

Teknologi alle kan bruke (SPODIS)



Neste generasjon internett (ENNCE)



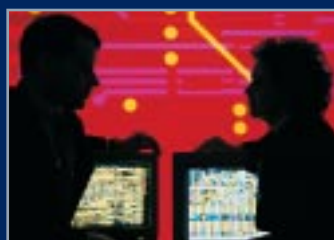
Trådløst bredbånd krever kunnskap (WIRAC)



Plug-and-Play kan gi enklere datahverdag



Kryptonøkkel distribusjon



Megabyte via mobiltelefon – går det? (CDMA)



Norges
forskningsråd

Grunnleggende teleforskning

Sluttrapport 2002

INNHold

Forord	3
Fremtidens samfunn	4
Om programmet	5
Doktorgrader og publisering	6
Norge sparte 2 milliarder	7
Langt fra OECD-nivå	8
Stipendiatpriser	9
Stipendiatene	10

GT-PROSJEKTENE

Teknologi alle kan bruke (SPODIS)	11
Neste generasjon internett (ENNCE)	12
Trådløst bredbånd krever kunnskap (WIRAC)	14
Plug-and-Play kan gi enklere datahverdag (Plug-and-Play)	15
Kvantemekanisk beskyttelse av kryptonøkkeldistribusjon	17
Megabyte via mobiltelefon – går det? (CDMA)	18

Grunnleggende teleforskning (GT)

Området for naturvitenskap og teknologi
Norges forskningsråd
Oslo, mai 2002

Tekst og produksjon:
Bård Amundsen, Tekst På Trykk AS
Design: Runar Thorvaldsen
Trykk: Stens Trykkeri - opplag: 1500.

ISBN 82-12-01707-9
Copyright © Norges forskningsråd 2002

Norges forskningsråd

Postboks 2700 St. Hanshaugen, 0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00 - Telefaks: 22 03 70 01
Hjemmeside: www.forskningsradet.no/

Foto: Bård Amundsen, Telenor Mobil, PhotoDsic, JohnFoxx og DigitalVision

Programstyret

Programstyret for
forskningsprogrammet
Grunnleggende teleforskning
har bestått av:

- Senior utviklingsingeniør
Terje Røste (Styreleder)
Nera Wireless Broadband
Access
- Avdelingssjef Jostein
Rønneberg
Norsk Romsenter
- Seniorrådgiver Kjersti
Moldeklev
Telenor
- Forskningssjef Mette Vestli
SINTEF Tele og data
- Professor Pål Spilling
Universitetsstudiene på Kjeller
- Professor Steinar Andresen
Inst. for telematikk, NTNU

Seniorforsker Kjell Ove Kjølås, SINTEF Tele og data, og konsulent Bente Alvestad Johansen, Norges forskningsråd, har vært hhv. programkoordinator og konsulent for programmet.



Terje Røste har ledet programstyret i Grunnleggende teleforskning. Han er senior utviklingsingeniør i Nera Wireless Broadband Access.

Fra forskning til industriell verdiskapning – kan GT bidra?

Hva kan et forskningsprogram som Grunnleggende teleforskning bidra med når vi ønsker å utvikle Norges rolle som en ledende IKT-nasjon? Programstyrelleder Terje Røste er ikke i tvil om at bidraget kan bli vesentlig.

“NORGE HAR gjennom planmessig forskning og utvikling blitt et av de fremste teleland i verden. Et av de synlige uttrykkene for denne utviklingen har vært digitaliseringen av det norske telenettet i 1980-årene, satellittkommunikasjon i 1980 og 1990-årene og ikke minst mobil kommunikasjon, også i 1980 og 1990-årene. Denne utviklingen skjedde ikke tilfeldig og var i sterk grad drevet av Televerkets Forskningsinstitutt som ble startet opp på slutten av 1960-årene. I kjølvannet av dette vokste det frem en teleindustri som var i stand til å frembringe konkurransedyktige produkter på det åpne markedet. I tillegg har vi fått gevinster i form av høyt kunnskapsnivå og evne til å dra nytte av telenettet og teletjenester. Her skal jeg konsentrere meg om den industrielle verdiskapningen i betydningen av å frembringe produkter og tjenester som noen vil kjøpe.

Hva skjedde innen telesektoren i de fem årene forskningsprogrammet Grunnleggende teleforskning pågikk? Internett eksploderte. Mobilsystemet GSM ble videreutviklet, stimulert av internettets vekst. Mobilsystemet UMTS er på vei inn. Bredbåndsaksess med ADSL begynte å ta av. Trådløse lokalnett ble standardiserte og installeres nå i store antall. Legging av store mengder fiberkabler har gitt stamnettet en enorm kapasitet. Nye tjenester er tatt

i bruk, blant annet talebasert dialog for informasjonstjenester.

Jeg skal ikke engang forsøke å spørre hva som blir det neste steget i utviklingen. Det har mange gjort før meg, men jeg skal se litt på de prosessene som er nødvendige for at forskning skal føre til industriell verdiskapning. Her må jeg konsentrere meg om noen få vesentlige momenter.

Forskningen er fremtidsrettet, og god forskning genererer kunnskap i en bank der den kan tas ut når det er bruk for den. Industribedriften kjenner markedet, og skal vite når anvendelse av ny kunnskap må innarbeides i produktene. Men dette stiller krav til formidling av resultater, og en god dialog mellom forskere og industribedrifter som gjør at vi kan trekke mest mulig ut av forskningen. Denne dialogen mellom forskeren og industribedriften er vesentlig for å trekke maksimalt ut av forskningen. I denne dialogen har både forskerne og industrilederne et ansvar, og jeg vil våge å påstå at denne dialogen ikke er god nok i Norge. Spesielt mener jeg at industrien har et ansvar for å bidra til å definere fremtidsrettede problemstillinger som forskerne kan bearbeide. Jeg vil også trekke frem forskerens internasjonale nettverk som en nødvendighet for at god

Forts. --->

forskning skal finne sted. Det siste og viktigste er mobilitet av personer mellom forskning og industri – begge veier!

Jeg tror at de forskerne som har deltatt i programmet vil gjøre seg gjeldende i utviklingen de nærmeste årene – også innen områder der det vil bli industriell virksomhet. Jeg tror at det vil bli skapt produkter og tjenester innen radiobasert bredbåndstilgang (se prosjektene Koding for mobil kommunikasjon, WIRAC og ENNCE), innen effektiv konfigurering og endring av nett (Plug-and-Play), innen dialogbasert informasjonsformidling basert på det norske språket (SPODIS), mellomvare for flyttbare applikasjoner (ENNCE) og kanskje vil noen utnytte Kvantekryptering til overføring av krypteringsnøkler.

Industrien er opptatt av avkastning på investering. Samfunnet er opptatt av at det man investerer i forskning og utdanning skal gi verdiskapning og vekst. Jeg er overbevist om at det såkornet som Grunnleggende teleforskning er, vil gi en meget høy avkastning for nasjonen, langt utover det som regnes som god avkastning på en investering i industrien. I tillegg har aktørene i Grunnleggende teleforskning hatt en interessant, lærerik og morsom reise underveis. Jeg vil spesielt ønske de mange doktorandene som programmet utdanner lykke til med det de skal være med på av spennende ting i et langt yrkesliv“

Terje Røste

Terje Røste
Leder i programstyret
terje.roste@wba.nera.no

Kommunikasjonssamfunnet



GRENSENE

MELLOM

telesystemer og datasystemer

er raskt i ferd med å viskes ut.

Daglig presenteres vi for nye produkter og tjenester som kombinerer de to systemene. Dette er produkter som dekker et bredt spekter av teknologiske problemstillinger. Likevel har vi så langt bare så vidt sett begynnelsen på denne utviklingen, og det er neppe dristig å hevde at fremtidens samfunn i stor grad vil bli påvirket av den videre utviklingen innenfor tele og data.

Mye spenning – og usikkerhet – er knyttet til forholdet mellom de to teknologiene som peker seg ut som fremtidens basisteknologier, nemlig fiberteknologien og den trådløse teknologien. Mange har store forventninger til nye trådløse løsninger, men de fysiske begrensningene knyttet til hva det er plass til å sende

gjennom de frekvensene som er til disposisjon kan gjøre at dette vil ta mer tid enn mange nok hadde håpet og trodd. Høye kostnader knyttet til bruk av høye frekvenser skaper også store begrensninger. I stedet kan vi de nærmeste årene komme til å oppleve en fortsatt formidabel økning i det som blir sendt gjennom kabler i bakken. Sannsynligvis vil det føre til at økt vekt legges på kvaliteten på overføringene.

Et sentralt trekk de siste tiårene er oppløsningen av de gamle telemonopolene. Dette har skjedd både i Norge og i resten av Europa, og slik er det skapt et nytt stort marked med mange konkurrerende aktører. Internasjonalt er dette markedet anslått å være på 4000 milliarder kroner. En

Telesektoren gjennomgår nå en sterk teknologisk utvikling. Dette får store ringvirkninger, så vel sosialt som økonomisk. Det kanskje viktigste trekket ved denne utviklingen er den stadig tettere integrasjonen mellom tele og data – mellom kommunikasjonsteknologi og informasjonsteknologi.

annen side ved dette er at flere nå stiller spørsmålstegn ved om kommersialiseringen er gått så langt at det nå går på bekostning av samfunnsnyten.

Norske forskningsmiljøer er i dag sterke internasjonalt på flere nisjeområder innenfor det feltet som er dekket av forskningsprogrammet Grunnleggende teleforskning (GT), men økt forsk-

ningsinnsats er nødvendig for å sikre at denne kompetansen opprettholdes, og for å legge grunnlaget for ny virksomhet. Dersom norsk industri skal ha mulighet til å konkurrere i dette markedet må den få tilgang til nødvendig spisskompetanse gjennom satsing på forskerutdanning og doktorgradsstipender innen relevante områder.

Forskning innen telesektoren her i landet ble tradisjonelt finansiert gjennom det gamle Televerkets Forskningsinstitutt (TF). Etableringen av Telenor og utvikling av et telemarked med åpen konkurranse

førte til at mye av denne forskningen måtte ivaretas på annen måte. I praksis var det Norges forskningsråd som overtok ansvaret. Da programmet Grunnleggende teleforskning ble igangsatt for fem år siden, skjedde det for å forsøke å sikre og videreføre denne delen av norsk forskning.

Programmet er senere blitt del av en større satsing på IKT-forskning i regi av Forskningsrådet. I tillegg til GT, dreier det seg om programmene Distribuerte IT-systemer (avsluttet i 2001) og IKT-2010 som etter planen vil fortsette fram til 2007.

Om programmet

Grunnleggende teleforskning (GT) er et strategisk grunnforskningsprogram finansiert av Norges forskningsråds område for Naturvitenskap og teknologi. Hele bevilgningen til programmet på 48 millioner kroner over fem år er kommet fra Samferdselsdepartementet.

Programmets målsetting var å støtte grunnleggende forskning innen følgende områder:

Mobile systemer, som blant annet omfatter bølgeutbredelse og karakterisering av kanaler, radio- og satellitkommunikasjon, optimalisering og utnyttelse av frekvensressursene, modulasjon og aksessteknikk, kilde og kanalkoding, mikroelektroteknikk med vekt på lave effektforbruk og nettkonsepter. De to prosjektene WIRAC og Koding for

mobile systemer faller innenfor dette området.

Bredbåndssystemer, som blant annet omfatter fiberoptisk transmisjon, svitsjesystemer for høykapasitetsoverføringer (f.eks Asynchronous Transfer Mode, ATM). Her kom det ikke inn gode nok søknader fra aktuelle prosjekter.

Overføringsnett og endesystemer med fokus på multimediaanvendelser, realisering av ulike krav til tjenestekvalitet, kommunikasjonsprotokoller (mellomvare), signalering, drift og vedlikehold, plattformer for distribuerte teleanvendelser, trafikkanalyser, pålitelighet og tilgjengelighet. De tre prosjektene ENNCE, Kvantekryptering, Plug-and-Play – og delvis WIRAC – faller inn under dette området.



Fra en konferanse arrangert av programmet i Tromsø i november 2001.

Telesystemer for grupper med spesielle behov som kan gi opphav til et nisjemarked for norsk industri. Dette kan for eksempel være funksjonshemmede, befolkningsgrupper som bor isolert eller befolkningsgrupper i utviklingsland. Prosjektet SPODIS kan plasseres under dette området.

Doktorgrader og publisering

Hovedmålet for programmet Grunnleggende teleforskning har vært å støtte strategisk og grunnleggende teleforskning på universitetene og i forskningsinstituttene med sikte på å oppnå forskning av høy internasjonal kvalitet. Delmålene har siktet mot å bygge opp grunnleggende kompetanse for fremtidig nærings- og samfunnsutvikling. Videre har det vært vesentlig å overføre kompetanse fra grunnforskingsmiljøene til brukere i anvendt forskning og utvikling, og til nærings- og samfunnsnivå.

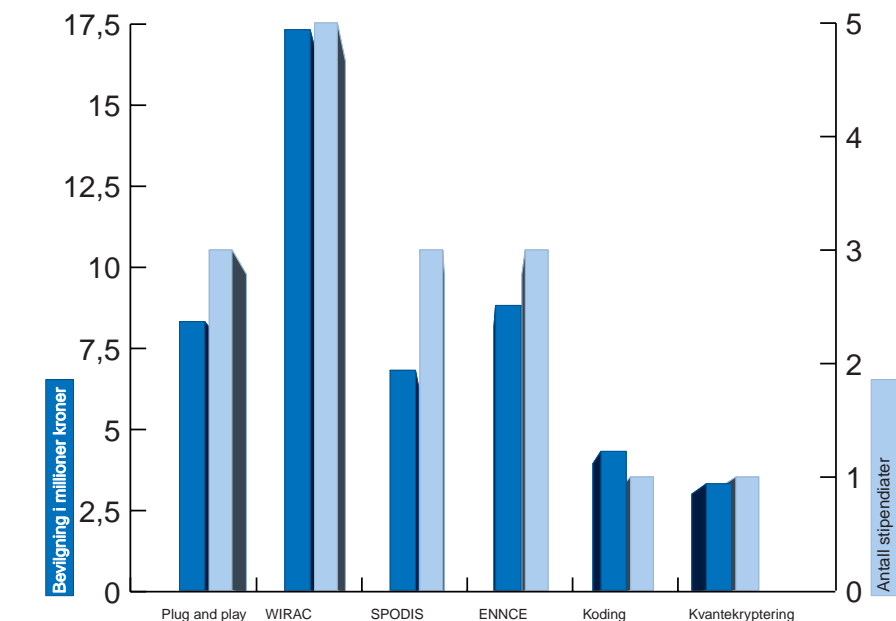
Ett av delmålene var å utdanne 16 doktorer innen programmets fagområde og å støtte 2 postdoktorstipendiater.

Rekrutteringen av stipendiater var en kritisk faktor for programmet. Det lyktes ikke å rekruttere alle stipendiater slik at stipendperioden falt innenfor programperioden. Den viktigste årsaken til dette var det trange arbeidsmarkedet innen IKT. Bare to av stipendiatene hadde disputas innenfor den offisielle programperioden. Tilsvarende vanskeligheter med å rekruttere postdoktorstipendiater gjorde at noe av midlene som var satt av til dette ble omdisponert til forskerinnsetts.

Bortsett fra disse forsinkelsene i stipendiatansettelser har den faglige fremdriften i prosjektene stort sett vært i henhold til planene. Alle de planlagte 16 stipendiatene ble etter hvert tilsatt. I tillegg har ett av prosjektene finansiert halvparten av en ekstra stipendiat.

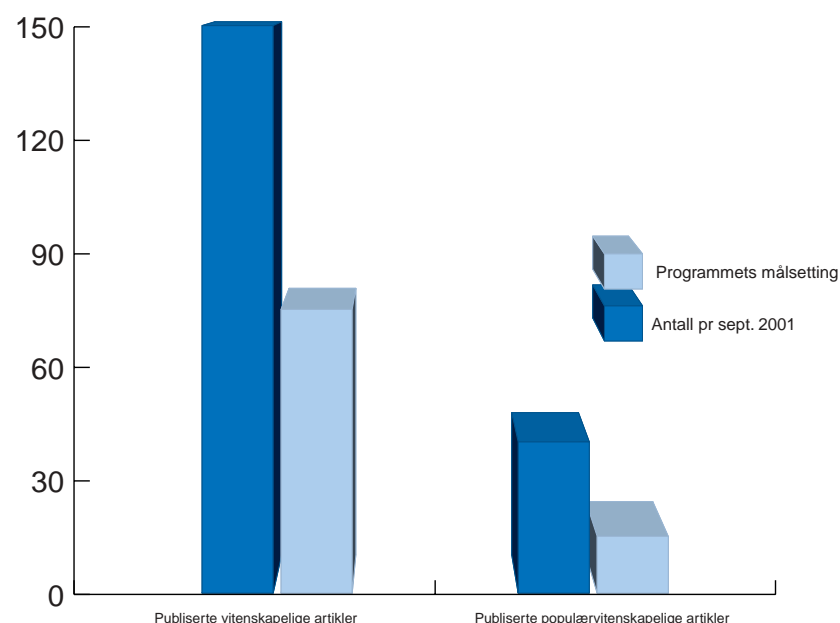
Målsettingen for vitenskapelige artikler i tidsskrifter eller på konferanser med referee var 15 per år, eller totalt 75 publikasjoner i løpet av programperioden. Det skulle videre publiseres 15 populærvitenskapelige artikler.

I september 2001 var det innrapportert totalt ca. 400 artikler i publikasjoner, og av disse var ca. 150 vitenskapelige artikler i anerkjente



Midler og stipendiater

Programmets 48 millioner kroner ble fordelt på seks grunnforskningsprogrammer. Tabellen viser fordelingen av midlene (mill. kroner) og antall programfinansierte stipendiater ved hvert prosjekt.



Publisering

Tabellen viser målsetting for publisering av vitenskapelige og populærvitenskapelige artikler (Resultat pr. september 2001) Som det fremgår av tabellen, er begge målsettinger oppfylt med god margin.

tidsskrifter. Det har videre vært publisert ca. 40 populærvitenskapelige artikler, og det er gjennomført ca. 35 brukerrettede tiltak i form av

møter/seminarer. Forskning knyttet til programmet har i tillegg dannet utgangspunkt for ca. 20 oppslag i massemedia.

Norge sparte 2 milliarder

Norsk teleforskning kan ha spart Norge for en ekstrautgift på 2 milliarder kroner i forbindelse med etableringen av mobiltelefonnettverket GSM. Fordi norsk forskning var med på å gjøre det skandinaviske GSM-alternativet internasjonalt ledende var det dette som på slutten av 1980-tallet ble utpekt som global GSM-standard.

HADDE I STEDET det konkurrerende tysk-franske forslaget til GSM-standard vunnet fram ville det ifølge beregninger presentert av forskeren Helge Godø ha påført oss her i Norge en ekstrakostnad på 2 milliarder 1986-kroner i form av en langt mer omfattende utbygging av GSM-senderutstyr. Den langt på vei norsk-utviklede standarden var nemlig vesentlig bedre tilpasset vår "bulkete" norske topografi enn konkurrentens.

Dette er et godt eksempel på hvordan langsiktig forskning på sikt kan spare oss for store utgifter.

Helge Godø, tidligere forskningssjef ved Telenor FoU og nå forsker ved Norsk institutt for studier av forskning og utdanning – NIFU, mener det er vesentlig å huske at de siste årenes store framskritt innenfor områder som digital mobiltelefoni, internett, satellittkommunikasjon, elektronisk betalingsformidling, ISDN og bredbånd verken skyldes tilfeldigheter eller markedsdrevne prosesser. Det vi nå nyter fruktene av, kommer i stor grad som et resultat av systematisk, teknologidrevet FoU-innsats i flere land – også i Norge.

Telesektoren er også et eksempel på hvordan gode internasjonale nettverk kan skape en velfungerende felles internasjonal FoU-dagsorden. Gjennom dette samarbeidet er det etablert internasjonale standarder, noe som er helt avgjørende når nytt teletutstyr utviklet en rekke forskjellige steder skal kommunisere.

Utviklingen av GSM er dessuten et godt eksempel på hvordan en liten nasjon med om lag 0,3 prosent av bevilgningene til telekom-FoU i

OECD-landene kan dra betydelige fordeler av selv å drive avansert forskning. Idéen til GSM ble unngått av nordiske forskere som var i ferd med å legge siste hånd på utviklingen av mobilsystemet NMT (Nordisk Mobiltelefon) basert på analog radioteknologi. Det tette nettverket mellom de nordiske forskerne og også flere nordiske utstyrsleverandører, som norske Simonsen Elektro, finske Nokia og svenske Ericsson, la grunnlaget for utvik-

lingen av GSM. På et senere stadium la intens markedsorientert konkurranse nok et grunnlag for forskning og utvikling – nå for finske og svenske kommersielle suksesser på mobilutstyrsfronten. Slik kan markedsorienterte innovasjonsmodeller forklare den videre utviklingen av GSM-telefonene. Men selve GSM-idéen var en radikal visjon båret fram av forskere og teknologer som opererte langt forut for marked og etterspørsel. Slik sett er selve GSM-idéen et godt eksempel på hvordan radikale innovasjoner kan "planlegges" gjennom en bevisst forskningsstrategi, mener Helge Godø. Konklusjonen han trekker er at dersom man ønsker radikale forbedringer må man være villig til å satse radikalt, især på forskning som understøtter muligheten til å skape radikale innovasjoner. Her ligger det krevende forskningspolitiske utfordringer.

Langt under OECD-nivå

IKT er ett av fire hovedsatsingsområder i norsk forskning. Men bevilgningene må seksdobles om vi vil opp på OECD-nivå.

Og det er OECD-nivået som gjelder, det fremgår av stortingsvedtaket fra 1999 der man sier at Norge "i løpet av de nærmeste åra er minst på nivå med gjennomsnitt for OECD-landene når det gjelder FoU-innsats målt i forhold til BNP." Dette ble fulgt opp med krav til en opptrappingsplan for å nå dette målet i 2005.

Dessverre er disse vedtakene ikke blitt fulgt opp, selv om det har vært bred politisk enighet om dem. Virkeligheten er snarere at Norge i perioden siden vedtakene ble fattet har sakkert ytterligere akterut. I den internasjonale rapporten "The World Competitiveness Yearbook 2002" som ble fremlagt i Sveits nylig kommer Norge langt ned på listen over land det er interessant å investere i.

Forskningsrådet samlet høsten 2000 dataforskere fra alle universitetene og representanter for næringslivet i et eget IKT-forum. Forumet fremskaffet dokumentasjon på at det forskes – og framfor alt utvikles – mye innen IKT også i Norge. Faktum er at den private IKT-næringen i dag alene står for noe nær halvparten av all FoU i norsk næringsliv, men dette avspeiles ikke i den offentlig finansierte forskningen. Fordi den relativt omfattende private FoU-innsatsen iallfall delvis er basert på at vi opprettholder gode og levedyktige nasjonale forskningsmiljøer innenfor det samme feltet kan det på sikt få alvorlige konsekvenser, konstaterte forumet.

– Høy internasjonal kvalitet

TORLEIV MASENG, nå forsknings-sjef ved Forsvarets forskningsinstitutt, var en sentral aktør under utviklingen og standardiseringen av GSM, den gangen som ansatt ved SINTEF og med støtte fra Telenor. For to år siden ledet Maseng en internasjonal gruppe som evaluerte forskningsprogrammet Grunnleggende teleforskning. Han har dette å si om programmet:

– Det har hatt flere avgjort gode prosjekter som har nådd bra resultater. Noen av de seks prosjektene fortjener karakteristikken "svært gode" og ligger på et høyt internasjonalt nivå. Det dreier seg om flinke folk som har nådd til dels bemerkelses-

verdige resultater. På et mer generelt grunnlag savner imidlertid Maseng et sterkere ønske blant norske forskere om å gjøre seg mer bemerket. Ja, kanskje til og med tjene seg rike på det de holder på med.

– Akademiske resultater kan være så gode de bare vil, om man ikke greier den vanskelige overgangen fra forskning til kommersielt produkt. Norge trenger flere forskere som ønsker å bli rike. Vi må også bli flinkere til å lære studentene hvordan de etablerer et firma. Her ligger trolig den største forskjellen på amerikanske og europeiske universiteter akkurat nå, mener Maseng.

To stipendiater knyttet til programmet Grunnleggende teleforskning er tildelt stipendiatpriser på hhv. 30.000 og 20.000 kroner for sitt arbeid. Prisene gikk til **Henrik Holm (WIRAC)** og **Kristin Melum Eide (SPODIS)** som reisestipendier.

PROGRAMSTYRET MENER at Holm gjennom sitt arbeid har demonstrert faglig bredde, samtidig som det har vært faglig dybde og kvalitet ved det han har gjort. Arbeidet hans har vært knyttet til sentrale målsettinger for programmet, og Holms artikler er antatt i anerkjente tidsskrifter og konferanser med refereordninger.

Selv forteller Henrik Holm at han synes det har vært artig å få jobbe sammen med flinke forskere både i Norge og ved University of Minnesota, i Minneapolis i USA.

– Når en får stipend gjennom et forskningsprogram slik jeg har gjort, gjør det at du raskt kommer inn i et miljø med folk som er interessert i det samme som deg selv. For enkelte vil det kanskje passe bedre å få et personlig stipend, slik at de står helt fritt til å jobbe med det de vil, men for meg har det fungert veldig bra å kunne jobbe på denne måten. Jeg har uansett opplevd å ha ganske mye frihet til å styre forskningen dit jeg selv vil.

Henrik Holm har tidligere vært ved University of Minnesota i ett år (2000/2001) og dro tilbake i april i år (2002). – Her får jeg være i et miljø sammen med de absolutt beste



i verden på mitt eget forskningsfelt, trådøs kommunikasjon. Lærekrefte og studentene på feltet holder et meget høyt nivå. Både i Norge og USA har jeg hatt inspirerende veiledere som selv synes det de holder på med er gøy. Dette har bidratt til å stimulere min nysgjerrighet, og har hjulpet meg til å nå gode resultater.

Holm forklarer at forskningen hans er knyttet til den veldig varierende kvaliteten på radiokanaler. En metode som er foreslått for å kunne sende så mye data som mulig på en slik kanal, mens en samtidig holder

feilraten på et akseptabelt nivå, er å kontinuerlig tilpasse det en sender til kanalen. Slik vil en sende mye data når kanalen er god og lite når den er dårlig. Dette kalles «adaptiv modulasjon» eller «adaptiv kodet modulasjon». Noe av det Holm har gjort er å analysere ytelsen til et slikt system. En annen ting han har gjort er å studere de statistiske egenskapene til selve kanalen.

Fruktbar tverrfaglighet

Kristin Melum Eide har vært stipendiat knyttet til språkteknologipro-

Henrik Holm fikk stipendiatpris på 30.000 kroner av forskningsprogrammet.

sjektet SPODIS ved NTNU i Trondheim. Hun er lingvist av utdanning og har vært med på et prosjekt der forskere fra i utgangspunktet svært forskjellige miljøer har jobbet sammen.

Forskningen hennes ligger utenfor det sentrale IKT-feltet, men hun har likevel på en overbevisende måte vist hvordan man kan anvende kunnskap herfra inn i IKT, mener programstyret. Dette har bidratt til det fruktbare tverrfaglige samarbeidet i SPODIS-prosjektet og gitt opphav til mange og originale foredrag og artikler av høy kvalitet.

– Å jobbe tverrfaglig, slik jeg har vært med på, er kjempesunt, for-

MER -->

Stipendiatpriser

teller Melum Eide selv. Det tvinger en til å tenke på helt nye og ofte mer matnyttige måter enn i mye annen forskning, konstaterer hun. Melum Eide har hovedfag i nordisk og disputerte til doktorgraden i lingvistikk 11. mai.

Mye av årsaken til at hun som humanist trives oppe i teknologmiljøet på Gløshaugen er at hun vil jobbe med noe som fører fram til konkrete resultater. Med midler fra Grunnleggende teleforskning har hun og resten av SPODIS-teamet drevet fram et prosjekt som er blitt evaluert flere ganger, med gode resultater.

Norsk språk og kultur

I SPODIS har lingvisten Melum Eide forsket på norske modalverb. – Modalverbene (skulle, måtte, ville, osv.) er veldig frekvente. Spesielt forekommer de ofte i muntlig tale, altså i den sammenhengen hvor vi vil anvende språkteknologien. Men forskningen på dette området har framfor alt vært på engelsk, og engelske modalverb er veldig forskjellige fra de norske – altså er det mye vi må finne ut selv.

Melum Eide mener det bare er et spørsmål om tid innen vi kommer til å forholde oss muntlig til datamaskiner. Det kan vi selvfølgelig gjøre på engelsk, men ikke uten at det får konsekvenser for norsk språk og kultur, og dermed vår identitet. Om vi ikke kan snakke norsk med datamaskinene vil det også utelukke store grupper fra å bruke denne nye teknologien, og da spesielt dem som kanskje nettopp vil kunne høste størst fordeler av den muntlige dialogen med maskinen.

SPODIS-stipendiaten har under sitt arbeid funnet flere språklige generaliseringer på ulike nivåer, noe som må være på plass for å lage en god norsk talegenerator.

Tilbakemeldingene Melum Eide har fått har vært meget gode, og hennes forskning på SPODIS-prosjektet har resultert i et tjuetalls artikler og foredrag i nasjonale og internasjonale fora.

Stipendiater

Disse 16 stipendiatene er blitt finansiert gjennom programmet Grunnleggende teleforskning. 7 av stipendiatene har en del av stipendperioden vært ved et utenlandsk lærested.

SPODIS

Kristin Melum Eide
Periode: 01.01 1998 - 31.12 2000
Disputas: 2. kvartal 2002

Giorgio Bosoni
Periode: 01.04 1998 - 31.03 2001
Disputas: 3. kvartal 2003

Ingunn Amdal
Periode: 01.04 1998 - 31.03 2001
Disputas: 3. kvartal 2002. Har vært ved Bell Laboratories, Murray Hill, NJ, USA i 6 måneder. Senere på et nytt 3-måneders opphold finansiert av Bell Labs.

I tillegg har Bojana Gajic vært prosjekttilknyttet stipendiat som har hatt sin grunnfinansiering fra NTNU. Hun har vært ved AT&T Labs, Florham Park, NJ, USA og Griffith University, Brisbane, Australia.

Også Tor Andre Myrvoll har vært prosjekttilknyttet stipendiat som har hatt sin grunnfinansiering fra NTNU. Han har vært ved Bell Labs og Griffith University.

ENNCE

Tom Kristensen
Periode: 01.01 1999 - 31.01 2003
Disputas: 2. kvartal 2003

Hans Ole Rafaelsen
Periode: 15.08 1998 - 14.08 2001
Disputas: 4. kvartal 2002. Har vært ved University of Illinois at Urbana, USA, i 9 måneder.

Brita H. Hafskjold
Periode: 01.02 1999 - 31.12 2002,
Disputas: 1. kvartal 2003

WIRAC

Hallstein Lervik
Periode: 01.02 1998 - 31.01 2001
Disputas: 2. kvartal 2002

Henrik Holm
Periode: 05.01 1998 - 04.01 2001
Disputas: 8. april 2002. Har vært ved University of Minnesota, Minneapolis, USA

Bjørn André Bjerke
Periode: 01.09 1997
Disputas: 17. mai 2001
Har vært ved Northeastern University (USA), College of Engineering, Electrical and Computer Engineering Department

Mikael Hammer (tidl. Mikael Larsson)
Periode: 01.01 1999 - 31.12 2001
Disputas: 3. kvartal 2002

Shewana Bianca Aquariux (tidl. Odd Tjore)
Periode: 12.01 1998 - 11.01 2001
Disputas: Utsatt på ubestemt tid.

Plug-and-Play

Jacqueline Floch
Periode: 01.03 1998 - 28.02 2001
Disputas: 3. kvartal 2002.

Hein Meling
Periode: 19.5 1998 - 07.09 2001
Disputas: 1. kvartal 2003

Mazen Malek Shia
Periode: 09.03 2000 - 08.03 2003
Disputas: 2. kvartal 2003

Kvantekryptering

Vadim Makarov
Periode: 01.08 1998 - 31.07 2001
Disputas: 4. kvartal 2002. Var 3 måneder ved Laboratory of Quantum Electronics and Quantum Optics, Department of Microelectronics and Information Technology. Har også vært ved Royal Institute of Technology (KTH) i Sverige.

Koding for mobile systemer

Halvard Movik Martinsen
Periode: 01.09 1997 - 31.08 2000
Disputas: 19. mai 2000. Har vært ved Center for Wireless Communications/Center for Magnetic Recording Research, University of California, San Diego, USA.

I tillegg har Matthew Geoffrey Parker fra Melbourne, Australia, vært postdoktorstipendiat på prosjektet.

Teknologi alle kan bruke

Moderne data- og teleteknologi skaper nye sosiale skiller mellom dem som kan bruke den og dem som ikke greier det. Forskningsprosjektet SPODIS har som mål at flere skal bli i stand til å utnytte mulighetene i det digitale samfunnet.

SAMARBEID PÅ TVERS av faggrenser er ofte et ideal i forskersamfunnet, men sjeldnere en realitet. Gjennom prosjektet Spoken Dialog Systems for Telephone Services (SPODIS) i Trondheim har humanister og teknologer i nært og godt samarbeid utviklet norskspråklige verktøy og metoder for talebasert kommunikasjon mellom mennesker, verktøy som i løpet av noen år kan vise seg å bli svært verdifulle.

Gjennom å kunne snakke til maskinene, i stedet for å måtte kommunisere via tastatur og mus, øker tilgjengeligheten til de stadig nye teknologiske mulighetene som skapes rundt oss. For enkelte grupper i samfunnet er denne formen for talt dialog med maskiner av stor betydning for å heve livskvaliteten. Forskere på området er overbevist om at talebaserte brukergrensesnitt er noe vi vil få se mye mer av i årene som kommer.

Men for at dette nye brukergrensesnittet virkelig skal bli anvendelig, er det avgjørende at maskinene forstår og snakker bra norsk. Det innebærer at de må kunne kommunisere med deg, enten du er vokst opp på Lesja eller i Kristiansand.

God norsk taleteknologi vil også få kulturell betydning. For om vi kan snakke med maskinene på vår egen norske dialekt vil det sette oss bedre i stand til å motstå det stadig økende engelskspråklige kulturpresset.

Sentrale deler av denne nye teknologien vil være universell, og utvikles andre steder enn hos oss her i Norge. Men viktige deler av den vil være språkhengig. Denne delen må vi selv ta ansvaret for å utvikle. Gjennom støtten til det spennende prosjektet SPODIS har programmet Grunnleggende teleforskning forsøkt å gi et bidrag til nettopp dette. Forskningsarbeidet i SPODIS og tilknyttet utdanning på hovedfags- og doktorgradsnivå har nå lagt grunnlaget for videre utvikling av sentrale elementer i denne forskningen. Dette er elementer som talegjenkjenning (maskinen forstår din norske tale), syntetisk tale (mas-



Ingunn Amdal har vært stipendiat ved prosjektet SPODIS.

kinen snakker selv godt norsk) og dialogsystemer (maskinen fører en fornuftig samtale med deg.)

Noen av resultatene som er oppnådd gjennom SPODIS er siden 1999 forsøkt satt ut i livet gjennom en informasjonstelefon for bussene i Trondheim. Her har man kunnet ringe et nummer og spørre om hvilke bussforbindelser det er mulig å benytte seg av for å reise mellom to steder i byen. Datamaskinen du samtaler med oppgir aktuelle avgangstider.

Les mer:

www.tele.ntnu.no/projects/spodis/indexn

Kontaktperson:

Torbjørn Svendsen, NTNU, torbjorn.svendsen@tele.ntnu.no

Neste generasjon internett vil på flere områder bli mer avansert enn det vi har i dag. Prosjektet ENNCE har installert et eksperimentelt nettverk for å teste ut egenutviklet programvare som forbedrer kvaliteten og brukervennligheten i fremtidens internett.

SAMFUNNET, det vil si næringsliv, offentlig forvaltning og den enkelte borger, blir stadig mer avhengig av internettet. I tillegg vil underholdningsindustrien i stigende grad ta internettet i bruk. Dette viser det vellet av trafikkstrømmer vi vil se i fremtidens nett, og som vil konkurrere om ressursene i nettet. Alle trafikkstrømmer i nettet er ikke like viktige. Det vil derfor være nødvendig å gi ulik prioritet til de ulike trafikkstrømmene, og gi dem ulik behandling i nettet og endemaskinen.

Ulike multimediatjenester krever ulik tjenestekvalitet, noe som dagens internett ikke kan tilby. Gjennom ENNCE-prosjektet (Enhanced Next Generation Networked Computing Environment) har forskerne fått bedre forståelse av mekanismene, så vel i selve nettet som i endemaskinene, som er nødvendig for å kontrollere og tilby ønsket tjenestekvalitet. De har også utviklet ny programvare som setter datamaskinene i stand til å utnytte dette nye nettverket optimalt.

Eksperimentering nødvendig

Prosjektet har vært todelt. Arbeidspakke 1 har utviklet et design for full kontroll med tjenestekvaliteten, og bygget opp og utforsket det eksperimentelle nettverket. Her har prosjektdeltakerne høstet en rekke verdifulle erfaringer som forteller oss en hel del om hvordan fremtidens datanettverk bør utformes. Internett brukes både til arbeid og underholdning, og det siste kan være vel så ressurskrevende som det første, men ikke alltid like viktig. Arbeidspakke 2 har utviklet ny og forbedret programvare som dynamisk tilpasser seg tjenestenes behov.



Prosjektet har vært utført som et samarbeid mellom Norsk Regnesentral, Institutt for informatikk ved Universitetet i Oslo og Universitetsstudiene på Kjeller (UniK).

– Arbeidspakke 1 i ENNCE har gitt oss økt kunnskap om hvordan et slikt nett bør bygges, forteller professor Stein Gjessing. – Eksperimenter som dette er kjent for å være dyre og tidkrevende. Men det er viktig og nødvendig å gjennomføre dem, fordi det først er når ideene blir satt ut i livet at vi virkelig får vite hvordan ting fungerer.

I eksperimentene ble det brukt programvareagenter som på vegne av brukeren forhandlet frem riktig tjenestekvalitet, avhengig av hvilken kvalitet brukeren ønsket og var vil-

lig til å betale for. Slike forhandlinger om riktig kvalitet til riktig pris vil sannsynligvis spille en viktig rolle i fremtidens internett, men kravene til brukervennlighet forutsetter at brukeren slipper å kjenne til detaljene rundt det som skjer.

I Arbeidspakke 2 i ENNCE utviklet forskerne programvare som tar i bruk nettopp de mulighetene som ble skapt gjennom eksperimentnettverket i Arbeidspakke 1. Denne typen programvare kalles mellomvare, og dette er et område hvor forskerne ved Universitetet i Oslo har bygd opp en omfattende kompetanse.

Interaktive multimedieprogrammer er eksempler på tunge og krevende programmer som vil kunne gjøre bruk av denne nye mellomva-

ren. Såkalte kommando- og kontrollsystemer er andre eksempler. Dagens mellomvare er ikke god nok for noen av disse.

Tre stipendiater

Tre stipendiater angrep problemområdet fra tre ulike vinkler. Hans Ole Rafaelsen har arbeidet med gjenbruk av programvarebyggeklosser, og blant annet sett på hvordan denne metoden kan løse problemer knyttet til videokonferanser der deltagerne benytter forskjellige videoformater. Dette er en situasjon som vil bli mer vanlig, ettersom stadige nye typer terminaler og nettverksteknologier utvikles og tas i bruk.

Stipendiat Tom Kristensen har arbeidet med å gjøre signaleringen i mellomvaren mer fleksibel. Signalering er operasjoner mellomvaren utfører for å etablere en kommunikasjonsvei gjennom internettet.

Stipendiat Brita Helene Hafskjold har fokusert på bedre metoder for regulering av datastrømmer som krever liten overføringstid og stor overføringskapasitet, som for eks-

empel internettelefoner og internettvideokonferansesystemer. Når lyd og bilder transporteres gjennom internett fører ulik forsinkelse av pakkene ofte til dårligere lyd- og bildekvalitet. For å utjevne disse ulike forsinkelsene mellomagres dataene hos mottakeren før avspilling. Men dette kan bare gjøres i begrenset grad. Brita har arbeidet med å utvikle en matematisk teori for mellomlagringen samt en optimal regulator for avspillingshastigheten.

Forsinket oppstart for stipendiatene gjør at ingen av disse er ferdige i vårhalvåret 2002. ENNCE har imidlertid allerede ført til viktige resultater i form av flere hovedoppgaver, publikasjoner på konferanser og i tidsskrifter, og organisering av internasjonale workshops og seminarer. Prosjektet tar også sikte på å integrere resultatene som er oppnådd i en felles mellomvareprototyp.

Les mer: www.ifi.uio.no/~ennce

Kontaktperson:
Stein Gjessing, UiO,
stein.gjessing@ifi.uio.no

Neste generasjon internett

Forventningene er store til at vi om ikke så lang tid skal kunne få bredbåndshastighet også på den bærbare PC'en vår, koblet opp trådløst. Prosjektet WIRAC (Wideband Radio ACcess) har bearbejdet problemstillinger som vil være av betydning for industri som vil tilby radioaksess under slike krevende forhold.

Trådløst bredbånd krever kunnskap

BREDBÅND TIL FOLKET krever kunnskap. Denne kunnskapen har WIRAC opparbejdet. Arbejdet har vært gjennomført i et fellesskap der universitetene har utdannet doktorgradskandidater gjennom grunnforskning, og hvor resultatene er blitt utnyttet i prosjekter hos SINTEF. Prosjektet har særlig fokusert på problemstillinger som gjelder utnyttelse av frekvensspekteret.

– Denne synergien har vist seg meget fruktbar, forteller Andrew Perkiš ved NTNU i Trondheim.

På nasjonalt plan har WIRAC, ved Andrew Perkiš og Knut Grythe, tatt initiativ til opprettelsen av Norsk UMTS-forum og sikret rettigheter til domenet www.umts.no. Forumet med sine 65 medlemsorganisasjoner, er blitt det viktigste nasjonale forumet for utviklere, operatører og leverandører innen 3. generasjons mobile systemer i

Norge. – Gjennom forumet har vi skapt en industriell møteplass for alle aktører innenfor mobil- og trådløs kommunikasjon i Norge. WIRAC har i samarbeid med NERA Research arbejdet for å fremme utviklingen av såkalt adaptiv koding og modulasjon, sier Perkiš. Adaptiv koding og modulasjon betyr at signalet tilpasses kvaliteten på radioforbindelsen der kvaliteten er begrenset av støy og ulike typer interferens som påvirker

overføring. Vi har også sett på radiosendere og mottakere med multiple (flere) antenner. Vår konklusjon er at adaptiv koding og modulasjon kombinert med multiple antenner er den beste metoden for mest mulig effektiv bruk av radiospekteret. Ja, kanskje er dette til og med den eneste muligheten for best mulig utnyttelse av den potensielle overføringskapasiteten til radiokanaler. Vårt foreslåtte system har en båndbrejdeeffektivitet som er mange ganger høyere enn dagens trådløse systemer (GSM og UMTS). Vi tror også at arbejdet vårt har ført til resultater som kan utnyttes kommersielt.

En delaktivitet innen WIRAC har vært bruk av lavkost halvledertechnologi for å lage kompakte og billige radiosendere og -mottakere. I løpet av år 2000 ble den første testbrikken laget. Denne ga WIRAC en mulighet til å bruke en fysisk krets for å verifisere simulerte resultater.

– Resultatene herfra vil gjøre produsenter av radioutstyr bedre rustet til å tilby enkle kretser, noe som vil øke

konkurranssevnen til leverandørene, forteller Perkiš.

Konseptene som er utviklet i WIRAC blir nå videreført gjennom to prosjekter (BEATS og UMA) i forskningsprogrammet IKT-2010.

Slik forestiller Nokia seg at fremtidens UMTS-telefon kan se ut.

Les mer:
www.tele.ntnu.no/projects/wirac

Kontaktperson:
Andrew Perkiš, NTNU
andrew@tele.ntnu.no



Data- og teleutviklingen går stadig raskt fremover og nye komponenter og løsninger introduseres i raskt tempo, men mange av nyvinningene kommer aldri til nytte på den måten de var tenkt til, rett og slett fordi de er for vanskelige å få til å fungere sammen med de eksisterende komponentene.

Også for profesjonelle er oppgraderinger og idriftsetting en kilde til problemer. En forskergruppe ved NTNU mener de har funnet løsninger på mange av problemene.

I MANGE TILFELLER vil en enkel løsning på problemer knyttet til introduksjon av nytt utstyr og ny programvare være en forutsetning for utstrakt bruk av nye funksjoner og tjenester. Men hvordan skal vi sikre at mange brukere i arbeidslivet og hjemme kan gjøre dette, uten kostbar og tidkrevende hjelp fra en driftsorganisasjon?

Plug-and-Play-prosjektet tok sikte på å finne en løsning hvor introduksjon og fornying av nett og tje-
MER -->

Plug-and-Play kan gi enklere datahverdag

nestefunksjonalitet ivaretas automatisk. Idéen var at funksjoner skulle tilordnes dynamisk ved behov, og avhengig av grunnleggende egenskaper, omgivelser og brukssituasjon.

Den prinsipielt nye måten å gjøre tingene på mener forskerne at de best kan beskrive ved å bruke teatermetaforen. Teateret må nemlig være et fleksibelt sted, der repertoaret nødvendigvis må baseres på skuespillernes ulike egenskaper og kvaliteter, og hvilke roller de dermed blir i stand til å fylle. Forskerne ser altså for seg at funksjonaliteten i en programvare realiseres ved å organisere de funksjonene den skal utføre akkurat slik som det gjøres i teateret – med repertoar, skuespill, skuespillere med ulike kvaliteter, roller og manuskripter.

I Plug-and-Play-prosjektet har NTNU sammen med SINTEF-forskere utviklet et system basert på Java og internett-teknologi som demonstrerer at prinsippene fungerer.

Doktorgradsstudenter knyttet til prosjektet har fokusert på flere aktuelle problemstillinger. De har utviklet et rammeverk for applikasjonsutvikling (teletjenester) der fleksibilitet og automatisk tilpasning er de viktigste egenskapene sammen med feiltoleranse og tjenestekvalitet. La oss bruke et eksempel på fleksibilitet og automatisk tilpasning basert på teletjenesten tale: Det skal settes opp en forbindelse mellom to terminaler der digitalisert tale har ulike formater. Flexibilitet og automatisk tilpasning vil innebære at nettverket selv har funksjoner som oppdager at digitalisert tale bruker ulike formater i de to terminalene. Nettverket er da intelligent på den måten at den legger inn en ny funksjon i nettet som foretar konvertering mellom de ulike formatene uten at brukerne merker noe som helst.

Forskergruppen mener at den gjennom prosjektet Plug-and-Play har fått en tidlig start innen et område som vil få økende betydning i årene som kommer. Slik kan de ha lagt grunnlaget for fremtidig system- og tjenesteutvikling.

Kryptonøkkel distribusjon

Kvantedatamaskinen, det mange tror vil bli fremtidens datamaskin, er ennå langt unna hyllene hos Elkjøp. Men generering og distribusjon av kryptonøkler basert på den samme teknologien er allerede en realitet. En gruppe norske og russiske entusiaster ved NTNU i Trondheim har ved hjelp av midler fra forskningsprogrammet Grunnleggende teleforskning skaffet Norge et spesialistmiljø innenfor fremtidens superhemmelighold.

DAGENS SILISIUMBASERTE prosessorteknologi vil trolig nå en fysisk grense i løpet av de neste 10–20 årene. Skal vi lage kraftigere datamaskiner etter dette må de bygges med integrerte kretser der byggesteinene er atomer og molekyler. En slik kvantedatamaskin kan bli en million ganger raskere enn en vanlig datamaskin, fordi den utnytter visse kvantemekaniske egenskaper hos atomer. Maskinen lar atomene jobbe i fellesskap og gjør disse til datamaskinens prosessor og minne. Den dagen kvantedatamaskiner blir vanlige vil dette trolig bli det mest revolusjonerende siden dataalderen ble innledet for om lag 60 år siden. Men denne utviklingen vil også skape problemer. Kvantedatamaskinens evne til tallknusing vil blant annet gjøre nesten alle former for tradisjonell kryptering helt ubrukelige.

Svaret på denne utfordringen er generering og sikker distribusjon av kryptonøkler basert på kvantemeka-



Deltakere i kvantekryperingsprosjektet februar 2000 (Foto: Vadim Makarov)

niske prinsipper, mener NTNU-forskerne.

Følgende illustrerer problemet: To parter, A og B, har behov for "absolutt" sikker kommunikasjon. A krypterer sin melding til B ved hjelp av en hemmelig nøkkel. Vi tenker oss at A genererer nøkkelen, og må sørge for at nøkkelen på sikker måte blir overført til B. Trusselen er at en tredje part, C, kan avlytte kommunikasjonen uten at A og B kan oppdage dette. Dersom C har tilstrekkelig regnekraft, hjelper det lite om kommunikasjonen mellom A og B er kryptert. C vil være i stand til å dekryptere den tradisjonelle krypteringen og dermed få kjennskap til innholdet i kommunikasjonen, som kunne være den hemmelige nøkkelen eller innholdet av meldingen fra A til B.

Kryptering blir en stadig viktigere del av datahverdagen. Men om vi også i fremtiden skal ha et sikkert og ubrytelig system for kryptering må dette altså trolig baseres på den spesielle teoretiske muligheten kvantefysikken gir for å generere krypteringsnøkler og distribuere

disse på en absolutt sikker måte.

Når en krypteringsnøkkel skal overføres fra A til B går dette kort fortalt ut på å sende ett og ett foton fra A til B. Hvert foton er i en gitt tilstand, for eksempel polarisert i vertikal retning. Dersom dette fotonet blir "avlyttet" av C, endrer det tilstand, og B vil oppdage dette med en gang. Dette er et fundamentalt kvantemekanisk prinsipp. Vi tenker oss to vertikale polarisasjonsvektorer, en med retning opp og en ned. Vi lar den ene tilstanden representere bit 1 og den andre bit 0. A kan nå overføre sin krypteringsnøkkel ved hjelp av en serie polariserte enkeltfotoner. B kan avgjøre om overføringen er blitt avlyttet. Dersom dette er tilfelle, forkastes nøkkelen. A genererer så en ny nøkkel og overfører denne på foran nevnte måte til B. Denne gangen forhåpentlig med suksess. (En populærvitenskapelig beskrivelse av et slikt system finnes i tidsskriftet IEEE Spectrum, mai 2002.)

Prosjektet for kvantemekanisk beskyttelse av nøkkeldistribusjon

ved NTNU sikter mot praktisk anvendelse. Kvantemekanisk beskyttelse av nøkkeldistribusjon er nemlig fullt mulig med dagens teknologi. NTNU-forskerne har heller ikke vært alene om å holde på med dette, men de har konstruert utstyr som er i stand til å sende sikker informasjon med større hastighet enn noen hadde gjort før dem. Viktig var det også for NTNU-prosjektet at det ble basert på å sende nøklene med kvantemekanisk beskyttelse over de samme fiberkablene som allerede ligger i bakken over store deler av verden. Siden prosjektet sikter mot praktisk anvendelse, ble det dessuten brukt mye tid på testing av egne og andres løsninger. Her avslørte forskerne at selv om teorien skaper grunnlag for et perfekt system må mye gjøres på utstyrsfronten før noe slikt er en realitet. Litt ekstra morsomt var det for forskerne da de greide å knekke "sikre" koder og budskap konstruert av grupper i andre land på samme forskningsfelt. På CeBIT utstillingen i Hannover i mars ble prinsippet demonstrert av et nylig oppstartet sveitsisk firma, ID Quantique. Dette selskapets ambisjon er å ha et kommersielt produkt klar i slutten av 2002.

Også forskere fra SINTEF og Telenor har deltatt under forskjellige stadier av kvantekryperingsprosjektet i Trondheim. Skulle kryptering basert på kvantemekanisk beskyttelse av kryptonøkkel distribusjon bli etterspurt i fremtiden mener forskerne at norsk telekomindustri gjennom dette prosjektet står sterkt rustet til å utvikle kommersielle produkter. Prosjektet har også sikret Norge økt kompetanse innenfor andre felter relatert til kvanteteknologi, for eksempel den fremtidige utviklingen av kvantedatamaskiner.

Les mer:
www.item.ntnu.no/~plugandplay/

Kontaktperson:
Finn Arve Aagesen, NTNU
finn.arve.aagesen@item.ntnu.no

Les mer:
www.vad1.com/qcr

Kontaktperson:
Dag Roar Hjelme, NTNU
dag.r.hjelme@optomed.no

Stadig mer av fremtidens kommunikasjon vil skje mens en eller begge samtalepartnere er i bevegelse. Mange av oss er allerede bortskjemt med linjebaserte høyhastighetsforbindelser, og nå vil vi ha det samme trådløst gjennom luften enten vi flytter oss mellom møterom på jobben eller vi er på reise. Men det byr på store utfordringer.

FORBINDELSEN som opprettes via en trådløs mobil kanal er underlagt strenge fysiske, matematiske og praktiske begrensninger. Det er noen av disse utfordringene forskningsprosjektet Koding for mobile systemer ved Universitetet i Bergen har grepet tak i.

Koding for mobile systemer har forsøkt å finne frem til effektive og robuste teknikker for overføring av informasjon via en mobil kommunikasjonskanal. Prosjektet har fokusert på to hovedområder: studier av spredesekvenser i det som kalles kodedelt radioaksess, og feilkorrigerende koding. Det siste går ut på å rette meldingsfeil som oppstår over radiostrekningen som følge av de fysiske begrensningene som radiooverføring er underlagt.



Høyhastighetsforbindelse til PC via trådløs mobiloppkobling byr på store utfordringer for forskerne.

CDMA (Code Division Multiple Access) er betegnelsen på det som kalles kodedelt tilgang til radiomediet, og er i dag en meget viktig teknologi for trådløs kommunikasjon. Teknikken baserer seg på at hver enkelt bit - 0 eller 1 - som sendes representeres ved hjelp av en lengre sekvens. Hver enkelt bruker er tildelt en entydig sekvens og når flere brukere med hver sin sekvens sender samtidig kan en mottaker for en gitt bruker kjenne igjen den sekvensen som tilhører seg. Likevel er det slik at de andre brukernes sekvenser merkes som støy eller interferens. Dette øker sannsynligheten for at en melding ikke oppfattes eller blir feil og vil i tillegg begrense kapasiteten i systemet. Riktig valg av sekvenser reduserer den innbyrdes interferensen mellom brukerne og vil gi færre feilmeldinger. Det vil også gi mulighet for flere samtidige brukere innenfor samme geografiske område. Prosjektet Koding for mobile systemer har studert konstruksjon av og begrensninger på slike sekvenser og sett på forbedringer. En av prosjektets deltagere har utviklet sekvenser som vil bli tatt i bruk i 3. generasjons mobiltelefonnett (UMTS).

Fordi trådløse mobile kanaler er særskilt sårbare for støy er feilkorrigerende koder en nøkkelteknologi for å tåle mye støy og interferens i radiomediet. Slike koder gjør kommunikasjonen mer robust mot nettopp støy og interferens, og bidrar dermed også til å øke

antallet samtidige brukere.

Prosjektet har også studert slike feilkorrigerende koder, blant annet turbokodene som brukes i UMTS.

GSM har utviklet seg videre mot høyere hastighet, og UMTS er i startfasen. Høyhastighets trådløse lokalnett er i ferd med å bli en lavkostteknologi med hastigheter opp mot 54 Mbit/sek. Prosjektet har gitt økt forståelse for hvordan de to teknologiene feilkorrigerende koding og kodesekvenser i kodedelt radioaksess kan bidra til høyere hastighet og større kapasitet i mobil radiokommunikasjon, slik at brukeren ikke skal oppleve megabyteoverføring som en tålmodighetsprøve.

Les mer:

www.ii.uib.no/~oyvind/mobil/mobilkoding.html

Kontaktperson:

Øyvind Ytrehus, UiB,
oyvind.ytrehus@ii.uib.no

Megabyte via mobiltelefonen – går det?

Programsekretariat:

SINTEF Tele og data

N-7465 Trondheim
Telefon: 73 59 30 00 - Telefaks: 73 59 43 02
<http://www.sintef.no>



**Norges
forskningsråd**

Norges forskningsråd

Norges forskningsråd
Postboks 2700 St. Hanshaugen, 0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00 - Telefaks: 22 03 70 01
www.forskningsradet.no

ISBN 82-12-01707-9

