

---

## Forskningsinfrastruktur innenfor nasjonalt prioriterte områder

Kortfattet oversikt

### Vedlegg 1 til *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur*

---

*Dette notatet er utarbeidet i forbindelse med **Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2010** og gir en kortfattet oversikt/status når det gjelder utfordringer og behov for forskningsinfrastruktur innenfor de nasjonalt prioriterte tema- og teknologiområdene, samt gjennomgående områder som elektronisk infrastruktur, vitenskapelige databaser/samlinger, grunnforskning og innovasjon.*

---

## Innhold

1 Innledning .....	3
2 Energi .....	3
3 Hav, klima og miljø .....	5
4 Mat .....	7
5 Helse .....	8
6 IKT .....	10
7 Material- og nanoteknologi .....	10
8 Bioteknologi .....	12
9 eInfrastruktur .....	14
10 Vitenskapelige databaser og samlinger .....	15
11 Grunnforskning .....	17
12 Innovasjon .....	19
13 Internasjonalt samarbeid om forskningsinfrastruktur .....	20

## 1 Innledning

Her gis en kortfattet status når det gjelder utfordringer og behov for forskningsinfrastruktur innenfor de nasjonalt prioriterte tema- og teknologiområdene, samt gjennomgående områder som elektronisk infrastruktur, vitenskapelige databaser/samlinger, grunnforskning og innovasjon. Diskusjonen er i overensstemmelse de prioriteringer som er gitt i Forskningsmeldingen 2008–2009, men er ikke ment å gi en helhetlig beskrivelse når det gjelder spesifikke behov innenfor de forskjellige områdene. I denne diskusjonen er de prosjekter som inkluderes på veikartet forsøkt plassert inn i det norske landskapet av forskningsinfrastrukturer, bl.a. for å kunne se disse i sammenheng med utredninger, planer og behov som er fremmet innenfor de nasjonalt prioriterte områdene.

Det finnes ingen samlet oversikt over eksisterende forskningsinfrastruktur i Norge, og graden av oversikt varierer mellom de forskjellige tema- og teknologiområdene. Dette gjelder også store infrastrukturer selv om de samlet sett utgjør et begrenset antall. Oversikten som gis her er basert på den behovsundersøkelsen som ble gjennomført i 2007 i forbindelse med utarbeidelsen av *Verktøy for forskning*, og søknadsvolumet til første utlysning innenfor forskningsinfrastruktur i 2009.

I *Verktøy for forskning* er det totale behovet for investeringer i forskningsinfrastruktur anslått til nærmere 11 mrd. kroner hvorav 6,7 mrd. til *storskala utstyrsfasiliteter* og 1,5 mrd. til *vitenskapelige databaser/samlinger* og *eInfrastruktur*. I forbindelse med utlysningen i 2009 var søknadsvolumet innenfor storskala utstyrsfasiliteter på 3,4 mrd kroner mens det tilsvarende var på 1,3 mrd. kroner til vitenskapelige databaser/samlinger og eInfrastruktur. Når man tar hensyn til at en av tre og en av fire søknader innenfor hhv. storskala utstyrsfasiliteter og databaser/samlinger gjaldt støtte til forprosjekter, og ved videre å anta at fullstendige søknader i gjennomsnitt vil ha samme investeringsramme, så synes det å være godt samsvar mellom de behovsanslag som er gitt i *Verktøy for forskning* og søknadsvolumet til utlysningen i 2009. Søknader til fremtidige utlysninger innenfor forskningsinfrastruktur vil gi et utfyllende bilde av behovet for investeringer.

## 2 Energi

I arbeidet med å begrense klimautslipp og samtidig sikre nødvendig tilgang på energi vil det være nødvendig å intensivere forskningen på fornybare energikilder og CCS (fangst og lagring av CO<sub>2</sub>) samt sikre at utnyttelse av olje og gass foregår innenfor forsvarlige miljømessige rammer. Mye av forskningen innenfor energiområdet foregår i storskala laboratorier eller feltinstallasjoner som krever betydelige investeringer i infrastruktur. Det er også et betydelig og økende behov for tungregningskapasitet innenfor flere disipliner. Energiforskningen er dessuten tverrfaglig og er avhengig av godt utbygd infrastruktur innenfor en rekke av de andre prioriterte forskningsområdene bl.a. IKT, hav, klima, miljø og materialteknologi.

### *Petroleum*

Oljedirektoratets produksjonsprognoser viser at det er stort potensial for petroleumsutvinning fra norsk sokkel i mange tiår fremover, men at realisering av potensialet vil bli stadig mer krevende. Utvikling av petroleumsaktivitet i områder som er miljømessig sensitive og med utfordrende værforhold medfører store utfordringer.

De offentlige forskningsmidlene kanaliseres i stor grad gjennom *PETROMAKS*. For å muliggjøre forskning og teknologiutvikling i verdensklasse må det investeres i infrastruktur innenfor flere områder, bl.a. bore- og brønnteknologi, flerfasetransport og undervannsteknologi, materialteknologi for krevende værforhold og eInfrastruktur knyttet til reservoarforståelse og integrerte operasjoner.

Norge har lenge vært sentral innenfor flerfaseforskning, bl.a. med ledende miljøer både ved SINTEF og IFE, og som samarbeider gjennom *Multiphase Flow Assurance Innovation Centre*, FACE. Flerfaseforskningen i Norge har vært banebrytende og realisert utbygginger som ellers ville vært umulig, bl.a. *Ormen Lange*. Innenfor dette området er det betydelige behov både for oppgraderinger av eksisterende infrastruktur og investering i nytt utstyr ved disse miljøene.

Sikker og kostnadseffektiv bore- og brønnteknologi er avgjørende både for økt utvinning fra eksisterende felter, utnyttelse av marginale funn og leting etter nye ressurser i stadig mer krevende områder. Boresenteret ved IRIS i Stavanger har gjennom en årrekke bidratt til verdifull teknologiutvikling og uttesting av ny teknologi med relevans for både norsk og internasjonal industri. Pågående innsats er spesielt rettet mot automatisert boring, prosessstyring og kontroll, sanntids datainnsamling under boreoperasjoner og smarte brønner. For at norske miljøer fortsatt skal være verdensledende innen bore- og brønnteknologi er det behov for oppgradering av eksisterende storskala forskningsfasiliteter.

### ***Karbonfangst og lagring***

Norge satser store ressurser på utvikling av teknologi for fangst og lagring av CO<sub>2</sub> (*Carbon Capture and Storage*, CCS). Teknologisenter Mongstad, fullskala anlegg for CCS på Mongstad og integrering av gasskraftverket med CCS på Kårstø er prosjekter som primært finansieres av den norske stat. Gjennom programmet *Power Generation with Carbon Capture and Storage* (CLIMIT) er det videre satt av betydelige midler til FoU og demonstrasjon av CCS. For å videreføre dette arbeidet er det behov for store investeringer i forskningsinfrastruktur.

Norge har tatt initiativ til etablering av en felleseuropeisk infrastruktur, *European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure* (ECCSEL), som står på *ESFRI Roadmap*. For ECCSEL er investeringsbehovet over de neste fem år anslått til minimum 80 mill. euro, hvorav nærmere halvparten vil være norsk andel.

Gjennom *Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur* ble det i 2009 gitt støtte til avansert vitenskapelig utstyr ved *International CCS Research Centre* (BIGCCS) som er et FME-senter knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst og lagring ved SINTEF Energiforskning.

### ***Fornybar energiproduksjon og energibruk***

Det vil være behov for en betydelig forskningsinnsats innenfor utvikling av fornybar energi bl.a. solenergi, offshore vindkraft, annen havenergi (bølge, tidevann og saltkraft), bioenergi, mer effektiv utnyttelse vannkraft og geotermisk energi. Mange av de fornybare energikildene bl.a. utnyttelse av sol og vind gir variabel energitilførsel som nødvendiggjør utvikling av teknologi for bl.a. lagring av hydrogen og bedre batteriteknologi/brenselceller. Forskning innenfor energiområdet omfatter også miljøvennlige transportsystemer, energieffektivisering av bygninger og industri, samt effektive og sikre energisystemer.

Mye av forskningen innenfor fornybar energiproduksjon baseres på en kombinasjon av teoretiske modeller og småskalaforsøk, samt verifikasjon gjennom storskala forsøk/uttesting, og det er et utstrakt samarbeid mellom forskningsinstitusjoner og

næringsliv. Etter at konseptene er ferdig utviklet gir *Enova* støtte til demonstrasjon og utbygging, men det finnes i dag ikke dedikerte midler til storskala forsøk under realistiske forhold. Dette er et område som krever store ressurser, men som er helt avgjørende for at en skal kunne lykkes med å få frem ny fornybar energiproduksjon og samtidig redusere energibruken.

*Nasjonal FoU-strategi for energisektoren (Energi21)* ble etablert i 2008 med det mål å gi en mer helhetlig og styrket forsknings- og teknologiinnsats innenfor energiområdet. I 2009 ble det etablert åtte *forskningssentre for miljøvennlig energi (FME)* der forskningsinstitusjoner og næringsliv samarbeider for å sikre en langsiktig forskningsinnsats. Disse sentrene har et betydelig behov for utstyrsfasiliteter og andre typer forskningsinfrastruktur. FoU innenfor fornybar energi støttes hovedsakelig gjennom RENERGI programmet bl.a. med direkte støtte til disse forskningssentrene.

***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til energi som er inkludert på veikartet:***

*Norwegian Offshore Wind Energy Research Infrastructure (NOWERI)*

*ESFRI: European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure (ECCSEL)*

### **3 Hav, klima og miljø**

Dette området innbefatter forskningsinfrastrukturer som relaterer seg til kjemiske, fysiske og biologiske forhold i atmosfæren og i havet; forurensning av det marine miljøet og atmosfæren (petroleum, skipsfart, kjemiske substanser, aerosoler); havet og polare områder som komponenter i klimasystemet og framtidige klimaendringer; forståelse av og endringer i økosystemene og i atmosfæren. Forskningsområdet hav innbefatter også maritim forskning. Dette er viktige utfordringer av global karakter som vektlegges sterkt i *Klima for forskning*. Det er videre berammet at Regjeringen vil legge frem en opptrappingsplan for klimaforskning, utarbeide en egen havstrategi, samt videreføre forskningen om polarområdenes og havenes betydning for klimaendringene. *Strategi for klimaforskning (Klima21)* peker på viktigheten av å videreutvikle og etablere kritisk infrastruktur for forskning og overvåkning på dette feltet.

Norge har med sin beliggenhet og sine rike ressurser et spesielt behov og ansvar for infrastrukturer som setter oss i stand til å forstå, forvalte og utnytte havet og polare områder i et langsiktig perspektiv og i harmoni med det internasjonale samfunn. Norge har en mangesidig, omfattende og kompetent næringsklynge innenfor fiskeri og skipsfart, som har vært og er viktig for norsk verdiskaping og eksport. På grunn av Norges sterke globale posisjon innenfor disse næringene, vil vi være en viktig bidragsyter til å utvikle løsninger som kan hindre utslipp av farlige stoffer til luft og vann, og redusere utslipp av klimagasser fra fiskeri og skipsfart. I løpet av de siste ti årene har man blitt mer oppmerksom på endringer i polare områder som *tidligindikatorer* på klimaendringer som skjer globalt.

#### ***Klima- og miljøforskning***

Miljø og klima er globale utfordringer som krever langsiktig og solid forskningsinnsats rettet mot samfunn, individ, forvaltning og næringsliv. Klimaendringer kan gi store endringer som påvirker økosystemene, infrastruktur og samfunnsplanlegging, levestett og en rekke næringer i Norge. På bakgrunn av vår geografiske beliggenhet, viktig eksisterende infrastruktur og målrettet satsing, er norske miljøer attraktive partnere både i internasjonal forskning og når det gjelder forvaltning av polare områder og nære

havområder. Klimaendringer, tap av biologisk mangfold og spredning av miljøgifter er globale utfordringer som krever målrettet satsing på forskning, overvåkning og forskningsinfrastruktur. I dette arbeidet vil videre utbygging og oppgradering av observasjonssystemene for klima, langtransporterte forurensninger og omsetning av karbon og næringsstoffer være sentralt. Viktig forskningsinfrastruktur er havbunnsobservatorier, forankrede eller drivende bøyer, forskningsskip og undervannsfarkoster som overvåker temperatur bølger, strøm, vind, forurensning, biologiske ressurser og saltholdighet, samt observatorier for måling av vind, is, luft, atmosfære, temperatur og forurensning. I tillegg har vi laboratorier for analyser på prøver av ulik art.

Klimaforskningen er også avhengig av eInfrastruktur som tungregnerressurser og høyhastighetsnett i forbindelse med modellberegninger og sentralisert lagringsinfrastruktur for forskningsdata, databaser og digitale ressurser. Satelittinfrastruktur for fjernmåling og satelittbasert overvåkning og internasjonalt samarbeid om dette er også av stor viktighet.

### ***Hav- og polarforskning***

Regjeringens nordområdestrategi *Nye byggesteiner i Nord (2009)* vektlegger viktigheten av å etablere kritisk infrastruktur for forskning for å utvikle kunnskap om klima og miljø i nordområdene. Eksempler på viktige byggesteiner i dette arbeidet er blant annet videre utvikling av Svalbard som Forskningsplattform gjennom ESFRI-prosjektet *SIOS* (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System), oppgradering av *EISCAT* (European Incoherent Scatter Radar) med neste generasjons radarer i nordområdene gjennom ESFRI-prosjektet *EISCAT 3D* og nytt isgående forskningsfartøy for forskningsinnsats i havområdene i Arktis og Antarktis. Norge har lang tradisjon innenfor hav- og polarforskning og er internasjonalt ledende innenfor forskning på klimasystemet med bruk av numeriske modeller for både hav og atmosfære, og har som viktig petroleumsprodusent en global forpliktelse til å bidra med kunnskap om klimautvikling og forvaltning av havområder utenfor våre grenser. Det er i den sammenheng viktig å kunne knytte seg opp mot internasjonale forskningsinfrastrukturer. *Forskningsrådets policy for norsk polarforskning (2010–2013)* vektlegger blant annet havsirkulasjon, marin karbonsyklus og forsuring som sentrale områder der Norge har sterke forskningsmiljøer. Det samme gjelder innenfor observasjonssystemer for hav- og polarforskning.

### ***Databaser og lange tidsserier***

Forskningsrådets Rapport nr. 3, 2004: *Lange tidsserier for miljøovervåkning og forskning* identifiserer viktige tidsserier der Norge har et langsiktig ansvar for oppfølging. Disse utgjør vesentlige bidrag til verdens klima- og havforskning. Det er således viktig å bygge opp og videreutvikle databaser for blant annet polare og marine data, miljøtilstand og biodiversitet, fysiske, biologiske og kjemiske miljø på havbunnen og i norske kyst- og havområder. Samtidig er det viktig å sikre god tilgjengeliggjøring av data. Tilgjengeliggjøring av satelittbaserte fjernmålingsdata er meget relevant i den sammenheng. Flere sentrale forskningsprogrammer som bl.a. *Norklima*, *IPY* og *Havet og kysten* finansierer forskningsprosjekter som involverer innsamling og analyse av data fra våre nære havområder. Databaseinfrastruktur og avanserte observasjonssystemer er sentrale infrastrukturer for videreføring av dette ansvaret.

### ***Maritime næringer***

Norge har en internasjonalt ledende posisjon innenfor marinteknisk forskning hvor det er behov for en rekke store forskningsinfrastrukturer som relaterer seg til:

hydrodynamikk og belastninger på skip og flytende innretninger; strukturell kapasitet av marine konstruksjoner; marint maskineri og miljøvennlig fiskeri- og havbruksteknologi. Eksempelvis er Marinteknisk senter i Trondheim, som bl.a. inneholder slepetank, havmiljøbasseng, maskin- og styrkelaboratorium og skipsmanøversimulatorer, det største og mest komplette i sitt slag i den vestlige verden. *Centre for Ship and Offshore Structure* (CeSOS) er et av Forskningsrådets sentre for fremragende forskning (SFF) og er en viktig del av dette forskningsmiljøet. Det er også fremmet forslag om etablering av et nytt stort senter for marin og maritim forskning – *The World Ocean-Space Center* – i tilknytning til forskningsmiljøet ved NTNU og SINTEF i Trondheim.

Kunnskapsdepartementet har fremmet forslag overfor ESFRI om etablering av laboratorier for forskning og testing av havbruksanlegg, med basis i SINTEF Fiskeri og Havbruk.

***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til hav, klima og miljø som er inkludert på veikartet:***

*The Marine Technology Laboratories – Upgrade (MARINTEK)*

*Norwegian Satellite Earth Observing Database for Marine and Polar Research (NORMAP)*

*Norwegian Barcode of Life Network (NORBOL)*

***ESFRI: Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System (SIOS)***

## **4 Mat**

Matproduksjon inkluderer hele verdikjeden fra råvarer til ferdige produkter, distribusjonsleddet og hvordan maten påvirker helsa vår. Mat basert på marine råvarer og råvarer fra landbruket er inkludert. Norge er en av verdens største eksportører av sjømat, bl.a. av oppdrettslaks og -ørret. Norge er en førende nasjon i utvikling av ny kunnskap om avl, fiskehelse, fôr, slaktning, transport og teknologi. Forskning har vært en helt sentral faktor bak utviklingen av dagens havbruksnæring. Innenfor landbruk er Norge langt fremme når det gjelder forskning på avl og bruk av nasjonale registre for dyrehelse. Også forskning for foredling, salg og eksport av matvarer, matvaretrygghet, handelspolitikk og internasjonale rammebetingelser for matproduksjon er av stor betydning for næringsmiddelindustrien; som er landets største industrisektor målt i antall sysselsatte.

Det er et stort og udekket behov for moderne storskala infrastruktur slik at forskningen innenfor næringsmiddelområdet kan styrkes og at forskningsresultater kan kommersialiseres. Det er behov for en strategisk gjennomgang for å avgjøre hva slags utstyr som skal prioriteres i en nasjonal sammenheng og hvor slikt utstyr geografisk skal plasseres. I tillegg til å etablere et slikt nasjonalt veikart, vil utstyr/kompetanse som er unikt i en europeisk sammenheng virke attraktivt på internasjonalt samarbeid.

Ved Universitetet for miljø og biovitenskap, UMB, finnes i dag et klimalaboratorium for kontrollert dyrking av planter. Ved Nofima Mat har de anlegg for å studere hvordan sykdomsfremkallende bakterier oppfører seg under reelle produksjonsforhold og ved SINTEF arbeides det med å bygge opp prosessteknisk utstyr rettet mot sjømat. Både Nofima Mat, Nofima Marin, NTNU, SINTEF og Universitetet i Tromsø har prosessteknisk pilotutstyr for matproduksjon. SINTEF har over en periode på 20 år bygd opp laboratorier innenfor industriell bioteknologi som er viktig innenfor matforskning. Forskningsmiljøene i Stavanger har deler av slikt utstyr.

Det er ikke utarbeidet noen samlet plan for prioritering av storskala forskningsinfrastruktur på matområdet i Norge. De viktigste behovene ligger innenfor biologisk og teknologisk forskning, blant annet er det behov for et nytt nasjonalt bioklima-laboratorium, moderne laboratoriefasiliteter for å studere sykdomsfremkallende bakterier under reelle betingelser, fullføring av anlegg for forskning på lipider (SINTEF) og oppgraderinger ved Senter for husdyrforsøk (UMB). Disse fire forslagene vil alle være nasjonalt unike og attraktive for internasjonalt forskningssamarbeid.

Det er videre fremmet forslag om forskningsfasiliteter innenfor industriell bioteknologi i tilknytning til International Research Institute of Stavanger, IRIS, et innovasjonssenter for akvakultur tilknyttet Nofima Marin og et høysikkerhetsanlegg for studier på fiskesykdommer ved Norges veterinærhøgskole.

## 5 Helse

Fagområdet medisin og helse omfatter basalmedisin og kliniske fag, samt samfunnsmedisin og andre helsefag. Basalmedisin handler om å studere årsaker til sykdom på mikronivå og forstå hvilke molekylære mekanismer som ligger til grunn for sykdom. Klinisk forskning er rettet mot å optimalisere behandlingsregimer for den enkelte pasient. Økt levealder, flere eldre, økte forventninger til egen helse og behandlingssystemet og nye diagnose- og behandlingsmetoder, krever store ressurser i dag og som vil øke betydelig i årene fremover. En forutsetning for å kunne møte utfordringene og behovene, er at medisinsk og helsefaglig forskning av høy kvalitet gir grunnlag for nye, kostnadseffektive forebyggings- og behandlingsmetoder.

Moderne medisinsk forskning er avhengig av avansert infrastruktur innenfor alle disipliner for å henge med i den internasjonale utviklingen. Fremskritt innenfor klinisk og epidemiologisk forskning er avhengig av et velfungerende helsesystem, av høy kvalitet på data fra helseregistre og biobanker, og av at nye behandlingsmåter og legemidler er tilgjengelig. Innenfor molekylærmedisin er det behov for avansert analyseverktøy for kartlegging av gener, proteiner og andre biomolekyler. I dag analyseres mengde og funksjon av flere tusen gener på samme tid, noe som bare er mulig med avansert datateknologi. Epidemiologisk forskning trenger tilgang til og tilrettelegging av kvalitetssikrede registre og databaser for å kunne drive kvalifisert. Tverrfaglig forskningsmetode og mulighet for å integrere molekylærmedisinske data om gener og molekyler med kliniske observasjoner og endepunkter, blir stadig viktigere for å forstå hvordan sykdommer oppstår og hvordan de kan forebygges eller behandles. Koblinger mellom biobanker og helsedata står sentralt i dette.

### ***Eksisterende forskningsinfrastruktur***

Medisinsk og helsefaglig forskning i Norge er helt avhengig av godt utbygd og moderne forskningsinfrastruktur. Det meste av forskningen skjer ved de medisinske fakultetene og helseforetakene, og storskala infrastruktur av nasjonal karakter vil i hovedsak finnes i disse institusjonene. Slik infrastruktur omfatter bl.a. avansert kjemisk analyseverktøy for bestemmelse av gener, proteiner og metabolitter og deres struktur, samt genetisk modifiserte dyremodeller for sykdommer. På dette området er det, blant annet gjennom *FUGE programmet* i Forskningsrådet, bygget opp nasjonal infrastruktur og flerinstitusjonelt samarbeid i form av teknologiplattformer. Norge har også gode kliniske registre med informasjon om forekomst, forløp og utcome av ulike sykdommer, samt store befolkningsundersøkelser og biobanker med informasjon om endringer i miljøforhold og livsstilsfaktorer som kan påvirke helsen. Denne



infrastrukturen er godt utbygd og gjør Norge til et attraktivt land for epidemiologisk forskning. Avansert mikroskopering og andre billedannende teknologier som magnetisk resonans spektroskopi (MR) og ultralyd, er eksempler på medisinsk forskningsinfrastruktur som har fått stadig mer sentral rolle i medisinsk forskning de siste tiårene, og hvor Norge har kompetanse og infrastruktur.

Norske forskningsmiljøer deltar i forprosjekter for tre ESFRI-prosjekter på helseområdet: *European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine (EATRIS)* innenfor translasjonsforskning, *Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure (BBMRI)* innenfor området biobanker og *European Biomedical Imaging Infrastructure (Euro-BioImaging)* innenfor medisinsk bildebehandling.

### **Behov og prioriteringer**

Med utgangspunkt i *Verktøy for forskning* ble en rekke behov for forskningsinfrastruktur meldt inn på helseområdet, bl.a. innenfor biobanker, bildebehandling (imaging), kjernemagnetisk resonans spektroskopi (NMR, molekylær imaging), kjemisk biologi og dyremodellinfrastruktur for anvendelse av genetisk modifiserte organismer. I tillegg ble det meldt inn behov innenfor for nevrovitenskap, som er ett av områdene hvor Norge har markert seg sterkest med internasjonal frontforskning.

*Biobanker og helsedata:* Det har vært satsset på oppbygging av både populasjonsbaserte og kliniske biobanker i alle helseregionene i Norge, og NTNU og Folkehelseinstituttet har investert i moderne kostbare biobanker med helautomatiserte prøveuttak. Forskningsrådet har bidratt til å finansiere biobankplattformen *Biohealth Norway* via *FUGE*-programmet, og har arbeidet systematisk for å få til nasjonal koordinering av de regionale biobankressursene og frigjøre potensialet som ligger i å få koblet biobanker og helse- og registerdata. Biobanker og helsedata er en av sju foreslåtte nasjonalt prioriterte satsinger i regi av *Nasjonale samarbeidsgruppe for medisinsk og helsefaglig forskning*, NSG. Forskningsrådet har utarbeidet to rapporter på feltet: *Gode biobanker - bedre helse* og *Potensial for kommersiell utnyttelse av humane biobanker*. Søkerne til storskala biobankinfrastruktur deltar begge i forberedende fase til ESFRI-prosjektet *BBMRI*.

*Systemneurovitenskap:* Neurovitenskap er et av områdene hvor Norge har tradisjon og vilje til å konkurrere i internasjonal elite. NSG har også gitt prioritet til en nasjonal satsing på neurovitenskapelig forskning (NeuroNor). Forskningsrådet har etablert to sentre for fremragende forskning (SFF) innenfor neurovitenskap ved henholdsvis NTNU og UiO. I forbindelse med *Verktøy for forskning* ble det meldt inn behov for nytt utstyr og oppgradering av en rekke infrastrukturelementer innen neurovitenskap.

*Kjernemagnetisk resonans spektroskopi (NMR):* Denne type utstyr er viktig for strukturbestemmelse av biomolekyler. Det er behov for høyoppløselig utstyr (800 eller 900 MHz) for at forskningsmiljøene skal kunne bidra med frontforskning på området. Dette er fundamental infrastruktur for flere forskningsfelt og det er derfor behov for nasjonal koordinering.

*Billedannende teknologier:* Billedannende teknologier er helt nødvendig i både medisinsk diagnostikk og behandling, så vel som i medisinsk forskning. Ultralyd, CT, MR og PET er billedannende teknologier som er sentrale verktøy i norske sykehus. Slik infrastruktur får stadig nye anvendelsesområder og må hele tiden utvikles og forbedres. Forskningsrådet har etablert et Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) på feltet. Bildeassistert kikkhullskirurgi, såkalt laparoskopi, er ett eksempel på hvordan billedannende teknologier har revolusjonert medisinen med teknologi som gir mindre

traume og blødning for pasientene, kortere liggetid og mindre komplikasjoner. Bildedannende teknologier er i stor utvikling, og det er et stort potensial for utvikling og anvendelse av denne type teknologi i medisinsk forskning.

***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til helse som er inkludert på veikartet:***

*A national infrastructure for biobanks and biobank related activity in Norway (Biobank Norway)\**

*Norwegian brain initiative: a large-scale infrastructure for 21<sup>st</sup> century neuroscience (NORBRAIN)*

*Norwegian centre for minimally invasive image guided therapy and medical technologies (NORMIT)*

\*)Potensiell norsk node i ESFRI-prosjektet: Biobanking and biomolecular resources research infrastructure (BBMRI)

## **6 IKT**

*Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)* omfatter teknologier som anvendes for innhenting, lagring, behandling, presentasjon og overføring av data og informasjon. IKT har sin anvendelse innenfor alle næringer og over alt i offentlig sektor, og den teknologien som har og har hatt sterkest betydning for samfunnsutviklingen de siste 30 år. Selv om hovedtyngden av forskning og innovasjon innenfor dette som andre områder foregår utenfor landets grenser, utgjør FoU innenfor IKT omtrent 40 % av næringslivets totale forskningsinnsats i Norge. Innovasjon innenfor IKT er blitt viktigere innenfor stadig flere næringer ettersom krav til smarte løsninger og effektive tjenester vokser frem.

Behovet for store og viktige forskningsinfrastruktur innenfor IKT er spesielt viktig innenfor eInfrastruktur, som omtales som en egen separat prioritering, og forskning innenfor hardware på nye komponenter og materialer hvor det er betydelig behov for avansert utstyr og laboratorier. Forskningen innenfor hardware går langs flere akser: *miniatyrisering, utvikling av nye materialer og utvikling av komponentenes funksjonalitet*. Med miniatyrisering økes ytelse i form av regnekraft og lagringskapasitet med linjebredder på elektroniske kretser ned i nanometerområdet. Utvikling av nye materialer omfatter bl.a. polymere eller biologiske materialer, mens utvikling av komponentenes funksjonalitet går mot utvikling av smarte og energieffektive systemer som kommuniserer trådløst med omgivelsene, innhenter informasjon og bearbeider denne for så å handle.

MiNaLab i Oslo er eksempel på en tung nasjonal satsing innenfor utvikling av nye generasjons mikrokomponenter, eller såkalte mikroelektromekaniske komponenter (MEMS), hvor man kombinerer FoU på mikrokomponenter med forskning på nye funksjonelle materialer i nanoteknologi.

## **7 Material- og nanoteknologi**

Nanoteknologi og nye materialer har et stort potensial til å påvirke teknologiutvikling og fremtidig innovasjon, fordi materialer i nanoskala har andre egenskaper enn når størrelsen på byggesteinene i materialene øker. På sikt vil økende kunnskap om kontroll av materialene i nanoskala kunne brukes til forbedring av egenskapene til dagens materialer og utvikling av nye. Viktige områder hvor man internasjonalt allerede ser stort et potensial gjennom økt bruk av nanoteknologi er fornybar energi (til eksempel

batterier, solceller, hydrogen), nye og forbedrede (sterkere, lettere) materialer, helse (diagnose og behandling av kreft og andre sykdommer), rent vann til verdens økende befolkning (nye filtersystemer) og raskere datamaskiner. *Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi (2006)* anbefalte nasjonale tematiske satsingsområder, og understreket behovet for avansert infrastruktur. Forskningsmeldingen *Klima for forskning* viderefører Regjeringens prioritering av nye materialer og nanoteknologi. NHD har i denne forbindelse varslet en ny strategi for nanoteknologi i løpet av 2010 bl.a. med begrunnelsen om at nye, innovative bedrifter springer ut av eksisterende næringsmiljøer og sterke utdannings- og forskningsmiljøer.

I den nasjonale strategien fra 2006 understrekes behovet for nye verktøyplattformer for nanoteknologi innen syntese, manipulering og fabrikasjon, karakterisering og teori og modellering. For at norsk forskning på nanoteknologi og nye materialer skal kunne adresseres på en effektiv måte må forskerne ha tilgang på moderne vitenskapelig utstyr. Mye av utstyret som trengs er meget kostbart i anskaffelse og drift. Ressurshensyn tilsier et begrenset antall tunge laboratorier for nanoteknologi i Norge. Det ble anbefalt en nasjonal koordinering hvor utstyret skulle gjøres *nasjonalt tilgjengelig* for alle aktører i Norge. Videre ble det pekt på to naturlige, nasjonale sentre for infrastruktur (Oslo og Trondheim) med tilhørende *nasjonalt koordinerte verktøyplattformer* lokalisert utenfor disse områdene. Dette er utstyr av mindre omfang, men likevel viktig for å kunne tilby moderne utstyr for de noe mindre aktørene innen feltet.

Under følger en diskusjon av utstyr relevant for de *nasjonalt koordinerte verktøyplattformene*, dvs. de som skal danne grunnlag for et nasjonalt veikart innenfor teknologiområdet.

### ***Nanoteknologi/mikroteknologi***

Satsing på nanoteknologi forutsetter avanserte renrom- og nanolaboratorier. Norge har i dag to operative renromlaboratorier, hvor materialer fremstilt ved hjelp av nanoteknologi integreres i mikroelektronikkomponenter, ved MiNaLab i Oslo og NTNU i Trondheim. Ved høyskolen i Vestfold er det også bygget opp infrastruktur rundt fabrikasjon av 3D mikrosystemer og bio-mikroelektromekaniske systemer (BioMEMS). Disse laboratoriene har blitt bygget opp over tid bl.a. med finansiering fra Forskningsrådet. En videre opptrapping av utstyrsinvesteringer, med en tettere koordinering mellom disse laboratoriene, vil være avgjørende for at norske forskningsmiljøer kan være med i den internasjonale konkurransen innenfor nanovitenskap/nanoteknologi (nanoVT) og mikroteknologi, samt kunne tilby unike laboratoriefasiliteter for norsk industri.

### ***Materialkarakterisering***

Satsing på materialforskning krever tilgang til avansert mikroskopering slik som transmission electron microscopy, *TEM*. Tilgang på moderne TEM er av avgjørende betydning for å kunne studere materialer og materialdefekter. Norske forskningsmiljøer har behov for en oppgradering og fornying av eksisterende utstyr ved de internasjonalt anerkjente TEM-miljøene i henholdsvis Trondheim og Oslo. Disse gruppene har ved hjelp av forskning på svært høyt internasjonalt nivå vært sentrale aktører i den utviklingen som den materialproduserende industrien i Norge har hatt de siste tiårene. For at denne delen av norsk industri skal kunne fortsette å hevde seg i internasjonal konkurranse er det essensielt at den har tilgang til denne type nyutviklede instrumenter. TEM-utstyret ved de norske miljøene er snart 10 år gammelt og uten oppgradering vil miljøene ikke kunne opprettholde sine sterke posisjoner.

### ***Internasjonalt samarbeid***

En del typer av laboratorier og instrumentering er så ressurskrevende at det er lite hensiktsmessig at de etableres og drives av enkeltland. Materialforskning forutsetter tilgang på *synkrotronanlegg, røntgenfrielektronlaser og nøytronkilder*. Dette er storskala fasiliteter av et omfang som krever internasjonalt samarbeid. Norge har gjennom sitt medlemskap i *European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)* tilgang til et av verdens beste synkrotronanlegg. Oppgradering av ESRF inngår som et ESFRI-prosjekt. Flere anlegg av relevans for materialforskning eksisterer, og flere er under planlegging i Europa. Sverige skal bygge et nytt synkrotronanlegg, MAX-IV. På norsk side må man innen relativt kort tid ta stilling til hvorvidt man skal inngå et medlemskap i MAX IV. Det foregår for tiden et forprosjekt finansiert av Forskningsrådet som nettopp ser på mulighetene og interessen for et slikt medlemskap. I 2009 besluttet Regjeringen at Norge skal delta i byggingen av verdens største ”nøytronmikroskop”, *European Spallation Source (ESS)*, i Lund i Sverige. Byggekostnadene er anslått til ca. 13 milliarder kroner og Norge skal bidra med 2,5 % av investeringskostnadene. Nøytronspredning er en komplementær teknikk til synkrotronstråling. En strålelinje ved Jeep II-reaktoren ved IFE Kjeller vil bli stilt til rådighet for ESS for utvikling av ny instrumentering. JEEP II og IFE vil dermed være sentrale i det norske medlemskapet i ESS. Det vil i perioden fram til ESS står klar være behov for å bygge opp norsk kompetanse innen nøytronspredning og norske FoU-miljø må ta stilling til hvordan man best kan utnytte de mulighetene som åpnes ved medlemskap i ESS.

#### ***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til material- og nanoteknologi som er inkludert på veikartet:***

*Norwegian micro- and nano-fabrication facilities (NMNF)*

*The Norwegian centre for transmission electron microscopy (NORTEM)*

*ESFRI: European Synchrotron Radiation Facility (ESRF Upgrade)*

*ESFRI: European Spallation Source (ESS)*

## **8 Bioteknologi**

Bioteknologi er fagområdet der man studerer organismer, samt deler og modeller av disse, for å utvikle kunnskap, produsere tjenester og produkter. Bioteknologi omfatter en lang rekke teknologiske verktøy som er av generisk karakter, dvs. disse er av stor verdi innenfor flere tematiske områder, deriblant medisin, marin forskning, energi, miljø, mat- og basalbiologisk forskning. Forskning på humane biobanker, på arvestoff og gener, forskning på lakseoppdrett og funn av nye og nyttige molekyllære forbindelser, såkalt bioprospektering, er eksempler på bioteknologisk forskning. Slik forskning krever betydelig forskningsinfrastruktur særlig i form av instrumenter og bioinformatisk infrastruktur. For å være på et internasjonalt nivå er det essensielt å ha en oppdatert og ”state of the art ”-utstyrsark, hovedsakelig i form av nasjonale fasiliteter og sentre.

Bioteknologi er et av de prioriterte teknologiområdene i *Klima for forskning* og et av de store satsingsområdene i Forskningsrådet. Det er et fagområde med stort potensial, det er anslått at en signifikant del av den globale økonomien om få år vil være relatert til bioteknologi. Bioteknologi vil blant annet være et sentralt element i omleggingen til en kunnskapsbasert og grønn økonomi som morgendagens samfunn må være bygget på.

## **Utfordringer**

*Lund-deklarasjonen (2009)* setter fokus på hvordan de store samfunnsutfordringene som befolkningsvekst, økt levestandard i tidligere utviklingsland, stort fokus på miljø og energiutfordringer, mat- og vannforsyning og helse skal kunne adresseres. To av de sentrale punktene understreker betydningen av å bygge felles verdensledende infrastruktur i Europa og bl.a. benytte denne inn mot bioteknologisk FoU. Her er det viktig å følge retning og utvikling av nye trender og teknologiske muligheter som støtter bioteknologisk FoU. I tillegg til behov for investeringer i de fremste teknologiene vil det alltid være behov for å vedlikeholde og oppdatere eksisterende infrastruktur og det er en utfordring å finne en god balanse mellom disse hensyn.

Den aller raskeste utviklingen skjer for tiden på området som kartlegger og analyserer arvestoffet. Infrastruktur innenfor dette området har et særlig fokus på datakraft, metoder og lagring av store datamengder. Kompetanseutvikling for tverrfaglig integrering av data fra et bredt spekter av analyser og bruk av disse i forskningsprosjekter er en essensiell utfordring for å utnytte investeringene i infrastruktur.

## **Eksisterende forskningsinfrastruktur**

Det foreligger ingen samlet oversikt over eksisterende forskningsinfrastruktur innenfor bioteknologifeltet, men gjennom FUGE-programmet ([www.fuge.no](http://www.fuge.no)) er det blitt gjort betydelige investeringer de siste årene, som blant annet har resultert i 10 nasjonale teknologiplattformer, som er lagt til universiteter og universitetssykehus over hele landet. Teknologiplattformene administreres av landets fremste forskere på feltet og består av ressurser i form av avansert utstyr og kompetanse. Plattformene tilbyr tjenester til alle forskningsmiljøer innenfor felter som proteomikk, strukturbestemmelse, imaging, bioinformatikk og gensekvensering og analyse. I tillegg finnes infrastruktur i form av nasjonale biobanker, både humane og innenfor plante- og marine fag.

## **Behov og prioriteringer**

I forbindelse med utlysningen innenfor forskningsinfrastruktur i 2009 utgjorde søknader fra bioteknologiske miljøer ca 40 % av totalt søkt beløp innenfor storskala infrastruktur. Dette viser at det er et stort behov for forskningsinfrastruktur på dette feltet. Det er spesielt forskningsmiljøene innenfor helse og marin forskning som synliggjør et stort behov. Det er også på disse feltene at infrastruktur er mest omfattende og kostbare.

***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til bioteknologi som er inkludert på det norske veikartet: A national infrastructure for biobanks and biobank related activity in Norway (Biobank Norway)\****

*Norwegian brain initiative: a large-scale infrastructure for 21<sup>st</sup> century neuroscience (NORBRAIN)*

*Norwegian centre for minimally invasive image guided therapy and medical technologies (NORMIT)*

*An eInfrastructure supporting high-throughput in life science (SEQ)*

\*)Potensiell norsk node i ESFRI-prosjektet: Biobanking and biomolecular resources research infrastructure (BBMRI)

## 9 eInfrastruktur

eInfrastruktur omfatter elektroniske ressurser som store datalagringssystemer, tungregnerressurser og høyhastighetsnett; samt verktøy og tjenester for å muliggjøre effektiv bruk av disse ressursene. En moderne elektronisk infrastruktur er viktig for kvalitet og effektivitet i forskningen innenfor alle fag. Noen områder som er kritisk avhengig av slike tjenester omfatter klimaberegninger, genforskning innenfor biologi og medisin, geofag, material- og nanovitenskap, samt grunnforskning innenfor fysikk og kjemi. Områder med sterkt voksende behov for tjenester omfatter språkvitenskap, sosialøkonomi, pedagogikk, jus og klinisk medisin. Nasjonal eInfrastruktur må være godt integrert med internasjonal eInfrastruktur for å legge til rette for samarbeid. Gjennom *Nordic Data Grid Facility* samarbeider Norge med de nordiske landene om en felles tjeneste for å oppfylle forpliktelser knyttet til håndtering av data fra *CERNs Large Hadron Collider*. Deltakelse i det EU-støttede European Grid Initiative (EGI) vil være avgjørende for utvikling og standardisering av distribuerte beregningstjenester i Europa. EGI er også koblet opp mot utvikling av tjenester for større europeiske infrastrukturer (ESFRI). God nasjonal eInfrastruktur er viktig både for norsk bruk av store internasjonale forskningsinfrastruktur og for internasjonal bruk av norsk forskningsinfrastruktur.

Norge har en aktiv rolle innenfor beregninger av klimautviklingen. Dette området har behov for vesentlig større beregningsressurser enn i dag, noe som er fremhevet av Regjeringens *Klima21-forum*. Utviklingen innenfor sekvenseringsteknologi gir nå muligheter for kartlegging av enkeltindividers genom. Dette åpner nye områder innenfor helserelatert forskning, blant annet knyttet til diagnose og behandling av sykdom. For å dra nytte av denne teknologiutviklingen må forskningssystemet dimensjonere med tilgang på beregningsressurser og lagringskapasitet og særskilte tjenester tilpasset forskningsområdet.

Forskningsrådet ivaretar alle elementer av den nasjonale eInfrastruktur med unntak av høyhastighetsnett som drives av *UNINETT*. eInfrastruktur kan oppfattes som en lagdelt infrastruktur. Det grunnleggende laget tilbyr et spekter av basistjenester for alle forskningsområder. Det neste laget tilbyr spissede tjenester og spesialiserte løsninger for forskningsgrupper med særlige behov.

Forskningsrådet har satt ut koordineringen av nasjonal eInfrastruktur til *UNINETT Sigma*. I samarbeid med universiteter koordinerer *UNINETT Sigma* nasjonale prosjekter for tungregning ([www.notur.no](http://www.notur.no)), datahåndtering ([www.norstore.no](http://www.norstore.no)) og grid-tjenester ([www.norgrid.no](http://www.norgrid.no)). På grunn av den raske teknologiutviklingen må regneanlegg skiftes ut omtrent hvert 4. år. Det er i dag fire store regneanlegg i den nasjonale eInfrastrukturen (Notur II) som alle bør skiftes ut i 2011–2012. Behovet for oppgradering av tungregneinfrastrukturen er i flere utredninger anslått å være på rundt 50 millioner årlig i gjennomsnitt. Skal Forskningsrådet følge opp anbefalingene fra Regjeringens *Klima21-forum* vil dette imidlertid kreve mer kraftfulle tiltak. Forskningsrådet bevilget i 2009 37 mill. kr til nasjonal lagringsinfrastruktur *NorStore* for perioden 2010–2012. Dette dekker grunnleggende tjenester for håndtering av store forskningsdatasett.

### ***Storskala eInfrastrukturer som er inkludert på det norske veikartet:***

*Norwegian data storage infrastructure (NorStore)*

*The Norwegian metacenter for computational science (Notur II)*

*An eInfrastructure supporting high-throughput sequencing in life sciences (SEQ)*

## 10 Vitenskapelige databaser og samlinger

Vitenskapelige databaser og samlinger blir stadig viktigere forskningsinfrastruktur innenfor de fleste fag og forskningsområder; humaniora, samfunnsvitenskap, medisin/helse og naturvitenskapelige fag. *Verktøy for forskning* viser til at **Vitenskapelige databaser** omfatter strukturerte, systematiserte, digitalt lagrede data som for eksempel private eller offentlige registre, tidsserier, surveydata, digitale bilder, tekster eller lydfiler hvor informasjonen kan finnes igjen ved bruk av ulike søkekriterier i et datasystem. **Vitenskapelige samlinger** omfatter objekter av en viss type som er systematisert og digitalisert med tanke på vitenskapelig anvendelse. Dette kan for eksempel være biobanker eller samlinger av fossiler, artseksemplarer eller gjenstander.

### Utfordringer

Til tross for ulike forskningsobjekter og ulike datakilder er de felles, overordnede utfordringene for de fleste fagområdene å:

- bedre forskningsmiljøenes tilgjengelighet til data
- utvikle institusjonelle strukturer for tilrettelegging og forvaltning av data
- utvikle regelverk og rutiner for arkivering og gjenbruk av data
- sørge for gode metadata
- bruke kjente internasjonale standarder som gjør det enkelt å overføre data mellom forskere og land
- digitalisere samlinger
- finansiere tilrettelegging av data

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Flere institusjoner har som oppgave å lagre og forvalte databaser som er viktige for ulike fagområder. Noen av de største dataforvalterne er:

*Nasjonalt folkehelseinstitutt (FHI)* er den institusjon som har lagret flest helsedata og har som oppgave å gjøre data fra helseregistre og andre kilder lettere tilgjengelig for forskning.

*Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD)* har i over 30 år lagret data fra de fleste samfunnsvitenskapelige fagområder.

*Statistisk sentralbyrå (SSB)* har hovedansvar for innsamling, bearbeiding og formidling av offisiell, norsk statistikk.

*Tekstlaboratoriet ved UiO* er engasjert i språkteknologi med vekt både på språk og teknologi.

*Enhet for digital dokumentasjon ved UiO (EDD)* er opprettet for å vedlikeholde og videreutvikle databasene og de elektroniske samlingene fra *Dokumentasjonsprosjektet*.

*Avdeling for kultur, språk og informasjonsteknologi (Aksis)* ved UiB initierer og administrerer bl.a. eksternt finansierte forskningsprosjekter knyttet til språk- og tekstteknologi.

*MUSIT* er et samarbeid mellom universitetsmuseene i Bergen, Oslo, Trondheim og Tromsø for å tilrettelegge for forvaltning av og gi tilgang til museenes digitaliserte samlinger.

*DigForsk* er et nasjonalt senter for digitalisering av vitenskapelige, kulturhistoriske samlinger og arkiver med relevans for forskning, utdanning, forvaltning og allmennheten.

*Meteorologisk institutt* utfører målinger og beregninger for allmennheten til bruk i værvarsling og klimastudier, forskning og for kommersielle tjenester.

*Norsk institutt for luftforskning (NILU)* lagrer og administrerer en rekke data for klimaformål, blant annet til bruk i internasjonalt samarbeid.

*Norsk Marint Datasenter (NMD)* langtidslagrer forskningsdataene ved Havforskningsinstituttet

*Artsdatabanken* er en nasjonal kunnskapsbank for biologisk mangfold for å sikre samfunnet oppdatert og lett tilgjengelig informasjon om norske arter og naturtyper.

### ***Behov og prioriteringer***

Behovene for å styrke vitenskapelige databaser og samlinger som forskningsinfrastruktur er i stor grad gitt ut fra de felles, overordnede utfordringene beskrevet over, selv om behovene og prioriteringene varierer fra fag til fag. OECD vedtok i 2007 *Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding*, som Norge er forpliktet til å følge opp. Anbefalingene i OECDs prinsipper og retningslinjer er å øke datatilgang og dataflyt mellom forskere, institusjoner, land etc., og samtidig ta inn over seg ulikheter og nasjonale forhold. Prinsippene og retningslinjenes funksjon er å:

- skape en kultur for åpenhet og deling av data og stimulere til utveksling av "best practice" når det gjelder datadeling.
- Skape bevissthet om fordeler og problemer ved datadeling.
- Skape bevissthet rundt behovet for regulering av datatilgang.
- Skape et felles rammeverk for datatilgang og -deling.

I *Klima for forskning* sies det eksplisitt at en ønsker å følge opp OECDs prinsipper og retningslinjer for tilgang til offentlig finansierte forskningsdata, bl.a. ved å opprette et eget utvalg for å gjennomgå spørsmål knyttet til åpen tilgang til slike data. Oppfølging av OECDs prinsipper og retningslinjer vil være et godt grunnlag for det videre arbeidet med å styrke vitenskapelige databaser og samlinger som forskningsinfrastruktur.

#### ***Vitenskapelige databaser som er inkludert på det norske veikartet:***

*Medieval Norwegian text corpus (MENOTEC)*

*Infrastructure for the exploration of syntax and semantics (INESS)*

*Norwegian satellite earth observation database for marine and polar research (NORMAP)*

*Advanced conflict data catalogue - defining an industry-standard for data on armed conflict (ACDC)*

*The ACCESS life-course database*

*Norwegian barcode of life network (NorBol)*

***ESFRI: Council of European Social Science Data Archives (CESSDA)***



## 11 Grunnforskning

*Verktøy for forskning* peker på at grunnleggende forskning skaper ny og fundamental innsikt, danner basis for utvikling av metoder og generisk kunnskap om naturen og samfunnet, bidrar til menneskets egenforståelse og utviklingen av kulturelle og etiske verdier. Tradisjonelt har grunnleggende forskning vært karakterisert ved at dens resultater har en egenverdi uavhengig av eventuelle nytteeffekter, men dette bildet har endret seg noe over tid bl.a. ved at nye oppdagelser som gir grunnlag for industriell anvendelse i økende grad kommer fra grunnforskingsmiljøene. Faglig sterke miljøer innenfor grunnforskning og langsiktig strategisk forskning med tidsriktig forskningsinfrastruktur er en forutsetning for internasjonalt forskningssamarbeid og for å holde kontakt med den internasjonale kunnskapsfronten.

Grunnforskning spiller også en viktig rolle som krevende kunde for industrien, som gjennom utvikling av avansert teknologi kan kvalifisere seg til oppdrag innenfor andre sektorer. Et eksempel er romforskningens bidrag til nytt høyteknologisk næringsliv i de nordlige landsdeler, gjennom oppbygning av moderne radarer (EISCAT), utvikling av vitenskapelige sonderakett og nedlesning av data fra satellitter i polar bane.

I dette avsnittet beskrives infrastruktur for grunnforskning innenfor fagområder som ikke ivaretas innenfor de tematiske og teknologiske satsingsområdene, men som er viktige nasjonalt og internasjonalt og hvor forskningen i Norge er av høy kvalitet.

### *Eksisterende forskningsinfrastruktur*

Eksperimentelle fag som fysikk og kjemi har store behov for kostbart utstyr som regelmessig må oppgraderes eller skiftes ut for å være hensiktsmessige og bidra til at forskningen er i front internasjonalt. Innenfor fysikk står internasjonalt samarbeid om meget kostbare storskalafasiliteter sentralt (bl.a. CERN, ESA, ESRF, EISCAT, NOT; jfr. neste avsnitt).

I rapporten fra *Fysikkevalueringen (2009)* er det generelle inntrykk at det er en god utstyrssituasjon innenfor de fleste forskningsområdene, men at det på noen områder er behov for fornying av utstyrsparken for å gjøre forskningen mer effektiv og komme i internasjonal (front)klasse. I rapporten fra *Kjemievalueringen (2008/2009)* blir utstyrssituasjonen betegnet som god. Spesielt forskningsgrupper med tett kontakt med SINTEF har utstyr av internasjonal standard. I andre forskningsgrupper er det alvorlig bekymring for at man ikke greier å holde følge med den internasjonale utviklingen innenfor instrumentering. Det er mangel på en del store og viktige utstyrsenheter som kan komme hele forskningsmiljøet og tilgrensede fagfelt til gode. Dette gjelder bl.a. høyfelts NMR-utstyr har viktige anvendelser innenfor rekke fagfelt bl.a. kjemi, biologi og medisin.

Viktige utviklingstrekk innenfor fagfelt som kjemi er at forskningen får flere grenseflater mot andre fag, samt at det er økende bruk av beregningsverktøy og dermed tettere interaksjon mellom eksperiment, teori og modellering. Funksjonelle, fleksible laboratorier er en forutsetning innenfor eksperimentelle fag som kjemi. Inn i dette inngår laboratorier for syntese, og for avanserte analytiske metoder for karakterisering. I tillegg krever avansert miljøkjemi behov for mobile laboratorier i forbindelse med feltarbeid.

### ***Behov og prioriteringer***

Materialvitenskap og faste stoffers fysikk representerer sentrale og store områder innenfor fysikk, og infrastrukturbehovet er omtalt i avsnittet *Material- og nanoteknologi*. Viktige verktøy for fremtiden er Senter for transmisjons-elektronmikroskopi (NORTEM), Randers Riste Center for nøytronspredning ved IFE Kjeller som forventes å gi viktige norske bidrag til oppbygningen av *European Spallation Source* i Lund, oppgraderingen av synkrotronkilden *ESRF* i Grenoble, samt synkrotronkilden *MAX IV* som planlegges i Lund i Sverige. Det foreslåtte Nasjonalt senter for fotonbasert forskning ved Universitetet i Bergen kan også bli et viktig redskap innenfor materialforskning og nanovitenskap. En eventuell oppgradering av syklotronen ved Universitetet i Oslo vil bidra til å styrke de nasjonale aktivitetene innenfor kjernefysikk- og kjemi, protonterapi og akseleratorbasert forskning.

Innenfor romforskning er det investert i bakkebaserte instrumentering både på fastlandet (Andøya Rakettskytefelt, EISCAT) og på Svalbard (EISCAT Svalbard Radar, Kjell Henriksen-observatoriet, SPEAR), som også støtter opp om ESFRI-prosjektet *SIOS*. Fysikkevalueringen (2009) fremhever at det må utvikles en nasjonal plan for prioritering mellom fremtidige store prosjekter, slik som nytt fasestyrt radaranlegg (EISCAT\_3D) og nasjonalt sonderakettprogram. Nansen Senter for miljø og fjernmåling arbeider ned planene for en nasjonal database for marin og polarforskning basert på jordobservasjonsdata fra en lang rekke satellitter.

Det er stor bekymring innenfor kjemi for manglende vedlikehold og modernisering av lokal infrastruktur. For å kunne nyttiggjøre seg ny infrastruktur av nasjonal karakter vil det være avgjørende at også den eksisterende infrastruktur oppgraderes.

Høyfelts NMR vil være en investering som kommer mange forskningsmiljøer til gode, både innenfor kjemi og ikke minst biologi. Oppgradering av basis NMR-instrumentering er nødvendig for å kunne oppnå en effektiv utnyttelse av slikt utstyr, og selv utstyret er nødvendig for forskningen innenfor flere fag, er det kjemikerne som sitter med den nødvendige kompetansen for å kunne drifte det.

Forskningsrådet gjennomfører fagevalueringer i løpet av 2010–2011 innenfor henholdsvis geofagene og biologi, medisin og helsefag som vil gi innspill til behovene for avansert utstyr og øvrig forskningsinfrastruktur.

#### ***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til grunnforskning som er inkludert på veikartet:***

*Norwegian research infrastructure – national geo-test sites (GEOTESTING)*

*Norwegian barcode of life network (NorBol)*

***ESFRI: European spallation source (ESS)***

***ESFRI: Next generation European incoherent scatter radar system (EISCAT-3D)***

## 12 Innovasjon

Forskningsfasiliteter i form av velutstyrte laboratorier og testanlegg, databaser og eInfrastruktur i form av beregningsressurser, høyhastighets datanettverk og lagringssystemer utgjør en avgjørende del av grunnlaget for en nasjons innovasjonsevne.

Norge har i dag flere avanserte laboratorier som har hatt betydelig relevans for næringsutvikling og verdiskaping og således bidratt til å sikre utviklingen frem mot dagens velferdssamfunn. For at Norge i fremtiden skal kunne utvikles til å konkurrere blant verdens ledende kunnskapsnasjoner er det imidlertid nødvendig med en betydelig økt satsing på oppgradering av eksisterende og investering i ny innovasjonsfremmende forskningsinfrastruktur i årene som kommer. Tilgang til avansert vitenskapelig utstyr er særlig viktig for å sikre god rekruttering til forskerutdanning innenfor innovasjonsrelevante fag som naturvitenskap, teknologi og medisin. Dette er igjen avgjørende som grunnlag for å skape nasjonale forskermiljøer/-grupper som er attraktive samarbeidspartnere for de fremste forsknings- og innovasjonsmiljøer i verden.

Økt satsing på innovasjonsrelevant forskningsinfrastruktur vil være helt avgjørende for norsk næringslivs konkurransedyktighet i årene som kommer. Her vil de næringsrettede forskningsinstituttene, i samarbeid med universitetene, måtte spille en sentral rolle gjennom å gjøre denne type avansert forskningsinfrastruktur tilgjengelig for næringsliv og forvaltning. Det er her snakk om utstyr som både vil være altfor kostbart og som det dessuten vil være uhensiktsmessig å anskaffe for det enkelte foretak, men som det er avgjørende viktig å kunne ha tilgang til. En utstyrmessig oppgradering av innovasjonsorienterte nasjonale forskningsmiljøer vil uten tvil fremme mulighetene for sterkere samarbeid og forskerutveksling med ledende forskermiljøer i utlandet. Det er også viktig for å styrke norsk næringslivs konkurransevne at norske forskningsmiljøer deltar i internasjonalt samarbeid om utnyttelse av forskningsinfrastruktur. For å sikre en optimal norsk utnyttelse av aktuelle forskningsinfrastrukturer i andre land er det ofte nødvendig at det også bygges opp nasjonal forskningsinfrastruktur som støtter opp om satsingen ute.

Behovet for en styrket offentlig satsing på forskningsinfrastruktur er belyst i flere utredninger. Bl.a. peker NIFU STEP rapporten ”Store forskningsfasiliteter - finansieringsordninger og utfordringer for drift, vedlikehold og fornyelse” fra 2006, på at mange av de etablerte laboratoriene har problemer knyttet til langsiktig og systematisk vedlikehold, utvikling og fornyelse.

Som nevnt innledningsvis er det over mange år bygget opp flere avanserte spesiallaboratorier som har vist seg viktige for innovasjon i næringsliv og offentlig sektor. Eksempler på denne type innovasjonsfremmende forskningsinfrastruktur og laboratorier er:

- Marintekniske laboratorier i Trondheim, MARINTEK, i samarbeid med NTNU.
- Mikro-nanolaboratorium, SINTEF i samarbeid med Universitetet i Oslo
- Bygningstekniske laboratorier i Oslo og Trondheim, SINTEF Byggforsk i samarbeid med NTNU
- Elektrotekniske laboratorier i Trondheim, SINTEF Energiforskning i samarbeid med NTNU
- Petroleumstekniske laboratorier, SINTEF i samarbeid med NTNU og IFE
- Ullrigg, Boreteknikk laboratorium, IRIS Stavanger

- Halden-reaktoren, IFE, Et nukleært laboratorium som samtidig har relevans for store deler av industrien når det gjelder avansert mann/maskin kommunikasjon i styring av krevende prosesser.

***Storskala forskningsinfrastrukturer knyttet til innovasjon som er inkludert på veikartet:***

*Norwegian research infrastructure – national geo-test sites (GEOTESTING)*

## **13 Internasjonalt samarbeid om forskningsinfrastruktur**

### ***European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI)***

*European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI)* ble opprettet i 2002 for å fremme arbeidet med å etablere fremtidig felleseuropeisk forskningsinfrastruktur og fikk i oppdrag fra forskningsministrene i Europa å utarbeide et *veikart for bygging av neste generasjons storskala forskningsinfrastruktur i Europa*. ESFRI la frem sitt første veikart i 2006 og en oppdatert utgave i 2008.

*ESFRI Roadmap (2008)* består nå av 44 storskala forskningsinfrastrukturprosjekter av bred europeisk og vitenskapelig interesse. Den forberedende fasen (*Preparatory Phase*) finansieres innenfor EUs 7. rammeprogram (*Capacities – Research Infrastructures, RI*) for alle disse ESFRI-prosjektene. Norske forskningsmiljøer har deltatt eller deltar i den forberedende fasen i 21 prosjekter.

Når det gjelder implementering av disse europeiske forskningsinfrastrukturene har Norge tilbudt seg å være vertskap for tre prosjekter: CESSDA (*Council of European Social Science Data Archives*), SIOS (*The Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System*) og ECCSEL (*European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure*). I tillegg trekker Forskningsmeldingen frem det svenske forslaget om oppgradering av EISCAT-radarer på fastlandet som spesielt interessant for Norge. Også i henhold til Regjeringens nordområdestrategi er det naturlig og forventet at Norge spiller en hovedrolle i utbyggingen av neste generasjons radar i nordområdene (EISCAT 3D). Regjeringen har vedtatt at Norge skal delta i utviklingen av *European Spallation Source (ESS)* som skal bygge i Lund i Sverige og blir verdens kraftigste nøytronbeam. Kunnskapsdepartementet har i tillegg vedtatt at Norge skal delta i ESRF-upgrade (*European Synchrotron Radiation Facility*) som gjelder oppgradering av det europeiske synkrotronstråleanlegget i Grenoble i Frankrike.

Totalt har norske myndigheter gitt forpliktende signaler om deltagelse i seks prosjekter på ESFRI Roadmap, men omfang og innretning på norsk deltagelse innenfor hver av disse infrastrukturene er ikke avklart og vil først kunne skje gjennom søknader til Forskningsrådet. For en nærmere omtale av de seks ovennevnte prosjektene henvises til egne faktsider.

I tillegg deltar Norge i forberedende faser av ytterligere 15 ESFRI-prosjekter. En oversikt over disse prosjektene med status for de forberedende fasene er vist i tabell 1 og 2. Norske miljøer som deltar i disse forberedende fasene vil være aktuelle søkere til fremtidige utlysninger innenfor forskningsinfrastruktur. Når det gjelder *status for arbeidet med norsk deltagelse i ESFRI* henvises til egen rapport.

Tabell 1. Forskningsinfrastrukturene i ESFRI Roadmap 2006 med norsk deltakelse der Norge så langt ikke har tatt stilling til videre deltakelse. Tabellen viser når Preparatory Phase er planlagt avsluttet.

<b>Infrastruktur</b>		<b>Preparatory Phase avsluttes</b>
PRACE	<i>Partnership for Advanced Computing in Europe</i>	Avsluttet
ESSurvey	<i>European Social Survey Upgrade</i>	Nov 2010
Euro-Argo	<i>Global Ocean Observing Infrastructure</i>	Juli 2010
BBMRI <sup>1</sup>	<i>Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure</i>	Aug 2010
EATRIS	<i>European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine</i>	Des 2010
ELIXIR	<i>European Life-science Infrastructure for Biological Information – A Major UPGRADE.</i>	Des 2010
CLARIN	<i>Common Language Resources and Technology Infrastructure</i>	Des 2010
LIFEWATCH	<i>Science an Technology Infrastructure for Biodiversity Data and Observatories</i>	Mars 2011
Aurora Borealis	<i>European Research Icebreaker</i>	April 2012
ICOS	<i>Integrated Carbon Observation System</i>	Mai 2012
EMSO <sup>2</sup>	<i>European Multidisciplinary Seafloor Observatory</i>	Mai 2012

Tabell 2. Nye forskningsinfrastrukturer i ESFRI Roadmap 2008 med norsk deltakelse. Kontraktforhandlingene med Kommisjonen om finansiering av Preparatory Phase vil foregå våren 2010.

EPOS	<i>European Plate Observing System</i>	Kontrakt med Kommisjonen våren 2010
EU-Openscreen	<i>European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology</i>	Kontrakt med Kommisjonen våren 2010
EMBRC -	<i>European Marine Biological Resource Centre</i>	Kontrakt med Kommisjonen våren 2010
Euro-BioImaging	<i>European Biomedical Imaging Infrastructure</i>	Kontrakt med Kommisjonen våren 2010

<sup>1</sup> Biobank Norway – A national infrastructure for biobanks and biobank related activity in Norway er knyttet opp til dette prosjektet

<sup>2</sup> Cable-based ocean observatory er forprosjekt knyttet til EMSO

### ***Samarbeid om annen internasjonal forskningsinfrastruktur***

Norske forskningsmiljøer innenfor astrofysikk, astronomi og romfysikk deltar aktivt i en rekke satellittprosjekter i regi av *European Space Agency* (ESA) og det er fremmet ønsker å videreføre dette samarbeidet i nye prosjekter som *Euclid* (kosmologi), *Solar Orbiter* (solfysikk) og *BepiColombo* (romfysikk). Norske forskere vil også være store brukere av data fra ESAs Earth Explorers (oppskytning planlegges 2009–2014) med stor betydning for satsingsområder som *hav, klima og miljø*. *Fysikkevalueringen (2009)* anbefaler at Norge tar opp til vurdering et medlemskap i European Southern Observatory (ESO) innen astrofysikk.

CERN planlegger å oppgradere partikkelakseleratoren LHC, som medfører at eksperimentene ATLAS og ALICE, der norske forskere deltar, også må oppgraderes for å kunne dra nytte av den høyere intensiteten i partikkelstrålene. Universitetet i Oslo deltar aktivt i CLIC-prosjektet som utvikler et nytt konsept for partikkelakseleratorer, og det er her etablert et nordisk konsortium, NorduCLIC. Forskere innenfor kjernefysikk ønsker å utvide sine aktiviteter ved ISOLDE-fasilitetene på CERN og FAIR-prosjektet i Darmstadt.

Innenfor materialforskning er det, i tillegg til norsk medlemskap i ESS, også interesse for deltagelse i den svenske planlagte synkrotronkilden MAX IV og fri-elektronlaseren XFEL som bygges i Hamburg. Norge bidrar ellers med viktig forskning innenfor reaktorsikkerhet, materialfysikk, forholdet menneske-maskin-organisasjon i tilknytning til *OECD Halden prosjektet*.

Norge er også medlem av en rekke andre internasjonale forskningsorganisasjoner som innbefatter store forskningsinfrastrukturer bl.a. innenfor maringeologi og boreteknikk (*Integrated Ocean Drilling Program*, IODP og *International Continental Scientific Drilling Program*, ICDP), medisin/epidemiologi (*International Agency for Research on Cancer*, IARC) og molekylærbiologi (*European Molecular Biology Laboratory*, EMBL).