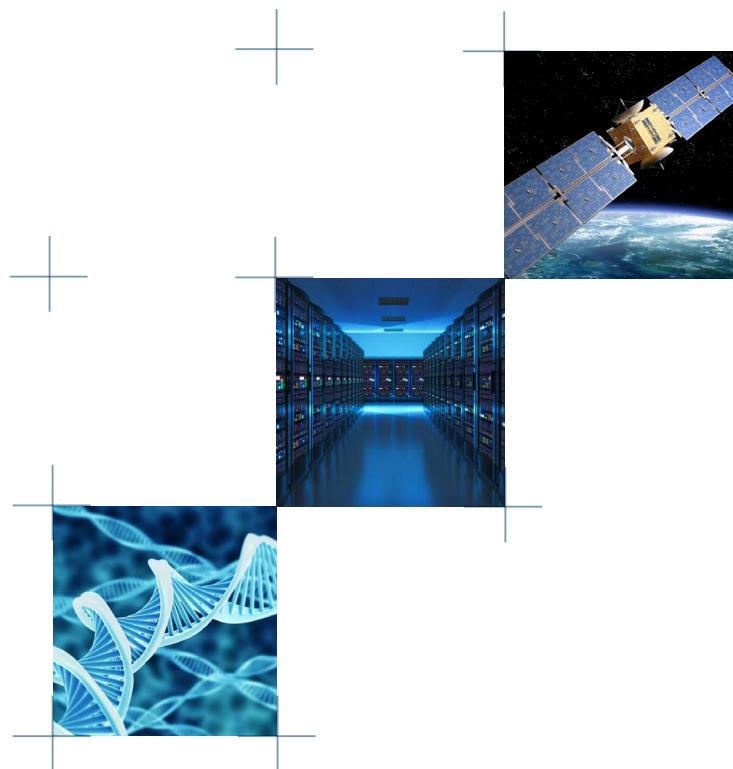


# Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2018

Del 1: Områdestrategier





## Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2018

---

Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur (INFRASTRUKTUR)

---

© Norges forskningsråd 2018

Norges forskningsråd

Postboks 564

1327 Lysaker

Telefon: 22 03 70 00

Telefaks: 22 03 70 01

post@forskningsradet.no

www.forskningsradet.no/

Foto/ill. omslagsside: Hinrich Bäsemann/www.polarfoto.no

Foto/ill.: Shutterstock

Oslo, mars 2018

ISBN 978-82-12-03683-3 (pdf)

Dette er en utskriftsversjon. Den originale nettversjonen finnes her:

[https://www.forskningsradet.no/prognett-infrastruktur/Norsk\\_veikart\\_for\\_forskningsinfrastruktur/1253972136981](https://www.forskningsradet.no/prognett-infrastruktur/Norsk_veikart_for_forskningsinfrastruktur/1253972136981)

## Innhold

Innledning.....	2
Forord.....	2
Bakgrunn .....	3
Veikartets funksjon.....	3
Utvelgelse av prosjekter til veikartet .....	3
Forskningsrådets håndtering av veikartprosjekter .....	5
Strategisk grunnlag.....	5
Prosjekter på veikartet .....	5
Områdestrategiene .....	6
Bioressurser.....	6
Bioteknologi.....	9
e-infrastruktur .....	12
Humaniora.....	16
IKT.....	19
Klima og miljø .....	22
Maritim teknologi.....	25
Medisin og helse.....	27
Miljøvennlig energi.....	30
Nanoteknologi og avanserte materialer.....	33
Petroleumsteknologi .....	36
Samfunnsvitenskap og velferd .....	39
Andre infrastrukturbehov innenfor naturvitenskap og teknologi.....	42
Norges deltakelse i internasjonale forskningsinfrastrukturer.....	44
Prosjekter på veikartet .....	50

# Innledning

## Forord

I 2010 kom den første utgaven av Norsk veikart for forskningsinfrastruktur. Siden da har veikartet blitt oppdatert etter hver utlysning av midler i regi av Forskningsrådet gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur. Denne utgaven er den fjerde oppdateringen av veikartet. Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2018 underbygger anbefalingene i Verktøy for forskning - Nasjonal strategi for forskningsinfrastruktur om å opprettholde investeringsvolumet og sørge for langsiktig finansiering av forskningsinfrastruktur i årene som kommer.

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2018 har to hoveddeler:

1. En beskrivelse av det strategiske grunnlaget for Forskningsrådets tenkning og prioriteringer omkring forskningsinfrastruktur for ulike fag-, tema- og teknologiområder, såkalte områdestrategier.
2. En presentasjon av store og nasjonalt viktige forskningsinfrastrukturer, som enten har mottatt finansiering etter utlysningen i 2016 eller tidligere utlysninger, eller er vurdert som støtteverdig av Forskningsrådet.

Områdestrategiene i del 1 beskriver forskningsmål, eksisterende infrastruktur og mulige fremtidige behov for forskningsinfrastruktur innenfor de respektive områdene. I denne utgaven av veikartet har Forskningsrådet invitert institusjonene til å gå sammen og utarbeide innspill til områdestrategiene om fremtidige behov for ny eller oppgradert infrastruktur innenfor høyt prioriterte områder i Norge. Alle innspill er blitt vurdert av Forskningsrådets administrasjon og sett i sammenheng med prioriteringer i eksisterende nasjonale strategier.

Forskningsinfrastrukturene som presenteres i del 2 er valgt ut på bakgrunn av vurderinger foretatt etter utlysningen i 2016 eller tidligere utlysninger eller er vurdert som støtteverdige av Forskningsrådet. Disse særskilt fremhevede prosjektene er omtalt som «forskningsinfrastrukturer på veikartet» eller «veikartprosjekter».

Mange av veikartprosjektene presentert i del 2 er nå på vei inn i eller har kommet i driftsfase. Dette betyr at vi nå, etter ca. åtte år med Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur, er på vei inn i en fase der en økende andel av nye investeringer vil gå til fornyelse og oppgradering av eksisterende nasjonale forskningsinfrastrukturer. Samtidig indikerer den strategiske gjennomgangen av de ulike områdestrategiene, så vel som hittil mottatte søknader til Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur, at det fortsatt er betydelig behov for investeringer i en rekke helt nye infrastrukturer.

Behov for e-infrastruktur og åpen tilgang til forskningsdata er en stor utfordring innenfor alle forskningsområder og er derfor beskrevet i et eget kapittel. Videre omtales Norges deltagelse i internasjonale forskningsinfrastrukturer i et eget kapittel.

Veikartet er et levende dokument som oppdateres etter hver større utlysning. Veikartprosjekter som har mottatt støtte til etablering, men ikke lenger har finansiering gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur, er listet i en egen tabell. Områdestrategiene utvikles kontinuerlig. Derfor er det nettværksjonen av veikartet, [www.forskningsradet.no/veikart](http://www.forskningsradet.no/veikart), som til enhver tid er gjeldende.

John-Arne Røttingen  
Administrerende direktør

## Bakgrunn

I Forskningsmeldingen Klima for forskning (2008-2009) fikk Forskningsrådet ansvaret for å utarbeide et norsk veikart for investeringer i forskningsinfrastruktur. Veikartet skal underbygge og presentere hvilke større nasjonale og internasjonale forskningsinfrastrukturer Forskningsrådet anbefaler at Norge investerer i den nærmeste tiden, innenfor en realistisk budsjettamme. Forskningsrådet stiller strenge krav til hvilke prosjekter som skal løftes særskilt frem på veikartet, både når det gjelder kvalitet og strategisk betydning.



## Veikartets funksjon

Veikartet skal:

- kommunisere Forskningsrådets strategiske beslutningsgrunnlag ved kommende tildelinger av midler fra Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur
- synliggjøre store og viktige forskningsinfrastrukturer som er avgjørende for å nå forskningspolitiske mål
- tydeliggjøre norsk deltakelse i internasjonale forskningsinfrastrukturer og vise balansen og relasjonen mellom slik deltakelse og nasjonale investeringer
- veilede offentlige og private finansører av forskningsinfrastruktur, ved å løfte frem prosjekter som er grundig utredet og kvalitetssikret, og anses som støtteverdige, men helt eller delvis mangler finansiering

## Utvelgelse av prosjekter til veikartet

Etter hver større utlysning innenfor Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur vil Forskningsrådets administrasjon vurdere hvilke prosjekter som skal løftes særskilt frem på veikartet. Tre kriterier, som alle skal være oppfylt, legges til grunn for vurderingen. Se Verktøy for forskning - Nasjonal strategi for forskningsinfrastruktur for mer detaljert begrepsavklaring.

### **Kriterium 1: Infrastrukturen er av nasjonal viktighet**

Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur støtter kun prosjekter av nasjonal viktighet. Med dette menes at:

- infrastrukturen skal ha bred nasjonal interesse
- infrastrukturen skal som hovedregel finnes ett eller få steder i landet
- infrastrukturen skal legge grunnlag for internasjonalt ledende forskning
- infrastrukturen skal gjøres tilgjengelig for relevante forskningsmiljøer, offentlig sektor og næringsliv

### **Kriterium 2: Søknaden har fått svært gode vurderinger, både faglig og strategisk**

Prosjektene som løftes frem på veikartet etter søknadsbehandling, har fått en svært god vurdering av internasjonale fagekspert. I tillegg er de vurdert av Forskningsrådet til å ha stor strategisk betydning for norsk forskning.

### **Kriterium 3: Prosjektet er en stor og omfattende forskningsinfrastruktur**

Et prosjekt som skal synliggjøres på veikartet, skal ha et høyt investeringsnivå sammenlignet med andre forskningsinfrastrukturer innenfor det aktuelle fagområdet.

### **Beslutning på departementsnivå**

Forskningsrådet evaluerer infrastrukturensøknader fra 2 millioner kroner og oppover og kan bidra til enkeltprosjekter med inntil 200 millioner kroner. Etter samråd med Kunnskapsdepartementet kan forskningsinfrastrukturer som har en investeringsramme på over 200 millioner kroner bli inkludert på veikartet. Dette forutsetter at prosjektene har oppnådd høy faglig og strategisk vurdering gjennom søknadsbehandling foretatt av Forskningsrådet.

### **Prosjekter på ESFRIs veikart**

Prosjekter på ESFRIs (the European Strategy Forum on Research Infrastructures) veikart, der Norge har forpliktet seg til å delta, er også særskilt fremhevet på Norsk veikart for forskningsinfrastruktur. Disse prosjektene har gjennomgått en grundig vurdering av ESFRI og er vurdert av Forskningsrådet å ha stor strategisk betydning for norsk forskning. De prosjektene som har fått finansiering av Forskningsrådet, er vurdert på lik linje med andre prosjekter gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur. Beslutningen om norsk medlemskap i et ESFRI-prosjekt tas på departementsnivå.





## Forskningsrådets håndtering av veikartprosjekter

Veikartprosjekter som er vurdert som støtteverdige, men ikke har fått finansiering, må levere ny søknad ved ny utlysning av infrastrukturmidler og konkurrerer på lik linje med nye prosjektforslag. Målet er å sikre at det til enhver tid er de beste og strategisk viktigste prosjektene som blir prioritert ved tildeling av midler, og gjøre det mulig å ta hensyn til nye behov og politiske prioriteringer som måtte oppstå i tiden mellom utlysninger.

### Strategisk grunnlag

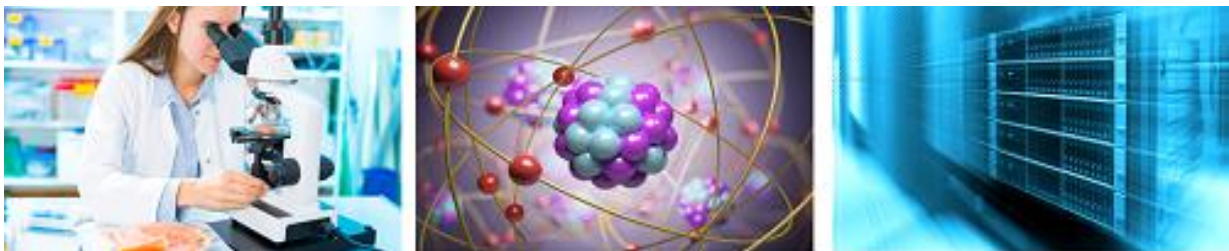
Områdestrategiene beskriver forskningsmål, eksisterende infrastruktur og mulige fremtidige behov for forskningsinfrastruktur innenfor ulike temaområder, fagområder og teknologiområder.

Områdestrategiene ligger til grunn for bevilgninger over Forskningsrådets budsjett og planlegging av fremtidige utlysninger til forskningsinfrastruktur. Inndelingen av områdestrategiene gjenspeiler de overordnede prioriteringene i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning så vel som i Forskningsrådets FoU-finansiering.

### Prosjekter på veikartet

Prosjekter som er fremhevet på veikartet inkluderer både prosjekter som hittil har mottatt midler fra Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur og prosjekter som hittil ikke har mottatt midler, men som har fått svært gode vurderinger og er viktige for norske forskningsprioriteringer.

Beskrivelsene av veikartprosjektene fremstiller dem populærvitenskapelig og viser hvem som er prosjekteier, hvilke partnere som er med og hvilket beløp Forskningsrådet har bevilget. For flere av prosjektene utgjør Forskningsrådets bidrag kun en andel av prosjektets totalkostnad.



# Områdestrategiene

## Bioressurser

Fiskeri, havbruk, jordbruk og skogbruk

**Kjerneområdene i denne områdestrategien er mat fra hav og land og råstoff fra skog (eksklusive bioenergiformål), men omfatter også forskning som skal legge til rette for best mulig utvikling av andre biobaserte produkter, for eksempel dyre- og fiskefôr, biokjemikalier og biomaterialer som kan erstatte oljebaserte materialer og/eller fylle andre behov.**



## Forskningsmål

Målet er at alle biobaserte råvarer utnyttes fullt ut på en bærekraftig måte gjennom hele kretsløpet. I tillegg ligger det store muligheter i nye, verdiskapende utnyttelsesformer og i koplinger mellom bioressurskretsløpene, innenfor og mellom sektorene. Bioteknologi, nanoteknologi og andre muliggjørende teknologier preger og driver utviklingen av forskningsfeltet. Tverrfaglighet og økt bruk av beregningsorienterte metoder og bioinformatikk vil gjøre anvendelsen av disse teknologiene mer relevant og slagkraftig.

Det er ønskelig å legge til rette for mer forskning som muliggjør bruk av bioressurser fra hav og land, inkludert avfall/restråstoff fra industri og husholdning, i et bærekraftig kretsløpsperspektiv og i mange tilfeller som alternativt råstoff.

Norge har sterke næringer basert på naturressurser. For å ta ut potensialet i disse er det behov for å utvikle og ta i bruk infrastruktur som fremmer forskning og innovasjon, og som legger til rette for nødvendig omstilling. Samtidig endrer betingelsene seg gjennom ny teknologi og kunnskap, fremvekst av nye næringer, vekst i eksisterende næringer og økende krav til internasjonalisering.

## Mat- og næringsmiddelindustrien

I mat- og næringsmiddelindustrien er det viktig å skaffe kunnskap som bidrar til nye og innovative prosesser og produkter som tilfredsstiller krav til bærekraft og sirkulær økonomi.

Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 peker på behovet for ytterligere kunnskap for å begrense forurensning og svinn av mat og for å sikre effektiv ressursutnyttelse i hele kjeden fra råvareproduksjon til konsum. Det er et stort potensial for reduksjon av svinn og effektivisering av ressursbruken, samt for økt produksjon av mat og annen virksomhet knyttet til lokal matproduksjon.

For å sikre mattrygghet og redusere mulige negative virkninger av næringsmidler trenger vi gode overvåkningssystemer og forskningsinfrastruktur. Å utvikle vitenskapelig baserte kostråd og forebygge livsstilssykdommer er også viktige mål.

### **Fiskeri og havbruk/marine næringer**

Det er store forventninger til utviklingen av marin verdiskaping (fiskerier, havbruk og nye marine industrier) i Norge. Globalt ser vi et økende behov for mat og nye førkilder, og mulighetene i havet er mange. Marine naturressurser som i dag ikke utnyttes kan bli kilde til nye næringer hvis vi bygger mer kunnskap og kompetanse med moderne teknologi.

Norge er verdens nest største eksportør av sjømat målt i verdi og den største produsenten av atlantisk laks. Regjeringen har som mål at Norge skal være verdens fremste sjømatnasjon. Det er et nasjonalt mål å øke lakseproduksjonen og foredlingen av både oppdrettsfisk og villfisk. Økt prosessering av fisk innenlands vil både gi muligheter til å utnytte verdifullt restråstoff bedre og føre til mindre eksport (inkludert is) og dermed gi en miljø- og klimagevinst.

### **Jordbruk- og skogbruk**

Landbruket møter stadig tøffere konkurranse fra utlandet. Norsk landbruk er ledende på viktige områder som mattrygghet, god dyrehelse og eksport av fremragende avlsmateriale. Norsk matproduksjon har lavt forbruk av antibiotika og sprøytemidler. På dette området er Norge blant de aller beste i verden. En forsterket satsing på forskning, teknologi, innovasjon, omstilling og effektivisering er viktige grep for en fremtidsrettet landbrukssektor.

De senere årene har vi hatt en rekke større treprosjekter der nye produkter og byggesystemer har blitt implementert, og der norske prosjekter har høstet internasjonal anerkjennelse. Bioraffinering med biomasse fra skog som råstoff, kan i tillegg til å erstatte fossile produkter, bidra til innovasjon av ulike nye, bærekraftige konsumprodukter.

### **Eksisterende forskningsinfrastruktur**

Utvikling av metoder for en god og bærekraftig utnyttelse av bioressurser krever forskning innenfor mange fag- og teknologiområder med behov for ulike typer forskningsinfrastruktur. Nasjonalt finnes flere infrastrukturer med ulik instrumentering. Flere av laboratoriene tilbyr tilgang til brukere både fra akademia og industri.

Pilot Plant Facilities for Food Processing at Campus Ås er en infrastruktur for forskning rettet mot hele produksjonskjeden – fra råvarer til ferdig matprodukt i emballasje – som skal bidra til trygg og effektiv matproduksjon. Infrastrukturen inkluderer en patogen prosesshall for å teste ut overlevelse og vekst av patogene bakterier i mat og produksjonsmiljøer.

Norge deltar i den europeiske infrastrukturen EMBRC-ERIC (The European Marine Biological Research Centre). Infrastrukturen vil legge til rette for forsøk med marine organismer for å studere hvordan de reagerer på ulike endringer i det marine miljøet. Den norske noden av EMBRC-ERIC er spesielt rettet inn mot studier av organismer som har betydning for fiskeri og akvakultur.

Aquafeed-teknologisenteret (ATC) vil tilby forskningsinfrastruktur for utvikling av ny og forbedret utnyttelse av føringredienser, blant annet for oppdrettsnæringen, basert på tilgjengelige marine, vegetabiliske, animalske og encelle ressurser. Infrastrukturen vil stå ferdig i 2019.

To nasjonale forskningsinfrastrukturer for utnyttelse av marint råstoff er Mobile Sealab og Norsk senter for plankonteknologi. Mobile Sealab inneholder en liten, men komplett fabrikk for å utvinne olje, proteinrike fraksjoner og andre næringsstoffer av restråstoffene fra fiskeindustrien. Norsk senter for plankonteknologi er en nasjonal infrastruktur som vil utvikle nye dyrkingsmetoder og ny teknologi, for å kunne høste, dyrke og prosessere organismer fra lavere trofisk nivå i havet.

NorBioLab er en nasjonal forskningsinfrastruktur for utvikling av prosesser for å omdanne norsk land- og sjøbasert biomasse til nye, miljøvennlige biokjemikalier, biomaterialer og bioenergiprodukter. Infrastrukturen kan brukes til å forske på mange forskjellige biologiske ressurser, som lignocellulose, marine ressurser og avfall.

ELIXIR er en europeisk infrastruktur for biologiske data som koordinerer dataressurser for livsvitenskapene. ELIXIR.NO er norsk node i ELIXIR, koordinerer utvikling av norsk bioinformatikk og tilbyr tjenester til forskning og industri.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

I årene fremover er det behov både for oppgradering og fornyelse av eksisterende utstyr og for helt nye infrastrukturer.

Det vil blant annet være behov for infrastruktur for overvåking og forvaltning, bærekraftig prosessering og foredling av naturressurser, forskning på nye arter for høsting, dyrking og oppdrett og forskning rettet mot utvikling av nye produkter basert på bioråstoff.

Med økende mengde data, ikke minst molekylære data som genereres i moderne bioteknologi, blir det viktig å utvikle systemer slik at data fra ulike kilder kan gjøres tilgjengelig, sammenlignes og analyseres. Analyse- og beregningskapasitet som møter de store datamengdene som skal prosesseres i fremtiden er avgjørende for å kunne utnytte mulighetene som ligger i beregningsorienterte metoder.

Det er også behov for samordning for bedre utnyttelse av teknologier og infrastrukturer på tvers av andre relevante områder, for eksempel bioteknologi, nanoteknologi energi, helse, klima, miljø og hav, og e-infrastruktur.

## **Relasjon til andre områder**

Utvikling av forskningsinfrastruktur på områdene fiskeri, havbruk, jordbruk og skogbruk må ses i sammenheng med infrastruktur på andre områder, som for eksempel bioteknologi, nanoteknologi, energi, helse, klima, miljø og hav, og e-infrastruktur.

## Bioteknologi

**Bioteknologi omfatter alle studier av organismer og deler av organismer der man endrer sammensetning eller oppbygning for å oppnå økt kunnskap og utvikle produkter, prosesser og tjenester. Bioteknologi har stort behov for oppdatert og kostbart utstyr for å være i forskningsfronten, for å fremme kvalitet i bredden av norsk forskning, og for å kunne fremme kunnskapsdrevet innovasjon.**



### Forskningsmål

Bioteknologi er i henhold til Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 en muliggjørende teknologi som i samspill med andre fag og teknologier skal bidra til å fremme innovasjon og møte samfunnsutfordringer. Planen peker på et stort uforløst potensial for bioteknologisk innovasjon.

En nasjonal strategi for bioteknologi foreligger for perioden 2011-2020. Den uttrykker en tydelig forventning til at bioteknologien skal være med å lage gode løsninger for forvaltning og næringsliv. Som en av de muliggjørende teknologiene har bioteknologi et stort økonomisk potensial innenfor marine næringer, helse, landbruk og prosessindustri. Bioteknologi anses å være helt sentral for utvikling av bioøkonomien, som om få år vil utgjøre en betydelig del av den globale økonomien i tråd med økt fokus på bærekraftig utnyttelse av biologiske ressurser. Bioøkonomien bør derfor ha en sentral plass i fremtidige investeringer og satsinger på feltet.

Transdisiplinære og sektorovergripende områder som biostatistikk, bioinformatikk/systembiologi og syntetisk biologi er utpekt som viktige områder i forskningsfronten hvor virkemiddelapparatet har et særlig ansvar for å bygge kapasitet. Dette kommer blant annet til uttrykk i den nasjonale samarbeidsplattformen Senter for Digitalt liv Norge (DLN) og tverrfaglige satsinger i FoU institusjonene. Forskningsinfrastruktur har en viktig rolle i å muliggjøre forskningsaktivitet med beregningsorientert tilnærming og modellering. Bioteknologiske metoder og forskningsinfrastruktur må også dekke biologisk relevante skalaer; i utstrekning – fra biomolekyler og enkeltceller til hele organismer og økosystem, og i tid – fra mikrosekunder til år.

Forskningsrådet støtter bioteknologisk forskning innenfor ulike støtteordninger, med BIOTEK2021 som det viktigste enkeltprogrammet i oppfølging av nasjonal strategi. Programmet søker å fremme samfunnsansvarlig innovasjon og næringsutvikling fra bioteknologisk forskning, blant annet gjennom økt transdisiplinært samarbeid på tvers av fag, teknologier og institusjoner.

## Eksisterende forskningsinfrastruktur

Tilgjengelig infrastruktur for bioteknologiske forskningsmiljøer bygger i stor grad på teknologiplattformer som ble etablert gjennom FUGE-satsingen og videreutviklet gjennom finansiering fra *Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur*. Dette gjelder blant annet infrastrukturene knyttet til humane biobanker, bioinformatikk/systembiologi, gensekvensering, NMR-analyser og bioraffinering, samt til super-resolusjon lysmikroskopering, strukturbioologi og kjemisk biologi (se tabell under). Fire av disse (innenfor bioinformatikk, biobankforskning, lysmikroskopi og kjemisk biologi) er knyttet til felleseuropeiske infrastrukturensamarbeid under ESFRI. I tillegg er det bygd opp infrastruktur og kjernefasiliteter på flere viktige områder gjennom egne investeringer i FoU institusjoner.

## Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning

For å kunne nå målene i den nasjonale strategien for bioteknologi må investeringer i infrastruktur sikre at avansert teknologi er tilgjengelig og kommer norske forskere i akademien og næringslivet til gode i form av styrket forskningskvalitet. Teknologikompetanse må videreutvikles for optimal utnyttelse av infrastrukturmulighetene for nye faglige problemstillinger og innovasjon.

Det skjer en rask teknologiutvikling på mange områder, basert på kombinasjoner av og konvergens mellom teknologier. Slik teknologisk konvergens anses som sentralt for å møte de store samfunnsutfordringene der bioteknologi kan gi viktige bidrag. Analyser går mot enkeltceller og enkeltmolekyler og bildedannende teknologier utvikles på bred front.

Datadrevne og beregningsorienterte metoder vil i større grad prege bioteknologisk forskning og innovasjon i årene fremover. Det er derfor et stort og økende behov for kompetansebaserte tjenester for å kunne håndtere og utnytte store mengder molekylære data som produseres i moderne bioteknologi. I kjølvannet av dette trengs også tjenester for tilgjengeliggjøring av data og etablering av kunnskapsbaser på organismer som er viktige for Norge og som kan støtte datadrevet innovasjon.

Nye bioteknologiske innovasjoner betinger at investeringer i eksisterende og ny infrastruktur også ivaretar næringslivets behov. Videre behov og prioriteringer av forskningsinfrastruktur på feltet vil bli sett i sammenheng med nasjonale strategiske satsinger og vil ta hensyn til følgende momenter:

- Behov for oppgradering, videreutvikling og samkjøring av infrastrukturene som er etablert
- Støtte infrastruktur som styrker kvalitet og kapasitet i norsk bioteknologisk FoU, herunder utvikling av teknologier som er helt i front innenfor high-throughput screening, 3D-kultivering/prosessering, fermenteringsteknologi, nedstrøms- og separasjonsteknologi, strukturbioologi, omics-teknologier, bioinformatikk/systembiologi og syntetisk biologi
- Støtte infrastruktur som sikrer datahåndtering på tvers av teknologier ifølge FAIR prinsippet (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)
- Støtte infrastruktur som understøtter bioteknologisk forskning med bred basis for anvendelse, er sektorovergripende, legger til rette for samarbeid mellom universiteter, forskningsinstitutter, helseforetak og næringsliv, og et bredt lag av relevante samfunnsaktører
- Støtte infrastruktur som understøtter den strategiske satsingen Digitalt liv og andre bioteknologiske satsinger i Forskningsrådet
- Bidra til rasjonelt samarbeid og arbeidsdeling om forskningsinfrastruktur – nasjonalt og internasjonalt. Spesielt vurdere verdien av deltagelse i felleseuropeiske infrastrukturene på

feltet (herunder ESFRI-prosjekter) og Norges rolle i disse, og spesialisere og fokusere på områder hvor norske forskere kan ta en ledende rolle innenfor utvalgte teknologier.

### **Relasjon med andre områder**

Bioteknologi er en muliggjørende teknologi som understøtter områder som medisin og helse, marin, klima og miljø, og bioressurser. Økt oppmerksomhet om samarbeid mellom disipliner og teknologisk konvergens gir også sterkere grenseflater med nanoteknologi, IKT, samt med humaniora og samfunnsvitenskapene.

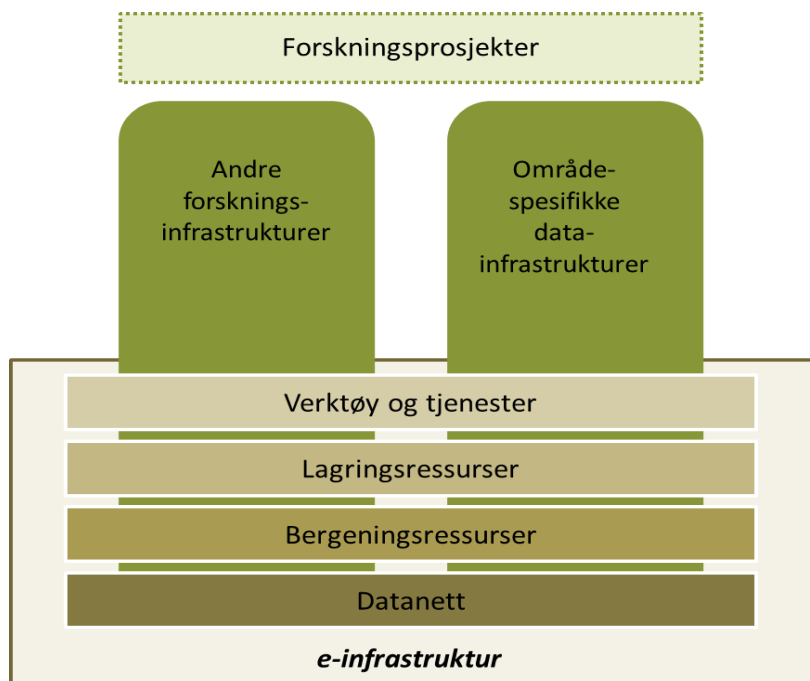


## e-infrastruktur

Elektronisk infrastruktur (e-infrastruktur) omfatter verktøy og tjenester for de fleste fagområder, men er spesielt viktig for forskning som krever omfattende beregninger eller genererer store mengder data. E-infrastruktur omfatter også digitale registre og databaser. Klimaforskning, biologi, bioinformatikk, medisin, kjemi, fysikk, materialvitenskap, energiforskning og lingvistikk er eksempler på ulike fagområder som alle benytter e-infrastruktur.



E-infrastruktur for forskning er IKT-baserte infrastrukturer som muliggjør avansert og samarbeidsorientert forskning. E-infrastruktur for forskning omfatter utstyr, drift og relaterte tjenester for tungregning, datalagring, programvaresystemer og høyhastighetsnettverk samt verktøy for effektiv arbeidsflyt og programvare for simulering og analyse av data. Begrepet e-infrastruktur benyttes også om digitale registre og databaser, samt verktøy og tjenester for å sikre og gjøre disse tilgjengelige.



***E-infrastruktur leverer grunnleggende tjenester til forskning***



## Formål

E-infrastruktur omfatter grunnleggende tjenester som brukes innenfor de fleste fagområder, og utgjør et fundament for mange andre forskningsinfrastrukturer. E-infrastruktur er spesielt viktig for forskning som krever omfattende beregninger eller genererer store mengder data gjennom simulering og analyse, som klimaforskning, biologi, bioinformatikk, medisin, kjemi, fysikk, materialvitenskap, energiforskning og lingvistikk. Sensitive data må også kunne håndteres på en god måte.

Målene for e-infrastruktur er tredelt:

- Levere tjenester til forskningsprosjekter og andre forskningsinfrastrukturer
- Sikker lagring og tilgjengeliggjøring av data i tråd med de internasjonale FAIR-prinsippene<sup>1</sup>
- Levere områdespesifikk e-infrastruktur

De store verdiene som investeres i å fremskaffe og analysere data krever at data blir sikret, får økt verdi gjennom katalogisering og generering av metadata og at dataene blir gjort tilgjengelig for andre brukere i tråd med FAIR-prinsippene. Tilgang til og effektiv bruk av e-infrastruktur for alle fagområder er derfor en av hjørnesteinene i dataintensiv forskning.

Bedre tilgang til forskningsdata styrker kvaliteten på forskningen, både fordi resultater enklere kan valideres og etterprøves, og fordi data kan brukes på nye måter og i kombinasjon med andre data. Åpen tilgang til forskningsdata bidrar til færre dupliseringer og unødvendig dobbeltarbeid og kan legge til rette for mer tverrfaglig forskning. Åpen tilgang til forskningsdata er et prioritert område både nasjonalt og internasjonalt. I 2017 lanserte Kunnskapsdepartementet en Nasjonal strategi for tilgjengeliggjøring og deling av forskningsdata.

I 2017 reviderte Forskningsrådet sin policy for åpen tilgang til forskningsdata som skal bidra til at forskningsdata blir gjort tilgjengelige for relevante brukere, på like betingelser, til lavest mulig kostnad og i tråd med de internasjonale FAIR-prinsippene for økt dataverdi. FoU institusjoner skal vurdere om prosjekter som mottar finansiering fra Forskningsrådet skal utarbeide en datahåndteringsplan. Hensikten med en datahåndteringsplan er å planlegge for hvordan forskningsdataene skal sikres, ikke bare underveis i prosjektet, men også for fremtidig gjenbruk. Retningslinjene i policyen gjelder alle data i prosjekter som er finansiert av Forskningsrådet – med noen unntak. Ulike e-infrastrukturer har utviklet digitale verktøy som forskningsprosjekter kan benytte for å generere datahåndteringsplaner.

## Eksisterende forskningsinfrastruktur

Norske forskningsinstitusjoner har i dag en god og kostnadseffektiv samordning av e-infrastruktur for forskning og høyere utdanning innenfor mange fagområder. UNINETT AS utvikler og driver det norske høyhastighetsnettverk for forskning og utdanning, som forbinder mer enn 200 norske institusjoner og over 300 000 brukere, og knytter dem opp mot internasjonale forskningsnett. Selskapet eies av Kunnskapsdepartementet og driver ikke-kommersielt. Tilknytningen til forskningsnettet er basisen for de fleste andre tjenester levert av UNINETT.

Datterselskapet UNINETT Sigma2 AS (Sigma2) har ansvar for å anskaffe, drifte og videreutvikle den generiske nasjonale e-infrastrukturen for tungregning og datalagring i Norge. I perioden fra 2016 – 2019 skiftes de fire nasjonale tungregningsanleggene som ble anskaffet i 2012 ut og erstattes med to nye regneanlegg (E-INFRA ved UNINETT Sigma 2). Frem til 2015 har regnekraft og

---

<sup>1</sup> De internasjonale FAIR-prinsippene er utarbeidet som et sett av retningslinjer for å tilrettelegge for økt dataverdi. FAIR er et akronym for ordene findable, accessible, interoperable og reusable. Data og metadata bør være gjenfinnbare, tilgjengelige, gjenbrukbare og kunne håndteres maskinelt.

datalagringsløsninger vært tilbudt som to separate tjenester for forskning i Norge, og regnearbeidene og datalagringsanleggene har vært fysisk adskilt. Med større datamengder og stadig flere forskningsprosjekter som baserer seg på analyse av data er det nå behov for en tettere kopling av beregnings- og datalagringsanleggene, slik at analyse av data kan skje der dataene befinner seg. Derfor omfatter de pågående investeringene i nytt utstyr også en omstrukturering til en datasentrisk e-infrastruktur: Den nye datalagringsinfrastrukturen, NIRD (nasjonal infrastruktur for forskningsdata), som erstatter forgjengeren Norstore er nå direkte knyttet til regnearbeidene, noe som legger til rette for en mer effektiv levering av tjenester for dataanalyse og visualisering. NIRD gir lagringsressurser med årlige kapasitetsoppgraderinger, datasikkerhet gjennom lagring på to fysiske lokasjoner, støtte for flere lagringsprotokoller og migrasjon til tredjeparts skytilbydere.

Gjennom et tett samarbeid med de fire eldste universitetene tilbyr Sigma2 flere relaterte tjenester innenfor tungregning og datalagring til norsk universitets- og høyskolesektor og til andre forskningsorganisasjoner med finansiering fra det offentlige. Videre leder og koordinerer Sigma2 norsk deltakelse i internasjonalt samarbeid innenfor e-infrastruktur, som Nordic e-Infrastructure Collaboration (NeIC), Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) og European Data Infrastructure (EUDAT).

Innenfor enkelte områder som behandler personsensitive data er det behov for løsninger som ivaretar krav til sikring av data samtidig som forskerne skal ha tilgang til å analysere dataene. Slike løsninger tilbys blant annet gjennom Tjenester for Sensitive Data (TSD) som drives og utvikles i samarbeid mellom Universitet i Oslo Sigma2. Det er bevilget midler fra Nasjonal satsning på forskningsinfrastruktur til investering i nytt utstyr for både beregnings- og datalagringsanleggene for personsensitive data (TSD).

Norsk Senter for Forskningsdata (NSD) arkiverer, tilrettelegger og formidler data til forskningsmiljøer, både nasjonalt og internasjonalt, og utarbeider teknologiske løsninger slikt at forskningssektoren får åpen tilgang til forskningsdata. NSD er personvernombud for alle landets universiteter, de fleste høyskoler og flere helseforetak og forskningsinstitutter. Siden 2003 har NSD vært etablert som et aksjeselskap eid av kunnskapsdepartementet. NSD har fått midler fra Nasjonal satsning på forskningsinfrastruktur til Norwegian Open Research Data Infrastructure (NORD-i) som er en løsning for lagring og tilgjengeliggjøring av forskningsdata.

Andre generiske datainfrastrukturer som kan nevnes er UiT Open Research Data som er et åpent forskningsdataarkiv etablert av Universitetet i Tromsø. Infrastrukturen er tilgjengelig både for forskere ved UiT og for andre institusjoner og enkeltforskere. Videre er BIBSYS BIRD et generisk verktøy for lagring, dokumentasjon, deling og publisering av forskningsdata, utviklet av BIBSYS (som nå inngår i det nye organet for høyere utdannings- og forskningstjenester) i samarbeid med Handelshøyskolen BI.

Det finnes også mange fagspesifikke datainfrastrukturer som tilbyr tjenester rettet mot særskilte behov hos ulike brukermiljøer. Disse fagspesifikke infrastrukturene er tilpasset data som skal gjøres tilgjengelig innenfor de ulike fagområdene. For å oppnå mest mulig gjenbruk av allerede innsamlede data, er det avgjørende at det finnes gode infrastrukturer som gjør det enkelt å finne frem til relevante data og koble ulike datasett sammen. Mer informasjon om fagspesifikke datainfrastrukturer er beskrevet under de ulike områdestrategiene.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

Stadig bedre måle- og sensorteknologi, mer omfattende målinger, økt fokus på datadrevet forskning og mer avanserte verktøy for dataanalyser medfører en økning i behovet for tungregning og lagring og tilgjengeliggjøring av store mengder forskningsdata. Dette gjelder ikke bare fagområder som tradisjonelt har forholdt seg til store datamengder. Stadig flere forskningsfelt generer eller bruker store mengder data.

Regneanlegg må skiftes ut om lag hvert fjerde år fordi de slites og dermed blir for dyre i drift. Sigma2 har derfor et pågående arbeid med å skifte ut og oppgradere både beregnings- og datalagringsanleggene for forskning i Norge. Gjennom en fremskriving av historisk etterspørsel og forespørsel fra nye brukergrupper beregner Sigma2 hvilke regnekapasiteter de nye anleggene bør ha for å kunne ta vare på behovene fra norske forskere.

I tråd med økt etterspørsel for tungregning og datalagring er det forventet at etterspørselen for håndtering av sensitive data vil øke sterkt i årene fremover.

## **Relasjon til andre områder**

Forskningsrådet oppfordrer til samarbeid mellom aktørene ved etablering av tjenester for datahåndtering, slik at vi i størst mulig grad kan utnytte investeringer som allerede er gjort. Dette kan skje gjennom prosjektsamarbeid eller direkte bruk av eksisterende tjenester. Slikt samarbeid er ikke begrenset til nasjonale løsninger. Innenfor noen områder vil det være mest naturlig å samarbeide om internasjonale datainfrastrukturer, slik mange av ESFRI prosjektene innenfor datahåndtering er eksempler på.

Forskningsrådet vil normalt ikke gi bidrag til investeringer i, og drift av, regneressurser for store beregninger dersom ikke investeringene er koordinert med eller foretas av Sigma2. Forskningsmiljøer som har behov for regneressurser anbefales først å kontakte Sigma2, for å avklare om behovene kan dekkes gjennom eksisterende eller planlagte investeringer i regi av Sigma2. Ved søknad om nye nasjonale forskningsinfrastrukturer som har behov for lagringsressurser eller beregningsressurser, forutsetter Forskningsrådet at prosjektansvarlig har en dialog med Sigma2 om hvordan disse behovene kan ivaretas og at kostnadene legges inn i budsjettet for den omsøkte infrastrukturen.

## Humaniora

**Humaniora omfatter mange ulike fag som har til felles at de søker å fortolke, forklare og forstå mennesket, menneskelige uttrykk og menneskers kulturelle omgivelser.**



Humanistisk forskning spiller en viktig rolle i samfunnet gjennom kunnskapsdannelse, utdanning, offentlig meningsdannelse, forvaltning og politikktutforming. Forskningen kan også være relevant for næringsutvikling, spesielt innenfor kulturnæringer, reiseliv og turisme, språkteknologi, og tjenesteytende næringer. Digitale verktøy og teknologi blir stadig mer integrert i forskningsprosessene i humanistiske fag, samtidig som digitaliseringen og dens følger i økende grad er tema for forskningen.

### Forskningsmål

Stortingsmeldingen Humaniora i Norge (Meld.St. 25, 2016-17) gir en helhetlig gjennomgang av den humanistiske forskningen i Norge. Regjeringen kommer med klare forventninger om at humanistisk forskning i større grad skal bidra til å møte komplekse utfordringer i samfunnet, samtidig som arbeidet med å heve forskningskvaliteten må fortsette. Meldingen tydeliggjør humanioras rolle innenfor de langsiktige prioriteringene i Regjeringens langtidspan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 (Meld. St. 7 2014-2015).

I Strategi for Norges forskningsråd 2015-2020: Forskning for innovasjon og bærekraft påpekes det at en bred forståelse av de kulturelle forutsetningene for samfunnsutviklingen er nødvendig, og at en målrettet humanistisk og samfunnsvitenskapelig innsats vil styrke dette området. I EUs rammeprogram for forskning og innovasjon, Horisont 2020, legges det vekt på å involvere samfunnsvitenskapelig og humanistisk forskning for å maksimere samfunnets utbytte av investeringer i forskning og teknologiutvikling.

For at humanistisk forskning skal bli den bidragsyteren det legges opp til, vil det være avgjørende med infrastrukturer som understøtter forskning av høy kvalitet. Investeringer i relevant digital infrastruktur for humanistisk forskning vil bidra til at flere miljøer hevder seg i den internasjonale forskningsfronten og tiltrekker seg internasjonale samarbeidspartnere.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

En rekke vitenskapelige samlinger finnes digitalisert og tilgjengelig for forskning innenfor humaniora, blant annet deler av Språksamlingene og Museumsprosjektet. Disse ressursene er tilgjengelige, men mangler en helhetlig profil og et oppdatert grensesnitt.

De kunst- og kulturhistoriske museene har databaser som gir oversikter over samlingene (kataloger) og annet digitalisert kildemateriale. Databaser fra en rekke museer er koblet sammen og gjort

tilgjengelige via Digitalmuseum.no, men det varierer hvor stor del av samlingene som er digitalisert ved det enkelte museum. Universitetsmuseenes samlingsportaler, unimus.no, gir tilgang til flere av museenes samlinger, blant annet en omfattende arkeologisk gjenstandsbase. Arkivverket har flest analoge arkiver, men alt digitalisert statlig arkivmateriale samt noen digitale privatarkiver er tilgjengelig i Digitalarkivet.

Språkvitenskapelige miljøer ved norske universiteter har lang erfaring med å etablere og utvikle tekstkorpora, språkdata-baser, og teknologiske løsninger og verktøy som brukes både til forskning og språkteknologisk utvikling. Flere infrastrukturer innenfor språkvitenskap er finansiert gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur, eksempelvis prosjektene INESS (Infrastructure for the Exploration of Syntax and Semantics), MENOTEC (Medieval Norwegian Text Corpus), og LIA (Language Infrastructure made Accessible). I 2010 startet etableringen av Norsk språkbank, en nasjonal infrastruktur for språkteknologi og forskning ved Nasjonalbiblioteket. Det pågående Digitaliseringsprosjektet ved Nasjonalbiblioteket har som mål å digitalisere hele Nasjonalbibliotekets samling og vil være et viktig redskap for forskning i mange humanistiske fag.

CLARINO, den norske noden i ESFRI-prosjektet CLARIN (Common Language Resources and Technology Infrastructure) har fått midler gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur. Prosjektet har etablert en felles infrastruktur for norske språk- og tekstdata-baser. CLARINO er knyttet opp mot utenlandske data-baser og tilbyr søke- og analysetjenester som effektiviserer forskningen og danner grunnlag for nye forskningsspørsmål. Flere av de norske data-basene for språkvitenskapelig forskning er allerede integrert i CLARINO. CLARINO blir særlig brukt av språkforskere, men har potensiell relevans for andre fag som samfunnsvitenskap, psykologi og medie- og informasjonsvitenskap.

Andre infrastrukturer for humanistisk forskning som har fått bevilgning gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur er HISTREG, et historisk befolkningsregister, Four Ms, teknologisk utstyr for studier av musikk og bevegelse og MIDLAT, et digitalt korpus og en digital ordbok for norsk middelalderlatin. I 2018 etableres Archaeological Digital Excavation Documentation(ADED), en infrastruktur for arkeologiske utgravningsdata, i samarbeid mellom universitetsmuseene.

## **Behov for nyetablering og oppgradering og/eller samordning**

Det ligger et stort potensial i at humanistiske forskere tar i bruk informasjonsteknologi som et effektivt og kraftfullt verktøy i forskningen. Digitaliseringen gir nye muligheter for f.eks. tekst- og datautvinning fra et stort kildemateriale. Tilgangen til digitale verktøy, sammen med nye arbeidsmåter og metodeutvikling, utvider også samarbeidsflatene mot andre fagområder.

De største infrastrukturutfordringene innenfor humaniora ligger i digitalisering, standardisering, systematisering, kobling og tilgjengeliggjøring av data gjennom åpne arkiver og data-baser. Mange av de humanistiske data-basene som er etablert, kan ikke kobles sammen i sin nåværende form. Forskning som innebærer sammenstilling av data fra ulike data-baser og vitenskapelige samlinger, kan derfor være både tid- og ressurskrevende. Å standardisere og koble ulike data-baser sammen har lenge vært et mål for humanistiske forskningsmiljøer.

Mye historisk materiale ligger fortsatt lagret i arkiver og vitenskapelige samlinger ved forskningsinstitusjonene, i bibliotekene og ved museene. Noe av dette materialet, for eksempel dokumenter, gjenstander, fotografier og lyd- og bildefiler, er i sin nåværende form i ferd med å forvitte. Å bevare dette materialet for ettertiden vil kreve et omfattende digitaliserings- og systemiseringsarbeid. Det er viktig at de aktuelle fagmiljøene sørger for å samle inn datamateriale og tar initiativ til å etablere infrastrukturer for å digitalisere, systematisere, annotere og gjøre disse dataene tilgjengelige. Det vil fremover være behov for nyetablering og oppdatering av infrastrukturprosjekter knyttet til digitale språksamlinger og datatjenester.

Innenfor enkelte forskningsområder vil det være nødvendig å ha tilgang til høyteknologisk og kostbart utstyr for å drive forskning av høy kvalitet. Eksempler på dette er arkeologi, hvor analyser av funn krever avanserte instrumenter, eller lingvistik, hvor kognitive forskningslaboratorier vil gjøre det mulig å gjennomføre nevrologiske og psykologiske tester av språkbrukere. Fagmiljøene har påpekt et behov for å oppgradere eksisterende digital infrastruktur innenfor musikkteknologi, for å utnytte potensialet for nyskapende og tverrfaglig forskning på dette området.

Digitaliseringen av humanistisk forskning gir et stort potensial for nyskapende metoder og tverrfaglige samarbeid. For at dette potensialet skal utnyttes fullt ut, vil det fremover være behov for kompetanseutvikling og bedre koordinering av aktiviteten. Norske institusjoner og fagmiljøer bør i større grad satse på samarbeid om å utvikle gode prosjektsøknader om etablering av infrastruktur på viktige områder, og benytte prosjektene som plattformer for å bygge kompetanse innenfor digital forskning og drift av infrastruktur. Forskningsrådet vil gjennom sine virkemidler stimulere til samarbeid mellom relevante fagmiljøer i Norge for å få til en god nasjonal fordeling av både kostnader og kompetanse.

I tillegg til å etablere og videreutvikle nasjonale tiltak, er det viktig at norske forskningsmiljøer i større grad engasjerer seg i relevante internasjonale satsninger på forskningsinfrastruktur. Dette er noe de humanistiske fagmiljøene også selv har ytret ønske om. Større internasjonal involvering vil gi bedre kunnskap om behov og muligheter for de norske humaniora-miljøene.

## **Relasjon med andre områder**

Avanserte analysefasiliteter innenfor naturvitenskapene bør også utnyttes av humanistiske forskningsmiljøer innenfor relevante områder. Humanistiske fagmiljøer har påpekt et særlig behov for å etablere infrastrukturer for teknologi og naturvitenskapelige analyser på kulturarvsområdet.

Det humanistiske fagområdet vil i økende grad være avhengig av mer lagrings- og regnekapasitet. Det er derfor en forutsetning at det gjøres tilstrekkelige investeringer i e-infrastruktur for å nå målene innenfor humanistisk forskning. Det er også relevant å samordne utviklingen av databasesystemer på tvers av alle fagfelt, blant annet for å bidra til en mer effektiv utnyttelse av kompetanse, standarder og systemer.

## IKT

**Digitalisering er en sterk samfunnstransformerende prosess der informasjon- og kommunikasjonsteknologi (IKT) er en sentral driver på tvers av fag og sektorer. IKT omfatter teknologier for innhenting, lagring, behandling, presentasjon og overføring av data og informasjon.**



IKT har anvendelser innenfor omtrent alle næringer, brukes innenfor alle teknologiområder og er koplet til de fleste samfunnsutfordringer. Forskningsinfrastrukturer innen IKT-området vil derfor ofte være koplet til andre fagområder, men det er også behov for tung infrastruktur innen den grunnleggende IKT-forskningen.

### Forskningsmål

Forskningsrådets mål for sin IKT-satsing (IKTPLUSS) er å bygge robuste fagmiljøer på prioriterte områder, få frem en betydelig andel dristige prosjekter og koble porteføljen mot nasjonale behov for IKT-forskning og innovasjon på utvalgte samfunnsområder.

Prioriterte tematiske områder:

- **Data og tjenester overalt:** Stordata, kunstig intelligens, robotikk og tingenes internett er områder som vil ha store samfunnsmessige effekter, gi nye muligheter og utløse krevende dilemmaer og problemstillinger av global og nasjonal betydning.
- **Et trygt informasjonssamfunn:** Innsatsen skal styres mot konkrete samfunnsområder og sektorer som har infrastrukturer med sårbarhet og stor samfunnsmessig betydning samtidig som det bygges og videreutvikles robuste fagmiljøer innenfor IKT-sikkerhet.
- **Grensesprengende og radikale prosjekter** - med høyt potensiale for gjennombrudd og fremtidig verdiskaping i form av ny forskning og kommersiell eller samfunnsmessige verdiskaping.

Det vektlegges også at investeringene støtter opp om nasjonalt prioriterte samfunnsutfordringer. Informasjonssikkerhet og digitale sårbarheter, offentlig sektor og helse er de mest sentrale for Forskningsrådets IKT-satsing (IKTPLUSS). FNs bærekraftsmål er også aktuelle for innsats fra IKT-feltet.

Både Digital agenda (Meld. St. 27 (2015–2016)) og Industrimeldingen (Meld. St. 27 (2016-2017)), samt Nasjonal strategi for IKT-FoU 2013-2020, har ambisjoner og føringer som er relevante for Forskningsrådets IKT-investeringer. I tillegg påpeker Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015–2024 at IKT er viktig for å fremme vekst og verdiskaping i Norge.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Utvikling innenfor IKT krever et stort spenn av forskningsinfrastrukturer: fra programsystemer, kraftige tjenermaskiner og nettverksteknologier til laboratorier for utvikling av sensor- og

kretsteknologi. Samtidig vil flere forskningsinfrastrukturer for andre fag- og temaområder, f.eks. innenfor bioteknologi (livsvitenskap), klima, energi og helse og være viktige drivere for IKT-forskningen.

Nedenfor er nevnt flere infrastrukturer med stor betydning for IKT-forskningen i Norge:

- UNINETT - Sigma2 AS tilbyr en generisk nasjonal e-infrastruktur for tungregning og datalagring for forskning. I tillegg koordinerer selskapet den norske innsatsen i europeiske forskningsinfrastrukturer som Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) og European Collaborative Data Infrastructure (EUDAT)/European Open Science Cloud (EOSC) og de deltar i Nordic e-Infrastructure Collaboration (NeIC).
- NorNet - Norwegian Infrastructure for Network Experimentation tilbyr en storskala, real-world Internet testbed, der økt ytelse og robusthet i nettverket er en sentral forskningsutfordring.
- ReRaNP - Reconfigurable Radio Network Platform gir muligheter til å validere og demonstrere nye metoder og systemer for radiokommunikasjon. Økt hastighet, utvikling og realisering av virkelige Massiv MIMO-systemer og avanserte trådløse sensornettverk er sentrale forskningsutfordringer.
- National Smart Grid Laboratory & Demonstration Platform tilbyr forskere, energiselskaper og leverandører muligheten til å kunne utvikle og teste alt fra overføring av strøm i sentralnettet og distribusjonsnettet til smarte hus og elbiler.
- LIA - Language Infrastructure made Accessible skal tilby språkdata for utvikling og forskning på tale- og språkteknologi for samisk og norsk.

Flere forskningsinfrastrukturer rettet mot andre fagområder er også relevante for IKT-forskning og innovasjon, bl.a. Virtuell Arena - OpenLab Drilling, ELIXIR Norway – a distributed infrastructure for the next generation of life science, Biobank Norway 2- a national research infrastructure for clinical and population based biobanks, NorMIT - Norwegian centre for Minimally invasive Image guided Therapy and medical technologies, eInfrastructure for Video Research, Music and Motion Lab.

## Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning

Behovet for nasjonale og internasjonale datalagre og tungregningsressurser vil øke betydelig i årene fremover og setter samtidig krav til utvikling av nye tjenester for enkel og sikker tilgang til data og tungregningsressursene. Stadig flere forskningsfelt generer eller bruker store mengder data samtidig som teknologiutviklingen i seg selv bidrar til økte datamengder. Det er derfor viktig at utvikling og fornyelse av generiske infrastrukturer holder tritt med fremtidens behov.

Utvikling av fremtidens supercomputere og datalagre er et forskningsfelt i seg selv og norske forskere trenger tilgang til norske og europeiske "state-of-the-art" forskningsinfrastrukturer for å være aktuelle når fremtidens supercomputere bygges med europeisk teknologi.

Nedenfor følger en nærmere beskrivelse av behov for forskningsinfrastrukturer knyttet til de tre tematiske områdene.

**Data og tjenester overalt:** Forskningsinfrastrukturer som gir tilgang til store data for forskning og utvikling av kunstig intelligens, utprøving av teknologier og plattformer for fremtidens internett inkludert tingenes internett, smarte omgivelser og samspill mellom mennesker, fysiske og digitale systemer (cyber-physical-systems) er noen eksempler på infrastrukturer som kan bidra til å løse forskningsutfordringer. Dette er også viktig for innovasjon i offentlig og privat sektor.

**Et trygt informasjonssamfunn:** Forskningsinfrastrukturer for å forstå og utvikle teknologier og løsninger som bidrar til å redusere digitale sårbarheter i kritiske infrastrukturer og samfunnet for øvrig vil være av stor betydning. Det er behov for infrastrukturer for å tolke data (visualisering og bildebehandling) og styre datasystemer (menneske-maskin interaksjon).



For området "**Grensesprengende forskning**" vil det oppstå behov som enda ikke er kjent, f.eks. i grenseland mellom teknologiområdene bio-, nano- og datateknologi. Eksempelvis kan forskningsinfrastrukturer for fremtidens datamaskiner føre til radikale gjennombrudd for superdatamaskiner, høyhastighetsberegninger og datatrafikk.

Forskningsrådets policy for tilgjengeliggjøring av forskningsdata ble revidert i 2017. Her vektlegges det at data skal tilgjengeliggjøres for fremtidig gjenbruk i tråd med de internasjonale FAIR-prinsippene (findable, accessible, interoperable, reusable). Dette vil medføre økt behov for lagring av store datamengder og etablering av et tjeneste-lag som sikrer tilgang til dataene som ivaretar personvern, juridiske og sikkerhetsmessige hensyn, og kommersielle rettigheter. For en rekke aktører anses dataene som konkurransesensitiv informasjon. Dette kan for eksempel være innenfor seismikk, finans, medisinske data (bilder) eller internettrafikk. I den grad slike data brukes i forskningsprosjekter, er det viktig å ha gode avtaler for hvordan dataene og resultatene skal håndteres.

## **Relasjon til andre områder**

IKT-forskning drar nytte av at den generelle kapasiteten av e-infrastrukturen (tjenester basert på beregningsløsninger, høyhastighetsnett og lagringsanlegg) vokser i takt med teknologisk utvikling og økende datamengder fra forskning.

Maskinlæring og kunstig intelligens er et forskningsfelt der IKT-forskere og forskere fra andre fag og disipliner møtes, for eksempel innenfor presisjonsmedisin, økonomi og finans, samfunnsikkerhet, medie- og forbrukerforskning. Forskning og utvikling innenfor kunstig intelligens krever forskningsinfrastrukturer med stor lagrings- og prosesseringskapasitet som tilfredsstillende krav til personvern, sikkerhet og eierskap til data og resultater.

IKT-forskning brukes i forskningsinfrastrukturer på områder som bioteknologi, medisin og helse og miljøvennlig energi. Disse infrastrukturene er også med på å drive IKT-forskningen.

Utvikling av nye produksjonsteknologier og materialer for sensorelementer og aktuatorer som inngår i smarte sensorsystemer er nødvendig for optimale IKT-løsninger. Derfor bidrar infrastrukturen for nanoteknologi og nye materialer også til god forskning innenfor IKT.

## Klima og miljø

Klima- og miljøendringer har og vil få store konsekvenser som stiller stater, samfunn og mennesker overfor store utfordringer, men også nye muligheter. Disse må møtes med et robust kunnskapsgrunnlag. Endringene er særlig store i norske hav- og polarområder, og kunnskap om havet og polarområdene har også vesentlig betydning for vår evne til å forstå og møte klima- og miljøutfordringene globalt og i Norge. Norge har her en særlig forpliktelse for ansvarlig forvaltning og bærekraftig økonomiske utvikling som bygger på våre naturlige fortrinn og internasjonalt ledende kunnskapsmiljøer innenfor klima-, miljø- og polarforskning, og på marin forskning og ressursforvaltning.



### Forskningsmål

#### Klima

Klimaendringene er en av de største internasjonale samfunnsutfordringene verden står overfor. For å kunne sette i verk målrettede og kostnadseffektive tiltak på tvers av samfunnssektorene må Norge og det internasjonale samfunnet ha forskningsbasert kunnskap om klimaendringene og effektene av disse på lokalt, regionalt og globalt nivå. Vi trenger større innsikt i hvordan klimaendringene vil påvirke økosystemer og ulike næringer, herunder primærnæringene. Videre trengs en bedre forståelse av hvordan lavutslippssamfunnet vil se ut, hva som kan bringe oss dit, og hvilke samfunnsmessige utfordringer som ligger i lavutslippsutvikling. Norsk klimaforskning skal bidra til dette og støtte opp om målene i Parisavtalen. Forskningsrådets innsats for klimaforskning er langsiktig og særlig forankret i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015–2024.

#### Miljø

Miljøforskningen skal gi økt kunnskap om sentrale miljøutfordringer, og gi forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig et bedre grunnlag for å treffe beslutninger for en grønn omstilling. Tap av biologisk mangfold, spredning av miljøgifter, forurensning og arter, og endring i vannkvalitet er helt sentrale globale utfordringer. For å bevare naturmangfoldet og stoppe forringelsen av økosystemtjenester er forskning rettet mot det biologiske mangfoldets sammensetning, funksjon og dynamikk spesielt viktig. Kunnskap om endringene i miljøets kvalitet, årsakene til endringene og mulige tiltak og virkemidler for å hindre eller redusere miljøskader, krever mer flerfaglig og tverrvitenskapelig miljøforskning, samt internasjonalt samarbeid. En rekke Stortingsmeldinger og forskningsstrategier ligger til grunn for Forskningsrådets innsats for miljøforskning, ikke minst Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015–2024 og forskningsstrategien Miljø 21 - Miljø i alt (2014).

## Hav

Rene og ressursrike hav- og kystområder er en forutsetning for langsiktig bærekraftig marin verdiskaping. Det trengs stadig mer kunnskap om de marine økosystemenes struktur og funksjon, samt hvordan de påvirkes som følge av endret klima, havforsuring, forurensning og plast i havet, og andre menneskeskapt faktorer. Norsk forskning skal bidra til bærekraftig verdiskaping basert på marine ressurser, bedre forvaltning av økosystemer og ressurser i havområdene og et rent hav og sunn og trygg sjømat. Forskningsrådets innsats på havforskning er blant annet forankret i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015–2024 og Regjeringens havstrategi (Ny vekst, stolt historie), samt FoU-strategiene HAV21 og Miljø21.

## Polar

Et overordnet mål i Forskningsrådets Policy for Norsk polarforskning (2014-2023) er at Norge skal være en ledende polarforskningsnasjon og at polarforskningen skal ivareta det særlige ansvaret Norge har for å få fram kunnskap for å kunne utøve politikk, forvaltning og næringsvirksomhet i polarområdene. Svalbardmeldingen (Meld. St. 32 (2015-2016)) legger vekt på at norsk polarforskning skal bygge på de områdene der Norge har faglig styrke og høy kvalitet i forskningsmiljøene, tilgjengelig infrastruktur eller naturgitte fortrinn. Regjeringens Nordområdestrategi peker også på viktige utfordringer for norsk hav- og polarforskning og områder som er prioritert i miljø-, ressurs- eller i næringspolitikken. På Svalbard vil et nært samarbeid mellom næringsliv og forskningsmiljøer være spesielt nødvendig for å utnytte øygruppens naturlige fortrinn og sikre bærekraft og miljøhensyn.

## Eksisterende forskningsinfrastruktur

Klima- og miljøforskningen er avhengig av in-situ målinger av klimakomponenter, forurensning og biologiske forhold. Til dette finnes værstasjoner, forskningsfartøyer, havbøyer, autonome fartøyer og avansert logistikk. Norge har godt utviklede landbaserte forskningsplattformer, nye isgående forskningsfartøyer og ulike faste og mobile marine observasjonssystemer. Videre finnes god logistikk for innsamling av miljø-, klima- og biologiske data i polare områder og våre nære havområder.

Norge har også forskningsinfrastruktur med helårsstasjoner i Antarktis (Troll) og på Svalbard. Ny-Ålesund er i en særstilling som den ledende miljøforskningsstasjonen i Arktis med helårs forskningsstasjoner og laboratorier innenfor terrestrisk, atmosfære-, og havforskning. Longyearbyen har også avansert infrastruktur, spesielt innenfor forskning på den øvre og midlere atmosfære.

For å sikre gode analyser av prøver finnes det flere laboratorier for miljøkjemiske (f.eks. miljøgifter, luft- og vannkvalitet), biologiske (f.eks. DNA-analyser) og fysiske analyser (f.eks. sedimenter og isotoper) ved hjelp av kvalitetssikrede analyse- og kalibreringsverktøy.

Koblede økosystem- og sirkulasjonsmodeller er viktige verktøy i klima- og miljøforskningen. Norge har særlig avanserte jordsystemmodeller som blant annet benyttes av IPCC og som kobler alle deler av klimasystemet (som hav, atmosfære, land, biogeokjemi og biologi). Disse er viktige for å beregne ulike utfall av fremtidsklima med økende oppløsning i tid og rom.

Klima- og miljøforskning krever ofte stor lagrings- og regnekapasitet. Det finnes en rekke databaser for ulike klima- og miljødata, og norske forskningsmiljøer er viktige bidragsytere til mange internasjonalt koordinerte databaser og forvalter mange verdifulle lange tidsserier. Norge bidrar blant annet til utnyttelse av europeiske satellitter under Copernicus.

## Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning

Norge har et spesielt ansvar for å videreføre langsiktige observasjoner av unike, lange tidsserier for klima- og miljøovervåking. Dette krever kontinuerlig vedlikehold, oppgradering og fornyelse av

observasjonssystemene. Etablering av integrerte observasjonssystemer, ny teknologi og jordobservasjoner, spesielt i norske kyst- og havområder, kan gi grunnlag for utforming av samfunnsnyttige operasjonelle tjenester og forskning av høy kvalitet og betydning. Forskningsinfrastruktur som gjør oss i stand til å etablere nye, unike datasett kan, sammen med andre unike forskningsplattformer, gi oss mulighet til å være i front på strategisk viktige områder. Forsknings satellitter, havbunnsobservatorier, forskningsskip og undervannsfarkoster er eksempler på slik infrastruktur. God kobling mellom forskning og innovasjon er spesielt viktig for utforskning og utnyttelse av havrommet i norske og polare havområder, fra havoverflaten og ned til store dyp.

Miljøforskningen krever kontinuerlig utvikling av og investering i nye analyseverktøy, laboratorier og måleteknologi, blant annet for å kunne oppdage nye miljøgifter og forurensningers (for eksempel mikroplast og nanopartikler) og forstå de biologiske virkningene av disse. Eksempelvis er det i biologisk taksonomisk forskning viktig å utvikle nye DNA-teknikker, forbedre systemer for å lagre og sikre biologiske prøver og etablere en moderne biobank for biologiske prøver fra norsk natur. Økt bruk av molekylærbiologiske metoder kan realiseres ved å etablere et bedre samarbeid med eksisterende infrastrukturer for analyse og håndtering av data, også innenfor bioinformatikk.

Utvikling, oppgradering og validering av store sammenkoblede jordsystemmodeller er nødvendig for å opprettholde norske fortrinn innenfor polar og marin klima- og miljøforskning. Spesielt viktig er modellkomponenter og observasjonssystemer som støtter opp om den norske klimamodellen NorESM. Her vil også internasjonalt samarbeid om oppbygging av internasjonale forskningsinfrastrukturer og observasjonssystemer være viktig. Bedre utnyttelse av Svalbard som forskningsplattform vil bidra til dette gjennom bedre koordinerte og felles tilgang til ulike forskningstjenester. Her vil internasjonal samordning av observasjonssystemene under SIOS kunne være et felles bidrag til et arktisk integrert observasjonssystem.

Klima- og miljøforskning er ofte avhengig av stor regnekapasitet for å kunne utføre kompliserte beregninger på kort tid. Forskningen har derfor et stort behov for satsing på e-infrastruktur (se egen områdestrategi). Det er behov for økt utnyttelse, tilgjengeliggjøring og harmonisering av data i åpne og kvalitetssikrede nasjonale og internasjonale databaser. Eksempelvis vil integrering og harmonisering av eksisterende klima- og miljødatabaser, etablering av tjenester for biodiversitetsdata, samt bedre tilretteleggelse av samfunnsvitenskapelige klima- og miljørelevante data, støtte opp om samfunnsnyttig forskning. Etablering av databaser og biologiske databanker for marine modellorganismer og næringsmessig sentrale arter, er viktig for å opprettholde vår internasjonalt ledende posisjon innenfor forskning på og forvaltning av marine ressurser.

De globale klima- og miljøutfordringene krever omfattende internasjonalt samarbeid om forskning og forskningsinfrastruktur. Flere felleseuropeiske infrastrukturer innenfor klima- og miljøforskning er identifisert på ESFRIs veikart for forskningsinfrastruktur. Norske forskningsmiljøer bør bidra aktivt i oppbygging av disse der vi har ledende miljøer og relevant forskningsinfrastruktur.

## **Relasjon til andre områder**

Forskningsinfrastruktur innenfor klima- og miljø-området bidrar til kunnskap av relevans for svært mange samfunnsområder. Observasjonssystemene understøtter blant annet forskning på utnyttelse av biologiske (bærekraftig matproduksjon) og ikke-biologiske ressurser. Miljø- og klimadata er relevant i andre disipliner som miljøvennlig energi og helseforskning. Mengden data som samles inn er i eksponentiell vekst, og samordning av databaser og utnyttelse av store datamengder fra ulike disipliner og fagfelt, kan også gi muligheter for gjennombrudd i forskningen og etablering av nye tjenester. Å samordne databasesystemene på tvers av forskningsområder vil bidra til en mer effektiv utnyttelse av kompetanse, standarder og systemer, men dette er også avhengig av tilstrekkelige investeringer i e-infrastruktur.

## Maritim teknologi

Maritim teknologi omfatter teknologier som er viktig for utvikling av alle de havbaserte næringene, som består av maritim næring, havbruk, fiskeri, offshore olje- og gassutvinning, offshore fornybar energi og nye havbaserte næringer. Området omfatter innovativ utnyttelse av nye markeder, teknologier og forretningsmodeller for de bedriftene som eier, opererer, bygger og leverer utstyr og tjenester til alle typer fartøy og installasjoner for utnyttelse av havrommet.



### Forskningsmål

Den maritime teknologien, som har stor betydning for alle havnæringene, er spesielt viktig for Norge som havnasjon. Det er et mål at Norge skal fortsette å være en verdensledende havnasjon, og at norske havnæringer skal levere de mest innovative, bærekraftige og miljøvennlige løsningene for fremtiden.

Forskningen innenfor feltet er et prioritert område i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 og skal bidra til økt verdiskaping for den maritime næringen og andre havnæringer. Innenfor bærekraftige rammer er målet økt konkurransevne, styrket omstillingsevne og forbedret samspill og kunnskapsoverføring mellom FoU-miljø og næringen. Samspillet mellom teori, eksperimenter og numeriske beregninger har vært viktig i maritim forskning, og blir stadig viktigere for å forstå nye sammenhenger.

For å nå disse målene er det nødvendig med forskning som bidrar til ny kompetanse og innovasjoner innenfor de tematisk prioriterte områdene:

- muligheter i havnæringene
- autonome og fjernstyrte fartøy
- digitalisering av maritim næring
- klima- og miljøvennlig maritim virksomhet
- sikkerhet til havs
- nordområdene

MAROFF er Forskningsrådets hovedvirkemiddel for maritim næring og deres forskningspartnere, og skal støtte forskning og utvikling som bidrar til økt verdiskaping.

## **Eksisterende forskningsinfrastruktur**

Spesielt betydningsfullt for maritim teknologiutvikling for alle havnæring er den eksperimentelle infrastrukturen ved Marinteknisk senter i Trondheim, med fem omfattende laboratorier som utfyller hverandre slik at alle typer fartøy, konstruksjoner, strukturer og prosedyrer til havs kan utvikles under kontrollerte forhold. Simuleringer med full kontroll over vind, bølger og havstrøm gir unike forhold for å teste modeller av flytende eller fikserte objekter til havs, enten det er skip, oppdrettsanlegg eller oljeplattformer. De marintekniske laboratoriene er lokalisert på Tyholt i Trondheim. Forskningsrådet har gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur bidratt med finansiering av de tre første fasene av dette oppgraderingsarbeidet.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

Norge har flere sterke forskningsmiljøer innenfor marin og maritim teknologi, og både oppgradert og ny infrastruktur vil være viktig for å opprettholde en sterk internasjonal posisjon innenfor dette området.

Infrastrukturbehov innenfor maritim teknologiutvikling er blant annet knyttet til laboratorier for hydrodynamikk, konstruksjon, styrke og maskineri, samt mer fleksible og automatiserte laboratorier. De nasjonale forskningslaboratoriene ved Marinteknisk senter i Trondheim har fortsatt behov for oppgradering og vedlikehold og er spesielt framhevet i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024.

Omstilling av norsk økonomi og den teknologiske utviklingen innebærer nye forskningsmål som angitt ovenfor; Nye muligheter i havnæringen, autonome og fjernstyrte fartøy samt digitalisering av maritim næring vil kreve økt forskningsinnsats. I den sammenheng vil det være behov for forskningsinfrastruktur i form av instrumentering og testfasiliteter for et fullskala havlaboratorium. Det foreligger planer for å etablere et feltlaboratorium for forskning og utvikling av selvgående fartøyer – både undervannsfartøy og fartøy som går på overflaten. En slik infrastruktur vil bli spesielt viktig for forskning innenfor digitalisering og automatisering, og for å gjøre sjøtransport og maritime operasjoner helt selvstyrte. De vil også få stor betydning for havbruks- og fiskerinæringen og for å overvåke og varsle om det marine miljøet. Infrastruktur med dette formålet vil derfor spille en nøkkelrolle både for økt konkurransekraft i maritim næring og andre havnæring og for fremtidig bærekraftig og effektiv utnyttelse av havressursene.

## **Relasjon til andre områder**

Maritim teknologi har stor betydning for alle havnæringene. I tillegg til maritim næring gjelder dette petroleumsnæringen, fiskeri- og havbruksnæringen, fornybar energi fra havet og andre nye havnæring. Maritim teknologi er også viktig for utvikling av nye plattformer for målinger og observasjoner av det marine miljøet i havet. Dette kan effektivisere havovervåkingen slik at kostnader kan reduseres samtidig som omfanget og dekningsområdet for observasjonene kan økes.

## Medisin og helse

**Medisin og helse** omfatter her det brede spekter av basale, kliniske og samfunnsrelaterte medisinske og odontologiske fag i tillegg til andre helsefag og helserelatert psykologi. Forskningen bidrar til framskritt innenfor helseovervåking, helsefremmende tiltak, sykdomsforebygging, diagnostikk, behandling og rehabilitering.



### Forskningsmål

Bedre helse og helsetjenester og utjevning av sosiale helseforskjeller er et av hovedmålene i forskningspolitikken (Meld. St. 18, 2013-2014). I Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 (Meld. St. 7, 2014) er målene utdypet i det prioriterte området «Fornyelse av offentlig sektor og bedre og mer effektive velferds-, helse- og omsorgstjenester».

Målene for den nasjonale forsknings- og innovasjonsstrategien HelseOmsorg21 (2014) og regjeringens handlingsplan for oppfølging av strategien (2016) er god folkehelse, grensesprengende forskning og mer næringsutvikling. Hovedprioriteringer er bl.a. kunnskapsløft for kommunene, helse- og omsorg som næringspolitisk satsing, bedre utnyttelse av helsedata og økt internasjonalisering av forskningen. Også gjennom rapporten fra Regjeringens helsedatautvalg (2016 – 2017) er behovet for enklere og sikrere tilgang til helsedata fremhevet.

Medisinsk og helsefaglig forskning er avhengig av avansert forskningsinfrastruktur og kvalifisert personell med tverrfaglig kompetanse for å delta i den internasjonale kunnskapsutviklingen og bidra til å møte store samfunnsutfordringer.

Helse- og omsorg er et næringspolitisk satsingsområde hvor det ligger store muligheter i samhandling mellom offentlig og privat sektor. Nye helseinnovasjoner for forebygging og behandling betinger at investeringer i eksisterende og ny infrastruktur også ivaretar helsenæringens behov.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Forskningsrådet har bidratt til etablering av en rekke nasjonale infrastrukturer som er viktig for helseforskning og -innovasjon. Her inngår blant annet teknologiplattformen knyttet til bioinformatikk/systembiologi, gensekvensering, NMR-analyser, og til billeddannende teknologier, proteomikk og strukturbestemmelser, og helseregistre og biobanker.

Norge har unike data i en rekke helseregistre, befolkningsbaserte helseundersøkelser med tilhørende biobanker og sykdomsspesifikke forskningsbiobanker. De nasjonale infrastrukturene Biobank Norge og Helseregistre for forskning skal tilrettelegge disse ressursene bedre for forskning. Biobank Norge er nasjonal node i den europeiske infrastrukturen BBMRI-ERIC, som arbeider for å øke forskningens

tilgang på biomolekylære ressurser, helsedata og biologisk materiale distribuert i de ulike medlemslandene på en effektiv, sikker, etisk og juridisk forsvarlig måte. Tjenester for sensitive data (TSD) tilbyr løsninger som ivaretar lovverkets krav til behandling og lagring av sensitive forskningsdata samtidig som forskerne får tilgang til å analysere dataene.

Norge deltar med node i den europeiske infrastrukturen ELIXIR (fullt navn i tabell), en infrastruktur for bioinformatikk og systembiologi, som tilbyr analyseverktøy, dataressurser og kompetanse i nært samarbeid med infrastrukturer innenfor blant annet sekvensering, som NCS-PM, og biobanker.

Avanserte bildedannende teknologier og høyoppløselige mikroskoper utgjør kjernen i NORBRAIN, en nasjonal infrastruktur for forskning på hjernen og sykdommer i hjernen og nervesystemet. To nasjonale infrastrukturer omfatter henholdsvis avansert lysmikroskopi (NALMIN) og molekulære bildedannende teknologier (NORMOLIM). Begge tar sikte på å inngå som noder i EU-Biolmaging-ERIC, og de gir sammen et bredt tilbud av bildedannende teknologier med stor relevans for forskning innenfor livsvitenskapene. NOR-OPENSSCREEN er den norske noden i ESFRI-prosjektet EU-OPENSSCREEN-ERIC, en nasjonal plattform for kjemisk biologi som også er relevant innenfor molekylærmedisin og helseforskning. Norge deltar i tillegg med node i EATRIS-ERIC som tilbyr teknologi og ekspertise som er nødvendig for å bygge bro mellom grunnforskning og klinisk forskning.

En sentral nasjonal infrastruktur for alle typer klinisk forskning er NorCRIN, som tilrettelegger for og fasiliteter kliniske studier av høy kvalitet og bidrar til at flere norske pasienter inkluderes i utprøver- og industri-initierte kliniske studier. NorCRIN utgjør den norske noden i ESFRI-prosjektet ECRIN-ERIC. Norge er også involvert globalt i Clinical Research Initiative for Global Health (CRIGH). En ny infrastruktur for kliniske studier i primærhelsetjenesten, Primary Care Research Network (PCRN), skal gi forskere effektiv tilgang til pasienter og data fra primærhelsetjenesten og bidra til at kliniske studier gjennomføres effektivt og til fastsatt tid. Innenfor medisinsk teknologi tilbyr NorMIT et bredt utvalg av moderne operasjonsstuer med avansert medisinsk-teknologisk utstyr og har særlig vekt på minimal invasiv og bildeveiledet behandling.

I tillegg er det bygd opp forskningsinfrastrukturer og kjernefasiliteter på flere andre viktige områder gjennom FoU institusjonenes egne investeringer.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

I årene framover vil det være behov for både nyinvesteringer og oppgradering og reinvestering i flere av de eksisterende infrastrukturene innenfor medisin og helse. Dette gjelder blant annet for ulike typer avansert avbildningsutstyr og muliggjørende teknologier (bioteknologi, nanoteknologi, IKT) for å utvikle framtidens pasientbehandling.

Med en rask teknologisk utvikling og høye forventninger til hva helsetjenesten skal tilby, blir utvikling av infrastruktur for persontilpasset medisin (presisjonsmedisin) stadig viktigere. Det handler om å stille tidlig diagnose og målrette forebygging og behandling av sykdommer på bakgrunn av informasjon om arv, livsstils- og miljøfaktorer. For at norsk forskning skal hevde seg internasjonalt og bidra til utvikling av nye avanserte terapiformer og persontilpasset medisin, er det vesentlig at Norge investerer i infrastruktur som muliggjør forskning på organer, vev, celler, proteiner, genomer og andre biomolekyler. Det er også behov for infrastruktur for data om sykdomsfremkallende mikroorganismers genomer, spredning og smitteveier for forskning om antibiotikaresistens i et én-helseperspektiv.

Forskning som genererer store mengder data krever ofte beregningsorienterte tilnærminger som modellering, simulering og maskinlæring for at dataene skal kunne utnyttes videre. Det er følgelig stort behov for kraftfulle IKT-verktøy med tungregningskapasitet.

Norske persondata og humanbiologisk materiale er forvaltet av mange ulike institusjoner. Det er behov for et integrert system for å gi oversikt, kvalitetssikre, sammenstille, lagre, gjøre tilgjengelig og



analysere sensitive persondata mer effektivt og sikkert til akademisk og næringsrettet forskning. Et integrert forskningsdatasystem må kunne koble helsedata med sosioøkonomiske persondata og persondata fra alle sektorer som påvirker folkehelsen, herunder spesielt velferd, utdanning og samferdsel. Personvern håndtering og etiske prinsipper, inkludert dialog med brukerne, må bygges inn og alle data må kunne gjenbrukes etter FAIR-prinsippet (findable, accessible, interoperable, reusable). Det nyopprettede Helsedataprogrammet skal bidra til at våre verdifulle helsedatakilder, blant annet i form av helseregistre og helseundersøkelser, skal bli lettere tilgjengelige for forskning. Dette er viktig for mange forskningsfelt innenfor medisin og helse, inkludert forskning på antibiotikaresistens, psykisk helse, oral helse og sykdom relatert til skadelige miljøeksponeringer.

Klinisk forskning av høy kvalitet er en forutsetning for at ny kunnskap utvikles og implementeres i klinisk praksis. Kliniske infrastrukturer må innrettes slik at de også ivaretar den klinisk odontologiske forskningens behov. Med økt fokus på persontilpasset medisin og tilgang til den beste behandling, er det også økende etterspørsel og forventninger fra pasienter, pårørende og helsemyndigheter om deltakelse i kliniske studier. Det er behov for økt kompetanse og kapasitet til å fasilitere tidligfasestudier for å implementere ny kunnskap. Internasjonalt samarbeid og mulighetene for samspill mellom sykehus, forsknings- og innovasjonsmiljøer og industri, er særlig viktig.

## **Relasjon til andre områder**

Det er et økende behov for samarbeid mellom forskningsinfrastrukturer, både innenfor medisin og helse og med infrastrukturer innenfor andre fagområder. Samhandling med bioteknologiområdet, nanoteknologi og avanserte materialer, samt nasjonale e-infrastrukturer er særlig relevant, spesielt for å nå mål om bedre utnyttelse av helsedata for forskning og persontilpasset medisin. Dette krever et godt integrert system for håndtering av sensitive data. Videre er det nødvendig å kople samfunnsvitenskapelige data med helsedata på en effektiv måte. Forskningsrådet oppfordrer til økt samhandling og utnyttelse av infrastrukturer innenfor alle relevante fag- og teknologiområder.

## Miljøvennlig energi

**Forskning på miljøvennlig energi dekker områdene fornybar energi, energibruk, energisystem, CO<sub>2</sub>-håndtering og energipolitikk.**



### Forskningsmål

Forskningsinnsatsen innenfor miljøvennlig energi skal fremme en langsiktig og bærekraftig omstilling av energisystemet, der økt tilgang til ny fornybar energi, økt effektivisering og fleksibilitet og tettere integrasjon mot Europa er viktige elementer. For CO<sub>2</sub>-håndtering er reduserte kostnader og realisering av lagringspotensialet i Nordsjøen viktige mål. Satsingen skal bidra til reduksjon av norske og globale klimagassutslipp. Forskingen skal styrke næringslivet og gi økt internasjonal konkurransekraft. Energi21 er den nasjonale strategien for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av energiteknologi.

God forskningsinfrastruktur er helt avgjørende på energiområdet. En kombinasjon av laboratoriearbeid med modellutvikling og simulering er nødvendig for å sikre pålitelige og gode resultater. Uttesting i laboratorieskala er viktig for å kunne realisere nye og forbedrete løsninger og for å redusere risiko for feil og mangler når næringslivet tar disse løsningene i bruk.

Forskningsrådets målrettede satsinger på området er Stort program Energi (ENERGIX), program for CO<sub>2</sub>-håndtering (CLIMIT) og Forskningssentrene for miljøvennlig energi (FME). Programplanene for ENERGIX og CLIMIT beskriver mål og prioriteringer for satsingen. I tillegg finansieres energiforskning gjennom flere andre satsinger i Forskningsrådet, blant annet NANO2021.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Området miljøvennlig energi spenner bredt og eksisterende infrastruktur er omfattende. FME-ene bidrar til å sikre en god samordning og utnyttelse av forskningsinfrastruktur og til god kopling mot næringslivet.

Innenfor vindkraft og havbasert energiproduksjon har Norge et godt infrastrukturtilbud. I tillegg til generell infrastruktur, er det en god del spesialutstyr, blant annet vindmåleutstyr (EFOWI og OBLO) og en flytende fullskala vindturbin (Hywind). Utstyret utvikles løpende, blant annet vil OBLO oppgraderes med WindScanner software og gi bedre stedspesifikke målinger.

På vannkraftområdet er Vassdragslaboratoriet og Vannkraftlaboratoriet ved NTNU sentrale. Turbinprodusenten Rainpower har et eget laboratorium i Trondheim for testing og utvikling av turbiner. Gjennom FME-et CEDREN ble det bygget opp en god infrastruktur for måling av miljøeffekter av vind- og vannkraft.

Gjennom FME-ene på solenergi er det etablert et godt samarbeid og god arbeidsdeling mellom forskningsaktørene på området. Infrastrukturen på feltet er god og Norwegian laboratory for silicon-based solar cell technology (NSST) innebar en viktig styrking.

Infrastrukturen innenfor biodrivstoff og annen bioraffinering er blitt modernisert de siste årene gjennom et tett samarbeid mellom aktørene. Gjennom Norsk Bioraffinerilaboratorium (NorBioLab) er infrastrukturen koordinert og oppgradert. Det er også bygget opp helt ny infrastruktur. NorBioLab er viktig for forskning innen forbehandling og oppgradering til biogass, bioetanol, biodiesel og annen bioraffinering.

Det er to nasjonale infrastrukturer Innenfor eldistribusjon og eltransmisjon, i tillegg er etablerte laboratorier ved institusjonene viktige. Smartgridlaben er i all hovedsak ferdig utbygd. Dette laboratoriet er rettet inn mot distribusjon og marked, men fanger også opp energibruk i bygninger. ELPOWERLAB fikk finansiering i 2016 og er under bygging. ELPOWERLAB vil være spesialtilpasset testing av ulike komponenter i kraftsystemet.

Innenfor energibruk i bygninger er det bygget opp en omfattende infrastruktur rundt FME-et Zero Emission Buildings (ZEB), og denne vil være viktig også for det nye FME-et Zero Emission Neighbourhoods (ZEN) og SFI-et Klima 2050. ZEB Flexible Lab er et fullskala næringsbygg for å teste enkeltkomponenter og materialer i praktisk bruk. Bygget skal være klart til bruk i 2020.

HighEFFLab er rettet inn mot energibruk i industrien. HighEFFLab fikk finansiering i 2016 og er under oppbygging. Gjennom laboratoriet vil det bli mulig å teste ut teorier, komponenter og systemer i større skala før implementering.

Infrastruktur for å utvikle bedre teknologi for brenselceller og elektrolysører er i ferd med å bli etablert gjennom Norwegian Hydrogen and Fuel Cell Centre. Infrastrukturen støtter forskning og utvikling av teknologi for å produsere hydrogen fra fornybar energi og for anvendelse av hydrogen blant annet i transportsektoren.

Forskningsinfrastruktur for CO<sub>2</sub>-håndtering er i stor grad integrert i ESFRI-prosjektet ECCSEL, som er ledet av NTNU. ECCSEL er et europeisk prosjekt som samler FoU-infrastruktur fra flere land. I tillegg til ECCSEL, finnes flere større piloter; de viktigste er teknologisenteret på Mongstad (TCM), Aker Solutions testenhet for CO<sub>2</sub>-fangst, SINTEFs pilot for CO<sub>2</sub>-fangst og feltlaboratorier for lagring i Svelvik og Longyearbyen.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

I årene fremover er det behov både for oppgradering av eksisterende utstyr og for helt nye laboratorier.

På vannkraftområdet har Norge en infrastruktur som er relevant og dekkende, men til dels svært gammel. Det er behov for oppgraderinger og nyinvesteringer på flere områder.

Det er vekst i bruk av solceller i Norge og det vokser frem en næring innenfor utbygging og drift av solparker. Sluttbruk av solceller er tema i to FME-er (SuSolTech og ZEN). Det er behov for å utvikle forskningsinfrastruktur for monitorering av solinnstråling og ytelse, og for testing og utvikling av solmoduler.

Innenfor bioenergi er teknologiske gjennombrudd avhengig av oppdaterte laboratorier, og det er behov for ytterligere investeringer både i avansert analyseutstyr og utstyr til bruk innenfor biologisk, biokjemisk og termokjemisk konvertering og forbrenningsteknologi.

Med den raske utviklingen som er på energisystemetsiden, vil det være nødvendig å oppgradere og bygge ut SmartGrid-laboratoriet ved NTNU. Dette gjelder særlig IKT-infrastruktur og programvare for overvåking og styring.

Det er behov for videre oppbygging av forskningsinfrastruktur innenfor hele bredden av elektrifisering av transport (batterier, brenselceller, hydrogen og direkte elektrifisering). På batteriområdet er det – i tillegg til generisk forskningsinfrastruktur - behov for spesialutstyr for testing og karakterisering av kommersielle batterier og batterisystemer, og for utvikling av nye batterimaterialer og batterikonsepter. Det er også utstyrbehov knyttet til materialgjenvinning fra utrangerte batterier og utvikling av neste generasjon battericeller.

For å utvikle neste generasjons CO<sub>2</sub>-fangstteknologier er det viktig å oppgradere eksisterende utstyr og bygge opp ny infrastruktur til fangst av CO<sub>2</sub> fra industri. Behovene innenfor CO<sub>2</sub>-lagring er knyttet til videreutvikling av lagringspiloter og etablering av en pilot for CO<sub>2</sub>-lagring kombinert med økt oljeutvinning. Utvikling av norsk forskningsinfrastruktur på CO<sub>2</sub>-håndtering bør organiseres gjennom ECCSEL.

Hydrogenproduksjon fra naturgass, i kombinasjon med CO<sub>2</sub>-fangst og lagring, gir nye forretningsmuligheter for Norge. Det er behov for forskningsinfrastruktur for å studere materialer for transport av hydrogen. Eksport av hydrogen fra Norge åpner for storskala bruk av hydrogen i kraftproduksjon og industri. Infrastruktur knyttet til denne type bruk av hydrogen vil bli viktig.

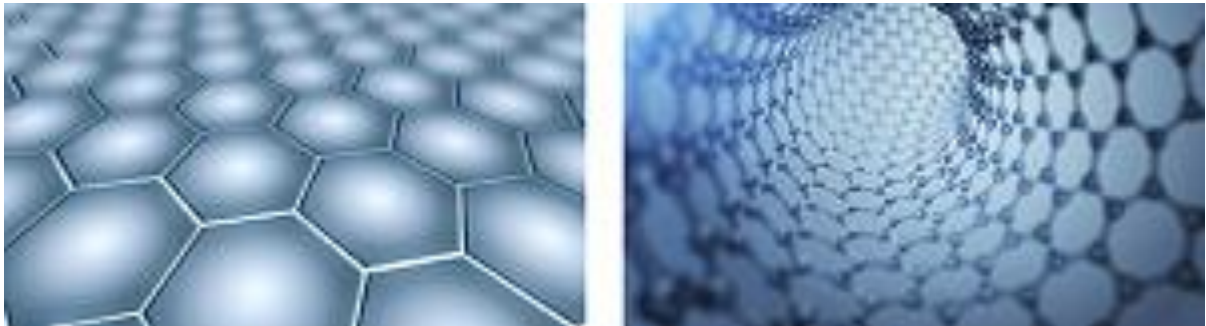
Innenfor samfunnsvitenskap vil det være viktig å etablere åpne felles databaser og rammeverk. Felles datainfrastruktur vil kunne gi bredere faglige tilnærminger og bidra til mer anvendbare analyser. Eksempler er blant annet: felles rammeverk for kobling av modeller på tvers av modelltradisjon og sektor, tilrettelegging for databaser om energiteknologier og energi- og klimapolitiske tiltak i ulike land og tilrettelegging for databaser og tidsserier for jordens karbonbudsjett.

## **Relasjon til andre områder**

Energiforskning omfatter en rekke ulike disipliner og teknologier. I tillegg til spesialiserte infrastrukturer, er utstyr innenfor flere andre områder viktige for energiforskningen. Dette gjelder i særlig grad nano- og materialteknologi, som benyttes innenfor store deler av energiforskningsfeltet, men som er helt sentralt innenfor solenergiforskning og forskning på batteri- og brenselceller. Utstyr på området bioressurser benyttes innenfor bioenergiforskning, og innenfor havenergiforskning er utstyret innenfor maritim teknologi (slepetank og havbasseng) av stor betydning. Utstyr innenfor klima og miljø er viktig for forskere som studerer miljøkonsekvenser av fornybar energi.

## Nanoteknologi og avanserte materialer

Nanoteknologi omfatter studier av fenomener som skjer på nanoskalaen og hvordan vi kan kontrollere og manipulere disse fenomenene. Teknologien kan dermed bidra til nyvinninger innenfor de fleste samfunnsområder. Ved siden av nanovitenskap og nanoteknologi dekker Forskningsrådets definisjon av teknologiområdet også mikroteknologi og avanserte materialer.



### Forskningsmål

Forskningsinnsatsen innenfor nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer er et prioritert område i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 som del av muliggjørende teknologier. I nasjonal FoU-strategi for nanoteknologi skal satsingen gi vesentlig bidrag til norsk næringsutvikling og være samfunnsnyttig. Nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer skal bidra til økt konkurransekraft innenfor tema som energi og miljø, hav, mat og helse samtidig som man skal unngå uønskede effekter på helse, miljø og samfunn.

Forskningsinfrastruktur er helt avgjørende for forskning på området. Behovene spenner bredt fra renromslaboratorier til en stor variasjon i utstyr for avansert produksjon og karakterisering av materialer, systemer og integrasjon av disse.

Forskningsrådets målrettede satsing er Stort program NANO2021. Programplanen beskriver mål og prioriteringer for satsingen. I tillegg finansierer flere andre satsinger forskning hvor disse teknologiene kommer til anvendelse til ulike formål; blant annet energiforskning i ENERGIX, bred deltagelse fra næringslivet i BIA, grunnleggende forskning i FRIPRO.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Nasjonalt finnes flere laboratorier med ulik grad av spesialisering både på instrumentering og anvendelsesområder. Flere av laboratoriene er komplementære og tilbyr tilgang til brukere både fra akademia og industri.

NorFab er nasjonal infrastruktur og omfatter renrom, inkludert instrumentering knyttet til fremstilling og karakterisering på nano- og mikroteknologi. NorFab består av tre noder; NTNU NanoLab i Trondheim, SINTEF MiNaLab /Universitetet i Oslo MiNaLab i Oslo og Høgskolen i Sørøst Norge MST-Lab i Horten. Nodene har inngått et forpliktende samarbeid og dekker anvendelser av nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer i meget stor faglig bredde og gir tilgang til *state-of-the art* laboratorier for brukere både fra UHI-sektoren og næringsliv.

Universitetet i Bergen har et lokalt renrom og laboratorium for nanostrukturering. Her finnes instrumentering for ulike anvendelser - blant annet nano-biologi systemer. I tillegg finnes laboratorier for nano-, material- og overflatekarakterisering ved SINTEF, inklusive en nasjonal plattform for overflatekarakterisering (blant annet XPS og SIMS) og NMR.

NORTEM er nasjonalt senter for transmisjonselektronmikroskopi (TEM). Senteret er et samarbeid mellom SINTEF, NTNU og Universitetet i Oslo og har to noder (i Trondheim og Oslo) med en høyoppløselig TEM på hvert sted i tillegg til andre mikroskoper. Nodene er komplementære med hensyn til tilgjengelige teknikker.

RECX er nasjonal plattform for røntgendiffraksjon, -spredning og -avbildning ved Universitetet i Oslo og NTNU. Denne plattformen bidrar til videreutvikling av norsk kompetanse på avanserte røntgenteknikker og anvendelser av både synkrotron og nøytronanlegg.

Noen laboratorier med høy relevans for nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer har samtidig sterk faglig profil mot konkrete anvendelser. Dette gjelder infrastrukturen NSST - Norwegian Laboratory for Silicon-based Solar Cell for silisiumbasert solcelleteknologi som dekker verdikjeden fra grunnleggende forskning til ferdig produksjon av solceller. Gjennom FME-ene på solenergi er det etablert et godt samarbeid og god arbeidsdeling mellom forskningsaktørene på området. En nyopprettet nasjonal infrastruktur for karakterisering av strukturer og kjemiske egenskaper hos mineraler, metaller og avanserte nanomaterialer - MiMaC - vil kunne ha stor betydning for mineral- og metallindustrien i Norge.

Noen infrastrukturer krever internasjonalt samarbeid for etablering og drift. Synkrotron og nøytronanlegg er eksempler på dette. NcNeutron er norsk senter for nøytronbasert forskning. Senteret utnytter forskningsreaktoren JEEP II ved IFE på Kjeller og er en nasjonal ressurs for grunnforskning i fysikk og nøytronstråling. NcNeutron samarbeider med ESFRI-prosjektet European Spallation Source (ESS) og bidrar til å bygge kompetanse i norske fagmiljø innen nøytronforskning og til bedre utnyttelse av ESS. Sveitsisk-norsk strålelinje (SNBL) ved European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) i Grenoble er synkrotronanlegg for avansert nanoteknologi- og materialforskning. Norge har tilgang til strålelinjen gjennom sitt medlemskap i ESRF.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

Det er behov for langsiktig, kontinuerlig oppgradering og fornyelse av eksisterende forskningsinfrastrukturer i tillegg til nyinvesteringer.

Investeringer i infrastruktur er avgjørende for at norske forskningsmiljøer kan hevde seg og være med i det internasjonale forsknings samarbeidet og samtidig kunne tilby relevante laboratoriefasiliteter for norsk industri. Ressurshensyn tilsier et begrenset antall store og avanserte state-of-the-art nanolaboratorier i Norge. NorFab og NORTEM er gode eksempler på kostbar infrastruktur som er blitt realisert fordi sentrale institusjoner har forpliktet seg til langsiktig samarbeid om etablering og drift.

Norge mangler per nå tilsvarende satsinger på senter som kan ivareta en fullstendig verdikjede fra grunnleggende fremstilling av spesifikke materialer frem til produksjon av prototyper. Eksempel på aktuelle materialgrupper det er meldt interesse for er tynne filmer og piezomaterialer. Det er også etablert sterke fagmiljøer innenfor termoelektriske materialer hvor anvendelse særlig er knyttet til omforming av overskuddsvarme til elektrisitet i prosessindustrien og smelteverk. Det foreligger planer for etablering av en infrastruktur (Thermoelectrics Norway (TENOR)) med utstyr og laboratorier som vil kunne gi grunnlag for ny og internasjonalt ledende forskning og som vil dekke bredden i en større verdikjede.

Det er også behov for en infrastruktur for mikro- og nanoteknologi med fokus på elektroniske byggeteknikker inkludert pakketeknologi og systemintegrasjon. De siste tiårene har dette blitt viktige forskningsfelt innenfor mikro- og nanoteknologi, og slik infrastruktur er viktig for å støtte opp under næringsrettet utvikling på feltet.

Norwegian Nanocellulose Laboratory vil være en relativt liten, men viktig oppgradering av eksisterende laboratorium ved RISE-PFI med spesialisering mot nanocellulose. Det har de siste årene

pågått og pågår betydelig forskning på feltet innenfor mange bruksområder som er viktige for norsk bioøkonomi.

### **Nasjonal utnyttelse av og tilgang til internasjonal infrastruktur**

Tyngdepunktet av norske synkrotronbrukere får dekket behovet for tilgang til synkrotronstråling ved ESRF og SNBL, men flere grupper og fagområder har behov for tilgang til synkrotronanlegg og frie elektronlasere (X-FEL) som tilbyr komplementære og til dels konkurrerende vitenskapelige fasiliteter sammenliknet med det som er tilgjengelig ved ESRF. Norske miljøer har derfor interesser knyttet til det nye synkrotronanlegget, MAX-IV, som er etablert i Sverige.

Norge deltar i byggingen av verdens største "nøytronmikroskop", European Spallation Source (ESS), i Lund i Sverige. Nøytronspredning er en komplementær teknikk til synkrotronstråling. De første nøytronene forventes produsert i 2022 og full drift er planlagt fra 2025. Etablering av NcNeutron og fornyelse av instrumenteringen på JEEP II vil gi nye muligheter for samarbeid med ESS og styrke de norske forskningsmiljøenes kompetanse på bruk av nøytronstråling. For at NcNeutron skal fungere som viktig nasjonal forskningsinfrastruktur innen nøytronbaserte metoder og som viktig instrumentering for kompetanseutvikling for bruk av ESS, vil det også være nødvendig med tilgang til avanserte prøveomgivelser for in-situ eksperimenter.

### **Relasjon til andre områder**

Nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer dekker et bredt spekter av anvendelser, eksempelvis innenfor miljøvennlig energi, klima og miljø, bioressurser og livsvitenskap og helse. Dette betyr at andre infrastrukturer med mer spesifikt fokus også kan ha betydelig relevans til teknologiområdet, som satsinger på batteriteknologi, brenselceller, lavutslipps hus og avanserte produksjonsprosesser.

## Petroleumsteknologi

Status og kunnskapsmessige muligheter og utfordringer for petroleumsforskningen tar utgangspunkt i et mål om å forvalte norske petroleumssressurser på en bærekraftig, miljømessig og sikker måte ved å ta i bruk ny teknologi som gir en mer kostnads- og energieffektiv utvinning av petroleum og lavere utslipp av klimagasser.



### Forskningsmål

I Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 fremheves satsingen på forskning, utvikling og demonstrasjon innenfor petroleumssektoren som skal bidra til økt verdiskaping og sikker, kostnadseffektiv og bærekraftig utnyttelse av petroleumssressursene. Den målrettede aktiviteten i porteføljeområdet petroleum omfatter kunnskap, kompetanse og teknologi som kan lede til nye funn, utbygginger og produksjon av norske olje- og gassressurser. Utvinning av petroleum skal foregå på en slik måte at mest mulig av den petroleum som finnes i hver enkelt petroleumforekomst, eller i flere petroleumforekomster sammen, blir produsert. Forskningen på feltet skal i sum bidra til økt verdiskaping for samfunnet ved at petroleumssressursene utnyttes optimalt innenfor miljømessig forsvarlige rammer og til å styrke norsk leverandørindustri konkurransekraft i det globale markedet.

Strategiorganet OG21 er en viktig premissgiver for Forskningsrådets petroleumsprogrammer. OG21-strategien løfter frem fire temaområder: 1) Energieffektivitet og miljø; 2) Leting og økt utvinning; 3) Boring, komplettering og intervensjon; 4) Produksjon, prosessering og transport.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Rystad Energy utførte en analyse for OG21 og DEMO2000 i 2016 for å identifisere nasjonale og internasjonale muligheter for demonstrasjon av nye teknologier som er relevante for olje- og gassindustrien i Norge. Resultatene viser at det finnes mange testsentre, både private og offentlige, men det er uløste utfordringer når det gjelder forskernes kjennskap til og mulighet for bruk av disse fasilitetene, spesielt de private. Når det gjelder infrastruktur for undervannsteknologi, påpeker rapporten at det stort sett kun er private testfasiliteter tilgjengelig. Tilgjengeligheten til disse fasilitetene er da naturlig nok mer begrenset enn om det er offentlige fasiliteter. Infrastrukturene Ullrigg og Multiphase Lab, som er støttet av Forskningsrådet, er fremhevet som viktige infrastrukturer i rapporten fra Rystad Energy.

OpenLab Drilling (tidligere Virtual Arena) er nå under utvikling og deler av denne er tatt i bruk ved universitet og industri nasjonalt og internasjonalt. Denne infrastrukturen baseres på beregningsmodeller for brønntrykk og krefter på borestrengen under boreoperasjoner. I OpenLab



kan simuleringene gjøres både i et web-grensesnitt, i en fysisk simulator hos IRIS, og fra Ullrigg. Etableringen av OpenLab Drilling passer veldig godt i tid med det digitale skiftet.

Norsk flerfaseteknologi har hatt en enorm betydning for den norske oljebransjen og dermed for Norges økonomiske utvikling. Tildeling til flerfaseprosjektet Multiphase Lab (IMF) har vært viktig for å beholde den internasjonale konkurransevnen. Hovedmålet med prosjektet er å etablere nye, unike laboratorieinfrastrukturer for avanserte eksperimentelle studier av flerfasestrømning i rør og «flow assurance», relevant for olje- og gassindustrien.

Infrastruktur for å gi kunnskap om miljøet i havet er viktig for virksomheten på norsk sokkel. Lofoten-Vesterålen Cabled Observatory vil gi forskere og andre brukere tilgang på havdata i et viktig geografisk område, samt å tilby en sensorplattform for ny og eksisterende teknologi. Dette vil ha betydning for å videreutvikle marin overvåking i norske farvann.

For å sikre en stadig videreutvikling av oljevernberedskapen på norsk sokkel finnes det enkelte testfasiliteter for dette, for eksempel ved Kystverket i Horten. Det gjennomføres også verifisering av ny teknologi i Olje-på-vann øvelsen i Nordsjøen hvert år.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

Infrastrukturbehovet framover er knyttet både til laboratorier og datakapasitet for forskning og til dels til pilot- og demonstrasjonsanlegg, der ny teknologi kan verifiseres og demonstreres. Gjennom OG21-strategien og innspill fra forskningsmiljøene kan følgende eksempler på infrastrukturbehov nevnes:

### **Permanent plugging og forlating av brønner**

Selv om norsk sokkel fortsatt forventes å ha flere tiår igjen med produksjon, må nedstenging også planlegges. I tillegg til å komme opp med nye teknologiske løsninger som både vil spare industri og staten for store utgifter, vil det være en mulighet for Norge til å bygge opp en ny næring som kan operere internasjonalt. En mer komplett infrastruktur vil akselerere kompetanse- og teknologiutvikling ved at terskelen for å gjennomføre fullskalaeksperimenter senkes.

### **Digitalisering**

Behovet for digitalisering innenfor petroleumsindustrien er stort og er ventet å medføre store besparelser for næringen, men også gi et mindre avtrykk på natur og miljø. Det er derfor et økt behov for forskning og utvikling på teknologier som utnytter økte datamengder fra mange ulike leverandører. Behovet ligger innenfor alle teknologidisipliner i hele verdikjeden i petroleumsnæringen, og omfatter datainnsamling, databehandling, datakvalitet, dataintegrasjon, beslutningsstøtte og datasikkerhet for muliggjørende automatiserings-, autonomi- og IKT-teknologier.

### **Bedre kunnskap om berggrunnen for kostnadsreduksjon og økte reserver og ressurser**

Relevant forskningsinfrastruktur som gir bedre kunnskap om reservoarer og bassenger inkluderer både eksperimentell forskningsinfrastruktur som avanserte laboratoriebaserte avbildningsteknikker, fasiliteter for utvikling av bedre geofysiske letemetoder og infrastruktur for å utnytte digitalisering, maskinlæring og store datamengder. Dette vil gi mulighet til å øke reserve og ressursgrunnlaget på norsk sokkel og gi mer treffsikker leting. Videre vil det være essensielt at infrastrukturen koples tett opp mot utvikling av mest mulig bærekraftig produksjon med lavest mulige miljøeffekter.

### **Miljø og sikkerhet**

Miljø og sikkerhet er områder preget av brede og tverrfaglig fagmiljøer. Disse fagfeltene er viktige for petroleumssektoren, og har et stort overføringspotensiale til andre sektorer. En rapport fra Konkraft (2018) har vist at sokkelens aktører ser få konflikter ved deling av data innenfor HMS og miljø, og det er dermed et stort potensiale for å etablere standarder og protokoller for lagring, utveksling og bruk

av data. Tilgang på infrastruktur for sikkerhets- og miljøforskning kan bidra til å redusere storulykkesrisiko på norsk sokkel og øke kunnskap om viktige miljøaspekter. Denne type forskning har behov for felles nasjonale plattformer, registre og databaser.

## **Relasjon til andre områder**

Norge har en lang erfaring innen fagfeltet levetidforlengelse og materialvalg som anvendes på offshoreinstallasjoner. Levetidsforlengelse og produkt design av industrielle innsatsfaktorer er av stor betydning for sirkulær økonomi, da dette handler om en optimal og mest mulig bærekraftig utnyttelse av naturressursene gjennom å beholde offshore installasjoner og infrastruktur lengst mulig i økonomien og legge til rette for gjenvinning og ombruk når omløpstiden er over. En satsing på laboratorier som kan gjøre levetidstesting under avanserte forhold vil være av nytte for mange sektorer som offshore vind, marin og maritim næring, prosessanlegg, broer og bryggeanlegg, i tillegg til offshore petroleumsinstallasjoner.

Hydrogenteknologi og produksjon av hydrogen fra naturgass vil være bidragsyter til fremtidens energisystem. Norge er i en særlig god posisjon for å gripe et gryende, globalt marked, spesielt på grunn av naturgassproduksjonen i kombinasjon med regjeringens planer for fullskala CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i Norge. Det er derfor en god mulighet for integrasjon mellom petroleumsteknologi og miljøvennlig energi.

## Samfunnsvitenskap og velferd

Samfunnsvitenskapene gir oss kunnskap og forståelse på områder som er viktig for samfunnsutviklingen. Kunnskapsgrunnlaget må oppdateres i lys av endringene i økonomien, endringer i befolknings sammensetning og demografi, økt digitalisering og omstillinger i arbeids- og næringslivet. For å sikre gode levekår for alle i alle livsfaser, er det viktig å investere i infrastruktur som gir grunnlag for forskning, forvaltning og politikk.



### Forskningsmål

Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024 trekker frem fornyelse i offentlig sektor og bedre og mer effektive velferds-, helse- og omsorgstjenester som viktige satsingsområder. Forskning på velferd, økonomi, fordeling, arbeidsliv, utdanning og migrasjon, nasjonalt og globalt, er en nødvendig del av kunnskapsgrunnlaget for politikktutforming og for å videreutvikle velferdssamfunnet. Slik forskning vil kunne bidra til at vi bedre kan forstå utviklingstrekk i samfunnet og møte nasjonale og globale utfordringer med målrettede og virksomme tiltak. God og sikker tilgang til data av høy kvalitet, som er systematisert og tilrettelagt for forskning, er avgjørende for at disse forskningsoppgavene kan løses og bidra til relevant og banebrytende kunnskap. Slike data kan være kvalitative og kvantitative data innsamlet i forskningsprosjekter, men også data samlet inn gjennom ulike typer registre, som ikke nødvendigvis har forskning som hovedformål.

I samfunnsvitenskapene finnes det flere infrastrukturer som tilrettelegger for innsamling, kvalitetssikring og deling av ulike typer data. Likevel gjenstår store oppgaver med å utvikle infrastrukturene, og tilrettelegge for standardisering og økt gjenbruk av dataene som er lagret der. I tillegg er det viktig å etablere infrastrukturer og utnytte muligheter for å generere data på nye og originale måter ved blant annet å legge til rette for å bruke ny teknologi, sosiale medier og store datamengder.

For å styrke norske samfunnsforskere mulighet til å delta i internasjonale forskningsprosjekter og forskningssamarbeid må Norge være med i komparative undersøkelser og satsinger på forskningsinfrastruktur som inngår i ESFRIs veikart.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Norsk senter for forskningsdata (NSD) og Statistisk sentralbyrå (SSB) er de viktigste infrastrukturinstitusjonene for norsk samfunnsvitenskapelig forskning. NSD er et koordinerende organ for dataforvaltning i Norge og har en viktig strategisk rolle i norsk forskning gjennom å legge til rette for sikker lagring og åpen tilgang til forskningsdata. NSD er et av verdens største arkiver for forskningsdata og lagrer, forvalter og tilrettelegger spørreundersøkelser for forskning om ulike

samfunnsvitenskapelige og velferdspolitiske temaer. Dette omfatter de store nasjonale spørreundersøkelsene, som levekårsundersøkelsene, tidsnyttingsundersøkelsene etc., i tillegg til en rekke andre norske og internasjonale spørreundersøkelser, blant annet European Social Survey (ESS), International Social Survey Program (ISSP) og World Values Survey (WVS).

SSB har ansvar for å samle inn og samordne offentlig statistikk i Norge og samarbeider med NSD om dette. SSB forvalter store mengder data på egne vegne, for regjering og departementer, og for andre dataeiere; både persondata, institusjonsdata og regionale data. Data som forvaltes av SSB er av stor interesse for samfunnsforskere. Bearbeidet statistikk basert på disse dataene er en viktig infrastruktur for forskning. SSB tilbyr slik statistikk via sin Statistikkbank. Eurostat, OECD og FN-organisasjonene har også store statistikkbanker hvor forskerne fritt kan hente ut verdifull statistikk. Helseregistrene og andre databaser, som forvaltes blant andre av Folkehelseinstituttet (FHI), er også relevante for en bred velferdsforskning.

Gjennom Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur har Forskningsrådet gjort flere investeringer i infrastrukturer ved NSD og SSB. NSD har fått midler til å oppgradere sine tjenester knyttet til deponering, kuratering og tilgjengeliggjøring av forskningsdata gjennom prosjektet Norwegian Open Research Data Infrastructure (NORD-i). NSD og SSB har også mottatt midler til infrastrukturprosjektet Remote Access Infrastructure for Register Data (RAIRD), med mål om å gi norske og utenlandske forskere en mer effektiv, enklere og bedre tilgang til personsensitive data fra flere registre samtidig.

Gjennom de samfunnsvitenskapelige ESFRI-prosjektene European Social Survey (ESS) og Council of European Social Science Data Archives (CESSDA) får forskere tilgang til data på tvers av landegrensler. NSD samarbeider tett med CESSDA og er nasjonal partner i ESS med midler fra Forskningsrådet.

Innenfor det samfunnsvitenskapelige området har det gjennom Nasjonal satsning på forskningsinfrastruktur også blitt investert i flere fagspesifikke infrastrukturer. Eksempler er:

- ACCESS Life Course er en database som skal tilrettelegge data fra den Norske studien av livsløp, aldring og generasjon (NorLAG)
- Historisk Populasjonsregister (HPR) kobler historiske data om enkeltpersoner, familier og slekter
- E-infrastruktur for Video Research utvikler en nasjonal videodatabase for sikker lagring av videodata
- Advanced Conflict Data Catalogue (ACDC) har utviklet standarder og en overordnet datamodell for studier av regionale og internasjonale konflikter

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

Norske velferdsdata fra spørreundersøkelser og registre er i særklasse, og kunnskapen om norsk velferds-, fordelings- og økonomisk politikk er etterspurt av forskere i andre land. Samtidig endrer digitaliseringen av samfunnet forutsetningene for denne forskningen, og det er behov for ny infrastruktur for å generere data som baserer seg på det digitaliserte samfunnet og utnytter mulighetene dette gir. I Norge er digitaliseringen kommet spesielt langt, særlig når det gjelder utbredelse av internettilgang. Dette gir nye muligheter for digital samfunnsvitenskapelig og tverrfaglig forskning som bør utnyttes gjennom etablering av ny infrastruktur, som for eksempel internettpaneller.

Det er behov for å etablere et bedre datagrunnlag i Norge for å kartlegge årsakene til og konsekvensene av sosial ulikhet i helse, utdanning og velferd. Avansert samfunnsvitenskapelig forskning krever ofte detaljert tilgang til data og det er viktig å sikre både tilgang til og muligheter for å koble personsensitive data fra nasjonale registre.

Adgang til gode og tverrfaglige data er vesentlig for samfunnsforskningen. Det er behov for å tilrettelegge for tilgang til industridata og kommersielle data, noe som kan innebære bruk og utvikling av IKT-teknologi til f.eks. kryptering og anonymisering av slike data.

Vedlikehold og utvikling av eksisterende infrastrukturer, blant annet gjennom tilgang til flere, større og stadig oppdaterte datasett, er avgjørende for at norske samfunnsvitenskapelige miljøer kan hevde seg i den internasjonale forskningsfronten og bidra til kunnskap om viktige samfunnsmessige utfordringer. Deling og gjenbruk av forskningsdata, både nasjonalt og internasjonalt, er sentralt i Forskningsrådets investeringer i, og anbefalinger for, samfunnsvitenskapelige infrastrukturer.

Deler av samfunns- og velferdsforskningen har behov for avansert vitenskapelig utstyr. Utdannings- og profesjonsforskning har behov for profesjonslaboratorier, adferdsforskningen trenger utstyr og teknologi for lagring og analyser av multimediamateriale.

## **Relasjon til andre områder**

Både samfunnsforskningen generelt, og velferds-, arbeidslivs- og utdanningsforskningen spesielt, har berøringspunkter med andre forskningsområder, blant annet forskning om folkehelse og helsetjenester. Infrastrukturtiltak på disse områdene vil komme samfunnsforskningen til gode. Det er viktig å utnytte eksisterende infrastrukturer som kan håndtere data på tvers av fagområder.

## Andre infrastrukturbehov innenfor naturvitenskap og teknologi

Behovet for forskningsinfrastruktur innenfor naturvitenskap og teknologi er i stor grad omtalt i områdestrategiene som følger opp nasjonale prioriteringer. I denne områdestrategien omtales forskningsinfrastruktur som ikke dekkes av de tematiske områdestrategiene.



### Forskningsmål

Regjeringens overordnede mål i Langtidsplanen for forskning og høyere utdanning 2015-2024 er å styrke konkurransekraft og innovasjonsevne, jobbe for å løse de store samfunnsutfordringene (relevant forskningsinfrastrukturbehov for dette omtales i flere tematiske områdestrategier), samt utvikle verdensledende fagmiljøer. Forskningsinnsatsen innenfor naturvitenskap og teknologi er viktig for å nå disse målene. Grunnleggende forskning er et mål i seg selv, men bidrar også på sikt til banebrytende innovasjoner det er vanskelig å forutsi på forhånd. Industrimeldingen Industrien – grønnere, smartere og mer nyskapende 2016–2017 viser at for å opprettholde norsk eksportindustri i verdensklasse må det tas i bruk nye materialer, og prosesser må endres, automatiseres og digitaliseres. For å kunne opprettholde konkurransekraften vil Norge i stadig større grad måtte konkurrere på kunnskap. Forskning, innovasjon og teknologiutvikling er her sentralt.

### Eksisterende forskningsinfrastruktur

Det er bygget opp laboratorier med mye godt forskningsutstyr ved universitetene og instituttene, særlig innenfor fysikk, kjemi, biologi og geofag. De forskjellige fagområdene har behov for ulike typer forskningsinfrastrukturer. Felles for dem alle er at utstyret må skiftes ut med nyere og mer avansert utstyr med jevne mellomrom. Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur har bidratt til å etablere flere nasjonale samarbeid om forskningsinfrastruktur innenfor naturvitenskap og teknologi, der miljøene har høy internasjonal anerkjennelse. Internasjonalt samarbeid om meget kostbare storskalafasiliteter er særlig viktig da dette er vitenskapelige installasjoner som ikke kan finansieres og drives av ett land alene. Gjennom norsk deltakelse får forskere i Norge tilgang til utstyr og data i verdensklasse samt mulighet til samarbeid med verdensledende forskere.

CERN er et av verdens største og mest respekterte sentre for forskning, der universets minste byggesteiner blir avdekket ved hjelp av partikkelkollisjoner ved ekstremt høye energier. Norge er medlem og deltar i flere av eksperimentene. CERN har etablert en europeisk strategi for partikkelfysikk, som utgjør en integrert del av ESFRIs veikart for europeisk forskningsinfrastruktur.

Innenfor romforskning er det investert i bakkebasert instrumentering (bl.a. EISCAT, Kjell Henriksen-observatoriet, Andøya Space Center og SvalRak) som også støtter opp om ESFRI-prosjektet SIOS. Norske forskningsmiljøer deltar også aktivt i realiseringen av det nye radarsystemet EISCAT\_3D og Grand Challenge Initiativet Cusp. Norge er med i Nordic Optical Telescope Scientific Association

innenfor astronomi og deltar i European Association for Solar Telescopes. Norske forskere har også tilgang på observasjoner fra ESAs forsknings satellitter.

I tillegg til laboratoriefasiliteter og jordobservasjonsdata fra satellitter krever geofaglig forskning tilgang til fly, fartøy og faste stasjoner, samt internasjonalt koordinerte tokt og måleprogram. Forskningsinfrastrukturen EPOS Norge har samlet norske forskningsinfrastrukturer til studier av jordens fysikk som det nasjonale bidraget til ESFRI-prosjektet EPOS.

God tilgang til synkrotron-, elektron- og nøytronkilder er svært viktig for fagfelt som fysikk, kjemi, biologi og geologi. Norge deltar i oppbyggingen av det nye store forskningsanlegget European Spallation Source (ESS) i Lund, Sverige. Her skal det brukes kraftige nøytronstråler til å studere strukturer innenfor materialer og biologiske prøver. Synkrotronkilden MAX IV vil bli brukt komplementært til nøytronstrålene.

Industriell vareproduksjon blir stadig mer kompleks, med økende krav til nye materialer og materialkombinasjoner, kvalitet og produksjonsprosesser. Etablering av en forskningsinfrastruktur for industriell vareproduksjon vil være med å styrke den grunnleggende forskningen innenfor feltet samt bidra til å skape en konkurransedyktig og bærekraftig industri i Norge.

## **Behov for nyetablering, oppgradering og/eller samordning**

Det er behov for å utvikle ny forskningsinfrastruktur, men det er samtidig kontinuerlige behov for å oppgradere eksisterende forskningsinfrastruktur med nyere og mer avansert utstyr. Noen ganger kan en etablert forskningsinfrastruktur fortsatt gi resultater av høy kvalitet hvis det blir supplert med enkeltutstyr som tilfører ny teknologi og nye muligheter i kombinasjon med det eldre utstyret.

For å kunne lagre, organisere og utnytte innsamlede data best mulig, er forskning innenfor naturvitenskap og teknologi avhengig av mer lagrings- og regnekapasitet. Derfor er det en forutsetning med tilstrekkelige investeringer i e-infrastruktur. Det har også stor betydning å samordne databasesystemene på tvers av ulike fagfelt og gi lettere tilgang til fysiske samlinger.

Forskningsinfrastruktur som gjør oss i stand til å etablere nye, unike datasett kan, sammen med andre unike forskningsplattformer, gi oss mulighet til å være i forskningsfront på ulike områder.

Koordinering, arbeidsdeling og nasjonalt samarbeid er nødvendig for å drive forskningsinfrastrukturene på en bærekraftig måte. Mindre og faglig sterke forskningsmiljøer bør i større grad samordne seg med tilgrensende fagfelt for å gjøre forskningsinfrastrukturene mer relevante og nasjonalt viktige. De nasjonale infrastrukturene må spille sammen som et integrert system for å dra full nytte av investeringene. Etter hvert som infrastrukturkomponenter kommer på plass, er det nødvendig at de knyttes sammen og at de blir tilgjengeliggjort både i nasjonal og internasjonal sammenheng.

Norske bedrifter deltar i et internasjonalt teknologikappløp. Digitaliseringen griper inn i hele verdikjeden, og nye produkter, markeder og forretningsmodeller utvikles. Når avansert teknologi fra ulike fagområder settes sammen vil det bli mulig å fremstille produkter på helt nye måter. Det trengs nasjonal infrastruktur for muliggjørende teknologier (bioteknologi, nanoteknologi, IKT og avanserte produksjonsprosesser) som kan bistå næringene i dette skiftet.

## **Relasjon til andre områder**

Området naturvitenskap og teknologi omfatter mange fagfelt og går på tvers av de andre områdestrategiene som følger opp nasjonale prioriteringer.

## Norges deltakelse i internasjonale forskningsinfrastrukturer

Deltakelse i internasjonale forskningsorganisasjoner gir norske forskere tilgang til forskningsinfrastrukturer og mulighet for å delta i nyskapende og ressurskrevende forskning som det ville være umulig å oppnå med nasjonale midler alene. Deltakelsen representerer også et betydelig potensiale for teknologioverføring og utvikling av norsk næringsliv.

Norske forskere har gjennom mange tiår deltatt aktivt i internasjonale forskningsorganisasjoner. Samarbeidet i disse organisasjonene bygger på internasjonale avtaleverk der kontingentene for det enkelte medlemsland blir bestemt ut fra en avtalefestet beregningsnøkkel der bruttonasjonalproduktet eller tilsvarende er en hovedfaktor. Tabell 1 viser hvilke medlemskap i internasjonale forskningsorganisasjoner som finansieres fra departementene.

**Tabell 1. Norsk deltakelse i internasjonale forskningsorganisasjoner finansiert av departementene.**

Kortnavn	Prosjekt	Status
CERN	<a href="#">European Organization for Nuclear Research</a>	Medlem fra 1954
EMBL/EMBC	<a href="#">European Molecular Biology Laboratory</a> <a href="#">The European Molecular Biology Conference</a>	Medlem fra 1985
ESRF	<a href="#">European Synchrotron Radiation Facility</a>	Medlem fra 1989
IARC	<a href="#">International Agency for Research on Cancer</a>	Medlem fra 1987
ESA	<a href="#">European Space Agency</a>	Medlem fra 1987
OECD Halden	<a href="#">Halden Reactor project</a>	Etablert 1958

European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) ble opprettet i 2002 av forskningsministrene i EU som et rådgivende forum for forskningsinfrastruktur. ESFRI har deltakere fra alle de 28 medlemslandene og fra 11 assosierte land til EUs rammeprogram for forskning. ESFRI's mandat er å utvikle et strategisk veikart over Europas behov for ny eller oppgradert forskningsinfrastruktur innenfor alle vitenskapelige områder og følge opp implementeringen av infrastrukturene.

Det felleseuropeiske veikartet (ESFRI Roadmap) har stimulert mange land til å utarbeide nasjonale veikart for forskningsinfrastrukturer og foreta tydeligere nasjonale prioriteringer av nye investeringer. ESFRI Roadmap ble første gang utgitt i 2006 og oppdatert i 2008, 2010 og 2016. ESFRI utgir sitt nyeste veikart i september 2018. Selv i et Europa preget av økonomisk krise i årene 2008-2016, hadde forskningsinfrastruktur høy prioritet både på nasjonalt og europeisk nivå. Dette er ikke minst fordi europeisk samarbeid om forskningsinfrastrukturer vurderes å være av felles interesse og med avgjørende betydning for forskningen som skal møte store samfunnsutfordringer innenfor



helse, klima, miljø, hav, mat og energi. Felles prosjekter gjør det mulig å realisere infrastruktur som den enkelte stat ikke har ressurser til alene.

En forskningsinfrastruktur kan enten være lokalisert på ett sted eller distribuert – dvs. at ulike land har komplementære del-infrastrukturer (kalt "noder") i en felles infrastruktur. I det første tilfellet er infrastrukturens investerings- og driftskostnader vanligvis relativt høye og derfor går flere land sammen om den lokaliserte infrastrukturen. Her er tradisjonen at medlemskontingentene mer eller mindre fullfinansierer investerings- og driftskostnadene. For de distribuerte infrastrukturene derimot, finansierer kontingentene vanligvis kun driftskostnadene for et kontor eller en juridisk enhet som organiserer felles tjenester. De aller fleste forskningsinfrastrukturene på ESFRI Roadmap er distribuerte.

De juridiske avtaleverkene for etablering og drift av CERN, ESRF, EMBL og tilsvarende internasjonale forskningsinfrastrukturer var svært krevende med forhandlinger over flere år. EU-kommisjonen har derfor i samarbeid med ESFRI utarbeidet ERIC-forordningen (European Research Infrastructure Consortium) for å forenkle etableringen av felles infrastrukturer over landegrensene.

Norske forskningsmiljøer som planlegger å delta i internasjonalt samarbeid om forskningsinfrastruktur inkl. medlemskap i infrastrukturene i ESFRI Roadmap, må som en hovedregel søke Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur (INFRASTRUKTUR) på lik linje med øvrige norske prosjekter av nasjonal betydning. Dette skal sikre at de prosjektene som har høyest kvalitet og relevans for norsk forskning innvilges. Forskningsrådet utarbeider sine anbefalinger om norsk deltakelse til relevante sektordepartementer som tar endelig beslutning om Norges medlemskap etter hver søknadsbehandling i INFRASTRUKTUR.

Norge har så langt inngått forpliktende deltakelse i 16 av de felleseuropeiske infrastrukturene, inkl. CESSDA ERIC, ECCSEL ERIC og SIOS Svalbard AS med Norge som vertsland. Etter søknadsbehandlingen av den femte utlysningen i 2016, har Forskningsrådet bevilget midler og anbefalt norsk medlemskap i ytterligere 2 forskningsinfrastrukturer på ESFRI Roadmap.

Alle medlemskap etablert etter 2010 gjelder infrastrukturer på ESFRI Roadmap. Norske forskere deltar i en rekke andre internasjonale samarbeid om forskningsinfrastruktur som enten er finansiert av forskningsinstitusjonene, gjennom forskningsprogrammer og andre virkemidler i Forskningsrådet eller andre offentlige finansieringskilder.

Det er vanlig praksis i de fleste land at en nasjonal myndighet, vanligvis et departement eller et forskningsråd, har en representant i det internasjonale infrastrukturens samarbeidets styringsorgan. I de fleste internasjonale infrastrukturene som Norge er med i, er det KD eller et annet departement som har undertegnet medlemskapsavtalen.

**Tabell 2. Norsk deltakelse i infrastrukturer på ESFRI Roadmap. Oversikten gjelder forskningsinfrastruktur slik dette er definert i strategien Verktøy for forskning. Forskningsrådet bidrar finansielt og/eller forvalter Norges medlemskap i infrastrukturen og det er Norge, ikke en norsk FoU-institusjon, som er medlem i den internasjonale infrastrukturen.**

Kortnavn (Juridisk enhet)	ESFRI-prosjekt	Status	Prosjekt merking
<b>Samfunnsvitenskap og humaniora</b>			
CLARIN ERIC*	Common Language Resources and Technology Infrastructure	ESFRI Roadmap, NL er vertsland	(1)
ESSurvey ERIC*	European Social Survey	ESFRI Roadmap, UK er vertsland	(1)
CESSDA ERIC*	Council of European Social Science Data Archives	ESFRI Roadmap, NO er vertsland	(1)
<b>Naturvitenskap og teknologi</b>			
EISCAT_3D	European Next Generation Incoherent Scatter radar  European Incoherent Scatter Scientific Association	ESFRI Roadmap, SE er vertsland. Medlem i EISCAT fra 1975	(1)
<b>Energi</b>			
ECCSEL ERIC*	European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure	ESFRI Roadmap, NO er vertsland	(1)
WindScanner	European WindScanner Facility	ESFRI Roadmap, DK er vertsland	(3)
<b>Klima og miljø</b>			
Euro Argo ERIC*	European contribution to the Argo program	ESFRI Roadmap, FR er vertsland	(1)
ICOS ERIC*	Integrated Carbon Observation System	ESFRI Roadmap FI/FR er vertsland	(1)

Kortnavn (Juridisk enhet)	ESFRI-prosjekt	Status	Prosjekt merking
ACTRIS	European Research Infrastructure for the observation of Aerosol, Clouds, and Trace gases	ESFRI Roadmap, FI koordinerer arbeidet	(3)
EPOS ERIC*	European Plate Observing System	ESFRI Roadmap, IT er vertsland	(2)
SIOS Svalbard AS	Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System	ESFRI Roadmap, NO er vertsland	(1)
LifeWatch ERIC*	e-infrastructure for Biodiversity and Ecosystem Research	ESFRI Roadmap, ES er vertsland	(3)
<b>Biologi og medisin (Livsvitenskap)</b>			
ELIXIR (EMBL)	European infrastructure for biological information, supporting life science research and its translation to medicine, agriculture, bioindustries and society	ESFRI Roadmap, UK er vertsland	(1)
BBMRI ERIC*	Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure	ESFRI Roadmap, AU er vertsland	(1)
EATRIS ERIC*	European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine	ESFRI Roadmap, NL er vertsland	(1)
EU-OPENSREEN ERIC*	European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology	ESFRI Roadmap, DE er vertsland	(1)
ECRIN ERIC*	European Clinical Research Infrastructures Network	ESFRI Roadmap, FR er vertsland	(1)
Euro-BioImaging ERIC*	Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences	ESFRI Roadmap FI/IT/DE er vertsland	(2)
ISBE	Infrastructure for Systems Biology Europe	ESFRI Roadmap, NL er vertsland	(3)

Kortnavn (Juridisk enhet)	ESFRI-prosjekt	Status	Prosjekt merking
EMBRC ERIC*	European Marine Biological Resource Centre	ESFRI Roadmap, FR er vertsland	(1)
AnaEE	Infrastructure for Analysis and Experimentation on Ecosystems	ESFRI Roadmap, FR er vertsland	(3)
<b>Analyser</b>			
European Spallation Source ERIC*	European Spallation Source	ESFRI Roadmap SE/DK er vertsland	(1)
ESRF - EBS	European Synchrotron Radiation Facility - Extremely Brilliant Source	ESFRI Roadmap FR er vertsland	(1)

*\*ESFRI-prosjektet er eller planlegges etablert som en ERIC (European Research Infrastructure Consortium). Dette er et valgfritt juridisk rammeverk utformet som en forordning i EU. Rammeverket kan brukes av medlemsland og assosierte land for å regulere landenes samarbeid om etablering og drift av felles-europeiske forskningsinfrastrukturer. Forordningen er tatt inn i EØS-avtalen og ERIC-loven ble vedtatt i Stortinget 10. november 2015.*

**(1):** ESFRI-prosjekter der Norge har inngått forpliktende avtaler. Disse prosjektene er særskilt fremhevet på Norsk veikart for forskningsinfrastruktur.

**(2):** Forskningsrådet har bevilget midler etter ordinær søknadsbehandling i INFRASTRUKTUR og har eller vil anbefale KD og relevante sektordepartementer at Norge bør delta i ESFRI-prosjektet. Den nasjonale infrastrukturen er særskilt fremhevet i Norsk veikart for forskningsinfrastruktur.

**(3):** ESFRI-prosjekter der Norge så langt ikke har tatt stilling til deltakelse i etableringen. Norske forskningsmiljøer deltar/deltok i Preparatory Phase, men Forskningsrådet har enten ikke mottatt søknad til INFRASTRUKTUR om Norges deltakelse eller søknadens vurdering ga ikke grunnlag for at prosjektet er særskilt fremhevet i Norsk veikart for forskningsinfrastruktur.

## Forskningsrådets policy for medlemskap i internasjonale RI

Policyen definerer prinsipper for etablering, forlengelse og (eventuell) avslutning av medlemskap, hvordan institusjonene og Forskningsrådet skal forholde seg til medlemskapets finansiering, samt norsk representasjon i infrastrukturenes styrende organer.

**Policyen er kortfattet oppsummert nedenfor:**

### **Etablering av medlemskap**

Forskningsmiljøene skal søke Forskningsrådet om inngåelse av nye medlemskap. Etter å ha vurdert søknaden, gir Forskningsrådet et råd til relevant departement om hvorvidt Norge bør bli medlem.

Det er et departement (vanligvis KD) som formelt søker om at Norge skal bli medlem i en internasjonal forskningsinfrastruktur, og som senere kan melde Norge ut av samarbeidet.

### ***Medlemskontingenter, distribuerte forskningsinfrastrukturer***

Forskningsrådet anser medlemskontingenten som en del av nodens driftskostnader.

Forskningsrådets anbefaling til relevant departement om medlemskap gis kun for en periode, vanligvis fem år.

### ***Medlemskontingenter, lokaliserte forskningsinfrastrukturer***

Norske forskningsinstitusjoner skal søke INFRASTRUKTUR om finansiering av norsk medlemskap i en lokalisert infrastruktur. Eventuelt finansieringstilsagn fra INFRASTRUKTUR gis kun for en periode, vanligvis fem år. Skal medlemskapet opprettholdes, må institusjonene sende en ny søknad til INFRASTRUKTUR.

### ***Norsk representasjon i styrende organer***

For å forankre medlemskapene i norske forskningsinstitusjoner er det ønskelig at institusjonene er engasjert i forvaltningen av de norske medlemskapene.

I ESFRI-prosjekter i planleggings- og implementeringsfasen der Norge har besluttet å bli medlem eller Forskningsrådet anbefaler dette, skal Forskningsrådet som hovedregel delta i styringsorganet. Men Forskningsrådet kan, etter samråd med KD eller relevant departement, velge å oppnevne en ressursperson fra en norsk forskningsinstitusjon til å innta Rådets plass i styringsorganet.

I ESFRI-prosjekt som er kommet inn i en velfungerende driftsfase, skal Forskningsrådet, i samråd med KD eller relevant departement, vurdere å erstatte egen representasjon i styringsorganet med en ressursperson fra en av de deltagende norske forskningsinstitusjonene.

## Prosjekter på veikartet

Tabellen under viser en oversikt over prosjekter med særskilt omtale i Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2018. Prosjektene er inndelt etter hvilken områdestrategi de har hovedtilhørighet i og listet alfabetisk. Relevansen for andre områder er indikert i egen kolonne.

I veikartets del 2 gis alle veikartprosjekter en populærvitenskapelig presentasjon.

Prosjekt	Status	Også relevant for følgende område
<b>Bioressurser</b>		
<b>ATC</b> - National Aquafeed Technology Centre	Under etablering/i drift	
<b>EMBRC</b> – The Norwegian Node og the European Marine Biological Resource Centre	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Klima og miljø
<b>NorBioLab</b> - Norwegian Biorefinery Laboratory	Under etablering/i drift	Miljøvennlig energi
<b>PLANKTONLAB</b> - Norwegian Center for Plankton Technology	Under etablering / i drift	
<b>NBioC</b> - Norwegian BioCentre - Norwegian Centre for Bioprocessing & Fermentation	Under etablering / i drift	Bioteknologi
<b>Bioteknologi</b>		
<b>ELIXIR.NO</b> - A Norwegian ELIXIR Node	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	Flere områder inkl. Medisin og helse og Bioressurser
<b>NALMIN</b> - Norwegian Advanced Light Microscopy Imaging Network	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Medisin og helse
<b>NAPI</b> - Network of Advanced Proteomics Infrastructure	Støtteverdig	Medisin og helse Bioressurser
<b>NCS-PM</b> - National Consortium for Sequencing and Personalized Medicine	Under etablering/i drift	Medisin og helse Bioressurser
<b>NNP</b> - The Norwegian NMR Platform	Under etablering/i drift	Flere områder inkl. Medisin og helse og Bioressurser
<b>NOR-OPENSREEN</b> - The Norwegian EU-OPENSREEN node	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Medisin og helse Bioressurser

<b>NORCRYST</b> - Norwegian Macromolecular Crystallography Consortium	Under etablering / i drift	Bioressurser
<b>e-infrastruktur</b>		
<b>E-INFRA ved UNINETT Sigma 2</b> - a national e-Infrastructure for science	Under etablering/i drift	Alle områder
<b>Humaniora</b>		
<b>ADED</b> - Archaeological Digital Excavation Documentation	Under etablering/i drift	
<b>CLARINO</b> - Common Language Resources and Technology Infrastructure	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	
<b>LIA</b> - Language Infrastructure made Accessible	Under etablering/i drift	
<b>IKT</b>		
<b>eX3</b> - Experimental Infrastructure for Exploration of Exascale Computing	Under etablering/i drift	e-infrastruktur
<b>Klima og miljø</b>		
<b>Arctic ABC</b> - Arctic Ocean ecosystems	Under etablering/i drift	
<b>COAT</b> - Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra	Under etablering/i drift	
<b>EMBRC Norway</b> - The Norwegian Node of the European Marine Biological Resource Centre	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Bioressurser
<b>ICOS</b> - Norway Integrated Carbon Observation System	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	
<b>INES</b> - Infrastructure for Norwegian Earth System modelling	Under etablering/i drift	
<b>LoVe</b> - Lofoten-Vesterålen cabled observatory	Under etablering/i drift	Bioressurser Petroleumsteknologi

<b>NMDC</b> - Norwegian Marine Data Centre	Under etablering/i drift	Bioressurser
<b>NorArgo</b> - A Norwegian Argo Infrastructure- a part of the European and global Argo Infrastructure	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	
<b>NorBOL</b> - Norwegian Barcode of Life Network	Under etablering/i drift	Bioressurser
<b>NorDataNet</b> - Norwegian Scientific Data Network	Under etablering/i drift	
<b>NORMAR</b> - Norwegian Marine Robotics Facility	Under etablering/i drift	Flere områder inkl. Bioressurser
<b>NorSOOP</b> - Norwegian Ships Of Opportunity Program for marine and atmospheric research	Under etablering/i drift	
<b>SIOS</b> - Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	
<b>Maritim teknologi</b>		
<b>MARINTEK</b> - The Marine Technology Laboratories- Required Upgrading and Developments	Under etablering/i drift	
<b>Ocean Space Field Laboratory Trondheimsfjorden</b>	Støtteverdig	Bioressurser Klima og miljø
<b>Medisin og helse</b>		
<b>Biobank Norway</b> - A national infrastructure for biobanks and biobank related activity in Norway	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	Bioteknologi
<b>EATRIS</b> - A Norwegian node for the European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	Bioteknologi
<b>HELSEREGISTRE</b> - Health Registries for Research	Under etablering/i drift	Samfunnsvitenskap
<b>NORBRAIN</b> - Norwegian brain initiative: a large-scale infrastructure for 21st century neuroscience	Under etablering/i drift	Bioteknologi



<b>NorCRIN</b> - Norwegian Clinical Research Infrastructure Network	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	
<b>NorMIT</b> - Norwegian centre for minimally invasive image guided therapy and medical technologies	Under etablering/i drift	
<b>NORMOLIM</b> - Norwegian Molecular Imaging Infrastructure	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Bioteknologi
<b>PCRN</b> - The Norwegian Primary Care Research Network	Under etablering/i drift	
<b>Miljøvennlig energi</b>		
<b>ECCSEL ERIC</b> - European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Klima og miljø
<b>ELPOWERLAB</b> - Future distribution and transmission electrical grid components lab	Under etablering/i drift	
<b>HighEFFLab</b> - National Laboratories for an Energy Efficient Industry	Under etablering/i drift	
<b>NABLA</b> - Norwegian Advanced Battery Laboratory Infrastructure	Støtteverdig	Nanoteknologi og avanserte materialer
<b>Norwegian Fuel Cell and Hydrogen Centre</b>	Under etablering/i drift	
<b>NSST</b> - Norwegian laboratory for silicon-based solar cell technology	Under etablering/i drift	Nanoteknologi og avanserte materialer
<b>OBLO</b> - NOWERI Norwegian Offshore Wind Energy Research Infrastructure	Under etablering/i drift	
<b>SmartGrid</b> - National Smart Grid Laboratory & Demonstration Platform	Under etablering/i drift	
<b>ZEB Lab</b> - Norwegian Zero Emission Building Laboratory	Under etablering/i drift	
<b>Nanoteknologi og avanserte materialer</b>		
<b>ESRF Upgrade</b> - European Synchrotron Radiation Facility	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	Bioteknologi

<b>ESS-Lund</b> - European Spallation Source	ESFRI-infrastruktur i implementeringsfasen	Bioteknologi
<b>MiMaC</b> - Norwegian Laboratory for Mineral and Materials Characterisation	Under etablering/i drift	
<b>NcNeutron</b> - Norwegian Center for Neutron Research	Under etablering/i drift	
<b>NORCELLab</b> - The Norwegian Nanocellulose Laboratory	Støtteverdig	Bioressurser
<b>NorFab</b> - Norwegian Micro- and Nanofabrication Facilities	Under etablering/i drift	
<b>NORTEM</b> - The Norwegian Centre for Transmission Electron Microscopy	Under etablering/i drift	
<b>NSST</b> - Norwegian laboratory for silicon-based solar cell technology	Under etablering/i drift	Miljøvennlig energi
<b>TENOR</b> - Thermoelectric Norway	Støtteverdig	
<b>Petroleumsteknologi</b>		
<b>Multiphase Lab (IMF)</b> - National Research Infrastructure for Multiphase Flow	Under etablering/i drift	
<b>OpenLab Drilling</b>	Under etablering/i drift	
<b>Remote Gas Research Laboratory</b>	Støtteverdig	
<b>ULLRIGG</b> - Upgrade of Ullrigg	Under etablering/i drift	
<b>Samfunnsvitenskap og velferd</b>		
<b>ACCESS</b> - Life Course Database: Upgrade and Expansion	Under etablering/i drift	
<b>CESSDA ERIC</b> - Council of European Social Science Data Archives	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	
<b>ESS-Survey</b> - Norwegian Membership and Participation in the European Social Survey	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	

<b>eVIR</b> - einfrastructure for Video Research	Under etablering/i drift	
<b>HISTREG</b> - National Historical Population Register for Norway 1800-2020 (HPR)	Under etablering/i drift	Humaniora
<b>NORDi</b> - Norwegian Open Research Data Infrastructure	Under etablering/i drift	Humaniora
<b>RAIRD</b> - Remote Access Infrastructure for Register Data	Under etablering/i drift	
<b>PSI</b> - Peace Science Infrastructure	Støtteverdig	
<b>Andre infrastrukturbehov innenfor naturvitenskap og teknologi</b>		
<b>EISCAT_3D</b> - European Next Generation Incoherent Scatter radar	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	
<b>Enabling LHC Physics at Extreme Collision Rates</b>	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	
<b>EPOS</b> - European Plate Observing System - Norway	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	
<b>ESRF Upgrade</b> - European Synchrotron Radiation Facility	ESFRI-infrastruktur i driftsfasen	Nanoteknologi og avanserte materialer Bioteknologi
<b>ESS-Lund</b> - European Spallation Source	ESFRI-prosjekt i implementeringsfasen	Nanoteknologi og avanserte materialer Bioteknologi
<b>ManuLab</b> - Norwegian Manufacturing Research Laboratory	Under etablering/i drift	Nanoteknologi og avanserte materialer
<b>NATIONAL GEOTEST SITES</b>	Under etablering/i drift	

For populærvitenskapelig presentasjon av alle veikartprosjektene se del 2 av Norsk veikart for forskningsinfrastruktur.



**Norges forskningsråd**

Drammensveien 288, 0283 Oslo  
Postboks 564, 1327 Lysaker

Telefon: +47 22 03 70 00  
Telefaks: +47 22 03 70 01  
post@forskningsradet.no  
www.forskningsradet.no

Mars 2018  
ISBN 978-82-12-03683-3 (pdf)

Design: Burson-Marsteller  
Foto forside: EISCAT radar:  
Hinrich Bäseemann,  
www.polarfoto.com,  
Småbilder: Shutterstock