

Veien videre for IKT-satsing i Forskningsrådet

Innhold

1	Sammendrag.....	2
2	Bakgrunn og målsetting.....	3
2.1	Bakgrunn	3
2.2	Målsetting med kunnskapsgrunnlaget	3
2.3	Organisering av arbeidet – interne og eksterne prosesser	4
3	Overordnede føringer: Nasjonalt og internasjonalt	5
3.1	Føringer for fremtidens satsing på IKT-forskning.....	5
3.2	Samfunnsutfordringer i dag og i morgen	8
3.3	Kunnskapsområder.....	12
3.4	IKT-forskning og -utvikling må ta høyde for det uventede.....	14
3.5	Grunnlaget for strategiske prioriteringer innenfor IKT-forskningen.....	15
4	Situasjonsbeskrivelse: Forsknings- og innovasjonslandskapet for IKT	17
4.1	IKT-forskning i UoH og instituttsektor	17
4.2	Internasjonalt samarbeid	19
4.3	Forskningsrådets IKT-satsing	22
4.4	IKT-næringen	25
4.5	IKT-FoU i næringslivet.....	28
4.6	Offentlig sektor.....	29
5	Analyse og diagnose: Hvor står norsk IKT-FoU	31
5.1	Hvor står vi – oppsummering av situasjonen for norsk IKT-FoU	31
5.2	Forskningsrådets rolle som pådriver for endring	32
6	Veien videre: Utfordringer og muligheter for fremtidig satsing på IKT.....	36
6.1	Prioriterte forskningstemaer	36
6.2	Analyse av virkemiddelbruk	41
6.3	Forslag til virkemidler og tiltak for å svare på forskningsbehovene	44

1 Sammendrag

IKT er en stor næring og en muliggjørende teknologi. Bruk og utvikling av IKT er avgjørende for fremtidig verdiskaping og for å møte fremtidens utfordringer.

44% of næringslivets FoU innsats is related to ICT accounts for 7.2 mrd NOK in 2009

Det foretas betydelige investeringer til forskning og utvikling (FoU) innenfor IKT. IKT utgjør en betydelig andel av næringslivets FoU-innsats (7,2 mrd. kroner i 2009 – rundt 44 %). Om lag 800 millioner kroner i porteføljen til Forskningsrådet går til IKT-forskning. Av disse har en mindre andel, i størrelsesorden 150-200 millioner kroner årlig, vært målrettet inn mot IKT-feltet gjennom det Store programmet VERDIKT. Både fagevalueringen av IKT-forskningen og evalueringen av Forskningsrådet konkluderer med at det underinvesteres i IKT-forskning.

Hensikten med dette dokumentet er å legge grunnlaget for at fremtidens satsing på IKT-forskning og -utvikling skal være bedre integrert, tydeligere målrettet, gi bedre resultater, ha en bredere internasjonal orientering og i større grad bidra til å møte fremtidens utfordringer.

Vi anbefaler at fremtidens IKT-forskning og -utvikling må ha sin forankring både i aktuelle samfunnsutfordringer IKT kan bidra til å løse og i definerte kunnskapsområder. Ut fra brede forankringsprosesser og tilgjengelig kunnskap har vi identifisert seks samfunnsutfordringer og sju kunnskapsområder for fremtidens IKT-forskning og -utvikling.

Forskningstema i skjæringsfeltet mellom samfunnsutfordringer og kunnskapsområder er kandidater for en tematisk prioritering fra Forskningsrådets side. Med dette utgangspunktet har vi identifisert fire forskningstemaer som vi mener bør prioriteres:

- **Kompleksitet og robusthet:** Dette forskningstemaet handler om kompleksitet og robusthet i samhandlingen mellom menneske og maskiner, og i interaksjon mellom teknologi og samfunn.
- **Data og tjenester overalt:** Dette forskningstemaet handler om tilgjengelighet av data og tjenester overalt i samfunnet.
- **Et trygt informasjonssamfunn:** Dette forskningstemaet handler om sikkerhet, sårbarhet, beredskap og personvern.
- **IKT i grenseland:** Dette forskningstemaet handler om det store potensialet i samspillet mellom IKT og andre teknologier, som for eksempel nanoteknologi og bioteknologi.

Et særtrekk ved IKT-feltet er den svært høye endringstakten. Vi anbefaler derfor at en framtidig forskningssatsing innenfor IKT må være fleksibel og kunne endre vektlegging av prioriteringer etter hvert som samfunnet og forskningsfeltet endrer seg. Å ha grunnleggende norsk IKT-forskningskompetanse er en forutsetning for å få til slik endring. De fire forskningstemaene som er trukket fram må derfor komplementeres med en bredde-satsing på IKT-forskning utenfor disse temaene.

IKT-forskning og -utvikling må også fremmes gjennom andre, mer generelle virkemidler. IKT er et relativt modent forskningsfelt og det kan forventes at flere miljø vil hevde seg også på tematisk åpne konkurransearenaer. Ordninger for finansiering av forskningsinfrastruktur og anvendt IKT-forskning i tematiske programmer utenfor IKT-området vil også være viktige virkemidler for IKT-forskning. Med tanke på at den strategiske finansieringen av IKT-feltet er relativt liten sett i forhold til den totale finansiering av IKT-FoU, anbefaler vi sterkt at det utvikles sterkere samordning og koordinering av de forskjellige virkemidlene som er viktige for IKT-feltet.

Fokus på samfunnsutfordringer og kunnskapsområder:
- **Kompleksitet og robusthet**
- **Data og tjenester overalt**
- **Trygt informasjonssamfunn**
- **IKT og andre, e.g. nanoteknologi og bioteknologi**

2 Bakgrunn og målsetting

Fra det øyeblikket et menneske blir født er det omgitt av IKT. Fra det punktet vil livet og omgivelsene i stadig større grad digitaliseres. IKT vil omslutte mennesket i form av innhold og kunnskap og den vil bygge oppunder sosiale relasjoner og arbeid. Teknologien er til stede eksplisitt, men er også implisitt vedt inn i samfunnsfunksjoner, organisasjoner og den enkeltes hverdag. IKT bærer med seg kraft til ytringsfrihet, demokratisering og samfunnsendringer samtidig som den åpner spørsmål rundt personvern og sikkerhet.

IKT er av natur i rask endring og bidrar til endringer, også uventede. Å forstå IKT som sådan, dens gjennomgripende natur og endringskraft vil være en forutsetning for en robust utvikling til det beste for det enkelte mennesket og samfunnet.

2.1 Bakgrunn

Høsten 2011 besluttet Forskningsrådet å utarbeide et kunnskapsgrunnlag innenfor IKT som grunnlag for beslutningen om, og innretningen av, satsingen på IKT-forskning og utvikling fra 2015. Bakgrunnen er at VERDIKT, Forskningsrådets Store program for IKT-forskning, avsluttes i 2014. Budsjettdiskusjon for prioriteringene for 2015, starter våren 2013. For å sikre nødvendig kontinuitet i satsingen på IKT-forskning er det viktig at kunnskapsgrunnlaget foreligger i god tid slik at anbefalinger og alternative veivalg kan diskuteres grundig før de endelige planer legges.

basert på St.meld. #30 (2008-2009)

2.2 Målsetting med kunnskapsgrunnlaget

Kunnskapsgrunnlaget, slik det er beskrevet i denne rapporten, legger til grunn en overordnet målsetting for norsk IKT-forskning med utgangspunkt i de langsiktige forskningspolitiske målene som ble definert i St. meld. nr. 30 (2008-2009) "Klima for forskning". Kunnskapsgrunnlaget legger vekt på Forskningsrådets rolle som strategisk forvalter av offentlige forskningsmidler og prøver å balansere dette med Forskningsrådets medansvar for å ivareta samfunnets og næringslivets behov for IKT-forskning.

Denne rapporten skal danne grunnlag for den videre planlegging av en ny IKT-satsing i Forskningsrådet. Den er noe mer enn kun et faktagrunnlag som beskriver nåsituasjonen og konkret forskningsbehov; den omfatter også en diagnose av IKT-feltet, samt en analyse av utfordringer og muligheter i et 10-årsperspektiv med anbefalinger og forslag til mulige tiltak. I dette ligger valg og utforming av ulike tiltak som best kan benyttes for å stimulere til forskningsinnsats på de ulike kunnskapsområdene der det er identifisert forskningsbehov.

Forskningsrådet skal gjennom sin kommende IKT-satsing bidra til at Norge får et moderne, dynamisk og fleksibelt system for IKT-forskning tilpasset en virkelighet preget av høy faglig dynamikk og økende grad av kompleksitet, og der avanserte IKT-baserte produkter og tjenester fører til økende etterspørsel etter "state of art" kunnskap og kompetanse.

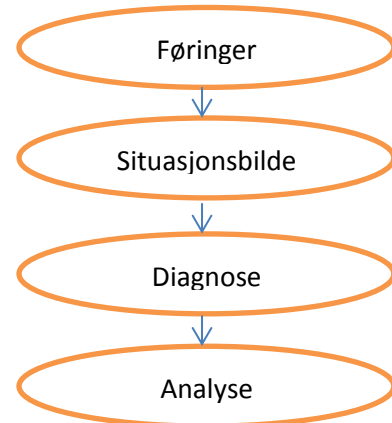
NFRs IKT satsing bidra til ... et moderne, dynamisk og fleksibelt system for IKT-forskningøkende grad av kompleksitet

2.3 Organisering av arbeidet – interne og eksterne prosesser

Arbeidet er gjennomført av en intern arbeidsgruppe i Forskningsrådet. I tillegg har arbeidet vært drøftet med porteføljegruppen for IKT, samt en intern referansegruppe med representanter fra utvalgte deler av Forskningsrådet der IKT-forskning er relevant. Arbeidsgruppen har hatt jevnlig dialog med FAD og andre sentrale departement om arbeidet med utforming av en nasjonal strategi på området.

Arbeidet med kunnskapsgrunnlaget er drøftet med eksterne aktører, både forskningsmiljøer, næringsliv, offentlige aktører og andre samfunnsaktører. Det er blitt arrangert flere «workshops», hvor sentrale aktører på utvalgte temaer har deltatt, og det er gjennomført en spørreundersøkelse (quest back). I tillegg er det avholdt en rekke dialogmøter og intervjuer med representanter for både næringsliv, forskningsmiljøer og offentlige aktører.

Logikken i dokumentet følger en vei fra eksterne og interne føringer, både nasjonalt og internasjonalt, som gir rammene (Kapittel 3), fortsetter så med et situasjonsbilde av landskapet i dag (Kapittel 4) som så danner grunnlag for en diagnose (Kapittel 5). På bakgrunn av de tidligere delene avsluttes dokumentet med en analyse (Kapittel 6) som skal peke ut mulige veier videre (se Figur 1).



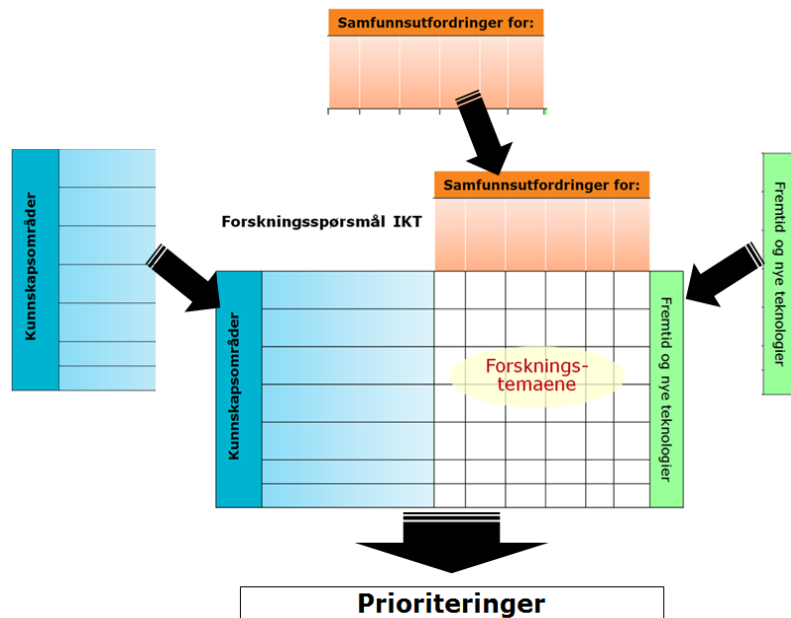
Figur 1. Logikken i dette dokumentet

3 Overordnede føringer: Nasjonalt og internasjonalt

3.1 Føringer for fremtidens satsing på IKT-forskning

De siste årene har det kommet en rekke dokumenter fra Regjering og Storting som trekker opp de overordnede føringene for fremtidens satsing på IKT-forskning. Stortingsmeldinga «Eit informasjonssamfunn for alle» (St. meld. nr. 17(2006-2007)) gir de overordnede linjene for IKT-politikken. Forskningsmeldingen *Klima for forskning* (St.meld.nr. 30 (2008-2009)) definerer det overordnede målbildet for norsk forskning som igjen kan lede til spesielle samfunnsutfordringer innenfor IKT. Innovasjonsmeldingen *Et nyskapende og bærekraftig Norge* (St.meld.nr. 7 (2008-2009)) viser hvordan IKT er en byggestein for innovasjon innenfor en rekke viktige sektorer nasjonalt og internasjonalt. Disse overordnede føringene har igjen blitt utdypet i forskjellige strategier som gir ytterligere bakgrunn for å utforme prioriteringer innenfor IKT-feltet. I forskningsmeldingen ble det vedtatt at regjeringen skulle legge fram egne forskningsstrategier for de tre generiske teknologiene bioteknologi, nanoteknologi og IKT. Det er lagt fram forskningsstrategier for de to førstnevnte i regi av henholdsvis Kunnskapsdepartementet og Nærings- og handelsdepartementet. En forskningsstrategi for IKT er ventet fra Fornyings- og administrasjonsdepartementet primo 2013. Disse tre forskningsstrategiene vil gi viktig bakgrunn for samvirket mellom IKT og andre teknologifelter. Regjeringen har også lagt fram et digitaliseringsprogram – *På nett med innbyggerne* – som angir prinsipper for digitalisering av offentlige tjenester. Forskningsrådet har utarbeidet sin egen innovasjonsstrategi som angir viktige prinsipper for sammenhengene mellom forskning, innovasjon og utviklingen av samfunnet. I tillegg er det relevant informasjon å hente fra Forskningsrådets strategi for offentlig innovasjon (se kapittel 4.6) og fra strategien for internasjonalisering. Sammen med offentlige utredninger, som for eksempel Hagen-utvalgets *Innovasjon i omsorg* (NOU 2011:11), danner disse dokumentene en plattform for å utforme prioriteringer innenfor IKT-forskningen.

Vi vil i dette kapittelet se på hvilke *samfunnsutfordringer* vi står overfor og hvordan IKT er viktig; vi vil gjennomgå eksisterende *kunnskapsområder* innenfor IKT-forskning og -utvikling, og vi vil se på hvordan disruptive innovasjoner («*Fremtid og nye teknologier*») er viktige innenfor IKT-feltet. Til sammen vil dette utgjøre en matrise (Figur 2) som kan brukes til å prioritere forskningstemaer. I kapittel 6.1 bruker vi denne matrisen til å utlede fire prioriterte forskningstemaer.



Figur 2. Matrise med samfunnsutfordringer, kunnskapsområder og nye teknologier

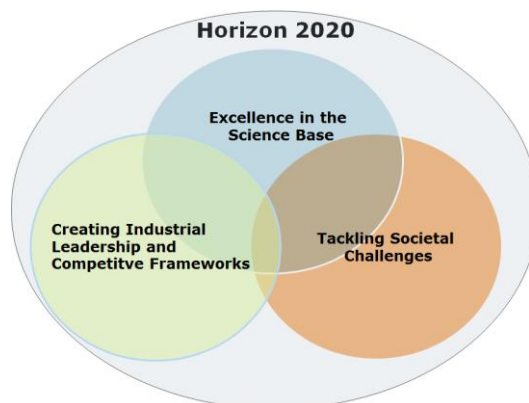
Fremtidens IKT-forskning og -utvikling må være samfunnsmessig ansvarlig

De tre generiske teknologiområdene - IKT, bioteknologi og nanoteknologi - redefinerer grensene mellom forskning og vitenskap, samfunn og politikk. Teknologiutviklingen kjennetegnes av at produksjon av kunnskap og anvendelse foregår samtidig; det produseres ny teknologi som får stadig større samfunnsomformende effekt, ikke minst i skjæringsfeltet mellom teknologiene selv. I denne utviklingen blir det viktig å ivareta samfunnets og det enkelte individs interesser gjennom oppmerksomhet på problemstillinger knyttet til personvern, datasikkerhet, digitalt medborgerskap og universell utforming av teknologi. Dette gjøres best ved bred involvering av ulike samfunnsaktører, også utenfor forsknings- og innovasjonssystemet. Gjennom samhandling mellom ulike aktører sikrer man at ulike perspektiver tas inn og at alternative teknologiske utviklingsretninger vurderes på en slik måte at valget av løsninger blir mest mulig samfunnsmessig ansvarlig.

Internasjonale utviklingstrekk påvirker norsk IKT-FoU

Norsk forskning, uavhengig av disiplin og fagområde, er tett integrert med forskningen som foregår utenfor landet. Norges deltagelse i det europeiske forskningssamarbeidet gjør at de beslutningene som tas i forbindelse med utvikling av EUs rammeprogram, får stor betydning for vårt eget arbeid. I overgangen fra EUs 7. rammeprogram (FP7) til Horizon 2020 realiseres visjonen om et felles europeisk forskningsområde (ERA). Dette representerer tre hovedtrender som får betydning for norsk IKT-forskning.

For det første skal europeisk forskning i større grad adressere de store samfunnsutfordringene (begrepet «Grand Challenges», lansert gjennom Lund-deklarasjonen¹). Dette er i tråd med *Klima for forskning* og vektleggingen av samfunnsutfordringer. Utviklingen av ERA følger opp Lund-deklarasjonen på en rekke ulike måter. Et sentralt virkemiddel for å oppnå målene i både deklarasjonen og EUs vekststrategi, Europa 2020-agendaen², er det nye rammeprogrammet Horizon 2020 (2014-2020).



Figur 3. Struktur av Horizon 2020

Strukturen i H2020 er grunnleggende forskjellig fra tidligere rammeprogram. Det er identifisert tre klare formål med forskningen (Se Figur 3), Forskning for vitenskapelig eksellens (Excellence in the Science Base), Forskning for konkurransedyktighet (Industrial Leadership), og Forskning for samfunnsutfordringer (Tackling Societal Challenges).

Horizon2020 svarer på samfunnsmessige utfordringer

IKT-forskning som adresserer «Grand Challenges» – samfunnsmessige utfordringer – er lagt til Societal Challenges under Horizon2020, hvor den vil inngå som en del av en større, tverrfaglig satsning. Det betyr at denne typen forskning ikke inngår i den spesifikke, strategiske IKT-satsningen i Horizon2020. Slik forskning må nødvendigvis være tverrfaglig siden kompleksiteten i problemstillingene samfunnsutfordringene representerer, gjør det nødvendig med bidrag på tvers av ulike fag og teknologier.

For det andre er det en trend å trekke nasjonale strategier inn i internasjonale spleiselag. Horizon 2020 kommer til å være et sentralt, men langt fra det eneste elementet i realiseringen av ERA.

¹ The Lund Declaration (July 2009):

http://www.se2009.eu/polopoly_fs/1.8460!menu/standard/file/lund_declaration_final_version_9_july.pdf

² Europe 2020: http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm

Deltakerlandene i ERA ønsker i større grad å samkjøre nasjonale FoU-strategier for å utnytte mulighetene i internasjonale samarbeid og i samspillet med EUs virkemidler. Som resultat av dette har vi sett ulike typer «randsonaktiviteter» i FP7, det vil si instrumenter for internasjonalt samarbeid som både ligger innenfor og utenfor rammeprogrammet. Innenfor IKT-forskning kan det nevnes «Joint Technology Initiatives», innenfor nanoelektronikk (ENIAC) og embedded systems (ARTEMIS), så vel som internasjonale programsamarbeid med hjemmel i Art. 185, som Eurostars, og samarbeid uavhengig av rammeprogrammet (Ambient Assisted Living (AAL) og EUREKA (Celtic, ITEA)). Felles for denne typen forskningssamarbeid er at de i stor grad er rettet mot forskningsinstitutter og små- og mellomstore bedrifter – noe som treffer norske miljøer godt. For å øke innsatsen innenfor samfunnsutfordringene er det blitt opprettet såkalte Joint Programming initiatives, tverrfaglige multinasjonale programsamarbeid. Disse er i stor grad styrt av deltakerlandene, der Kommisjonen kun har en fasilitatorrolle. Norge deltar i de fleste JPI-ene, og har vært initiativtager til én av dem: «Healthy and Productive Seas and Oceans»³.

Den tredje hovedtrenden er en økt satsning på nye, disruptive teknologier, først og fremst gjennom EU-programmet FET (*Future and Emerging Technologies*). Dette programmet vil i Horizon 2020 ligge under hoveddelen «Excellence in the Science Base», og vil i hovedsaken være orientert mot mer langsiktig grunnforskning. FET programmet er i stor grad drevet av forskningsmiljøene og støtter både nye ideer og såkalt «blue-sky»-forskning (gjennom *FET Open*), utvikling av nye teknologi-paradigmer (gjennom *FET Proactive*), og storskala initiativ innenfor nye, lovende teknologier (*FET Flagships*).

Tilsvarende til EUs satsning på FET Flagships har National Science Foundation (NSF) i USA definert noen «Grand Challenges» innen IKT (se ramme). Med et budsjett på ca 6.9 mrd. USD står NSF for ca. 20 % av offentlig, federal grunnforskningsfinansiering i USA. NSF's prioriteringer innen IKT i dag ligger på muliggjørende teknologier som internett, sensor- og sensornettverksteknologi, robotikk, digitalt innhold og informatikk. Videre støtter NSF oppbygging av IKT-forskningsinfrastrukturer, i tillegg til mer langsiktige satsninger på quantum computing eller ny chipteknologi.

Det er også en trend knyttet til at innovasjon er blitt viktigere og søkes integrert i forskningspolitikken, DG Forskning

FET-Flagships (Future and Emerging Technology)

Proessen med å definere kandidater for FET-Flagships ble igangsatt i 2010. Ut av 20 kandidater for mulige flagship ble det valgt ut seks pilotprosjekter som har fått ett år til å utarbeide programutkast og – organisasjonsformer for realiseringen av sine respektive satsninger. Kommisjonens mål er å lansere de to første flaggskipene i april 2013, som et 10-årig program, ko-finansiert av midler fra FP7 (og H2020) og deltakerlandenes nasjonale midler.

De seks kandidatene for FET Fs er:

1. **FuturICT:** The FuturICT Knowledge Accelerator and Crisis-Relief System: Unleashing the Power of Information for a Sustainable Future
2. **Graphene:** Graphene Science and technology for ICT and beyond
3. **Guardian Angels:** Guardian Angels for a Smarter Planet
4. **HBP:** The Human Brain Project - Preparatory Study
5. **ITFoM:** The IT Future of Medicine
6. **RoboCom:** Coordination Action for the Design and Description of the FET Flagship Candidate Robot Companions for Citizens

NSF: ICT Grand Challenges

I likhet med EUs FET FS satsning er de mer langsiktige IKT-forskningsutfordringene ifølge National Science Foundation drevet frem av miljøene (gjennom en tre-dagers workshop i regi av CRA – The Computing Research Association).

A Universal Safety.Net - A web of systems in place to mitigate the impact of and coordinate the response to natural and man-made disasters.

Systems You Can Count On - The information systems of tomorrow designed and developed to be inherently reliable, secure and available.

A Team of Your Own - A team of robots to amplify physical abilities and software agents to carry out specialized thought processes in your pursuit of complex goals.

A Teacher for Every Learner - Virtual "one-on-one" instruction for students of all ages, tailored to their learning style, in an environment of unlimited digital resources.

The Taming of Complexity - Large-scale information systems designed and developed according to methods that ensure success despite their complexity.

³ <http://www.jpi-oceans.eu>

(Generaldirektorat for forskning) har for eksempel endret navn til DG Forskning og innovasjon. Trenden er blitt forsterket av den økonomiske krisen og det derav følgende behovet for å prioritere FoU som fremmer næringsutvikling og skaper varige arbeidsplasser. De offentlig-private partnerskapene (PPP) som EU lanserte i 2009 er et utslag av denne trenden.

3.2 Samfunnsutfordringer i dag og i morgen

I den gjeldende forskningsmeldingen (St.meld. nr. 30 (2008-2009) *Klima for forskning*)⁴ har regjeringen satt opp fem tematiske målsettinger for norsk forskning⁵ som norsk forskningspolitikk skal bidra til

- å løse globale utfordringer med særlig vekt på miljø-, klima-, hav-, matsikkerhet- og energiforskning
- god helse, utjevne sosiale helseforskjeller og utvikle helsetjenester av høy kvalitet
- forskningsbasert velferdspolitik og profesjonsutøvelse i velferdssektorenes yrker
- et kunnskapsbasert næringsliv i hele landet
- næringsrelevant forskning innen områdene mat, marin, maritim, reiseliv, energi, miljø, bioteknologi, IKT og nye materialer/nanoteknologi

Den første målsettingen kan karakteriseres som global, de to neste handler om videreutvikling av velferdssamfunnet, mens de to siste handler om utvikling av næringslivet. Med utgangspunkt i forskningsmeldingens målsetninger kan det identifiseres områder der IKT kan bidra til å møte samfunnsutfordringer. På bakgrunn av dialog med forskningsmiljøer, næringsaktører og andre forskningspolitiske aktører, peker det seg ut samfunnsutfordringer for seks områder (se Figur 4 under som illustrerer sammenhengen mellom forskningsmeldingen og samfunnsutfordringene for de seks områdene som er spesielt relevant for IKT-feltet):

1. **Miljø og klima:** Miljø- og klimautfordringene, med spesiell vekt på klimaforståelse, energistyring og miljøovervåking. (Relatert til Globale utfordringer)
2. **Helse og velferd:** Helse og velferdsutfordringene, med spesiell vekt på å muliggjøre målet om å frigjøre «flere varme hender» til pasientbehandling. (Relatert til Utvikling av velferdssamfunnet)
3. **Offentlig forvaltning:** Utfordringer knyttet til en bedre fungerende offentlig sektor. (Relatert til Utvikling av velferdssamfunnet)
4. **Samfunnssikkerhet:** Utfordringer knyttet til sikkerhet, sårbarhet, kritisk infrastruktur, beredskap og krisehåndtering. (Relatert til Utvikling av velferdssamfunnet)
5. **Kultur og læring:** Utfordringer knyttet til kultur og læring. (Relatert til Utvikling av velferdssamfunnet)
6. **Strategiske næringer:** Utfordringer i forbindelse med opprettholdelsen av et konkurransedyktig norsk næringsliv i en stadig mer globalisert verden preget av økende internasjonal konkurranse. IKT som muliggjørende teknologi innenfor sterke næringer, med spesiell vekt på næringer innenfor sektorene marin, maritim, petroleum og energi/fornybar. (Relatert til Utvikling av næringslivet)

Samfunnsutfordringer

- miljø og klima

- helse og velferd

- offentlig forvaltning

- samfunnssikkerhet

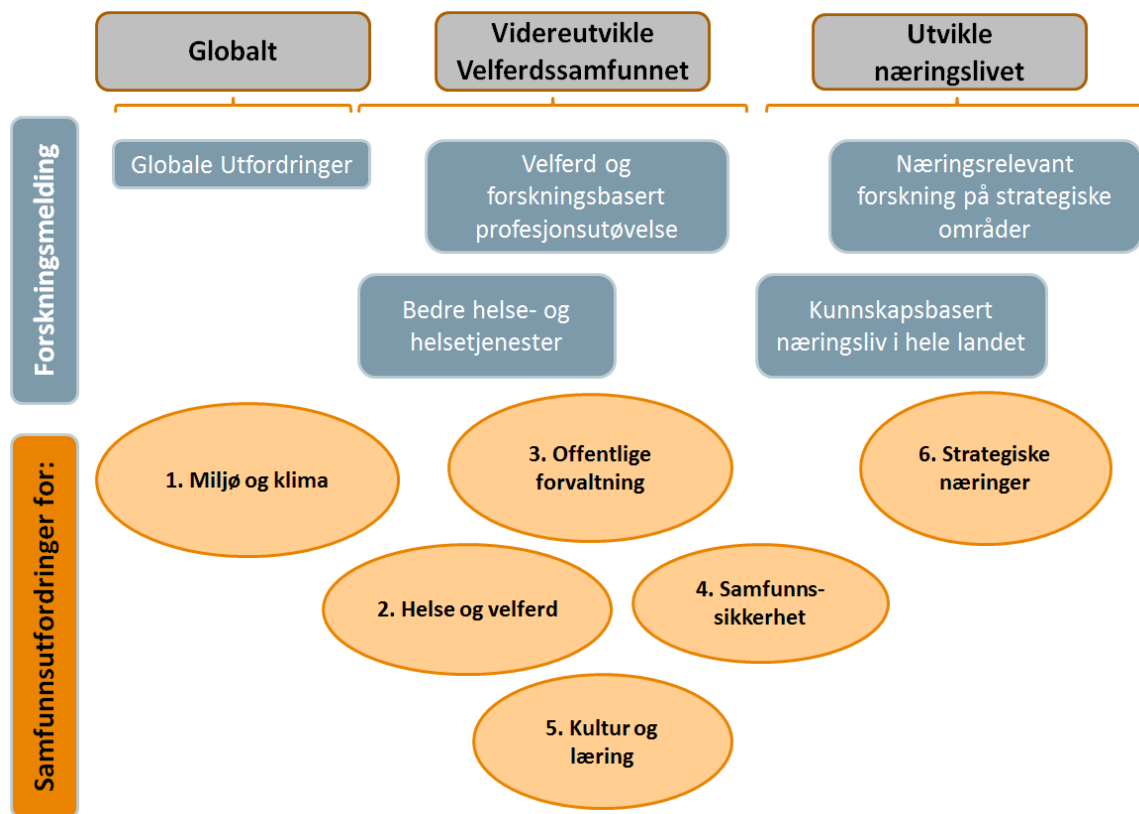
- kultur og læring

- strategiske næringer, sektorene: marin, maritim, petroleum og energi/fornybar

⁴ Det skal legges fram en ny forskningsmelding våren 2013. Statsråd Kristin Halvorsen har i flere foredrag varslet en videreføring av forskningspolitikken målbidet.

⁵ I tillegg fremmet regjeringen fire tverrgående forskningsmål som gjelder for all forskning:

- høy kvalitet i forskningen
- et velfungerende forskningssystem
- høy grad av internasjonalisering av forskningen.
- effektiv utnyttelse av forskningsressursene og -resultatene



Figur 4. Sammenheng mellom forskningsmeldingens samfunnsutfordringer og samfunnsutfordringer for seks områder der IKT er spesielt relevant

Disse seks områdene, kan ses på som en operasjonalisering av den gjeldende forskningsmeldingen, *Klima for forskning* innenfor IKT-feltet. I tillegg er regjeringens innovasjonspolitik, regjeringens digitaliseringsstrategi, evalueringene av IKT-fagene og Norges forskningsråd, samt debatten om samfunnssikkerhet tatt hensyn til. Samfunnsutfordringene på de seks områdene er med å danne rammene for å identifisere relevante IKT forskningsspørsmål som sammen med kunnskapsområdene kan føre frem til prioriterte IKT forskningstemaer.

Samfunnsutfordringer endrer seg over tid, men de seks områdene som er valgt, anses å være såpass robuste og generiske at de vil være representative for samfunnets forskningsbehov innenfor IKT i flere år fremover. Vektingen av forskjellige samfunnsutfordringer vil variere over tid. En IKT-satsing må ta høyde for det.

Det er betydelig samvirke mellom samfunnsutfordringene, og ikke minst løsningene. Resultater og nye IKT løsninger utviklet for å styrke næringslivets konkurransekraft, for eksempel innenfor de sterke næringene (marin, maritim, petroleum og energi/fornybar), kan levere viktige svar på andre samfunnsutfordringer. Eksempler finnes innenfor Miljø og klima, Helse og velferd eller Offentlig forvaltning.

Eksempler på IKT-forskningsmessige problemstillinger

Under er det gitt eksempler på mulige IKT forskningsmessige problemstillinger relevante for å svare på samfunnsutfordringene innenfor de seks utvalgte områdene.

Samfunnsutfordringer for:					
Miljø og klima	Helse og velferd	Offentlig forvaltning	Samfunns-sikkerhet	Kultur og læring	Strategiske næringer

Figur 5. Samfunnsutfordringer som er spesielt relevante for IKT-feltet.

Miljø og klima: Klimautfordringene har kommet svært høyt på samfunnsagendaen og blitt et viktig forskningsfelt. IKT-forskning vil kunne spille en viktig rolle innenfor flere deler av klimaforskningen, men også innenfor andre deler av miljøforskningen. Aktuelle problemstillinger kan være:

- Utviklingen av enda mer presise klimamodeller, der forskningen er avhengig av stor datakapasitet. Forskning innenfor beregningsvitenskap/vitenskapelig databehandling, informasjonshåndtering og programvare vil være viktig for å oppnå økt presisjon i modellene.
- Å dekke verdens energibehov er en nøkkel for å møte klimautfordringene.
- Styring, overvåking og effektivisering av energibruk i verden ved hjelp av IKT.
- reduksjon av verdens energiforbruk og dermed også klimautslipp, gjennom mer energieffektive datasystemer.
- Utvikling av sensortechnologi for bedre metoder for overvåking av miljøet på kloden.

Helse og velferd: Gjennom Samhandlingsreformen⁶, samspillmeldinga⁷ og fra Hagen-utvalget⁸ har IKT blitt identifisert som kritisk for å skape bedre helse- og helsetjenester. For å kunne imøtekomme fremtidens behov for helsetjenester, er det helt avgjørende at IKT brukes og utvikles for å bedre kvaliteten og effektivisere helse- og omsorgstjenestene. IKT kan bidra til at menneskene kan leve friske, selvstendige liv lenger, og til å frigjøre ressurser til pasientbehandling. IKT har betydning på en rekke nivåer i helse- og omsorgsfeltet. Automatisering, kommunikasjon, sensortechnologi, tingenes internett og smarte omgivelser er noen stikkord for forskningsutfordringene. Aktuelle problemstillinger kan være:

- IKT-forskning for å heve kvaliteten i behandlingsskjedene og sikre at oppdatert fagkunnskap er tilgjengelig i behandlings- og beslutningssituasjoner.
- IKT-forskning for å utvikle neste generasjons medisinsk teknologi, og ikke minst for å oppnå målene om desentralisert behandling/telemedisin.
- IKT-forskning for å effektivisere helse- og omsorgstjenestene.

Offentlig forvaltning: Regjeringens digitaliseringsprogram «På nett med innbyggerne» skisserer prinsippene for hvordan digitalisering av offentlig sektor skal gjøres for å skape bedre tjenester til innbyggere og næringsliv, og for mer effektiv bruk av offentlige ressurser. Virkeliggjøringen av regjeringens ni strategiske valg for fremtidens digitale forvaltning er avhengig av framskritt innenfor flere forskningsområder. Aktuelle problemstillinger kan være:

- Forskning for høy kvalitet og effektivitet i offentlige tjenester og forvaltning.
- Forskning innenfor kompleksitet og behandling av store datamengder.
- Forskning innenfor samvirke mellom menneske, samfunn og digitale løsninger (inkl. samfunnsmessig ansvarlig teknologiutvikling).
- Forskning innenfor personsikkerhet.

Samfunnssikkerhet: I fagevalueringen av IKT-forskningen⁹ ble det slått fast at det foregår for lite IKT-sikkerhetsforskning i Norge («Cybersecurity» som forskningsområde ble eksplisitt trukket fram). Også i lys av 22. juli-kommisjonens rapport fremstår IKT-sikkerhet som et område av økende betydning i årene som kommer. IKT har betydning for samfunnssikkerhet på mange måter. Med samfunnssikkerhet menes samfunnets evne til å opprettholde viktige samfunnsfunksjoner og ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for store påkjenninger. Kritisk infrastruktur er definert som de anlegg og systemer som er helt nødvendige for å opprettholde samfunnets kritiske funksjoner, som igjen dekker samfunnets grunnleggende behov for energi-, mat-

⁶ Samhandlingsreformen. Rett behandling – på rett sted – til rett tid. St.meld. nr. 47 (2008-2009)

⁷ Utdanning for velferd. Samspill i praksis. St.meld.nr. 13 (2011–2012)

⁸ Innovasjon i omsorg (NOU 2011:11)

⁹ *Research in Information and Communication Technology in Norway. An evaluation.* [Evaluering av grunnleggende forskning innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi](#). Utført i 2011, offentlig i 2012.

og drikkevannsforsyning, nasjonal sikkerhet, lov og orden, finansiell trygghet m.v. Infrastrukturen som omfatter veinett, kraftnett, nett for telekommunikasjon og vann- og avløpsnett, er avhengige av gode IKT-systemer. Systemene er ofte sammenvevd og problemer, angrep og brudd på disse kan ha omfattende kaskadeeffekter. Samtidig kan det være ulike aktører som eier, har tilsyn med og driver de ulike områdene av infrastrukturen. Aktuelle problemstillinger kan være:

- Forebygging av farlige og kriminelle handlinger, bl.a. cyber-angrep; sensor- og overvåkingssystemer, internett, sosiale medier sin rolle
- Systemer som begrenser kaskade-effekter
- Bygge beredskap og overvåkingssystemer som ivaretar etiske og menneskerettslige hensyn
- Utfordringer knyttet til risikoanalyser og -vurderinger, organisering, ledelse, kompetanse, samarbeid og arbeidskultur
- Lover, regler, bestemmelser, tilsyn og ansvar

Kultur og læring: Den teknologiske utviklingen bryter barrierer, er grenseoverskridende og tilbyr nye muligheter for utdanning i kunnskapssamfunnet. For det første kan utdanning i en teknologisk tidsalder løsrives fra tid og sted. Du trenger ikke lenger være fysisk til stede på en skole eller et universitet for å bli utdannet – utdanningen kan komme til deg. Du kan også ta del i utdanningsaktiviteter når som helst gjennom livsløpet. For det andre gjør teknologien det enklere å kommunisere i nettverk. Fordi teknologien bryter opp den tradisjonelle én-til-mange-relasjonen som kjennetegner undervisning i auditorier og klasserom, åpner den for muligheten til å designe undervisning annerledes. Dette kan gi læringsopplevelser som mer ligner de vi deltar i utenfor institusjonene. For det tredje kjennetegnes bruk av digitale medier av deling og inklusjon. Dette er en digital kompetanse som hovedsakelig utvikles på fritiden, og utfordringen blir å integrere den i utdanningssektorens aktiviteter slik at elever og studenter kan oppleve mestring og motivasjon. IKT kan brukes til å skape læringsprosesser på tvers av geografi, språk og kultur. Læringsarenaer både kan og bør ses i sammenheng med kulturelle arenaer. IKT-FoU vil ha en viktig rolle som tilrettelegger for nye løsninger når det gjelder nye uttrykks- og kommunikasjonsformer. Aktuelle problemstillinger kan være:

- Forskning på digital kompetanse i fag
- Forskning på undervisningsdesign, interaktivitet og digitale medier
- Forskning på multimodale representasjonsformer og digital literacy
- Forskning på digitale medier, mestring og inklusjon i et livsløpsperspektiv

Strategiske næringer: I en stadig mer globalisert verden preget av økt internasjonal konkurranse og tettere økonomiske bånd, blir næringslivets konkurranseevne en stadig større utfordring. Med vårt høye kostnadsnivå må vi være ekstra smarte i måten vi driver vår forretningsvirksomhet på. Det vil være helt avgjørende for våre sterke næringer (marin, maritim, petroleum og energi/fornybar) å være i forkant av den teknologiske utviklingen og aktivt utnytte IKT til å forbedre og effektivisere forretningsdriften. IKT-forskningen skal blant annet bidra til å utvikle løsninger som møter verdiskapingsutfordringer som er felles for de strategiske næringene. Innenfor petroleumsnæringen slås det for eksempel fast at det neste spranget i verdiskaping vil skje gjennom utviklingen av IKT. Aktuelle problemstillinger kan være:

- Forskning på BIG DATA-problematikk – lagring, forvaltning, analyse, utveksling og effektiv bruk av store data mengder som integrert del av kritiske beslutningsprosesser.
- Forskning på programvare og systemutvikling – Nye metoder, teknikker og verktøy, som sikrer utvikling av robuste og pålitelige IT.
- Forskning på menneske maskin interaksjon – Design og utvikling av effektive brukergrensnitt. Produkt design og funksjonell design.

- Forskning på produksjonsprosesser og «Product Life cycle management» – metoder og teknikker for bedre og mer effektiv styring og overvåking av produksjon og produksjonsprosesser.

3.3 Kunnskapsområder

I et godt kunnskapssystem må det finnes en bred kunnskapsbase – både for å definere og delta i en forskningsfront og som grunnlag for å møte nye utfordringer. Dette kan beskrives som *kunnskapsområder*. Definerings av aktuelle kunnskapsområder er dels en refleksjon av internasjonalt viktige kunnskapsområder, men reflekterer også sterke norske miljøer og interessefelter som vurderes som viktige på vår nasjonale arena.

IKT-særprogrammet i Horizon2020 vil implementeres som en såkalt nøkkelteknologi (*Key Enabling Technologies - KET*) under forskning for konkurransedyktighet. Programmet består, ifølge Kommisjonens forslag, av følgende tematiske områder:

- **A new generation of components and systems:** *micro, nanoelectronics and photonics technologies, components and embedded systems engineering.*
- **Advanced interfaces and robots:** *robotics and smart spaces.*
- **Next generation computing:** *advanced computing systems and technologies.*
- **Future Internet:** *infrastructures, technologies and services.*
- **Content technologies and information management:** *ICT for digital content and creativity.*

I arbeidet med dette kunnskapsgrunnlaget er det tatt utgangspunkt i EUs forslag til fem kunnskapsområder. Disse kunnskapsområdene er videre blitt bearbeidet og diskutert gjennom omfattende dialog med norske forskningsmiljøer, norsk næringsliv og forskningspolitiske organisasjoner. Forskningssatsinger må være langsiktige, og for å ha kontinuitet er EUs forslag til kunnskapsområder justert i tråd med fagsøylene innenfor VERDIKT. Dette resulterer i syv kunnskapsområder (se Figur 6). De første fem er sammenfallende med EUs forslag, mens kunnskapsområde 6 inneholder tematikk som er mer særegen for Norge, og kunnskapsområde 7 inkluderer problemstillinger også utenfor de rent teknologiske. Det vil være elementer av grunnleggende og anvendt forskning, så vel som både hardware og software innenfor hvert av kunnskapsområdene.

Kunnskapsområder	1. Komponenter og systemer
	2. Robotikk, automatisering og smarte omgivelser
	3. Neste generasjons datasystemer
	4. Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur
	5. Teknologier for digitalt innhold
	6. Programvare og tjenester
	7. Menneske, samfunn og teknologi

Figur 6. Kunnskapsområder innenfor IKT-FoU

Eksempler på forskningsområder og problemfelter

Nedenfor er disse syv kunnskapsområdene beskrevet i mer detalj.

1. Komponenter og systemer: Dette kunnskapsområdet omfatter både basisteknologi, integrasjon og anvendelser av IT-komponenter. Behov innenfor industri, medisin eller «tingenes internett» stiller stadig større krav til miniaturisering, funksjonalitet og interoperabilitet. Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- Mikro- og nanoelektronikk
- «Embedded Systems»
- Fotonikk
- Organisk elektronikk
- Systemintegrasjon («smart systems»), som f.eks. Lab-on-Chip teknologier
- Sensorteknologi og sensornettverk
- Informasjonssikkerhet på komponentnivå

2. Robotikk, automatisering og smarte omgivelser: Dette kunnskapsområdet støtter opp om økende krav til kognitive datasystemer med evner som læring, resonnering og tilpasning til nye situasjoner. Forskningsinnsats innen robotikk, smarte omgivelser og avanserte brukergrensesnitt legger grunnlaget for å betjene fremtidens krav til automatisering innen f.eks. industri og medisin. Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- Tjenesterobotikk
- Robotikk for industri og produksjon
- Interaksjonsscenarier robot-menneske (se også kunnskapsområde 7)
- Kognitive systemer, kunstig intelligens
- Avanserte brukergrensesnitt, «augmented/virtual reality»

3. Neste generasjons datasystemer: Utviklingen på dette kunnskapsområdet drives av utfordringene knyttet til simulering, beregning og visualisering. Nye, avanserte datasystemer trengs for å kunne forstå fenomener i den virkelige verden gjennom IKT-verktøy, for å kunne konstruere nye produkter ved hjelp av databasert modellering og for å kunne utvikle teknologier for prosess-styring. Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- Parallellisering
- Cloud computing
- Prosessor- og systemarkitekturer

4. Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur: Kommunikasjonsteknologien er ryggraden i informasjonssamfunnet. Moderne IKT er basert på kommunikasjon mellom enheter som datamaskiner, sensorer, mobile og trådbundne terminaler. Konvergensen mellom faste og trådløse nett, telefoni- og datanett som skal samvirke i en kompleks infrastruktur skaper nye forskningsutfordringer. Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- Nettverks- og kommunikasjonsinfrastrukturer
- Tingenes Internett – Plattform og arkitekturer
- Personvern og informasjonssikkerhet
- Robuste nettverk: sårbarhet i infrastrukturen

5. Teknologier for digitalt innhold: Omfanget av digitalt innhold – informasjon og data – øker eksponentielt. Teknologier som sensornettverk og tingenes internett vil i økende grad generere store mengder data som krever nye, innovative metoder og teknikker for å kunne transformere dem til informasjon og kunnskap. Samtidig ligger det et stort verdiskapingspotensial i teknologier for informasjonsekstrahering, analyse og kobling av digitalt innhold. Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- *Smart data:* Informasjonsekstrahering, språkteknologi, og semantisk teknologi
- *Big data:* Analyse av store datamengder, gjenfinning av informasjon
- *Linked data:* Kobling av informasjon på tvers av kilder, teknologier, sektorer

6. Programvare og tjenester: Å kunne utvikle og levere sikre, robuste og fleksible IKT-løsninger og tjenester krever en økt forståelse for kompleksiteten i samspillet mellom teknologi, organisasjon, markedet og mennesket. Nye utviklings- og leveringsparadigmer (f.eks. Cloud Computing) krever økt

kunnskap for å kunne sikre effektive og robuste IKT-tjenester, for eksempel i det offentlige. Dette behovet kan bli ytterligere aktualisert dersom Norge tiltrekker seg internasjonale datasentra.

Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- Autonome og selvkonfigurerende systemer
- Nye leveringsmodeller for programvare og tjenester
- Utviklingsmetodikk
- Sikkerhet, personvern og sårbarhet
- Økosystemer og forretningsmodeller for IKT-løsninger

7. Menneske, samfunn og teknologi: Dette kunnskapsområdet dreier seg om å forstå interaksjonen mellom menneske, samfunn og informasjonsteknologien. Teknologien er en viktig del av samfunnsmessig og kulturell endring, men innføring av teknologi fører ofte til uforutsette endringer. Dette kunnskapsområdet er opptatt av IKTs betydning for samfunnsmessig og kulturell endring, både på individnivå og organisatorisk nivå. Forskning på menneske-maskin interaksjon har overlapp til kunnskapsområde 2 (Robotikk). Eksempler på forskningsområder og problemfelter er

- IKT i organisasjoner
- IKT og innovasjon
- Sikker informasjonsbehandling og personvern
- Digitalt medborgerskap og universell utforming
- Samfunnets avhengighet av kritisk IKT-infrastruktur
- Media og medieteknologi
- Avhengighet av online spill, sosiale medier osv.

3.4 IKT-forskning og -utvikling må ta høyde for det uventede

IKT-feltet er kjennetegnet ved rask utvikling og som katalysator for omfattende endringer som ofte ikke har vært forutsett. I tillegg til allerede identifiserte forskningstemaer er det nødvendig å legge vekt på betydningen av *fremtid og nye*

teknologier. Det betyr at det må satses på forskningstemaer som er generiske og kan forventes å være aktuelle over tid. Samtidig må programmene ha nok fleksibilitet til å kunne forholde seg til nye temaer og problemstillinger som kan dukke opp. En viktig måte å gjøre dette på er å bygge grunnleggende kompetanse og satse på forskningsmiljøer i internasjonal front.

Fremtid og nye teknologier

Det er svært vanskelig å forutsi utviklingen innenfor IKT forskning, utvikling og innovasjon. Feltet er så bredt og omfattende at det er krevende å skille mellom nyttige og misledende eller forvirrende veivalg. I følge Nate Silver, i hans bok *The Signal and the Noise: Why so Many Predictions Fail – But Some Don't* (Penguin Press), gjør framtidsforskere det bedre dersom de beholder et åpent sinn, tilpasser teorien til observasjoner og er oppmerksom på ideologi. Dette er også filosofien bak støtte til IKT forskning som utvikler en bred portefølje som er fleksibel for endringer i en usikker framtid.

Figur 7.
Fremtidsperspektivet er viktig for IKT-FoU

En forsknings- og innovasjonssatsning bør ta høyde – og legge til rette – for flere typer disruptive innovasjoner¹⁰ (en nyskaping som forstyrrer et eksisterende marked¹¹). Markedsrelaterte disruptive prosessene bør

¹⁰ Christensen, Clayton M. (2003). The innovator's solution: creating and sustaining successful growth. Harvard Business Press. ISBN 978-1-57851-852-4

¹¹ Wikipedia

støttes av fleksible, næringsrettete innovasjonsvirkemidler, mens strategiske forskningsvirkemidler er et egnet verktøy for å støtte realiseringen av innovasjon innenfor enkelte, potensielt disruptive nøkkelteknologier. *Black Swan*-disrupsjoner¹² kan stimuleres gjennom frie, ikke-tematiske arenaer for både grunnforskning og innovasjonsaktiviteter.

Det er et mål at forskningssystemet kan ta høyde for at det oppstår disrupsjon – at det skjer brudd der helt nye produkter, resultater eller tjenester oppstår som fullstendig omformer et felt (Figur 7).

3.5 Grunnlaget for strategiske prioriteringer innenfor IKT-forskningen

En forutsetning for enhver strategisk eller tematisk forskningssatsing er at det eksisterer en grunnleggende basis av forskning og utdanning av kandidater i forskningssystemet. En sentral komponent i en framtidig satsing på IKT-forskning og -innovasjon vil være å bygge opp miljøer som har bred kunnskap innenfor IKT-feltet og som utdanner kandidater til forskning og samfunn. Det er viktig at tiltak innrettes slik at de treffer forskningsmiljøene, spesielt ved universiteter og høyskoler, som driver kunnskapsoppbygging og utdanner framtidens arbeidskraft innenfor IKT.

Forskningstema i skjæringsfeltet mellom samfunnsutfordringer og kunnskapsområder er kandidater for en tematisk prioritering fra Forskningsrådets side. *Samfunnsutfordringene* (definert i kapittel 3.2) angir kunnskapsområder hvor IKT-forskning kan bidra til løsning. *Kunnskapsområdene* (definert i kapittel 3.3) antyder hvilke IKT faglige områder som kan bidra til å løse samfunnsutfordringene. *Fremtid og nye teknologier* handler om at IKT er et felt der det skjer store og uventede endringer. Figur 8 bringer sammen disse elementene i form av en matrise.

		Samfunnsutfordringer for:						
		Miljø og klima	Helse og velferd	Offentlig forvaltning	Samfunns-sikkerhet	Kultur og læring	Strategiske næringer	
Kunnskapsområder	Forskningsspørsmål IKT							
	1. Komponenter og systemer							
	2. Robotikk, automatisering og smarte omgivelser							
	3. Neste generasjons datasystemer							
	4. Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur							
	5. Teknologier for digitalt innhold							
	6. Programvare og tjenester							
	7. Menneske, samfunn og teknologi							
		Forskningstemaene						
		Fremtid og nye teknologier						

Figur 8. Matrisen som viser sammenhengen mellom samfunnsutfordringer, kunnskapsgrunnlag, fremtidsperspektivet og forskningstemaene.

De tematiske prioriteringene innenfor IKT skal kombinere relevans (definert av samfunnsutfordringene) og potensialet for kvalitet (definert av kunnskapsområdene).

Det er forskningsspørsmålene som rettferdiggjør de tematiske forskningssatsinger. Det er dermed ikke tilstrekkelig at et område er viktig – det må også eksistere spørsmål som har forskningsmessig interesse. De strategiske valgene blir et resultat av relevans og forskningshøyde.

¹² Nassim Nicholas Taleb (September 2008). "The Fourth Quadrant: A Map of the Limits of Statistics". Edge Third Culture. The Edge Foundation.

For å komme fram til endelige prioriteringer må det vurderes hva slags potensial de forskjellige områdene har, i hvilken grad det fins egnede forskningsmiljøer og infrastruktur, i hvilken grad forskningsspørsmålene møter kompetansebehov, og annen informasjon som er relevant for å vurdere om en satsing innenfor et felt vil lykkes. I tillegg må det også tas høyde for endringer over tid i forutsetninger, utvikling og omgivelser (se avsnitt 3.4). En tematisk satsing bør derfor også ha som oppgave å bygge kapasitet på viktige kunnskapsfelt i forskningsmiljøene, samt bidra til å utdanne kandidater for næringsliv og offentlig sektor.

4 Situasjonsbeskrivelse: Forsknings- og innovasjonslandskapet for IKT

IKT er en nøkkelteknologi med avgjørende betydning for nærings- og samfunnsutviklingen. IKT og framveksten av informasjonssamfunnet har vært en viktig premisse for dagens globalisering. IKT-næringen er også en av Norges største næringer. Dagens forsknings- og innovasjonssatsing på informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) er en bred satsing som inkluderer teknologisk, realfaglig, samfunnsvitenskapelig, humanistisk og juridisk IKT-forskning. Fagdisipliner som inngår er bl.a. informatikk, informasjons- og medievitenskap, kommunikasjonsteknologi og rettsinformatikk.

«Informasjons- og kommunikasjonsteknologien (IKT) har bidratt til å forandre verden, ikke bare en gang, men flere»
(St. meld. Nr. 17(2006-2007) «Eit informasjonssamfunn for alle»). IKT er det teknologiområdet som gjennom de siste 30 år har bidratt til de største endringer i vår hverdag.

Forskning og utvikling innenfor IKT utgjør en betydelig andel av den samlede FoU-innsatsen i Norge. I 2009 ble det utført IKT-FoU for til sammen 8,7 mrd. kroner, noe som utgjorde om lag 20 % av de samlede utgiftene til FoU-arbeid i Norge¹³. Næringslivet sto for om lag 7,2 mrd. kroner, det vil si 80 % av de samlede investeringene innenfor IKT-FoU. Tilsvarende tall for forskningsinstitutt- og UoH-sektoren var henholdsvis 900 mill. og 600 mill. kroner. Utgiftene til IKT-FoU har økt med i overkant av 40 % i perioden 1999-2009 (målt i faste 2000-priser), med størst prosentvis vekst i UoH-sektoren. Nasjonalt er IKT vesentlig større enn andre teknologiområder. Til tross for relativt høye tall konkluderer IKT-evalueringen (2012) med at det underinvesteres i IKT-FoU¹⁴. Disse konklusjonene gjentas i evalueringen av Forskningsrådet¹⁵. Det er i hovedsak den offentlige innsatsen som vurderes å være lav sammenliknet med andre teknologiområder, og det som investeres i andre, sammenliknbare land.

4.1 IKT-forskning i UoH og instituttsektor

UoH-sektoren – noen store og mange små

I universitets- og høyskolesektoren foregår det IKT-forskning ved mange institusjoner med tyngdepunkt ved Norges Teknisk Naturvitenskaplige Universitet (NTNU), Universitetet i Oslo (UiO) og Universitetet i Bergen (UiB). Når det gjelder ressursinnsats, kandidatproduksjon og publiseringer dominerer NTNU og UiO. Disse to institusjonene sto for nærmere 75 % av universitetenes samlede forskningsinnsats på IKT-området i 2009, og for om lag 62 % av de norske universitetenes vitenskapelige publiseringer innenfor IKT i perioden 2007-2010.¹⁶ Utgifter til IKT-forskning i UoH-sektoren har vokst sterkest innenfor medisin og helse og samfunnsvitenskap de siste ti årene.

Både NTNU og UiO har en relativt bred innretning av sin forskning innen IKT og de fleste områder er dekket. Mens NTNU har en tyngre innretning mot de teknologiske fag, har UiO tyngdepunkt innenfor informatikk/informasjonsvitenskap, medie- og kommunikasjonsforskning, og rettsinformatikk. Ved

¹³ I IKT-FoU begrepet ligger både den teknologisk orienterte og den tverrfaglige IKT-forskningen, såvel som anvendt forskning og aktiviteter som bærer mer preg av ren teknisk utvikling.

¹⁴ *Research in Information and Communication Technology in Norway. An evaluation.* [Evaluering av grunnleggende forskning innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi](#). Utført i 2011, offentlig i 2012.

¹⁵ *A Good council? Evaluation of the Research Council of Norway.* Arnhold and Mehieu, Technopolis 2012

¹⁶ *Research in Information and Communication Technology in Norway- Bibliometric analysis*, The Research Council of Norway, February 2012

UiB ligger tyngden på den mer teoretiske informatikkforskningen og på informasjons- og medievitenskap. IKT-forskningen ved Universitetet i Agder (UiA) er todelt med hovedvekt på informasjonsvitenskap og på mere teknologiske områder som informasjonssystemer, multimedia, (mobil)kommunikasjon og systemutvikling. Universitetet i Tromsø (UiT) og høyskolene i Vestfold (HiVe) og Gjøvik (HiG) har valgt å innrette sin innsats mot mere spesialiserte områder som distribuerte IKT-systemer (UiT), mikroteknologi (HiVe) og informasjonssikkerhet (HiG).

Instituttsektor – SINTEF dominerer

I instituttsektoren er SINTEF IKT den desidert største forskningsaktøren. SINTEF IKT dekker faglig sett de mest sentrale deler av IKT-området som informasjonssystemer, beregningsorientert programvare, kommunikasjons- og programvareteknologi, mikroteknologi og sikkerhet og sårbarhet. I tillegg har også Norsk Regnesentral (NR), NORUT, Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) og Christian Michelsens Institutt (CMR) betydelige aktiviteter innenfor mer avgrensede nisjeområder. Simula Research Laboratory AS står i en særstilling med sin kombinasjon av høyere grads undervisning og forskning, og har blitt en betydelig nasjonal aktør de siste årene. Simula er innrettet for å utføre grunnleggende forskning av betydning for samfunnet på områdene kommunikasjonsteknologi, vitenskapelig databehandling og programvareteknologi.

Publisering innen IKT, nest høyest (etter Sveits). Patenter markant etter SE og FI **Publisering – blant de beste**

Når det gjelder publiseringer innenfor IKT-området målt i forhold til antall innbyggere ligger Norge nest høyest, bare slått av Sveits, og foran de andre nordiske landene. Norge bidrar mer til den samlede vitenskapelige produksjonen på IKT-området enn gjennomsnittet for alle fagområder. Også når det gjelder siteringer har det vært en positiv utvikling, mens for patenter ligger Norge markant etter Sverige og Finland.¹⁷

Utdanning – nedgang i kandidatproduksjon

NTNU, UiA og UiO er de dominerende aktører når det gjelder kandidatproduksjon på bachelor- og masternivå og står for nærmere 75 % av kandidatproduksjonen på IKT-området ved universitetene. Det har vært en kraftig reduksjon i antallet uteksaminerte kandidater på bachelor- og masternivå innenfor IKT-fag med tilnærmalesvis en halvering av antallet utdannede kandidater i perioden 2004-2010. De siste tallene fra samordnet opptak til studier ved universiteter og høyskoler i Norge (april 2012) gir grunn til en viss optimisme. Her er det en klar økning (20 %) i antall kandidater som har søkt opptak til studier innenfor teknologiske fag i forhold til året før.

Fagevalueringen av IKT-forskningen⁹ – mange gode miljøer, men manglende nasjonal strategi

Rapporten fremhever at Norge har en sterk IKT-sektor med flere norske miljøer som er internasjonalt ledende innenfor sine felt. Komiteen ser en betydelig forbedring fra forrige evaluering i 2002 når det gjelder forskningsproduksjon, forskningens betydning, økningen i finansiering og doktorgradsproduksjon.

Det påpekes imidlertid at mange av institusjonene står overfor utfordringer knyttet til generasjonsskifte blant vitenskapelige ansatte. Ved mange institusjoner er det ennå behov for å gjøre forskningsgruppene sterkere og mer robuste. Det bør gis ekstra insentiver for å oppmuntre til utenlandsopphold hos vitenskapelig personale. Det pekes også på at for liten forskningsoppmerksomhet og -innsats på områder som data- og informasjonssikkerhet kan gi opphav til reelle sikkerhetstrusler for Norge.

Rapporten etterlyser en nasjonal strategi for forskning og innovasjon innenfor IKT, og mener det underinvesteres i feltet. Disse konklusjonene gjentas i evalueringen av Forskningsrådet¹⁵.

Sintef dominerer instituttforskningen (UNIK er ikke nevnt), mens 75% av bachelor- og masternivå skjær ved NTNU, UiA og UiO

¹⁷Research in Information and Communication Technology in Norway – Bibliometric Analysis, The Research Council of Norway, March 2012

Flere forskningsmiljøer i verdensklasse

Fagevalueringen av IKT-forskningen¹⁸ (se boks) viser at Norge har miljøer i verdensklasse. Fem forskningsgrupper fikk høyeste vurdering («excellent»), noe som betyr at de er blant de fremste miljøene internasjonalt på sine områder. Disse forskningsgruppene er innenfor teknisk kybernetikk ved NTNU, algoritmer og sikker kommunikasjon ved UiB, vitenskapelig databehandling og programvareteknologi ved Simula og representerer spydspisser i norsk IKT-forskning. Fire andre forskningsgrupper (signalbehandling, material- og komponentteknologi, elektro-optikk ved NTNU, og visualisering ved UiB) ble vurdert til å ligge nær opp til «excellent» med et potensiale for å nå helt opp. Det påpekes imidlertid at mange av institusjonene står overfor utfordringer knyttet til generasjonsskifte blant vitenskapelig ansatte. Ved mange institusjoner er det ennå behov for å gjøre forskningsgruppene sterkere og mer robuste.

4.2 Internasjonalt samarbeid

Internasjonalt samarbeid er viktig både for å sikre nødvendig kvalitet i forskningen og for å sørge for nødvendig arbeidskraft, kunnskap og kompetanse for å løse de mange IKT-forskningsutfordringene vi står overfor på både nasjonalt og globalt nivå. Internasjonalt samarbeid bidrar også til å spre kunnskap om norsk IKT-forskning og sterke forskningsmiljøer. De fleste forskningsmiljøer er bevisste på dette og har etablert gode kontaktnett med internasjonale forskningsmiljøer verden over. Slikt FoU-samarbeid kan også fungere som en døråpner for norske bedrifter som ønsker et større inngrep på det internasjonale markedet. Forskningsrådet har per i dag en rekke bilaterale avtaler med ulike land. Noen av disse er faglig åpne, men ingen er innrettet spesifikt mot IKT.

VERDIKT-programmet har deltatt i et nordisk programsamarbeid innenfor IKT-forskning, NORDITE¹⁹, mellom Forskningsrådet, TEKES (FI) og VINNOVA (SE). Samarbeidet resulterte i fire tverrnordiske prosjekter i NORDITEs første utlysning (2005) og tre prosjekter i samarbeidets andre utlysning (2007), med faglig tyngdepunkt innenfor trådløse kommunikasjonsinfrastrukturer. Gjennom Nordforsk er det også gjennomført en Nordisk-Baltisk utlysning av forsknings- og innovasjonsaktiviteter knyttet til Living Labs. Samarbeidsaktiviteter i de enkelte prosjektene viser at USA er det mest attraktive landet for utenlandsopphold/mobilitetsstipend, mens forskningssamarbeid i størst grad skjer med Nordiske og Europeiske institusjoner. Forskningssamarbeid med Asia er stigende, men fortsatt lavt.

Den største og viktigste internasjonale arenaen for prosjektsamarbeid er ICT programmet i EU. ICT programmet i FP7 er i sin avslutning og et nytt program vil etter hvert overta under Horizon2020. Målet med ICT-programmet i FP7 er å forbedre konkurranseevnen til europeisk industri, og å utvikle noen av nøkkelteknologiene for å møte de store samfunnsøkonomiske utfordringene Europa står overfor. ICT-programmet adresserer åtte tematiske områder som dekker både forskning innenfor utvalgte teknologiområder og anvendelsesorientert forskning for å møte morgendagens samfunnsøkonomiske utfordringer. Per november 2012 har norske deltagere levert 958 prosjektsøknader til ICT-programmet, hvorav 143 søknader er blitt innstilt, noe som tilsvarer en suksessrate på 14,9 %. Interessen blant de norske deltagerne er størst i utlysninger innenfor «Challenge 1», der forskningstemaene er knyttet til nettverk, infrastrukturer, sikkerhet, programvare og tjenester.

¹⁸ *Research in Information and Communication Technology in Norway. An evaluation.* [Evaluering av grunnleggende forskning innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi](#). Utført i 2011, offentlig i 2012.

¹⁹ <http://www.tekes.fi/about/nordite>

IKT i EUs 7. Rammeprogram – lavere suksessrate enn ønsket

Tabell 1 viser den norske deltagelsen i særprogrammene under Cooperation i FP7. Mens suksessraten (prosentdelen av innvilgede søknader) for norsk deltagelse i Cooperation totalt ligger over deltakerlandenes gjennomsnitt, ligger suksessraten i ICT 0,2 prosentpoeng under gjennomsnittet, og lavest blant særprogrammene under FP7 Cooperation. Suksessraten har imidlertid ligget på en positiv gradient gjennom FP7, og ble eksempelvis økt fra november 2011 til november 2012 med 0,4 prosentpoeng.

Program navn	Kortnavn	Suksessrater		
		NO suksessrate %	Alle land suksessrate %	Ranking over/under snitt (prosentp.)
1.01 Health	HEALTH	28,1%	23,6%	4,6
1.02. Food, Agriculture and Fisheries, and Biotechnology	BIO	24,3%	18,3%	6,0
1.03 Information and Communication Technologies	ICT	14,9%	15,1%	-0,2
1.04 Nano, Materials & Production Technologies	NMP	35,4%	32,0%	3,5
1.05 Energy	ENERGY	32,6%	22,7%	9,9
1.06 Environment (including Climate Change)	ENVIRONMENT	29,1%	18,8%	10,4
1.07 Transport (including Aeronautics)	TRANSPORT	30,5%	25,7%	4,8
1.08 Socio-economic Science and the Humanities	SSH	13,2%	9,2%	4,0
1.09 Space	SPACE	37,1%	28,9%	8,3
1.10 Security	SECURITY	27,0%	16,2%	10,8
1.11 General Activities (Annex IV)	ERA-NET	83,3%	75,8%	7,6
Sum Cooperation:		23,5%	18,9%	4,6

Ekskl. 1. trinnssøknader ved totrinnsprosesser og ugyldige søknader.

Kilde: E-Corda (Kommisjonen)

Tabell 1: norske deltagelsen i særprogrammene under Cooperation i FP7

Den norske deltagelsen i FP7 ICT er forholdsvis jevnt fordelt mellom næringsliv, UoH-sektoren og instituttene (Figur 9). Vi observerer at det er instituttsektoren som har høyest tilslagsrate, spesielt når man sammenligner med UoH-sektoren, som nesten får halvert deltagelsen i innvilgede prosjekter, i forhold til søknader (Figur 9). Spesielt registreres det en tydelig nedgang for NTNU fra FP6 til FP7 – både med tanke på antall innsendte søknader og suksessraten. Generelt sett tyder de svake tallene for UoH-sektoren på en svak strategisk koordinering av institusjonenes innsats mot rammeprogrammet.

Foreløpige resultater fra 2012-utlysningene viser imidlertid at UoH-sektorens innsats mot ICT-programmet er styrket og ser ut til å ha blitt mer strategisk, noe som gjenspeiles for eksempel i høyere poengsum når søknadene evalueres. Det er interessant å merke seg at denne sektorens økte aktiviteter innenfor EU-finansiert IKT-forskning skjer parallelt med utfasingen av VERDIKT-programmet.

Instituttene får mest igjen

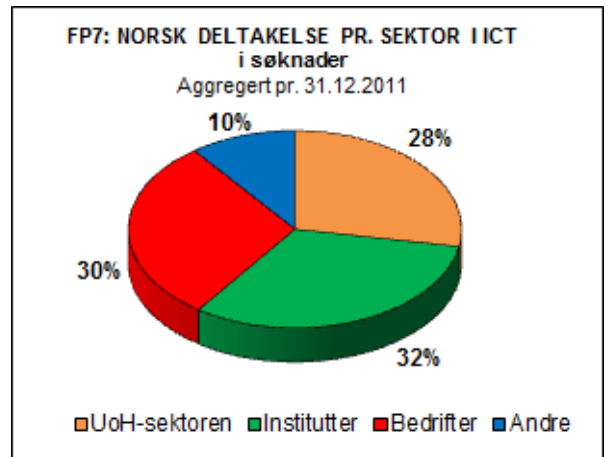
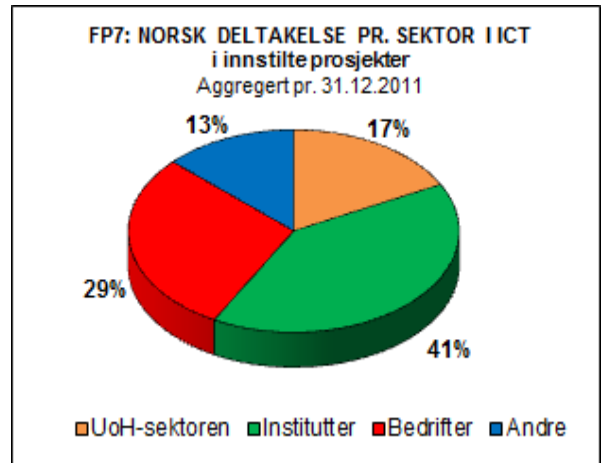
Instituttene er den største aktørgruppen, både i søknadene og de innstilte prosjektene. I søknadene er imidlertid instituttenes deltakerandel kun litt større enn bedriftenes og UH-sektorens, men instituttene har en langt høyere suksess med sine søknader og har dermed den klart høyeste representasjonen i de innstilte prosjektene. SINTEF er den klart største norske FoU-aktøren på IKT-området innenfor EUs rammeprogram.

Samarbeidsland

Tabell 2 viser de ti viktigste samarbeidslandene for Norge i FP7 ICT. Vi observerer størst samarbeid med Tyskland, Storbritannia og Italia, mens Sverige er det eneste nordiske land med utstrakt norsk samarbeid i FP7 ICT.

Land	Land navn	Antall Felles Prosjekter	Deltakelser samarbeidsland	Norske deltakelser
DE	Tyskland	489	968	659
UK	United Kingdom	424	733	543
IT	Italia	386	781	510
ES	Spania	300	571	398
FR	Frankrike	295	548	383
NL	Nederland	200	318	276
SE	Sverige	195	313	277
EL	Hellas	188	290	235
CH	Sveits	160	200	207
AT	Østerrike	152	221	199

Tabell 2: Samarbeidsland for Norge i FP7 ICT



Figur 9. Norsk deltagelse pr. sektor i søknader (øverst) og innstilte prosjekter (nederst) i ICT. Kilde: E-Corda (Kommissjonen).

4.3 Forskningsrådets IKT-satsing

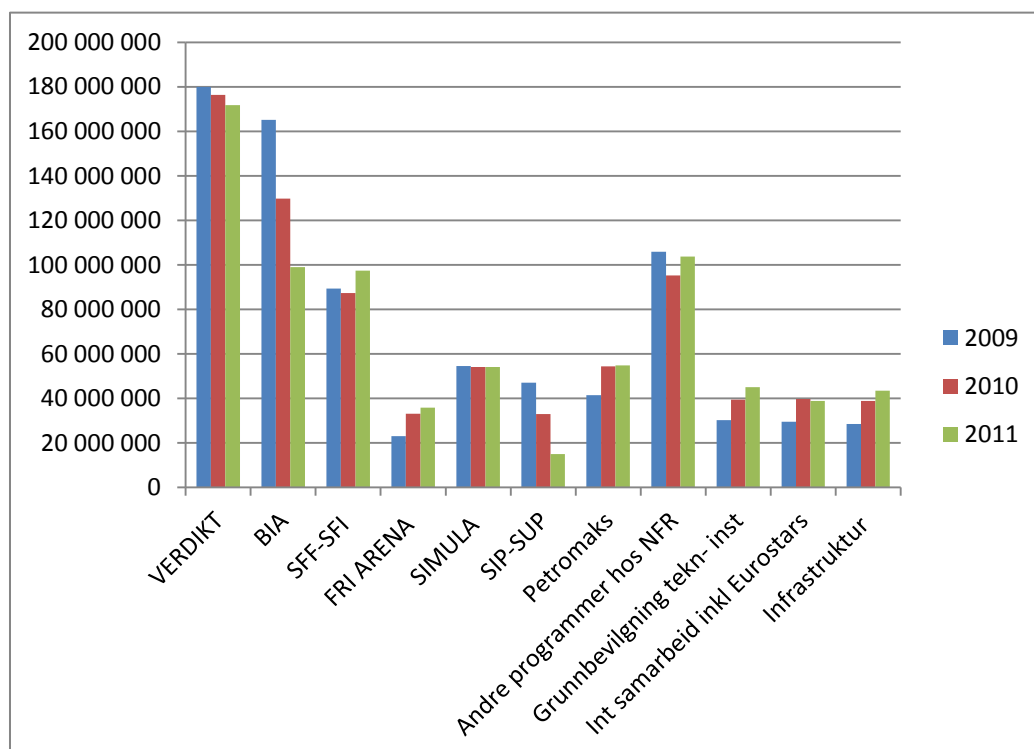
Forskningsrådet forvalter mesteparten av den konkurranseutsatte delen av de offentlige investeringene i IKT forskning. Tabellen under viser omfanget for perioden 2005-2011 (Tabell 3).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Forskningsrådet	482	557	628	680	827	820	793

Tabell 3: Forskningsrådets årlige investeringer i IKT-FoU (MNOK).

Det har siden 2005 vært en årlig økning i midlene bevilget fra Forskningsrådet på mellom 10 og 15 %. Fra 2008-2009 skyldes denne økningen i hovedsak en økning i programbevilgningene fra VERDIKT og BIA. Den relativt store økningen fra 2008 til 2009 kan delvis skyldes overgang til et nytt merkesystem hos Forskningsrådet. Det er en liten nedgang fra 2009 til 2011; fra 827 til 793 mill. kroner. Noe av dette kan skyldes tiltakspakken som ble tilført BIA i 2009.

I Figur 10 nedenfor er innsatsen brutt ned på en del av de viktigste aktivitetene. Den viser at det spesielt er det Store programmet VERDIKT og innovasjonsprogrammet BIA som bidrar. I tillegg bevilges det en betydelig støtte til IKT gjennom institusjonelle tiltak som SFF, SFI og basisbevilgninger til de teknisk-industrielle instituttene og til SIMULA. Det er grunn til å merke seg at SFF/SFI i 2011 er nesten like stor som BIA. Ellers har investeringer i grunnforskningsprosjekter via FRI ARENA (FRIPRO) hatt en relativt stor prosentvis vekst fra 2009 til 2010.



Figur 10. Forskningsrådets bevilgninger innenfor IKT-området.

Det har vært liten organisatorisk og løpende samordning mellom IKT-aktivitetene i Forskningsrådet. VERDIKT og BIA har ved flere anledninger koordinert søknadsfrister og - behandling, slik at søknader enkelt kan flyttes til det mest relevante programmet, og for best mulig utnyttelse av interne og eksterne IKT-eksperter/fagpersoner. Utlysninger har ellers stort sett vært kjørt uavhengig av hverandre og det har vært liten koordinering basert på fagfelt, miljøer eller målsettinger. Eksempler på det siste kan være koordinering når det gjelder koblinger mellom akademia/næringsliv, internasjonalisering eller samfunnsutfordringer.

VERDIKT (2005 – 2014) – Strategisk program som dekker hele verdikjeden

VERDIKT finansieres av Samferdselsdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet, Kunnskapsdepartementet og Fornyings- og administrasjonsdepartementet og midler fra Forskningsfondet. Programmets overordnede mål er: *VERDIKT skal frembringe IKT-kompetanse og -verdiskaping i verdensklasse.*

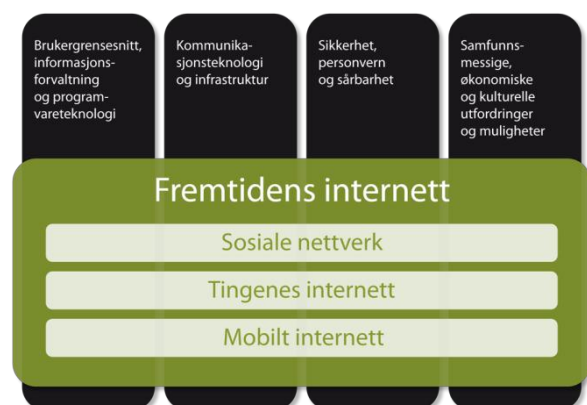
Veien til målet bygger på tre pilarer:

- Kompetansebygging – Utdanne nye forskere, øke forskningskompetanse i akademia, næringslivet og offentlig sektor.
- Kunnskapsbygging – Frembringe og tilgjengeliggjøre forskningsresultater til nytte for samfunn og næringsliv.
- Innovasjon – Fremme innovasjon og verdiskaping drevet av IKT-forskning.

VERDIKT er et Stort program i Forskningsrådet med varighet 2005-2014. Programmet er den største enkeltsatsingen innenfor IKT med ca. 25 % av IKT-porteføljen i Forskningsrådet. Satsingen har både en faglig og tematisk avgrensning og dekker hele verdikjeden ved at både innovasjonsrettede og grunnleggende forskningsprosjekter er inkludert.

Den faglige innretningen for VERDIKT er definert av fagsøyler som ligger fast gjennom hele programperioden, og temaer som går på tvers av fagsøylene og kan endres i løpet av programperioden (se Figur 11 som viser hvordan VERDIKTs profil har blitt presentert). Siden oppstarten i 2006 har VERDIKT dekket to sett med temaer. Fra 2006 til 2009 har programmet lyst ut midler innenfor temaene Sømløse infrastrukturer, Multimodale systemer og rike medier, Digitale omgivelser og Kommuniserende organisasjoner.

Etter revisjonen av programplanen i 2009 ble det definert et nytt hovedtema «Framtidens internett» med undertema Sosiale nettverk, Tingenes internett og Mobilt internett. Utviklingstrekkene og trendene som ble vektlagt ved valg av Framtidens internett som overordnet tema baserte seg på de store endringene i bruk og utbredelse av IKT knyttet til sosiale medier, flere objekter og systemer som kommuniserer med hverandre og større krav om tilgjengelighet og mobilitet.



Figur 11. VERDIKT sin tematiske og faglige profil

Gjennom hele perioden har programmet hvilt på de fire fagsøylene: (1) Brukergrensesnitt, informasjonsforvaltning og programvare, (2) Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur, (3) Sikkerhet, personvern og sårbarhet og (4) Samfunnsmessige, økonomiske og kulturelle utfordringer. Prosjektporteføljen befinner seg generelt i skjæringspunktene mellom temaer og fagsøyler.

I begynnelsen av programmet var kommunikasjonsteknologi og infrastruktur det største fagområdet i porteføljen, men etter hvert ble fordelingen jevnere. Revisjonen av programplanen i 2009 vektla i større grad forskning og utvikling av nye IKT-løsninger som kunne bidra til å løse store samfunnsutfordringer knyttet til bl.a. klima- og miljøproblemer, energibehov, verdiskaping, eldrebølge, helse og velferd.

Økt trykk på samfunnsutfordringer og de utvalgte trendene ga seg utslag i en større tyngde i porteføljen på brukernære løsninger, og samtidig en økning av tverrfaglige prosjekter rettet mot fagsøylen Samfunnsmessige, økonomiske og kulturelle utfordringer og muligheter. Tendensen i programmet siden oppstart har altså vært et skifte fra det teknologinære mot det samfunnsnære, men prosjektporteføljen har hele tiden rettet seg mot muliggjørende teknologi.

Innen utgangen av 2012 har VERDIKT investert cirka 1200 millioner i forskningsprosjekter og nettverksaktiviteter. Næringslivet har bidratt med over 1000 millioner i samme periode.

BIA – En åpen arena for næringslivet

BIA (brukerstyrt innovasjons arena) er Forskningsrådets største program rettet mot næringslivet. Det er en åpen arena der norske bedrifter kan søke uavhengig av tema, fag eller bransje. BIA finansierer en stor del av næringslivets behov for IKT-forskning. BIA bevilger ca. 100 mill. kr i året til IKT-prosjekter noe som utgjør ca. 20 % av BIAs portefølje. Om lag halvparten av BIA sine IKT-prosjekter kommer fra bedrifter innen IKT-næringen, mens resten kommer fra bedrifter innen andre bransjer og næringer. Siden VERDIKT er et tematisk program fremstår BIA som komplementær til VERDIKT. Det vil si at bedrifter som har forskningsbehov innenfor tema som dekkes av VERDIKT, ikke kan søke BIA. Dette har til tider vært problematisk siden den tematiske avgrensningen har vært vanskelig å trekke, og i mange tilfeller må skjønnsmessige vurderinger legges til grunn. Dette har skapt en del reaksjoner, spesielt i de tilfeller der det kun har vært ett IKT-inkluderende program som har kjørt utlysning. Dette har vært vanskelig å få kommunisert til IKT-bedriftene samtidig som det har vært en utfordring å kommunisere et budskap ut til næringslivet om at BIA er «åpent, men ikke helt åpent». I likhet med en del andre virkemidler i Forskningsrådet, er BIA best egnet til å ivareta den inkrementelle forskningen, og også forskning som ligger tett opp mot produktutvikling. Som for andre programmer er det identifisert potensial for å øke nytenkingen og dristigheten innenfor BIA.

FRIPRO – En åpen arena for forskningsmiljøene

FRIPRO er en åpen konkurransearena som favner alle fag. Vitenskapelig kvalitet er det avgjørende kriteriet for bevilgning. FRIPRO støtter den frie, grunnleggende forskningen, som sikrer nasjonal kunnskapsberedskap i møtet med fremtidens utfordringer for næringsliv og samfunn. FRIPRO har hatt en prosentvis stor vekst fra 2009 til 2010, men en relativt liten andel av midlene (ca. 35 mill. kr. i 2011) går til IKT-forskning. Investeringene er små sammenlignet med for eksempel programmene VERDIKT og BIA.

FRIPRO er nylig evaluert av NIFU. Evalueringen hadde som målsetting å se på i hvilken grad programmet møter målene om å understøtte grunnleggende forskning og få frem forskning med høy vitenskapelig kvalitet²⁰. Evalueringen konkluderer i hovedtrekk med at FRIPRO er orientert mot grunnleggende forskning og at den vitenskapelige kvaliteten både på forskningen og prosjekresultatene er høy. Evalueringen påpeker videre at FRIPRO har en positiv effekt på rekruttering til forskning generelt og for kvinners muligheter i academia spesielt.

²⁰ Evaluation of the Norwegian scheme for independent research projects (FRIPRO), Report 8/2012, NIFU

Evalueringen peker også på forbedringspotensial når det gjelder å få fram prosjekter med høy risiko og tverrfaglige prosjekter. Evalueringen beskriver at forskningen som støttes er solid, men at porteføljen ikke i tilstrekkelig grad innbefatter risiko og tverrfaglighet.

Senter for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI) og Senter for Fremragende Forskning (SFF)

Et mye brukt virkemiddel de siste årene har vært å etablere såkalte forskningscentre. De mest brukte virkemidlene i Forskningsrådet er SFI (Sentre for Forskningsbasert innovasjon) og SFF (Senter for Fremragende forskning). Det er totalt over en 10 års periode etablert 34 SFF og 21 SFI. Evalueringer tyder på at slike sentre bidrar til mer målrettet forskning, og er et effektivt virkemiddel for å skape sterke fagmiljøer på tvers av institusjoner og fagmiljø. Blant de 55 sentrene er det få som primært retter seg mot IKT-forskning, men flere der utvikling og avansert bruk av IKT er avgjørende for senterets forskning. Eksempler på det siste er SFI TTL (Tromsø Telemedisin Laboratory), SFF CBC (Centre for Biomedical Computing) og SFF CNC (Centre for Neural Computation)

	Antall sentre	Antall innen IKT	Antall der IKT inngår
SFF**)	34	2 (Q2S, CAMOS)	4 (CMA,CTCC, CBC, CNC)
SFI*)	21	2 (iAD, CERTUS)	3 (TTL, IO, MI-LAB, CCI),
TOTALT	55	4	7

*) SFI - Sentre for Forskningsbasert innovasjon: SFI skal styrke innovasjon gjennom satsing på langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom forskningsintensive bedrifter og fremstående forskningsmiljøer www.forskningsradet.no/SFI

**) SFF - Sentre for Fremragende Forskning: SFF skal stimulere norske forskningsmiljøer til langsiktig, grunnleggende forskning på høyt internasjonalt nivå, og har som mål å heve kvaliteten på norsk forskning. www.forskningsradet.no/SFF

Tabell 4. Oversikt over Forskningsrådet viktigste virkemidler for senterdanning. Tabellen viser hvor mange av disse som primært retter seg mot IKT-forskning og for hvor mange der IKT inngår som et viktig element. Det er Forskningsrådets egne vurderinger som her er lagt til grunn.

4.4 IKT-næringen

Størrelse og omfang er vanskelig å måle

Størrelse og omfang av IKT-næringen er vanskelig å måle, både den samlede størrelsen av næringen og den relative størrelsen på de ulike bransjene som inngår. SSB definerer IKT-sektoren som næringer som produserer varer og tjenester for informasjonssamfunnet (IKT-industri, IKT-Varehandel, Telekommunikasjon og IKT-konsulentvirksomhet). Definisjonen ekskluderer bruk av IKT som er rettet mot en bestemt industri eller næring. Det å estimere størrelsen på IKT-næringen i Norge er derfor komplisert og tallene varierer avhengig av hvilke typer næringsaktiviteter og virksomheter man velger å definere som del av IKT-næringen. I følge SSB's definisjon hadde IKT-sektoren i 2009 en omsetning på 190 mrd. kroner, 72 000 ansatte og en verdiskaping på ca. 75 mrd. kroner (se tekstboks for en annen måte å definere «den kunnskapsintensive IT-bransjen»). Dette gjør IKT-næringen til Norges nest største næring sett i forhold til omsetting. Hvis det er verdiskapingen som måles, kommer den lenger ned – og verdiskaping er et mer pålitelig mål på en nærings nasjonale betydning. Statistikken viser at tallene har ligget nokså stabilt i perioden 2007-2009.

Ikke bare er størrelsen på den samlede IKT-industrien vanskelig å estimere, men det å gi meningsfulle underinndelinger i bransjer er også krevende. Teknologiene og tjenestene er i endring og finner nye bruksområder. Det

En studie gjennomført av prosjektet «Et kunnskapsbasert Norge³⁴» i 2010 med vekt på de mer kunnskapsintensive IT-bransjene resulterte i en liste på 400 selskaper med en samlet omsetning på om lag 56 mrd. NOK i 2008 og ca. 43 000 ansatte. Denne analysen viser blant annet en voksende industri som fremstår som relativt robust sett i forhold til generelle økonomiske nedgangstider og at antallet aktører og ansatte øker.

som før var forbundet med maskinvare og fysiske produkter, er ofte nå programvare og eksisterer som datamaskinalgoritmer nedlastbare fra skyen. Et eksempel er at det som før var varer (f.eks. CD-ROM e.l.), nå ofte er blitt tjenester (f.eks. i form av nedlasting over Internett).

Over halvparten av de ansatte i IKT-sektoren jobber med tjenesteyting eller programvareutgivelse (IKT Norge 2009). Tjenesteyting står også for den største veksten i sysselsettingen. 3 av 5 nye arbeidsplasser fra 2007 til 2009 var innenfor tjenesteyting. IKT-sektoren består av et stort antall små foretak. Analyser gjennomført i regi av IKT-Norge viser at av 5952 foretak i sektoren har 2/3 av bedriftene kun 0-1 ansatte, og 18 % har 2-10 ansatte; det er m.a.o. kun 15 % av bedriftene som har mer enn 10 ansatte.

Primært for hjemmemarkedet

En undersøkelse gjennomført i 2007²¹ av 530 norske IKT-bedrifter viste at bedriftene har et typisk nasjonalt nedslagsfelt der halvparten av omsetningen kommer fra nasjonale kunder utenfor eget fylke. Kunder i markeder utenfor Norge står for snaut 25 % av omsetningen til bedriftene og fordeler seg på kunder i Europa (14 %), Asia (4 %), og resten av verden (6 %). De fleste IKT-bedrifter

betjener internasjonale markeder gjennom eksport og kun 18 % går gjennom datterselskaper i andre land. Statistikken bekrefter videre inntrykket av IKT som en næring som i stor grad betjener en rekke andre næringer med produkter og tjenester. Hvor stor andel av disse som baserer sine produkter og tjenester på salg og tilpassing av utenlandske IKT-produkter sett i forhold til egenutviklet programvare, sier statistikken imidlertid lite om. Programvareselskaper står for 35 % av IKT-bedrifters omsetning i markeder utenfor Norge. Fremdeles tjener norske IT-selskaper mer på salg i Norge enn på eksport.

Norge har en begrenset produksjon av forbruksvarer innenfor IKT av typen datamaskiner, mobiltelefoner etc., sammenliknet med noen andre vestlige land. Oljesektorens kraftige vekst og dominerende posisjonen medvirker til at norsk IT-industri i liten grad er orientert mot massemarkeder.

Sterke områder

Norge har en utstrakt næringsvirksomhet innenfor blant annet olje og gass, maritim og shipping, prosessindustrien, energi, og fiskeri og havbruk. Felles for alle er at fortsatt konkurransedyktighet og økt verdiskaping i stor grad avhenger av nye innovasjoner i IKT.

Det finnes flere norske suksessbedrifter innenfor området mikroelektronikk (Nordic Semiconductor, Atmel, Chipcon (nå Texas Instruments), Energy Micro) og mikrosystemer. Disse har vist seg som meget konkurransedyktige i et internasjonalt marked og har selv bygget opp en intern FoU-kompetanse som ligger i internasjonal front.

Dynamisk næring med uklare skiller

Det er vanskelig å skille mellom telekomselskaper og IT-selskaper. IT-selskaper som Hands, Opera og Cisco (inkludert Tandberg) tilbyr programvare og maskinvare primært for telekommunikasjonsindustrien eller tilpasset bruksområder innen telekommunikasjon. De senere års utvikling innen mobilteknologi, internett og web bidrar til at en integrasjon mellom IT-næringen og telekomnæringen tvinger seg frem etterhvert som forskjellen mellom informasjons- og kommunikasjonsprodukter og tjenester i økende grad blir visket ut («Et Kunnskapsbasert Norge³⁴» – Telekom, 2010). Mange bedrifter som i realiteten er programvare- og maskinvareteknologiselskaper, for eksempel Kongsberg Gruppen, et avansert teknologiselskap med mer enn 700 programvareutviklere, utvikler kontrollsystemer for skip, offshore oljeplattformer og våpensystemer, er tradisjonelt ikke definert til å tilhøre IT-bransjen selv om opp til 70 % av hva de selger er programvare.

²¹ Ref

Norsk IKT industri har trolig sterk konkurransekraft og stort verdiskapingspotensial innenfor programvareutvikling og utvikling av nye innovative IKT-løsninger og -tjenester. Her ser vi en økende aktivitet for å utvikle nye produkter og løsninger som understøtter tjenesteyting i en eller annen form. Spesielt ser vi dette innen utvikling av nye produkter og tjenester som utnytter mobile og trådløse teknologier i kombinasjon med internett og webteknologi. Flere små IKT-bedrifter satser på fri programvare som forretningsmodell, et område som har blitt en milliardindustri i Norge. En undersøkelse utført ved NTNU viser at nesten halvparten av norsk programvareindustri integrerer fri programvare i sine produkter og tjenester. Undersøkelsen er basert på svar fra over 700 bedrifter med til sammen over 30 000 ansatte.

Telekomnæringen²² er en del av IKT-sektoren og har stått sterkt i Norge med Telenor som den dominerende aktør. I 2009 var det i følge SSB 807 bedrifter med 12 841 sysselsatte innenfor kategorien telekommunikasjon med en omsetning på til sammen over 65,4 mrd. kroner, hvorav Telenor hadde ca 7 400 ansatte i Norge²³. I løpet av de to siste tiårene har norsk telekomindustri endret seg fra å være dominert av en stor statseid utstyrsleverandør til et dynamisk marked for kommunikasjonstjenester. Analyse fra konsulentselskapet Core Group (2012) viser at telekom utgjorde nærmere 25 % av IKT-sektoren i Norge i 2005. I 2009 hadde dette tallet vokst til mer enn 40 %. Nå flater veksten ut. I 2010 opplevde hele IKT-næringen en omsetningsvekst på over fem prosent, mens telekom bare hadde to prosent, ifølge tall fra SSB, Post- og teletilsynet og IKT-Norge.

Et erfart problem for mindre bedrifter retter seg mot to forhold: Terskelen for å søke midler fra Forskningsrådet oppfattes som høy og formalistisk. En reell søknad er omfattende og krever mye skrivearbeid og den såkalte støttegraden oppfattes som lav. Et innovasjonsprosjekt kan håpe på å få dekket rundt 35 % av prosjektkostnadene.

I forhold til totalstørrelsen har VERDIKT få små IKT-bedrifter i porteføljen. Dette har ikke vært bevisst da det har vært et mål å treffe SMB-segmentet med virkemidlene.

Internasjonalt attraktive salgsobjekter

De senere år har det vært en utvikling der utenlandske selskaper overtar de mest forskningstunge norske IKT-bedriftene og videreutvikler disse i Norge (f.eks. Microsoft for Fast, Nokia, senere Digia, QT, for Trolltech, Infineon for SensoNor og GE Vingmed, Cisco for Tandberg). De oppkjøpte norske selskapene fremstår nå som tunge enheter med stor FoU-innsats i de nye eierens virksomhet i Norge. FoU-virksomheten er ofte blitt styrket etter oppkjøpet, slik at det opprinnelige norske selskapet ikke bare driver videre, men er blitt en viktig enhet med strategisk ansvar for sin egen opprinnelige kjernekompetanse i det internasjonale konsernet.

²² Jfr. SSB omfatter Telekomnæringen levering av telekommunikasjon og tilhørende tjenester, dvs. overføring av tale, data, tekst, lyd og video

²³ Aktivt eierskap – norsk statlig eierskap i en global økonomi. St.meld.nr. 13 (2010-2011)

4.5 IKT-FoU i næringslivet

IKT-næringslivets FoU innsats

I næringslivet ble det brukt 7,2 mrd. kroner på IKT-FoU i 2009. Dette utgjorde om lag 44 % av næringslivets samlede driftskostnader til FoU (Figur 12A). Disse tallene samsvarer med tall fra SkatteFUNN som viser at 43 % av prosjektene er IKT-prosjekter.

Næringslivets FoU-innsats inkluderer innsats både fra de rene IKT-bedriftene som naturlig faller innenfor IKT-sektoren, og fra den store andel av bedrifter tilhørende andre sektorer/bransjer, men der bruk av IKT og IKT-FoU er en viktig del av bedriftens virksomhet. Av de 7,2 mrd. kroner som ble innrapportert som utgifter til IKT-FoU, kan ca. 55 % tilskrives bedrifter som hører hjemme i IKT-sektoren. Resten av IKT FoU-utgifter kommer fra bedrifter tilhørende andre sektorer og næringer (Figur 12B).

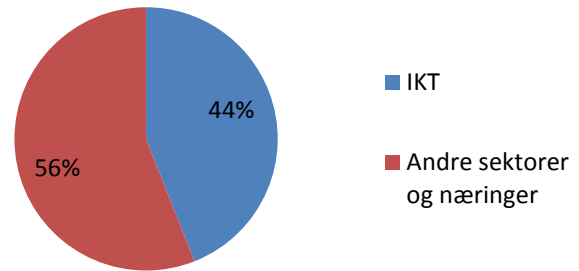
Næringslivet finansierer det meste selv

De 7,2 mrd. kronene utgjorde over 80 % av den samlede nasjonale FoU-innsatsen på IKT-feltet. Den resterende satsingen kommer fra UoH- og instituttsektoren (Figur 12C). Den offentlige finansieringen skjer hovedsak i form av skattefradrag via SkatteFUNN-ordningen og som direkte prosjektstøtte via ulike næringsrettede programmer i Forskningsrådet og Innovasjon Norge. I 2009 ble den samlede offentlige støtten til næringslivet for å drive IKT-FoU aktiviteter beregnet²⁴ til ca. 700 mill. kroner; dvs. ca. 10 % av den samlede IKT-FoU innsatsen på drøyt 7,2 mrd. Dette er et lavt tall sammenlignet med andre bransjer, der næringslivets FoU-investeringer i mye større grad er finansiert av det offentlige.

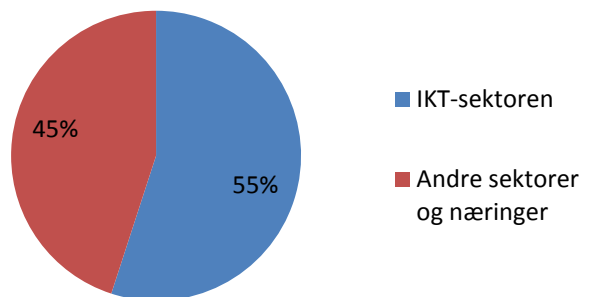
Stor U og liten F

SSBs statistikk viser at FoU-innsatsen innenfor IKT utført i alle næringer stort sett dreier seg om utviklingsarbeid (ca. 90 %). Dette er noe høyere enn gjennomsnittet i hele næringslivet (73 %). Bedriftene som selv utgjør IKT-næringen, har varierende grad av forskningsinnhold avhengig av underbransje. Tallene varierer fra ca. 11 % (Databehandlingsvirksomhet) til ca. 33 % (Telekommunikasjon).

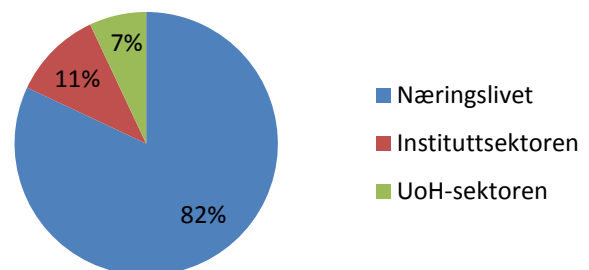
A. Næringslivets samlede driftskostnader til FoU



B. Hvor utføres IKT-FoU?



C. Den samlede nasjonale innsatsen på IKT-FoU



Figur 12: IKT-FoU i næringslivet. A. Fordeling av næringslivets totale driftskostnader til FoU. B. Fordeling av IKT-FoU i næringslivet. C. IKT-FoU fordelt på forskningsutførende sektorer.

²⁴ Ref

IKT-næringens kompetanseprofil

Statistikk fra SSB viser at en veldig lav andel av FoU-årsverkene i IKT-næringen gjennomføres av personer med dr. grads-kompetanse sammenlignet med andre bransjer og sektorer. Andelen ligger kun på et par prosent, med høyest andel for Telekomnæringen (10 %). Forskningsrådets statistikk for Nærings-phd-ordningen viser at av 113 prosjekter i 2012, er det 7 prosjekter (6 %) i bedrifter innenfor IKT-sektoren. Statistikken²⁵ viser også at IKT-bransjen i relativt liten grad kjøper FoU tjenester fra UoH- og instituttsektoren.

IKT-næringens samarbeid med FoU-miljøene i gjennomføring av sine FoU-aktiviteter er heller ikke utstrakt²⁶. Kunnskapsutviklingen ser i stedet ut til å skje i tett dialog med kunder og leverandører, gjennom profesjonelle nettverk og ved hurtig adopsjon av ny teknologi og nye organisasjonsformer. En indikasjon på dette er at ved Universitetet i Oslo kommer kun 2 % av inntekten fra aktiviteter i form av forskningssamarbeid med næringslivet generelt.

4.6 Offentlig sektor

IKT beskrives i faglitteraturen som en teknologi som radikalt kan forbedre mulighetene til å møte økte krav om effektivitet, upartiskhet og transparens i administrasjon av offentlig sektor i demokratiske land. Dette gjelder så vel for myndighetsforvaltning og infrastruktur som for offentlig tjenester. Potensialet beskrives gjerne som betydelig, både i forhold til kvalitet og kostnader.²⁷ I regjeringens stortingsmelding om IKT *Eit informasjonssamfunn for alle*²⁸ blir IKTs sentrale rolle for utvikling av offentlig sektor beskrevet. IKT brukes til å øke tilgjengeligheten, bedre kvaliteten og øke produktiviteten i offentlige tjenester. Digitalisering av offentlige tjenester innebærer en fundamental endring i tjenesteproduksjon og tilbudet til innbyggerne. I regjeringens digitaliseringsprogram *På nett med innbyggerne* fra 2012 vises det til hvordan store statlige tjenester som for eksempel tolldeklarasjon, skattekort, meldekort og selvangivelse har blitt digitalisert. Det er fremdeles en rekke tjenester som ikke er digitalisert. Regjeringens digitaliseringsprogram omfatter bare statlig sektor. I kommunal sektor er det også betydelig omfang på tjenester som kan digitaliseres, og samspill mellom nivåer er et viktig utviklingsområde.

Sammensatte offentlige tjenester utformet og drevet i partnerskap er i tråd med en verdensomspennende trend. Her har Norge utvilsomt gode muligheter til å lykkes og bidra internasjonalt til beste både for innbyggere her og i andre land, samt for framveksten av innovativt næringsliv med et marked ut over det nasjonale. I FNs e-forvaltningsundersøkelse 2012²⁹ har Norge havnet på en 8 plass, to plasser ned fra året før. Våre naboer Finland gikk opp fra 19. til 9. plass og Sverige fra 12. til 7. plass. Forskning og innovasjon kan hjelpe Norge og Norden til å få fram gode løsninger globalt.

For å lykkes med å digitalisere offentlige tjenester, er man avhengige av forskningsresultater, både i utvikling av produkter og tjenester, men også for å forstå mekanismer som hemmer eller fremmer innføring av løsningene. Forskning trengs for å sikre at offentlige tjenester og myndighetsforvaltning

²⁵ Ref

²⁶ Ref

²⁷ *Compendium of Innovative E-government Practices - Vol. III*, DESA, United Nations, New York 2009. Arild Jansen, Dag Wiese Schartum (red): *Elektronisk forvaltning på norsk*. Fagbokforlaget, Bergen, 2008. Gustavo Cardoso: *The Media in the Network Society: Browsing, News, Filters and Citizenship*, Lulu.com and CIES-ISCTE, 2007. Jane E. Fountain: *Building the Virtual State*, Brookings, Washington DC, 2001.

²⁸ *Eit informasjonssamfunn for alle* St.meld. nr. 17 (2006-2007).

²⁹ *United Nations E-Government Survey 2012*,

tilfredsstillende ønskede krav til tillit, åpenhet, sikkerhet og personvern i takt med utviklingen av et moderne demokrati som det norske.

Vi trenger også kunnskap om hvordan mulighetene i ny teknologi kan brukes til å bedre kommunikasjonen mellom brukerne av offentlige tjenester og offentlige etater. Digitale medier har et stort og utnyttet potensial for brukerinvolvering og tilbakemeldinger som kan bidra til forbedringer på alle nivåer. Dette betyr økte krav til utvikling, samspill og innovasjon i offentlige institusjoner. For å møte dette trengs økt forskning for å forstå og foreslå nye institusjonelle modeller og bedre løsninger for tjenestekjeder, organisering og forvaltning av felles ressurser.

I Staten summerte alle IKT-utgifter i 2011 seg til 10,8 mrd. kr.³⁰ Mange offentlige etater har vært gjennom store utviklingsprosjekter der IKT har vært helt sentralt.³¹ Skattemyndighetene, Altinn og Statens lånekasse for utdanning blir ofte trukket fram som eksempler på vellykkede digitaliseringer av offentlige tjenester, selv om de også har opplevd uhell og problemer. Innenfor sykehussektoren har det også vært investert store summer på IKT-området, med St. Olavs Hospital i Trondheim og Ahus i Akershus som to eksempler. Det er ventet tilsvarende store investeringer for andre offentlige etater i årene som kommer, med NAV som et tydelig eksempel.

Det eksisterer ikke noen gode oversikter over hvor stor del av investeringene for å modernisere offentlig sektor som er forskning, hvor stor andel som er utvikling, eller hvor stor andel innovasjon det er i organisasjonene. IKT overskrider slike grenser, teknologiens betydning i modernisering av offentlig sektor er betydelig og det er et stort utnyttet rom for utvikling av tjenesteproduksjon i skjæringspunktet mellom forskning, utvikling og innovasjon.

Offentlig sektor er en stor innkjøper av IKT, og av IKT-FoU. Å sørge for at offentlig sektor er en krevende, kompetent og kompetansebevisst innkjøper, og hvordan leverandørsektoren utvikler sin kompetanse og kapasitet nasjonalt og internasjonalt, vil påvirke hvordan IKT-FoU vil se ut i framtida. Norge har kompetanse og muligheter til å prege offentlige sektorer i andre land og dermed bidra i en god utviklingssektor for forskning, utvikling og innovasjon for IKT i offentlig sektor generelt.

I Policy for Forskningsrådets arbeid med innovasjon i offentlig sektor³² er fysisk og digital infrastruktur utpekt som et viktig fokusområde for innovasjon i offentlig sektor. Helse og utdanning er tematiske fokusområder der IKT har vesentlig betydning for innovasjon. Innenfor helsesektoren dreier det seg om både om utviklingen av ny helse- og omsorgsteknologi, informasjonshåndtering, og en rekke problemstillinger knyttet til interaktive kommunikasjonsløsninger, interoperabilitet, personvern og om kultur. I utdanningssektoren skjer store fremskritt knyttet til hvordan interaktiv bruk av digitale medier etablerer nettverk, åpner for individuelt tilpassede læringsløp, utfordrer tradisjonell undervisning og skaper nye kommunikasjonskanaler for kunnskapsutvikling. Mens helse og utdanning er to enkeltsektorer med stor betydning, vil IKT fortsatt ha stor betydning for modernisering av offentlig sektor og tjenesteproduksjon på tvers av styringsnivåer og politikkområder.

³⁰ *Bruk av IKT i Staten 2012*, Statistisk Sentralbyrå, <http://www.ssb.no/emner/10/03/iktbruks/>.

³¹ Leif Skiftenes Flak (red.): *Gevinstrealisering og offentlige IKT-investeringer*, Universitetsforlaget, Oslo 2012.

³² http://www.forskningsradet.no/prognett-innoff/Artikkel/Innovasjon_i_offentlig_sektor/1253981418199?lang=no

5 Analyse og diagnose: Hvor står norsk IKT-FoU

5.1 Hvor står vi – oppsummering av situasjonen for norsk IKT-FoU

Det eksisterer ingen samlet analyse for hele IKT-forskningsfeltet. I dette dokumentet har vi hentet informasjon fra både fagevalueringen av IKT-forskningen³³, separate analyser av IKT-næringen³⁴, tilgjengelig statistikk, samt dialoger, seminarer og skriftlige innspill fra en rekke aktører i forsknings- og innovasjonssystemet. Bildet som avtegner seg kan oppsummeres i følgende påstander om forbedringspunkter:

Den nasjonale styringen av IKT-FoU må bli sterkere: Fagevalueringen av IKT-forskningen³³, så vel som evalueringen av Forskningsrådet¹⁵ påpeker at IKT er et «underforsket» område med for svak nasjonal styring (dette siste gjelder også forskningssystemet som helhet). Det etterlyses spesielt en nasjonal strategi for IKT-forskning og -utvikling. Dette peker på at samspillet på tvers av myndighetsfeltet, aktører og forskningsmiljøer er for svakt.

Manglende koordinering på utdanningssiden hindrer mobilitet mellom institusjoner: Fagevalueringen av IKT-forskningen³³ påpeker flere svakheter i de norske høyere utdanningsinstitusjonene. Det er hindringer for mobilitet av studenter mellom utdanningsinstitusjoner på grunn av manglende koordinering av utdanningsstruktur og pensum. Evalueringen påpeker en systemfeil i at ansettelse i forskningsstillinger i stor grad er diktert av undervisningsbehov og pensum, framfor forskningsmessige prioriteringer. Det etterlyses også en systematisk kvalitetssikring av PhD-utdanningene innenfor IKT-feltet i Norge.

Ujevn forskningskvalitet og forskningsprioriteringer for sterkt dirigert av utdanning: Fagevalueringen av IKT-forskningen³³ viser at Norge har forskningsmiljøer som er internasjonalt ledende innenfor sine felt. Men at en del av disse står overfor utfordringer knyttet til generasjonsskifte blant vitenskapelige ansatte. Ved mange institusjoner er det behov for å gjøre forskningsgruppene sterkere og mer robuste. I mange tilfeller styres forskningsprioriteringer i for sterk grad av utdanningen, noe som kan resultere i svake forskningsmiljø. Evalueringen påpeker også at det virker som mange av forskningsmiljøene i UoH-sektor har for lav innovasjons- og verdiskapingsorientering og mener at dette bør stimuleres f.eks. gjennom insentivordninger rettet direkte mot den enkelte vitenskapelig ansatte.

IKT-sektoren har forskningspotensial og trenger kompetanse: IKT-næringen står for over 40 % av næringslivets forsknings- og utviklingsinnsats med over 7,2 mrd. kroner. Det totale FoU-nivået er høyt, men er kraftig dominert av utviklingsarbeid (andelen «forskning» er bare rundt 10 %). Dialogen tilsier at dette kan ha en sammenheng med kompetanseprofilen i IKT-næringen. Til tross for at IKT-bedriftene er FoU-intensive, er andelen med dr. grads kompetanse svært lav (med bare et par prosent). Fra andre bransjer er det kjent at høyere forskningskompetanse innad i bedriftene styrker samarbeidet med FoU-institusjonene, øker mulighetene for internasjonalt forskningssamarbeid og styrker kvaliteten på innkjøpsprosessene³⁵. Svært mange av aktørene knyttet til IKT-næringslivet trekker fram tilgang på faglig sterke kandidater som den mest kritiske faktoren.

³³ [Research in Information and Communication Technology in Norway. An evaluation](#). Utført i 2011, offentlig i 2012.

³⁴ Espen Andresen: «[Knowledge-based IT & Software](#)». Report no 11. June 2011. Knowledge-based Norway.

³⁵ Ref

Forskningsrådets virkemidler er mangfoldige – potensialet for koordinering er ikke tatt ut: Selv om de totale forskningsmidlene som brukes på IKT-forskning og -utvikling er forholdsvis høye (rundt 800 millioner i Forskningsrådet, over 400 millioner i SkatteFUNN og rundt 7,2 mrd. finansiert av næringslivet), er bare en liten del av bevilgningene målrettet. Det er liten sammenheng mellom prioriteringene innenfor VERDIKT og andre virkemidler. Det fins verken noen overordnet politikk eller noen formelle kanaler for diskusjon eller prioritering av midlene. Porteføljeutvikling på tvers av de forskjellige finansieringskildene for IKT-forskning og -utvikling er et tiltak som kunne vært brukt for å styrke samordningen av virkemidlene.

5.2 Forskningsrådets rolle som pådriver for endring

Forskningsrådet er en av aktørene som kan bidra til å iverksette de nødvendige endringene for å styrke forskning og innovasjon innenfor IKT. Situasjonsbeskrivelsen tilsier at det er et behov for en nasjonal strategi for norsk IKT-FoU. Forskningsrådet kan bidra med et analysegrunnlag for å finne fram til gode nasjonale prioriteringer. Oppmerksomhet bør rettes mot områder hvor behovet for endring er størst, og hvor det er trolig at Forskningsrådet kan utgjøre en forskjell. I forhold til diagnosen foran (kapittel 5.1) har Forskningsrådet en viktig rolle knyttet til enkelte punkter og en mer perifer rolle på andre. Virkemidlene som benyttes, bør gjenspeile dette.

En IKT-forskningssatsing må være internasjonalt orientert

Den norske IKT-næringen og den norske IKT-forskningen forholder seg til en internasjonal virkelighet, og mye tyder på at den internasjonale eksponeringen vil bli sterkere. Det europeiske FoU-landskapet er i endring, og en norsk forskningssatsing bør være proaktiv overfor de muligheter som ligger i ERA, både når det gjelder Horizon 2020 og randsoneaktivitetene. Norske bedrifter og forskningsmiljøer må i tillegg orienteres mot de fremste miljøene i land utenfor EU. En framtidig satsing på IKT-forskning og -utvikling må inneholde klare føringer og virkemidler som sikrer at norske miljøer kobles på de viktigste internasjonale konkurransearenaene for forskning og på kunnskapsknutepunktene.

Flere av kunnskapsområdene beskrevet i dette dokumentet er nært knyttet opp mot aktiviteter i EUs sjuende rammeprogram og det framtidige Horizon 2020. Det er naturlig å forvente at norske miljøer i større grad henter ut forskningsmidler fra EU der dette er hensiktsmessig, framfor at disse kunnskapsområdene støttes med nasjonale forskningsmidler. Både innenfor norsk forskningsfinansiering og EUs forskningsfinansiering fins det generelle virkemidler som finansierer aktiviteter på bakgrunn av kvalitet eller relevans på tvers av fagområder (eks. FRIPRO og ERC – European Research Council). Det må forventes at de sterkeste forskningsmiljøene innenfor IKT henter forskningsmidler også fra disse kildene.

En IKT-forskningssatsing må sikre økt samfunnsøkonomisk lønnsomhet

IKT er en teknologi som er gjennomgripende i de fleste sektorer. Dette kalles gjerne for en «General Purpose Technology» (i slekt med EUs begrep «Key enabling technology»). Dette innebærer at offentlige forskningsinvesteringer kan ha stor privatøkonomisk utløsende effekt. Men det innebærer også at gapet mellom privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet blir stort, og potensielt leder til underinvesteringer. En framtidig satsing på IKT-forskning og -utvikling må se offentlige investeringer og private investeringer i IKT-forskning i sammenheng og utvikle mekanismer som gjensidig forsterker innsatsen slik at også den samfunnsøkonomiske lønnsomheten blir stor.

En IKT-forskningssatsing må være balansert

IKT er et bredt forskningsfelt. Den generiske IKT-forskningen har sin opprinnelse innenfor real- og teknologifag og består av fagfeltene informatikk, informasjonsvitenskap, informasjonsteknologi og kommunikasjonsteknologi. Humanistisk, samfunnsvitenskapelig og juridisk forskning er viktig for utvikling av og forståelse av hvordan IKT virker på samfunnet samt hvilke juridiske konsekvenser

utnyttelse av teknologien gir. Denne bredden i faget synliggjøres godt innenfor kunnskapsområdene som er beskrevet i denne rapporten. En framtidig satsing på IKT-forskning og utvikling må integrere de forskjellige elementene i det brede IKT-feltet og søke gjensidig forsterkende tiltak. Det må være en fornuftig balanse mellom langsiktig, grunnleggende forskning, tematisk styrt forskning og forskning styrt av næringslivets og offentlig sektors behov.

En IKT-forskningssatsing må også være en kompetansesatsing

Det er forventet økende etterspørsel etter kandidater med IKT-kompetanse i norsk næringsliv og offentlig sektor i årene som kommer³⁶. Det er ønskelig å heve kompetansen i IKT-næringslivet spesielt. Økt andel medarbeidere med master- eller phd-kompetanse vil ventelig øke forskningsintensiteten og -kvaliteten på FoU-arbeidet i bedriftene og i offentlig sektor, vil øke samarbeidet med forskningsinstitusjonene og øke innkjøpskompetansen av FoU. Fagevalueringen av IKT-forskningen³⁷ påpeker samtidig svakheter i utdanningssystemet, og anbefaler en bedre koordinering av phd-utdanningen slik at kvaliteten blir jevnere og mulighetene for mobilitet større. En framtidig satsing på IKT-forskning og -utvikling må derfor også være en kompetansesatsing der forsknings- og innovasjonstiltak ses i sammenheng med tiltak for økt utdanningskvalitet og økt kompetanse i næringslivet og offentlig sektor (jfr. kunnskapstriangelet).

En IKT-forskningssatsing må ha et systemperspektiv

Utformingen av forskning og utvikling innenfor IKT må ta sitt utgangspunkt i hele forskningssystemet, og adressere hele *kunnskapstriangelet*: Forskning, utdanning og innovasjon. Virkemidlene skal treffe hele bredden fra grunnleggende, nysgjerrighetsdrevet forskning til den mer anvendte applikasjons- og brukerrettede forskningen. Videre må de samvirke med utdanningsprogrammene ved universiteter og høyskoler. Den internasjonale dimensjon må også være gjennomgående i valg av virkemidler i norsk IKT-forskning og -utvikling. Nasjonale virkemidler må ivareta særnorske behov, men også styrke norske aktørers muligheter på den internasjonale arena. Samtidig vet vi at sterke nasjonale miljøer også har en tendens til å lykkes bedre i konkurransen om forskningsmidler i EU.

En IKT-forskningssatsing må stimulere til samhandling og arbeidsdeling

De fleste aktører innenfor norsk IKT-forskning og -utvikling er små. I tråd med den nasjonale politikken, er det viktig at også IKT-forskningssatsingen støtter opp under Samarbeid, Arbeidsdeling og (faglig) Konsentrasjon – SAK. Virkemidlene må innrettes slik at de oppmuntrer til samarbeid der det er hensiktsmessig. Virkemidlene må også innrettes slik at det legges grunnlag for å finne fram til meningsfulle arbeidsdelinger, både innenfor og på tvers av sektorer.

En IKT-forskningssatsing forutsetter en moderne forskningsinfrastruktur

I moderne vitenskap stilles det stadig sterkere krav til vitenskapelig infrastruktur. For å delta i den internasjonale forskningsfronten er det nødvendig å ha tilgang til tidsriktig og svært omfattende vitenskapelig utstyr. Bevilgninger til nasjonalt vitenskapelig utstyr er en egen post på statsbudsjettet. Forskningsrådet forvalter disse midlene gjennom sin «Nasjonal strategi for forskningsinfrastruktur»³⁸. Dagens volum på denne budsjettposten er langt lavere enn investeringsbehovene for tidsriktig utstyr for IKT forskning og innovasjon.

³⁶ [Tilbud og etterspørsel etter høyere utdannet arbeidskraft fram mot 2020](#). Rapport fra Kunnskapsdepartementet 20/12-10.

³⁷ *Research in Information and Communication Technology in Norway. An evaluation.* [Evaluering av grunnleggende forskning innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi](#). Utført i 2011, offentlig i 2012.

³⁸

http://www.forskningsradet.no/no/Publikasjon/Nasjonal_strategi_for_forskningsinfrastruktur/1200976467400

En IKT-forskningssatsing bør også understøtte tverrfaglighet

Mye spennende forskning og innovasjon skjer i dag i grenseflaten mellom IKT og andre teknologier og fagdisipliner. Medisinsk teknologi, bioinformatikk og mikro/nanoteknologi er eksempel på nye områder som oppstår når ulike fag og teknologier gjensidig forsterker hverandre. Det er også påpekt store samfunnsmessige og økonomiske muligheter innenfor slike nye fagkombinasjonene³⁹. Det er viktig at en IKT-satsing også støtter opp under forskning som går på tvers av de tradisjonelle faggrensene.

High Level Recommendations

Fagevalueringen av IKT-forskningen³³ kom med en rekke anbefalinger. Nedenfor følger en del av disse anbefalingene, og henvisning til overskrifter som ivaretar disse anbefalingene.

“Develop or strengthen an innovation strategy with supporting incentives – also within universities and research centers -- towards the economic valorization of ICT research results, encouraging entrepreneurship and fostering transfer of knowledge.”

- **En IKT-forskningssatsing må ha et systemperspektiv**

“ICT organizations should seek to better coordinate their educational offerings, flow of personnel, construction and support of facilities. For a small country like Norway, this has to be a balance between fostering healthy competition and achieving efficiencies of scale.”

- **En IKT-forskningssatsing må også være en kompetansesatsing**
- **En IKT-forskningssatsing må stimulere til samhandling og arbeidsdeling**
- **En IKT-forskningssatsing må styrke Kunnskapsområdene**

“International perspective in research and education has to be continued and further strengthened by incentivizing collaborations and technology development and grow partnership and leadership of EU based research efforts.”

- **En IKT-forskningsatsing må være internasjonalt orientert**

“As an area of national importance, it is recommended that Norway consider initiating a strategic effort to increase national competence in cyber security.”

- **Samfunnsikkerhet under Samfunnsmessige utfordringer**

I tillegg adresserer også dette dokumentet prinsipper som er utledet fra analysen og fra andre evalueringer, for eksempel av Forskningsrådet, som understreker Forskningsrådets rolle som samfunnsaktør og endringsagent.

- **En IKT-forskningssatsing må sikre økt samfunnsøkonomisk lønnsomhet**
- **En IKT-forskningssatsing bør også understøtte tverrfaglighet**
- **En IKT-forskningssatsing må samspille med samfunnet for å utvikle robuste og bærekraftige IKT-løsninger**

En IKT-forskningssatsing må samspille med samfunnet for å utvikle robuste og bærekraftige IKT-løsninger

Kunnskap og teknologi skal bygges og tas i bruk på en ansvarlig måte. Utfordringen ligger i å tilstrebe maksimalt positive bidrag fra teknologiene til beste for samfunnet, og samtidig ta hensyn til mulige negative og utilsiktede effekter og risiko fra de samme teknologiene, både for anvendelser i samfunnet- og den enkelte. Det er viktig å vektlegge helsemessige, miljømessige og samfunnsmessige/kulturelle problemstillinger knyttet til utvikling og bruk av IKT. Eksempler på temaer er personvern, datasikkerhet, digitalt medborgerskap og universell utforming. Det må legges til rette for en bred samfunnsdialog rundt forskning og teknologiutvikling, inklusive møteplassen hvor forskning møter næringsliv og investormiljøene.

³⁹ [Converging Technologies for Improving Human Performance \(2002\)](#). NSF/DOC-sponsored report, ed. by Mihail C. Roco and William Sims Brainbridge. National Science Foundation.

En IKT-forskningssatsing må styrke Kunnskapsområdene

I denne rapporten er det beskrevet sju kompetanseområder innenfor IKT-FoU. Mens forskningsutfordringene med utgangspunkt i samfunnsutfordringene har karakter av å være tematisk styrt og top-down, må en strategi for IKT-forskning og -utvikling også ivareta de grunnleggende kunnskapsbehovene innenfor kunnskapsområdene. Det vil være aktuelt med tiltak som bygger kapasitet innenfor kunnskapsfelter der Norge har behov for økt kompetanse samtidig som det bygges beredskap på områder som kan bli viktig i fremtiden. Men det må også brukes bottom-up virkemidler innenfor IKT kunnskapsområdene, og som legger til rette for forsker- og brukerinitiert forskning og utvikling. Norge er en liten forskningsnasjon, så det vil ikke være mulig å ha store satsinger på alle områdene. Noen av kunnskapsområdene må derfor prioriteres framfor andre.

6 Veien videre: Utfordringer og muligheter for fremtidig satsing på IKT

I diagnosen har vi pekt på at IKT-FoU har mange sterke miljøer å bygge på, både innenfor forskning og næringsliv. Samtidig er det også dokumentert at det er ulike svakheter, som svak nasjonal styring, utilfredsstillende koplinger og samarbeid mellom forskning, utdanning og næringsliv, ujevn forskningsmessig kvalitet, for svak internasjonal orientering, fragmentering i forsknings og innovasjonsmiljøene, og svak koordinering av virkemidler i Forskningsrådet. Det er nødvendig å styrke Forskningsrådets rolle som pådriver for å møte de utfordringene IKT-feltet står overfor. IKT-FoU skal bidra til ulike mål, både styrke forskning på utvalgte områder, bidra til næringsutvikling og å løse samfunnsutfordringer. Samtidig må det gjøres valg; Norge er en liten aktør på den internasjonale forskningsarenaen. I dette kapitlet foreslår vi innledningsvis hva som bør være prioriterte forskningstemaer på bakgrunn av analysene i resten av dokumentet. Deretter synliggjør vi hvordan ulike virkemidler og tiltak kan brukes for nå ulike målsettinger.

6.1 Prioriterte forskningstemaer

En forutsetning for at IKT vil kunne levere bidrag til løsning av samfunnsutfordringer er at det bygges et bredt og generisk kompetansegrunnlag på alle kunnskapsområder. De konkrete behovene for forskningsbasert kunnskap innenfor de ulike samfunnsutfordringene er viktige for å finne frem til kunnskapsområder med stor generisk verdi.

I arbeidet med dette dokumentet er det blant annet hentet inn innspill fra en rekke aktører og i ulike formater:

- Skriftlige innspill til fremtidens IKT-forskning er mottatt blant annet fra universitetene som er størst på IKT-området (NTNU og UiO), fra VERDIKTs programstyre og fra SINTEF IKT
- Det har vært gjennomført en spørreundersøkelse (questback) med 42 respondenter, fra blant annet SINTEF IKT, UiO, Simula, NTNU, UiB, UiT og CMR.
- Det har vært avholdt dialogmøter med en rekke aktører, blant annet Teknologirådet, SINTEF IKT, Datatilsynet, Senter for IKT i Utdanningen, DIFI, Telenor, IKT Norge, Abelia, Universitets- og høyskolerådet og TEKNA.
- Det har vært avholdt 3 store workshoper – om sterke næringer (19/6-12); om utdanning og kultur (21/6-12) og om helse og omsorg (24/9-12), og en miniworkshop om grønn it (20/9-12)
- Forskningsmiljøene innenfor de teknologiske delene av IKT forskning og undervisning har blitt evaluert og Forskningsrådet har blitt evaluert.
- Det har vært formelle og uformelle møter og dialoger med representanter for myndigheter og andre deler av Norges forskningsråd.

Allerede på et tidlig stadium i arbeidet⁴⁰ ble det forsøkt å identifisere viktige forskningstemaer i skjæringsfelter mellom kunnskapsområder og samfunnsutfordringer. Selv om antall og nøyaktig innhold i kunnskapsområdene og samfunnsutfordringene har blitt noe modifisert underveis (se kapittel 3.5), har alle hovedelementene i matrisen vært med hele veien. I de forskjellige dialogene har deltagerne blitt utfordret til å gi innspill på aktuelle og viktige forskningsspørsmål i skjæringspunktet mellom kunnskapsområdene og samfunnsutfordringene. Dette gjelder spesielt for workshopene og dialogmøtene.

⁴⁰ Fra workshoper som ble avholdt i juni 2012.

På bakgrunn av konkrete tilbakemeldinger fra forskningsmiljøer og -aktører har vi oppsummert forskningsbehovene i matrisen. Kunnskapsområdene er per definisjon slik at det eksisterer miljøer som driver forskning på disse områdene. Det som kommer fram i denne analysen er en kombinasjon av forskningstemaer der det fins generiske forskningsbehov og som samtidig adresserer en samfunnsutfordring. Figuren viser en analyse av kunnskapsområdene og deres viktighet i forhold til de ulike samfunnsutfordringene. Analysen er et resultat av prosessene beskrevet ovenfor og i kapittel 2.3.

Prioriteringen kommer fram gjennom en to-steps, kvalitativ analyseprosess. Det første steget består av en gjennomgang av innspillene fra FoU-miljøene og andre interessegrupper. I dette steget ble det avdekket aktuelle forskningsspørsmål i skjæringspunktene. Steg to består av en vektning av de identifiserte forskningsspørsmålene. Vektingen tar hensyn til både frekvens av innspillene, politiske og forskningspolitiske føringer, den internasjonale forskningsagendaen i Europa og USA, så vel som en vurdering i prosjektgruppen.

Miljø og klima (innspill fra spørreundersøkelse, intervjuer med næringsliv og FoU-aktørene): Det ble avdekket stort behov for sensorteknologi og mikroelektronikk for klima- og miljøovervåking. Videre pekes det på forskningsutfordringer innen energieffektivisering og lokal energihøsting, som gjør skjæringspunktet med kunnskapsområde 1 meget relevant. Komplekse klimamodeller og simuleringer, samt håndtering av de nødvendige datavolumene peker mot en forskningsinnsats innenfor områdene 3 og 5.

Helse og velferd (innspill i hovedsaken gjennom tilsvarende workshop og intervjuer): Fremtidens teknologi for medisin og omsorg kan møtes av forskningsinnsats innen kunnskapsområdene 1 og 2. Innenfor kunnskapsområde 1 er det aktuelle problemstillinger til sensorteknologi, mikrosystemer (lab-on-chip teknologi) og smarte implantater. Innen område 2 fremheves robotikk for avansert operasjonsutstyr, og tjenesterobotikk i forbindelse med omsorgsteknologi. Stadig økende datamengder innen helseinformatikk stiller krav til kunnskapsområde 5. Meget store forskningsbehov knyttes til metoder for utvikling, standardisering og utrulling av IKT-systemer (område 6) så vel som brukergrensesnitt og universell utforming (område 7).

Offentlig forvaltning (innspill gjennom workshops og intervju): Forskningsutfordringene knyttes til utforming av brukergrensesnitt (område 7), sikker håndtering og deling av offentlig data (område 5), og ikke minst til utvikling, utrulling og implementering av IKT-systemer for offentlig forvaltning samt videreutvikling av offentlige tjenester, offentlige institusjoner og demokratisk forvaltning (område 6).

Samfunnssikkerhet (innspill gjennom intervjuer og skriftlige innspill): Forskningsspørsmål identifiseres innenfor område 1 (sikkerhet på komponentnivå), område 6 (sikkerhet og personvern i utvikling av programvare og tjenester) og område 7 (samfunnssikkerhet, personvern vs. individets frihet). Høy prioritet legges på område 4, der forskningsspørsmålene knyttes til sikre og robuste kommunikasjonsinfrastrukturer.

Kultur og læring (workshop, skriftlige innspill): Her identifiseres forskningsspørsmålene i område 5 (behandling av digitalt innhold for læring), område 6 (utrulling og standardisering av digitale læremidler), og område 7 (samspill mellom elev, lærer og teknologi).

Strategiske næringer (workshop): Område 2 (forskning innen avansert robotteknologi og automatisering) ble fremhevet, spesielt av næringene innenfor offshore og fornybar energi. Videre ble det lagt vekt på behandling av stadig økende datamengder for beslutningsstøtte (område 5). Også område 6 ble fremhevet av disse næringene.

Forskningsspørsmål IKT		Samfunnsutfordringer for:					
		Miljø og klima	Helse og velferd	Offentlig forvaltning	Samfunns-sikkerhet	Kultur og læring	Strategiske næringer
Kunnskapsområder	1. Komponenter og systemer						
	2. Robotikk, automatisering og smarte omgivelser						
	3. Neste generasjons datasystemer						
	4. Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur						
	5. Teknologier for digitalt innhold						
	6. Programvare og tjenester						
	7. Menneske, samfunn og teknologi						
		Fremtid og nye teknologier					

Figur 13. Forskningsbehov i matrisen

I tråd med omtalen av prosessen ovenfor, indikerer *gult* i Figur 13 at det er identifisert et forskningsbehov i skjæringsfeltet mellom kunnskapsområdet og samfunnsutfordringen, og *rødt* at forskningsbehovet er stort. Interessante forskningsspørsmål kan også finnes i de hvite feltene, men det er ikke identifisert umiddelbare forskningsbehov der nå.

Analysen viser at det er en konsentrasjon av forskningsbehov på tvers av samfunnsutfordringer innenfor kunnskapsområdene 5-7 (teknologier for digitalt innhold; programvarer og tjenester; Menneske, samfunn og teknologi). Dette tyngdepunktet er ikke overraskende da disse kunnskapsområdene ligger høyt i verdikjeden (i betydningen marked- eller brukernært) og derfor er mer samfunnsnære.

Andre kunnskapsområder peker seg ut som svært viktige innenfor enkelte samfunnsutfordringer, eksempelvis sensorteknologi og energieffektiv mikroelektronikk i kunnskapsområde 1 (komponenter og systemer), der vi ser store forskningsbehov i sammenheng med klima og miljø.

En (rendyrket) prioritering basert på ett enkelt kunnskapsområde sett i sammenheng med en enkelt samfunnsutfordring vil imidlertid innebære en stor fare for en for snever satsing. Det er hensiktsmessig å se teknologier og samfunnsutfordringer i en større sammenheng. Det er også en forskjell på hvor nært kunnskapsområdene er koblet opp mot samfunnsutfordringer. På flere av kunnskapsområdene vil det være forskning som i neste omgang vil være direkte anvendbare for samfunnsutfordringene. Slike enkeltstående skjæringsfelter i matrisen kan være gode kandidater for andre virkemidler i Forskningsrådet, for eksempel de som faller inn under *Fremtid og nye teknologier*

Det er hensiktsmessig å definere forskningstemaer ut i fra tyngdepunktene i matrisen fremfor det enkelte skjæringspunkt. Det vil si at vi foreslår å prioritere forskningstemaer som går på tvers av flere samfunnsutfordringer og flere kunnskapsområder, og som er generiske av karakter og robuste over tid.

Fire prioriteringer

- kompleksitet og robusthet

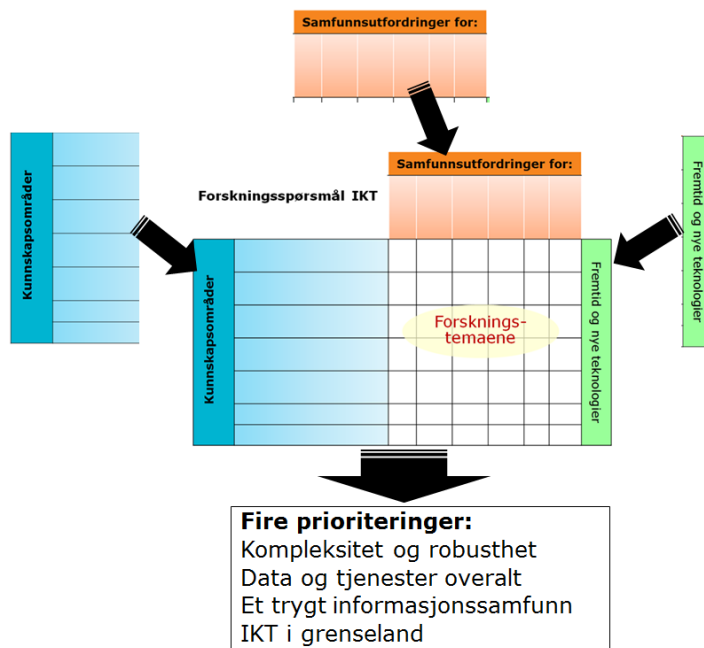
- data og tjenester overalt

- et trygt informasjonssamfunn

- IKT i grenseland

UTKAST - Versjon 1.0, 22. november 2012

Gjennomgangen av EUs «Future and Emerging Technology Flagships» og National Science Foundation sine «Grand Challenges» (se kapittel 3.1) viser at med unntak av temaet «Graphene» kan EU og NSFs forskningstemaer oppsummeres med følgende fem gjennomgående temaer: Beredskap, robusthet og samfunnssikkerhet, Kompleksitet i tett sammenvevde systemer («system of systems»), Samhandling mellom menneske og maskin, Allstedsnærværende databehandling og Nye paradigmer basert på nevro-bio inspirert databehandling. Innspillene som er mottatt i arbeidet med dette kunnskapsgrunnlaget har store fellestrekk med overordnede prioriterte forskningstemaer i EU og NFS. Nedenfor observerer vi at det er store overlapp mellom prioriteringer i EU og NFS – tross alt er IKT-feltet del av en internasjonal virkelighet og ulike land opplever felles samfunnsmessige utfordringer. På den annen side vil de foreslåtte forskningstemaene også reflektere viktige særtrekk ved den nasjonale situasjonen i Norge. Spesielt tar vi hensyn til hvor det er sterke norske forskningsmiljøer og norske tradisjoner, prioriteringer og samfunnsutfordringer.



Figur 14. Fire prioriterte forskningstemaer innenfor IKT

På denne bakgrunn foreslås det å prioritere følgende fire forskningstemaer (Figur 14):

Kompleksitet og robusthet

Dette forskningstemaet handler om kompleksitet og robusthet i samhandlingen mellom menneske og maskiner, og i interaksjon mellom teknologi og samfunn.

Forskningsspørsmålene i denne prioriteringen adresserer i stor grad kunnskapsområdene 6 og 7 (programvare og tjenester; menneske, samfunn og teknologi), men også fremtidens kommunikasjonsinfrastrukturer og nye paradigmer for databehandling (henholdsvis område 3 og 4). I et moderne informasjonssamfunn foregår det interaksjoner på tvers av lag, og innenfor lag som er stadig mer komplekse. Dette forskningstemaet adresser problemstillinger knyttet til dagens og fremtidens tett sammenvevde systemer (*system of systems*). Den økende graden av kompleksitet krever at det utvikles robuste og driftssikre systemer. Temaet adresserer også interaksjonen mellom menneske, samfunn og teknologien. Selv om teknologien finnes i dag, ser vi store svakheter ved innføringen og bruk av teknologi: Store IKT-prosjekter mislykkes (eks. billettsystemet i Oslo, Integrasjonen av IKT-løsninger innenfor Oslo Universitetssykehus) og/eller går langt utover kostnads- og tidsrammer. Hvordan disse mekanismene slår ut hos individer og i organisasjoner, er et viktig forskningsspørsmål som går på tvers av flere samfunnsutfordringer. Helse, omsorg og offentlig forvaltning er områder hvor dette er viktige spørsmål. Store organisasjoner opplever at de må bruke stadig mer ressurser på vedlikehold og integrasjon i stedet for nyinvesteringer. Dette forskningstemaet vil ha relevans på tvers av alle samfunnsutfordringer som er identifisert. Det er identifisert et stort behov for mer forskning på dette området, både i de sterke næringene og i offentlig sektor. Dersom denne kompetansen ikke utvikles nasjonalt, vil den måtte hentes internasjonalt. Norge har forskningsmiljøer (ref fagevalueringen av IKT-forskningen³⁷) i verdensklasse innenfor flere av disse problemstillingene, og vi har unik mulighet til å både være pådriver i forskningen og være attraktive samarbeidspartnere internasjonalt – som gir tilgang til ny kunnskap og samarbeid med de beste fagmiljøene.

Data og tjenester overalt

Dette forskningstemaet handler om tilgjengelighet av data og tjenester overalt i samfunnet.

Framskaffelse, forvaltning og bruk av stadig økende mengder av data og innhold spiller en hovedrolle innenfor alle samfunnsutfordringene. Samtidig som vi tar i bruk teknologi som nettskybasert databehandling (Cloud Computing) og tingenes internett, øker kravene til tilgang og viderebruk av data og databehandlingstjenester i en rekke ulike kontekster, på tvers av ulike typer brukerstyr. Produksjon og innhenting av data blir i økende grad automatisert og utført av f.eks. intelligent sensorteknologi og distribuerte og lenkede datakilder. Forskningsspørsmålene i dette temaet finner vi innenfor flere av kunnskapsområdene, hovedsakelig områdene 3-5 («Neste generasjons datasystemer»), «Kommunikasjonsteknologi og infrastruktur» og «Teknologier for digitalt innhold»). Innenfor dette forskningstemaet har Norge flere fremragende forskningsmiljøer og nasjonalt har Norge flere fordeler som kan utnyttes:

- Norge har en rekke omfattende dataregistre av høy kvalitet og av stor interesse. Dersom disse legges til rette med hensyn til sikkerhet og tilgang vil de kunne ha stor forskningsmessig interesse.
- Norge er et samfunn preget av stor tillit, og norske innbyggere er svært teknologivennlige. Dette skulle legge godt til rette for at Norge kan fungere som «testbed» - at det er mulig å utvikle applikasjoner og løsninger innenfor det norske markedet.
- Norge har gode forutsetninger for å også utvikle løsninger for lagring av store datamengder. Dette er i større grad et næringspolitisk spørsmål enn et forskningsspørsmål, men har relevans i denne sammenheng.

Et trygt informasjonssamfunn

Dette forskningstemaet handler om samfunnssikkerhet, sårbarhet, beredskap og personvern.

Det er en rekke forskningsspørsmål knyttet til samfunnssikkerhet og -sårbarhet, samfunnsberedskap og personvern. Forskningsspørsmålene adresserer sikkerhet på alle nivåer: Sikkerhet i komponenter (Kunnskapsområde 1), sikkerhet i systemer og programvare (Kunnskapsområde 6), sikkerhet i infrastrukturen (Kunnskapsområde 4), sikkerhet ved endringshåndtering av teknologi, organisasjon og kompetanse (Kunnskapsområde 7). Sikker håndtering av data er også gjennomgående i nesten alle samfunnsutfordringene, og for de sterke næringene. Samtidig står personvernspørsmålene sentralt i dette forskningstemaet. Spørsmål knyttet til eierskap av data, tilgjengelighet og regulering er typiske problemstillinger. Dette forskningstemaet er gjensidig knyttet til forskningstemaene om kompleksitet og robusthet. Å håndtere kompleksitet og skape robuste systemer er sentralt for å ivareta samfunnssikkerheten.

Norge har enkelte fremragende miljøer på dette området, men de fremstår som fragmenterte og med flere sentrale områder er underdekket i dag (ref IKT-evalueringen³⁷). Kompetanse på dette området er sentralt for de enkelte land/en nasjons sikkerhet, og kan ikke hentes utenfra uten at det også bygges en solid kompetanse nasjonalt.

IKT i grenseland

Dette forskningstemaet handler om det store potensialet i samspillet mellom IKT og andre fag og teknologier.

Mye av den mest spennende forskningen og innovasjonen skjer i dag i der IKT møter andre teknologier og fagdisipliner, og prosessene rundt «konvergerende teknologier» er høyt på den internasjonale forskningspolitiske agendaen. Et særtrekk ved IKT-feltet er den svært høye endringstakten. Nasjonale og internasjonale trender tyder på at de neste store nyvinningene vil skje der hvor IKT og andre teknologier og fagdisipliner møtes. Innenfor flere av Kunnskapsområdene (f.eks. innenfor neste generasjons datasystemer) oppstår det ny forskning i dette grenselandet. Denne forskningen vil typisk ha høy risiko og være tverrfaglig. Dette forskningstemaet vil i stor grad

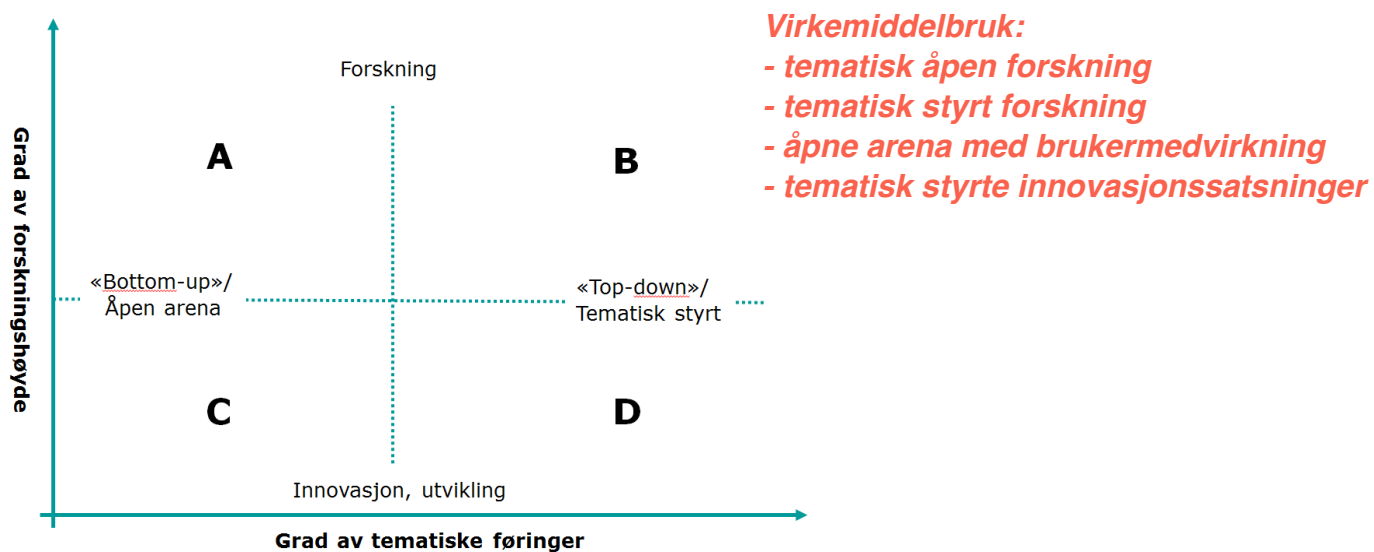
gå på tvers av både kunnskapsområder og samfunnsutfordringer, og bygger opp under ukjente teknologier i fremtiden (området til høyre i matrisen).

IKT-FoU har samarbeid og samvirker med en rekke andre teknologier og fagområder. I

Forskningsrådet, har det vært satset sterkt både på beregningsvitenskap gjennom eVita programmet og på bioteknologi og nanoteknologi gjennom de Store programmene FUGE og NANOMAT (nå omdannet til BIOTEK2021 og NANO2021). Forskningsinnsatser i grenselandet mellom IKT og disse områdene har vært vektlagt internasjonalt, og ofte i kombinasjon også med forskningstemaer nært opp mot biologi og medisin (kognitiv vitenskap er et eksempel). I Norge har det så langt ikke vært omfattende forsknings- eller innovasjonsinitiativer på tvers. Innenfor IKT er det et stort og mangfoldig næringsliv, mens det er betydelig mindre næringsliv innenfor bioteknologi og nanoteknologi. Tilsvarende er forskningsfeltet innenfor IKT også mer etablert og variert. Norge har fremragende forskningsmiljøer på flere teknologiområder, og det ligger et utnyttet potensial i å få fram nyvinninger som ligger i grenseflaten mellom disse.

6.2 Analyse av virkemiddelbruk

For å strukturere diskusjonene rundt mulig bruk av virkemidler og tiltak, foreslår vi en analyse langs to dimensjoner: På den ene siden grad av tematiske føringer og styring (horisontal akse i Figur 15). På den andre siden grad av akademisk forskningshøyde (den vertikale aksene i Figur 15). Det er også



Figur 15. Systematisering av mulige tiltak innenfor IKT-FoU

mulig å velge andre dimensjoner, som for eksempel grad av internasjonalisering, nærhet til markeder, grad av utdanning etc. Disse andre dimensjonene er viktige, men gir ikke det samme spennet i forhold til mulige tiltak. De vil bli omtalt i forbindelse med mulige tiltak (Kapittel 6.3). Figuren er inspirert av «Pasteurs kvadrant»⁴¹. Til forskjell fra «Pasteurs kvadrant» er begge aksene i vår analyse kontinuerlige. I den videre omtalen vil vi likevel snakke om «kvadranter» for å illustrere hvordan ulike tiltak følger bestemte logikker.

I denne analysen kan virkemidler og tiltak med liten grad av tematiske føringer karakteriseres som *bottom-up*. Det viktigste kjennetegnet er at innholdet i aktivitetene er initiert av miljøene selv. Dette

⁴¹ Donald E. Stokes, *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, 1997.

kan dreie seg om både typiske bedrifts- og innovasjonsaktiviteter og initiativer knyttet til den akademiske, grunnleggende forskningen. Når forskningens innhold er bestemt ut fra samfunnsmessige prioriteringer og har sterke tematiske avgrensinger, karakteriseres det gjerne som *top-down*. De forskjellige aktivitetene og målgruppene innenfor henholdsvis bottom-up og top-down områdene skiller seg gjerne i hva slags forskningshøyde de inneholder. Forskningshøyde forstås her som graden av vitenskapelig forskningshøyde. Ut fra denne analysen kan man dermed skille mellom fire hovedinnretninger innenfor virkemiddelapparatet. De forskjellige virkemiddelklassene har forskjellige fordeler og ulemper og tjener forskjellige hensikter.

A. Tematisk åpen forskning: Med denne typen forskning oppnår vi høy vitenskapelig kvalitet innenfor områder bestemt av forskningsmiljøene selv. Eksempler på virkemidler som understøtter denne typen forskning er FRIPRO og sentersatsingene SFF og SFI. For sentersatsingene vil bygging av kritisk masse være en viktig effekt. For FRIPRO og SFF er det forskerne selv som tar initiativ til prosjekter, mens for SFI gjøres dette i dialog med næringslivet. Høy vitenskapelig kvalitet er et nødvendig kriterium for finansiering. Innenfor flere av virkemidlene foretas det faglige avgrensinger på overordnet nivå (eksempel inndeling av FRIPRO i fire fagkomiteer), mens sammensettingen av prosjektene er drevet av bottom-up prosesser.

Virkemidler og tiltak som kan være aktuelle for å fremme denne typen forskning bør understøtte

- Økt dristighet
- Mer tverrfaglighet
- Oppbygging av kritisk masse (eks. sentersatsinger)
- Mer bruk av yngre eller mindre etablerte forskere

Ved å benytte virkemidler i denne kvadranten vil man kunne oppnå

- Forskning av høy vitenskapelig kvalitet
- Å bygge kritisk masse rundt kunnskapsområder

En utfordring er å stimulere til mere originalitet og nytenkning i tillegg til den mer inkrementelle forskningen innenfor kjente tradisjoner.

B. Tematisk styrt forskning: Tematisk styrte satsinger fremstår som den mest effektive måten å styrke forskningsinnsatsen på strategisk viktige tema. Man ønsker å få fram ny kunnskap og bygge kompetanse på områder av stor nasjonal betydning. Kriterier for valg av prosjekter er vitenskapelig kvalitet og tematisk relevans. Denne type forskning gir gode muligheter for å bygge sterke forskningsmiljøer, stimulere til tverrfaglig samarbeid og styrke verdiskaping på definerte temaer. Eksempler på virkemidler er tematisk styrte sentersatsinger (eks. FME) og ulike programsatsinger (Store programmer, grunnforskningsprogrammer, handlingsrettede programmer).

Virkemidler og tiltak som kan være aktuelle for å fremme denne typen forskning bør understøtte

- Økt dristighet
- Mer tverrfaglighet (for eksempel integrerte prosjekter)
- Oppbygging av kritisk masse (for eksempel sentersatsinger)
- Mer bruk av yngre eller mindre etablerte forskere
- Mer kontakt mellom ulike miljøer (for eksempel nettverkstiltak)
- Mer fellesutlysninger mellom program, både nasjonalt og internasjonalt
- Mer samarbeid og koordinering på tvers av programmer og aktiviteter
- Økt involvering av meritterte forskere i prosjektene

Ved å benytte virkemidler i denne kvadranten vil man kunne oppnå

- Å bygge kritisk masse rundt strategisk viktige samfunnsområder
- Tverrfaglighet og kobling mellom sektorer
- Koordinering og mobilitet
- En tydelig verdiskapingsorientering

En utfordring er å finne riktig innretning på satsingene slik at de ikke blir for smale og viktige kunnskapsområder faller ut, samtidig som man lykkes med å bygge gode miljøer, og å fange opp viktig nytenkning.

C. Åpne arenaer med brukermedvirkning: Med forskning i denne kvadranten ønsker vi å stimulere til økt innovasjon i næringsliv og offentlig forvaltning. Prosjektene gjennomføres ofte i samarbeid mellom bedrifter, det offentlige og forskningsmiljøer, noe som bidrar til å heve FoU-kompetansen i næringslivet. Eksempler på virkemidler som understøtter slik forskning er BIA og SkatteFUNN . Kriterier for valg av prosjekter er verdiskapingspotensial, innovasjonsgrad og faglig kvalitet. Fordelene med disse virkemidlene er at de fanger bredt og dermed kan ha stort disruptjons- og innovasjonspotensial.

Virkemidler og tiltak som kan være aktuelle for å fremme denne typen forskning bør understøtte

- Mer evolusjonær tilnærming til finansiering (for eksempel gjennom ulike former for flertrinns søknadsprosesser)
- Økt bruk av intervjuer med søkere
- Synergier med Nærings-PhD og andre aktiviteter
- Mer risiko, dristighet og forskningshøyde i prosjektene
- Oppmuntring av innovasjon/disruptjon

Ved å benytte virkemidler og tiltak i denne kvadranten vil man kunne oppnå

- Å heve FoU-kompetansen i næringslivet
- Å øke innovasjons- og verdiøkingsorienteringen innenfor UoH-sektoren
- Å stimulere prosjekter med markeds- og samfunnsmessig disruptjonspotensial
- Å avlaste risiko

En utfordring er sikre at prosjekter med høyt verdiskapingspotensial og høy forskningsmessig risiko blir finansiert.

D. Tematisk styrte innovasjonssatsinger: Dette er satsinger hvor man ønsker å stimulere innovasjonsrettet FoU innenfor bestemte tema. Eksempler på slike satsinger kan være større bransjeorienterte programmer eller satsinger rettet mot næringsklynger (eks. SMARTRANS, MAROFF). Flere Store programmer, (for eksempel VERDIKT og PETROMAKS) har hatt enkelttiltak som ligger i denne kvadranten. Ved å benytte virkemidler i denne kvadranten vil man kunne oppnå å styrke FoU-kompetansen i næringer med stort verdiskapingspotensial.

En utfordring er at man risikerer å «låse» en satsing inn i prosjekter som kan ha liten generisk nytteverdi.

Virkemidler og tiltak som kan være aktuelle for å fremme denne typen forskning likner på virkemidler og tiltak fra kvadrant C.

6.3 Forslag til virkemidler og tiltak for å svare på forskningsbehovene

I kapittel 6.2 presenterte vi en måte å systematisere og målrette ulike virkemidler og tiltak på. VERDIKT, som er i sluttfasen, har vært forankret til høyre i Figur 15 (hovedsakelig i kvadrant B og D): Programmet har klart vært tematisk styrt. I likhet med de fleste andre Store programmer inneholder VERDIKT *tiltak* som retter seg både mot grunnleggende og innovasjonsrettet IKT-forskning. I en framtidig satsing på IKT-forskning og -utvikling bør det i større grad rendyrkes virkemidler som fremmer bestemte mål, samtidig som en sikrer synergieffekter mellom ulike virkemidler.

Målet er bedre koordinering, økt synergi og bedre dynamikk mellom virkemidler

Et overordnet mål er å øke dynamikken og synergieffektene mellom virkemidler og tiltak i de ulike kvadrantene slik at man totalt oppnår større forskningshøyde og mere næringsmessig og samfunnsmessig relevans. Det er både aktuelt å endre eller videreutvikle tiltak innenfor kvadranter, og utvikle nye som gir bedre vekselvirkninger mellom kvadrantene. Virkemidler og tiltak bør dermed utformes ut fra diagnosen og forskningstemaene, og i samsvar med premisser gitt av forsknings- og innovasjonsmiljøene. Hensikten er å legge grunnlaget for at fremtidens satsing på IKT-forskning og -utvikling skal være bedre integrert, tydeligere målrettet, gi bedre resultater, ha en bredere internasjonal orientering og i større grad bidra til å møte fremtidens utfordringer.

Aktuelle virkemidler og tiltak

Forskning i front

Innovativ forskning av høy vitenskapelig kvalitet er nøkkelford dersom norsk IKT-forskningen skal ligge i den internasjonale forskningsfronten. Det betyr at tiltak bør innrettes slik at de beste miljøene (jfr evalueringen av IKT-fagmiljøer) blir involvert. Det bør stilles klare krav om internasjonalt samarbeid og utveksling, og det bør inngå tydelige utdanningskomponenter. Denne forskningen kan både være «bottom-up» og mer tematisk styrt (strategisk grunnforskning)

Næringsrettet forskning og innovasjon

Innovasjon bør fremmes gjennom tiltak som øker kompetansen i bedriftene som deltar, gjennom å stille krav til samarbeid med forskningsmiljøer. Disse tiltakene bør ha som siktemål å øke kompetansen i norsk IKT-næringsliv og i andre næringer som forsker på IKT (f.eks. sterke næringer).

Dersom det eksisterer både sterke forskningsmiljøer og sterke bedrifter/innovasjonsmiljøer kan strategien være å stimulere relasjonene mellom A og C på åpne arenaer i eksisterende virkemidler, med krav om samarbeid. Dersom minst en av disse forutsetningene mangler, dvs. at det er fragmenterte forsknings- og/eller innovasjonsmiljøer, er det behov for tiltak som er mer tematisk styrt for å styrke både forskning og innovasjon, samt relasjonene mellom aktørene.

Tematisk rettede virkemidler

Innenfor en framtidig strategisk satsing må samfunnsutfordringene adresseres i tråd med prioriteringene slik de er definert i kapittel 3.2. Det vil være naturlig å bruke tematiske virkemidler (kvadrant B). En slik satsing bør ha et overordnet ansvar for å koordinere forskningsinnsats på tvers av Forskningsrådet, f.eks. etter modell fra BIOTEK2021 (der den tematiske satsingen ses i sammenheng med uttellingene forskningsmiljøene får innenfor virkemidlene BIA og FRIPRO). Satsingen kan bestå av ett eller flere programmer.

Slike koordinerte satsinger vil ha et overordnet ansvar for gode interaksjoner mellom forskning i UoH og instituttsektor og innovasjon i næringsliv og offentlig sektor. Eksempler på virkemidler som kobler aktører kan være:

- Sentersatsinger som kopler forskning i internasjonal front med viktige samfunnsutfordringer og næringsliv, for eksempel i retning av modell etter FME (kan utformes som tematisk styrte sentra i kvadrant B)
- Egne utlysninger for radikal innovasjon gjerne i samarbeid med andre teknologiområder (vil i sin natur være «bottom-up» og dermed være i kvadrant A eller kvadrant C)
- Etablering av virtuelle og nettverksbaserte sentre/ laber på tvers av sektorer og fagdisipliner (vil være et integrerende tiltak på tvers av kvadranter).
- Satsing på IKT som muliggjørende teknologi for sterke næringer i tett samarbeid med andre relevante programmer i Forskningsrådet, som BIA og relevante tematiske programmer (vil ha en virkemåte tilsvarende radikal innovasjon, i kvadrantene A og C).
- Fleksibel og dynamisk bruk av eksisterende virkemidler (koordinerende tiltak på tvers av kvadranter), bl.a. ved å etablere arenaer for samarbeid mellom prosjekter med potensial for synergieffekter.

Strukturelle virkemidler og tiltak: Internasjonalisering

Forskningsrådets internasjonale strategi⁴² fastslår som ett hovedgrep at «*Alle Forskningsrådets satsninger [...] skal ha konkrete mål og planer for internasjonalt samarbeid*». Videre fastslår strategien at Forskningsrådet «*...vil arbeide for at Norge deltar i fellesprogrammer på tvers av landegrenser når dette er viktig for å møte felles utfordringer eller for å styrke norsk forskning og kunnskapsbasert næringsliv*». Som diskutert i kapitlene 3 og 4.2 er det internasjonale FoU-landskapet i endring, samtidig som den norske satsningen innenfor IKT-forskning og utvikling ikke har hatt en overordnet strategisk tilnærming til internasjonalt samarbeid.

Forskningsrådets internasjonale strategi stiller også krav til at norske miljøer bør stimuleres til å delta i internasjonale konkurransearenaer. I denne sammenheng ble det utført en analyse av motivasjonsfaktorer i regi av Kunnskapsdepartementet⁴³, som diskuterer samspillet mellom tilgjengelighet av nasjonal støtte som en nødvendighet for å løfte miljøene på et konkurransedyktig miljø, og nasjonal støtte som en hemmende faktor for deltagelse i internasjonale konkurransearenaer.

For å oppfylle kravene som stilles i internasjonal strategi og for å utnytte synergier i internasjonalt samarbeid på en bedre måte, kan aktuelle tiltak være:

- Bilaterale programsamarbeid med utvalgte land innen teknologiforskning og -utvikling
- Deltagelse i internasjonale programsamarbeid innenfor ERA der dette er i tråd med nasjonal strategi
- Økte krav om at miljø som får bevilget nasjonal støtte, komplementerer satsningen gjennom deltagelse i internasjonale konkurransearenaer
- En mer aktiv vurdering av mulige synergier med internasjonale ordninger, spesielt Horizon 2020. En viktig del av dette er vurderinger av i hvilken grad nasjonal støtte er nødvendig for å løfte miljøene på et konkurransedyktig nivå, og i hvilken grad den kan være hemmende.

Strukturelle virkemidler og tiltak: Kapasitet og rekruttering

En forutsetning for enhver strategisk eller tematisk forskningssatsing er at det eksisterer en grunnleggende basis av forskning og utdanning av kandidater i forskningssystemet. En sentral komponent i en framtidig satsing på IKT-forskning og -innovasjon vil være å bygge opp miljøer som har bred kunnskap innenfor IKT-feltet og som utdanner kandidater til forskning og samfunn. Det er viktig at tiltak innrettes slik at de treffer forskningsmiljøene, spesielt ved universiteter og høyskoler, som driver kunnskapsoppbygging og utdanner framtidens arbeidskraft innenfor IKT. En

⁴² http://www.forskningsradet.no/no/Internasjonal_strategi/1253964695791

⁴³ http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter_planer/rapporter/2012/analyse-av-motivasjonsfaktorer-7rp.html?id=705664

forskningssatsing på IKT må derfor innrettes slik at den bidrar til en mest mulig relevant og kvalitetsmessig god utdanning.

Både innenfor fri arena (FRIPRO) og et eventuelt eget (tematisk bredt) grunnforskningsprogram kan følgende tiltak være aktuelle:

- stimulere økt bruk av forskerskoler (både nasjonal og internasjonale) for bedre samkjøring av doktorgradsutdanningen
- stimulere økt bruk av studenter i forskningsprosjekter (f.eks. innleid som programmerere eller forskningsassistenter) for å stimulere til en mer forskningsbasert undervisning,
- spesielle rekrutteringstiltak (f.eks. rettet mot kvinner),
- støtte til unge forskertalenter som bidrag til rekruttering av vitenskapelig ansatte.

Prioriterte forskningstemaer – aktuelle virkemidler og tiltak

De foreslåtte forskningstemaene i skjæringsflaten mellom samfunnsutfordringer og kunnskapsområder (kapittel 6.1) er *Kompleksitet og robusthet*, *Data og tjenester overalt*, *Et trygt informasjonssamfunn* og *IKT i grenseland*. Disse vil være kandidater for ulike doseringer av virkemidler og tiltak, hentet fra de forskjellige «kvadrantene» i diagrammet.

Det er viktige likheter mellom de to første prioriterte forskningstemaene i det de er forholdsvis etablerte og det eksisterer både sterke forskningsmiljøer og et næringsliv som etterspør resultater og kandidater. Her vil Forskningsrådet ha en integrerende rolle, og bringe sammen aktører, koordinere aktiviteter og stimulere til samarbeid. De to siste forskningstemaene er på den annen side mindre utviklet og deler av næringslivet er ikke like godt utviklet. Her vil Forskningsrådets rolle i større grad være å utvikle og koordinere kompetanse og bygge opp forskningsmiljøer.

Kompleksitet og robusthet: Innenfor forskningstemaet *Kompleksitet og robusthet* finnes det betydelige forskningsmiljøer som driver aktiv forskning. Samtidig finnes det mange bedrifter og innovasjonsmiljøer som driver forsknings- og/eller utviklingsarbeid innenfor feltet.

Med et slikt utgangspunkt anbefales det å bruke tiltak som bygger opp under allerede sterke forskningsmiljøer, som styrker koblingen mellom forsknings- og innovasjonsmiljøene, og som stimulerer til forskningsbasert innovasjon i næringslivet. Mange forskningsmiljøer (eventuelt i samarbeid med innovasjonsmiljøer) bør kunne konkurrere i ennå større grad på internasjonale forskningsarenaer, for eksempel EUs framtidige program Horizon2020. Tiltak som stimulerer til økt internasjonal innsats innenfor dette forskningstemaet, vil derfor være svært aktuelle. Fra analysen vet vi også at et viktig tiltak for å øke forskningsaktiviteten innenfor næringslivet er å forsyne arbeidslivet med høyt kvalifisert arbeidskraft. Virkemidler innenfor dette forskningsfeltet bør derfor ses i sammenheng med og forsterke utdanningskvaliteten og -kvantiteten.

Data og tjenester overalt:

Nåsituasjonen innenfor forskningstemaet *Data og tjenester overalt* har store likheter med forskningstemaet *Kompleksitet og robusthet*. Det er betydelige miljøer å bygge videre på. Aktuelle virkemidler vil derfor være de samme som for kompleksitet og robusthet.

Et trygt informasjonssamfunn:

Innenfor forskningstemaet *Et trygt informasjonssamfunn* er det et stort sprik mellom «etterspørselen» fra samfunnet og forskningsaktiviteten (jfr. IKT-evalueringen som etterlyser en sterkere satsing på «cyber security»). Problemstillinger knyttet til informasjonssamfunnet har stor kommersiell og samfunnsmessig interesse, uten at de norske forsknings- og innovasjonsmiljøene er tilsvarende utbygd. Det finnes enkeltmiljøer (f.eks. ved Høyskolen på Gjøvik) som har aktivitet på informasjonssikkerhet, men det finnes få norske bedrifter på området. Viktige delområder innenfor

sikkerhet er integrert i annen forskning – for eksempel sikkerhet i komponenter, sikkerhet i systemer og programvare og sikkerhet i infrastruktur. Det har likevel vært færre overordnede, brede forskningsinitiativer på tvers av enkeltområder. Samtidig er dette et felt med mange forskningsutfordringer utover de rent teknologiske. Personvernspromatikk, og spørsmål knyttet til eierskap av data, tilgjengelighet og regulering er typiske problemstillinger. Det har da også eksistert forskningsprogrammer relatert til dette forskningstemaet (Samrisk som nylig er avsluttet og vil bli etterfulgt av et nytt program Samrisk II).

På dette forskningstemaet er det aktuelt å bruke andre typer virkemidler enn innenfor *Kompleksitet og robusthet* eller *Data og tjenester overalt*. Virkemidler som bygger kompetanse, for eksempel sentersatsinger innenfor avgrensede tematiske felter, er aktuelle. Det vil videre være aktuelt å bruke virkemidler som samler fragmenterte miljøer og bygger samarbeid og samhandling, både mellom forskningsmiljøer og i forhold til innovasjonsmiljøene.

IKT i grenseland:

Innenfor dette temaet er det en rekke koblinger til andre fag og teknologier det er mulig å bygge videre på. To slike eksempler innenfor Forskningsrådets portefølje er satsingen på beregningsorientert vitenskap gjennom eVita og samarbeid opp mot de to andre Store programmene⁴⁴ innenfor bioteknologi og nanoteknologi (BIOTEK2021 og NANO2021). Virkemidlene må bidra til å koble aktører fra forskjellige fagområder og med ulike tradisjoner og arbeidsmetoder.

Det norske virkemiddelapparatet har ikke vært godt satt opp for å stimulerer til forskningsinnsatser på tvers. Forskning i grenseland vil svært ofte være tverrfaglig og det er viktig å utvikle vurderingsmekanismer som tar hensyn til denne tverrfagligheten. Det vil derfor være aktuelt å utvikle metodikken for å velge ut, følge opp og evaluere resultater fra prosjekter innenfor dette temaet. Det er viktig å få til et sterkere samvirke med andre virkemidler i Forskningsrådet, som for eksempel BIA og FRIPRO.

Mulighetene for å få fram ny kunnskap og oppnå innovasjoner innenfor dette forskningstemaet er store. Innenfor denne typen forskning vil det være viktig å benytte virkemidler som avlaster risiko.

⁴⁴ Forstått som eget virkemiddel i Forskningsrådet.