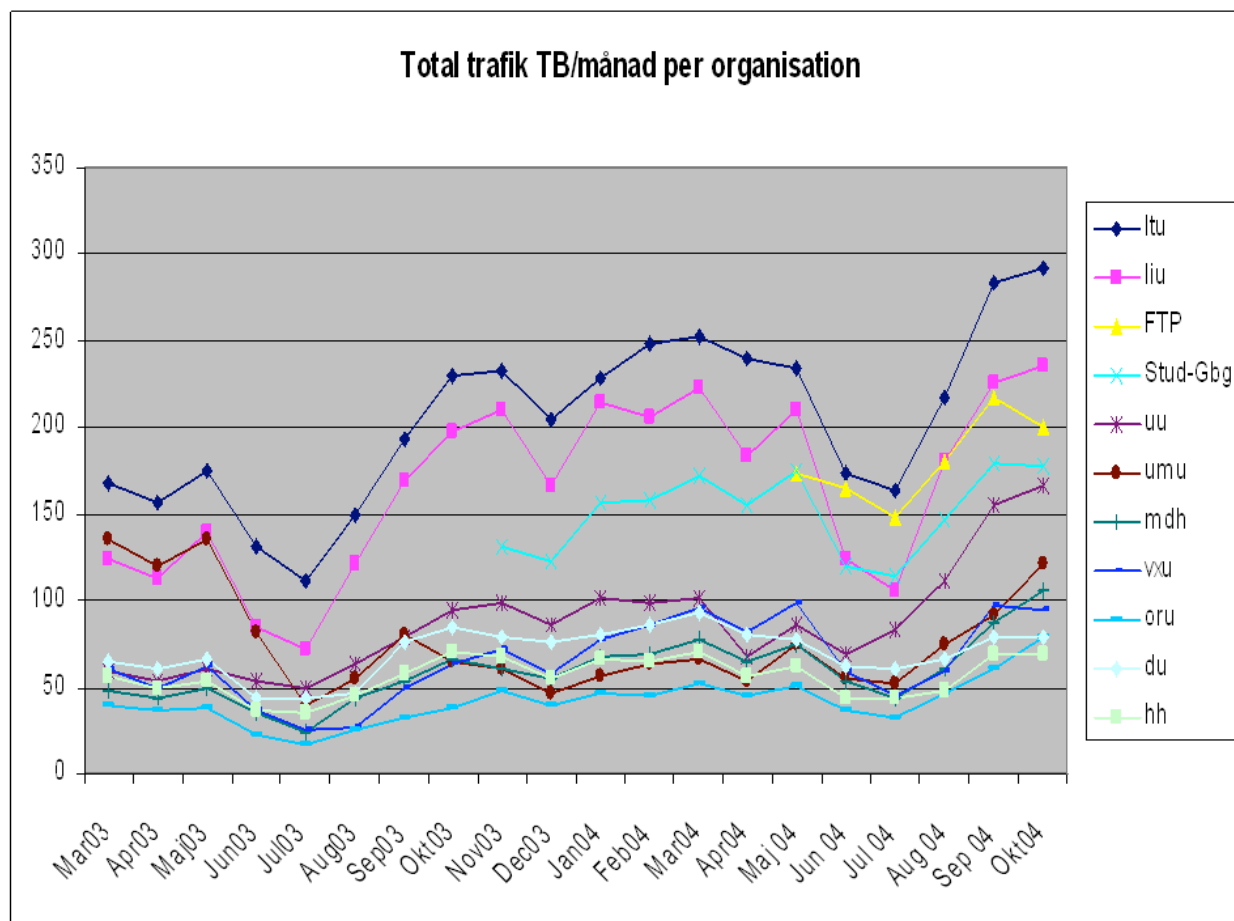
Här finns grafer som visar den totala trafiken i GigaSunet och trafiken till och från universiteten och högskolorna. Informationen uppdateras månadsvis för att ge en bild av hur datatrafiken utvecklas. Den sammanlagda trafiken i GigaSunet har sedan mars 2003 växt med ungefär 50 % per år.

Följande graf visar totaltrafiken i Terabyte per månad för perioden mars 2003 t o m oktober 2004:



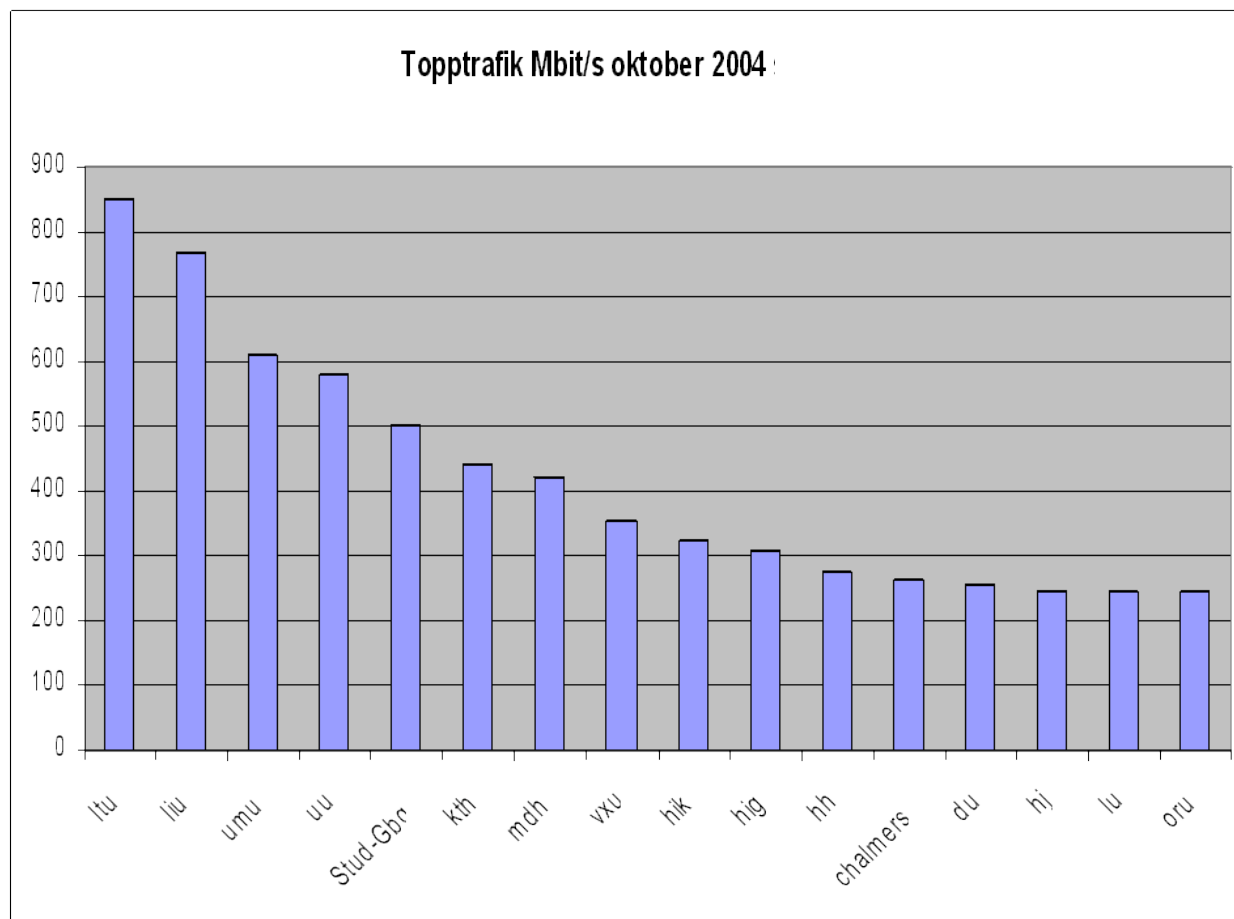
Förklaring till trendkurvan: Kurvan är en exponentialfunktion som är anpassad till mätvärdena med minsta kvadratmetoden.

Statistiken som SUNET samlar in visar också att det finns stora variationer mellan de olika högskolorna när det gäller hur stor kapacitet de tar i anspråk. Följande graf visar den totala trafiken per månad per högskola för perioden mars 2003 t o m oktober 2004 för de 10 universitet/högskolor som har störst trafik:



Förklaring: FTP avser trafik till och från SUNETs ftp-arkiv och Stud-Gbg avser trafiken till och från studentbostäderna i Göteborg.

För dimensioneringen av SUNET är topptrafiken intressantare än totaltrafiken. Följande bild visar topptrafik för oktober månad 2004. Genom att jämföra följande graf med den föregående ser man att de högskolor som har störst total trafik också i regel har de högsta topparna.



Variationerna är anmärkningsvärda och särskilt har de höga nivåerna för Luleå och Linköping väckt frågor om trafikens innehåll. Särskilda mätningar har därför genomförts av dessa båda universitet för att se varifrån den stora trafiken kommer respektive vem som är mottagare av den inom respektive universitet.

Dessa mätningar har visat att den utan jämförelse största delen av trafiken går till och genereras av de studentbostadsområden som på dessa orter är anslutna till SUNET. För att undersöka om detta är ett generellt mönster har liknande mätningar genomförts vid flera av universitetet och högskolorna.

Dessa mätningar visar att på de flesta av universitetet och högskolorna som har studentbostäder anslutna är minst hälften av trafiken relaterad till studentbostäder. Trafikmönstret är dock inte entydigt. När det t ex gäller Uppsala universitet som har studentbostäderna i Uppsala anslutna till universitetets nät visar mätningarna att det endast är ca 20 % av trafiken som går till eller genereras av studentbostäderna. Uppsala universitet har den fjärde största topptrafiken under oktober 2004.

Umeå universitet har inte studentbostäderna anslutna men är trots det den högskoleenhet som har den tredje största topptrafiken under oktober 2004. KTH som har den femte största trafiken bland universiteten och högskolorna har inga studentbostäder anslutna.

Sammantaget visar de genomförda mätningarna att trafikmönstret vid olika universitet och högskolor varierar mycket och att det inte går att dra några generella slutsatser utgående från dessa resultat. De trafikmätningar avseende den totala trafiken som SUNET löpande genomför visar dock att förhållandet mellan de olika universiteten och högskolorna är tämligen konstant över tiden, även om trafiktillväxten mellan enheterna varierar något.

4. Internationell utblick

4.1 Inledning

Forsknings- och utbildningsnäten i Europa, USA och Kanada har alla som mål att tillhandahålla bra datakommunikationer och nätverkstjänster främst för universitet men även för andra organisationer samtidigt som sättet att utforma verksamheterna är mycket olika. För att bilda sig en uppfattning om omvärlden har framtidsgruppen tagit del av den sammanställning över de nationella forskningsnäten i Europa som organisationen TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association) har tagit fram. Den fullständiga sammanställningen finns tillgänglig på <http://www.terena.nl/compendium/>.

Framtidsgruppen har också tagit del av SERENATE-rapporten som är ett resultat av en framtidsstudie kring forskningsnät som TERENA gjort på uppdrag av EU-kommissionen (<http://www.serenate.org/>). Slutligen har framtidsgruppen genom ett studiebesök hos SURFnet fått god inblick i forskningsnätssituationen i Holland.

4.2 SUNET i jämförelse med andra nät och nätorganisationer

Jämförelser har gjorts med forsknings- och utbildningsnäten i

- Frankrike (FR) – RENATER
- Holland (NL) – SURFnet
- Norge (NO) – UNINETT

beträffande organisationsform, anslutna organisationer och kapacitet samt finansiering, typ av nät, bemanning, budget och betalningsmodell. Jämförelserna gäller situationen under slutet av år 2003.

Verksamheterna i de Europeiska forsknings- och utbildningsnäten organiseras allt mer som egna bolag men alla har trots det en ganska nära relation till respektive lands regering.

Till alla forskningsnät ansluts universitet och forskningsorganisationer. Utöver det ansluts i Frankrike även skolor, bibliotek, sjukhus och myndigheter. I Holland ansluts bibliotek och sjukhus samt vissa myndigheter och vissa skolor. I Norge ansluts skolor och bibliotek samt vissa sjukhus. Till SUNET finns utöver universitet och högskolor även centrala statliga museer, Kungliga Biblioteket och vissa universitetsvärlden närstående organisationer anslutna. Gymnasie- och grundskolor har inte SUNET-anslutning. De enda sjukhus som har någon koppling till SUNET, om än indirekt, är universitetssjukhusen där många forskare kan nå SUNET eftersom de är anställda av respektive universitet.

Till RENATER i Frankrike är närmare 500 organisationer anslutna, de flesta med kapaciteterna 2 eller 10 Mbit/s. Ett 60-tal organisationer är anslutna med 100 Mbit/s men endast 3 universitet är anslutna med 1 Gbit/s. Ryggradsnätet i RENATER är 2,5 Gbit/s.

Till det holländska nätet SURFnet, som har 10 Gbit/s i ryggradsnätet, är 125 organisationer anslutna. De flesta är anslutna med kapaciteten 1 Gbit/s. Ett 30-tal organisationer har anslutningar med kapaciteten 2 eller 10 Mbit/s.

I Norge (UNINETT) är två av universiteten anslutna med 1 Gbit/s och de två andra universiteten med 100 Mbit/s. Av det 80-tal organisationer som inte är universitet¹ är de flesta anslutna med 2 eller 10 Mbit/s och 20 av organisationerna är anslutna med 100 Mbit/s. Ryggradskapaciteten i UNINETT är 2,5 Gbit/s.

Som jämförelse kan nämnas att samtliga universitet och högskolor i Sverige - med undantag av de konstnärliga högskolorna och Idrottshögskolan i Stockholm - är anslutna till SUNET med kapaciteten 2,5 Gbit/s. De konstnärliga högskolorna, Idrottshögskolan, de centrala statliga museerna och de allra flesta s.k. externa organisationer är anslutna med 100 Mbit/s. Totalt är drygt 70 organisationer anslutna till SUNET. SUNETs ryggradsnät har kapaciteten 10 Gbit/s till samtliga universitets- och högskoleorter.

När det gäller utvecklingsaktiviteter utmärker sig SURFnet och UNINETT, som har många personer anställda för att utveckla nätet. I än större omfattning vidareutvecklas där nättillämpningar. SUNETs och RENATER:s personal arbetar huvudsakligen med att driva sina respektive nät.

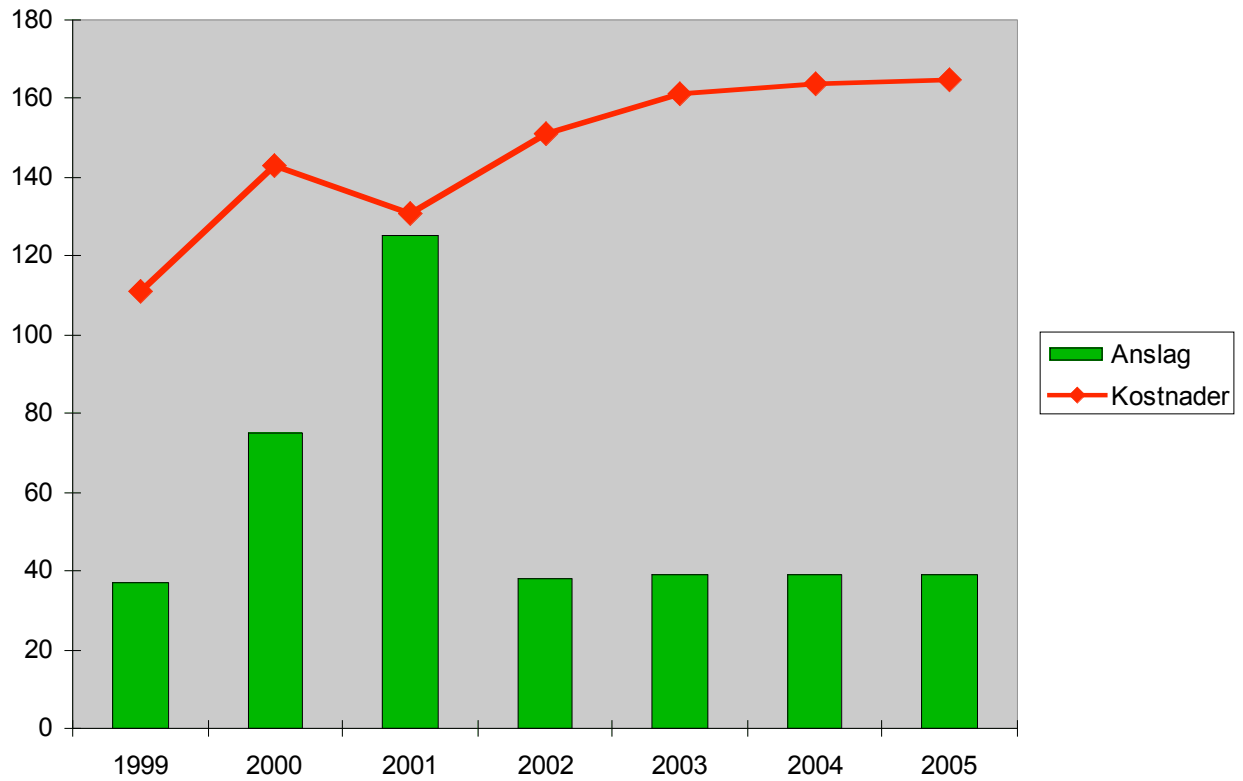
Årsbudgeten varierar mycket mellan de studerade näten. SURFnet ligger i topp med en budget på 33 MEUR per år följt av RENATER med 27 MEUR per år. Norge har en årsbudget på 13 MEUR och SUNET på 17 MEUR.

I Frankrike betalar de anslutna organisationerna ca 20 % av RENATER:s kostnader och resten kommer från anslag. I Holland och i Norge täcks ungefär 50 % av kostnaderna med anslag och 50 % betalas genom avgifter från de anslutna organisationerna. I Sverige är anslagsdelen endast 22 %.

SUNET är alltså i dag till övervägande delen finansierat genom avgifter från användarorganisationerna. Historiskt har dock även i Sverige nätet finansierats över statsbudgeten till en betydande del. Följande bild visar anslagsmedlens utveckling i förhållande till kostnaderna för SUNET under perioden 1999 till 2005. (Anslaget till SUNET förstärktes med 40 Mkr år 2000 och med ytterligare 50 Mkr 2001 som en följd av den dåvarande regeringens önskan att garantera Sveriges universitet och högskolor datakommunikationer av högsta europeiska klass.)

Jämförelsen visar att dagens SUNET – tack vare ett gott utgångsläge - fortfarande ligger väl i nivå med näten i andra länder i de flesta avseenden och förefaller anmärkningsvärt kostnads-effektivt.

Anslagsutveckling och kostnader för SUNET (MSEK)



¹ Flera av dessa organisationer är högskolor men inte universitet.

4.3 Framtidsstudien SERENATE

SERENATE är en studie för att utröna vad forsknings- och utbildningsnäten i Europa har att vänta sig under de kommande fem till tio åren. Det gäller såväl teknisk utveckling som användarnas krav och behov. Här nedan redovisas en del av de trender som SERENATE-studien pekar ut.

Internet Protocol version 6

När det gäller teknikutveckling satsas det i Europa och Asien stort på det nya Internetprotokollet som kallas IPv6. SERENATE tror att det har slagit igenom helt inom 10 år.

Autentisering och auktorisation

Trådlös teknik gör stora framsteg som komplement till access till de fasta förbindelserna i Internet och gör det enklare för användarna att ansluta sig till Internet dels hemma på campus men framförallt då en användare besöker andra institutioner, universitet och andra forsknings- och utbildningsorganisationer. När man byter miljö, oberoende av om man då använder trådlös teknik eller fast anslutning, vill man ha tillgång till de resurser och behörigheter som man har när man är direkt ansluten till nätet vid hemmainstitutionen. Alla inser därför att det krävs ordentliga satsningar på nationellt och internationellt användbara system för autentisering och auktorisation.

Optisk transmission - hybridnät

Fiber är sedan flera år tillbaka det självklara valet när man drar nya nät. Tekniken för att transportera data över fibernät fortsätter att utvecklas. Nu talar man mycket om dedicerade förbindelser för verkligt krävande tillämpningar genom så kallade hybridnät. Optiska nät är i detta sammanhang ett nät som är baserat på svart fiber och försedd med utrustning som gör att det möjligt att parallellt överföra flera dataströmmar med ljus av olika våglängder ("färger") över en och samma fiberförbindelse. Ett hybridnät är ett optiskt nät där en av dataströmmarna används för "vanlig" routad trafik och övriga dataströmmar används för dedicerade förbindelser. Detta till stor glädje för många forskare som ser att de kommer att ha behov av att transportera större datamängder över nätet än vad dagens nät, som är baserade på routrar, klarar av.

I dessa nät är f.n. 10 Gbit/s ofta en övre kapacitetsgräns (GigaSunets ryggradsnät har kapaciteten 10 Gbit/s) och man siktar nu på att kunna hantera 40 Gbit/s, även om det vid tiden för TERENA-studien (sommaren 2003) av många ansågs vara orimligt dyrt. Växlingstekniken bör kunna snabbas upp och förenklas när vi får helt optiska växlar, men experterna har olika bedömningar om hur snart detta kommer att inträffa.

Svart fiber²

Om hybridnät i större skala skall kunna bli verklighet är det avgörande att man till rimliga kostnader kan få tillgång till fiber som man själv kan kontrollera och som man disponerar under längre tidsperioder. En viktig trend är därför att forskningsnät i hela världen skaffar sig oinskränkt användarrätt till fiberpar som det i många fall redan finns gott om i delar av Europa och som man därför kan hyra eller köpa under 10-15 år till ett förmånligt pris. Ett föregångsland i detta avseende är Holland, där SURFNET redan hunnit skaffa sig tillgång till ett mycket omfattande fibernät

Användarnas behov

SERENATE har frågat användarna (de forskare eller de organisationer som använder nät) vad de önskar sig för förbättringar.

Högre kapacitet är ett svar (och där kommer hybridnäten in i bilden), medan andra svarar *God funktion* och *kapacitet ände-till-ände*.

Det har nämligen visat sig att kommunikationen inte alltid fungerar så bra mellan två datorer på stora avstånd trots att de båda använder sig av kraftfulla transportnät med hög kapacitet. Ibland har det visat sig att flaskhalsen har funnits nära datorn i det lokala nätet, och därför är *Kraftfullare campusnät* också ett starkt önskemål hos användarna. (Även här påpekas att det är funktionen som är det viktiga och att ett kraftfullt nät är ett nödvändigt men inte alltid tillräckligt villkor för god funktion och höga prestanda ände-till-ände.)

Autentisering och auktorisation för att stödja mobil användning berördes ovan och det har kommit fram som ett starkt önskemål också i SERENATEs undersökning av användarnas önskemål.

5. Kartläggning av behov med ett svenskt perspektiv

5.1 *Behov av gemensamt nät och forskning*

SUNET och det gemensamma nät som SUNET förser högskolevärlden med kom till som svar på ett behov inom universiteten och de större högskolorna (från början) och så småningom även bland mindre högskolor att knyta kontakter med forskningen vid andra institutioner än de egna med en teknik som visat sig häpnadsväckande effektiv och som till en början bara fanns inom den akademiska världen och vid vissa forskningsinstitutioner. Ingen funderade över vad det skulle kosta att skaffa motsvarande tjänster från dåvarande Televerket eller (ännu mindre) någon från Televerket fristående leverantör av tjänster, eftersom det alternativet helt enkelt inte fanns.

SUNET fick visserligen över de långa distanserna³ hyra förbindelser av Televerket (och senare Telia, Banverket Telenät och Telia Sonera) men ordnade själv ändrustning och kontrollerade själv tekniken för att sända data över förbindelserna. Kompetensen för detta fann man inom högskolan, och till att börja med var gränsdragningen mellan att arbeta med driften av SUNET på NADA (som fick driftuppdraget) och fungera som lärare/forskare på samma institution inte knivskarp. Tekniken var ny och utvecklades snabbt, och genom att hålla sig à jour med teknikutvecklingen blev KTHNOC (som driftenheten vid NADA kom att kallas) ledande inom Sverige vad gäller användning av Internetprotokollet för drift av sk wide area networks (WAN). Till detta bidrog insatser från entusiaster som hade kontinuerlig kontakt med KTHNOC utan att direkt ingå i driftorganisationen.

Nätet utvecklades utan något kommersiellt motiv och ledstjärnan var allas kommunikation med alla. Man försökte sprida kunskapen om tekniken i stället för att monopolisera den. Solidaritet och inte egennyttan präglade förhållandet mellan högskolorna. De stora högskolorna och universiteten bestämde sig utan större tvekan för att garantera finansiering av SUNET när det som projekt påbörjade nätet inte längre kunde räknas med forskningsrådsfinansiering. Nätet byggdes senare utan protester ut till att omfatta samtliga högskolor trots att en del högskolor låg ganska långt från de stora befolkningscentra. Långt innan Telia började tala om ett rundare Sverige och införde enhetliga samtalsavgifter tillämpade SUNET en finansiering som inte tog hänsyn till hur långt datapaketerna flyttades utan som kunde ses som en beskattning med lika skattesatser för alla.

Resultatet har blivit en organisation som inte är en organisation i formell och strikt juridisk mening men som alla högskolor kan känna sig delaktiga i och som de kan anförtro uppgifter av olika slag när de så finner lämpligt. Denna organisation ordnar utbildning som alla högskolor bjuds in till, den löser problem och låter alla högskolor få del av lösningen, den ger rekommendationer och hjälper högskolorna att organisera sina campusnät på bästa sätt, den sluter ramavtal som alla högskolor får utnyttja, den har de internationella kontakter som krävs för att de svenska universiteten och högskolorna skall få tillgång till forskningsnät i Europa och Nordamerika och den har de bästa kontakter med det kommersiella Internet och de operatörer som numera finns i stort antal i Sverige och den övriga världen.

² Med ”svart fiber” avses fiber som levereras oupplyst (svart) – det är upp till den som hyr fibern att tillhandahålla och koppla till den utrustning som skickar in ljussignaler i optofibern.

³ Inom Stockholmsområdet har fiber länge kunnat hyras av det kommunala bolaget STOKAB till mycket fördelaktiga villkor.

Mot denna bakgrund är det naturligt för de flesta att se SUNET som en framgångsrik gemensam verksamhet som det gäller att slå vakt om och som kan utnyttjas för nya projekt och tjänster, som annars skulle kräva att högskolorna bygger upp nya strukturer.

Det är också framtidsgruppens åsikt.

Mot detta står ett nyare och mindre traditionsbundet synsätt, där man inte tillerkänner SUNET något annat värde än att vara högskolans ISP (Internet Service Provider). Eftersom inte bara SUNET kan leverera Internet-uppkoppling (men bara ett NREN⁴ som SUNET kan ge kommunikation med andra utbildnings- och forskningsnät) så börjar man fråga sig om man inte skulle kunna minska sina kostnader genom att köpa sin Internettjänst av en kommersiell operatör. Visserligen kanske inte denna tjänst ger samma höga kapacitet och kvalitet eller samma funktionalitet som SUNET ger, men kapacitet och kvalitet kostar och – frågar man sig kanske – behöver vår högskola verkligen denna höga nivå?

På den frågan finns naturligtvis många olika svar beroende på vem man frågar. Vid en högskola finns alltid individer som inte utnyttjar högskolans bibliotek eller tycker det är onödigt med en gemensam telefonväxel. Det som totalt sett är bra för verksamheten behöver inte framstå som särskilt angeläget med ett snävt institutions- eller individperspektiv. Det är således inte förvånande att frågan ställs om SUNETs vara eller icke-vara på en viss högskola.

Nu har ingen högskola hittills på allvar försökt ”bryta sig loss” från SUNET. Det finns de som undersökt kostnaden för privata alternativ, men de har oftast kommit fram till att ett tjänsteutbud som är jämförbart med SUNETs skulle kosta mer än dagens SUNET-avgift. Och skulle de eventuellt vilja klara sig med ett sämre utbud så har dagens finansieringssystem lagt hinder i vägen. Regeringen har ju bestämt att SUNET (till den del anslaget inte täcker kostnaden) skall finansieras av universitet och högskolor i relation till deras andel av sektorns intäkter. Regeringen har alltså inte föreställt sig att bara vissa högskolor skulle vara anslutna till SUNET.

Regeringen kan naturligtvis ändra den nuvarande principen och börja se SUNET som en verksamhet med frivillig anslutning. Vi skulle i så fall kunna få en utveckling liknande den i USA när det federala stödet via NSF till Internets utveckling drogs in och universiteten hänvisades till kommersiella aktörer. Det ledde snabbt till en stor spridning bland universiteten vad gäller kvaliteten på Internetförbindelserna och så småningom till att de mer ambitiösa universiteten bildade ett konsortium (Internet 2) som kom att beställa ett eget gemensamt nät (Abilene) för att kunna fortsätta att utveckla sina internettjänster.

SUNET skall naturligtvis vara kvar som en gemensam verksamhet bara om universitet och högskolor verkligen anser sig få valuta för de avgifter de betalar. Mot den bakgrunden har framtidsgruppen diskuterat om det inte borde vara möjligt att kunna ansluta till SUNET på mer än ett sätt (100 Mbit/s, 1 Gigabit/s, 10 Gigabit/s etc). Alla skulle fortfarande ha hög tillgänglighet och endast sällsynta avbrott, men de högskolor som valt en för låg kapacitet i förhållande till det verkliga behovet skulle naturligtvis få uppleva att förbindelserna överlastades med tappade datapaket och sega kommunikationer som följd.

Omvänt skulle en del högskolor kanske vilja ha egna s k våglängder utöver den Internetkapacitet som SUNET tillhandahåller. Det kan ge möjlighet att välja andra och

mångdubbelt högre hastigheter än dagens 10 Gbit/s och det kan ge möjlighet till anpassning till de tekniska kraven hos extremt krävande tillämpningar.

En lösning enligt ovan är dock ur flera synpunkter inte idealisk sett till helheten. Det är inte särskilt bra för SUNET som helhet om vissa högskolor har så låg kapacitet att det tappas datapaket. När det tappas paket så blir det inte enbart långsamt och segt. Vissa tillämpningar fungerar inte alls. Det gäller främst tillämpningar av realtidskaraktär typ IP-telefoni och nätmöten (videokonferenser etc), men även tillämpningar där mätinstrument fjärrstyrs. Det finns t.o.m. illa uppbyggda administrativa tillämpningar som helt ”spårar ur” om de tappar datapaket.

Det är inte heller säkert att det blir lägre kostnader för SUNET att leverera lägre kapacitet. Det kan tvärtom vara så att det kostar avsevärt mer att ha ett varierat än ett standardiserat utbud av kapacitet. Därför är det inte alldeles självklart att det är en bra princip att en högskola skall få välja kapacitet efter sina uppskattade behov.

Framtidsgruppen återkommer till dessa resonemang i kapitlet om finansieringen. Vår utgångspunkt är att högskolorna vill ha ett gemensamt nät men med möjlighet att välja kvalitet och därmed påverka kostnaden. Det bör också finnas möjlighet att använda eller inte använda sådana nya tjänster som SUNET kan komma att utveckla och att bara ha gemensam betalning för de mest basala tjänsterna och sådana tjänster som alla bör använda sig av för att skapa gemensam säkerhet och kvalitet. Ett exempel på det senare är att alla bör vara anslutna till system för säker identifiering och auktorisation.

Även när det gäller valbara tjänster kan man emellertid fråga sig om det leder till lägre kostnader för SUNET om en högskola avstår från tjänsten. Så är nog oftast inte fallet men det kan stämma för vissa typer av tjänster, t ex ett digitalt videoarkiv (för att ta ett exempel som vi kunnat studera i Nederländerna). Det är en tjänst som verkligen är volymberoende och där det krävs såväl mycket skivminne som bra kapacitet att skicka ut data, ju fler som använder tjänsten.

Våra IT-miljöer integreras mer och mer. Vi tar gärna nätkonnektivitet som en självklar resurs och väljer allt oftare systemlösningar som förutsätter ett nät med hög tillgänglighet och tillräcklig kapacitet för kommunikation mellan högskolorna.

Visionen om grid handlar inte bara om att t ex fördela beräkningar på kluster av datorer utan också om att kunna använda distribuerade inhomogena tjänster i våra vanliga system. Då behövs det nät som klarar en sådan användning.

5.2 Utbildningens behov

När SUNET för några år sedan försökte kartlägga omfattningen av högskolornas utnyttjande av det gemensamma nätet genom att be högskolorna försöka uppskatta t ex studenternas tillgång till SUNET från högskolan framkom en bild av praktiskt taget hundra procentig tillgång och användning. När SUNET år 2003 genomförde sin användarstudie genom en enkät på individnivå till ett statistiskt urval bekräftades i stort sett denna bild. Det visade sig dessutom att ett mycket stort antal studenter har tillgång till Internet såväl i sin bostad (privat eller genom en SUNET-ansluten studentbostad) som på högskolan.

⁴ NREN: National Research and Education Network

Det har också blivit allt vanligare att medföra en portabel dator som gör att innehavaren oavsett tid och rum kan vara uppkopplad mot Internet och SUNET:

“Praktiskt taget alla studenter har tillgång till dator. Ca 9 av 10 har dator i hemmet och ungefär lika många har tillgång på högskolan. Åtminstone 6 av 10 uppger sig också ha tillgång till dator på annan plats. Dessutom har en fjärdedel av studenterna egna bärbara datorer.” (Citat från SUNETs användarstudie våren 2003)

Av undersökningen framgår också att endast ett fåtal av studenterna uppger sig sakna tillgång till Internet på högskolan. Vidare har 9 studenter av 10 tillgång till Internet hemma.

TERENA-konferensen 2005 har som tema valt ”Pervasive networking”, varvid man fokuserar på förutsättningarna på campus, utanför campus, mobilitet i hela Europa och i nästa steg hela världen, vidgning av användargruppen och de frågor om säkerhet, integritet, upphovsrätt m m som får ökad aktualitet när nätet och den information som finns där förväntas vara tillgänglig för alla, överallt. Av allt att döma har SUNET kommit en bra bit på väg mot ett stadium där användargruppen inte längre kan växa, eftersom alla studenter och anställda redan använder Internet.

Antalet studenter i en årskull skulle visserligen kunna växa. Regeringen har satt som mål att 50 % av en årskull skall fortsätta till högskolestudier. Detta mål har man inte helt lyckats nå, men statens tak för grundutbildningen ligger för närvarande fast och ingen ökning av antalet studenter tillåts. Tvärtom minskar flera högskolor platsantalet eftersom de uppvisar en ”överproduktion” i förhållande till statsmakternas tak.

Antalet studenter kommer alltså sannolikt inte att öka. Erfarenheten visar dock att användningen (mätt som ianspråktagen kapacitet) ökar även när antalet användare är i stort sett oförändrat. Förklaringen kan vara att

- samma användare oftare har möjlighet att använda nätet nu när fler möjligheter finns
- samma användare har börjat använda mer kapacitetskrävande program och
- den tekniska utvecklingen har gett användarna möjlighet att sända dataströmmar betydligt snabbare.

Vi kan förvänta oss att denna trend fortsätter och ger en måttlig tillväxt, men det handlar inte om en revolution eller en språngvis ökning av användandet. Räknat över en längre period ligger tillväxten för närvarande kring ca 50% per år.

Framtidsgruppen har ställt sig frågan om denna utveckling riskerar att brytas genom att det plötsligt dyker upp en s k ”killer application”. Det har ju visat sig riskfyllt att dra säkra slutsatser om vad som kommer att hända i framtiden. Internet förändrades i grunden när World Wide Web plötsligt exploderade och tog över Internet till den grad att Internet för många har blivit synonymt med World Wide Web. På senare tid har en del till synes oförklarliga tillväxtsiffror visat sig bero på att s k fildelning numera svarar för en stor del av trafiken på Internet. Samtidigt har i vissa universitetsnät begränsningar av sådan trafik införts, eftersom den till stor del misstänks bestå av hämtning av filmer och musik utan anknytning till forskning eller undervisning. Eftersom studentbostäder har en hög andel sådan trafik har i något fall universitetet bestämt sig för att inte längre ansluta bostäder till SUNET och det beslutet ser ut att få efterföljare.

Fildelningen ser därmed inte ut att kunna växa så att den blir ett hot mot den prognostiserade ”normala” tillväxten, och slutsatsen skulle därmed bli att de flesta tänkbara behov inom utbildningen borde gå att tillgodose med i stort sett den kapacitet SUNET har i dag.

Vi räknar då med att ljud och rörliga bilder självklart kommer att bli en allt vanligare del av de dataströmmar som hämtas hem till högskolan och att vi kommer att få se en stadigt ökad användning av videokonferensteknik. Men vi konstaterar att vi hittills inte har fått se den revolution som relativt länge förespåts i en del visioner, där alla universitet har förvandlats till nätuniversitet och framställer högkvalitativ undervisning som i realtid följs av studenter över hela världen. Att producera sådan undervisning är arbetskrävande, att marknadsföra den är kostsamt, att hantera de juridiska frågor om upphovsrätt m m som uppkommer är ofta långt ifrån enkelt och att ändra på sedan länge invanda beteenden i den akademiska undervisningen kräver en entusiasm som bara några få besitter. Uppenbarligen handlar det inte om att förändra all undervisning utan bara om att använda den nya tekniken där fördelarna är uppenbara och lätt inses av alla. Exempelvis borde enklare videokonferenser med fördel kunna användas av handledare, som därmed skulle bli mer tillgängliga för sina studenter utan att detta kräver stora investeringar i studios och specialutrustning.

Helt bör man dock inte utesluta möjligheten att användning av video och multimedia kan skapa en ny "killer application". Mobiltelefoni är ju idag mycket populärt bland studenter. Att kunna överföra multimedia via 3G är också mycket uppskattat och efterfrågat i dessa grupper. Om man kunde överföra material *av relevans för utbildningen* med sådan teknik, t.ex. föreläsningar eller delar av sådana som man kunde titta/lyssna på var och när som helst, eller dynamiska illustrationer till svåra delar av kursen med visualisering och/eller simulering, så skulle det sannolikt både väcka stort intresse och förhoppningsvis förbättra inlärningseffektiviteten. Man skulle då också kunna erbjuda kontakter mellan studenter inbördes i grupp-arbeten etc och mellan studenter och lärare med videotelefoni.

Det bör framhållas att man för att detta skall bli riktigt effektivt bör ha telefoner/mobila terminaler som är betydligt bättre framförallt på displaysidan än dagens. Kanske får vi telefoner med headsets som inte bara har mikrofoner och högtalare utan också glasögonliknande displayer som producerar en högupplöst bild hängande i luften framför användaren. Denna teknik finns redan i dag på prototypnivå.

3G är förstås en relativt dyrbar teknik och det är osannolikt att man kan få rimlig ekonomi i detta med de kommersiella 3G näten. Men teknikutvecklingen leder sannolikt till att man får 3G-telefoner som kan koppla upp sig mot LAN/WLAN, när man befinner sig inom ett sådants täckningsområde, och bara använder det nationella 3G-nätet när LAN/WAN inte finns. Om vi fick trådlösa nät inom våra universitet med kapacitet för 3G-kommunikation med stora mängder studenter samtidigt, skulle vi få en mycket spännande ny pedagogisk miljö och en betydande källa till nättrafik både inom campus och på SUNET-nivå.

Ovanstående är givetvis bara visioner/spekulationer, och endast framtiden kan visa hur rätt eller fel de är. Men i ett SUNET-perspektiv skulle de mycket väl kunna innebära någon tiopotens ökad seriös utbildningsbaserad nättrafik, alltså en mycket betydande ökning, men ingenting som det är orimligt att klara av.

Utan att innebära en revolution har faktiskt vissa satsningar också gjorts för att stimulera högskolorna att förändra sitt arbetssätt och bättre utnyttja nätet. Vi har fått ett Nätuniversitet, och många studenter följer idag kurser vid andra universitet än det där de är inskrivna. År 2003 fanns det enligt uppgift 55 000 kursstudenter till 70 000 kursplatser som förmedlas av Nätuniversitetet.

För studenterna, särskilt för distansstuderande men också för ”vanliga studenter”, vore det en stor fördel att kunna följa så mycket undervisning som möjligt från hemmet eller från en annan plats utanför högskolan. Det kan då kräva mer bandbredd än vad den studerande disponerar - i vissa fall rentav mer bandbredd än som går att erhålla till ett överkomligt pris i det område en distansstuderande är bosatt. För Nätuniversitetet och för de högskolor som erbjuder distansutbildning är därmed problemen kring ”the last mile” en viktig faktor att ta hänsyn till. Först när kommunikationerna byggts ut så att åtminstone ADSL är allmänt tillgängligt i Sverige finns förutsättningarna för en verklig distansutbildning där videokonferenser blir ett självklart inslag.

Leker man med tanken att 10 procent av Sveriges 300 000 studenter vid ett och samma tillfälle satt uppkopplade mot en högskola och använde 5 Mbit/s för konferensen skulle SUNETs 10 Gigabit/s inte räcka långt. Men det användningsmönstret har vi ännu inte och framtidsgruppen har gjort bedömningen att vi inte kommer att ha nått dit ens om 5 år. SUNET är dessutom väl förberett för användning av multicasttekniken, som kan beräknas reducera bandbreddsbehovet för en del av användningen.

Nu varierar ju användningen av både SUNET och Internet högst väsentligt mellan individer och än så länge är antalet storanvändare bara en mindre del av antalet studenter. Men drygt 40 % av studenterna använder Internet mer än 7 timmar per vecka. Flest storanvändare finns enligt SUNETs användarstudie inom de naturvetenskapliga och tekniska fakulteterna.

Naturvetare/tekniker är också bäst på att använda Internet i sina studier (>80 %) medan humanister och vårdutbildningarnas studenter har den lägsta användningen.

Nätuniversitetets studenter torde inte skilja sig avsevärt från övriga studenter vad gäller användningen av nät och nättjänster. Om man bara ser till utbildningens behov räknar därför framtidsgruppen med att dagens nät (eller ett nät med motsvarande prestanda) borde kunna göra tjänst i uppemot 5 år till. Då har vi också tagit hänsyn till att en något större tillväxt än för övrigt kan förväntas inom humaniora och lärande, eftersom dessa områden fortfarande tycks sacka efter övriga fakulteter vad gäller nätanvändning.

SUNETs undersökning visar vidare att SUNET är ett viktigt instrument för institutionerna att nå ut med kursinformation till studenterna. Drygt 90 procent av studenterna har tillgång till kursinformation på lärarens eller institutionens webbsida. En viss variation över olika utbildningsområden kan även här noteras, men skillnaderna är inte statistiskt säkerställda.

Studierelaterade e-postmeddelanden är naturligtvis vanliga. I en del distansstudiekurser torde i själva verket e-post användas för större delen av kommunikationen mellan lärare och student, eftersom den inte kräver så mycket bandbredd och därmed når ut brett. Men e-post är överhuvudtaget viktigt för undervisningen. Ca hälften av studenterna rapporterar regelbundet sina inlämningsuppgifter och resultaten av grupparbeten via e-post. E-post används också flitigt i samband med grupparbeten.

För lärarna är SUNET och Internet viktigt för den egna fortbildningen och ämnesutvecklingen. Det är också ett viktigt hjälpmedel i många administrativa uppgifter.

Allt fler högskolor skaffar sig bra studentportaler som underlättar såväl för lärare som studenter att kommunicera via nätet. Diskussioner pågår såväl nationellt bl.a. inom Nätuniversitetet som internationellt i anslutning till U-portal utvecklingen om gemensamma satsningar för att stärka standarder och minska kostnader. Här kan SUNET göra en insats genom att aktivt

stödja denna utveckling. Bra portaler kan visa sig vara en viktig strategisk faktor för att nätets potential att stödja utbildningen skall komma till sin fulla rätt.

Institutionernas utbildning drivs idag till en del också i form av sk uppdragsbildning, där exempelvis anställda vid ett företag kan få utbildning i vissa kurser mot betalning. Det av regeringen aviserade beslutet om möjlighet ta betalt för utbildningen av utländska (utanför EU) studenter kan ge nya ekonomiska incitament för bra material på nätet, både för att locka fler studenter och för att ge bra och rationell utbildning till dem man utbildar. Detta är en stor marknad med hårdnande konkurrens.

När det gäller kraven nätets och tjänsternas är dessa oförändrat starka från alla utbildningsintressen. När en arbetsgrupp inom SUNET för några år sedan skulle formulera kraven för en ny generation av SUNETs nät konstaterade man snabbt att ett krav måste vara att nätet praktiskt alltid är tillgängligt. Alltför många funktioner inom högskolan är för beroende av nätet för att man kan acceptera längre avbrott, eftersom undervisning och forskning då skulle påverkas.

Följaktligen var ett krav att alla förbindelser i det nät som föregick GigaSunet skulle ha redundans. Vid avbrott på en förbindelse skulle alltid en annan förbindelse träda in och ta över trafiken. Samma princip har varit ett krav i GigaSunet, där kraven på tillgänglighet drivits ännu längre. Inte bara förbindelserna utan också kommunikationsutrustningen är dubblerad på varje punkt.

Inom framförallt utbildning riskerar varje avbrott att medföra produktionsbortfall som skulle utgöra ett oacceptabelt slöseri med lärarnas och studenternas tid. SUNET bör därför hålla fast vid ambitionen att ha ett nät med näst intill hundra procentig tillgänglighet.

5.3 Studenternas behov

Sveriges studenter är ingen homogen grupp, utan olika studenter kan ha vitt skilda behov och intressen när det gäller att använda datorn som ett arbetsredskap. Generellt kan man dock säga att dagens studenter lever med knappa resurser (studiemedlen ger ca 7000 kr/månad) och många studenter har därför inte råd att själva köpa dyr datorutrustning. Detta medför att högskolan måste ställa upp med datorarbetsplatser så att alla studenter kan använda moderna hjälpmedel i sina studier.

När det gäller kommunikationsmöjligheter och Internet i synnerhet är det för de flesta studenter idag en självklarhet att kunna ”surfa”, läsa e-post och söka i bibliotekens databaser. Detta är grundläggande funktioner som alla studenter behöver kunna nyttja när som helst på dygnet. Behoven innebär att driftsäkerheten måste vara så gott som 100 % och det är inte acceptabelt med längre avbrott, driftsäkerheten är för de flesta långt mycket viktigare än om nätet någon gång skulle bli lite långsamt. Ett fungerande nät är för många studenter lika viktigt som el och värme i undervisningslokalerna. För studenten är det heller ingen skillnad på det som SUNET levererar och det som den egna högskolan levererar, antingen fungerar nätet eller inte.

I dagens verklighet har studenterna ofta begränsade möjligheter att kunna nyttja de resurser som de har tillgång till på högskolan även från andra platser. Mobilitet och flexibilitet är inte modeord som snart kommer att klinga av utan nyckelbegrepp för att förbättra vardagen även för våra studenter. Många av dagens studenter läser vid flera lärosäten parallellt och då blir det lätt problem. Samma sak gäller för de studenter som har praktik eller studerar hemma. Det

är långtifrån alla resurser som är tillgängliga på plats vid en viss högskola som man kommer åt från en annan plats.

För framtiden är givetvis 24-timmarsmyndigheten inom högskolesektorn intressant, men ännu mer aktuellt är det att få en fungerande 8-timmars myndighet. Alla studenter borde få möjlighet att sköta mycket av sin kommunikation med lärosätet via nätet - idag kan det krävas att man på plats fyller i en pappersblankett och lämnar in. Tjänsterna är annars det som studenterna hoppas mest på framöver. Det kan vara allt ifrån enkla saker som att få ett SMS när en föreläsning är inställd till mer avancerade tjänster som att kunna använda IP-telefoni och ”nätmöten” som en naturlig del av vardagen.

Drömmen är att alla studenter har tillgång till ett bra Internet oavsett var de befinner sig, så att de kan komma åt de verktyg de behöver för att sköta sina studier. Den kärva ekonomiska situationen för många studenter gör dock att vissa tvingas prioritera bort dator/Internet hemma. Inom högskolesektorn vore det önskvärt om den snabba utvecklingen med trådlösa tekniker togs bättre tillvara.

Föreställ er att alla studenter som har en dator kunde koppla upp sig mot sitt lärosäte och sedan via SUNET mot resten av världen med trådlös teknik. En bra början kunde vara att förse campusområden, kårhus, studentbostadsområden och andra platser, där mycket studenter vistas, med s.k. hot spots så att de studenter/anställda som vill får möjlighet att koppla upp sig.

Universitetsvärldens samverkan med det omgivande samhället får heller inte glömmas bort - vi måste tänka på vilken genomslagskraft det har på samhället i stort att alla studenter lär sig använda modern teknik. Varje år lämnar ett stort antal studenter universitetsvärlden och om de har lärt sig att använda den senaste tekniken under studierna så kommer de med säkerhet att bli krävande medborgare som vill ha samma tekniska möjligheter även senare i livet. Detta är en bra drivkraft för att bibehålla ett konkurrenskraftigt Sverige som ligger i den tekniska framkanten även framöver.

Det kan faktiskt vara en klok politik att inte i onödan begränsa studenternas möjligheter att använda mycket bandbredd. Effekten av att utbilda personer som är vana vid att utnyttja bandbredd och se det som en del av sin vardag går inte att förutspå, men sannolikt kommer en eller annan student att kläcka affärsidéer och forskningsidéer, som kommer att bidra till Sveriges välstånd just genom att använda mycket bandbredd.

Även om det kan väcka invändningar ur en kortsiktigt ekonomisk synvinkel kan det alltså visa sig värt kostnaden att förse studenter med "oförskämt" mycket bandbredd. Ibland kan det dock vara nödvändigt att införa begränsningar för att garantera den verksamhetsstrategiska användningen den kapacitet den behöver men samtidigt se till att "fri" kapacitet går att använda med låg prioritet till övrig verksamhet.

5.4 Biblioteksservice integrerat i utbildning

IT har i flera avseenden inneburit en revolution för biblioteksverksamheten. Sökning i bestånden har underlättats, tidskrifter kan nu ofta erhållas elektroniskt och kan samtidigt studeras av ett i princip obegränsat antal, klassificering och katalogisering kan ske på en plats och sedan omedelbart utnyttjas av andra bibliotek, detaljerad information om var fysiska exemplar finns tillgängliga kan erhållas över nätet från ett otal platser samtidigt. För de studerande är detta en stor förbättring som avsevärt underlättar studierna.

Under 2005 kommer dessutom en biblioteksportal, gemensam för de bibliotek, som är anslutna till Libris samkatalog.

Men också forskarna och avnämare av forskningsresultat påverkas av förändringarna. Genom att avhandlingar och andra forskningsrapporter publiceras digitalt når forskningsresultaten snabbare ut till en större publik.

Samtidigt har biblioteket som miljö uppenbarligen behållit sin attraktionskraft. Fortfarande väljer många att bege sig till högskolans bibliotek för att bedriva sina studier i dess läsesalar även när studier hemma eller på institutionen skulle kunna vara ett alternativ. Men de kommer då till ett bibliotek som inte bara består av böcker utan också erbjuder platser med datorer eller inkopplingsmöjlighet för egen medhavd dator. Väljer de i stället att stanna hemma eller bege sig till institutionen finns en stor del av bibliotekets serviceutbud tillgängligt även där. Vidare har en ny informationstjänst, ”jourhavande bibliotekarie” implementerats, där professionell hjälp erbjuds under kvällar och helger.

5.5 **Forskningens behov**

En enkel sammanfattning av situationen inom forskningsvärlden är att alla eller nästan alla forskare och praktiskt taget alla doktorander använder Internet.⁵ SUNET erbjuder dem bra bandbredd inom Sverige och utmärkta förbindelser med utlandet. Till den del dessa förbindelser måste använda forskningsnät i Europa och USA är det bara via SUNET som förbindelsen kan etableras.

Tabell: Regelbunden användning av Internet i forskningen (andelar i %)

Utbildningsområde	Doktorander	Forskare
Samtliga	95	77
Vård	100	85
Teknik	100	70
Samhällsvetenskap	100	84

Källa: Användarstudier inom SUNET, s. 102.

Forskarna använder också SUNETs tjänster som t ex FTP-arkivet, men här kan utnyttjandet bli betydligt bättre enligt SUNETs användarstudie. För många forskare är det viktigt att ha snabb åtkomst till olika databaser, vilket ofta möjliggörs genom den verksamhet som Kungliga biblioteket bedriver.

Eftersom större delen av forskningen är internationell till sin karaktär och ofta bedrivs i nära samarbete med forskargrupper utomlands är de internationella förbindelserna av särskilt stor betydelse för forskarna, men det är också viktigt med bra förbindelser mellan universitet och högskolor i Sverige. I båda fallen är säkerheten viktig, både i den meningen att förbindelserna alltid skall vara tillgängliga och fungera utan avbrott och i meningen att säkra, icke avlyssningsbara, förbindelser skall kunna etableras och att den överförda informationen skall kunna skyddas mot förfälskning.

Samtidigt som det är viktigt med hög säkerhet, får det inte bli osmidigt för forskare att komma åt datorer hemifrån eller vid vistelse på annan ort. Vidare måste uppsättning av nättjänster (servrar) som förekommer i många discipliner möjliggöras. En utvecklad tjänst som gör det enkelt att på ett universellt sätt skydda identiteter, ge behörighet för åtkomst av information respektive användning av resurser som t ex datorer och vetenskapliga instrument oavsett var i världen forskaren befinner sig står också högt på önskelistan.

I dagens SUNET och nätet GigaSunet är det inte forskningen som är den största användaren utan utbildningssidan och framför allt användningen genom studenter. Flertalet forskningsområden torde också under de närmaste två till fyra åren klara sig med ett nät av den kapacitet som GigaSunet har. Däremot tyder mycket på att flera forskningsområden nu är på väg in i en fas där de kommer att ställa mycket höga krav på bandbredd och tillgänglighet, i vissa fall så höga att kraven kanske inte kan tillgodoses med mindre än att särskilda höghastighetsförbindelser ställs till dessa gruppers förfogande. Inte minst gäller detta inom radioastronomi, där för närvarande Onsala Rymdobservatorium deltar i ett internationellt samarbete avseende Very Long Baseline Interferometry (VLBI). I Växjö byggs ett ”Space Center” i avsikt att komplettera det holländska radioteleskopet LOFAR (Low Frequency Array) med en sensor-infrastruktur som kommer att generera stora mängder data. En annan förväntad storförbrukare är användarna i de stora gridprojekt som nu växer fram över hela världen och där det svenska Swegrid är ett exempel. Swegrid har placerat ut kluster av beräkningsdatorer på sex platser i Sverige.

På senare tid har det väckts stort intresse inom gridverksamhet för att börja arbeta med visualisering över nätet. Utvecklingen av bandbredd har nu nått den brytpunkt då kapaciteten räcker till för att distribuera högupplösta "framebuffers" med hög uppdateringsfrekvens. Samtidigt ökar de datamängder som det finns behov av att visualisera dramatiskt. Det är således nu mer aktuellt att inte flytta på data utan att utföra genereringen av bilder på samma plats där data producerats. Detta utgör en chans för superdatorcentra att erbjuda visualiseringsresurser som är tätt kopplade till datalagringsfaciliteter. Visualisering över nätet bedöms komma att bli en storslukare av nätverkskapacitet framöver. Om man tittar på vad som händer i USA finns t.ex. "Optiputer" projektet som drivs av Larry Smarr (fd chef för NCSA). Projektet går ut på att driva mycket högupplösta displayer över nätverk och erbjuda interaktivitet och samarbetsmiljöer.

Även bioteknik och medicin ser framför sig en värld där inom en nära framtid forskarna kommer att ställa krav på betydligt mer bandbredd än i dag, bl.a. för bildöverföring. Vidare kommer studier relaterade till analyser av kompletta genom (organismens hela arvsmassa) och av geners uttryck (expressionsanalys, microarrays) samt inom proteomik att kräva snabb överföring av stora datamängder. De biobanker som nu upprättas på flera håll i landet kommer också att generera stora datamängder.

Här kommer det också att krävas en samverkan mellan SUNET och sjukvårdens nät som används inom den kliniska forskningen (varvid inte bara bandbreddskrav utan också en rad väsentliga sekretesskrav aktualiseras och måste få en lösning).

Till den ”normala användningen”, som alla forskare oavsett disciplin bedöms vara intresserade av, hör införandet av nya användbara tjänster som autentiserings- och auktoriserings-system för att ge smidig åtkomst till nät och tjänster oavsett vistelseort, IP-telefoni och videokonferenser.

⁵ Jfr rapporten ”Användarstudier inom SUNET - Internet i den svenska högskolan våren 2003”.

Till detta kommer tjänster såsom spegling av vetenskapliga databaser, beräkningstjänster och datalagring som är av mer specifikt intresse för just forskare, exempelvis inom biomedicin. I vissa fall kan det vara en lämplig uppgift för SUNET att hjälpa till med att hitta en lösning och skapa en tjänst. I andra fall kan det visa sig att det är lämpligare att lösa uppgiften med en annan teknik och/eller under medverkan av andra intressenter än SUNET men där nätet fortfarande är av central betydelse.

Slutsatsen av detta är att SUNET måste ha tätare kontakter med aktiva forskargrupper för att få information om deras önskemål och kunna se möjligheterna respektive förstå gruppernas problem. SUNET bör vara en tänkbar samarbetspartner för forskarna och uppträda mer proaktivt än hittills.

Ett exempel är att SUNET skulle med hjälp av superdatoranvändarna skulle kunna testa s k lambda networks. Många användare kan också behöva SUNETs hjälp för att förstå varför en applikation inte fungerar som förväntat över ett nätverk och vad som kan göras för att avhjälpa problemet. Det kan t ex handla om att campusnätet inte är uppbyggt med tanke på forskarens specifika applikation och därför hanterar denna dåligt.

Liknande slutsatser har som redan antytts ovan dragits av det s k SERENATE-projektet⁶ om NREN (motsv. SUNET) som bl.a. påpekar att campus-nätet är den svagaste länken, att dialogen mellan NREN och universiteten måste förbättras, att ett fåtal forskare överför extremt stora filer (>1 Tb) samt att det behövs system för Autentisering, Auktorisering och Accounting (AAA) och att dessa bör vara kompatibla inom Europa.

GigaSunet är ett produktionsnät som tillgodoser de generella kommunikationsbehoven som alla forskare vid de svenska universiteten och högskolorna, oavsett vetenskaplig disciplin, har. Till de stora intressenterna i en ny generation av det svenska forskningsnätet får man också räkna forskarna inom datateknik och särskilt kommunikationsteknik. Datornätsforskningen drar fördel av SUNETs nät för sådant som inte kan göras i labbet, utan behöver ett verkligt nät. De önskar sig bl.a. tillgång till dedikerad bandbredd (egna våglängder - ”lambda”) för sammankoppling av s.k. testbäddar, för användning av egna dataväxlar och för test av nya teknologier. De önskar också använda SUNET för att kunna testa nya tillämpningar och experimentella servers och för att genomföra mätningar av trafiken i ett produktionsnät. Därför finns det intresse av att mätutrustning redan från början införs i SUNETs infrastruktur när infrastrukturen förnyas.

5.6 Dagens tjänster – fortsatt behov

Utöver de tjänster som praktiskt taget varje Internetleverantör erbjuder, e-post, filöverföring, terminaluppkoppling och webbtjänster, tillhandahåller dagens SUNET ett antal mer specifika tjänster som högskolorna har efterfrågat.

FTP-arkivet eller "Filarkivet" är en uppskattad källa för dem som söker program och uppdateringar av program, databaser, e-text, lexikon, multimedia, programmeringshjälpmedel m m för flera olika operativsystem. Arkivet har nyligen uppdaterats med ny hårdvara för att kunna hantera mängden information och tillhör de största och bäst organiserade arkiven av detta slag i världen. Antalet både svenska och internationella användare är stort och arkivet gör att SUNET får bra PR och goda internationella kontakter.

Genom Webb katalogen har SUNET en egen söktjänst som inte tvingar på användaren reklam och som endast visar vägen till verifierade länkar som den ansvarige för webbplatsen själv registrerat och som kan sökas efter kategori. Endast svenska webbresurser registreras. Katalogen drivs av KTHNOC med bidrag från SUNET och är fortfarande mycket uppskattad i många läger, trots att det idag är lätt att få tillgång till stora internationella söktjänster.

SUNET tillhandahåller ett hjälpmedel (Listserv) för användare med anknytning till högskolan att sätta upp och administrera distributionslistor. Mycket arbetsbesparande och lättadministrerat för användarna.

SUNETs CERT (Computer Emergency Response Team) behöver man knappast argumentera för behovet av i en tid då spam och intrångsförsök nått en omfattning som fått vissa att sja om Internets snara undergång. Den är i dag inte bara en tjänst för användarna utan också en del av driften av SUNET eftersom den tillsammans med KTHNOC ansvarar för att åtgärder vidtas när SUNET utsätts för (inre eller yttre) hot.

SUNET distribuerar konferenstjänsten News till de högskolor som så önskar men driver inte någon egen Newsserver. En enkät har visat att intresset för denna tjänst i dag inte är vad det en gång var, men för många användare är tillgången till News diskussioner och nyhetsförmedling fortfarande väsentlig.

Något liknande gäller SUNETs faxtjänst, som gör det möjligt att skicka e-post till mottagare som inte har/använder e-post men som gärna tar emot meddelandet som ett fax. I en tid när allt fler (för att inte säga nästan alla) har tillgång till e-post har värdet av tjänsten minskat. Kanske vore det mer intressant för högskolorna att ha en tjänst för att skicka SMS via e-post.

SUNET kan idag leverera IPv6 till de universitet/högskolor som så önskar. "SUNET betraktar tills vidare detta som en experimentell tjänst, utan garantier för tillgänglighet" heter det på SUNETs webb. Egentligen är det dock dags att gå över till att se detta som en del av de

⁶ SERENATE:s rapport D10 om forskningens krav på NREN (motsv. SUNET)

grundläggande kommunikationstjänsterna. SUNET har i en särskild policy angett hur man ser på introduktionen av IPv6 som ett protokoll vid sidan av (och samexisterande med) IPv4.

5.7 Administrativa system

Effektiva administrativa system för stödprocesser inom områden som lön, personal, decentraliserat HR-arbete, ekonomi, studerandedokumentation och antagning av studenter kräver sedan länge en kommunikation med högkvalitativ nätfunktionalitet.

Datorstödet för de administrativa processerna i många fall är beläget vid ett annat lärosäte än det som användarna befinner sig vid och för att detta skall fungera bra krävs fungerande nät med tillräcklig kapacitet.

Framtidsgruppen har noterat ett ökat intresse inom sektorn för att effektivisera och centralisera administrativa stödprocesser. Ett minskat antal driftställen för LADOK är ett exempel, ett annat är att köp av tjänster universitet och högskolor emellan ökar i jakten på kostnadsbesparingar. Ett väl fungerande nät med hög grad av säkerhet och tillgänglighet är en förutsättning för att denna önskade utveckling skall kunna fortsätta. Vi ser denna utveckling tydligt också inom andra sektorer, t ex bank- och försäkringsbranschen men även i offentlig verksamhet.

Även nätbaserat samarbete mellan olika sektorer ökar. Så är t ex högskolans nya antagnings-system tänkt att köras på en helt extern serviceorganisation för alla universitet och högskolor. Både högskolorna själva och leverantörer till högskolan använder sig allt oftare av e-fakturerings.

Samtliga system har högt ställda krav på sig beträffande funktionalitet, användarvänlighet, implementering och versionshantering förutom kryptering och fullgod säkerhet med avseende på autentisering och behörighetskontroller. I flera av systemen används även elektronisk signering vilket ytterligare förstärker kraven på säker nätfunktionalitet.

Det blir allt vanligare med skällrapportering eller självservice, där den enskilde plats-sökande, studenten eller anställda själv rapporterar in information via webbgränssnitt. All administrativ verksamhet effektiviseras med hjälp av datorstöd och fler och fler användare blir beroende av att kommunikationen via nätet fungerar 24 timmar om dygnet.

Det har följaktligen blivit en av de viktigaste uppgifterna för all verksamhet inom offentlig sektor att öka tillgängligheten till de administrativa funktionerna.

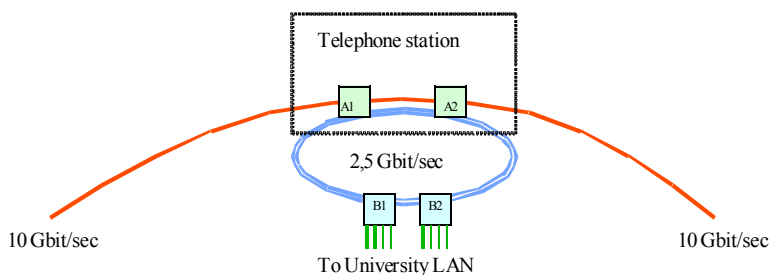
Statskontorets arbete med 24-timmarsmyndigheten och det IT-stöd som krävs för genomförandet bygger på en vision om att erbjuda allmänheten information och elektronisk service dygnet runt och oberoende av plats.

6. SUNETs nät efter GigaSunet

6.1 Principer i GigaSunet

Som redan nämnts ovan (avsitt 3.3) är GigaSunet är ett nät baserat på routrar i en ringformad struktur med förbindelser som har en kapacitet av 10 Gbit/s. I varje universitets- och högskoleort finns det två ryggradsroutrar som knyter samman ryggradsnätet och ansluter det till universitetet eller högskolan. Lokalt vid varje universitet och högskola finns dessutom två stycken accessroutrar placerade, till vilka det lokala campusnätet är anslutet med flera lokalnätsanslutningar, som var och en har kapaciteten 1 Gbit/s (s.k. GigabitEthernet - GE). Accessförbindelserna är också uppbyggda i en ringstruktur och där kan kapaciteten i princip förstärkas till 2x2,5 Gbit/s.

GigaSunet - principskiss



A1 och A2 är ryggradsroutrarna på orten.
B1 och B2 är accessroutrarna vid universitetet eller högskolan

Om någon användare/användargrupp på ett universitet eller en högskola har behov av högre överföringshastighet för en enskild dator än 1 Gbit/s kan en separat accessförbindelse anordnas från användarens dator direkt till en av ortens ryggradsroutrar. Den förbindelsen kan ha en kapacitet upp till 10 Gbit/s (s.k. 10 Gigabit/s-Ethernet – 10 GE). För att inte överbelasta ryggradsnätet måste en sådan accessförbindelse övervakas och eventuellt måste användningen begränsas.

Anledningen till att alla anslutna högskolor tilldelas samma kapacitet är inte att alla har samma behov av kapacitet. Det är i stället så att det blir billigare för SUNET att kunna använda samma typ av utrustning på alla platser och samma typ av konfiguration, jämfört med att anpassa utrustning och rutiner till speciella behov på varje plats.

6.2 Nya behov och krav

Inom allt fler forskningsområden som astronomi, rymdteknik, högenergifysik, patologi och biomedicin framförs önskemål om nätanslutningar med avsevärt högre kapacitet än 1 Gbit/s. Kraven pekar på anslutningar med en kapacitet motsvarande flera tiotals 10 Gbit/s-anslutningar. Inom astronomi nämns kapacitetsbehov på flera Tbit/s. I många fall behöver denna forskning ha tillgång till förbindelser under en lång tid (flera månader eller mera) och förbindelserna är oftast av punkt-till-punkt-karaktär. Det typiska är att data samlas in på en plats och överförs till en annan plats för beräkningar och lagring. För att tillgodose den här typen av krav kan det vara rimligt att ha någon form av direktförbindelse mellan de två platserna. Nätet är dock inte alltid begränsande utan det är kapaciteten i de datorer som skall sända respektive ta emot data med överföringshastigheter på 10-tals Gbit/s som har begränsningar. I vissa internationella forskningsprojekt som i grunden har ganska måttliga krav på överföringskapacitet (även mindre än 1 Gbit/s) finns det krav på att deltagarna skall vara anslutna med direktförbindelser av något slag. Med direktförbindelse menas då att förbindelsen inte hanteras av routrar. Anledningarna till att det ställs krav på direktförbindelser kan variera. Det kan t.ex. vara att det nationella forskningsnätet eller något mellanliggande nät inte kan hantera trafik på ett tillräckligt bra sätt. Det kan också bero på att data kommer som en bitström i realtid som inte på något enkelt eller effektivt sätt kan skickas i paketform. Data i ett routat nät paketeras alltid i s.k. IP-paket.

Det är vidare värt att observera att nätet är en del av varje högskolas verksamhetskritiska IT-infrastruktur. Man kommer t ex inte att kunna anta studenter i Karlstad om konnektivitet inte finns med Uppsala universitet, Verket för högskoleservice och Umeå universitet, förutsatt att man vill använda det nya antagningssystem (NyA) som snart tas i bruk.

6.3 Routrar eller direkta förbindelser?

Ett nät som är uppbyggt med routrar är en naturlig del av Internet och har en stor flexibilitet genom att det kan sätta upp miljontals nya förbindelser varje sekund. Alla datorer kan nå alla andra datorer. Den typ av routrar som används i GigaSunet kan hantera många förbindelser med kapaciteten 10 Gbit/s utan att routrarna är begränsande. Nu finns det också routrar på marknaden som kan hantera ett stort antal förbindelser med kapaciteten 40 Gbit/s. SUNETs världsrekord i överföring av data över långa avstånd och med hög hastighet har tydligt visat att ett nät baserat på routrar fungerar väl.

Av beskrivningen ovan framgår att allt flera forskningsområden kräver direktförbindelser mellan forskare/forskargrupper. Direktförbindelserna krävs ibland för att tillgodose behovet av extrem kapacitet men direktförbindelser kan också vara en förutsättning för deltagande i internationella forskningsprojekt.

Trots att det i praktiken inte finns några begränsningar i dagens routerbaserade nät gör framtidsgruppen bedömningen att ett nät efter GigaSunet måste kunna tillgodose både behovet av ett generellt Internetbaserat nät med routrar och behovet av direktförbindelser för vissa forskningsprojekt.

Det behövs direktförbindelser mellan routrarna i ett routerbaserat nät samtidigt som det alltså behövs direktförbindelser för vissa forskningsprojekt. Genom att bygga ett nät med flera

direktförbindelser i ryggradsnätet bör det vara möjligt att åstadkomma ett nät som tillgodoser de beskrivna behoven. Denna typ av nät kallas ofta för hybridnät.

6.4 Optiska nät

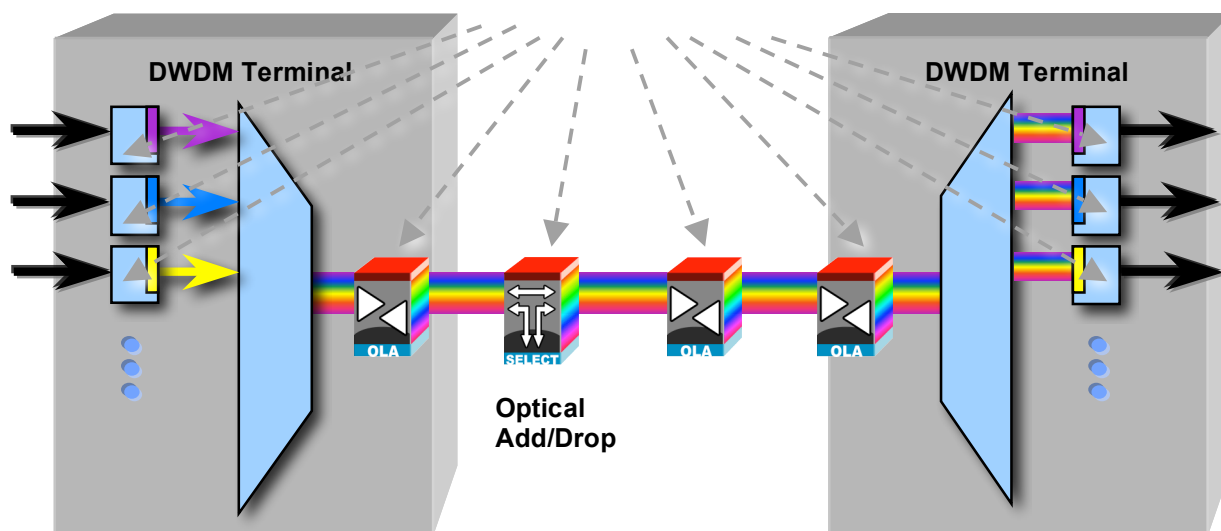
Kommunikationsnäten bygger på att data överförs genom ljuspulser som överförs i fiberoptiska förbindelser. De fiberoptiska förbindelserna har i det närmaste obegränsad kapacitet. För att på ett effektivt sätt överföra data i fiberoptiska förbindelser över längre avstånd används en multiplexeringsteknik som kallas DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). Detta innebär att flera parallella dataströmmar som kallas kanaler överförs med ljus av olika våglängder ("färger") över en och samma fiberförbindelse.

Ett DWDM-baserat nät innehåller följande komponenter:

- Optiska förbindelser som baseras på fiberoptik och bygger på s.k. svart fiber. Det innebär att en fiberförbindelsen används som den är utan extra utrustning.
- Ändutrustning (DWDM Terminal) där signalerna skickas in i nätet och omvandlas till optiska signaler av rätt våglängd och styrka respektive tas ut från nätet.
- Optiska förstärkare (OLA) som sitter placerade på var 80:e till var 100:e kilometer längs fiberförbindelsen för att förstärka de optiska signalerna.
- Optiska anslutningspunkter (Optical Add/Drop). Utrustning där det är möjligt att ta ut en eller flera dataströmmar (kanaler) och föra in en eller flera dataströmmar (kanaler).

Varje kanal eller dataström kan ha överföringskapaciteten 2,5, 10 och även 40 Gbit/s.

Följande figur illustrerar hur ett DWDM-baserat nät är uppbyggt.



Ett hybridnät erhålls genom att bygga ett nät baserat på svart fiber mellan universitets- och högskoleorterna och med DWDM-utrustning. I det nätet kan en kanal användas för att koppla samman routrarna och det ger då ett traditionellt routat nät. Övriga kanaler kan "tappas av" efter behov för att bygga upp optiska direktförbindelser punkt-till-punkt mellan forskare/forskargrupper.

Ett sådant hybridnät med routrar får alltså det routade nätets alla fördelar för kommunikation alla-till-alla som en del av Internet och med närmast 100-procentig tillgänglighet om nätet byggts redundant.

Nätet kan också tillgodose de behov som finns inom vissa forskningsområden med direktförbindelser med en kapacitet motsvarande många 10 Gbit/s- eller 40 Gbit/s förbindelser. Den beskrivna DWDM-tekniken är helt transparent vilket gör den användbar för alla typer av dataöverföringar.

Allt flera nationella forsknings- och utbildningsnät sätter nu upp hybridnät av den modell som här beskrivits. Ledande på det området är det kanadensiska forsknings- och utbildningsnätet följt av det holländska. Men även det brittiska forskningsnätet och andra forskningsnät i Europa och USA håller på att gå över till hybridnät.

Inom NORDUnet undersöks möjligheterna att etablera ett nordiskt hybridnät.

Den tekniska utvecklingen av DWDM-system är för närvarande mycket snabb. Utvecklingen ger system med allt flera kanaler med högre kapacitet till lägre kostnad. Utvecklingen gör också att allt längre distanser kan överbryggas utan att det behövs dyr och komplicerad utrustning för att omvandla från optiska signaler till elektriska signaler och tillbaka till optiska signaler.

6.5 *SUNETs nät efter GigaSunet*

Dagens situation med en trafikökningstakt på ungefär 50 % per år och gott om växtutrymme i GigaSunet, som än så länge bara utnyttjas till en mindre del av sin kapacitet, tycks tala för att SUNET i första hand bör förlänga nuvarande avtal om förbindelser och i andra hand, när avtalen inte längre kan förlängas, upphandla nya förbindelser av ungefär samma typ.

Som framgår av ovanstående beskrivning kan situationen dock snabbt ändras om de forskningsområden som nyligen påbörjat potentiellt mycket bandbreddskrävande projekt kommer upp i fart, och några är på god väg. Framför allt radioastronomerna i Onsala, som samarbetar med astronomiinstitutioner i Storbritannien, Nederländerna och USA i VLBI-projekt, väntas på sikt generera mycket stora datamängder.

Detsamma gäller de stora gridprojekten i Norden och i Sverige särskilt de nationella superdatorcentra som samarbetar inom ramen för Swegrid-projektet samt fysikinstitutionerna som behöver kapacitet för att kunna ta emot experimentdata från CERN.

Andra projekt, som på sikt kan förväntas bli mycket stora förbrukare av bandbredd, är de projekt som använder stora mängder sensorer för att generera data. Ett typiskt exempel är Institutets för rymdfysik projekt LOIS/LOFAR, som för närvarande bygger upp en anläggning omfattande ett stort antal sensorer i Växjö-området och där varje sensor genererar data med 2 Gbit/s.

Detta talar för att också SUNET tvingas titta på möjligheterna att bygga hybridnät. Detta har av framtidsgruppen signalerats till SUNETs styrelse, som också börjat intressera sig för marknaden för svart fiber. I likhet med flera andra forskningsnät har SUNET till att börja med tittat på möjligheterna att skaffa en långsiktig oinskränkt användningsrätt till fiber. Detta kallas i telekommunikationskretsar för IRU (Irrevocable Rights of Use).

I samarbete med NORDUnet har SUNETs styrelse låtit utreda de tekniska och marknads-mässiga förutsättningarna för att långtidshyra ett svart-fiber-nät och utredningen har visat att detta är ett realistiskt alternativ. Styrelsen har därefter beslutat att gå vidare och uppdragit åt kansliet att inleda arbetet med en kravspecifikation som kan användas i en upphandling.

Oavsett vad man anser om svart fiber och behovet av mer kapacitet *måste* de nuvarande GigaSunet-förbindelserna ersättas helt enkelt för att kontraktet med Telia-Sonera går ut den 31 december 2005 och förlängning med mer än ett år inte är tillåten enligt bestämmelserna för offentlig upphandling.

Planering, upphandling, leverans och driftsättning av nya förbindelser beräknas normalt ta minst 2 år, så det har varit nödvändigt för styrelsen att så tidigt som möjligt skaffa sig underlag för att kunna genomföra en upphandling så snart planerna på ett nytt nät förankrats i högskolesystemet.

6.6 *Rekommendation inför fortsatt planering*

På förslag av framtidsgruppen har SUNETs styrelse genomfört en snabb utredning av de tekniska och juridiska förutsättningarna att använda svart fiber med långtidskontrakt i Sverige. Detta bör vara ett huvudalternativ när GigaSunet skall ersättas. Planeringsarbetet måste fortsätta och bedrivas så att ett nytt nät kan vara i full drift i god tid före 2007-01-01.

Förstudien har visat att tillgången till svart fiber i Sverige är god och att flera tänkbara sträckningar finns. Förstudien har vidare visat att det går att nå alla svenska universitet och högskolor via två olika (redundanta) vägar. En fortsatt utredning bör visa vilka villkoren är för optiska förstärkare och annan utrustning. Det är redan nu möjligt att grovt uppskatta kostnaderna för svart fiber och för den utrustning som måste finnas i ett hybridnät, men den exakta kostnaden kan anges först när en upphandling har genomförts avseende det eller de alternativ som styrelsen väljer att gå vidare med.

Styrelsens val av teknisk lösning kommer att påverka omfattningen av den DWDM-utrustning som krävs och kostnaderna för den utrustningen kommer att påverkas av valet.

Förutom förbindelser och utrustning måste det i en fungerande lösning också finnas en driftorganisation, som också den måste anpassas till den lösning styrelsen väljer att gå vidare med och som får kostnadsberäknas senare

Styrelsen bör noga beakta vad som i förstudien framkommit om de legala förutsättningarna för att SUNET skall kunna köpa eller långtidshyra (8-10 år) svart fiber. De avtal som kan komma att slutas bör utformas för att säkerställa tillgången till fiberförbindelserna och minimera riskerna om fiberägaren kommer på obestånd.

Med reservation för att mycket planeringsarbete ännu återstår bedömer framtidsgruppen att den årliga kostnaden för ett nät baserat på långtidshyra av svart fiber och på egen utrustning för våglängdsutrustning inte behöver bli avsevärt högre än kostnaden för dagens Sunet.

I själva verket bygger framtidsgruppens rekommendation på denna förutsättning, eftersom vi inte tror att det går att hos högskolorna förankra planer på ett nät som medför kraftigt ökade kostnader för dem.

Givetvis måste kostnaden för ett fibernät med egen DWDM-utrustning jämföras med både dagens kostnader och de uppskattade kostnaderna för ett utbyggt nät där all trafik går via IP som i dagens nät. Det har ett pedagogiskt värde att gentemot politiker och finansieringsansvariga kunna peka på hur mycket av de gemensamma infrastruktursatsningarna som krävs för att vi skall ligga forskningsmässigt i fronten och hur mycket som krävs för det ”vanliga” basarbetet.

7. Tjänster i ett framtida SUNET

Nedan ges ett antal exempel på nya tjänster som SUNET håller på att utveckla eller kan tillhandahålla i en framtid.

7.1 *Infraservices*

SUNET har uppdragit åt Umeå universitet att i samarbete med andra högskolor svara för att bygga upp en samordningstjänst för att få en fungerande samverkan mellan högskolors tjänster för autentisering, auktorisation och policy-stöd. Slutmålet för detta projekt är inte att bara ge rekommendationer utan att förmå universitet och högskolor att införa och i praktiken använda en infrastruktur som kan bli en gemensam och samtidigt flexibel lösning på behovet att kunna identifiera användare på ett säkert sätt och tilldela dem behörigheter enligt accepterade policies.

I programmet ingår bl a förvaltning och vidareutveckling av auktorisationsystemet SPOCP, rekommendationer beträffande användning av publika nycklar samt ett bättre utnyttjande av kataloger.

Umeå universitet skall tillse att det svenska arbetet följer och påverkar vad som görs internationellt och särskilt inom Europa inom motsvarande områden så att vi får fram lösningar med en bred internationell acceptans. Målet är att en person från ett svenskt universitet som besöker ett universitet i ett annat europeiskt land efter en enkel registrering där skall få tillgång till lokala resurser som nätaccess och biblioteksresurser genom att hans identitet styrks av hemmauniversitetet med användning av den infrastruktur som nu byggs upp.

7.2 *IP-telefoni*

SUNET är för närvarande i färd med att upphandla en IP-baserad operatörsanknytnings-tjänst, som högskolorna skall kunna avropa.

Tjänsten skall bl a ge dem

- IP-anlutning av abonnentväxlar (via gateway)
- SUNET-anlutning till publik teleoperatör (via gateway)
- Stödsystem för SIP, routing, tele telefonistfunktioner och fakturering.

Konkret bör detta kunna ge besparingar genom

- Samtal mellan universitet/högskolor utan samtalsavgifter
- Samtal med IP-anlutna telefoner utan samtalsavgifter
- Samtal till publika telefonnätet till reducerad avgift genom samlat avtal för hela högskolesektorn.

Alla nödvändiga standarder för detta finns, tekniken (utrustning/program/ apparater) finns och fungerar och GigaSunet har tillräcklig kapacitet, tillgänglighet och kvalitet för denna användning, som kan spara pengar åt högskolorna.

Som stöd för övergången till IP-telefoni planeras också pilotprojekt för att skaffa ytterligare erfarenheter och pröva ny teknik.

7.3 Nationell upphandling av programvaror till högskolan

SUNET skulle i princip också kunna hålla i nationella avtal för programvaror till universiteten. I en stor gemensam upphandling skulle man kunna få betydligt bättre villkor än som går att erhålla när programvaror upphandlas av en enskild högskola eller köps av en /institution. Det viktiga i detta sammanhang är att högskolan kan uppträda som *en* kund, som dessutom har stor samlad kompetens inom IT och programvaruområdet.

I vissa fall går det också att utverka bättre rabatter för produkter som skall användas inom forskning och undervisning än leverantörerna är villiga att erbjuda i en ännu större nationell upphandling, t ex avseende samtliga myndigheter och kommuner.

Ett samverkansavtal av detta slag som omfattar många högskolor finns emellertid redan genom ett par olika aktörer. Området är därför för närvarande inte aktuellt för insatser från SUNETs sida.

7.4 Nätbaserade möten

SUNET har sedan en tid tillbaka en tjänst till stöd för dem som vill införa och/eller använda sig av olika typer av nätbaserade möten. Nyligen har denna tjänst inlett ett samarbete med Sveriges Nätuniversitet och man genomför för närvarande en enkät för att få bättre information om vad användarna vill ha och vad man behöver hjälp med.

7.5 Rekommendation

Framtidsgruppen är av den uppfattningen att SUNET framöver skall ha en än mer aktiv roll vad avser universitetsgemensamma IT-relaterade utvecklingsprojekt. SUNET kan, med den organisation och styrning som föreslås i avsnitt 8, utgöra en naturlig hemvist för universitetsövergripande utvecklingsprojekt i syfte att effektivisera och kvalitetssäkra IT-system/applikationer.

8. Organisation av ett framtida SUNET

8.1 Organisatorisk tillhörighet

Olika organisationsalternativ för SUNET har utretts och diskuterats ett antal gånger ända sedan början av 1990-talet. Egen statlig myndighet, nationell anläggning, bolag, stiftelse och ekonomisk förening har diskuterats som alternativ till dagens system med SUNET som en egen verksamhet inom ramen för en existerande större organisation (i dag Vetenskapsrådet).

Framtidsgruppen finner inte anledning att öppna denna diskussion på nytt. Arrangemanget med Vetenskapsrådet som värmyndighet fungerar bra, och forskningens ökande betydelse för SUNETs utveckling i framtiden gör att placeringen vid Vetenskapsrådet är naturlig.

Vetenskapsrådet har också på senare tid markerat ett starkare intresse för infrastrukturfrågor och kompletterat de projektorienterade ämnesråden med en kommitté för forskningens infrastruktur. Även mot den bakgrunden är placeringen naturlig. Dock förtjänar framhållas att SUNET i lika hög grad är en viktig resurs för utbildningen och att finansieringen av SUNET till övervägande del kommer från universitet och högskolor, varav många ser utbildningen som den viktigaste verksamheten.

8.2 Organisationsform

Som beskrivits ovan arbetar SUNET normalt inte med direkt anställda medarbetare utan har i stället avtal med organisationer som har tillgång till personal med den kompetens SUNET behöver. SUNET köper alltså drift, utveckling, utredning och även vissa samordningstjänster av högskolor eller kommersiella organisationer och har en mycket liten kärna som fungerar som kansli och operativ ledning.

Modellen skiljer sig avsevärt från vad som är vanligt i många andra länder, där det nationella forskningsnätet bildar en betydligt större organisation och har personal för såväl drift som utveckling inom den egna organisationen.

I och med att SUNET engagerar sig mer i verksamhet som utveckling av nya tjänster har ifrågasatts om det inte skulle vara effektivt att öka andelen direkt anställd personal och ha projektledarna inom den egna organisationen.

Framtidsgruppen finner dock att nuvarande flexibla organisation har stora fördelar och gör det lätt att utnyttja kompetens i hela högskolesverige. Dock kan en viss förstärkning av kansliet vara motiverad för att få en bättre överblick över alla pågående aktiviteter och göra organisationen mindre beroende av nyckelpersoner.

8.3 *Rekommendation*

Framtidsgruppen föreslår ingen förändring när det gäller val av ”värdmyndighet” för SUNET.

Framtidsgruppen anser vidare att det är värdefullt att SUNET även framgent har karaktären av en ”virtuell organisation” med möjlighet att inhyra spetskompetens från de universitet och högskolor där sådan kompetens finns att tillgå. Detta kan ytterligare förstärka bilden av att SUNET är en högskolegemensam angelägenhet. En organisationsmodell av nyss nämnda slag förutsätter en hög grad av ”leveransstrohet” från universitet och högskolor. SUNET är en högskolegemensam angelägenhet.

9. Finansiering

9.1 *Finansieringsmodeller*

Konsultföretaget Gartner tar i ett antal artiklar upp problematiken kring hur och på vilket sätt användningen av IT-relaterade tjänster skall finansieras – chargeback. Artikeln ”Chargeback for Good or Evil” beskriver grundtanken med chargeback, nämligen att kostnader läggs på den som förorsakar kostnaden. Förhoppningen är att detta gör användarna mer kostnadsmedvetna och att de totala kostnaderna sjunker. En av de bärande idéerna är att ”gratis” resurser tenderas att överutnyttjas. Artikeln belyser också problematiken med chargeback, nämligen att man riskerar att drunkna i administration om man lägger upp ett alltför komplext system för att fördela kostnader. Det finns också risk för suboptimering. Användarna anpassar sig efter alla typer av system. Om systemet som fördelar kostnader inte är bra så riskerar man att driva vissa typer av kostnader eller att verksamheten undviker en viss typ av IT-tjänst p g a ett högt pris trots att tjänsten levererar en verksamhetsnytta som är högre än kostnaden för tjänsten. Slutsatsen i artikeln är att för att få chargeback att fungera så måste man ha en enkel modell, ”keep it simple”.

9.2 *Finansiering av ett framtida SUNET*

Finansieringen av SUNET är den för många intressantaste frågan.

Det finns ett önskemål om ett rättvist system samtidigt som systemet måste vara lätt att använda. Tidigare diskussioner har visat att rättvisa oftast är något som bara finns i betraktarens öga – det blir lätt så att man betraktar en kostnadsfördelning som gynnar den egna organisationen som den mest rättvisa.

SUNET är ett nät som alla behöver men som alla inte använder i samma utsträckning. Det har en kostnad som ofta ligger fast över tiden oavsett graden av användning, och denna kostnad måste betalas av användarna.

Ett sätt att finansiera SUNET skulle kunna vara att basera avgiften på organisationens uppmätta användning av nätet. Att låta trafikmätningar vara enda grunden till kostnadsfördelning bedömer vi som olyckligt eftersom det skulle kunna leda till att användandet hämmas samtidigt som nätet ej utnyttjas fullt, vilket är en ”kapitalförlust”. De största kostnaderna är investeringar i hårdvara vid varje uppgradering medan de direkt trafikrelaterade kostnaderna är låga. Vidare ser vi stora svårigheter att finna ett system som på ett rättvist sätt relaterar trafikmängden till den avgift som universitet och högskolor skall erlägga. Risken för suboptimering är uppenbar.

Framtidsgruppen föreslår istället ett avgiftssystem som utgår ifrån ett basnät som alla har behov av men använder i skiftande utsträckning samt att behov av tjänster därutöver betalas av de som nyttjar dessa tjänster.

I det framtida universitetsdatanätet framträder två olika typer av användare med radikalt olika kapacitetsbehov. Vi har ett basbehov som består av dagens tillämpningar med videokonferen-

ser som den mest bandbreddskrävande och ett fåtal superdator/mätdata tillämpningar som är extremt bandbreddskrävande. Även om alla studenter och anställda ges bandbredd motsvarande basbehovet så når deras totalsumma troligtvis inte upp till kommande superdatorbehov. En kostnadsfördelning som inte tar hänsyn till detta blir inte hållbar i längden. Detta innebär inte att två separata nät erbjuds utan att ny teknik används för att separera trafiken som (i framtidsgruppens förslag) DWDM. Därför bör, enligt framtidsgruppen, extremanvändarna själva stå för marginalkostnaderna för sitt extra bandbreddsbehov. Denna kostnad kan beräknas först när utredning och upphandling av hybridnätalternativet gett oss ett realistiskt underlag, men principen är framtidsgruppen enig om.

En fråga som livligt diskuterats är användningen av nätet från studentbostäderna. Studentbostadsnäten byggdes upp under en period då något kommersiellt alternativ inte fanns, idag är situationen en annan. Flera stora universitet har under det senaste året valt att begränsa användandet av SUNET från studentbostäder av lite olika skäl. Kritik har riktats mot att bara vissa universitet och högskoleorter med en utpräglad campusfilosofi har möjlighet att ansluta studentbostäderna samt att denna typ av ”förmån” bara kommer en begränsad del av Sveriges studenter till godo. Framtidsgruppen har därför kommit fram till den slutsatsen att i det basnät som ett framtida SUNET skall erbjuda skall anslutningar från studentbostäder exkluderas.

Vi föreslår att möjligheten att ha bostäder anslutna skall finnas kvar. Att grupper av unga, kreativa studerande får tillgång till stora mängder bandbredd och därigenom får möjlighet att pröva nya idéer är i grunden positivt och kan på sikt visa sig vara en lönsam investering för det svenska samhället. Men denna typ av användning får inte vara det som blir dimensionerande för SUNET så att bostadsanvändningen leder till ökade kostnader för universitet och högskolor. Det är endast så länge det finns gott om överkapacitet i ett existerande nät som SUNET kan vara frikostigt med bandbredd till studentbostäder. Framtidsgruppen anser således att det skall vara möjligt för universitet och högskolor att mot en av styrelsen för SUNET fastlagd avgift ansluta studentbostäder för dem som så önskar.

Beträffande finansieringen av basnätet bör kostnaden fördelas enligt någon fördelningsnyckel. Eftersom de organisationer som använder SUNET varierar mycket i storlek och ekonomisk styrka har det ansetts rimligt att basera avgiften på något av följande mått – antingen ett eller flera i kombination:

- antal anställda
- antal studenter
- statliga anslag
- total omslutning/totala intäkter

Vad gäller dessa mått kan konstateras att det nu använda måttet *andel av högskolesektorns totala intäkter* på ett rimligt sätt täcker in flera av de andra variablerna. Större delen av sina intäkter får högskolorna direkt eller indirekt genom statliga anslag, antalet studenter ger intäkter i form av den sk studentpengen och antalet anställda samvarierar väl med högskolans storlek och totala resurser. Vidare är det ett mått som av sektorn tillämpas i andra sammanhang och dessutom är enkelt och kontrollerbart.

Förslaget att användarna av egna våglängder också får betala för dessa innebär sannolikt att dessa kostnader kommer att betalas av forskargrupper med anslag från forskningsråd – sk externa medel. Samtidigt ingår de externa medlen i de totala intäkterna, som är en av de föreslagna tänkbara fördelningsnycklarna. Här kan det finnas en risk för dubbelräkning av resurser, som måste beaktas av SUNETs styrelse vid utformningen av betalningssystemet avseende basnätet.

Intäkter som de mäts i den statliga bokföringen är i vissa fall också ett ofullständigt mått på en högskolas verkliga resurser. En väsentlig intäkt för vissa institutioner är tilldelning av datortid på nationella beräkningsanläggningar och tillgång till resurser på annan nationell forskningsinfrastruktur, som kan representera ett betydande värde men som inte påverkar högskolans resultat- och balansräkning.

Framtidsgruppen konstaterar att det inte bör ankomma på den att ge förslag till ett detaljerat system för att fördela kostnaderna för SUNET mellan högskolorna avseende basnätet.

Framtidsgruppen föreslår att SUNETs styrelse utarbetar ett nytt avgiftssystem vad avser finansieringen av basnätet utgående från antal anställda, antal studenter, anslag och/eller omslutning definierad som lärosätets totala intäkter.

9.3 *Rekommendation*

Framtidsgruppen föreslår att

- i det framtida universitetsdatanätet definieras ett basnät
- användargrupper med extrema bandbredds nivå betalar för sina speciella behov
- studentbostäder exkluderas i basnätet men kan anslutas till SUNET mot en av styrelsen fastställd avgift
- i de fall SUNET erbjuder tjänster som bara vissa högskolor är intresserade av bör särskild finansiering av tjänsten övervägas, om kostnaderna för tjänsten inte är obetydliga
- SUNETs styrelse utarbetar ett nytt system för finansiering av basnätet utgående från en kombination av någon eller några av variablerna, antal studenter, antal anställda eller omslutning

Appendix: Förklaring till använda förkortningar

Högskolebeteckningar (som används i graferna avsnitt 3.4)

ltu	Luleå tekniska universitet
liu	Linköpings universitet
umu	Umeå universitet
uu	Uppsala universitet
Stud-Gbr	Studentbostäderna i Göteborg
kth	Kungliga tekniska högskolan
mdh	Mälardalens högskola
vxu	Växjö universitet
hik	Högskolan i Kalmar
hig	Högskolan i Gävle
hh	Högskolan i Halmstad
chalmers	Chalmers tekniska högskola
du	Högskolan Dalarna
hj	Högskolan i Jönköping
lu	Lunds universitet
oru	Örebro universitet

Övriga acronymer och förkortningar (som ej förklaras i texten)

UHÄ	Universitets- och högskoleämbetet
Gbit/s	Gigabit per sekund
TB	Terabyte
NADA	Numerisk analys och datalogi (institution vid KTH)
FTP	File Transmission Protocol
NCSA	National Center for Supercomputing Applications
HR	Human resources
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
LOFAR	Low Frequency Array