



Utsikt

Utviklingsmuligheter og strategivalg for IKT

 Norges forskningsråd

fore  sight



Utsikt

Utviklingsmuligheter og strategivalg for IKT

© Norges forskningsråd 2005

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

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner
eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design omslag: Melkeveien designkontor og PowerPrint Norge AS

Fotokredittomslag: Merd: Vidar Vassvik, Ny merd: Sintef, Torsk:Ekspertutvalget for fisk, Nano: Pjotr Rotkiewics, Stålbjelker: Norsk hydro, Dråpe: Zefa/Scanpix, Mobiltv:Finn Halvorsen, Gutt: Jarle Brevik. Bildet er fra Scitoriums interaktive DNA-laboratorium, utviklet i samarbeid med FUGE og Biotek2020 for Forskningsdagene 2004.

Foto innmat: Mobil-TV: Finn Halvorsen, to illustrasjoner: Jon Solberg, Photodisk, The Stock Market

Trykk: PowerPrint Norge AS
Opplag: 500

Oslo, desember 2005
ISBN trykt utgave 82-12-02239-0
ISBN elektronisk utgave (pdf) 82-12-02240-4

Forord

IKT er for lengst blitt en del av hverdagen. IKT er blitt en så selvfølgelig del av arbeidslivet og næringslivet at det er lett å undervurdere IKT-sektorens samfunnsmessige betydning og – ikke minst – de store endringer vi har i vente de nærmeste årene. Det er også lett å overse de *kunnskapsmessige forutsetningene* for at IKT kan spille en avgjørende rolle i fremtidig norsk kultur, velferd og verdiskaping. Norsk IKT-forskning har mange suksesshistorier å vise til, og etter en markert nedgang i markedet i år 2000 tyder nå utviklingstrekene på at vi er i gang med en ny periode med intensiv kunnskapsutvikling og innovasjon innenfor IKT. Disse mulighetene må vi ikke gå glipp av!

Dessverre har den offentlige satsingen på IKT til nå hatt et fragmentert og til dels halv hjertet preg. Forskningsrådets virkemidler gjenspeiler denne situasjonen. Det har også, må vi innrømme, vært vanskelig for IKT-aktørene å orientere seg. Hele IKT-feltet har hatt en oppsplittet karakter, til tross for at det finnes et åpenbart behov for samarbeid på tvers av faglige og sektorielle skillelinjer.

Forskningsrådet vil nå øke fokuseringen på IKT-satsing, i tråd med regjeringens ønsker. Som et ledd i arbeidet med å skape en mer helhetlig og langsiktig innsats, har Forskningsrådet satt i gang et omfattende utviklingsarbeid. Fremtidsprosjektet *UTSIKT – Utviklingsmuligheter og strategivalg for IKT*, som har vært en del av rådets satsing på *fore-sight* (fremsyn), har hatt i oppgave å fremskaffe et godt, oppdatert grunnlag for vurderinger og prioriteringer i norsk IKT-forskning. Prosjektgruppen i UTSIKT har samlet og bearbeidet fakta om norsk og internasjonal IKT-forskning, og har samtidig brukt *scenarier* til å utforske viktige sider ved den usikre og komplekse virkelighet som Forskningsrådet må forholde seg til når kursen skal stakes ut.

Kunnskapsgrunnlaget vil bli benyttet i flere sammenhenger. Dels vil det inngå i Divisjonsstyrenes og Hovedstyrets behandling av planene om et nytt stort program for IKT (VERDIKT) og organiseringen av IKT-feltet for øvrig. Dels har det gitt inspirasjon til debatten på konferansen *Veivalg 21*

(mai 2005), som forhåpentlig danner startpunktet for en lengre prosess som skal klarlegge hvordan Norge bør ta i bruk de nye fremtidsteknologiene. Resultatene fra UTSIKT diskuteres i en syntese-rapport sammen med resultatene av fremsynsprosjektene *Biotek Norge 2020*, *Avanserte materialer Norge 2020*, *Energi 2020+ og Havbruk 2020*. *Grensesprengende – hvis ...* Endelig håper vi at denne rapporten kan være en nyttig kunnskapskilde for norske myndigheter, fremtidige programstyrer og ulike aktører i vår store og sammensatte IKT-sektor.

Forskningsrådet har vært opptatt av at prosjektet skulle involvere ulike aktører med interesser innen IKT. Prosjektet har vært organisert med en uavhengig prosjektgruppe bestående av ressurspersoner fra forskning og næringsliv og medarbeidere i Forskningsrådet. Prosjektmedlemmene er oppnevnt av Divisjon for Store satsinger i samråd med Divisjon for Vitenskap og Divisjon for Innovasjon. Prosjektgruppen har avholdt flere seminarer som til sammen har involvert mer enn 45 personer fra forskning, næringsliv, organisasjoner og myndigheter. Prosjektet har vært gjennomført i perioden april 2004 til april 2005

Vi vil gjerne rette en varm takk til alle som har deltatt i fremtidsprosjektet UTSIKT. Det er ingen tvil om at UTSIKT har representert et nybrottsarbeid i rådets planlegging. Gjennom UTSIKT har Forskningsrådet fått tilgang til et vell av synspunkter og vurderinger som vi tror vil komme til nytte i arbeidet med å forme den fremtidige satsingen på IKT-forskning. De 45 medlemmene av scenariegruppen har gitt av sin tid og kreativitet i en hektisk hverdag og fortjener en stor takk for sine bidrag!

Ikke minst vil vi gi honnør til prosjektgruppen, ledet av Hilde Erlandsen, for en imponerende innsats, både med kunnskapsgrunnlaget og det øvrige arbeidet knyttet til planleggingen av et nytt stort IKT-program. Vi vil også rette en spesiell takk til konsulent Tom Karp som inspirerende og dyktig prosessleder ved scenariesamlingene.

Prosjektgruppen har hatt følgende sammensetning:

Hilde Erlandsen, prosjektleder,
Divisjon for store satsinger, Forskningsrådet

Øvrige medlemmer:

Braa, Kristin,
forskningsjef og professor Telenor
FoU og UiO SUNT
Dietz, Jan,
spesialrådgiver Divisjon for store satsinger
Eliassen, Frank,
professor, Simulasenteret og UiO
Espeli, Tron,
seniorrådgiver, Divisjon for innovasjon
Håøy, Jostein,
seniorrådgiver, Siemens Business Services
Jørgensen, Birte Holst,
senior Scientist, Risø National Laboratory,
Danmark
Simonsen, Harald Holm,
seniorrådgiver Divisjon for vitenskap
Sølvberg, Arne,
professor NTNU, dekan ved Fakultet for informa-
sjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk
Ween, Morten,
seniorrådgiver Divisjon for innovasjon

Konsulent Tom Karp var innleid som prosessleder
under samlingene.

Agnes Aune har gjort en fremragende jobb som
prosjektgruppens sekretær.

Seniorrådgiverne *Halvdan Buflod* og *Berit Nygaard*
har bidratt med gode innspill til prosjektgruppens
arbeid, og avdelingsdirektørene *Eirik Normann* og
Ole Henrik Ellestad har gitt oss verdifulle råd
underveis.

November, 2005

Christina Abildgaard
Konstituert divisjonsdirektør
Divisjon for store satsinger

Tone Vislie
Konstituert avdelingsdirektør
Divisjon for store satsinger

Innhold

Innledning og sammendrag.....	7
Fakta grunnlag	11
Næringslivet.....	11
Instituttsektoren	15
UoH-sektoren.....	15
Brukere/tjenesteutvikling: Offentlig sektor, næringsliv, forbrukere	16
Offentlige midler til IKT	18
Internasjonale utviklingstrekk.....	20
EUs rammeprogram.....	20
Annet internasjonalt samarbeid	21
Aktuelle forskningsutfordringer	21
OECD	22
Generelle utfordringer for IKT-forskningen (ERCIM)	22
Britiske vurderinger.....	23
EUs 7 RP: Teknologiplattformer.....	23
Foresight	25
Bruk av scenariemetodikk i UTSIKT.....	25
Tre IKT-scenarier	26
Andre IKT-studier.....	27
Perspektivanalyse.....	29
Ulike perspektiver.....	30
Samfunnsperspektivet.....	30
Aktørperspektivet	30
Teknologiperspektivet	30
Brukerperspektivet	31
Landets behov.....	31
Nasjonal konkurransedyktighet.....	32
Konkurransedyktighet i forskningen.....	32
Godt utgangspunkt	33
Sårbar posisjon	33
Muligheter	33
Trusselfaktorer.....	34
Utfordringer for fremtidig IKT-forskning i Norge	34
Informasjonsforvaltning, brukergrensesnitt og programvareteknologi.....	34
Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur.....	35
Mikroteknologi, mikrosystemer og nanoteknologi.....	35
Samfunnsmessige, økonomiske og kulturelle utfordringer og anvendelser	35
Satsingsområder som peker seg ut – mulige tematiske satsinger	36
Noen konklusjoner og strategiske muligheter	37
Tre IKT-scenarier	41
Scenario: "eKonsum"	42
Scenario: "I utakt"	48
Scenario: "The Spirit of th New ERA"	54
Vedlegg A: Forskningsutfordringer i IKT-forums rapport (2001).....	65
Vedlegg B: Scenarieprosessen – noen foreløpige vurderinger.....	67

Innledning og sammendrag

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) er en generisk teknologi som påvirker samfunns- livet på stadig flere måter. IKT gjør verden mindre og på samme tid mer kompleks. IKT bidrar til utviklingen av et globalt nettverkssamfunn eller kunnskapssamfunn. IKT er trolig verdens største sektor, og er gjenstand for en omfattende forskningsinnsats i alle land og regioner. EU bruker således ikke mindre enn 25 % av sine forskningsmidler på IKT.

IKT betegner ikke en enkelt teknologi, men en bred kategori av teknologier som anvendes for innhenting, lagring, behandling, presentasjon og overføring av data og informasjon. Det skjer en rivende utvikling både i de grunnleggende teknologiske forutsetningene og i anvendelsen av teknologiene. Tre teknologiområder er spesielt viktige i så henseende: (i) mikroteknologi og mikrosystemer, (ii) kommunikasjonsteknologi og kommunikasjons- og informasjonsstruktur og (iii) programvareteknologi og informasjonssystemer.

Utviklingen i de underliggende teknologiene muliggjør stadig nye anvendelser. Den samfunns- messige påvirkningskraften og den raske fremveksten av nye bruksmuligheter reiser nye problemstillinger, noe som forsterker behovet for tverrfaglig forskning og samarbeid mellom IKT og andre kunnskapsområder. En hovedtendens i IKT-utviklingen er at innovasjoner i økende grad skjer på tvers av det som før var tydelig atskilte teknologi- og fagområder. Et annet viktig utviklingstrekk er at de "nye" generiske teknologiene, dvs. IKT, bioteknologi og nanoteknologi, griper inn i og forsterker hverandre. Disse grunnleggende trendene utløser et sett med utfordringer som kommer til å kreve kontinuerlig refleksjon og læring, både på programnivå og i en videre forskningspolitisk sammenheng.

Norge ligger langt fremme i anvendelsen av IKT. Avansert IKT er en del av norsk hverdag, både i hjemmet og i arbeidslivet. Norske forbrukere er ofte blant de første til å ta i bruk nye IKT-baserte produkter og tjenester. Ofte er veien kort fra forskningsresultater til anvendelser. Tradisjonelt har det vært et tett samspill mellom næringslivets FoU-satsing og de akademiske forskningsmiljøene. Nær 1/3 av næringslivets FoU-investeringer benyttes til å finansiere utvikling eller bruk av IKT som teknologi og verktøy. IKT er i dag Norges nest største

næring, bare overgått av petroleumssektoren. Om lag halvparten av norsk IKT-forskning skjer i regi av næringslivet. Fagevalueringen av norsk IKT har vist at norske forskningsmiljøer generelt ligger på et høyt internasjonalt nivå.

Til tross for at norske miljøer hevder seg meget godt på enkelte områder, og til tross for at det finnes et kjøpesterkt og sofistikert norsk marked for IKT-anvendelser, er det et faktum at offentlige og private investeringer i norsk IKT-forskning er merkbart mindre enn i de fleste andre land i Europa. Norske myndigheter har i flere år uttrykt et ønske om å styrke satsingen på IKT-forskning. I den forrige forskningsmeldingen (St.meld. nr. 31, 1998–1999, *Forskning ved et tidsskille*) ble IKT løftet frem som et nytt satsingsområde. I den nye forskningsmeldingen (St.meld. nr. 20, 2004–2005, *Vilje til forskning*) understreker regjeringen betydningen av å heve den norske ressursinnsatsen.

I Forskningsrådets hovedstrategi *Forskning flytter grenser* (2004–2010) er IKT et av de sentrale innsatsområdene. Forskningsrådets IKT-forum foreslo i 2001 en strategi for IKT-forskningen i Norge¹. De tematiske vurderingene og anbefalingene er etter prosjektgruppens oppfatning i store trekk fortsatt gyldige, selv om det har skjedd en interessant teknologisk utvikling siden 2001. Forskningsutfordringene som beskrives i rapporten, er oppdatert av prosjektgruppen og finnes i vedlegg A.

Solid kompetanse innenfor IKT er av stor betydning for norsk kultur, velferd og verdiskaping i fremtiden. IKT forventes bl.a. å spille en viktig rolle i utviklingen av nye, rene energiformer og i overvåkingen av marine økosystemer. IKT-kompetanse er en nøkkelfaktor i det moderne arbeidsliv, og evne til å utvikle og ta i bruk nye IKT-løsninger er i stigende utstrekning en betingelse for å kunne delta i ulike former for internasjonalt samarbeid og i den nasjonale og globale næringsutviklingen. IKT er verdens største næring - og antagelig også den hurtigst voksende. Elektronikkindustrien representerer et marked på 800 mrd. euro og anslås å understøtte annen industri med et bruttoprodukt på 5000 mrd. euro. IKT-kompetanse bidrar til produktivitet, effektivitet og strategisk omstillingsevne i store deler av norsk næringsliv. Både indirekte og direkte styrker avansert IKT-kompetanse grunnlaget for innovasjon og nyskaping.

¹ Strategi for IKT-forskningen i Norge, per 28. september 2001, versjon 1.1

Utfordringene innenfor norsk IKT må ses i lys av den internasjonale utviklingen. IKT er en globalisert virksomhet som i en viss forstand overser og reduserer betydningen av nasjonale og kulturelle barrierer. Markedstrender og kompetanseutvikling må i økende grad vurderes i et globalt perspektiv, noe den voksende bruken av "offshoring" innenfor programutvikling illustrerer. Det finnes en global arbeidsdeling hvor høyvolumproduksjon, forskning, produktutvikling, tjenesteutvikling, tjenesteyting, applikasjonsutvikling osv. har sine sterke miljøer i forskjellige deler av verden. Utviklingen har så langt vært drevet frem av kontinuerlige, tverrfaglige prosesser som bl.a. har resultert i høyere ytelse, redusert størrelse og effektforbruk, nye systemplattformer, verktøy og metoder, høyere integrasjonsgrad, bedre brukergrensesnitt, økt tilgjengelighet og interoperabilitet. Håndfaste eksempler på hva denne utviklingen har gitt oss, er mobiltelefoner og effektive nettbaserte tjenester. For å bevare sin kvalitet, relevans og aktualitet, må norsk IKT-forskning holde et våkent øye med den internasjonale integrasjonen og arbeidsdelingen innenfor IKT.

Det forskningsmessige og forskningspolitiske samarbeidet i EU blir stadig tettere. Norge deltar fullt ut i EUs rammeprogram og i en rekke andre europeiske samarbeidsordninger. EU gir høy prioritet til IKT, og har bl.a. lagt en allsidig IKT-satsing til grunn for Lisboastrategien, som tar sikte på å gjøre Europa til verdens ledende kunnskapsøkonomi innen 2010.

IKT bidrar til et høyere tempo også i den vitenskapelige kunnskapsutviklingen. Når nye forskningsresultater publiseres, vil de raskt være tilgjengelige for andre fagmiljøer. Den nye dynamikken kan ha mange positive faglige effekter. Samtidig får kommersielle aktører et økende behov for å beskytte sine kunnskapsmessige fortrinn gjennom patenter, lisensavtaler og lignende. Tempoet i kunnskapsutviklingen intensiverer behovet for en aktiv deltagelse i internasjonalt forskningssamarbeid. Konkurransen nødvendiggjør nye nettverk og samarbeidsmønstre. Bl.a. vil en god kompetanseflyt mellom næringsliv og akademiske forskningsmiljøer ofte være et avgjørende suksesskriterium².

Norsk IKT-forskning må m.a.o. forholde seg til en sammensatt og krevende virkelighet. Den fremtidige organiseringen av forskningen må ta høyde for oppgaver og behov på mange plan:

- IKT er en omfattende sektor på verdensbasis, med programvare, mikroteknologi og kommunikasjonsutstyr som sentrale næringer preget av stor verdiskaping og utstrakt internasjonalt varebytte. Sektoren er i høy grad forskningsdrevet. Det er bare gjennom egen IKT-forskning at Norge kan skaffe seg kompetanse til å følge med i og delta i denne utviklingen. Den eksplosive veksten i internasjonale IKT-aktiviteter gjør det på samme tid vanskeligere og lettere å utvikle nasjonale nisjer innenfor IKT.
- IKT er en sentral innsatsfaktor og muliggjørende teknologi innenfor de fleste bransjer og fagområder. Uten evne til å identifisere og ta i bruk nye IKT-muligheter vil norsk samfunnsliv og næringsliv sakke akterut på en rekke områder, også på slike hvor landet i utgangspunktet har naturlige fortrinn (for eksempel havbruk og olje & gass).
- Utvikling av nye offentlige tjenester og effektiviseringstiltak i forvaltningen må være basert på så vel inngående kjennskap til IKT som forskningsbasert innsikt på flere andre fagfelt. IKT-basert modernisering forutsetter nye former for brukermedvirkning og samfunnsdialog.
- IKT spiller en viktig rolle innenfor grunnforskning, anvendt forskning og brukerstyrt forskning. IKT-forskningen har derfor også som oppgave å understøtte nye former for kunnskapsutvikling.
- IKT -løsninger kan utvide og styrke demokratiet ved å gi borgerne økte muligheter for medvirkning i politiske prosesser. IKT kan virke sammenbindende og identitetsskapende på både norsk, europeisk og globalt nivå.

² Såkalte Competence Centres er eksempler på dette, og finnes i ulike varianter i f.eks. Sverige, USA, Østerrike, Australia, Tyskland og Nederland. Et ERA-NET samarbeidsprosjekt for Competence Centres er under etablering i EU 6RP

Kunnskapsgrunnlag og perspektivanalyse





Fakta grunnlag

I dette kapitlet presenterer vi en del grunnleggende informasjon om IKT og IKT-forskningen i næringslivet, instituttsektoren og UoH-sektoren. Kapitlet inneholder også en gjennomgang av offentlig sektors engasjement som bruker og oppdragsgiver, en oversikt over Forskningsrådets nåværende IKT-satsing, og noen vurderinger av offentlig sektors rolle.

Næringslivet³

IKT-sektoren omfatter i praksis flere næringer eller bransjer. IKT-næringene rommer virksomheter som utvikler og produserer utstyr for kommunikasjon og informasjonsbehandling, og som tilbyr tjenester basert på anvendelse av IKT. Det er samtidig viktig å være oppmerksom på at en rekke andre kommersielle og offentlige aktører er sterkt avhengige av IKT-baserte tjenester og produkter, og at flere av disse er tett knyttet til IKT-sektoren.

I OECDs rapport "Measuring the Information Economy" fra 2002 finnes følgende definisjon av IKT-sektoren⁴:

"In 1998, OECD member countries agreed to define the ICT sector as a combination of manufacturing and services industries that capture, transmit and display data and information electronically. This definition, based on an international standard classification of activities (ISIC Rev. 3), was considered to be a first step towards obtaining some initial measurements of ICT sector core indicators.

The principles underlying the definition are the following:

For manufacturing industries, the products of a candidate industry:

- *Must be intended to fulfil the function of information processing and communication including transmission and display.*
- *Must use electronic processing to detect, measure and/or record physical phenomena or control a physical process.*

For services industries, the products of a candidate industry:

- *Must be intended to enable the function of information processing and communication by electronic means."*

I Norge tegner IKT-sektorens verdiskaping en sterkt stigende kurve. Sektorens andel av verdiskapingen og eksporten er større enn dens andel av sysselsettingen. Etter omsetning er IKT-sektoren Norges nest største næring, med en omsetning i 2003 på ca. 170 mrd. NOK (mot 195 mrd. NOK⁵ i 2002 – "innholdssektoren" er her ikke medregnet). Kun olje og gass kan vise til høyere omsetningstall. Samlet eksport i IKT-sektoren var i 2003 ca. 15 mrd. NOK, noe som tilsvarer ca. 8 % av eksporten fra fastlandsøkonomien. Selv om Norge har et stort importoverskudd av IKT-varer⁶, er IKT en betydelig eksportnæring. Verdiskapingen i den hjemmemarkedsrettede delen av sektoren er knyttet til leveranser av (egne eller importerte) produkter og tjenester, som for en stor del inngår som essensielle produksjons- og innovasjonsfaktorer i næringslivet og samfunnet for øvrig.

Næringslivet finansierer noe over halvparten av den totale FoU-innsatsen i Norge⁷. Innenfor IKT-feltet er denne finansieringsandelen atskillig høyere, hvilket har sammenheng med at IKT-næringen er svært FoU-intensiv, og det faktum at en betydelig FoU-innsats i øvrige deler av næringslivet er knyttet til IKT-basert innovasjon. Næringslivets innsats innenfor IKT er imidlertid dominert av FoU som er direkte knyttet til produktutvikling og prosessinnovasjon. Bare ca. 1 % av innsatsen tar form av grunnleggende IKT-forskning, mens vel 10 % er rubrisert som anvendt forskning. Selv om det hefter en del usikkerhet ved FoU-statistikken for næringslivet (spesielt i forhold til hvordan FoU-begrepet skal avgrenses), er det grunn til å regne med at minst 30 % av norsk næringslivs FoU-investeringer skjer innenfor IKT-området.

En fjerdedel av de ansatte i IKT-bransjen jobber i de ti største selskapene. De fleste arbeider med konsulenttjenester, systemutvikling og drift, m.a.o. virksomheter som normalt gir lite nyutvikling og eksport. IKT-sektoren sysselsetter til sammen anslagsvis 85 000-90 000 personer. Innen IKT er det i overkant av 4000 nyetableringer hvert år.

³ Navn på bedrifter er i dette kapitlet kun eksempler, og er ikke uttømmende eller nødvendigvis de viktigste.

⁴ www.oecd.org/dataoecd/16/14/1835738.pdf

⁵ SSBs tall for IKT-varer supplert med estimat for programvareeksport fra IKT-Norge, se www.ssb.no/ikt

⁶ OECD: IKT-import, 2002: \$3505 mrd., IKT.eksport, 2002 \$1345 mrd.

⁷ NIFU, 2004

Sum IKT	1999	2001	2003
Omsetning	141 826	174 493	168 004
FoU	2 759	7 050	7 868
Antall bedrifter	4 924	6 780	7 210
FoU-andel	2 %	4 %	5 %

IKT-Industri			
Omsetning	13 890	20 867	20 138
FoU	344	1 409	677
Antall bedrifter	251	289	290
FoU-andel	2 %	7 %	3
IKT-Varehandel			
Omsetning	50 537	58 651	52 501
FoU	433	660	685
Antall bedrifter	2 133	2 546	2 557
FoU-andel	1 %	1 %	1 %
Telekom			
Omsetning	51 106	53 419	54 938
FoU	919	1 376	2 442
Antall bedrifter	187	300	378
FoU-andel	2 %	3 %	4 %
IKT-konsulentvirksomhet			
Omsetning	26 293	41 556	40 427
FoU	1 063	3 605	4 064
Antall bedrifter	2 353	3 645	3 985
FoU-andel	4 %	9 %	10 %

Tabell: Tall (MNOK) for norske IKT-virksomheter, totalt og fordelt på område (CreditInform)

De 372 viktigste norske programvareforetakene omsatte i 2003 programvare for 24 mrd. NOK, av en total omsetning på 55 mrd. NOK (IKT-Norge). Tallene inkluderer både konsulentvirksomhet (70 %) og utvikling av produkter for salg eller for dekning av egne behov (30 %). 2/3 av programvaresalget går til norsk næringsliv, 1/3 er fordelt med like andeler på eksport og salg til offentlige virksomheter. I henhold til IKT Norge kan de sterkeste vekstbegrensende faktorene antas å være svak investeringsvilje, sterk konkurranse og manglende tilgang på kvalifisert personell⁸. Applikasjonsutvik-

ling er trolig det feltet der norsk programvareindustri har sterkest konkurransekraft, fordelt på bl.a. applikasjonsområder som sikkerhet, kommunikasjon, medisin, undervisning, finans/-økonomi, multimedia og kontorautomasjon.

Indikatorrapporten 2003⁹ oppgir næringslivets innovasjonskostnader til 23 mrd. NOK i 2001. Tjenesteytende sektor for IKT brukte 4,5 mrd. på FoU, hvorav databehandling utgjorde 2,9 mrd. Kommunikasjonsutstyr hadde innovasjonskostnader på 2,2 mrd. FoU utgjør en stor andel av sektorens kostnader: 22 % av 10 mrd. for kommunikasjonsut-

⁸ IKT-Norge

⁹ Forskningsrådet

styr, 8 % av 10 mrd. for måleutstyr og medisinsk utstyr (tab. A.11.3a).

I perioden 2001-2003 økte FoU-innsatsen innen databehandlingsvirksomhet med 9 %, mens innsatsen innenfor kommunikasjonsutstyr og telekommunikasjon falt med henholdsvis 48 % og 30 %, åpenbart som en følge av det internasjonale IT-krakket i 2001. FoU innen de tjenesteytende delene av IKT utgjorde i 2003 ca. 3 mrd. NOK, mens produksjon av utstyr utgjorde ca. 1 mrd. NOK.

Forskning på IKT er som nevnt også viktig for mange andre sektorer og næringer. Nesten alle næringer i Norge driver en FoU-aktivitet som har et visst IKT-innhold. I 2001 utgjorde IKT-relatert FoU 35 % av næringslivets FoU-utgifter¹⁰. Statistikk fra Skattefunn-ordningen¹¹ bekrefter at IKT er en vesentlig bestanddel i FoU-virksomheten i andre næringer.

God anvendt IKT-forskning kjennetegnes ved at den sikter mot å løse viktige praktiske problemer og skape nye produkter. Også den grunnleggende IKT-forskningen vurderes gjerne i forhold til hvorvidt den bidrar til utvikling av demonstrerbar teknologi eller praktiske løsninger. Forskningsagendaen for norsk næringsliv er i stor utstrekning definert av og preget av den internasjonale IKT-industrien. Både i Norge og ellers er det en tendens til at næringslivets FoU-innsats retter seg mot snarlig kommersialiserbare løsninger snarere enn mot mer grunnleggende problemer som krever en langvarig satsing. Næringslivet skaffer seg i stigende utstrekning forskningsstøtte gjennom kjøp fra eksterne miljøer med kompetanse basert på mer langsiktig forskning. Den næringsrettede IKT-forskningen er derfor blitt sterkt anvendelsesorientert og har gjerne et tverrfaglig preg.

Norge har en svakt utviklet sektor for industriell IKT, sammenlignet med andre vestlige land. Den norske produksjonen av forbruksvarer innenfor IKT, av typen datamaskiner, mobiltelefoner etc., er forholdsvis beskjeden. Eksportstatistikken viser at telekommunikasjonsutstyr står for den største andelen av norsk IKT-eksport. Forskjellige former for IKT-tjenester vil kunne danne grunnlag for økt eksport i årene som kommer, gitt at norske miljøer klarer å utnytte overgangen til en mer tjenestebasert økonomi. Enkelte norske bedrifter har allerede posisjonert seg for en slik utvikling. I løpet av de siste årene har for eksempel Telenor blitt en stor aktør i mobiltelefonmarkedene i tidligere østblokk-land og i enkelte land i Asia. I det følgende gir vi

en enkel oversikt over næringsstrukturen i norsk IKT.

- *Små, innovative bedrifter:* Det finnes en rekke små, teknologi- og forskningsintensive bedrifter som jobber med problemstillinger knyttet til nye felt innenfor IKT. Kjente eksempler er FAST (søking etter informasjon), Opera (nettleser), Chipcon (kommunikasjonskomponenter), som alle har hatt en gunstig utvikling de siste årene. Andre små bedrifter prøver å finne seg en nisje innenfor spissteknologier, for eksempel knyttet opp til tjenester for mobiltelefoni eller spillmarkedet.
- *Store IKT-bedrifter:* Det finnes få større IKT-bedrifter i Norge. Telenor står i en særstilling og har et etter norske forhold usedvanlig bredt engasjement innenfor IKT. Bedrifter som NERA, Kongsberggruppen, Thales, Tandberg og Eltek er aktive innenfor FoU og kan vokse seg enda større i årene som kommer. Slike bedrifter kan være en drivkraft for FoU-drevet innovasjon og kan skape synergi med andre virksomheter. Flere av de større norske selskapene har utenlandske eiere (bl.a. Thales, Sensor og GE Vingmed) og når frem til et globalt marked gjennom eiernes nettverk.
- *Oljebransjen:* FoU-miljøene innen oljeselskapene og supply-industrien (for eksempel Schlumberger) er særdeles teknologitunge. Innovasjoner innen IKT vil trolig danne grunnlaget for nye fremskritt i petroleumssektoren, for eksempel i form av økt utvinningsgrad og haleproduksjon i norske olje- og gassfelt.
- *Maritim sektor og marine næringer mv.:* De marine/maritime næringer, mekanisk industri, prosessindustrien m.m. er store brukere av IKT. IKT er en avgjørende bestanddel og et nødvendig verktøy i disse næringenes egen FoU-virksomhet, uten å representere et selvstendig formål.
- *Tjenesteyting og offentlig virksomhet:* Tjenesteytende virksomheter baserer seg på system- og teknologiutvikling innen IKT. Nye tjenesteområder forutsetter at IKT tilpasses og videreutvikles, og at robuste plattformer og metoder gjøres tilgjengelige. Konsulentselskaper og små og store tjenesteleverandører driver en kontinuerlig FoU-virksomhet og programvareutvikling knyttet til ulike former for tjenesteyting.

¹⁰ SSB

¹¹ Forskningsrådet

Hvis man tar utgangspunkt i Forskningsrådets portefølje av næringsrettede IKT-prosjekter, faller FoU-virksomheten innenfor tre grove kategorier: *programvareutvikling, mikroteknologi og kommunikasjon*. Det kan synes som om kommunikasjons- og mikroteknologiforskningen i større grad enn programvareutviklingen foregår blant et mindre antall FoU-tunge aktører som kan arbeide med større kontinuitet og langsiktighet. Mikroteknologiklyngen i Vestfold, med Horten som sentrum, har således fått status som Centre of Expertise (ordningen forvaltes av Innovasjon Norge), noe som eksemplifiserer denne utviklingen.

Det finnes også flere sterke fagmiljøer innen trådløs teknologi og mikroteknologi som har et utstrakt samarbeid med akademiske forskningsinstitusjoner. Software-utvikling er ofte rettet mot mer konkrete applikasjoner eller tjenester, og på dette feltet eksisterer det et større antall aktive virksomheter. Noe tilsvarende gjelder for tjenesteutvikling, også innenfor nettverk og trådløse omgivelser. Det er grunn til å notere at det i tilknytning til temaene helseinformatikk, sikkerhet, billed- og signalbehandling og simulering også finnes dybde og kontinuitet i samarbeidet mellom forskningsinstitusjoner og næringsliv.

Innenfor EUs IKT-programmer (i første rekke IST-programmet) og EUREKA har norske næringsvirksomheter hatt størst suksess innenfor kommunikasjon og programvareutvikling. Også mikroteknologi har fått uttelling ved tildelingen av midler.

Næringslivets *mikroteknologiforskning* er rettet mot produktutvikling, basert på sterk nisjekunnskap hos bedriften og samarbeidende forskningsmiljøer. Noen virksomheter tar utgangspunkt i prosesskunnskap (SINTEF/MiNaLab, UiO og NTNU) og pakketeknologi (HiBu). Andre virksomheter bygger på utviklingskompetanse (UiO, NTNU) og kunnskap om kommersielle prosessers egenskaper, med sikte på å kunne få frem konkurransedyktige kretsløsninger. Anvendelsesområdene for såkalte endelige komponenter spenner over bl.a. kommunikasjon, sensorer (medisin, høytrykk, høytemperatur, instrumentering), MEMS, optikk og VLSI. Nært opp mot mikroteknologi ligger forskning innen annen avansert materialbruk, der bl.a. magnetbåndteknologi, ultralyd, røntgen og optikk er aktuelle temaer. Her forutsetter produktløsningene at komponent- og materialkunnskap integreres med systemkunnskap.

Næringslivets forskning på *kommunikasjonsteknologi* retter seg mot flere segmenter. Selskaper som Telenor, Kongsberggruppen og Radionor, i samarbeid med SINTEF og NTNU, er opptatt av anvendelser knyttet til kortholds trådløs kommuni-

kasjon og nettverkløsninger. Telekommunikasjon, utstyr og nettverkløsninger (LAN/WAN), adresseres av selskaper som Telenor, NERA, Kongsberggruppen, Thales, Applica, Adva Optical og en rekke SMB-er som samarbeider med bl.a. NTNU, UniK, SINTEF, NORUT og FFI. Kommunikasjonstjenester og mellomvare er forsknings-temaer for Telenor og systemleverandører som Thales og Kongsberggruppen i samarbeid med universitetene (UniK, UiO, NTNU).

Næringslivets forskning innen *programvare og applikasjoner* dekker naturlig nok et stort tematisk spekter. Omtrent alle forskningsinstitusjoner har aktiviteter her (UiO, UiB, NTNU, UiT, SINTEF, NR, NORUT, CMR m.fl.). Næringslivsaktørene omfatter både de store velkjente bedriftene og et stort antall SMB-er, deriblant GEVingmed, Opera, DnV, Prediktor, Tellus, Computas, FAST og Birdstep. Programvareutvikling er et dynamisk område, og det er derfor vanskelig å gi en fullgod og oppdatert oversikt over temaer og aktiviteter. Men det er grunn til å peke på systemprogramvare, kommunikasjon, tjenester/applikasjoner og brukergrensesnitt som viktige kunnskapsområder for fremtiden. Disse kunnskapsområdene vil stå sentralt i arbeidet med de teknologiske forutsetningene for å skape bedre samhandling i et fremtidig nettverksamfunn. FoU-aktiviteter knyttet til disse kunnskapsområdene må bygge på internasjonal standardisering av eksisterende og nye kommunikasjons-tjenester, på utvikling av nye robuste tjenesteplattformer og på ulike mellomvareløsninger.

I mange av Forskningsrådets IKT-prosjekter inngår PhD- eller postdoc-stipendiater i finansieringen. Den sterkeste næringslivstilknytningen i Forskningsrådets portefølje finner man i innovasjonsdivisjonens IKT-programmer, hvor enkelte stipendiater er ansatt i en næringslivsbedrift. De fleste stipendiater er imidlertid tilknyttet en utdanningsinstitusjon, også når prosjektet er brukerstyrt. I 2004 var det 35 PhD-studenter og 1 postdoc-student i IKT-programmet, 59 PhD-studenter og 10 postdoc-studenter i IKT 2010 og 32 PhD-studenter og 6 postdoc-studenter i STP. Det er ikke kjent hvordan disse fordeler seg på ansettelse i næringsliv og forskning etter endt utdanning.

Instituttsektoren

Instituttsektoren spiller en viktig rolle i det norske forsknings- og innovasjonssystemet, ikke minst som en brobygger mellom akademia og næringslivet. I likhet med hva som gjelder for sektoren for øvrig, er norske institutter som driver med IKT hovedsakelig oppdragsbaserte. Instituttene har en relativt liten grunnfinansiering¹². Oppdragsvirksomheten består overveiende av handlingsrettede FoU-prosjekter utført på vegne av offentlige og private virksomheter. En vesentlig andel av prosjektene er delfinansiert gjennom Forskningsrådet. Man kan merke seg at norske institutter er aktive internasjonalt, og at de ofte får gjennomslag i konkurransen om midler i EU. I det følgende gir vi noen eksempler på kompetansen i instituttsektoren.

Chr. Michelsen Research AS – CMR

FoU-aktivitetene er hovedsakelig rettet mot instrumentering for petroleumsbransjen, miljø, fiske og akvakultur. CMR driver også med avanserte beregninger og visualiseringer. I 2003 var CMR beskjeftiget med 53 årsverk og hadde en omsetning på 47 mill. NOK. Oppdrag fra næringslivet utgjorde 70 % av prosjektvolumet, hvorav 14 % hadde utenlandsk opphav. 18 % av omsetningen kom gjennom støtte fra Forskningsrådet.

Institutt for energiteknikk – IFE

IFE har ikke IKT som eget fokusområde, men har en viktig IKT-relatert portefølje knyttet til aktiviteter innenfor temaer som driftstøtte og visualisering. IFE hadde i 2003 en omsetning på 288 mill. NOK. Det er imidlertid uklart hvor mye som er direkte IKT-relevant, eller hvor mange årsverk eller forskere som har IKT som sitt forskningsområde.

Norsk Regnesentral – NR

NR har spesialisert seg på FoU innen statistisk modellering og IKT. IKT-forskningen fokuserer på Internett-teknologi og applikasjoner og software-engineering. NR har sterk fagkompetanse innen objektorientert programmering, IKT-sikkerhet, multimedia, komplekse distribuerte systemer, mobile enheter, e-læring og e-administrasjon, beslutningsstøtte og "Internett-demokrati". NRs driftsinntekter i 2003 var på 56 mill. NOK. 50 % av NRs prosjekter ble finansiert av næringslivet, 33 % av Forskningsrådet, 10 % av offentlig forvaltning og 7 % av EU. Staben i NR var i 2003 på 73 personer.

NORUT Informasjonsteknologi AS – NORUT IT
NORUT ITs IKT-forskning er hovedsakelig relatert til databaser og katalogsystemer, Internett- og web-teknologi, distribuerte multimedia-applikasjoner, GIS, objektorientert modellering og systemutvikling og bioinformatikk. NORUT IT hadde i 2003 en årlig omsetning (brutto driftsinntekter) på ca. 21 mill. NOK som fordelte seg med 55 % på Forskningsrådet, 31 % på utenlandske oppdragsgivere og 14 % på offentlige og private oppdragsgivere. NORUT IT har i underkant av 30 ansatte.

Stiftelsen for industriell og teknisk forskning – SINTEF

SINTEF IKTs FoU-aktiviteter dekker akustikk, anvendt matematikk og kybernetikk, fotonikk, informasjons- og systemsikkerhet, instrumentering og mikroelektronikk, kommunikasjonssystemer, optiske målesystemer og dataanalyse, samvirkende og tiltrødde systemer og systemutvikling. SINTEF-gruppen hadde i 2003 en årsomsetning på 1,7 mrd. NOK. Av dette utgjorde 93 mill. NOK salgsinntekter i SINTEF ECY, og 128 mill. NOK i SINTEF Tele og Data. SINTEF IKT, som har erstattet disse to enhetene, hadde en omsetning i 2003 tilsvarende 289 mill. NOK og en stab på 289 ansatte. For SINTEF er EU 6RP en meget viktig arena.

Forsvarets forskningsinstitutt – FFI

FFIs forskningsaktiviteter dekker bl.a. informasjonssikkerhet, kommunikasjon og kommunikasjonsnettverk, sensortechnologi og simuleringer. Omsetningstall og bemanning for IKT-virksomheten i FFI er ikke tilgjengelig.

UoH-sektoren

UoH-sektoren står for hovedtyngden av den grunnleggende, langsiktige IKT-forskningen i Norge. Alle de fire store universitetene har sterke miljøer innenfor flere IKT-felt. Enkelte høgskoler har satset tungt på spesielle områder innenfor IKT. I oversikten nedenfor har vi for ordens skyld tatt med institutter som ikke har aktiviteter som kan klassifiseres som IKT-forskning, men som er tunge brukere av IKT som verktøy.

Universitetet i Oslo – UiO

Ved UiO er det IFI som dekker den teknologiske IKT-forskningen. IFIs forskningsgrupper dekker

¹² I Forskningsmeldingen "Vilje til Forskning" foreslås det at grunnfinansieringen økes.

beregningsorientert matematikk, bioinformatikk, digital signalbehandling og billedanalyse, distribuerte multimediasystemer, industriell systemutvikling, informasjonsdesign, informasjonssystemer, mikroelektronikkssystemer, nettverk og distribuerte systemer, objektorientering, modellering og språk, simulering og visualisering.

Simula Research Lab og CoE (SFF – Senter for fremragende forskning) for Mathematics for Applications (CMA) er også knyttet til UiO. Simula fokuserer på software-engineering, scientific computing og nettverk og distribuerte systemer. CMAs fokusområde er applikasjonsorientert matematikk.

Universitetet i Bergen – UiB

IFI ved UiB driver forskning på algoritmer og kompleksitet, bioinformatikk, kodeteori og kryptografi, numerisk analyse, optimering og programutviklingsteknologi. Institutt for fysikk og teknologi har forskningsprogrammer innen industriell instrumentering og mikroelektronikk og undervisning i reguleringssystemer, signalbehandling og design av integrerte kretser.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – NTNU

IME har forskning innenfor datateknikk, elektronikk, informatikk, kommunikasjonsteknologi, industriell matematikk (numerikk, statistikk) og teknisk kybernetikk. Egne IKT-relevante forskningsprogrammer spenner over bioinformatikk og helseinformatikk, informasjonssikkerhet, grunnleggende IKT, visualisering og beregningsvitenskap. Q2S – Centre for Quantifiable Quality of Service in Communication, som har status som SFF (Senter for fremragende forskning), er lokalisert ved NTNU.

Universitetet i Tromsø – UiT

IFI ved UiT fokuserer på distribuert databehandling og IT-infrastruktur og hvordan man skal oppnå transparent integrasjon i hverdagen.

Informasjonsvitenskapene

Begrepet informasjonsvitenskap har ennå ikke fått noen entydig definisjon, slik at det er vanskelig å fastslå hvilke miljøer som hører inn under begrepet. Imidlertid omfatter fagområdet bibliotek- og dokumentasjonsvitenskap (Library Science), informasjonssystemer og systemarbeid (Information Systems). Internasjonalt benyttes ofte betegnelsen

"Information Science". I Norge har begrepet informatikk vært mer innarbeidet. Enkelte miljøer har informatikkstudier som også kan omfatte deler av det som i dag kalles "Information Science". Miljøer med forskningsaktiviteter innenfor informasjonsvitenskapene er bl.a. UiO (informasjonssystemer, systemutvikling, informasjonsdesign, rettsinformatikk m.m.), UiB (medievitenskap og humanistisk informatikk), UiT (dokumentasjonsvitenskap), NTNU (informasjonsforvaltning, systemarbeid, interaksjon menneske-maskin) og HiA (e-forvaltning).

Brukere/tjenesteutvikling: Offentlig sektor, næringsliv, forbrukere

Norske myndigheter har i en årrekke arbeidet med å tilrettelegge for en økt anvendelse av avansert IKT i det norske samfunn. FoU har en sentral rolle i virkeliggjøringen av de overordnede målsettingene i norsk IKT-politikk, slik disse bl.a. finnes nedfelt i regjeringens plan *eNorge 2009*¹³. Denne rollen vil kunne øke i betydning i fremtiden. Sentrale formål i *eNorge 2005* er verdiskaping i næringslivet, effektivitet og kvalitet i offentlig sektor og borgernes deltagelse og identitet. Regjeringen vil bidra til å skape et attraktivt elektronisk tjenesteinnhold, utvikle en moderne offentlig sektor, skape kompetanse for endring, garantere tilgjengelighet og sikkerhet og sikre gode rammebetingelser for IT-Norge.

Myndighetene og offentlig sektor påvirker i første rekke IKT-forskningen og næringsutviklingen gjennom de rammebetingelser som legges. Næringsnøytraliteten og konkurransepolitikken er slike rammebetingelser. I telesektoren har avregulering åpnet for fri konkurranse på de fleste områder, noe som har banet vei for introduksjon av nye produkter og tjenester i et stort omfang.

Ut over bevilgningene til FoU definerer det offentlige sin rolle i næringsutviklingen primært til å være en krevende oppdragsgiver (bestiller og kunde) for utviklingsprosjekter og tjenester. Innenfor helseinformatikk er for eksempel KITH aktivt engasjert i standardisering og utredning. EPJ-senteret ved NTNU/St. Olavs hospital og Nasjonalt senter for telemedisin ved UNN driver selv FoU på sine områder. PKI og elektronisk samhandling er

¹³ Etter at denne rapporten ble forfattet, er *eNorge 2009* lansert, og en ny regjering dannet.

Men dette endrer ikke hovedtrekkene som er beskrevet i UTSIKT-rapporten

utpekt som viktige innsatsområder, men foreløpig finnes det få eksempler på at offentlig sektor har igangsatt aktiviteter som har medført større forskningsinnsats innen IKT. På strategiske områder som nødnett, offentlig administrasjon, forsvar, digitale kartverk eller helseinformatikk er offentlig sektor stort sett fraværende som oppdragsgiver. Det offentlige engasjementet har begrenset seg til innkjøp etter anbud, og da uten at forskning og innovasjon har vært tungtveiende kriterier.

AltInn-portalen og MinSide er eksempler på offentlige IKT-satsinger som ikke knytter an til annen satsing på FoU, selv om det finnes store forskningsmessige utfordringer på områdene elektronisk samhandling, modularitet, forretningsprosesser, tjenesteorienterte arkitekturer m.m. PKI er et annet satsingsområde hvor kunnskapsgrunnet trolig bør styrkes.

Større IT-innkjøp stimulerer til aktivitet i IKT-bransjen gjennom systemutvikling og konsulentoppdrag. Denne typen utviklingsarbeid krever høy kompetanse og fører til effektivisering i offentlig sektor og samfunnet for øvrig. Selv om innkjøpene ikke utløser forskningsaktivitet, forutsetter de en kontinuerlig videreutvikling av den kompetansen som er nødvendig for å utføre disse arbeidene. Kompetansen ivaretas gjennom bedriftenes egne opplærings tiltak og medarbeidernes praktiske erfaring fra tidligere oppdrag. Kunnskapsoppbyggingen begrenser seg til hva de enkelte konsulentselskaper erverver seg av erfaring gjennom oppdragene. Det kan være et problem at denne kompetansen ikke settes i omløp og inngår i en bredere erfaringsutveksling. Det kan også være bekymringsfullt at denne kompetansen, som kan være på et høyt faglig nivå, i liten grad forholder seg til og trekker veksler på grunnleggende forskningsaktivitet.

Høykomprogrammet, som forvaltes gjennom Forskningsrådet, har bevilget midler til utprøving og anvendelse av bredbåndsbaserte tjenester og applikasjoner. Programmet har stimulert til større utbredelse og økt bruk av bredbånd. Ettersom Høykom eksplisitt ikke skal støtte utviklingsarbeid, har programmet liten betydning for FoU-aktiviteter på området.

I det norske innovasjonssystemet har Forskningsrådet og Innovasjon Norge sentrale operative roller som finansieringskilder for og tilretteleggere av innovasjonsaktivitet og tverrgående samarbeid. Det har lenge vært et mål å styrke samspillet i virkemiddelapparatet. Bevilgningene til norske bedrifter og FoU-institusjoner gis på prosjektbasis og har tradisjonelt ikke vært sett i sammenheng med andre offentlige aktiviteter. De offentlige IT-

investeringene er betydelige, og det er mulig å forestille seg at virkemiddelapparatet har som oppgave å bidra til at midlene også brukes til å stimulere FoU-innsatsen i norske IKT-miljøer. Arbeidene ved utbyggingen av St. Olavs hospital er et eksempel på at investeringene også kan benyttes til å styrke FoU-innsatsen. Inspirert av dette tilfellet er det nå foreslått at Trondheims sentrale byområde skal bygges ut som en stor trådløs sone på en slik måte at det stimulerer til utstrakt bruk av trådløse verktøy. Initiativtakerne håper at dette kan danne grunnlag for innovativ utvikling av nye tjenester og produkter.

Bredbåndstilgangen og mobiltelefondekningen har etter hvert kommet opp på et betydelig nivå i Norge. Dermed er ikke antall tilgjengelige brukere lenger en faktor som virker begrensende på hva som kan tilbys av nye tjenester. Mobiltelefon med høy overføringskapasitet (3G – UMTS) er imidlertid ennå i sin spede begynnelse hva angår tilgjengelighet og dekning. Teknologien WiMax (trådløs LAN med større rekkevidde) er ikke tilgjengelig som et kommersielt tilbud. Disse og andre trådløse teknologier, som gir radikalt forbedret fleksibilitet og kapasitet, forventes å drive tjenesteutviklingen kraftig fremover.

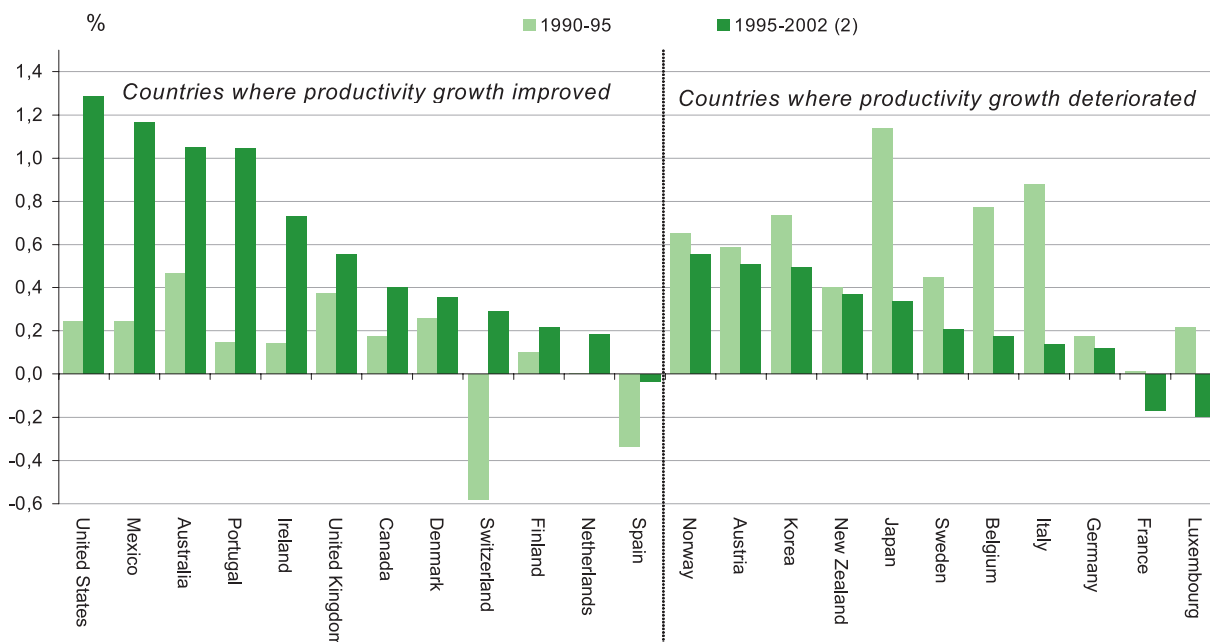
Nye spill eller tjenester som brukerne finner attraktive, tas gjerne i bruk raskt. Erfaringen viser at ikke alle tjenester fenger, selv om de teknologisk byr på spennende muligheter. PKI og digitale signaturer er et eksempel. Brukerbehov, bruksmønstre, kultur, opplæringsstøtte, forståelse osv. er kritiske suksessfaktorer ved lansering av nye tjenester. Undersøkelser foretatt av Telenor, viser at mobiltelefonen tas i bruk på spontane og delvis overraskende måter. Det er etter hvert blitt vanlig å bruke mobiltelefonen til å hente opp informasjon og foreta bestillinger. Også "buddy"-tjenester (personlokalisering) er i utvikling, men disse aktualiserer samtidig personvernspørsmål.

Offentlige tjenester, helse og omsorg, bank/finans/e-handel, underholdning og nesten all form for informasjon legges nå ut elektronisk gjennom webtjenester. Andre og mer tradisjonelle løsninger er i ferd med å bli et supplement. Selv om IKT-baserte tjenester har stor betydning for offentlige og private virksomheter, har produktivitsveksten i Norge avtatt på dette området, jf. figur på side 18 utarbeidet av OECD.

Egenskaper og funksjoner som sikkerhet, brukervennlighet, attraktivitet, personalisering, tilgjengelighet, sømløshet, rettigheter og betaling ser ut til å bli sentrale fremtidige innsatsområder. Nye tjenesteområder og anvendelser er avhengige av at

OECD Key ICT Indicators

14. Contribution of ICT-using services¹ to value added per person engaged, in % points



1. ICT-using services are defined as the combination of wholesale and retail trade (ISIC 50-52), financial intermediation (ISIC 65-67) and business services (ISIC 71-74).

Kilde: OECD

slike funksjoner og krav blir ivaretatt. Mye av dagens forskning på disse problemstillingene er inkrementell og behovsdrivet. FoU-utøvere vil alltid lete etter tilgjengelige løsninger eller eksisterende kompetanse i form av personer, plattformer, verktøy, metoder, moduler/komponenter og åpen/tilgjengelig kildekode. Tjenester som baserer seg på elektroniske medier, vil typisk bli utviklet gjennom målrettede og ofte kortsiktige FoU-prosjekter. Dog vil de plattformer som tjenestene forutsetter, være utviklet på grunnlag av mer langsiktig forskning og kunnskapsbygging.

Offentlige midler til IKT

Forskningsrådet har hovedansvaret for den offentlige finansieringen av FoU i det norske IKT-feltet. Midler til IKT-forskning bevilges av Forskningsrådet gjennom programmer som skal støtte kunnskapsutviklingen innen IKT-fagene (IKTIP, IKT2010), eller som skal bidra til forskning på anvendelser av IKT innenfor for eksempel petroleumsteknologi, bioinformatikk, beregningsorientert

matematikk, helse, medier og samfunn. Bevilgningene til IKT-anvendelser utgjør til sammen mer enn bevilgningene til utvikling av IKT som teknologi. Generelt har bevilgningene til næringsrettet forskning avtatt de siste ti årene, med unntak av petroleumsforskningen. Reduksjonene har trolig påvirket kvaliteten i den samlede IKT-forskningen.

Det er Skattefunn-ordningen som utgjør den største offentlige støtten til FoU i næringslivet. Selv om IKT-anvendelser står sentralt i mange Skattefunn-prosjekter, er forskningsinnholdet i de fleste tilfeller minimalt. De akademiske forskningsmiljøene i UoH-sektoren har til en viss grad opplevd høyere bevilgninger de siste årene, men økningene har i liten grad kommet IKT-fagene til gode. Økningene er til dels blitt spist opp av kostnadsvekst og endringer i kostnadsstrukturen som en følge av kvalitetsreformen ved universitetene og høyskolene og bortfallet av tippemidler¹⁴. Så langt har heller ikke Fondet for forskning og nyskaping vært benyttet til i særlig grad å støtte IKT-forskningen, i kontrast til de andre fagområder som ble prioritert i den forrige forskningsmeldingen.

¹⁴ NIFU Step

IKT-evalueringen peker på klare svakheter i finansieringen av norsk IKT-forskning, men det må poengteres at situasjonen ikke er uten lyspunkter. I de senere årene har det skjedd en viss økning av forskningsmidlene gjennom satsingen på Q2S, som er et SFF innenfor IKT¹⁵, gjennom styrkingen av Simulasenteret¹⁶ og gjennom etableringen av Mikroteknologisenteret¹⁷, som er et samarbeid mellom SINTEF, UiO og NTNU.

Tabellen nedenfor viser årlige bevilgninger til de mest sentrale programmene og virkemidlene i Forskningsrådet som adresserer IKT-forskning. Enkelte av programmene støtter også aktiviteter som ikke har en uttalt IKT-relevans, og tallene er her basert på et anslag. Frie prosjekter og lignende er ikke inkludert.

Sum IKT		Bud. 2004	Anslag IKT-innhold
IKTIP	Innovasjonsprogrammet IKT	85.700	85.700
IT-FUNK	IT for funksjonshemmede	5.000	3.750
PULS	Tjenesteyting, handel og logistikk	49.400	19.760
KIM	Kommunikasjon, IKT og medier	20.860	6.258
KUL	Kunnskap, utdanning og læring	17.490	3.847
VERDIKT	Kjernekompetanse og verdiskaping i IKT	5.000	5.000
BeMatA	Beregningsorientert matematikk	11.800	5.900
IKT i M&H	IKT i medisin og helse	12.000	9.000
IKT2010	Grunnleggende IKT-forskning	30.300	30.300
IKT SoS	IKT sikkerhet og sårbarhet	11.800	11.800
KUNSTI	Kunnskapsutvikling for språkteknologi	17.000	8.500
SUM		266.350	189.815
SIP/SUP (IKT)	Strategiske programmer	23.100	23.100
Simulasenteret		49.000	49.000
SUM		367.250	261.915

IKT-næringene, med sin årlige omsetning på ca. 170 mrd. NOK, er samlet landets nest største næring (etter petroleum). Ca. 30 % av all FoU i næringslivet er IKT-relatert, og alle næringer er avhengige av god tilgjengelighet til IKT-kompetanse og FoU-kapasitet. IKT-området mottar under 10 % av midlene som kanaliseres gjennom Forskningsrådet, mens IST utgjør 25 % av midlene i EUs rammeprogram (6RP). 6RP utgjør kun 5 % av de totale forskningsmidlene i EU-området, men finansierer ikke desto mindre 1/4 av den offentlige innsatsen på IKT i Norge. Disse tallene antyder at den offentlig norske finansieringen av IKT-forskning er beskjeden, både sammenlignet med innsatsen i resten av Europa og i forhold til sektorens generelle samfunnsmessige betydning.

¹⁵ www.ntnu.no/q2s/

¹⁶ www.simula.no

¹⁷ www.sintef.no/content/page3____348.aspx

Internasjonale utviklingstrekk

Kanskje enda mer enn hva som gjelder på andre felt, har forskning, teknologi- og produktutvikling innenfor IKT en global dimensjon. Norske IKT-forskningsmiljøer er avhengige av et aktivt samarbeid med ledende utenlandske miljøer. Samarbeid er nødvendig både for å være à jour med den faglige utviklingen, og for å skape resultater som ligger i den internasjonale forskningsfronten. IKT-prosjekter kan være store, komplekse og kostnadskrevenne, og deltagelse i internasjonalt samarbeid styrker mulighetene for å løse tunge FoU-oppgaver. Gjennom internasjonale nettverk får norske forskere adgang til den fremste ekspertisen på ulike felt. Internasjonale nettverk gjør det lettere å skaffe seg den nødvendige bredden i kunnskap og ferdigheter, og bidrar derfor også til å muliggjøre innovativ tverrfaglig FoU-innsats.

Det internasjonale samarbeidet har samtidig en forskningspolitisk begrunnelse og hensikt. Det er viktig at norske aktører deltar på internasjonale arenaer der agendaen for IKT og IKT-forskning diskuteres og utformes. Den viktigste enkeltarenaen for å internasjonalisere norsk IKT-forskning er *EUs rammeprogram for forskning, utvikling og demonstrasjon av ny teknologi* (EU 6RP), hvor IST-programmet er et hovedinstrument i IKT-satsingen¹⁸. Norge deltar i EUs rammeprogrammer på fullverdig basis, og det er nødvendig å se Forskningsrådets FoU-innsats innenfor IKT i et europeisk perspektiv.

Dette kapitlet beskriver EUs 6. rammeprogram, annet internasjonalt forskningssamarbeid, samt viktige elementer i den rådende tenkning om IKT-forskningen i internasjonal fora.

EUs rammeprogram

Helt siden EUs forskningssamarbeid begynte på midten av 1980-tallet, har IKT vært det største satsingsområdet i rammeprogrammet. Satsingen går under betegnelsen "Information Society Technologies", IST (teknologier for informasjonssamfunnet). I det nåværende rammeprogrammet (6RP) er IKT en av syv prioriterte satsinger, med en budsjettavsetning på 3,9 mrd. euro for fireårsperioden fra 2003, hvilket utgjør ca. 25 % av hele rammeprogrammets budsjett. I tillegg inngår IKT-relaterte temaer som *Nano- og materialteknologi* i andre prioriterte satsinger. EUs IKT-forskning er knyttet til

den IT-politiske visjonen "Ambient Intelligence – AmI" ("et informasjonssamfunn for alle"), som går ut på at alle europeiske borgere til enhver tid skal kunne ha tilgang til enhver IKT-basert tjeneste, teknologi eller anvendelse. Visjonen ligger til grunn for handlingsplanen *eEurope 2005*¹⁹ som har fått et norsk motstykke i *eNorge*-planen.

IST-programmet skal stimulere europeisk samarbeid om utvikling av teknologier og anvendelser for informasjonssamfunnet, og skal fremme europeisk næringslivs konkurransevne og befolkningens muligheter til å delta i samfunnet. IST-programmets visjon om *innvevd IKT* ("*ambient intelligence*") innebærer at datamaskiner og nettverk blir integrert i omgivelsene, på en slik måte at menneskets behov og situasjon settes i sentrum for utviklingen. En av ambisjonene med IST-programmet har vært å prege den europeiske forskningsagenda, noe det er bred enighet om at man har lykkes med. IST-programmet er således en viktig referanseramme for norsk IKT-forskning, ikke bare i forhold til de konkrete samarbeidsmuligheter som rammeprogrammet representerer, men også i forhold til vårt generelle behov for å styrke det internasjonale samarbeidet. Det er verdt å merke seg at IST-programmet har en åpen karakter, og at man posisjonerer seg overfor USAs og Japans IKT-satsinger. IST-programmet er derfor også en innfallspunkt til et globalt engasjement.

IST-programmet understreker behovet for å kombinere grunnleggende FoU på de viktigste teknologiområdene med FoU som muliggjør nye anvendelser ("teknologiorientert IKT-forskning"). IST støtter forskning rettet mot innovativ utnyttelse av IKT på viktige anvendelses- og problemområder ("anvendelsesorientert IKT-forskning"). IST-forskningen for teknologiutvikling fokuserer på tre problemområder:

- videre miniaturisering gjennom mikroelektronikk, mikro- og nanosystemer
- programvareutvikling, kommunikasjon og infrastruktur (bl.a. "innbakt programvare", trådløs kommunikasjon med høy kapasitet, neste generasjon Internett)
- kunnskapsteknologi og naturlige/intuitive brukergrensesnitt (som for eksempel skal kunne ta hensyn til og respondere på naturlige språk og faktorer)

¹⁸ www.cordis.lu/ist/

¹⁹ www.europa.eu.int/information_society/europe

Den anvendelsesorienterte forskningen fokuserer på:

- sikkerhet og tillit, så vel teknisk (IKT-systemers pålitelighet) som juridisk (opphavsrett mv.)
- utfordringer i forhold til viktige samfunnsfunksjoner (helse, læring, transport, kultur) og nye rammer for næringsvirksomhet (bl.a. nye former for forretningsdrift)
- behov for avansert problemløsning innenfor vitenskap, forvaltning og næringsliv

Omfanget av den norske prosjektdeltagelsen i rammeprogrammet avgjøres av hvor godt norske aktører lykkes i sitt søknadssamarbeid med europeiske partnere. Erfaringsmessig kreves det langsiktig nettverksbygging for å lykkes. De nye prosjektformene i 6. rammeprogram har vist seg å være krevende, og har hevet terskelen for deltagelse. For mindre bedrifter, med begrenset administrativ og strategisk kapasitet, har det vært spesielt vanskelig å komme i inngrep med programmet. Den største norske deltagelsen er oppnådd på områder der ledende norske IKT-forskningsmiljøene har engasjert seg, i særdeleshet Telenor R&D (bredbånd, mobile applikasjoner og tjenester)²⁰.

Annet internasjonalt samarbeid

EU-kommisjonens *Marie Curie-ordning* skal stimulere til mobilitet og gir muligheter for utenlandske stipendiater til å komme til Norge, samtidig som norske stipendiater får muligheter til å reise ut.

EUREKA, med clustrene Medea+ (mikrosystemer), ITEA (IT), Eurimus (mikro- nanoteknologi), PITEA (pakketeknologi) og CELTIC (kommunikasjon), byr på nettverks- og samarbeidsarenaer. Disse mulighetene er kanskje spesielt interessante for norske forskningsmiljøer som av en eller annen grunn ikke finner sin plass i rammeprogrammet. Den enkelte deltager må her sørge for å skaffe seg nasjonal finansiering.

Nordisk samarbeid har lange tradisjoner. De nordiske land har et stabilt og godt samarbeid på en rekke områder innenfor IKT-forskningen. Nettverkene har egenverdi, men kan samtidig gi et fundament for større europeiske ambisjoner. Nordisk Innovation, Nordunet og NORDITE (nordisk samarbeidsprogram) er aktuelle samarbeidseksempler.

Bilateralt samarbeid gir en del tilleggsmuligheter. Innenfor bilaterale avtaler med bl.a. Tyskland, Frankrike, USA, Canada, Kina og Japan tilgodeses

enkelte IKT-formål med øremerkede midler.

EFTA-samarbeidet gir andre åpninger. PASR – Preparatory Action on Security Research (startet) og European Security Research Programme (ESRP), som er planlagt fra 2007, støtter forskning som ikke faller inn under rammeprogrammet, men som finansieres av EU-kommisjonen.

Aktuelle forskningsutfordringer

Prioriteringene i forskningspolitikken er sterkt påvirket av internasjonale forhold. Nasjonale prioriteringer blir til i et samspill med internasjonale teknologitrender, regionale samarbeidsagendaer og andre lands initiativer. I dette kapitlet beskriver vi på en kortfattet måte noe av den aktuelle tenkningen om IKT-relaterte forskningsutfordringer innenfor miljøer i OECD, EU, ERCIM og Storbritannia. Vi presenterer også tanken om teknologiplattformer, som diskuteres i forbindelse med planleggingen av det neste rammeprogrammet i EU (7RP).

OECD

OECD bidrar til benchmarking og har også en trendsettende rolle. OECD Information Technology Outlook 2004 setter spesielt søkelyset på "...digital delivery via broadband for peer-to-peer (P2P) file exchange, business services and healthcare". Man antar at dette området er sterkt voksende og at det vil supplere den tradisjonelle web-portalanvendelsen av Internett. Tverrfaglig kompetanse og bruk av IT-systemer og elektronisk kommunikasjon fremheves som en drivkraft i nærings- og samfunnsutviklingen. Noen konklusjoner fra rapporten om drivere og om effekten av utnyttelse av IKT:

- Målbevisst bruk av IKT fungerer positivt i kombinasjon med annen kompetanse og en sterk organisasjon.
- Internasjonalt innkjøp av IT- og IKT-baserte forretningstjenester (outsourcing) er stigende og stimuleres av at:
 - Digitale leveringsformer er tilgjengelige slik at tjenestenes produksjonssted ikke er en begrensning.
 - Mangel på kompetanse eller kapasitet hos bestiller gjør at man kjøper tjenester og FoU-arbeid utenfor organisasjonen.
 - Ønske om effektivisering og kostnadsreduksjon kan realiseres gjennom kjøp av tjenester til lavere kostnad ute.

²⁰ Forskningsrådet, EU-kontoret

- Integrerte IKT-baserte forretningsprosesser som omfatter egne og partneres systemer, forekommer sjelden.
- Datanettverk distribuerer informasjon og produkter:
 - Markedstilgang og kundesamspill fungerer for dette området.
 - P2P er sterkt voksende, noe som skjer ved at maskiner forbindes direkte for å prosessere eller utveksle informasjon (multimedia).
- Digitalt innhold vil være tema for videre analyser:
 - Vitenskap, musikk, spill er sterkt voksende.
 - Forretningsmodeller, verdikjeder, markedsstrukturer er ofte begrensede for utnyttelse av mulighetene teknologien gir.

Generelle utfordringer for IKT-forskningen (ERCIM)

ERCIM (European Research Consortium for Informatics and Mathematics)²¹ har en viktig koordinerende rolle i de forskningsstrategiske diskusjonene innenfor de grunnleggende teknologiske IKT-fagene. I en aktuell rapport²² beskriver ERCIM noen sentrale forskningsutfordringer.

"... it is of the utmost importance that the EC continues to increase investment in ICT R&D. ICT is a scientific discipline in its own right, but uniquely one that brings heavily leveraged benefits to other sciences, technology, economic activity, arts and humanities, healthcare and the environment. These benefits are realised when there is an integrated activity from:

- fundamental basic research (providing the underpinning assurance for the technology) through*
- generally used well-engineered components which interoperate (providing the fabric or computing surface) and on to*
- specialised products and services for particular application areas (leading to direct benefits in wealth creation through both the products and services and the utilisation of those by the business or organisation to achieve its goals).*

Importantly this is NOT a linear chain, but there is a continual need for interaction among basic/fundamental R&D, R&D to develop commonly applicable components and R&D for specialised application-aware products and services."

ERCIM-rapporten omtaler IKT-forskningen ut fra tre perspektiver:

- User and system centric components, together with connectedness, for architected application systems.
- Electronic, storage, computing and communication components.
- Systems development, technology and supporting theory.

Samme brukersentriske utgangspunkt kan brukes for tilgang til mange ulike systemer, og samme systemsentriske tjeneste kan brukes av flere brukersentriske systemer. I et brukersentrisk perspektiv er IKT en støtte for annen menneskelig aktivitet. Interaksjon og avhengighet mellom programvare, mennesker og utstyr gir opphav til forskningsutfordringer innen multimodal og kontekstbasert interaksjon, intelligente brukergrensesnitt og brukerstøtte, semantikk og personaliserte tjenester i elektroniske nettverk. Kvalitet, avhengighet, tilgjengelighet og beskyttelse av privatlivet er sentrale temaer, og teorier, metoder og plattformer må utvikles som nødvendige verktøy. Fra et systemsentrisk perspektiv vil utvikling av modulær, selvkonfigurerende programvare som tar vare på sikkerhet og beskyttelse av privatlivet, gi utfordringer innen en rekke fagdisipliner. Etablering av konvergerende tjenesteplassformer vil åpne for nye tredjeparts tjenestemuligheter.

For utviklingen innen elektronikk, lagringsteknologi og komponenter for datamaskiner og kommunikasjonsutstyr har Moores lov om dobling av ytelsen hver 18 måned blitt fulgt så langt, men flere tegn tyder på at fundamentale grenser vil sinke utviklingen eller styre den i nye retninger, med bruk av intelligente, rekonfigurerbare systemer eller parallellisering av oppgaver. Forskning på nanoskalanivå, kretskonstruksjon for redusert effektforbruk og høyere klokkehastighet vil være avgjørende, og muligheter for konvergens mot andre kommende teknologiområder kan vise seg å gi nye muligheter. Stor prosesseringskraft og høye kommunikasjons-hastigheter vil, sammen med økt tilgjengelighet, gi behov for lagring, administrasjon og rask tilgang til store datamengder. Dette krever også utvikling av brukergrensesnitts- og sensorteknologier som akustikk, mikromekanikk, fotonikk, aktuatorer, lokalisering osv. Ad hoc-nettverk, selvkonfigurerende nett og sensornettverk vil få stadig nye bruksområder.

²¹ ERCIM – European Research Consortium for Informatics and Mathematics

²² EC Consultation on Future European Union Research Policy: Strategy for ICT in Europe, 8. November 2004

System- og teoriutvikling er grunnlaget for IT-bruk i industri, offentlig virksomhet og annen næringsvirksomhet. Det knytter seg store utfordringer til skalering, feiltoleranse, pålitelighet, interoperabilitet, oppgavedeling og kompatibilitet med sosiolegale standarder. Elektronisk kommunikasjon mellom ulike sosiale grupper vil stille krav til nye multidisiplinære interaksjonsformer. Det vil være behov for kunnskap om metadatabruk, agenter som betjener systemfunksjoner og ressursmeklere, og verktøy og teknikker for å bygge fleksible og pålitelige systemer basert på denne fagkunnskapen.

Viktige forskningstemaer finnes på alle systemnivåer og er knyttet til anvendelser og bruk av IKT og IKT-baserte tjenester. Trådløse heterogene nett, sårbarhet og sikkerhet, interaksjon mellom mennesker gjennom elektronisk kommunikasjon, brukergrensesnitt og informasjonsforvaltning retter seg mye mot menneskers interaksjon med teknologien. Temaer som beregninger, målinger, prosessstyring, visualisering, programmering, signalbehandling osv. er grunnleggende både for utviklingen av IKT i seg selv og for mange anvendelser av IKT i andre fag- og virksomhetsområder hvor forskning stadig driver utviklingen videre.

Britiske vurderinger

UK Computing Research Committee²³ har definert "grand challenges for computing research". En av de foreslåtte utfordringer er "Global Ubiquitous Computing – GUC". Utfordringen omfatter lokale og globale nettverk av små og store enheter, utvikling av HW og SW, mobile, bærbare løsninger som er permanente eller ad hoc, lokaliseringstjenester samt lokalitetssensitive og persontilpassede tjenester. Utfordringen formuleres som:

- To develop a coherent informatic science whose concepts, calculi, theories and automated tools allow descriptive and predictive analysis of the GUC at each level of abstraction
- That every system and software construction – including languages – for the GUC shall employ only these concepts and calculi, and be analysed and justified by these theories and tools

EUs 7 RP: Teknologiplattformer

EU 6RP går mot sin avslutning og vil snart bli etterfulgt av 7RP. Teknologiplattformer tegner til å bli et sentralt virkemiddel som skal samle og målrette forskningen innen informasjonsteknologiene (IST). Teknologiplattformene skal bidra til å gjøre Europa til en dynamisk, konkurransekraftig kunnskapsøkonomi. De skal forløse et forskningspotensial som kan utnyttes innenfor Europa. Den offentlige støtten skal settes inn der hvor det er nødvendig for å skape tilleggsverdi. Teknologiplattformene vil ha finansiering fra næringslivet og fra EU-kommisjonen. Det blir en viktig utfordring for norske forskningsmiljøer å skalere forskningen slik at den kan introduseres på EU-arenaen. Bl.a. vil det være nødvendig å vurdere hvilke temaer det skal satses på, aktørenes størrelse og størrelsen på konsortiene, med sikte på at den norske deltagelsen både bidrar i samarbeidet og bringer nyttige resultater hjem i form av kunnskap, nettverk og muligheter. Noen aktuelle satsingsområder:

- *Nanoelektronikk*: Utviklingen innenfor nanoelektronikk vil ha stor betydning for utviklingen av elektroniske komponenter på andre teknologiområder. EU legger derfor stor vekt på viktigheten av tverrfaglighet ved etableringen av en teknologiplattform for nanoelektronikk.²⁴
- *Advanced R&D on Embedded Intelligent Systems – ARTEMIS*: Innvedde systemer får stadig større anvendelsesområder takket være utviklingen i komponent- og nettverksteknologiene. Romfart, transport, industri, kommunikasjon og forbrukerelektronikk er alle slike vekstområder.²⁵
- *eMobility*: Potensialet i mobile og trådløse teknologier og muligheter for sømløs tilgjengelighet overalt vil dominere tjenester og applikasjoner på de fleste områder. Sentrale forskningstemaer vil være brukersentrisk innhold, digitalisering, sårbarhet og beskyttelse av personopplysninger, mobilitet på tvers av heterogene nettverk og universell tilgjengelighet. Det ventes stor fremgang på teknologiområder som dynamiske nettverk,

²³ www.nesc.ac.uk/esi/events/Grand_Challenges/proposals/Ubiq.pdf

²⁴ www.cordis.lu/ist/eniac/home.html

²⁵ www.cordis.lu/ist/artemis

rekonfigurerbare radiosystemer, mobilitet på tvers av aksessteknologi, mobile (ad hoc) nettverk, nettverks- og mediesensitive innholdsleveranser, kontekstfølsomme tjenester og personlige nettverk.²⁶

- *Networked Audiovisual System*: Temaområdet er definert i 6RP og vurderes videreført i 7RP. Åpne plattformer, tillit, interoperabilitet, standardisering og multimedia er forskningstemaer. Multimedia omfatter bl.a. anvendelsesområder som e-læring, visualisering, DRM, interaktiv TV og QoS – Quality of Services.²⁷

²⁶ www.emobility.eu.org/

²⁷ www.cordis.lu/ist/directorate_d/audiovisual/index.htm

Foresight

Etableringen av et nytt stort program for IKT og revurderingen av den samlede IKT-porteføljen stiller Forskningsrådet overfor en sammensatt og krevende utviklingsoppgave. Hurtigheten og kompleksiteten som kjennetegner IKT-utviklingen, gjør oppgaven ekstra krevende. Faktaframstillinger som hovedsakelig dokumenterer fortiden og eksisterende forhold, kan bare gi begrenset veiledning. Det er nødvendig å rette blikket mot fremtiden og ta i bruk metoder som kan gi strategisk overblikk og en dypere forståelse av IKT-forskningens samfunnsmessige betydning. Derfor har Forskningsrådet gjennom fremtidsprosjektet UTSIKT også gjennomført en scenarieprosess som har gitt grunnlag for strategisk refleksjon og diskusjon om organiseringen av rådets fremtidige IKT-portefølje.

Bruk av scenarimetodikk i UTSIKT

Fremtidsprosjektet UTSIKT inngår i Forskningsrådets satsing på foresight eller fremsyn (fremtidstenkning) i tilknytning til det nye virkemiddelet Store programmer. Denne satsingen, som må ses i lys av omorganiseringen av Forskningsrådet, er blant annet et svar på Technopolis-evalueringens kritiske merknader om at rådet hittil har forsømt å benytte fremtidsmetodikk på en systematisk måte i sitt utviklingsarbeid. Satsingen er nærmere beskrevet på rådets hjemmesider for fremtidstenkning og i annet materiale ^{28 29}.

Hovedaktiviteten i UTSIKT har vært en intensiv scenarieprosess høsten 2004. Prosessen har hatt som formål å produsere scenarier som kan komme til nytte i struktureringen av Forskningsrådets fremtidige IKT-satsing, herunder utformingen av programmet VERDIKT. Scenariemetodikk har vært valgt av flere grunner. Scenariemetodikk er generelt godt egnet som verktøy i strategiprosesser hvor det er viktig å involvere et bredt spekter av interessenter, og hvor man må regne med at det vil finnes en ikke ubetydelig tvil og usikkerhet om hvordan fremtiden bør møtes. Scenariemetodikken er åpen og fleksibel, og lar seg kombinere med andre metoder og annen kunnskap. Scenarier benytter seg av og sammenfatter flere former for kunnskap. Det er verdt å merke seg at scenarier i første rekke uttryk-

ker *kvalitative vurderinger*, i kontrast til fremskrivninger, som har en kvantitativ karakter. Scenarier skal gi innsikt i *fremtidig usikkerhet*, og det er derfor ofte verken mulig eller tilrådelig å tallfeste kunnskapen.

Scenarier er et redskap for å tenke *langsiktig og helhetlig*. Gjennom godt utviklede scenarier kan man fange inn mer av den reelle usikkerheten i utviklingen enn man kan ved hjelp av prognoser og andre tradisjonelle planleggingsmetoder. Scenariemetodikkens styrke er at den gir mulighet til å utforske usikkerheten på en systematisk og kreativ måte. Scenarier spenner ut det såkalte usikkerhetsrommet ved å presentere flere radikalt ulike bilder av hvordan fremtiden kan arte seg. Usikkerheten kan dermed bli en kilde til strategisk relevant læring.

UTSIKT-scenariene har vært laget med tanke på å gjøre det lettere for rådets organer og berørte aktører å se det store bildet. Scenarienes overordnede funksjon er å synliggjøre dilemmaer og veivalg knyttet til ambisjonsnivå, formål og innretning for rådets fremtidige IKT-satsing, med særlig vekt på VERDIKT. Scenariene har sett på drivkrefter, hendelser og aktører som kan påvirke og forme de nasjonale og internasjonale rammebetingelsene for norsk IKT-forskning i et tiårsperspektiv (2015). I UTSIKT har intensjonen ikke først og fremst vært å belyse den faglige utviklingen innen IKT, men å se på vilkårene for IKT-forskningen i lys av de krefter og aktører i samfunnet som påvirker og som har interesse av IKT.

I neste fase kan UTSIKT-scenariene inngå i arbeidet med å teste og utvikle handlingsalternativer knyttet til ulike teknologier, brukerbehov og potensielle anvendelsesområder innenfor IKT. Scenariene kan bl.a. brukes til å vurdere hva slags tiltak det kan være nødvendig å utvikle som et supplement til (og en støtte for) VERDIKT. I det oppfølgende arbeid kan det være fruktbart å følge internasjonale foresight-aktiviteter for IKT, ikke minst innenfor EU.

I bruken av UTSIKT-materialet er det viktig å være oppmerksom på at scenariene er mulige fremtider, og at de ikke må oppfattes som spådommer. Poenget er ikke å forutsi fremtiden, men å forestille seg flere tenkelige forløp og utfall, slik at man forhåpentlig kan handle klokere her og nå. Scenariene

²⁸ www.forskningsradet.no/foresight

²⁹ Jan Dietz og helge Forfang: Scenariebasert strategiutvikling i Forskningsrådet. En mulig tilnærming. 2003

må ikke forveksles med visjoner, posisjoner og mål. Scenariene kan være egnet til å kommunisere vesentlige utfordringer, men inneholder ikke ferdige strategier og planer. Hva som skal skje, må være gjenstand for strategisk diskusjon. Scenariene kan gi grunnlag for strategisk refleksjon og diskusjon, som i sin tur kan munne ut i visjoner og mål.

Noen foreløpige observasjoner og lærdommer fra foresight-prosessen er gjengitt i vedlegg B.

Tre IKT-scenarier

UTSIKT-scenariene er utarbeidet av en scenariegruppe bestående av rundt 45 personer med allsidig bakgrunn som har deltatt på uavhengig grunnlag, i kraft av egen kompetanse og erfaring. Det har således vært et premiss at medlemmene ikke har møtt som representanter for bestemte interesser og arbeidsgivere. Scenarieprosessen resulterte i tre scenarier som har gitt grunnlag for strategidiskusjoner i scenariegruppen og prosjektgruppen i UTSIKT.

Scenarieprosessen i UTSIKT har tatt utgangspunkt i følgende problemstilling:

Hvordan kan virkeligheten for norsk IKT-forskning komme til å se ut i 2015, og hvilke strategiske valg står Forskningsrådet overfor i sin IKT-satsing?

De tre scenariene beskriver tre vidt forskjellige retninger som IKT-utviklingen kan ta frem mot 2015. Scenariene beskrives her i sterkt forenklet form. De finnes også tilgjengelige i sin helhet på Forskningsrådets hjemmesider sammen med annen informasjon om scenarieprosessen³⁰.

→ **eKonsum:** Ikke minst takket være oljen er Norge rikere enn noen gang i 2015. Velstanden har stimulert til et enda høyere forbruk, og nordmenn er nysgjerrige på IKT-nyheter. Brukerne setter tonen i IKT-utviklingen. Brukerne er både aktive og passive, men kan i begge tilfeller være krevende å tilfredsstille. Noen bruker IKT først og fremst til underholdning og nytelse, andre ser IKT som en vei til selvrealisering. Tyngdepunktet i forskningsinnsatsen forskyver seg fra hardware og software til userware. Det oppstår et klarere skille mellom teknologisk forskning og forskning på IKT-anvendelser. Grunnforskningen handler nå mest om å muliggjøre brukervennlige løsninger. Norge støtter seg til

grunnforskningen i EU og lar store deler av forskningsfinansieringen gå gjennom Brussel. For EU er Norge interessant som en testlab for IKT-innovasjoner. IKT spiller en nøkkelrolle i næringslivet som "business enabler". Mulighetene for å lansere nye IKT-tjenester er gode, men markedet er tøft. Tidsperspektivene i eKonsum er generelt korte, og det er liten interesse for langsiktig kompetanseoppbygging og nye problemstillinger knyttet til for eksempel konvergerende teknologier (nano-bio-cogno). Betenkelighetene ved et høyt forbruk av teknologi forbigås i stillhet.

→ **I utakt:** I 2015 har mange mistet tålmodigheten med IKT. Folk er skeptiske til en teknologi som ofte stjeler tid og kompliserer hverdagslivet. IKT har trukket inn i veggene og blitt allestedsnærværende, og selv om pasienter med implantater kan overvåkes presist og effektivt, finnes det åpenbare ulemper. Ingen vet riktig hva som kan skje med de enorme mengdene overskuddsinformasjon som genereres. IKT bidrar til å rive ned skillet mellom teknologiskapte og menneskeskapte funksjoner. Dermed kommer IKT på kant med viktige samfunnsgrupper, og IKT-forskningen oppfattes som et problematisk satsingsområde. Avansert IKT har fått et dagligdags preg, og få borgere bekymrer seg for de faglige forutsetningene. Den akademiske IKT-forskningen opplever trangere kår. I en verden preget av uro og sviktende internasjonalt samarbeid, overtar de store globale markedsaktørene mye av initiativet i IKT-utviklingen. Internett faller fra hverandre og blir erstattet av regionale splinternett. De fremste norske talentene havner i "Corporate Universities" eid av selskaper som Microsoft-Novosto. Det europeiske forsknings-samarbeidet opplever motvind, med ett interessant unntak: Det finnes et sterkt behov for nye overvåkingssystemer som kan styrke europeisk sikkerhet.

→ **Spirit of the new ERA:** Dette scenariet åpner med at Norge rammes av en krise utløst av at Kværner går konkurs. Norge opplever den verste arbeidsledigheten siden 30-tallet. Industrien flagger ut eller blir nedlagt. Ut av krisen vokser en erkjennelse av at landet trenger en ny innovasjonspolitik basert på en mer helhjertet forståelse av kunnskaps-samfunnet. Den næringsnøytrale politikken blir forlatt. Oljefondet brukes til å etablere et forskningsfond med 30 milliarder kroner, og disse midlene kanaliseres inn i ny infrastruktur, modernisering av offentlig sektor og kompetanseutvikling. Norge engasjerer seg enda sterkere i det europeiske forsk-

³⁰ www.forskningsradet.no/foresight/

nings- og innovasjonssamarbeidet og går blant annet i spissen for en europeisk programvarepolitikk. Norge snur på flisa og begynner en systematisk rekruttering av utenlandske forskere og ressurspersoner. I 2015 blomstrer en rekke norske forskningsmiljøer, og det dukker opp IKT-gaseller med internasjonal suksess. Men konkurransen innenfor akademia er hard. Kunnskapssamfunnet byr på et mangfold av økonomiske og kulturelle muligheter. Mange borgere får problemer med å henge med i et samfunn hvor det hele tiden stilles krav om læring og omstilling.

Andre IKT-studier

De siste årene har det vært tatt initiativ til en rekke foresight-prosjekter og utredninger som belyser fremtidige utfordringer knyttet til IKT-forskningen. UTSIKT har trukket veksler på en del av dette materialet. Vi gir her en oversikt over noen prosjekter og samarbeidsinitiativer som det kan være verdt å følge og benytte seg av i det videre arbeid.

*InfoSam 2020*³¹ er en fremsynsprosess i regi av Teknologirådet og IME-fakultetet ved NTNU, som bl.a. har sett på ulike aspekter ved informasjonssamfunnet³². Det har vært kontakt mellom prosjektgruppen i UTSIKT og InfoSam.

ISTAG er en rådgivende EU-basert gruppe som har en viktig funksjon i den europeiske diskusjonen om informasjonssamfunnet. ISTAG har arbeidsgrupper som skal komme med anbefalinger om mål og virkemidler for IKT-forskningen sett i et helhetlig EU-perspektiv. Én gruppe skal se på brukersentrisk IKT-forskning basert på applikasjoner og erfaringer. "Grand Challenges for IST" er tema for en annen gruppe. Utgangspunktet er her elektroniske nettverk på alle samfunnets områder. En tredje gruppe skal gi anbefalinger om forskning på GRID, distribuerte systemer og tjenesteorienterte arkitekturer.

ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructure) har en nøkkelrolle i dialogen om europeisk infrastruktur, og har i likhet med ISTAG i oppgave å gi råd til EU-kommisjonen. En arbeidsgruppe i ESFRI – Computing and Networking

Working Group – la i januar 2005 frem rapporten "Large scale computing facilities and research network Infrastructures"³³. Rapporten beskriver forskningsinfrastruktur for storskala, bredbånds forskningsnettverk i et strategisk perspektiv. Rapporten ser på behovet for GRID-strukturer og beregningskapasitet og forskningsoppgaver knyttet til dette.

FISTERA er et nettverk for foresight-prosjekter som fokuserer på IKT. Nettverket, som har finansiering ut 2005, har arbeidet med å systematisere og sammenligne resultatene fra 8 ulike nasjonale foresight-øvelser³⁴, og det foreligger nå et omfattende materiale³⁵. Nettverket bidrar til benchmarking og gjensidig læring. Foresight-arbeidet skal støtte opp under planleggingen av det europeiske forskningsområde (ERA – European Research Area). Norge deltar ikke i FISTERA, men vil kunne få mulighet til å delta i oppfølgingsaktivitetene.

IPTS (Institute for Prospective Technology Studies) i Sevilla, som har status som Joint Research Centre i EU, har utgitt en rekke fremtidsrelevante IKT-studier de siste årene. Fistera-nettverket har vært knyttet til IPTS.

Foresight-prosjektet *eForesee*, som har vært finansiert av EU-kommisjonen som en del av STRATA-satsingen, har gitt verdifull informasjon om fremtidige IKT-utfordringer. *eForesee* inngår i opprustningen av de nye EU-landenes foresight-kompetanse.

European Science Foundation (ESF) har utviklet et nytt instrument, "Forward Look", som skal tas i bruk på emnet "Nanosciences and the Long Term Evolution of Information Technology" (NSIT).

COST ("concerted actions") har også gjennomført enkelte IKT-relaterte prosjekter.

I nordisk sammenheng er det bl.a. verdt å trekke frem det svenske prosjektet Teknisk framsyn (nå avsluttet), som har gitt en bred beskrivelse av antatte samfunnsmessige virkninger av de nye tunge teknologiene. I Finland har det bl.a. vært gjennomført foresight-studier om IKT-spørsmål i regi av Tekes. Committee for the Future i parlamentet (Eduskunta) har nylig utgitt en stimulerende analyse av fremveksten av et globalt kunnskapssamfunn³⁶. I Danmark er Videnskabsministeriet i

³¹ www.ime.ntnu.no/infosam2020/

³² www.ime.ntnu.no/infosam2020/oldpage/Conference/Conference_Papers_2ndEdition_2.pdf

³³ ftp.cordis.lu/pub/era/docs/wg_hcpn_final_060105.pdf

³⁴ Frankrike, Tsjekkia, Tyskland, Spania, Storbritannia, Sverige, Ungarn og Østerrike

³⁵ Key Factors Driving the Future Information Society in the European Research Area.

Synthesis Report on the Fistera Network Study. September 2004. European Commission, JRC, IPTS

³⁶ Pekka Himanen: Challenges of the Global Information Society, Committee for the Future, Parliament of Finland, 2004

gang med et program for teknologisk fremsyn. Det har vært gjennomført fem fremsyn de siste årene, hvorav et om "kognition og robotter". Tre nye fremsyn skal igangsettes i 2005.

Nordisk Innovation Center (tidligere Nordisk Industrifond) har publisert en nyttig oversikt over teknologisk fremsyn i de nordiske land³⁷. Rapporten peker på behovet for et nordisk samarbeid om fremsyn, noe som bl.a. vil understøtte utviklingen av en nordisk kunnskapsregion.

³⁷ Annele Eerola and Birte Holst Jørgensen: Technology Foresight in the Nordic Countries

Perspektivanalyse

Scenarieprosessen i UTSIKT har kastet lys over den grunnleggende usikkerheten i premisser gitt av samfunnsutviklingen som norsk IKT-forskning står overfor. IKT-forskningen og Forskningsrådets ansvar må vurderes fra flere synsvinkler. Det er mulig å identifisere en serie strategisk relevante spørsmål på basis av de tre scenariene. Som en opptakt til perspektivanalysen i det følgende gjengir vi her noen sentrale observasjoner og antagelser:

- IKT er et viktig redskap i samspill med andre disipliner og anvendelse. Behovet for tverrfaglighet i IKT-forskningen ser ut til å øke, uansett scenario. Tverrfaglighet må også forstås som samarbeid mellom teknologiske, samfunnsvitenskapelige og humanistiske fag. Det er nødvendig å diskutere hvordan IKT-forståelsen kan endres over tid.
- Anvendelsesperspektivet supplerer disiplinperspektivet og nødvendiggjør forskningsinnsats som går ut over behovet for å dekke IKT-fagenes basiskompetanse.
- Utviklingen på IKT-området illustrerer at forskningen har beveget seg fra "modus 1" til "modus 2" (disiplinorientert – bredere tilnærming).
- Tettere samarbeid og bedre kompetanseflyt mellom akademia og næring må til for å forløse potensialet i IKT. Scenariet "I utakt" belyser uheldige effekter ved akademisk isolasjon.
- Internasjonalt samarbeid – i EU-sammenheng, innenfor Norden og med andre sterke IKT-nasjoner, blir stadig viktigere.
- Norsk forskning er en del av det europeiske forsknings- og innovasjonssystemet. EU-samarbeidet påvirker i stigende utstrekning norsk IKT-forskning gjennom sine tematiske og organisatoriske prioriteringer. Betydningen av å delta i EUs forskningssamarbeid vokser.
- En god utnyttelse av IKT krever at humankapitalen i alle deler av samfunnet utvikles.
- Det skjer en konvergens mellom IKT og kognitive fag, bl.a. er det en utvikling i retning av naturlige grensesnitt, hvor brukerens intensjon tolkes av teknologien.
- Samfunnsperspektivet vil være styrende for hvilken oppmerksomhet IKT får i media og de politiske miljøer. Det er nødvendig å fokusere sterkere på brukerbehov, samfunnsbehov og anvendelse av forskningsresultater (teknologi-push er ikke et argument for ikke-teknologer).
- Scenariene "eKonsum" og "Spirit of the New ERA" peker, begge på ulikt vis, i retning av et

trådløst samfunn der befolkningen er "always on". Det forventes en videre utvikling av nye tjenester og lettere og bedre tilgang til informasjon.

- VERDIKT kan ikke dekke alle behov for IKT-forskning.
- Det er fare for at IKT tas for gitt og at IKT oppfattes som en "hygieneartikkel", dvs. som en selvfølge!

De tre scenariene gir et øyeblikksbilde av kompleksiteten i forholdet teknologi-menneske-samfunn. Scenariene illustrerer at IKT-utviklingen ikke bare er et spørsmål om hvordan man ved hjelp av teknologi kan få til en effektivisering av næringslivets produksjon, raskere kommunikasjon, økt velstand og velferd osv. IKT er med på å forme samfunnet, og endringene inntreffer ofte på uoversiktlige og uforutsette måter. IKT gir oss nye muligheter for selvrealisering, og har stor innflytelse på vårt daglige liv. Dette kan ha både positive og negative sider.

Uansett utviklingslinje finnes det gode muligheter for å utforme og markedsføre nyskapende IKT-løsninger. Usikkerheten knytter seg til hvilke oppgaver som må løses, hvem som vil være interessert i de ulike løsningene, og hvilke aktører som vil ha størst sjanser til å lykkes. Det er ingen selvfølge at det norske innovasjonspotensialet kan utløses, og scenariene gjenspeiler at det vil finnes mange oppfatninger om hva som menes med innovasjon. Det virkelige innovasjonspotensialet befinner seg kanskje på steder som ingen er oppmerksom på i dag. Et viktig utgangspunkt for å forstå innovasjonsmulighetene, kan være å reflektere over fremveksten av det kunnskapsbaserte nettverkssamfunnet.

De to hovedpoengene løper sammen. Essensen er at når IKT gjennom syrer verden, må verden gjennomsyre IKT-forskningen. Ut fra et slikt resonnement er det mulig å hevde at et nytt stort program for IKT bør legge større vekt på anvendelsessentrert "kjerneteknologi" som basis og omdreiningspunkt. IKT-forskningen må ikke begrenses til IKT-infrastruktur alene.

IKT-forskningen må følgelig ha et høyt ambisjonsnivå, både faglig og økonomisk. Et vesentlig formål med å etablere et nytt program må være å styrke den norske kompetansen, viljen og evnen til å utvikle og ta i bruk nye og fremtidsrettede IKT-anvendelser. Forskningen må bidra til å fremme en IKT-utvikling som tar høyde for at IKT både er viktig som eget forskningsområde, som egen næring, som muliggjørende teknologi på andre samfunns-

områder, andre næringer og for annen forskning, og som en inngang til økt engasjement og høyere livskvalitet for den enkelte borger.

Ulike perspektiver

For å styre og styrke IKT-forskningen slik at gode resultater kan oppnås, er det nødvendig å vurdere utfordringene ut fra flere ulike perspektiver:

- samfunnsperspektivet
- aktørperspektivet (forskeraktører, næringsaktører, finansieringsaktører)
- teknologiutviklingsperspektivet
- brukerperspektivet.

Samfunnsperspektivet

Samfunnsperspektivet er viktig både fordi samfunnsforholdene er avgjørende for hva ulike grupper forventer av IKT-forskningen, og fordi holdninger i samfunnet påvirker hvilke menneskelige og økonomiske ressurser som kan brukes på IKT-forskning. Fungerende og tilgjengelig IKT tas i økende grad for gitt, og brukerne vil ofte være lite interessert i forskningsmessige problemstillinger. Sett i et makroperspektiv kommer IKT trolig til å ha en allestedsnærværende – og tilsynelatende altomfattende – rolle i det norske samfunn i 2015. Videre forskningsinnsats vil være nødvendig for å opprettholde og videreutvikle både velferd, tjenestetilbud og konkurransekraft. IKT-anvendelsene vil påvirke folks liv på et mangfold av måter, men IKT-forskningen som sådan vil trolig bare i begrenset utstrekning kunne opptre som en selvstendig handlende aktør. Snarere kan det hevdes at det er samfunnsutviklingen som vil legge premissene for IKT-forskningen.

- *Forskningsystemet må være fleksibelt nok til å kunne forholde seg til endringer i samfunnets prioriteringer.*

Aktørperspektivet

Aktørperspektivet kan betraktes som en presisering av visse sider ved samfunnsperspektivet. Med aktørperspektivet sikter vi her til sentrale IKT-aktørers roller og interesser i forhold til finansiering, forskningsutførelse og interessenter/brukere av forskningens resultater. Både offentlige og private FoU-aktørers prioriteringer påvirkes av samfunnsutviklingen og internasjonale forhold. UTSIKT-scenariene anskueliggjør hvordan aktørene kan tenkes å dra i ulike retninger. Det finnes intet entydig aktørperspektiv – tvert imot, man må regne med at det vil finnes en rekke interesser, og at det kan oppstå

økt tvil og uenighet i takt med at IKT trenger inn på nye livsområder.

Næringslivets forskningsbehov i forbindelse med egen produkt- og tjenesteutvikling vil naturlig nok være et hovedansvar for næringslivet selv. Dette er det eneste området hvor FoU-utøver, FoU-finansiør og bruker av FoU-resultater er én og samme aktør. Når FoU-horisonten blir lenger, synker gjerne den private finansieringsviljen, selv om det kan eksistere en erkjennelse av behovet for kunnskapsutvikling. Offentlig sektors finansieringsrolle blir viktigere når brukerinteressene er vage eller spredt på flere interessenter, når det er kunnskapsbygging snarere enn håndfaste resultater som står i fokus, og når tidsperspektivet er lengre. Grunnfinansieringen av forskningsinstitusjonene har det mest langsiktige preget, mens offentlige konkurranseutsatte midler og forskningsoppdrag er mer behovsstyrt. Forskningsinstituttene vil ha en betydelig fleksibilitet, idet de kan ta skiftende oppdrag, mens universitetene vil ha en mer stabil dagsorden og et særlig ansvar for å videreutvikle kunnskapsgrunnlaget.

Innen IKT, hvor veien fra grunnforskning til anvendelse ofte er kort, er det viktig å stimulere til at brukere, bedrifter og institutter raskt kan anvende kunnskapen som forskningen bringer frem. Aktørenes motiver for å forske vil være en kombinasjon av ønsket om kunnskapsbygging - og behovet for forskningsresultater - som kan føres ut i praktiske anvendelser i form av produkter og tjenester.

- *Offentlige virkemidler bør stimulere til et samspill mellom aktørene innen IKT-feltet som gir muligheter for langsiktig kunnskapsbygging, overføring av kunnskap mellom grupper og tverrfaglig utnyttelse av kompetanse. Slik øker sannsynligheten for at det kan skapes resultater i tråd med samfunnets prioriteringer og behov.*

Teknologiperspektivet

Tradisjonelt har IKT gjerne vært beskrevet gjennom "kjerneteknologiene" mikroteknologi, kommunikasjonsteknologi og programvare. UTSIKT-scenariene tar – på et overordnet nivå – for seg den virkelighet norsk IKT-forskning kan tenkes å møte i 2015. Teknologiperspektivet er derfor ikke behandlet i detalj. Scenariene antyder dog at ovennevnte inndeling ikke alltid vil være dekkende når tverrfaglige behov og anvendelser trekkes inn, selv om inndelingen fortsatt kan være hensiktsmessig som en beskrivelse av IKT-næringen, snevert forstått. Anvendelse av IKT i produkter og tjenester krever en tverrfaglig kompetanse som ofte omfatter både

flere IKT-disipliner og helt andre fagområder. Forskningen innen IKT-fagene må gjenspeile dette gjennom tverrfaglig samarbeid, slik at det kan oppstå gjensidig læring og utvikles ny kompetanse.

- *IKT-anvendelse må bygge på teknologisk kunnskap som utvikles over lang tid og med tilstrekkelig bredde til å kunne dra nytte av den globale teknologiske utviklingen. I fremtiden vil det trolig være et sterkt behov for allsidig kompetanse over et bredt område, noe som forutsetter et utstrakt tverrfaglig samarbeid.*

Brukerperspektivet

Brukerperspektivet kan godt skrives i flertall: brukerperspektivene. Den betydning og innvirkning IKT oppfattes å ha, varierer med om man ser på IKT som en innsatsfaktor i annen virksomhet, som en egen bransje og næring, som verktøy og infrastruktur for nye og bedre elektroniske tjenester, som kunnskapselement i annen forskning, eller som et verktøy som sikrer demokrati, tilgjengelighet og et velfungerende samfunn. Brukernes forventninger og atferd på disse områdene vil prege rammevilkårene for FoU-innsatsen. UTSIKT-scenariene antyder at kompetansen hos brukerne ofte vil være en avgjørende faktor i innovasjonsaktiviteter i fremtiden, og at både den grunnleggende og den mer anvendelsesorienterte IKT-forskningen vil være avhengig av en tett dialog med ulike brukergrupper.

- **Forbrukerne** etterspør i stigende utstrekning IKT-anvendelser som bygger på intensiv FoU-innsats. For eksempel krever utviklingen av nettbaserte tjenester forskning på tjenesteplattformer og leveranse av tjenester på tvers av disse.
- **Næringlivet** bruker IKT både gjennom systemer i administrasjon og drift, som verktøy i innovasjons- og FoU-aktiviteter, og som innsatsfaktor eller modul i kommersielle produkter og tjenester. Virksomhetene har dels egen IKT-kompetanse, dels kompetanse som skaffes gjennom konsulenter, forskningsinstitutter eller partnere.
- **Offentlige** virksomheter bruker IKT først og fremst gjennom systemer for administrasjon og offentlig tjenesteyting. Enkelte offentlige virksomheter nedlegger en stor egeninnsats i utvikling av nye systemer, mens andre kjøper seg tjenester gjennom konsulentselskaper. Offentlige virksomheters IKT-aktiviteter er bare unntaksvis forbundet med forskningsformål.

- **Forskning** innen de fleste fagområder forutsetter i økende grad bruk eller utvikling av IKT-verktøy. Ofte er også samfunnsforskere avhengige av å ha tilgang til IKT-kompetanse for å kunne oppnå resultater. Forskersamfunnet er derfor også en viktig brukergruppe.
- **Samfunnet** er avhengig av fungerende IKT-løsninger på nær sagt alle plan og i alle funksjoner. Det er derfor dekning for å si at alle borgere i en viss forstand er IKT-brukere. Forskningsinnsatsen ligger ikke alltid opp i dagen, men er et fundament for et trygt og velfungerende samfunn, der fellesskapets ressurser forvaltes på en forsvarlig måte.

Landets behov

Utenom de generelle forskningsbevilgningene har det offentlige Norge i liten grad initiert FoU-aktiviteter direkte. I det siste har man imidlertid blitt noe flinkere til å ta i bruk elektroniske og nettbaserte verktøy og tjenester. Det er viktig at det bygges videre på disse bestrebelsene, med sikte på å forbedre tjenestetilbudet, effektivisere arbeidet og utvikle helelektroniske løsninger for forretningsdrift og administrasjon. En slik satsing krever høy kompetanse både på system- og applikasjonsutvikling og på nettverksteknologi. Satsingen er også nødvendig for at andre næringsdrivende skal kunne effektivisere sin drift og samhandel. Landet vil derfor trenge en målbevisst videreutvikling av undervisningskapasiteten, kunnskapsbyggingen og forskerutdanningen gjennom PhD og postdoc. Kunnskap og forskningskapasitet må gjøres tilgjengelig for brukerne i samfunnet, bl.a. gjennom forskningsinstituttene.

IKT-industrien (både produkter og tjenester) trenger forskningsvirksomhet for å bygge sin kompetanse og videreutvikle sitt teknologiske fundament. Andre deler av næringslivet og andre forskningsmiljøer behøver resultater og kompetanse fra IKT-forskningen. Næringlivet som helhet har dermed behov for bred tilgang til forskningsbasert IKT-kompetanse. Poenget kommer også til uttrykk gjennom Skattefunn, som opplever at svært mange av prosjektene inkluderer IKT-utvikling eller ny bruk av IKT som verktøy. Også i de tilfeller hvor Skattefunn-prosjektet ikke bringer IKT-faget videre som sådant, vil det være behov for en høy IKT-kompetanse³⁸.

³⁸ Skattefunn: Av et søknadsvolum på 10,2 mrd. NOK for prosjektene i 2004 var 4,4 mrd. i kategoriene "IT" og "elektronikk/data/kommunikasjon"

Nasjonal konkurransedyktighet

Konkurransedyktighet er ikke minst et spørsmål om å velge konkurransearena og spesialitet. Noen ganger kan det være et spørsmål om å velge mellom masseidrett og VM. Forskningen må være til stede mange steder for å dekke ulike behov i samfunnet, De enkelte aktørene må vurdere hvor og hvor mye de vil satse. Motivene for å delta i konkurransen kan være sammensatte – dels et ønske om å lære seg å konkurrere, dels et ønske om å lære av de andre i nettverket, og dels et ønske om å bygge nettverk og trekke andre til seg. De fleste vil selvfølgelig ønske å vinne medaljer i kappløpet, enten på den akademiske arena eller på den kommersielle.

Konkurransedyktighet i næringslivet betyr ikke nødvendigvis at en virksomhet selv ligger i tet innen forskningen. En like riktig strategi kan være å utvikle kontakt med miljøer som gir tilgang til relevante resultater fra forskningen, og som gir mulighet til å utnytte resultatene. Forskningsresultater omsettes i salgbare produkter og tjenester gjennom kunnskap om utnyttelse av teknologi, markeds-tilgang osv. Norge har slike miljøer i IKT-næringslivet innen både mikroteknologi, kommunikasjon og programvare. Nye teknologiske løsninger tas gjerne raskt i bruk i Norge når de blir tilgjengelige i markedet, og nye tjenesteplassformer og tjenester utvikles vanligvis i rask takt. Ved flere anledninger er norske bedrifter tildelt internasjonale priser for å ha utviklet ledende, innovative produkter³⁹.

Mikroteknologi har et sterkt fagmiljø i Gaustadbekkdalen, Trondheim og Vestfold/Buskerud. Næringen er spesialisert, forskningsbasert, fundert på spisskompetanse og rettet mot definerte nisjer hvor bedriftene kan hevde seg globalt.

Næringen for kommunikasjonsteknologi er også knyttet til sterke fagmiljøer i Trondheim, Oslo/-Kjeller/Asker, Kongsberg, Grimstad og Bergen. Næringen har tradisjoner for samarbeid med de akademiske miljøene. Næringen er FoU- og konkurranseintensiv og rettet mot de globale markedene innenfor sine nisjer, og har et internasjonalt fokus på sine forskningsprosjekter.

Teleoperatører og tilbydere av tjenester over kommunikasjonsnettverk er en langt mer sammensatt gruppe, både faglig, størrelsesmessig og mht. forretningsmodell. Aktører innenfor gruppen jobber med både infrastruktur og tjenester, og gruppen spenner derfor over mange fagfelt innen IKT og anvendelse av IKT. Forskningsfokus er både anvendelses-

delses- og brukerorientert og rettet mot å utvikle underliggende teknologi som kan danne basis for tjenester. Norske tjenesteutviklere ligger generelt langt fremme i utviklingen og utnyttelsen av de teknologiske mulighetene.

Programvareutvikling og konsulentvirksomhet utgjør en stor og sammensatt gruppe. Alle universitetene har miljøer innenfor fagfeltene programmering og systemutvikling, og denne kompetansen brukes naturlig nok i de fleste programutviklingsprosjekter. Det er også sterke faggrupper innen billedbehandling, simulering, beregningsmetoder, systemering, informasjonssikkerhet m.m. Fagområdets kompetanse trengs både for egenutvikling av programvare og for at samfunnet skal kunne nyttiggjøre seg innkjøpte IT-systemer.

Konkurransedyktighet i forskningen

Norske forskningsmiljøer vil pga. sin begrensede størrelse ofte ha vanskelig for å nå frem i verdenseliten. Konkurransen skjer på områder hvor alle verdens utviklede samfunn forsøker å hevde seg. Flere forskningsgrupper ved norske universiteter er vurdert som fremragende ("excellent") i den internasjonale evalueringen av norske IKT-forskningsmiljøer⁴⁰. Vi kan nevne grupper innenfor kodeteori og kryptografi, databaser, kunnskapsbaserte systemer samt kontroll- og styringssystemer (kybernetikk). Andre som er vurdert som svært gode ("very good"), er bl.a. grupper innenfor signalbehandling, kommunikasjonssystemer, programvareutvikling, informasjonssystemer, SW-engineering, akustikk, komponenter og kretsteknologi, bioinformatikk og modellering. Også i instituttsektoren finnes det gode miljøer som er orientert mot fagområder og problemstillinger som vil være viktige for IKT-forskningen. Dette gjelder spesielt SINTEF IKT og Simula Research Laboratory, men også Norsk Regnesentral og NORUT IT.

SFF-ordningen, som omfatter to IKT-relevante grupper, er et virkemiddel for å gi fremragende forskere og forskergrupper vilkår som gjør det mulig å hevde seg på internasjonalt toppnivå.

IST-programmet i EUs 6RP er en arena som gir en pekepinn om hvor konkurransedyktig norsk forskning er. Temaet "communication and SW technology" har hatt flest tilslag (30 %) i utlysning 1 og 2, med 19 prosjekter med 25 norske deltagere. "Research addressing societal challenges" har flest norske søknader (75), men en lavere tilslagsandel (15 %).

³⁹ Eks.: CeBIT 2005 og Nortel "New technology leadership, 2005"

⁴⁰ "Research in Information and Communication Technology in Norwegian Universities and Colleges", 2002

Godt utgangspunkt

Norge har gode forutsetninger for å fungere som en fremtidsrettet utviklingsarena for det trådløse tjenestemarkedet, takket være dagens avanserte bruk og store utbredelse av trådløse teknologier. Det ligger en stor mulighet i å omsette den avanserte etter-spørselen i hjemmemarkedet til lønnsom eksport av løsninger i form av utstyr, programvare, tjenester og videre internasjonalisering av norske bedrifter. For det første kan en sterk "trådløsbransje" spille en sentral rolle for utviklingen i andre næringer som trenger avanserte IKT-løsninger. For det andre kan avanserte løsninger innen trådløs kommunikasjon gi store muligheter og bedre livskvalitet for grupper med særskilte behov. For det tredje vil flere offentlige tjenester kunne basere seg på nye brukertilpassede kanaler.

Norge har betydelig forskningsmessig og næringsmessig kompetanse på internasjonalt nivå på områder som er relevante for den fremtidige trådløsbransjen. Men samspillet mellom universiteter og høyskoler, enheter for anvendt forskning, avanserte brukermiljøer og kommersielle aktører kan styrkes. God grunnforskning og anvendt forskning, ikke bare på teknologi, men også på anvendelser og sosiale, forretningsmessige og kulturelle forhold omkring bruken av teknologien, styrker forståelsen av hva som kan lykkes, hva som er kommersialiserbart, og hvordan vellykket kommersialisering kan finne sted.

Sårbar posisjon

Scenariene underbygger den generelle antagelsen om at den norske avhengigheten av EU og globale nettverk vil øke. Det overordnede spørsmålet blir hvordan Forskningsrådet kan utnytte sitt europeiske engasjement til å bevare og helst styrke den langsiktige norske kompetanseutviklingen. Deltagelse i europeisk samarbeid kan også brukes til å identifisere nye kompetansebehov i lys av utviklingen i markedet og på bakgrunn av trender i Europa og globalt.

En svakhet ved den norske IKT-forskningen er at den har et oppsplittet preg, kjennetegnet av mange mindre miljøer. Norske fagmiljøer er små og sårbare og kan lett miste posisjoner og kontinuitet hvis forskningsmidler uteblir, eller nøkkelpersoner går ut av miljøet. Det er liten grad av koordinering og bevisst arbeidsdeling, selv om det har vokst frem en viss arbeidsdeling som en følge av konkurransen innenfor oppdragsforskning. Bransjen er FoU-intensiv, men lokomotivene i næringen, som burde lede an i kunnskapsutviklingen, trekker ikke så godt som de burde. Kravene til lønnsomhet og omstrukturering de siste årene, særlig etter at IT-

boblen sprakk i 2001, har medført at FoU-innsatsen i større grad er blitt dreid mot produktutvikling med en kort tidshorisont.

Effekten har vært at den langsiktige kompetanseoppbyggingen er blitt skadelidende. Det er mulig at denne trenden kan være i ferd med å snu. Norske FoU-miljøer har overveiende ikke hatt stor nok kapasitet til et bredt og langvarig internasjonalt engasjement. Det blir lett skippertak når man får anledning til å bli med i internasjonalt arbeid. Det er betegnende at selv om mange norske miljøer deltar som partnere i EU-prosjekter, er det få norske koordinatorene i prosjektene.

Kritisk masse er viktig for et fagmiljøes mulighet til å levere kompetanse til brukergruppene. Norge er et lite land, og det vil aldri være praktisk gjennomførbart å ha egen spisskompetanse på alle de områder hvor det trengs IKT i Norge. Internasjonale nettverk må derfor benyttes, slik at vi får tilgang til den teknologi og kompetanse næringslivet og andre aktører i samfunnslivet trenger. IKT-næringen har likevel behov for spisskompetanse innenfor flere fagområder, også fordi slik kompetanse er en forutsetning for å få tilgang til bredere kunnskapsfelt, enten man vil kjøpe teknologiløsninger eller delta i FoU-samarbeid.

Konkurransedyktige FoU-miljøer er også avhengige av krevende og betalingsvillige kunder og brukere. IKT-baserte løsninger må dekke behov som brukerne er villige til å finansiere. Betalingsvillighet kan bli en begrensende faktor dersom ikke næringslivet vil satse på langsiktig FoU-virksomhet, og det offentlige heller ikke vil finansiere den langsiktige kunnskapsoppbyggingen gjennom for eksempel langsiktig oppdragsforskning eller strategiske prosjekter.

- *Kompetansespørsmålet kan ikke ses i et rent nasjonalt perspektiv. Det er umulig å mestre hele det kompliserte fremtidige IKT-feltet. Det er heller ikke nødvendig, ettersom vi allerede deltar i et europeisk forskningssamarbeid med ambisjoner om å dekke det meste. Fremtidens kompetanseutvikling i Europa vil bli sterkt påvirket av forskningsagendaen som fastsettes i Brussel.*

Muligheter

IKT er både et eget forretnings- og teknologi-område og et viktig grunnlag for innovasjon i andre næringer. IKT utløser aktivitet på mange felt og involverer mange interessenter. Dermed oppstår det stor dynamikk, som igjen øker den samfunnsmessige betydningen av IKT.

Teknologien er i ferd med å bli en så naturlig del av hverdagen at den tas for gitt. I 2015 blir det

en hovedutfordring for myndighetene, næringslivet og forsknings- og innovasjonssystemet å tolke skiftende behov og helst ligge et hestehode foran i forståelsen av hvordan teknologien kan skape nye anvendelser, og hva slags samfunnsoppgaver IKT skal bidra til å løse. Forskningen bør bygge nye former for kompetanse som er i tråd med nettverks-samfunnets (kunnskapssamfunnets) krav. Det kan gi en vridning i ressursbruken, der forskning på hvordan vi skal bruke IKT blir oppgradert. Det store strategiske spørsmålet blir om dette kan skje på bekostning av deler av den teknologiske forskningen. I denne avveiningen må nasjonale behov for å ha kontroll over vår egen IKT infrastruktur, veie tungt.

- *I fremtiden er det trolig innholdet og bruksmulighetene, snarere enn teknologien per se, som folk flest kommer til å være opptatt av, noe som vil få konsekvenser for satsingen på IKT-forskning.*

Trusselfaktorer

Den norske IKT-grunnforskningen i academia vil kunne settes under press. En sterk, langsiktig IKT-forskning i 2015 forutsetter både tilpasningsdyktighet i forskningssystemet og en målretting av forskningsinnsatsen. Den strategiske utfordringen blir å sikre at norske miljøer er i inngrep med utviklingen til tross for de økonomiske og kapasitetsmessige begrensninger som finnes. Fremfor alt blir det viktig å sørge for at norsk IKT-forskning deltar i en reell europeisk arbeidsdeling innenfor forskningen.

Mange IKT-miljøer står i fare for å bli underkrittiske i størrelse. Porteføljebygging, nettverk og samarbeid krever handlingsrom og kritisk masse av aktører og ressurser. Dersom ikke tilstrekkelig aktivitet kan opprettholdes, blir det vanskelig å henge med eller gjenetablere miljøer. Offentlig virksomhet fungerer ikke som drivkraft i dag. Det er nødvendig med allsidig IKT-kompetanse på mange områder for at landet skal ha tilstrekkelig beredskap for fremtidige behov. Flere av de store IKT-selskapene er utenlandsk eid og er derfor sårbare for strategiske endringer som ikke nødvendigvis ivaretar norske interesser.

- *Scenariene viser et sammensatt bilde, der IKT blir stadig viktigere parallelt med at IKT som fag kan bli mindre synlig i samfunnet. Det kan tenkes at IKT-forskningen kan komme til å bli usynlig (eKONSUM), kontroversiell (UTAKT) eller videreutvikle seg som en vekstkraft for samfunnet (NEW ERA).*

Utfordringer for fremtidig IKT-forskning i Norge

Norge vil stå for en liten del av den omfattende forskning og teknologiutvikling som skjer innenfor IKT-området. Dette gjør det desto viktigere for Norge å delta aktivt på den globale IKT-arena.

Dette krever at Norge har:

- tilstrekkelig bredde i IKT-forskningen til å kunne ha en solid kompetansebasis og en beredskap til å følge med på utviklingen i sentrale fag- og teknologiområder (kvalitativ avgrensning av forskningstema)
- noen forsknings-, teknologi-, og brukermiljøer som ligger i fronten internasjonalt (strategisk avgrensning av forskningstema)

IKT-forskningen vil være med på å sikre det andre kulepunktet innenfor et strategisk valgt tematisk fokusert område (for eksempel mobil databehandling). Det første kulepunktet forutsetter bl.a. samarbeid og samspill mellom IKT-næringen, IKT-forskningen og avanserte brukermiljøer, og en velutviklet evne til å forstå endringer i markedet og det europeiske og globale forskningssamarbeidet.

Informasjonsforvaltning, brukergrensesnitt og programvareteknologi

Siden IKT-systemer tas i bruk på de fleste områder i næringslivet og samfunnslivet, blir kvalitet på programvare og gode grensesnitt som er tilpasset brukeren og bruksomgivelsene, avgjørende faktorer. Av samme grunn er metoder og teknikker for å utvikle systemer for forvaltning av store informasjonsmengder viktige. Slike problemstillinger vil måtte stå sentralt innen mobil databehandling basert på trådløs kommunikasjon, som er et temaområde hvor det allerede finnes en rekke sterke fagmiljøer i Norge, og hvor vi har en stor programvareindustri med behov for slik kunnskap.

Programvareteknologi

- plattformer og standarder for programvare på trådløse enheter
- tillitsteknologier
- håndtering av ikke-funksjonelle krav til mobile applikasjoner
- programvareteknologi og arkitekturer for distribuerte mobile systemer, inklusive komponent-baserte systemer og modelldrevet utvikling
- programvaremetodikk for avanserte radio-systemer
- tjenesteorientert arkitektur (SOA)

- multidisiplinær systemutvikling
- selv-forvaltede systemer (jf. "autonomic systems")

Informasjonsforvaltning

- semantisk modellering av heterogen og distribuert informasjon i upålitelige nett
- mobile informasjonssystemer inklusive informasjonssystemer for distribuert samarbeid

Brukergrensesnitt

- brukergrensesnitt som tilpasser seg brukerens krav, preferanser, situasjon og omgivelser inklusive karakteristika og interaksjonsmuligheter for små enheter
- multimodale systemer (multispråklig, multikanal og multiformål) for norsk tale, mønstergjenkjenning, gestikulering mv.
- brukergrensesnitt til systemer med upålitelig kommunikasjon

Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur

Konvergens mellom faste og mobile nett og økende vekt på mobil kommunikasjon skaper forskningsutfordringer som sterke norske fag- og forskningsmiljøer har gode forutsetninger for å engasjere seg i. Bygging av store og massivt distribuerte nettverk og systemer er en sentral utfordring fremover, og vil bl.a. kunne bidra til løsninger knyttet til tjenestekvalitet og betaling for innhold på nettet, utfordringer som det er viktig å håndtere med tanke på den videre utvikling og fremvekst av mobile tjenester.

Kommunikasjonsteknologi

- sømløse tjenester i heterogene omgivelser (nettverk og endesystemer) og med krav til tjenestekvalitet
- optimal utnyttelse av eksisterende frekvensområder
- avanserte antennesystemer
- signalbehandling for nye typer kanaler

Infrastruktur og nettverk

- applikasjoner og sømløse tjenester i heterogene og skalerbare omgivelser (nettverk og endesystemer) og med krav til tjenestekvalitet
- mellomvare- og agentteknologi for mobile systemer
- mellomvare for "flokkteknologier" – selv-konfigurerende nett av noder som samarbeider
- sikkerhet og pålitelighet i trådløse infrastrukturer (for e-handel, e-forvaltning mv.)
- dynamiske, massivt distribuerte ad hoc-nettverk
- trådløse nettverk for strøk med spredt bebyggelse

- optimalisering av ressursbruk i distribuerte systemer
- mikrobetalingsystemer

Mikroteknologi, mikrosystemer og nanoteknologi

Mikrosystemer og ytterligere miniatyrisering ved hjelp av nanoteknologi skaper store forskningsutfordringer innenfor et bredt IKT-faglig spekter, og ventes å være et viktig område for nyskaping, innovasjon og verdiskaping fremover.

- design, test og produksjonsprosesser for økt ytelse, ytterligere miniatyrisering og ny funksjonalitet
- aktive enheter med sensorer til grensesnittsystemer
- miniatyriserte instrumenteringssystemer
- trådløse mikrosensorer
- strømforsyning for mikrosensorer
- mikroteknologi med trådløs kommunikasjon for ekstreme forhold
- robust kommunikasjon for mikrosensorer
- store systemer basert på trådløs mikroteknologi

Samfunnsmessige, økonomiske og kulturelle utfordringer og anvendelser

En rekke nye utfordringer oppstår når distribuerte nettbaserte løsninger skal tas i bruk, og særlig når et stort antall brukere og organisasjoner skal delta i en transformasjon til en helt ny måte å organisere og utføre oppgaver på. Også de rettslige rammevilkårene må oppdateres, når de forretningsmessige omgivelsene endres. Et område der dette behovet er særlig synlig, er media og innholdsindustrien, som preges av betydelig endring. Norske fagmiljøer har gode muligheter til å hevde seg innenfor både teoretisk og empirisk forskning, bl.a. fordi vi i Norge har høy utbredelse og bruk av IKT i så godt som alle samfunnssektorer.

- Trådløse, nettbaserte anvendelser og distribuerte applikasjoner for ulike former for nettbasert samarbeid, læring, undervisning, forskning, kunnskapsdeling mv.
 - Nye anvendelsesområder som allestedsnærværende, innvevde og bærbar data-systemer, intelligente materialer.
 - Anvendelser for spesielle arbeidssituasjoner og yrker (olje- og gassindustri, sjøfart, fiske, etc.).
 - Fremvekst av nye anvendelsesformer.
- Innhold, konvergens, nye medier og språkteknologi.
- Rettslige rammevilkår og forretningsmodeller for (trådløs) nettbasert tjenesteyting og forretningsvirksomhet.
- Nye anvendelser av flokkteknologi.

Satsingsområder som peker seg ut – mulige tematiske satsinger

De fleste av de nevnte områder anvender IKT og kjennetegnes av følgende:

- høyt kunnskapsinnhold
- høy nyskapingstakt med mange nyetableringer
- stor betydning for all annen næringsvirksomhet
- stor betydning for annen forskning
- stor betydning for bygging av effektive offentlige tjenester
- stor eksportverdi
- stor omstillingsevne
- stor omsetning og høy sysselsetting
- stor internasjonal kontaktflate
- stor tverrfaglighet med integrasjon mellom ulike IKT-fag og med andre fag

IKT omfatter mange fagområder som bygger på og er avhengige av hverandre, og som er et nødvendig fundament for andre fagområder. Viktige forskningstemaer finnes på alle systemnivåer og er knyttet til anvendelser og bruk av IKT og IKT-baserte tjenester. Trådløse heterogene nett (med ulik struktur og karakter), sårbarhet og sikkerhet, interaksjon mellom mennesker gjennom elektronisk kommunikasjon, brukergrensesnitt og informasjonsforvaltning retter seg mye mot menneskers interaksjon med teknologien. Temaer som beregninger, målinger, prosessstyring, visualisering, programmering, signalbehandling osv. er grunnleggende både for utviklingen av IKT i seg selv, og for mange anvendelser av IKT i andre fag- og virksomhetsområder hvor forskningen stadig driver utviklingen videre.

Områder hvor det er IKT-forskningsutfordringer som trenger løsninger, og hvor det vil være til stor samfunnsnytte, er for eksempel medisin og helse, IKT for og i annet næringsliv, visualisering og simulering, tjenesteorientert arkitektur i systemer, nettverksteknologi og nettverksbaserte tjenester, forretningsdrift og offentlig administrasjon. Både utvikling av kunnskap og teknologi og anvendelse av IKT innen disse områdene byr på store fremtidige utfordringer⁴¹.

⁴¹ I EUs IST-satsing innenfor 6RP er sikkerhet og tillit, samfunnsfunksjoner som helse, læring, transport og kultur og avansert problemløsning for vitenskap, forvaltning og næringsliv identifisert som behovsområder hvor IKT-forskning vil være utløsende for å oppnå resultater.

Noen konklusjoner og strategiske muligheter

It is not easy keeping a country on the cutting edge of technology. There must be excellent education programmes in place. University research facilities must be state-of-the-art. Technology companies must be highly motivated. And, there must be programmes that provide funding, cooperation, networking and joint learning for the participants

(KARI TILLI, TEKES).

En hovedtendens i IKT-utviklingen er at innovasjoner mer og mer oppstår i grensesonene mellom ulike teknologi- og fagområder. Innovasjon har mange fortegn, begrunnelser og virkninger. Teknologeutviklingen er vanligvis en del av et større mønster. Evne til å utnytte IKT er avgjørende for norsk velferd og verdiskaping. IKT bidrar til næringsutvikling innenfor den globalt ekspanderende IKT-næringen. IKT omformer offentlig sektor og endrer vilkårene for utviklingen av velferdsstaten. IKT skaper nye utfoldelsesmuligheter både for den enkelte og for samfunnet som helhet.

IKT-utviklingen kjennetegnes av et tett samspill mellom grunnleggende og anvendt forskning, og produktutviklingen i store deler av IKT-næringen er preget av tverrfaglige utfordringer. For norsk næringsliv er det viktig at Norge har gode forskningsmiljøer som kan sikre utdanning av ypperste merke og kunnskapstilgang på sentrale IKT-områder. Som kunnskapssamfunn er Norge sterkt avhengig av en tjeneste- og kommunikasjonsbasert verdiskaping. Det er viktig at landet behersker mest mulig av bredden i IKT-faget, noe den nasjonale IKT-forskningen har et vesentlig ansvar for å sikre. Innenfor et enkelt IKT-program, selv om dette er stort, vil det under enhver omstendighet være riktig med en mer fokusert satsing. Innsatsen bør konsentreres om et overordnet tema som antas å stå sentralt i IKT-utviklingen de nærmeste årene, og hvor forutsetningene for norsk suksess er til stede.

Forskningsrådet arbeider for bedre kvalitet i forskningen, mer forskning for innovasjon, styrket dialog mellom forskning og samfunn, styrket internasjonalsisering av norsk forskning og en bedre ivaretagelse av talentene⁴². Et nytt stort IKT-forskningsprogram må organiseres slik at det kan bidra til å virkeliggjøre disse målene. Programmet må styrke Forskningsrådets evne til å fylle sine roller

som rådgiver, finansieringspartner og møteplass-bygger. Ledelsen i Forskningsrådet legger vekt på følgende prinsipper og momenter ved utformingen av et nytt stort program:

- Utfordringene som adresseres, skal være strategisk viktige for Norge.
- Programmet skal være rettet mot å løse konkrete utfordringer.
- Det skal skapes samspill i verdikjeden, grunnforskning – anvendt forskning – innovasjon.
- Det må finnes tilstrekkelig med økonomiske ressurser og forskningskompetanse.
- Programmet skal utløse effekter som det ellers vil være vanskelig å få til.
- Programmets aktiviteter skal ha stor synlighet.

De viktige infrastrukturene i samfunnet er i økende grad IKT-baserte, og IKT-utviklingen bidrar dermed til at disse infrastrukturene er i kontinuerlig forandring. Vi er på vei mot et kommunikasjonsamfunn, der alle kan være i kontakt med hverandre til enhver tid, både mennesker og apparater. Nye former for trådløs kommunikasjon gir mulighet til å delta i nettverkssamfunnet nesten uansett hvor man måtte befinne seg, og produksjonsprosesser kan følges og fjernstyres uavhengig av hvor operatørene sitter. Datateknikken er i ferd med å bli en integrert del av våre omgivelser. Denne trenden hvor data-teknologien er "allestedsnærværende"⁴³, gir muligheter for å løse oppgaver på nye måter, noe som igjen gir opphav til nye anvendelser av teknologien.

Ved å fokusere på utfordringer og innovasjonsmuligheter knyttet til utvikling og avansert bruk av nettverksteknologi, vil satsingen få en fremtidsrettet profil og en potensielt meget betydningsfull rolle i norsk innovasjon og næringsutvikling. Kunnskap om teknologi, infrastruktur og bruk av f. eks. trådløs teknologi vil være et grunnlag for og element i

⁴² "Forskning flytter grenser". Strategi for Norges forskningsråd (2004-2010)

⁴³ Det engelske uttrykket er "Ubiquitous Computing Systems".

svært mye annen bruk og forskning som inkluderer IKT, herunder industrielle anvendelser og offentlig og privat administrasjon og tjenesteyting. Kunnskapsområdet vil også kreve forskningsaktiviteter over hele spekteret fra grunnleggende forskning og teknologiutvikling til anvendelser i samfunnet. IKT-forskningen er også svært globalisert, og forskningssamarbeid på et nordisk, europeisk og videre internasjonalt plan er avgjørende for å følge med. Viktige forskningstemaer vil finnes på alle systemnivåer og vil i høy grad være knyttet til potensialet for nye anvendelser. Utviklingen reiser mange problemstillinger som anses som viktige, men som også er svært vanskelige å løse.

Forskningen kan adressere sine aktiviteter og behov på flere områder:

1. IKT-næringen: Nasjonale fortrinn som gir oss en sterk IKT-næring
2. IKT som verktøy og muliggjørende funksjon i andre næringer og i forskning
3. IKT for effektivisering i virksomheter, administrasjon, e-handel
4. IKT i nettverkssamfunnet

IKT-infrastrukturen utvikler seg raskt i retning av å baseres på bredbåndskommunikasjon. Mulighetene dette gir, gjør nettverksbasert og mobil databehandling til en stadig viktigere del av vår hverdag. Sårbarhet, personvern og sikkerhet er allerede viktige problemstillinger og vil i et trådløst samfunn bli enda viktigere. Menneskelig interaksjon med IKT-systemer er et sentralt anliggende, med aktuelle temaer som strekker seg fra brukergrensesnitt, til læringsteknologi, informasjonsforvaltning og samhandlingsteknologi. utfordringer som følge av at IKT-systemer kan forandres etter hvert som behovene forandrer seg, må løses bedre enn i dag (programmeringsteknologi, software engineering).

Med utgangspunkt i behov og bruk i samfunnet og tilgjengelig og kompetent forskerkompetanse i forskningsmiljøene vil en satsing på å bygge IKT-kunnskap for innovasjon og elektronisk samhandling i nettverkssamfunnet adressere forskning som både utvikler den teknologien som skal anvendes, og anvendelsen av denne teknologien.



SINTEF

Tre IKT-scenarier

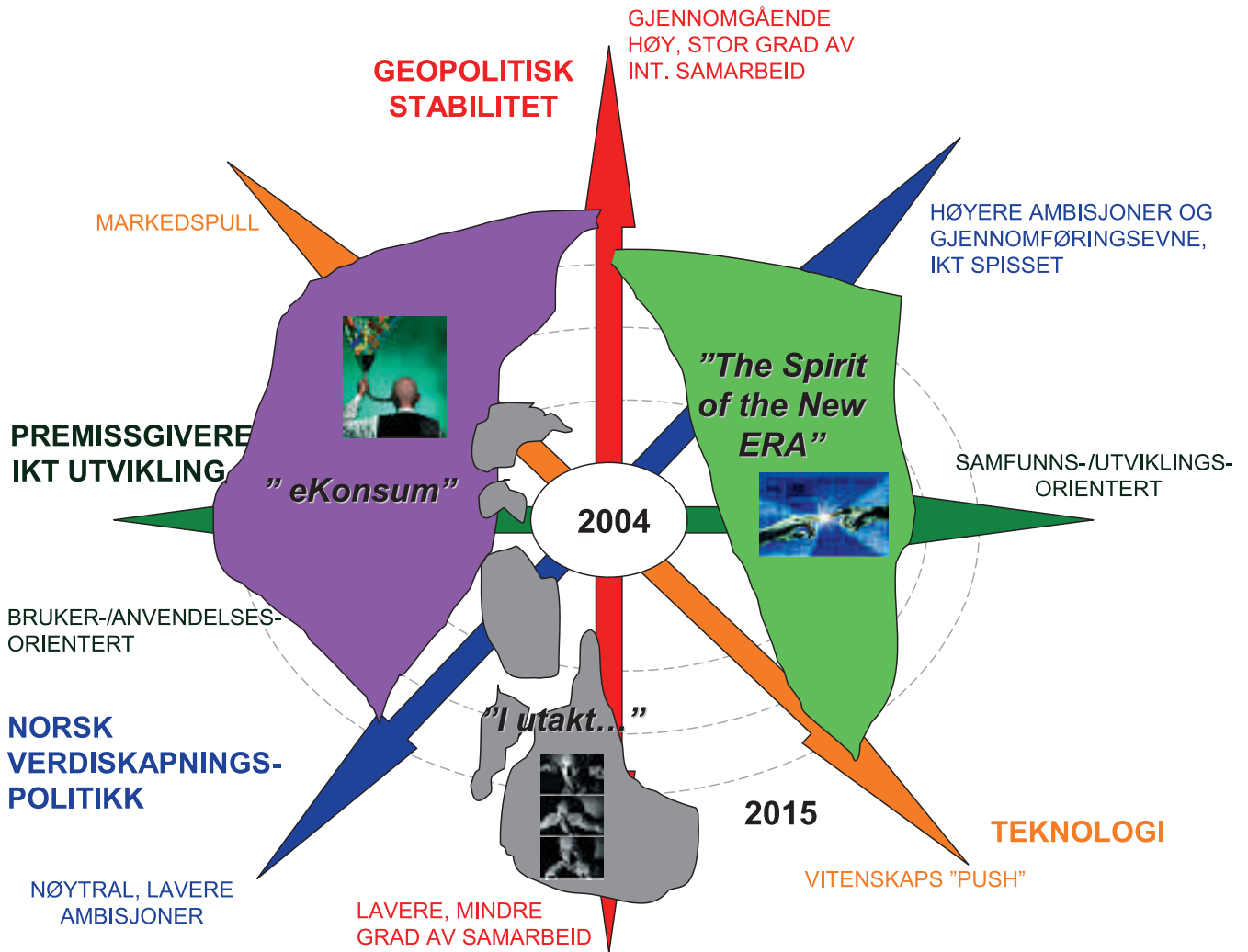


– Tre historier om hvordan virkeligheten for norsk IKT-forskning kan komme til å se ut i 2005





Tre IKT-scenarier



Scenario: "eKonsum"

Postmoderne konsumsamfunn | Melk og honning | Brukeren i sentrum | Næringsnøytral politikk | Gjennomdigitalisering | Prioriteringer gjennom EU | Norden som testmarked | Kollektive fortrengninger | Selvtilfredshet

Norge er i 2015 verdens rikeste land, med en bunnsolid nasjonal- og privatøkonomi. Velstanden kommer ikke minst til uttrykk gjennom landets avanserte eKonsum, som i seg selv er blitt et konkurransefortrinn.

Grunnlaget for det eKonsumerende Norge ble lagt i årene etter 2004 – i et markedsbasert samarbeid der forskning, myndigheter og næringsliv sammen utviklet en infrastruktur som gav bredbånd til alle. Så kunne man begynne å fylle nettene med innhold.

Stadig mer av nordmennenes liv ble infiltrert av teknologi utover på 2000-tallet: Forvaltningen er tilgjengelig på nettet, det gjøres forsøk med elektroniske valg, PC-en tar opp i seg TV-en, og kirken tilbyr et online konsept. Likhetsidealene som lå til grunn for den klassiske velferdsstaten, er nesten borte, og de avanserte IKT-verktøyene befester ideen om at folk må ordne opp i det meste på egen hånd.

Norske brukere er både aktive og apatiske. Behovet for økt konsum virker styrende for så vel myndigheter som IKT-leverandører. Næringsliv og nordmenn flest nøler ikke med å eksperimentere med IKT, og landet er blitt en testlab for informasjonstjenester. "Time to market" er blitt kortere, markedet enda mer mangfoldig. Konkurransen er sterk, og et stort antall produkter og firmaer flopper. Det oppstår digitale skiller mellom de som utelukkende konsumerer og dekker umiddelbare behov, og de som ser på IKT som et middel til selvrealisering og kreativitet eller samfunnsmessig engasjement. Den intensive bruken av teknologi utløser nye problemer. Men de fleste nordmenn orker ikke å ta noen dypere debatt, og foretrekker å feie de etiske og menneskelige dilemmaene under teppet.

Deler av IKT-forskningen er kommet nærmere næringslivets avdelinger for produktutvikling – som igjen styres av bedriftenes markedsavdelinger. Grunnforskningen handler stort sett om å fremme brukervennlighet, og norske forskningsmidler blir tatt hånd om av EU. Vi markedsfører våre kjerneområder innenfor EU-samarbeidet sammen med våre nordiske naboland, og utvikler nordiske "clusters of excellence".

Et gjennomdigitalisert samfunn

- bredbånd til alle, trygge transaksjoner og sikkerhet for barn
- privatisering av offentlige tjenester
- elektronisk forvaltning
- lever av olje, tjenester og kunnskap

I årene etter 2004 skjedde det en omfattende digitalisering av tjenester, tilbud og menneskelig samhandling. Folk flest ble enda mer fortrolige med og avhengige av IKT, og det utviklet seg nye forbruksvaner. Når endringene kunne bli såpass gjennomgripende, skyldtes det at vi i Norge allerede hadde et høyt antall kjøpekraftige og kravstore IKT-brukere både i privat og i offentlig sektor. Brukerne ble etter hvert de viktigste premissgiverne for IKT-

utviklingen. Norge utviklet seg til å bli et av verdens mest interessante testmarkeder. De store kommersielle IKT-aktørene hadde merket seg nordmenns ivrige jakt på siste skrik innenfor teknologi. Vår voksende rikdom og kjøpekraft gav et godt grunnlag for å teste og lansere nye IKT-tilbud.

Et delvis planlagt og delvis improvisert samarbeid mellom IKT-bransjen og myndighetene sikret i perioden 2005-2008 en solid norsk infrastruktur for IKT. Vi fikk en markedsbasert bredbåndsutbygging og utvikling av trygge transaksjoner og spesielle tiltak for barn, samer og utsatte grupper. Markedet utviklet også betalingsløsninger, digitale agenter og saksbehandlingssystemer for offentlig sektor. Offentlig sektor ble en viktig bestiller og kravstiller. Moderniseringsministeren gjorde et forsøk på å lansere en felles, samlende offentlig portal i 2006, men myndighetene greide ikke å tilfredsstille brukernes

høye krav. Forsøkene på å innføre en felles offentlig innkjøpspolitikk for avansert IKT slo feil fordi kommunene gikk sine egne veier. Slike tilbakeslag åpnet for nye offentlig-private partnerskap og privatisering av flere offentlige tjenester i tiden etter at den nye infrastrukturen var kommet på plass.

IKT-baserte tjenester gjorde sitt inntog på stadig nye områder i samfunnslivet. I 2008 bestemte kirken seg for å skape en online førstelinjetjeneste for sjelesorg, "Livets linje", som også kunne benyttes ved hjelp av mobiltelefon. Et nettverk av småbarnsforeldre i Bærum utviklet et web-basert koordineringsverktøy for henting og bringing av barnehagebarn, "Ro deg ned". Landbruket ble kraftig effektivisert gjennom sinnrike overvåkingssystemer. Fordelen med mye av programvaren som skapte fenomenet "presisjonslandbruk", var at den også kunne brukes i forurensningskontrollen og klimaovervåkingen. Det ble også utviklet eDemokrati-løsninger, riktignok først og fremst for eksport, ettersom nordmenn flest var lite motivert til å delta i et direkte demokrati som raskt viste seg å være tidkrevende og forpliktende. En rekke anvendelser innenfor "information management" så dagens lys etter hvert som flere og flere trengte hjelp til å unngå informasjonsoverbelastning.

De norske eKonsumentene i privat og offentlig sektor visste hva de ville ha, og den offentlige reguleringen av IKT ble gradvis redusert. Utflyttingen til Lillesand var begynnelsen på slutten for Post- og teletilsynet, som ble nedlagt i 2009. Datatilsynet ble oppfattet som en foreldet institusjon og visnet hen. Reguleringen av tjenestetilbudet i det norske markedet ble flyttet til det stadig mektigere Forbrukerrådet, mens den teknologiske reguleringen og kontrollen ble overtatt av EUs teknologitilsyn.

I 2015 er offentlig forvaltning gjennomdigitalisert, noe som har frigjort tid og krefter til pleie av et voksende antall aldrende pensjonister og håndtering av andre sentrale velferdsutfordringer. Men digitaliseringsracet har kostet: Småkommuner som ikke har maktet å høste effektiviseringsgevinster, er blitt slått sammen.

Norge er i 2015 blitt et eKonsumsamfunn som i enda sterkere grad enn i 2004 lever av oljepenger, tjenester og kunnskapsprodukter. Velferdsbegrepet er også i endring. Den norske velferdsstaten tilbyr et lavere ytelsesnivå enn i 2004. Nordmenn har sagt farvel til likhetsidealene og er i 2015 et samfunn med større sosiale forskjeller. Nordmenn innså etter hvert at staten – den store, rike og mektige staten som skulle ordne alt – ikke kunne dekke alle behov. Ansvar for våre liv ligger derfor i 2015 i større utstrekning hos den enkelte, og mye av velferds-

produksjonen er blitt privatisert og forenklet ved hjelp av IKT.

Næring på nett

- næringsnøytral politikk
- "Norge flyter over av honning"
- IKT i alle ledd av verdikjeden
- kort "time to market"

Landet førte i perioden en nøytral næringspolitikk. Den politiske hovedlinjen var å stimulere IKT-etterspørselen og nye innovative tjenester, blant annet gjennom generelle skatteinsentiver for næringsrettet FoU. Den næringspolitiske utviklingen i Norge fulgte andre spor enn ellers i Europa. Det skyldtes ikke minst vår oljerikdom, og at få nordmenn så behov for et virkelig kursskifte. Ting gikk jo greit her i landet! Nasjonen tjente fortsatt stort på eksport av råvarer, samtidig som det var lett å importere rimelige ferdigvarer. Som en av landets ledende industrimenn uttrykte det i et intervju med Dagens Næringsliv i 2004: "... Vi har det heldigst mulig bytteforholdet. I Norge kan det vare lenge. Det kan vare i 10 til 15 år før uthulingen av verdiskapingen blir et problem ..." Og hva var spesielt med IKT, var ikke det kun noe som skulle hjelpe oss med å få bedre livskvalitet? IKT var for de fleste nordmenn et middel, ikke et mål i seg selv. Men noen, spesielt innen IKT-sektoren og IKT-lobbyen, mente denne holdningen førte til tapte muligheter for landet, fordi vi skapte mindre selv og baserte oss på enkle løsninger og import. Men folk flest brydde seg lite ...

Norsk næringsliv bruker i 2015 IKT i alle ledd av verdikjeden. IKT er næringslivets viktigste infrastruktur, både i kontakten med kundene og i samarbeidet med leverandører og den nye gruppen med høykompetente kunnskapsentreprenører som tilrettelegger nettverk og skaper oversikt i informasjonsjungelen. Kvinners inntog i styrerommene har også ført til at et utall bedrifter har tatt i bruk ny teknologi for å bedre kommunikasjonen og relasjonsbyggingen.

"Relationship management software" (såkalt "soft software") er derfor noe de fleste selskaper er fortrolige med. Et høydigitalisert norsk næringsliv har verdikjeder på tvers av landegrensene, gjerne med FoU én plass, design en annen plass og produksjon en tredje plass. De som klarer å investere i nye løsninger, har ofte suksess, men den økende intensiteten i konkurransen i de fleste bransjer har gjort at bedrifter, produkter og tjenester har stadig kortere levetid.

Brukerne i førerretet

- **"alle" behersker IKT**
- **høye krav og behovsfokusert utvikling**
- **spill, porno og underholdning**
- **IKT som "business enabler"**

Gjennomsnittsnordmannen lever i 2015 i en verden som kan karakteriseres som virtuell og tilrettelagt. Nordmenn er langt fremme på bruk av ny teknologi. For enkelte mennesker fortrenger den virtuelle virkelighet den fysiske virkelighet. "Alle" behersker grunnleggende bruk av IKT. Som brukere er nordmenn og europeere flest krevende og blaserte. Forbrukernes behov for konsum og selvrealisering, næringslivets og offentlig sektors behov for effektiviseringer, er både forutsigbare og uforutsigbare, og styrer langt på vei utviklingen av IKT-tjenester. Avstanden mellom behov og behovstilfredsstillelse er kortere enn noensinne, blant annet takket være effektive systemer for tilbakemelding. I 2015 er nordmenn mer og mer opptatt av hva teknologien kan gjøre for dem i den praktiske hverdag, ikke minst for å løse problem nr. 1: tidsklemma ... Vi er blitt flinkere til å velge bort, og lar teknologien hjelpe oss med å holde hodet over vannet i informasjonsstrømmen.

At brukerne er krevende, må forstås på flere måter. Brukeren er først og fremst et aktivt korrektiv til IKT-utviklingen. Noen er utålmodige, og forlanger umiddelbar service. Andre er ensporede materialister, som med moderne IKT har fått enda flere muligheter til konsum. En tredje kategori er mennesker som er svært kyndige i anvendelsen av IKT og som bruker IKT-verktøy til å få utløp for sin kreativitet og øve innflytelse i samfunnslivet. For eksempel har "blogging", i form av egenproduserte kommentarer og reportasjer, bredt om seg i takt med forfallet i de tradisjonelle nyhetsmediene. Sist men ikke minst har man den store massen som henger med så godt den kan, og som gradvis og forsiktig tar i bruk anvendelser den finner nyttige.

Spill og underholdning utgjorde en stor del av folks fritid i årene etter 2004. KrF prøvde i det lengste å bekjempe den nye digitale bølgen med gambling på nettet, men måtte gi opp. Pornoen fant nye kanaler og uttrykksformer, til tross for en tverrpolitisk proteststorm. Mange ble raskt avhengige av "Oriental sleaze", skapt i dynamiske kinesiske storbyer som Shanghai. I 2009 ble det lansert et underholdningskonsept som fikk navnet "Extended Reality", som gjør det mulig å gi seg i kast med seksuelle eksperimenter i både åpne og lukkede virtuelle rom.

Disse innovasjonene splittet kulturlivet. Den intellektuelle eliten er i 2015 delt i to leirer – én som mener IKT skaper kulturelt engasjement og en utvidet form for sanselighet, og én som mener at IKT fører til en generell avstumpning og trivialisering av kulturen (og seksuallivet). Morgenbladet, som er hovedorgan for den siste leiren, har opplevd en stor opplagsvekst. Morgenbladet bidro gjennom en banebrytende artikkelserie i 2006 til å løfte frem "teknofrie soner". Den jevne forbruker brydde seg ikke om denne debatten – og var kanskje ikke engang oppmerksom på den. Men slike soner var fra 2009 ansett som et allment velferdsgode på linje med røykfrie soner.

Næringslivet var en katalysator for IKT-utviklingen i perioden etter 2004, og her fant man antagelig de meste krevende brukerne av alle. Bransjer som olje og gass, energi, havbruk, prosessindustri og opplevelsesturisme utløste etterspørsel etter nye brukerorienterte applikasjoner. Den begynnende utvinningen av de russiske feltene i Barentshavet i 2010-2011 gav støtet til en storstilt kommersialisering av norske trådløse kommunikasjonsløsninger. Det skjedde en rivende tjenesteutvikling knyttet til digitaliseringen av bedrifters arbeidsprosesser som gav flere norske og internasjonale bedrifter konkurransefordeler. IKT ble brukt som "business enabler" og integrert i bedriftenes verdikjeder. Utviklingen ble derfor i stor grad drevet frem av bransjenes behov, og ikke av IKT-forskningen som sådan.

Sammensatt IKT-utvikling

- **samfunnsforskere på banen**
- **grunnforskningsfokus på sømløs IKT-bruk**
- **IKT-forskningen blir en støttedisiplin for næringslivet**
- **offshoring og oppdragsfokus**

Utviklingen skapte færre muligheter for det vi kan kalle "tradisjonell" forskning. Brennpunktet i forskningen ble i tiden mot 2010 flyttet fra hardware og software til userware og aksjonsforskning. Samfunnsforskerne og humanistene kom på banen med kritiske spørsmål. I kampen om ressursene og oppmerksomheten var de "rene" tekniske disiplinene på vikende front. Forskningen på universitetene og i instituttene tok i mindre omfang enn før utgangspunkt i utviklingsbehov i de enkelte næringer, og derfor kunne man også se et klarere skille mellom teknologisk forskning og brukerorientert forskning. Generell grunnforskning innenfor IKT ble av

mange oppfattet som irrelevant og vanskelig å begrunne. Samfunnet var allerede digitalisert, og infostrukturen på plass. IKT ble regnet som en moden teknologi, og ettersom mange av produktene og tjenestene var basert på billig standardteknologi med innebygd systemfleksibilitet, var det heller ingen grunn til å presse på for å skape ny grense-sprengende teknologi.

Men grunnforskningen var ikke borte. Kreftene ble satt inn på sømløs bruk av IKT ved hjelp av behovsanalyse, interaksjonsdesign og applikasjonsdesign, mens det for næringslivet fantes tilskuddsordninger for utvikling av produkter og tjenester med høy brukskvalitet. Nye tverrfaglige miljøer, institutter og forskningsparker som klarte å utnytte disse trendene, dukket opp. Likevel, tålmodigheten som skulle til for å investere i grunnleggende teknologiutvikling var nesten fraværende; i stedet plukket man fra "øverste hylle" i det internasjonale vareutvalget.

Brukerbehovene må respekteres! Slik lød det fra regjeringskontorene og den pågående lobbyorganisasjonen eBruk.no. Forskernes energi ble derfor mer og mer rettet inn mot å støtte IKT-leverandørene i deres bestrebelser på å utvikle nye anvendelser i samarbeid med næringslivet og forbrukergrupper. Det var blant annet etterspørsel etter forskning som kunne bidra til å effektivisere arbeidslivet og redusere behovet for norsk arbeidskraft. "Offshoring" av utviklingsoppgaver grep om seg, og ble fra 2009 også praktisert av norske universiteter og deres mange kommersielle datterselskaper. Universitets- og instituttsektoren ble mer oppdragsorientert, og de som klarte å markedstilpasse seg, opplevde vekst. Universitetene, høyskolene og instituttene tiltrakk seg mange studenter og forskere, men det var en stadig kamp å fylle de teknologiske studieplassene på høyere nivå.

Norske myndigheter fant rom for å støtte forskning innenfor spesielle nisjer og problemområder. Ett eksempel var application engineering, som fikk et oppsving fordi det var åpenbart at nye anvendelser var avhengige av at norske miljøer hadde spisskompetanse på kvalitetssikring av ny programvare. Innvevd IT, "ting som tenker", komplekse informasjonssystemer med brukerdefinert søketeknologi, trådløse applikasjoner og løsninger med RFID (Radio Frequency Identification) var andre eksempler på områder som fikk mye oppmerksomhet.

Næringslivet etterspurte løsninger som var modulære og som på en smidig måte kunne geleide forbrukeren inn i enda større konsum. Kodeordet for næringslivet ble "det digitale hjem", hvor du burde være omgitt av muligheter for å handle og

forbruke døgnet rundt. Forskerne fikk beskjed om å forholde seg til visjonen om "det digitale hjem" – og mer enn før, ble det sagt, var det nødvendig å komme opp med raske resultater.

Bildet var mer sammensatt i de fleste andre land i Europa. Også på kontinentet var det stor interesse for IKT, men det fantes andre og mer påtrengende spørsmål. EU gikk inn i en mer enn alminnelig krevende periode etter østutvidelsen. Den nye grunnloven ble aldri ratifisert, og man hadde hendene fulle med å integrere de nye medlemslandene. Unionen jobbet allikevel hardt for å nå FoU-målene i Lisboastrategien, som skulle gjøre Europa til verdens ledende kunnskapsregion. Satsingen på grunnforskningen i EUs 7. ramme-program innvarslet en epoke med respekt for den nysgjerrighetsdrevne jakten på kunnskap. Det ble gjort noen forsiktige forsøk på å organisere et europeisk forskningsråd. Det var enighet om at Europa trengte et fritt indre marked for forskning, utvikling og innovasjon i form av ERA. Men mye på grunn av samarbeidsproblemer og store utlegg til integreringen av nye medlemsland, ble ikke den anvendte og industrirettede delen av EUs IKT-forskning så slagkraftig som mange hadde håpet.

Som nasjon knyttet vi oss enda tettere opp mot Europa. I årene frem mot 2015 trakk Norge tunge vekslere på EUs IKT-forskning. Innen grunnforskningen støttet vi oss til ERA, og innen den anvendte forskningen var det rammeprogrammene som satte dagsordenen. Sammen med våre naboland profilerte vi våre områder med kjernekompetanse innenfor brukerorientert IKT-utvikling, og utviklet "clusters of excellence" og "regions of excellence" knyttet til NORIA, det nordiske forsknings- og innovasjonsområdet. Hovedtyngden av de offentlige norske forskningsmidlene ble kanalisert gjennom EU-systemet. Norske forskere syntes ofte det var like greit. Norden og Norge ble en gigantisk forsøksarena for mange av de nye IKT-tjenestene. EU brukte Norge både til å lodde de umiddelbare markedsbehovene og til å studere de kulturelle konse-kvensene av en høydigitalisert virkelighet. Antropologer og psykologer fra EU og Asia fikk for vane å dra på studietur til Norge for å sjekke ut nye anvendelser.

«And the winner is . . .

- ikke-teknologisk forskerkompetanse
- suksess med tjenester innenfor reise, fritid og personlige tjenester
- innholdsleverandørene får større plass

Konkurransen i IKT-sektoren var tøff, og mange nye tjenester og produkter floppet eller ble døgnfluer. Tiden var et knapphetsgode, og kampen om oppmerksomheten avgjorde mer enn noe annet om en ny anvendelse slo igjennom. Markedet var lett tilgjengelig, bare noen tastetrykk unna, skjønt det også var komplekst. Bransjen opplevde høy turnover, og det var betydelig trafikk mellom bedriftene og forskningssystemet. Det var også blitt mer vanlig for bedrifter å ansette IKT-forskere med bakgrunn fra psykologi, sosiologi, organisasjonslæring og kunnskapsledelse. Flere og flere bedrifter innså at de også trengte kompetanse innen kunst og design.

IKT-bedrifter som satset på anvendelser innenfor for eksempel reise, fritid, opplevelser, personlige tjenester, digitale agenter og tredjepartsløsninger, opplevde suksess. Det bød seg også muligheter for spesialister på avanserte mellomvareløsninger. Telenor prøvde seg som global tjenesteoperatør og som leverandør av infrastruktur og systemer for "forbrukermakt" (blant annet markedsanalyse og offentlig effektivisering).

Andre markedsvinnere fant man blant forlagene og mediehusene, som kunne utnytte suget etter innhold i alle de nye kanalene. NRK, TV2-gruppen, Egmont, Schibsted og Aller var store aktører i årene etter 2004, og flere av dem vokste internasjonalt. På den annen side hadde medieaktører med gammel infrastruktur i bagasjen betydelige problemer, ikke minst bedrifter som hadde fokusert ensidig på teknologi.

Kollektive fortrengninger?

- **"samfunnsborgeren" på vei ut ...?**
- **lokk på konvergensdebatten**

I 2009 sendte norske diktere ut et opprop hvor de spurte om den norske samfunnsborgeren var avgått ved døden. Svaret gav seg nesten selv: Ja. Dikterne påpekte behovet for dialog om de etiske problemene knyttet til den utbredte bruken av "Extended Reality" og andre IKT-baserte tilbud som mer og mer erstattet normalt menneskelig samvær. Men det kom bare noen spredte leserinnlegg i Dagbladet. Debatten om elektroniske spor, som blusset opp da Datatilsynet ble modernisert i 2007, stilnet av og ble et emne for spesialister. De konvergerende teknologiene – først og fremst nanoteknologi, bioteknologi, IKT og kognitiv vitenskap – ble i perioden etter 2004 møtt med skepsis og motstand overalt i Europa, ikke minst i Norge. Konvergens mellom

fagområdene ble ansett som uinteressant fra et brukersynspunkt, og var i tillegg et etisk minefelt. Stortinget vedtok derfor på vårparten 2008 en lov som innebar et moratorium for norske forskere. Perspektivene ble for voldsomme, både for politikerne og for folk flest. Det norske samfunn la lokk på hele problemkomplekset. Imens foregikk det forskning i laboratorier rundt om i Europa, men uten at den store debatten om de etiske implikasjonene nådde norske breddegrader.

2015

I 2015 har det oppstått et mangfold i bruken av IKT. Det viktigste skillet går mellom de som ser IKT som en inngang til økt konsum og selvrealisering, og de som mener IKT er et redskap for personlig kreativitet, utvikling og samfunnsmessig engasjement.

Utviklingen har skapt færre muligheter for den tradisjonelle teknologiske forskningen. Mye av oppmerksomheten i forskningen er blitt flyttet fra hardware og software til userware. Forskningen tar for seg umiddelbare problemer snarere enn strategiske utviklingsbehov. Skillet mellom teknologisk forskning og brukerorientert forskning er blitt tydeligere. Grunnforskningen arbeider innenfor et snevrere felt og dreier seg nå mest om å muliggjøre brukervennlige løsninger. Forskerne ser på sømløs bruk av IKT, behovsforståelse, interaksjonsdesign og applikasjonsdesign. Det meste av denne forskningen er organisert og finansiert gjennom EU.

Norge er i 2015 et velstående land, opptatt av seg selv og sine egne nære behov. Landet syder kanskje ikke av skaperkraft, men norske brukergrupper er langt fremme i anvendelsen av IKT-tjenester.

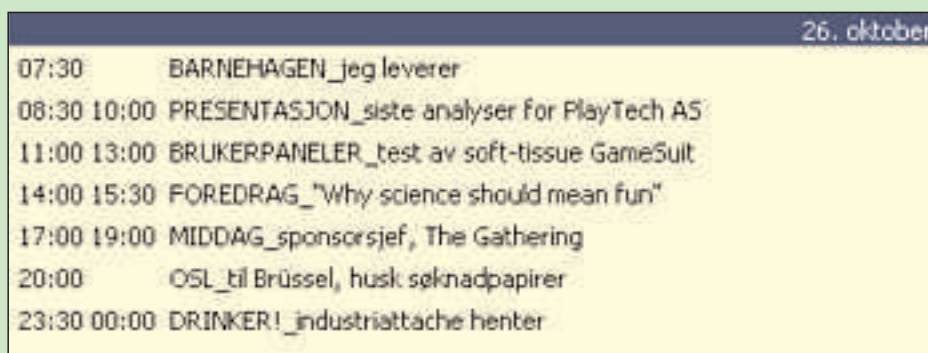
Et glimt fra en forskers hverdag i 2015

Til: Kasper Heinz (kheinz@wired-europe.com)
Fra: Kari Spurkeland (kari.spurkeland@uio.no)
Dato: 26. oktober 2015

Emne: Intervjuforespørsel Wired

Kasper, takk for e-post og intervjuforespørsel. Jeg må ærlig innrømme at jeg ikke er fast leser av Wired, men jeg husker fortsatt forsøket på å lansere det i Europa på slutten av 90-tallet. Hyggelig at det går bedre denne gangen.

Jeg stiller gjerne opp på et intervju; kontakt meg på mobil, så finner vi et tidspunkt som passer. I mellomtiden, her er korte svar på spørsmålene dine, og et utdrag fra kalenderen min:



26. oktober	
07:30	BARNEHAGEN_jeg leverer
08:30 10:00	PRESENTASJON_siste analyser for PlayTech AS
11:00 13:00	BRUKERPANELER_test av soft-tissue GameSult
14:00 15:30	FOREDRAG_"Why science should mean fun"
17:00 19:00	MIDDAG_sponsorsjef, The Gathering
20:00	OSL_til Brussel, husk søknadpapirer
23:30 00:00	DRINKER!_industriattache henter

Jeg jobber primært med tre felt, hvorav særlig de to siste tar mye tid i dag. Det første tok jeg doktorgraden på, og det har gitt meg et solid fundament for det jeg gjør i dag, men feltet tenderer nok mer mot det filosofiske enn det praktiske.

1. Virtuell eller virkelig.

Det var lenge vanlig å skille den såkalte virtuelle virkeligheten (ofte opplevd online eller i nettbaserte spillsituasjoner) og den reelle virkeligheten. Min påstand, som jeg føler har funnet gjenklang, var at det ikke var hensiktsmessig å operere med dette skillet, all den tid folk opplevde det virtuelle like virkelig som den reelle virkeligheten. I takt med at stadig mer skjedde online opp mot 2010 og etterpå, har i hvert fall jeg forholdt meg til begge begrepene som ett.

2. Læring uten motstand.

Stadig yngre barn tilegner seg stadig mer kunnskaper og egenskaper via en PC, online. Tidlig forskning rundt 2005 viste at læring uten fysisk motstand (læring med fysisk motstand er for eksempel når et barn sliter med å åpne en dør) minsker evnene til å håndtere frustrasjon. Jeg har jobbet mye med læringsprogrammer med innebygd motstand.

3. Digitale materialer.

Ikke en helt presis betegnelse, siden et fysisk materiale tross alt ikke kan være digitalt. Feltet henger imidlertid sammen med det forrige, og vi har jobbet mye med stoffer og drakter og omgivelser som realiserer og fysisk manifesterer impulser som genereres elektronisk. Fantastisk til spill, men telemedisin er et annet område der produktene har funnet fotfeste (se for eksempel www.laerdal.com).

Kari Spurkeland

Scenario: "I utakt"

Uro skaper vakuum | Internasjonalt samarbeid i motvind | Markedsaktører tar grep | Corporate Universities | IKT mestrer ikke oppgavene som forventet | IKT-forskningen marginaliseres | Komplekst marked | Skepsis og selvfølge | IKT har mistet sin glans

I 2015 er folk lei av stadige produktnyheter og teknologisk babbel. Avansert IKT er alminneliggjort, IKT-faget har til en viss grad smuldret opp, og IKT er blitt et vanskelig, kontroversielt satsingsområde. Folk flest er mistroiske til IKT-innovasjoner som angivelig skal forbedre verden. Mange spør seg hva anvendelsene egentlig gjør med samfunnet og menneskelige relasjoner.

Veien frem mot 2015 har vært preget av uro i verdenssamfunnet og en svekkelse av det internasjonale samarbeidet. De multinasjonale markedsaktørene har skaffet seg stor – og ofte avgjørende – makt.

Oppleste forskningspolitiske og innovasjonspolitiske sannheter på IKT-området falt som korthus da det ble klart at EUs Lisboa-strategi ikke kunne virkeliggjøres. IKT-feltet i 2015 preges derfor av polarisering og fragmentering. Det går et skarpt skille mellom den akademiske IKT-forskningen og IKT-utviklingen i samfunnet og markedet.

Oljefondet ble spist av Folketrygden og fondets leder, Ragnhild Wiborg, er blitt kjendis på linje med teaterdivaen Mari Maurstad. Avisene dekker utviklingen i Fondet på samme nitide måte som de store sportsbegivenheter. Det finnes en slags offentlig vilje til å satse på IKT, men man får det rett og slett ikke til. I stedet går stadig mer av de offentlige forskningspengene direkte til næringslivet, der bedriftene og andre aktører etablerer sine egne alternative utdanningstilbud og driver med forskning til eget beste.

Teknologiutviklingen foregår i "rykk og napp", og gjennombruddene kommer på konkurrerende fagområder, noe som bidrar til at IKT-faget blir utydelig. Hos mange skaper IKT ubehag, fordi det virker som om teknologien lever sitt eget liv. Også blant forskerne finnes det kritikere, og noen er med i organisasjoner som Attac Nouvelle.

IKT-forskningen er i utakt med sine omgivelser ...

Internasjonalt samarbeid i motvind

- **Kinas innflytelse øker**
- **EU-midler flyttes fra forskning til integrering**
- **europpeisk forskningssamarbeid blir forbigjørt av private aktører**

I årene etter 2004 var verden mer urolig enn på lenge, og mange så tilbake på 90-tallet med et nostalgisk blikk. Politiske stormkast svekket troverdigheten til internasjonale institusjoner som FN og NATO, i en situasjon som etter manges oppfatning tvert imot kalte på samarbeid og kollektive sikkerhetsgarantier. Terror, aggressiv nasjonalisme og sosial uro skapte en virkelighet preget av frykt, isolasjonisme og alenegang. Europa og USA drev lenger fra hverandre, og klarte ikke å samarbeide om de nye problemene i verdenssamfunnet. WTO ble stående som et rent supperåd. Vilåårene for ver-

denshandelen ble bestemt av stormaktene og noen sterke regionale blokker. Forsøkene på internasjonal standardisering slo stort sett feil.

På denne måten oppstod det et vakuum som verdensomspennende konserner og meganettverk kunne rykke inn i. Markedsutviklingen og teknologiutviklingen gikk i perioder raskt, og gav interessante ekspansjonsmuligheter for de største aktørene. Det kinesiske markedet vokste og sugde til seg både kapital og kompetanse. Fra 2010 ble kinesiske IKT-løsninger eksportert i stor skala. Vestens dominans i teknologiutviklingen ble utfordret, noe som forsterket spenningene i verdenshandelen og storpolitikken.

EU var blitt enda større etter to nye utvidelsesbølger, og talte i 2014 43 medlemmer. Russlands inntreden etter kuppforsøket i 2011 innebar nye utfordringer for EUinstitusjonene og medlemslandene, både økonomisk og politisk. Stadig mer av EUs midler til forskningssamarbeid ble omdirigert til

integrering. Barcelona-målet om at 3 % av BNP skulle settes av til forskning, ble nådd i de fleste av de daværende EU-landene i 2010. Problemet var bare at utviklingen snudde straks Russland, Tyrkia, Moldova og alle de andre nye landene skulle integreres. Det var politisk nødvendig å satse betydelige deler av EUs fellesbudsjett på utviklingsoppgaver i den nye Øst-regionen. Lisboastrategien, som skulle sørge for at Europa ble verdens ledende kunnskapssamfunn innen 2010, ble aldri offisielt oppgitt, men i 2008 var det tydelig for enhver at strategien var urealistisk. Målene om universell tilgang til nye avanserte IKT-verktøy og en forsterket satsing på IKT-kompetanse ble aldri konkretisert, og dermed falt bunnen ut av EUs kunnskapsøkonomiske strategi.

Planene for det europeiske forskningsområdet, ERA, lot seg derfor ikke gjennomføre. Internasjonale og overnasjonale samarbeidsordninger viste seg generelt å fungere dårlig i det nye og ganske kaotiske EU. Det europeiske forsknings samarbeidet, som Norge hele tiden hadde vært en deltager i, ble akterutseilt av markedsaktører og globale nettverk med egne agendaer. Det fantes ett vesentlig unntak: De europeiske landene klarte å samle seg om et forsterket samarbeid om sikkerhet.

IKT-forskningen marginaliseres

- oljepengene går til vedlikehold
- corporate Universities danker ut offentlige utdanningsinstitusjoner
- produktfokus fremfor forskning
- offentlige forskningsmidler til private aktører

Til tross for fagre løfter om en nasjonal satsing på kunnskapssamfunnet, noe regjeringen lovet seg selv og landet i forbindelse med 100-årsjubileet for unionsoppløsningen i 2005, ble det utover på 2010-tallet klart at Norge ikke maktet å utvikle en fremtidsrettet næringspolitikk. Offentlige beslutninger ble stadig omgjort og gav problemer for IKT-utviklingen. Det store IST-programmet, som skulle være et fundament i EUs bestrebelser på å bli en ledende kunnskapsregion, viste seg å bli et pengesluk og en arena for hype. Forskere og næringslivet ville ikke dele sine ideer; IST-programmet ble en arena for "det nest beste" og kostet ofte mer enn det smakte. IKT som forskningsfelt ble derfor marginalisert, ikke bare i Norge, men i store deler av verden. IKT-faget ble ikke ansett som noe spesielt – som noe nasjonen burde satse på for å skaffe seg komparative fortrinn. Ambisjonen om å opprettholde et dif-

ferensiert, kvalitativt interessant IKT-tilbud ved universitetene og høyskolene viste seg vanskelig å gjennomføre. IKT-faget gikk i virkeligheten i langsom oppløsning, selv om det var få professorer som ville innrømme det.

Oljepengene ble brukt til å holde liv i Folkestrygden og "truede" næringer. Folkestrygdens leder Ragnhild Wiborg var blitt en like viktig offentlig figur som finansministeren. Verken hun eller finansministeren ville ta på seg noe ansvar for den langsiktige kunnskapsveksten. Potten med offentlige forskningsmidler skrumpet inn, og det ble praksis for at pengene enten ble sendt rett til næringslivet eller sluset gjennom EUs forskningsbyråkrati.

For norske studenter ble det prestisjebetont å gå på *Corporate Universities*, ikke minst fordi det kunne vanke fete jobber underveis i studiene. Selskaper som det amerikansk-russiske Microsoft-Novosto ("*Promoting human enhancement worldwide*") utviklet sine egne akademiske institusjoner. Det ble reist tvil om de kunne kalles universiteter, men som amerikanerne sier: "Money talks." At enkelte *Corporate Universities* oppnådde retten til å tildele mastergrader og doktorgrader i 2009, skyldtes også misnøye med de tradisjonelle universitetsmiljøene. Universitetene var ofte underfinansiert og klarte ikke å skape rom for tverrfaglighet og nye sammensmeltingsfag, og var først og fremst opptatt av å verne den spesialiserte grunnforskningen. Den institusjonsbaserte forskningen ble i større og større grad frikoblet fra IKT-sektoren, og konsentrerte seg i stedet om undervisningsoppgaver. Slik banet universitetene ufrivillig vei for alternative tilbud og andre forskningsmodeller.

Norsk næringsliv innen bransjer som olje og gass, havbruk og finans la vekt på prosessinnovasjon og rask fortjeneste. IKT-forskning ble integrert i produktutviklingen på virksomhetenes kjerneområder. De største IKT-aktørene drev noe forskningsvirksomhet, gjerne som bidragsytere i større internasjonale prosjekter. Ledende norske IKT-selskaper som Telenor konsentrerte seg om egne nære utviklingsbehov, og valgte å nedprioritere den langsiktige forskningen og vedlikeholdet av en bred kompetansebase. Interessen dreide gradvis fra egen kunnskaputvikling til kjøp av kompetanse. Vekten ble lagt på å hente ut forskningsresultater fra ledende internasjonale forskningsmiljøer. De pengesterke delene av norsk næringsliv subsidierte også eksklusive, elitepregede internasjonale nettverk der begavede forskere kunne arbeide i fred med patenterbare anvendelser, og anså norsk grunnforskning som stadig mer irrelevant. Privat forskningsfinansiering ble

brukt som et middel til å erobre brohoder i nye markeder, og noen norske selskaper gjorde det stort internasjonalt.

Offentlige midler til FoU ble i stigende utstrekning kanalisert direkte til næringslivet, uten å gå veien om det byråkratiske virkemiddelapparatet og dets omstendelige søknadsbehandling. IKT-miljøene på universitetene og høgskolene opplevde problemer med infrastrukturen og det vitenskapelige utstyret, noe som gjorde det enda vanskeligere å rekruttere nye talenter. Men problemene stanset ikke der: "Wikipedia", det levende leksikonet på Internett, inspirerte sammen med andre lignende fenomener til en utvikling der kunnskapen ble skapt på utsiden av de klassiske forskningsbaserte akademiske miljøene. Professorene og forskningsbyråkratene klaget sin nød, men det hjalp ikke.

Norske IKT-gründere med visjoner forsvant til utlandet. I Norge fantes det liten interesse for større IKT-satsinger. Offentlig sektor stod uten en klar visjon og IKT-policy, og som regel ble alle viktige beslutninger gjenstand for omkamp og rot. Krav om at offentlig støtte kun kunne gis til forskning som ble publisert på både bokmål, nynorsk og engelsk, hjalp heller ikke på situasjonen. Dermed var det langt mellom de inspirerende faglige utfordringene for norske IKT-talenter. For å motvirke effektene av "brain drain", satte regjeringen punktum for innvandrings-stoppen i 2008 og innførte gunstige stipendordninger. Som en følge tiltrakk Norge seg noe IKT-kompetanse, først fra Sentral- og Øst-Europa, og siden mest fra land i Sørøst-Asia. De beste havnet imidlertid på kontinentet og ikke i det kalde nord. Det ble også opprettet virtuelle forsker-nettverk for å dekke noe av det nasjonale behovet for humankapital. Men denne kompetansen endte for det meste opp hos markedsaktørene.

Polarisering blant IKT-forskerne

- grunnforskningsmiljøer isoleres
- virkelighetsflukt blant forskere, manifestert som motreaksjon
- IKT-begrepet smuldrer opp, funksjonalitet viktigst
- kjernekompetanse eller kjerneverdighet?

Det faktum at det lille som var igjen av grunnforskningen bare ble støttet gjennom offentlige midler, bidro til å isolere grunnforskningsmiljøene. Mange forskere stod fjernt fra de praktiske problemene som næringslivet og andre tunge brukere var opptatt av, og prioriterte temaer hvor mulighetene for

vitenskapelig publisering var gode. De rene IKT-forskningsmiljøene ved universitetene hadde liten troverdighet. Tempoet var blitt for høyt, anvendelsene for mange, samfunnet for komplekst. Det man kan kalle den "tradisjonelle forskningen", falt av lasset. Mange av forskerne foretrakk kanskje også å holde samfunnet på armlengdes avstand: På den måten slapp de å ta stilling til dilemmaene som markedskreftene og IKT-utviklingen skapte. Det kunne være behagelig å sitte i elfenbenstårnet, i hvert fall så lenge det fantes en viss finansiering ...

I realiteten hadde det oppstått et skarpt skille mellom ulike grupper forskere. Mange la stor vekt på kravet til effektivitet og kjøppe resultater. Etter den betente debatten i EU i 2009 om patentering av forbedrede hjernefunksjoner oppstod det en motreaksjon i academia. Et voksende antall forskere distanserte seg fra innovasjonspresset og det de oppfattet som naiv teknologioptimisme. Det fantes en uttalt spenning mellom forskere som bevisst ignorerte etiske problemer i jakten på gjennombrudd (og mulige nobelpriser) og forskere som var genuint opptatt av samfunnsdialog.

Polariseringen artet seg også på den måten at IKT ikke lenger eksisterte som et tydelig avgrenset fag: Faget hadde ikke lenger en klar kjerne, men fungerte ofte som "støttefag" for andre raskt voksende teknologiområder. Den "rene" IKT-forskningen var på vei ut, og i 2015 fantes det minimal faglig kontakt mellom forskerne i bedriftene og forskerne i academia. Noen norske institutter som for eksempel SINTEF, øynet i denne situasjonen en sjanse til å skape nye tjenester med utgangspunkt i behovet for dialog mellom ulike kunnskapsområder og sektorer. Men ikke overraskende hadde enkelte forskningsmiljøer vanskelig for å erkjenne at kjernekompetanse lett kan utvikle seg til kunnskapsrigiditet – og at problemet kunne gjelde dem selv.

Komplekst marked

- markedsstyrt, rykkvis utvikling
- internett erstattes av regionale løsninger og splinternett
- åpne standarder viker for proprietære løsninger
- europeisk satsing på sikkerhet

Den teknologiske utvikling fortsatte, tidvis i høyt tempo, men i rykk og napp, og på en uoversiktlig måte. Markedet var preget av små segmenter som etterspurte spesialiserte tjenester, og forskning innenfor "teknologiske øyer". Internett, som i 2004 så ut til å forene verden, falt fra hverandre og var i

2010 erstattet av flere regionale splinternett (med tyngdepunkt i Europa, Kina og USA). Noen globale konserner så sitt snitt til å lansere egne betalingsbaserte versjoner av Internett. RFID-merking, som blant annet ble tatt i bruk av handelsgiganten WalMart i 2005, førte også til splinternett bestående av "ting" med distribuert intelligens. Vestens hege- moni innenfor teknologiutviklingen var på hell, og kinesisk var blitt et like viktig teknologispråk som engelsk, paradoksalt nok fordi språket virket eks- kluderende på forskere i resten av verden. Vestlige akademiske tradisjoner for åpenhet stanget mot en asiatiske preferanse for hemmeligholdelse.

Oppsplittingen av Internett ble drevet frem av en tillitskrise som ingen, verken markedsaktører eller politikere, så seg i stand til å gjøre noe med. Selvjustisen som hadde kjennetegnet pionertiden på nettet, vek plass for en sprikende og ofte halv hjertet politisk regulering. Den teknologiske utviklingstak- ten og de politiske og kulturelle spenningene mellom de store regionene i verden umuliggjorde universelle åpne standarder. Pågående advokater satte i praksis en stopper for deling av programvare. Mange av de grunnleggende IKT-tjenestene var derfor ikke tilgjengelige for alle, slik man blant annet hadde forutsatt i EUs Lisboa-strategi.

Det globale markedet ble dominert av store internasjonale konglomerater. I 2015 var flertallet av norske IKT-leverandører trukket inn i slike kon- glomerater, og det var ikke comme il faut å snakke annet enn engelsk på First Tuesday. Et interessant alternativ for ambisiøse norske forskere som verken ville arbeide for et nærsynt næringsliv eller operere gjennom det kompliserte EU-systemet, var å søke midler fra det frie Fredriksen-fondet for innovasjon (FINN).

Krangelen over Atlanterhavet ble bare heftigere i årene etter 2004. Tilliten i etterretningssamarbei- det i NATO var tynnslitt, og røk tilslutt helt. EU- landene bestemte seg for å utvikle en ny generasjon med satellittbaserte overvåkingssystemer. Sikker- hetsbehovene ble et nytt viktig samarbeidsfelt for europeiske forskere.

Skepsis og selvfølge

- **mettet marked krever lure løsninger, liten entusiasme**
- **samme holdning til IKT-løsninger som til komfyrer, vaskemaskiner og kaffetraktere**
- **IKT får skylden for "alt"**

I tiden etter 2004 utviklet nordmenn seg til å bli erfarne, skeptiske IKT-brukere. Nysgjerrigheten på nyvinninger var mindre enn på 90-tallet. I tiden opp mot 2015 kunne ikke eller ville ikke gjennomsnitts- nordmannen benytte enda flere av døgnetts 24 timer på IKT, i hvert fall ikke uten å få noe opplagt verdi- fullt igjen for det. Svaret på tidsklemma var blitt et sterkere krav om menneskelig kontakt, noe som gjorde det vanskelig å være online mer enn et visst antall timer i døgnet. På enkelte offentlige arbeids- plasser kunne medarbeiderne sågar bli automatisk koblet ut dersom de satt for lenge foran skjermen. Norske IKT-bedrifter erfarte at det også i kjempe- markeder som det kinesiske fantes et metnings- punkt for spredningen av IKT-anvendelser som egentlig ikke gav brukerne annet enn mer online stress.

Avanserte IKT-løsninger ble tatt som en selvføl- ge. Folk flest var likegyldige til hvordan teknologi- en virket, og hadde samme forventninger til IKT- løsninger som til kaffetraktere, vaskemaskiner og brødristerer: Enten virket de, eller så ble de kastet ut. Når IKT-systemene fremstod som kompliserte, noe som skjedde stadig oftere på 2010-tallet, vokste irritasjonen, og mange ønsket seg tilbake til enklere tider.

Nye, nyttige anvendelser kom ofte sent, blant annet fordi næringslivsledere med makt over inves- teringer hadde trykket MIT-guruen Nicholas Carr til sitt bryst. "It doesn't matter", hadde Carr forkynt i en artikkel i 2004: IKT må betraktes som en del av samfunnets infrastruktur, på linje med strøm og vann. IKT kan ikke gi spesielle fortrinn eller opple- velser, mente Carr. I årene etter 2004 kom det rik- tignok en rekke anvendelser som var basert på IKT, men de ble ikke nødvendigvis oppfattet som det. Eksempelvis ble gjennombrudd innenfor telemedi- sin tolket som en seier for helsefagene og folke- helsen, mens instrumentering og programvare som sikret økt utvinning fra oljefelt i Nordsjøen, ble oppfattet som en triumf for geologene.

I stedet for anerkjennelse kunne man se en vok- sende tendens til at IKT ble utpekt som syndebukk for problematiske sider ved globaliseringen. Den ville, panikkartede spekulasjonsbølgen på verdens børser i 2009 kunne aldri ha skjedd uten de nye integrerte – men i realiteten upålitelige – super- nettene for verdipapirhandel. – Tror IKT-forskerne at samfunnsansvar bare er et spørsmål for atomfysi- kere, uttalte en ennå oppegående Kåre Willoch i kjølvannet av minikrakket i 2009. – Tror noen fort- satt at IKT dreier seg om ingeniørkunst?

Teknologien blir usynlig

- **usynlig teknologi skaper både trygghet og frykt**
- **misbruk av overskuddsinformasjon**
- **IKT brukes til overvåking**
- **konvergens utløser motkrefter**

Når IKT skapte sterke følelser utover på 2010-tallet, var det også fordi teknologien gikk enda lengre inn i folks hverdagsliv. Gjennom Ambient Intelligence (AmI) forsvant teknologien inn i veggene og ble fysisk usynlig. På den ene siden skapte den nye teknologien begeistring. De eldre kunne følges opp i sine hjem av kvalifisert pleiepersonale som benyttet kameraer og sensorer. Sykehuskøene var nesten borte, ettersom mye av behandlingen kunne skje ved hjelp av implantater og personlige varslingsystemer som gjorde at pasienten ikke trengte å møte legen.

Samtidig utløste AmI frykt for en teknologi som var overalt og tilsynelatende utenfor kontroll. Det hersket tvil om hvem som styrte bruken, og det var usikkert hva som kunne skje med overskuddsinformasjonen. AmI forsterket uroen omkring elektroniske spor og hva disse kunne brukes til i den alltid påkoblede globale landsbyen. Noen unge aktivister brukte AmI og frykten for misbruk av personlige data som begrunnelse for avansert datahærverk. Det viste seg snart at en ny politisk aksjonsform var i emning ...

I en sammenkoblet verden preget av uroligheter var det generelt vanskelig å argumentere mot en mer effektiv overvåking og kontroll av menneskelige bevegelser. Etter en høyesterettsdom i 2012 stod det klart at ingen kunne kreve å leve i et miljø som var fritt for AmI. Men protestene bølget, og publikums skepsis bidro til å gjøre IKT-faget, som faktisk hadde muliggjort AmI, mindre attraktivt.

Den generelle teknologiutviklingen gav enda en omdreining på denne skruen. Tendensene til konvergens mellom tidligere separate teknologiområder styrket den allmenne skepsis til nye teknologiske gjennombrudd fordi det ikke lenger var mulig å skille mellom menneske- og teknologiskapte funksjoner. Før stortingsvalget i 2009 oppstod det en allianse mellom enkelte skeptiske forskermiljøer, anført av professorer i samfunnsfagene, og idealister fra kirken og miljøbevegelsen. Målet til de nye "konvergens-ludittene" og den internasjonale protestbevegelsen Attac Nouvelle var ikke å knuse maskinene, men å senke tempoet i utviklingen ved å skape motkrefter og debatt.

2015

I 2015 lever nordmenn i en urolig og uoversiktlig verden. Usikkerheten har også satt sitt preg på IKT-utviklingen og IKT-forskningen. Sterke markedsaktører har tatt grep, og påvirket mye av utviklingen. IKT-sektoren preges av fragmentering og synkende tillit i samfunnet. Mye av den tradisjonelle IKT-forskningen er i utakt med samfunnets, næringslivets og folks behov.

I 2015 har folk fått nok av teknologiske "quick fixes" og store ord om informasjonsteknologiens fortrefelighet. Avansert teknologi har mistet sin glans. Man har erfart at teknologi ikke forandrer folks grunnleggende sosiale og psykologiske behov, og at nye anvendelser like gjerne kan komplisere livet som forenkle det. IKT er blitt et kontroversielt satsingsområde, og IKT-forskningen er underlagt endrede spilleregler og rammebetingelser.

m magasinet

1. oktober 2015

Fredriksen-fondet kaprer internasjonal forskerstjerne

Det private Fredriksen-fondet for innovasjon (FINN) kunngjorde i dag at de har ansatt Petronas-direktøren Unni Skjervheim som leder for virksomheten. Samtidig tilfører Fredriksen-familien nye 2 milliarder kroner til fondet, som nå forvalter en grunnkapital på 20 milliarder.

Unni Skjervheim, som har ledet FoU-virksomheten i den malaysiske oljegiganten Petronas i 5 år, går for å være en av Norges stjerner på den internasjonale forskerhimelen. Få hadde forventet at hun skulle komme hjem. "En uventet overgang", "privat kapital går foran" og "politikere i skammekroken", er noen av kommentarene innen politikk og akademia i kjølvannet av nyheten.

I en situasjon hvor den tradisjonelle forskningen har havnet på sidelinjen, er Fredriksen-fondet i løpet av få år blitt en viktig ressurs for forskere som vil jobbe i et langsiktig perspektiv. – Vi trenger radikale gjennombrudd for å sikre Norge i fremtiden. Det kan vi ikke få uten tålmodighet og generøsitet, uttaler Fredriksen, som har stor forståelse for forskere som blir frustrert over å måtte bruke tid på et EU-byråkrati som er mer ugjennomtrengelig enn noen sinne.

– Politikere tror jo at innovasjon kommer av seg selv. Vi som kan ta ansvar, må ta ansvar, poengterer Fredriksen.

NEI TIL ELFENBENSTÅRN

Unni Skjervheim ble rekruttert rett fra Universitetet i Oslo, av en forskeragent som høstet naturvitenskapelige talenter over hele Norge. Etter en budrunde var det Petronas som kom opp med de beste betingelsene, og utdanningen ble kombinert med praktisk jobbing.

– Som studenter var vi hele tiden koblet på konkrete prosjekter. For meg var det aldri aktuelt å vende tilbake til det akademiske miljøet på Blindern.

VERDEN ELLER VERDIER

Skjervheim har gjort kometkarriere i Petronas og befant seg på FoU-toppen etter bare 6 år i selskapet. Dagens nyhet kom som en overraskelse. – Jeg tror kanskje jeg er den som er mest overrasket, smiler Unni Skjervheim når Magasinet treffer henne på Gardermoen, på vei for å diskutere den praktiske overgangen med Fredriksen-familiens representanter. – Jeg har hatt en fantastisk karriere i det private næringsliv, men nå er det på tide å gjøre noe for landet.

Unni Skjervheim blir øverste leder i fondet som årlig deler ut overskuddet på omkring 2 milliarder norske kroner. Hun får ansvaret for 30 ansatte og rapporterer direkte til John Fredriksen. Skjervheim starter i jobben etter en karantene på 12 måneder.

Scenario: "The Spirit of the New ERA"

Kriser fører til endring | Ny innovasjonspolitik | Oljefondet til forskning | Tettere tilknytning til Europa | Kunnskapssamfunn | Kompetanseimport | Gaseller | Konkurransintensiv forskningsarena | Større forskjeller i samfunnet | Liberale premisser

I Norge var man i 2004 som vanlig opptatt av den nasjonale folkesporten: Diskusjoner om hva man skulle gjøre den dagen oljen tok slutt. Samtidig var det ingen som følte at noe hastet, for egentlig gikk det meste helt fint.

Den som sover ved roret, kommer lett ut av kurs. Næringslivet investerte i utlandet, kuttet i FoU, og arbeidsledigheten vokste – parallelt med misnøyen over en tafatt politikk. Kværner-konkursen i 2006 ble en vekker, og utløste en ny innovasjonspolitik. Politikere, næringsliv og forskere begynte å samarbeide på nye måter, og la grunnlaget for en annerledes, kunnskapsbasert verdiskaping. Det var enighet om at Norge hadde råd til å tenke langsiktig. Universitetene og bedriftene gjorde alvor av idealet om livslang læring. Denne utviklingen falt sammen med økende utrygghet i Norge og resten av Europa. Truslene fra ulike ekstreme grupper satte demokratiet og rettsstaten på prøve. Sikkerhetsbehovene ga muligheter for å utvikle avanserte IKT-anvendelser innenfor overvåking og sikring av infrastruktur. Norske forskere la enda større vekt på å delta i europeiske nettverk, og hovedtyngden av forskningsfinansieringen ble organisert gjennom EU. Avkastningen på de investerte oljepengene ga stor frihet. Men som samfunn lærte vi også at ikke alt kunne kjøpes for penger. Kompetanse, for eksempel.

I 2015 har Norge flere næringsrettede IKT-suksesser å vise til. "Gasellene" finner man først og fremst i oljesektoren, shipping, sikkerhet og elektronisk forvaltning. Teknologien er allestedsnærværende og usynlig. De nye anvendelsesmulighetene har skapt etiske dilemmaer på rekke og rad. Næringslivets behov for konkrete resultater har satt fart på utviklingen av nye, konvergente forskerdisipliner. Men det er også mange som ikke greier å henge med i svingene. Særlig innenfor de eldre generasjonene er det mennesker som mangler kompetanse til å ta i bruk den nye teknologien. Vi har fått større sosiale skiller enn det vi har vært vant til i Norge etter den annen verdenskrig.

Blåmandag for Norge

- **investeringstørke, arbeidsledighet, næringslivet vokste i utlandet**
- **mottiltak uten virkning**
- **konkurser og boikottrusler**

I 2004 gikk debatten høyt om hva Norge skulle leve av etter oljen. De neste par årene truet den sterke norske kronen på nytt det konkurranseutsatte næringslivet. De store bedriftene valgte å vokse i utlandet, og mange av de små og mellomstore flyttet virksomheten helt og holdent ut av landet. Investeringene i den konkurranseutsatte delen av næringslivet tørket inn, og i takt med at bedriftene brukte mindre penger på forskning og utvikling, sakk de enda mer akterut i forhold til internasjonale konserner. Noen hjemmebaserte næringer fortsatte å ekspandere, ofte med Lidl og andre utenlandske bedrifter i førersetet. Arbeidsledigheten skjøt i været, særlig i distriktene. Regjeringen møtte

krisen med omfattende opptrapping av arbeidsmarkedstiltakene og større bevilgninger til kommunene.

Men tiltakene gav ikke de forventede resultater. NHO foreslo en nasjonal dugnad: Alle – også lederne – skulle redusere sine lønninger med 10 prosent for å redde arbeidsplassene vi ennå hadde. Forslaget ble avvist av fagbevegelsen, selv om antall personer på tiltak tårnet seg opp, og arbeidsledighetstallene passerte godt over 150 000 sommeren 2006.

Kværnerkonkursen i november 2006 satte sinnene i kok over hele landet. På det europeiske toppmøtet for Agenda 21 like etterpå ble Norge beskyldt for å føre en havbrukspolitik i strid med prinsippet om bærekraftig utvikling. – Norge tømmer verdenshavene for å skaffe fôr til sin dyre oppdrettslaks, fnøs den svenske miljøministeren. EU antydte boikott av norsk fisk. Stoltenberg-regjeringen kom under kraftig kritikk for sin handlingslammelse, og gatedemonstrasjoner hørte til dagens orden.

Med utsikt til enda større arbeidsledighet, fiskeboikott og tap av både inntekter og anseelse, måtte regjeringen reagere. Regjeringen nedsatte et utvalg

med Paul Chaffey som leder. Utvalget fikk i mandat å gå gjennom næringspolitikken – og peke ut alternative virkemidler som kunne stimulere nye næringer, bidra til innovasjon, og i det hele tatt definere hva som ville utgjøre fremtidens verdiskaping i en stadig mer kunnskapsintensiv norsk økonomi.

Chaffey leverer "varene"

- **kunnskapsbasert næringsutvikling**
- **farvel til næringsnøytral politikk**
- **data, kunnskap og kreativitet**

Chaffey-kommisjonen jobbet raskt, og kunne trekke veksler på ideer fra en rekke workshops arrangert med og uten medvirkning fra Stoltenberg-regjeringen. Basert på Chaffey-kommisjonens innstilling i 2007, vedtok Stortinget en nyskappingspolitikk som fokuserte på en kunnskapsbasert næringsutvikling. Politikken hadde både et næringspolitisk rasjonale, knyttet til et mål om å skape ny norsk vekst i møte med den stadig hardere internasjonale konkurransen, og et sikkerhetsrasjonale, knyttet til behovet for samfunnsbeskyttelse i en urolig tid. IKT var et hovedsatsingsområde i strategien. Chaffey-kommisjonens innstilling ble tatt imot med åpne armer i næringslivet og det politiske liv, og innebar et endelig farvel til den næringsnøytrale politikken som samfunnsøkonomene, med Finansdepartementet i spissen, i lang tid hadde prediket.

En annen viktig erkjennelse fra kommisjonens arbeid var forståelsen av at det norske samfunnet for alvor var i ferd med å forlate et industrielt paradigme hvor råvarer, kapital, arbeid og fysiske aktiva var de tyngste innsatsfaktorene i produksjonen. Vi var på vei mot en mer kunnskapsbasert næringsutvikling. Informasjon, data, kreativitet og kunnskap utgjorde grunnlaget for flere og flere næringer. Også den tradisjonelle råvareøkonomien var blitt kunnskapsintensiv. I tillegg utviklet norsk næringsliv i 2007 i voksende omfang nye tjenester basert på innhold, mening, historier, estetikk, design, ideer og opplevelser. Den intellektuelle kapitalen spilte en enda viktigere rolle enn den finansielle kapitalen, særlig når den ble pleiet gjennom kontinuerlig læring. I en stadig mer kunnskapsdrevet norsk økonomi innså man at IKT måtte betraktes som en del av samfunnets fundamentale infrastruktur, snarere enn som en mer eller mindre tilfeldig teknologi. Arenaer, metoder og prosesser for utvikling av kunnskap var nøkkelbegrepene i næringsutviklingsstrategien som Stortinget gav sin velsignelse.

Kunnskapserkjennelsen hadde allerede slått igjennom i skoleverket. Utdannings-, forsknings- og undervisningsminister Kristin Clemets arbeid med å legge om skolesystemet tidlig på 2000-tallet hadde bidratt til å heve kvaliteten på basisfagene. Teknologiundervisning var blitt obligatorisk på ungdomstrinnet, noe som hadde fått flere unge til å søke seg til realfagene på videregående. Nye undervisningsmetoder ble tatt i bruk. Elevene fikk delta i prosesser der kreativitet og praktisk læring stod i høysetet, og selve clouet var at realfagene gikk rett løs på dagens og morgendagens sammensatte teknologiske muligheter, uten å legge skjul på problemene.

Norske byggeklosser

- **oljefondet blir forskningsfond**
- **argentum med vide rammer**
- **skepsis og treg start**
- **livslang læring**

For å styrke landets kunnskapsplattform ble det i 2008 etablert tre store forskningsfond med kapital fra det stadig voksende oljefondet: ett for informasjon- og kommunikasjonsteknologi, ett for energiteknologi og ett for marin- og bioteknologi. De tre fondene ble tilført 30 milliarder kroner hver. Det ble etablert et større såkornfond med 20 milliarder kroner i kapital, som statens selskap Argentum fikk forvaltningsansvaret for. Argentum hadde langt større grad av frihet enn tidligere, og selskapets aktive kapitalforvaltning tok vinden ut av seilene på SkatteFUNN-ordningen. De nye forskningsfondene sikret at forskere og kommersielle interessenter gikk hånd i hånd, og at programinitiativene hadde nødvendig "kritisk masse". Forskerne ble garantert eierrettigheter til sine forskningsresultater, samtidig som det ble laget kollektive avtaler som sørget for at resultatene kunne tas i bruk. Forskningsfondene hadde som sin klare oppgave å fremme forskning som kunne styrke norsk næringsliv.

Et mantra var at forskerne skulle konkurrere om midlene på likeverdig basis, uavhengig av nasjonalitet. Norge skulle engasjere de beste forskerkrefter enten de var norske, kom fra Europa eller USA, eller fra mer ukjente læresteder i Asia. Ettersom det var avgjørende å finne løsninger som bygget norsk konkurranseevne, ble sekken for helt frie forskningsmidler, som forskerne selv kunne råde over, gradvis snørt igjen. Dette ble kritisert fra forskerhold, ikke minst av forskere i flere av de humanistiske fagene, som opplevde det som paradoksalt at

det nye kunnskapssamfunnet hadde mindre rom for en forskning som kunne fremme norsk kultur og nye kreative uttrykk.

Mye av IKT-forskningen i denne første fasen etter Chaffey-kommisjonen ble nettopp finansiert med forskningsmidler fra det store IKT-fondet. Engelsk ble gjort til undervisningsspråk ved de fleste norske universiteter, og NTNU inngikk forpliktende teknologipartnerskap med internasjonale universiteter på sine viktigste kompetanseområder. Denne utviklingen ble muliggjort blant annet gjennom gunstige finansieringsordninger for internasjonale partnerskap. Den utenlandske studenttilstrømningen til utvalgte studier på norske læresteder vokste også.

Samtidig utviklet arbeidslivets parter nye læringsarenaer og læringsformer i samarbeid med de mest innovative og markedsorienterte akademiske institusjonene. Startskuddet var kampanjen "Tæring etter læring", som samlet LO og NHO om et felles budskap etter krangelen om Kværnermiseren. Nå fikk ambisjonen om livslang læring et forpliktende innhold. Og nå oppstod det etter hvert et tettere samspill, større gjensidig respekt og en sterkere læring mellom arbeidslivet og academia. Endringstakten gjorde at noen universiteter slet med å finne seg til rette. Enkelte fakulteter ble slått sammen eller nedlagt. Universitetet i Oslo så seg nødt til å kutte i sitt brede IKT-tilbud for ene og alene å konsentrere seg om informatikk. Konkurransen i de andre delene av IKT-faget var rett og slett blitt for hard.

Forskningsfondet fikk etter noen politiske komplikasjoner rett til å satse på høyrisikable teknologi-prosjekter. Nye bedrifter ble også etablert med egenkapital fra Argentum og med støtte fra veletablerte, pengesterke IKT-selskaper. Mobiltelefonoperatørene i Norge inngikk avtale med det norske selskapet Opera om å utstyre alle landets mobiltelefoner med nettløsere spesialdesignet for kommunikasjon med offentlige nettløsninger. Rekrutteringen av forskere og andre kunnskapsmedarbeidere på det internasjonale arbeidsmarkedet skjøt fart, og ble muliggjort av tette klynger av IKT-bedrifter og spesialiserte forskningsmiljøer som hadde fingeren på pulsen i den internasjonale IKT-utviklingen. Gode boforhold og muligheter til en spennende fritid bidro til en mengde nysatsinger på "elektronikk-kysten" – den dynamiske strekningen Kongsberg–Tønsberg–Arendal.

Til å begynne med var det ikke mulig å se så mange praktiske utslag av anstrengelsene for å utløse innovasjon. Det skyldtes ikke minst at tunge bru-

kere av IKT i næringslivet, offentlig sektor og privatmarkedet var skeptiske, og bevisste på pris, nytte og kvalitet. Mye av forskningsinnsatsen i perioden 2005-2010 ble derfor rettet inn mot samfunnsmessige behov knyttet til sikkerhet og overvåking, forsvarsanvendelser, miljøovervåking og modernisering av offentlig sektor. Utviklingen ble også holdt noe tilbake av resistente datavirus og et par tilfeller av dramatiske datainnbrudd, bl.a. i Husbanken og Helsedirektoratet.

Better safe than sorry

- **sikkerhet som driver**
- **oljeprisene faller**

Den nasjonale sikkerhetssituasjonen var blitt et stadig viktigere politisk tema etter at Norge gjentatte ganger hadde mottatt vage trusler fra ytterliggående muslimske grupperinger. Det var nærliggende å tro at uviljen skyldtes den norske deltagelsen i vanskelige fredsoperasjoner, men ingen kunne være helt sikre på sammenhengen. Den første større terroraksjonen på norsk jord etter den annen verdenskrig inntraff da et lokaltog i Oslo-området ble utsatt for sabotasje høsten 2006. 17 mennesker ble drept.

Den uklare situasjonen i Midt-Østen og Kaukasus gjorde at Norge, i likhet med andre europeiske land, hadde behov for nye avanserte IKT-løsninger til overvåking og samfunnssikring. Forsvarsindustrien var en stor kunde av IKT-forskning og presset på for å få frem nye IKT-produkter til militære formål. Disse behovene gav penger i kassen for norsk industri og forskningsvirksomhet. Metoder og teknologi som ble utviklet i den militære forskningen, viste seg også å være anvendelige på sivile områder, i tråd med erfaringer fra både første og annen verdenskrig.

Økende eksport fra OPEC-landene og global energiøkonomisering utløste lave oljepriser og forvirring i norsk energipolitikk. OPECs problemer skyldtes spesielt Saudi-Arabias overproduksjon etter kong Fahd bin Abdul laziz' fall i 2007, som markerte starten på en periode med politisk ustabilitet i Gulfen. Mange stilte spørsmålet om det hadde vært klokt av Norge å satse så ensidig på å utvinne enda mer fra Nordsjøen i tiden etter 2004. Burde vi ikke i det minste sikre de energikildene vi faktisk rådde over? Den nye følelsen av sårbarhet gav raskt støtet til en forsterket overvåking av feltene i Nordsjøen.

Norge ser mot Europa

- **internasjonalt samarbeid forutsetning for suksess**
- **i tråd med EU**
- **forskning for næringslivet**

Norge engasjerte seg i perioden mot 2010 enda mer i EUs forskningsinitiativer og deltok aktivt i dannelsen av et fritt indre marked for forskning – ERA. Skulle vi nå forskningsambisjonene i Lisboa-strategien, måtte vi åpne norske programmer for utenlandsk deltagelse og bygge nye nettverk. Sammen med Nederland og Danmark gikk Norge i spissen for en europeisk programvarepolitikk basert på åpenhet. EUs forskningsprioriteringer ble i stor grad gjort til våre egne, samtidig som vi dyrket såkalte nisjer innenfor nisjer. Spesielt nisjer for IKT kunne man særlig finne innenfor utvinning av olje og gass, modernisering av offentlig sektor og forbrukeranvendelser.

Avstanden mellom forskningsgjennombrudd og innovasjoner kunne ofte være forbløffende kort. EUs forskningsprogrammer gjenspeilte og forsterket denne utviklingen. ERA ble ansett som en arena for et helhetlig, strategisk europeisk samarbeid om forskning, utvikling, utdanning og innovasjon.

Det ble også etablert felles kvalitetsstandarder og minimumskrav for europeisk forskning. Teknologivurdering og samfunnsdialog, et felt som lenge hadde levd litt på siden av det forskningspolitiske samarbeidet, fikk en ny renessanse i 8. rammeprogram (2011–2015).

Forskerne fungerte ofte som katalysatorer for internasjonaliseringen i næringslivet. Det gjorde de ved å hjelpe bedriftene med å knytte kontakter med europeiske kompetansmiljøer som kunne sikre en globalt relevant produktutvikling og adgang til nye interessante markeder. Norsk næringsliv, som tradisjonelt hadde forsket mindre enn næringslivet i andre OECD-land, innså nå mer og mer at egen forskning kunne være en livsforsikring i den stadig tøffere konkurransen og en inngangsbillett til markedene i Europa og resten av verden. Det fantes eksempler på vellykkede norske bedrifter som i flere år utbetalte små utbytter slik at de kunne pløye mesteparten av overskuddet inn i forskning og utvikling.

Resultatene kommer

- **dramatisk modernisering av offentlig sektor**
- **nytt velferdsbegrep**
- **staten stimulerer**

I 2009 ble det satt i gang en storstilt modernisering av norsk offentlig sektor. Den utløsende faktoren var den nesten eksplosjonsartede økningen i sosial-utgiftene og trygdeutgiftene i kjølvannet av arbeidsledigheten. De samlede utgiftene steg med 40 % fra 2004 til 2009. Skiftende regjeringer hadde jobbet med modernisering og forenkling siden tidlig på 1990-tallet, men uten at det var blitt stort mer enn varm luft. Nå måtte man ty til øksa, og da kom kriseforståelsen. Finansieringen av offentlige tjenester ble i større grad aktivitetsbasert, og man fikk en sterkere kobling mellom beskatningen og beskatningens formål.

Den norske velferdsmodellen var definitivt under press. Det var mindre rom for å ta vare på likhetsidealene enn før. Men i debatten etter Chaffey-kommisjonens innstilling utkrystalliserte det seg en ny politisk forståelse. Det ble påpekt at sosiale garantier ikke var mindre viktig i en periode med raske omstillinger, tvert imot: Offentlig velferd tar byrdene ved dyre helsetjenester og forsikringer vekk fra partene i arbeidslivet, og sikrer landet en kompetent arbeidsstyrke. Samtidig ble det presisert at kunnskapssamfunnet forutsetter aktive, ansvarsbevisste borgere. På dette grunnlag ble det oppnådd politisk enighet om en plan for å berge kjernen i velferdsstaten. De nye velferdsordningene stilte strengere krav for å kunne motta støtte.

Samtidig gjennomgikk norske kommuner og fylkeskommuner et hamskifte. Vi fikk storregioner og kommuneallianser som gjenspeilte nordmenns bo- og arbeidsmønstre på en bedre måte. De fleste av de nye storregionene kunne også appellere til gamle identiteter, noe fylkeskommunene ikke hadde gjort. Storregionene oppnådde derfor på kort tid betydelig selvstyre. Inspirert av regioner som Flandern og Wallonia skaffet de seg også rett til å skrive ut skatt. Det offentlige tilbudet på regionalt nivå ble bredere og mer nyansert enn før, men prisen var kan hende at de sosiale forskjellene økte, både innad i regionene og mellom dem.

Etter stortingsvalget i 2009 var det derfor klima for en reform av det offentlige servicetilbudet. Verdiskapingsminister Gry Larsen tok initiativet til et bredt samarbeid mellom staten, kommunene, utvalgte bedrifter og landets ni universiteter. Målet var å få fart på fornyelsen og effektiviseringen av offentlig sektor ved hjelp av digitale løsninger. Kommunikasjon med publikum ble satt i høysetet. Bestillingssystemer, kvalitetssammenligninger, løpende brukerundersøkelser og borgerkontoer for elektroniske tjenester ble utviklet. Denne nye given førte til intensivert produktutvikling og nye arbeidsplasser i norsk IKT-næring. Nye eksportmuligheter

dukket også opp, særlig fordi man kunne spille på det kontinentale Europas forestillinger om skandinaviske åpenhet og sans for brede politiske prosesser.

Næringer som olje og gass, prosessindustri, shipping, havbruk og finans var sterkt avhengige av IKT og bidro til å skape oppgaver for IKT-forskningen. Det ble organisert "nasjonale dugnader" for å utvikle løsninger for heldigitaliserte oljeplattformer, dataovervåking av brønner, miljøovervåking i havbruket og trygg transport og trafikk.

Noen norske miljøer hadde styrke nok til å være med i ambisiøse EU-prosjekter som tok sikte på å utvikle en ny og enklere virkelighet for IKT-brukerne. Det ble jobbet med systemer som kunne konfigurere, korrigere og beskytte seg selv. Utfordringene var kolossale, men det var også de potensielle gevinstene.

Etter en periode med lavere vekst begynte resultatene av satsingen å materialisere seg i tiden 2010–2011. Veksten i IKT var ikke til å ta feil av, selv om den var vanskelig å måle – IKT var jo innvevd i det meste! Det viste seg at IKT og andre kunnskapsbaserte og kreative næringer styrket hverandre gjensidig. Behovet for kompetanse på kommunikasjon, software/spill, opplevelser, design, nye media og konsulenttjenester økte kraftig i alle deler av samfunnslivet.

Selskapet IRIS var en spydspiss i en utvikling som smått om senn gav norske miljøer troen på at de kunne få til internasjonale suksesser. IRIS opplevde et gjennombrudd da selskapets løsning for identifikasjon ble godkjent av EU-kommisjonen. En rekke EU-land gikk til innkjøp av identifikasjonssystemer til bruk på flyplasser, grenseoverganger og i offentlig sektor. Også europeiske finanskonserner og private bedrifter skaffet seg patenterte IRIS-løsninger for trygg autorisasjon. Veksten fortsatte i årene som fulgte, både i IRIS og i selskaper som hadde spesialisert seg på IKT-anvendelser for olje og gass, finans, offentlig brukerforenkling, mobile løsninger for samfunns- overvåking m.m.

Humankapitalister

- flere universiteter med internasjonal status
- nettbaserte studier
- kunnskapsinnvandring

Den største nasjonale utfordringen rundt 2011 var imidlertid å sikre at landet hadde kompetansen og de menneskelige ressursene som skulle til for virke-

lig å ta spranget inn i kunnskapssamfunnet. Det trengtes flere nettverk, flere samarbeidspartnere i Europa, flere brohoder til kompetansemiljøene i Sørøst-Asia. Det var nødvendig å skape grobunn for nyskaping i alle deler av norsk arbeidsliv. Det fantes et klart behov for nye og mindre hierarkiske arbeidsformer. – Vi kan ikke fortsette å tro at det er nok å gi enda mer penger til forskningssystemet slik det ser ut i dag, uttalte rektoren ved Universitetet i Oslo.

Mange ble forbløffet over å høre slik tale fra en universitetsrektor, men de fleste gav henne rett. Politikere, næringslivsledere og forskere i de nye storregionene gikk i bresjen for en nasjonal strategi for å skaffe landet flere universiteter med internasjonal status. Høgskolen i Agder fikk universitetsstatus, likeså Høgskolen i Vestfold, og begge satset på forskning og utviklingsarbeid i tett tilknytning til IKT-klyngene på Sørlandet og langs "elektronikkysten". De nye universitetene introduserte nettbaserte doktorgradsstudier og andre nyvinninger, og var oppsatt på å tiltrekke seg utenlandske studenter og bygge virtuelle forskernettverk med internasjonale forgreninger.

Samtidig rendyrket de etablerte universitetene mer elitepregede studier, oppmuntret av de gode resultatene med Sentre for fremragende forskning og Sentre for fremragende innovasjon. Studiene var prestisjebetonte, og det varte ikke lenge før en ny generasjon med unge ambisiøse norske forskere gjorde seg gjeldende. Men presset på å levere akademiske resultater kunne ofte bli stort.

Stortinget hadde i 2010 åpnet for massiv kunnskapsinnvandring til Norge. Norge var som kjent et land for "spesielt interesserte", og regjeringen innså at det også var nødvendig å gå utenlands for å få den kompetansen man trengte for å holde i gang den gryende veksten innenfor IKT og annen kunnskapsbasert næringsutvikling. Etter mye debatt frem og tilbake ble det lagt opp til en internasjonal hodejakt. Det ble opprettet et større antall studieplasser for utenlandske studenter, ikke minst på de nye universitetene. Nye generøse stipendordninger med innlagt rett til gratis skikurs m.m. så dagens lys. Det ble også gitt et generelt innvandringsamnesti for personer med spesiell og interessant kompetanse. UDI opprettet en ny spesialenhet for å ta seg av dette, og fokuserte nå på import av kunnskapsrike mennesker i stedet for rask utsendelse.

For å få talentfulle unge norske forskere til ikke bare å reise ut, men til å komme hjem igjen, ble det utformet insentiver og nye gradsordninger som forutsatte og premierte norsk deltagelse i globale forskernettverk.

Etikk, takk!

- **konvergens og dilemmaer**
- **først restriktivt og lukket**
- **så gav politikerne litt etter**

Teknologiutviklingen gikk fort i denne perioden. Det fantes et stadig behov for diskusjoner om og grensdragninger mellom etikk, jus og teknologi. Den begynnende sammensmeltingen av nanoteknologi, bioteknologi, biomedisin, materialteknologi, kognitiv teknologi, nevrovitenskap og IKT stilte det norske samfunnet overfor nye dilemmaer. Sammen med de konvergerende teknologiene satte utviklingen innen systemtenkning, matematikk og datakraft forskerne i stadig bedre stand til å forstå mennesket, naturen og samfunnet.

I Norge valgte man en restriktiv strategi med hensyn til grensesnittet teknologi/levende liv. Norge var til å begynne med avventende til Converging Technologies for the European Knowledge Society – CTEKS. Norge sa nei til å delta i flere av programmene i EUs 7. og 8. rammeprogram. Denne tilbakeholdenheten, som var i slekt med den avvisende holdningen til bioteknologisk forskning i enkelte politiske kretser på 1990-tallet, bremset den norske kompetanseutviklingen.

Både forskningsmiljøene og næringslivet gikk etter hvert i rette med denne politikken og tok til orde for at vi skulle delta på bred front. Kritikernes hovedargument var at vi risikerte å bli hengende etter på viktige felt, og at vi kunne gå glipp av neste bølge i verdiskapingen. Dette presset førte til at politikerne gav etter, og at Norge etter hvert valgte å delta, dog med reservasjoner.

Norge mot 2015

- **Norge og ERA**
- **flytende fagdefinisjoner, interne spenninger**
- **Norge delt og mindre homogent**
- **teknologien overalt og usynlig**
- **hva er et menneske?**

Veien mot 2015 var preget av både suksesser og fiaskoer i næringslivet og i forskningssystemet. Noen bedrifter som ble etablert på basis av gunstige rammebetingelser og nye ideer fra forskermiljøene, greide å hevde seg i den sterke internasjonale konkurransen. Men mange av satsingene hadde ikke livets rett og gikk konkurs.

I 2015 jobber den "typiske" IKT-forskeren like mye internasjonalt som nasjonalt. Hun pendler mellom norske og ERA-initierte programmer. Kravet til flerfaglighet og tverrfaglighet er større enn i 2004, samtidig som hun må bruke mye tid på å koble seg opp mot forskjellige teknologiske "hot spots" rundt om i verden. Søknadsskriving er viktig – men ikke så viktig som alliansebygging, teknologiovervåking og teknologivurdering. Fagdefinisjonene er blitt utfordret, og teknologene jobber stadig oftere i skjæringsfeltet samfunn/menneske/teknologi.

De fleste forskere har erfart at forskeryrket har fått høyere status, samtidig som resultatorienteringen og konkurransen er blitt skarpere. Forskere som hevder seg, kan bli stjerner, selv i det forholdsvis nøkterne Norge. Men det er også noen som vantrives og gjemmer seg bort i en krok på universitetet. Omløpstakten for forskningsresultater har økt, og kravet til publisering er blitt skjerpet i en globalisert og sammenkoblet forskerverden. Det er også stadig flere som pendler mellom næringsliv, forskning og akademia, noe alle parter ser verdien av.

Satsingen på teknologi og realfag innenfor forskning og utdanning har også ført til at det er blitt utviklet nye studier i grenselandet mellom teknologi og humaniora, og mellom teknologi og samfunn. Det var kanskje uunngåelig at det ville oppstå flere spenninger blant norske akademikere? Anspente forhold finner man mellom fagområdene, mellom gamle og nye universiteter, og innad i fagmiljøene. Spenningene har gitt grobunn for strukturendringer i universitets- og høyskolesystemet. Flere av universitetene har vært gjennom drastiske endringer, et eksempel er Universitet i Bergen, som ble splittet opp i flere mindre spesialiserte enheter i 2011.

Norge er i 2015 et delt og mindre homogent samfunn enn i 2004. De "vellykkede" – de som behersker teknologien og som har kompetanse og endringsevne – har høy status. I et kunnskapsfokuserert samfunn må flere ta ansvar for egen situasjon og egen kunnskapsutvikling. Mange faller utenfor: De orker ikke å tilegne seg ny teknologi og kunnskap. De sosiale forskjellene og menneskelige problemene vokser.

Teknologiutviklingen og "vitenskapspushet" har åpnet en rekke nye muligheter som få om noen kunne ha forestilt seg på begynnelsen av 2000-tallet. Teknologien er overalt og i økende grad usynlig. Semantisk web, smarte materialer, intelligente omgivelser, agile produksjonsteknikker og nanoteknologi har revolusjonert måten vi skaper verdier på.

Samtidig har IKT forandret hvordan vi samhandler, lærer og kommuniserer som mennesker,

noe som gir seg utslag i nye organisasjonsformer, tverrfaglighet, endrede verdikjeder i næringslivet, design og produksjon på tvers av geografiske og kulturelle grenser, og en annerledes, mindre autoritær offentlig sektor.

Det største spranget når man ser tilbake fra 2015, knytter seg imidlertid til definisjonen av liv, livskvalitet og hva som egentlig utgjør et menneske. Noen vil hevde at IKT-forskningen og teknologiutviklingen har hevet livskvaliteten i 2015, men alle er ikke enige i det. Debatten om minefeltet etikk/jus/teknologi er høyst levende i 2015, og det norske samfunnet opplever store spenninger knyttet til en rekke meget vanskelige spørsmål ...

Et glimt fra en forskers hverdag i 2015:

Tone,

Klokken er halv åtte, det er lørdag, utenfor er det allerede blitt 21 varmegrader, og fra parken nede ved Donau kanal kan jeg høre de første ungene som har kommet ut for å leke. Jeg har kjøpt rundstykker hos bakeren på hjørnet og laget kaffe, det er lørdag og jeg tror denne leiligheten er noe av det lureste jeg har gjort.

Beklager at jeg ikke har svart før. Det var fint å høre fra deg igjen, etter så lang tid, men tidene etter sommeren har vært relativt kaotiske. I august var jeg nesten tre uker på reise, og den første uken av desember gikk med til rapporten som instituttet skal presentere før jul.

Livet har rett og slett blitt ganske annerledes, etter at ERA garanterte for grunnfinansieringen i prosjektet for 2 år siden. For det første tilbringer jeg jo minst en uke i måneden her nede i Keiserens by, for å koordinere arbeidet i Oslo med det som skjer her. Her nede er det sikkerhetsaspektene, og særlig krypteringsbiten, som står i sentrum, mens prosjektene i Norge er knyttet mot IRIS og identifisering av brukeren. Og i kulissene vaker eGo, som vil ha den nye versjonen av velgerterminalene klare til valget i USA i 2016. De skyter inn de pengene ERA ikke garanterer for, mot at de får eiendomsretten til en del av resultatene. Kontraktene i USA er visstnok verdt nesten en halv milliard, bare for det kommende valget, så her er det mye som står på spill.

Det største problemet nå er de organiske IRIS-forfalskningene som er utviklet et eller annet sted i Asia, og som i verste fall gjør det mulig å "fake" seg til en identitet. Vi har vært nødt til å dra inn en del nye folk fra medisin og "reservedelsvitenskapene" for å håndtere denne biten, og det er utfordrende å forholde seg til noe som er så annerledes fra det binære universet jeg tilbringer mest tid i.

I tillegg til Wien-Oslo-pendlingen tilbringer jeg minst like mye tid ute hos de bedriftene vi samarbeider med. Det er hele tiden forskningen som står i sentrum, men noen ganger må jeg sjekke visittkortet mitt for å forsikre meg om at jeg ikke har blitt forretningsmann. Som du ser, det går unna. Men det lønner seg, som jeg skjønner at du har skjønt, hehe. Jeg rekker ikke å tømme kontoen fra én lønningsdag til en annen, og det var aldri noe problem tidligere.

Så til det du spør om. Jeg skjønner veldig godt frustrasjonen din i forhold til finansieringen av prosjektet ditt. Hvis du ikke klarer å synliggjøre relevans i forhold til ERA og CTEKS, er det lett å komme til kort. Og kontorene oppe i 12. etasje er ikke spesielt romslige, I know.

Jeg lover å kontakte deg så snart vi har gjennomgått bemanningsbehovet for testperioden våren 2016, og kanskje vi kan drikke kaffe bak Stephansdomen en gang i mars.

Alt godt fra

Marius

SINTE

Vedlegg





Vedlegg A:

Forskningsutfordringer i IKT-forums rapport (2001)

For å betegne utviklingen av IKT mot en samfunnsomgripende teknologi har IKT-forum valgt å benytte begrepet "innvevd IKT". Begrepet uttrykker at IKT blir allestedsnærværende, en teknologi som fullstendig omgir og omslutter vårt miljø. Ut fra en visjon om "innvevd IKT" ser IKT-forum store forskningsutfordringer og interessante muligheter for å utvikle ny innsikt i de vel etablerte temaområdene innenfor basis-IKT og for anvendt og tverrfaglig IKT. IKT-forum skisserer i det følgende tre områder for tematiske prioriteringer samt et tverrgående område.

Disse områdenes relative betydning og innbyrdes størrelse varierer og vil variere over tid. For tiden er det enorme utfordringer innenfor informasjonsforvaltning, brukergrensesnitt og programvare, fordi de er kritiske komponenter og har betydning for også de øvrige områdene. Kommunikasjonsteknologi og nettverk er et stort område med store teknologiendringer innenfor nettverk og nettverk-sarkitektur og som følge av et stort og økende behov for større båndbredde og mer sømløse kommunikasjonsnett. Mikrosystemer og nanoteknologi ventes å få økende betydning fremover med miniatyrisering og bruk av innvevde systemer på stadig nye områder og i økende omfang. Og på tvers av disse områdene er det en rekke utfordringer knyttet til anvendelser og til den samfunnsmessige utviklingen. Områdene samsvarer i stor grad med tilsvarende satsinger internasjonalt, bl.a. EUs fokuserte IKT-områder i 6. rammeprogram.

En rekke *nøkkelt teknologier* må utvikles og videreutvikles. Dette er de teknologiske forutsetningene for å realisere "innvevd IKT". For det første må det veves inn "intelligens" i mange flere komponenter. Dersom disse skal kunne inngå i en større systemsammenheng, kreves nye løsninger for distribuerte systemer. Kommunikasjonen vil i økende grad være trådløs og basert på Internett-teknologi over mobile nett. For å legge til rette for at slike systemer, som dels griper i hverandre med komponenter som kan inngå i flere systemmessige sammenhenger, trengs multidomene nettverksadministrasjon for heterogene nett. Dagens atskilte stamnett og aksessnett vil konvergere. For å få tilstrekkelig raske og små komponenter er det behov

for en ny generasjon komponenter basert på mikro-, optoelektronikk og nanoteknologi.

Virkemidler for å skape tillit og tiltro må utvikles. Både sikkerhetshensyn og hensyn til personvern må ivaretas. Her skapes det utfordringer som langt overstiger dem vi har sett hittil. Med brukergrensesnitt og kommunikasjonsmuligheter overalt vil flermedialt innhold være hovedregelen. Dette krever nye metoder, verktøy og teknikker for produksjon, distribusjon og forvaltning av innhold. Brukeren vil møte multimodale og tilpasningsdyktige brukergrensesnitt tilrettelagt for den enkelte. Og flerspråklige dialoger vil være en selvfølge.

Elementer til denne teknologiske basisen finnes allerede, men for å realisere "innvevd IKT" må de videreutvikles og bygges inn i store systemer med kommunikasjon mellom et utall komponenter. Enorme mengder informasjon skal forvaltes og formidles. Og ikke minst skal dette skje innenfor forsvarlige samfunnsmessige, kulturelle og økonomiske rammer. Her ligger det store forskningsutfordringer, som norske forskningsmiljøer bør gripe fatt i, ikke fordi visjonen nødvendigvis blir realisert, men fordi den i seg selv reiser viktige spørsmål der svarene kan ha stor betydning, selv om utviklingen tar en annen retning.

Nedenfor følger IKT-forums forslag til prioriteringer innenfor de fire temaområdene:

1. Informasjonsforvaltning, brukergrensesnitt og programvareteknologi

Siden IKT-systemer tas i bruk på de fleste områder i nærings- og samfunnsliv, blir det avgjørende at kvalitet på programvare og gode grensesnitt er tilpasset brukeren og bruksomgivelsene. Av samme grunn er metoder og teknikker for å utvikle storskala systemer, og for forvaltning av enorme informasjonsmengder, sentralt. På dette området er det en rekke sterke fagmiljøer i Norge, og vi har en stor programvareindustri som trenger slik kunnskap.

IKT-forum anbefaler at følgende temaer prioriteres:

- Prosesser, metoder og teknikker for utvikling og drift av robust og pålitelig programvare for virksomhets- og sikkerhetskritiske IKT-systemer, herunder empiriske studier av utviklingsprosesser og

programvareutviklingsprodukter med sikte på forbedringer i prosesser, metoder og verktøy.

- Informasjonsforvaltning med håndtering av uklare, motstridende og ustabile brukerkrav, semantisk modellering av heterogen og distribuert informasjon og tilhørende prosesser, samt lagring og forvaltning av store distribuerte datamengder og evolusjon av informasjonssystemer og informasjonssystemarkitekturer.
- Tillitsteknologier som sikker ID/autentisering, mikrobetalingsystemer, biometri og bruk av avanserte krypteringsteknikker.
- Brukergrensesnitt som tilpasser seg brukerens krav, preferanser og omgivelser, herunder multimodale systemer (multispråklig, multikanal og multiformål) for norsk tale, mønstergjenkjenning, gestikulering mv.

2. Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur

Konvergens mellom heterogene faste og mobile nett og økende vekt på mobil kommunikasjon skaper forskningsutfordringer som sterke norske fag- og forskningsmiljøer har gode forutsetninger til å bidra til. Bygging av store og massivt distribuerte nettverk og systemer er en sentral utfordring fremover, og vil bl.a. kunne bidra til løsninger knyttet til tjenestekvalitet og betaling for innhold på nettet, utfordringer som er sentrale for videre utvikling og fremvekst av bredbånd.

IKT-forum anbefaler at følgende temaer prioriteres:

- Håndtering av kompleks heterogenitet med sømløs mobil og fastnett infrastruktur og med krav til tjenestekvalitet og mer optimal utnyttelse av frekvensressurser for å øke kapasiteten i trådløs kommunikasjon.
- Dynamisk rekonfigurerbare nettverk, herunder programmerbare aktive nettverk, og dynamiske, massivt distribuerte ad hoc-nettverk med utallige aktører og enheter for kortvarige oppgaver, eksempelvis mikrobetalingsystemer for "innhold".
- Håndtering av heterogenitet og skalerbarhet for distribuerte systemer, tjenester og applikasjoner.
- Sikkerhet og pålitelighet i transaksjoner og infrastrukturer (for e-handel, e-forvaltning mv.)

3. Mikroteknologi, mikrosystemer og nanoteknologi

Mikrosystemer og ytterligere miniatyrisering ved hjelp av nanoteknologi skaper store forskningsutfordringer innenfor et bredt IKT-faglig spekter, og ventes å være et viktig område for nyskaping, innovasjon og verdiskaping fremover.

IKT-forum anbefaler at følgende temaer prioriteres:

- Design, test og produksjonsprosesser for økt ytelse, ytterligere miniatyrisering og ny funksjonalitet.
- Aktive enheter med sensorer til grensesnittsystemer.
- Miniaturiserte instrumenteringssystemer.

4. Samfunnsmessige, økonomiske og kulturelle utfordringer og anvendelser

En rekke nye utfordringer oppstår når distribuerte nettbaserte løsninger skal tas i bruk, og særlig når et stort antall brukere og organisasjoner skal delta i en transformasjon til en helt ny måte å organisere og utføre oppgaver på. Også de rettslige rammevilkårene må oppdateres når de forretningsmessige omgivelsene endres. Et område der dette er særlig synlig, er de endringer vi ser i media og innholdsindustrien. Norge og norske fagmiljøer har gode muligheter til både teoretisk og empirisk forskning, bl.a. fordi Norge har høy utbredelse og bruk av IKT i så godt som alle samfunnssektorer.

IKT-forum anbefaler følgende temaer prioriteres:

- Nettbaserte anvendelser og distribuerte applikasjoner for ulike former for nettbasert samarbeid, læring, undervisning, forskning, kunnskapsdeling mv.
- Empiriske studier av store transformasjoner med IKT som lykkes, og som ikke lykkes.
- Innhold, konvergens, nye medier og språkteknologi.
- Rettslige rammevilkår og forretningsmodeller for nettbasert tjenesteyting og forretningsvirksomhet.

Vedlegg B:

Scenarieprosessen – noen foreløpige vurderinger

Scenarieprosessen i UTSIKT har gitt en rekke nyttige erfaringer. I det følgende presenteres noen foreløpige observasjoner og vurderinger, med vekt på å belyse innovative trekk.

- Scenarieprosessen har brakt sammen aktører som normalt ikke møtes til felles refleksjon og strategisk diskusjon. IKT-feltet har et oppsplittet preg, og scenarieprosessen har vært en ramme for en strukturert fremtidsdialog om spørsmål som ellers sjelden drøftes i et helhetsperspektiv. Deltagelsen har vært relativt bred, og har omfattet rådet, forskningsmiljøene, næringslivet, bransjeorganisasjoner, departementene (NHD, UFD) mv. Utenlandsk ekspertise har også vært involvert (Camilla Modeér og Birte Holst Jørgensen). Kontakten mellom rådet og viktige eksterne aktører er blitt styrket, og UTSIKT ser ut til å ha bidratt positivt til utviklingen av nye nettverk.
- Scenariearbeidet og strategidiskusjonene har trolig gitt rådet et større tilfang av synspunkter og et bedre innblikk i rådende tenkning i sektoren. Scenariene gir et godt bilde av mye av den usikkerhet som eksisterer, inkl. viktige aktørers bekymringer og håp for fremtiden. Gjennom scenariene og det øvrige bakgrunns materialet har rådet fått et mer solid grunnlag for strategiske beslutninger om organiseringen av VERDIKT og arbeidet med å forenkle og styrke rådets samlede IKT-portefølje.
- Arbeidet i UTSIKT har virket integrerende innad i Forskningsrådet. Samarbeidet på IKT-feltet har tradisjonelt hatt et usystematisk preg, og det har vært liten reell koordinering av programmer med fokusering på henholdsvis grunnforskning, anvendt forskning, brukerstyrt forskning og innovasjon. Gjennom UTSIKT er det allerede oppnådd en tettere samkjøring.
- Scenarieprosessen har trolig gitt impulser til en sterkere fremtidsorientering i en sektor som av flere grunner preges av korte tidsperspektiver. Vi har blant annet grunn til å tro at scenariene allerede har kommet til nytte for andre IKT-aktører, bl.a. SINTEF IKT, Borg IT Forum og Teknologirådet.
- Scenariene har vakt interesse i media. Bl.a. har Teknisk Ukeblad laget en større reportasje (6 sider) om UTSIKT-scenariene, og medlemmer av prosjektgruppen har vært intervjuet i bl.a. P1 og Microsoft Magazine (vedlegg til Kapital). Scenariene har dermed bidratt til å skape offentlig oppmerksomhet og debatt om norsk IKT-forskning. (Se "foresight i norske medier" på hjemmesidene for fremtidstenkning).