

# Innspill til nytt norsk veikart for forskningsinfrastruktur

---

## *Uttalelser – høring*

Alle institusjoner som har søkt Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur om midler siden oppstart i 2009 har hatt mulighet til å gi innspill til nytt norsk veikart for forskningsinfrastruktur. Hver institusjon har blitt bedt om å levere ett samlet innspill for hvert fag-/temaområde som er relevant for institusjonen som er godt forankret i egen organisasjon.

## **KLIMA OG MILJØ**

**Dato: 03.10.2022**

# Klima og miljø

## Institusjoner som har sendt inn uttalelser

- Høgskulen på Vestlandet
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- NTNU
- OsloMet - storbyuniversitetet
- Universitetet i Tromsø
- Universitetet i Bergen
- Universitetet i Oslo
- Universitetet i Stavanger
- Meteorologisk institutt
- NIBIO
- Simula Research Laboratory
- NILU
- NIVA
- NORCE - Norwegian Research Centre AS
- NORSAR
- RISE PFI AS
- SINTEF
- Stiftelsen Nansen senter for miljø og fjernmåling (NERSC)
- FHI
- Norsk Polarinstitutt
- NVE

# Klima og miljø

Høgskulen på Vestlandet

Innspill knyttet til teknologi for miljøsensorer og trådløs undervannskommunikasjon:

Behov for å måle og overvåke miljøparametere og strukturelle belastninger ved flytende og bunnfaste havvindturbiner og olje/gass-installasjoner. Etablering av nettverk i stor skala.

Infrastrukturtiltak som støtter utvikling av sensorer, kommunikasjonssystemer, som inkluderer programvareutvikling og kunstig intelligens, er ønskelig.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

***Reduksjon av landbrukets klimagassutslipp, behov for en nasjonal plattform for GHG-emisjon fra terrestriske systemer generelt***

Landbrukets klimagassutslipp er pr dags dato ikke på kvotemarkedet, og har heller ingen andre policyinstrumenter som gjør tiltak mot klimagassutslipp lønnsomme. Forutsetningen for slike policyinstrumenter er eksperimentelle data som kvantifiserer effekten under realistiske feltbetingelser NMBU har utviklet en prototyp på felt-robot (autonom GPS-styrt vogn med «fast box teknikk» for måling av flux), og planer for et feltlaboratorium. Dette kan utvikles til en nasjonal plattform for GHG-emisjon fra terrestriske systemer generelt, og jordbruksjord spesielt. Selv om mye av forskningen gjelder de to klimagassene N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub>, så kan slike roboter også måle CO<sub>2</sub>, for eksempel for studier av karboninnlagring, nedbrytning etc.

Felt-roboter utvikles basert på erfaringer med prototypen, og vil bli lettere og mer robuste, og designet slik at de lett kan transporteres til feltforsøk andre steder enn på Campus Ås. Det er behov for:

- Nytt felt-laboratorium på NMBU for sikring av homogene forhold (drenering, jordkvalitet), og mulighet for utskifting av jord, drenering mm for å få mer homogene forhold.
- 2-3 nye feltroboter: plattformer for måling av gassfluxer mellom jord og atmosfære (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O). Disse skal betjene feltforsøk på Ås, men fordi de er transporterbare skal de også leies til feltforsøk andre steder (f.eks NIBIO).

***Infrastruktur for «En bærekraftig vannforvaltning og tilgang til rent vann og gode sanitærforhold for alle***

Bærekraftsmål nr. 6 handler om ferskvann og sanitær: "Sikre bærekraftig vannforvaltning og tilgang til vann og gode sanitærforhold for alle".

Miljødirektoratet prioriterer 8 viktige delmål med relevans for arbeidet med regionale vannforvaltningsplaner i Norge. Dårlig miljøtilstand påvirker fisk, planter og andre arter som lever i vann. Aller mest negativt er miljøgifter, langtransportert forurensing og forurensing fra landbruk og avløp. Det finnes flere steder i Norge med avansert infrastruktur for miljøovervåking. Institusjoner som eier slik

infrastruktur publiserer jevnlig rapporter om vannressurser tilstand, forurensning, utslipp av farlige kjemikalier og materialer

Derimot finnes det **ufullstendig infrastruktur for teknologiutvikling**. Dagens forskningsinfrastruktur for vann- og avløp i Norge er fragmentert og spredt på mange institusjoner (NMBU, NTNU, SINTEF, NIVA, Aquateam COWI m.fl.), med begrenset samarbeid og deling. En større nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur innen vann og avløp vil gi norske fagmiljøer en helt annen tyngde og muligheter til å samarbeide om nye teknologiske løsninger, utdanne nye forskere samt hevde seg internasjonalt.

**\* Eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle**

På campus Ås etableres for tiden bransjeinitiativet Nasjonalt senter for vanninfrastruktur, der NMBU er deleier. Senteret skal være sted for kurs/undervisning, demonstrasjoner, teknologiutprøving og anvendt forskning, med fokus på ledningsteknologi. Senteret har potensiale til å bli et samlingspunkt for relevante norske forskningsmiljøer, samt brukere av teknologien som kommer ut av forskningen.

Infrastruktur for forskning på muliggjørende teknologier og rensning prosesser innen vann og miljø, i tillegg til eksisterende miljøovervåking infrastruktur skal også dekke feltet mellom vanninfrastruktur (vann- og avløpsledninger og tilhørende infrastruktur) og renseteknologi. Dette skal stimulere nasjonale forskningskompetanser og nettverksbygging mellom FoU-miljø, kommunalsektor og teknologileverandører i næringslivet, og legge grunnlag for internasjonalt ledende forskning i vannvitenskap.

**\* Områder hvor det er spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt**

Renseteknologi for drikkevann og avløpsvann: Vil vannverkene våre kunne beskytte oss i en eventuell ny pandemi med et mer vannbårent smittestoff enn koronaviruset? Hva skjer med alle legemidlene i renseanleggene våre? Hvordan kan vi redusere energibehovet i renseprosessene som benyttes? Hvordan kan vi hente ut ressursene og næringsstoffene i avløpsvannet og gjenbruke dem? Dette er noen eksempler på utfordringer knyttet til renseteknologi. Et annet nærliggende eksempel er vannkvalitetsutfordringene i Oslofjorden og de nye kravene fra Statsforvalteren om å oppgradere avløpsrensning med nitrogenfjerningsprosesser – her er det rom for forskning og innovasjon.

*Membranteknologi.* Membranteknologi har et stort industrielt potensial innenfor vann- og miljø for humusfjerning, avsalting av sjøvann, gjenbruk av vann, som hygienisk barriere og andre moderne vannhåndteringsprosesser. Det er spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer for utvikling og funksjonalisering av membraner, forebygge og overvåke fouling, utvikling og oppskalering av prosesser. Derfor har NMBU prioritert Membransenter for bærekraftig vann som strategisk forskningsinfrastruktur i 2022 og skal utvikle det i neste årene. En slik arena finnes ikke i Norge, men er etablerte i andre land. Etablering av Membransenteret ved NMBU vil åpne døra til nye internasjonale forskningssamarbeider. Fra norsk side er

det viktig å etablere membran-relatert Living Labs for å gjøre kjernefasiliteter med avansert membranutstyr og høyt kvalifisert personell tilgjengelig for relevante brukere fra vannindustri (leverandører) og sluttbrukere (kommuner).

*Ledningsteknologi:* Norge har, i likhet med de fleste andre land, utfordringer med et vedlikeholdsetterslep på ledningsnett for vann og avløp. Dette fører bl.a. til store lekkasjer av drikkevann, utslipp av forurensning fra avløpsnett til miljøet og fare for forurensning av drikkevannet. Det er et bransjemål at nye/rehabiliterede ledninger skal ha en levetid på 100 år. For å oppnå dette målet, kreves anvendt forskning på effektive og bærekraftige løsninger for drift, rehabilitering og fornyelse av ledningsanlegg.

*Klimatilpasset overvannshåndtering:* Kombinasjonen av klimaendringer og fortetting i byene våre har ført til utfordringer med å håndtere overvann, både når det gjelder flomskader og forurensning fra overvann. Som for andre områder innen vann- og avløpsforskningen er mye av infrastrukturen geografisk og institusjonelt spredt. Når det gjelder overvannshåndtering, er det gjort mye forskning på hvordan enkelttiltak fungerer, men det gjenstår mye for å forstå hvordan mange enkelttiltak virker sammen og kan optimaliseres i større urbane områder.

NTNU

**\* *Forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område***

Forskning på klimaomstilling i byer trenger bedre analyseverktøy og forskningsinfrastruktur for å måle effekten av ulike tiltak innen energi, mobilitet, blågrønn struktur, og samspill med rurale omgivelser.

Forskning innen klima- og miljøvennlige industrielle prosesser er avgjørende for å lykkes med et grønt skifte i industrien. Her er materialvitenskap en muliggjørende teknologi, bl.a. for energikonversjon og lagring, og miljøvennlig metallproduksjon.

Forskningen på hvordan vi ivaretar natur- og kulturmiljøer krever nasjonalt koordinert utvikling av og investering i nye analyseverktøy, laboratorier, metoder og måleteknologi.

**\* *Hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle***

ZEB-laboratoriet må opprettholdes og videreutvikles for forskning knyttet til klimaomstilling av byer og byggenæringen.

Internasjonale, åpne databaser for biodiversitetsdata som The Global Biodiversity Information Facility (GBIF), og The Barcode of Life Data System via Norwegian Barcode of Life (NorBOL) er viktige. Universitetsmuseene forvalter naturvitenskapelige samlinger og Norge deltar i det felleseuropeiske Distributed System of Scientific Collections.

Nettverkene EMBRC og AQUAEXCEL jobber for bærekraftig utvikling i havområdene. Ved NTNU vil vi videreutvikle NTNU Sealab med tanke på tverrfaglig forskning på utslippsreduksjon, produksjon av bærekraftig mat og naturvern. Den

nye infrastrukturen SEAWEED gir en ny kunnskapsplattform for taredyrking, prosessering og produktutvikling for bærekraftig vekst i havbruksnæringen.

Grunnleggende materialforskning er viktig for å lykkes med grønn omstilling. NorFab, NORTEM og MiMac er avgjørende for å opprettholde Norges konkurransedyktighet innenfor nanoforskning og -teknologi som utvikler materialer på nanoskala for bruk i fornybar energi, energieffektive teknologier og bærekraftige materialer. Andre viktige nasjonale infrastrukturer på dette feltet er RECX, NABLA, TEMP og Sigma2.

Massespektrometri (MS) er en sentral teknologi for analyse av organiske forbindelser som metabolitter, lipider og forurensing. Den norske NMR plattformen NNP tilbyr moderne høyfelt NMR-spektrometere for forskere og industri. Dette støtter nasjonalt prioriterte forskningsområder, samler og løfter nasjonal ekspertise og kompetanse til å være internasjonal anerkjent.

Miljøovervåking og observasjon er en forutsetning for å forstå klima og bevare miljø. På den marine siden har eksisterende infrastrukturer som Ocean Space Field Lab med AUR-lab og UAV-lab, samt SeaBee og den nye Møre Ocean Labs viktige funksjoner.

**\* Innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt**

Urbane «living labs» vil kunne gi unike muligheter for å utvikle løsninger for sirkularitet og transformasjon av bygg, byer og infrastruktur i en realistisk kontekst.

Etablering av en moderne biobank for enkeltorganismer og miljøprøver fra terrestriske og marine omgivelser vil være viktig innenfor biologi.

Forskning på dynamiske prosesser i materialer og systemer, inkludert røntgenteknikker, in situ karakterisering via spektroskopi og avansert materialkarakterisering på atomnivå inkludert elektronmikroskopiteknikker har behov for ny og oppgradert infrastruktur. Utstyrsparken for overflateanalyse (f.eks. XPS, Auger, SIMS) må utvikles videre. Dette kan helt eller delvis skje gjennom videreutvikling av eksisterende prosjekter som RECX, NORTEM, MiMac, NNP osv. Trondheimsnoden i NORTEM er aktiv i NordTEMhub, ESTEEM3 og eDREAM som sammen vil forsøke å danne en ESFRI-fasilitet basert på avansert TEM.

Norge mangler konkurransedyktig forskningsinfrastruktur for utvikling og produksjon av avanserte materialer. Fasiliteter for *high throughput* eksperimenter og oppskalering vil muliggjøre nasjonal produksjon og være viktig for en rekke applikasjoner som elektronikk, katalyse, fornybare råmaterialer og energiproduksjon. For å for å oppnå kommersialisering av hydrogen og batterier i stor skala er det nødvendig å etablere infrastruktur for oppskalering av katalysatorsyntese og energioptimalisering av elektrokjemisk industri.

Det er ønskelig å få på plass en forskningsinfrastruktur for småsatellitter og romteknologi, som understøtter norske politiske ambisjoner om å bruke

romteknologi i forvaltningen av norske ressurser og legge til rette for en komplett industriell verdikjede for småsatellitter og tjenester.

**\* Hvilke hull kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og /eller samarbeid om/tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer**

Kartlegging og forskning på endringer i biologisk mangfold krever videreutvikling av den nasjonale infrastrukturen NorBOL og samarbeid med det internasjonale konsortiet International Barcode of Life (IBOL).

Internasjonal infrastruktur som den europeiske laboratorieinfrastrukturen for karbonfangst og lagring (ECCSEL) er sentral for å kunne nå klimamålene.

Forskernes tilgang til strålelinjer og synkrotronfasiliteter sikres best gjennom de europeiske samarbeidene Swiss-Norwegian Beamlines, European Synchrotron Radiation Facility og European Spallation Source

OsloMet -  
storbyuniversitetet

Norske forskningsmiljø er blant de fremste i verden i studier av klimasystemet, det være seg blant annet hav, kobling hav/atmosfære og aerosolers innvirkning på klimasystemet. Felles for disse er behovet for forskningsinfrastruktur i form av klimamodell-systemer og liknende. Dette er klimaforskeres laboratorium. I Europa er klimamodell-systemer anerkjent som forskningsinfrastruktur, gjennom IS-ENES project som nå er i tredje fase. Det nasjonale initiativet INES med NorESM som laboratorium er viktig å videreutvikle og vedlikeholde. Manglende finansiering til vedlikehold og utvikling av NorESM gjør at et unikt laboratorium, også i internasjonal sammenheng, vil kunne forsvinne.

UiT Norges Arktiske  
Universitet

**Innspill fra UiT til Nytt veikart for nasjonal forskningsinfrastruktur:**

**Temaområde** Klima og miljø

Dette innspillet bygger på UiTs innspill til regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning for 2023-2032 og strategiprojektet «Norge 2030». UiT sender også et annet innspill til det nye infrastrukturveikartet på temaområdet «Hav og polar» som også i stor grad dekker Klima og miljøfeltet. Det herværende innspillet har derfor et generelt og til dels terrestrisk fokus. Innspillet er strukturert mhp de fire kulepunktene spesifisert av forskningsrådet.

o forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område

Norge bør ha et særlig fokus på nordområdene i det nye veikartet. Store deler av Norge er lokalisert i nordområdene. Vår nasjon har dermed fortrinn, behov og ansvar som burde fordre at vi har både internasjonalt ledende og nasjonalt relevante forskningsinfrastrukturer innen miljø - og klimafeltet i nord. Klimaendringenes tempo i Arktis fører til raskt gjennomgripende endringer i økosystemene med store implikasjoner for biologisk mangfold, naturressurser og samfunn. Fokus på klima og miljø i nordområdene viktig fordi de raske endringsprosessene i Arktis har store globale konsekvenser.

UiT mener at de raskt økende utfordringene knyttet til effektene av klimakrisa i nord krever en ny strategi for hvordan forskningsinfrastruktur innen klima og miljøfeltet bør defineres og organiseres. Vi trenger forskningsinfrastrukturer som

fortløpende gir et best mulig vitenskapelig grunnlag for samfunnets tiltak og tilpasninger. For dette formålet bør begrepet «forskningsinfrastruktur» utvides til å omfatte observasjonssystemer som integrerer datafangst og modeller for datadrevne analyser og framskrivinger (varslinger). Slike integrerte observasjons- og analysesystemer kan gi fortløpende dokumentasjon og varsling av klimaendringenes natur - og samfunnseffekter som igjen kan forbedre forvaltning av - og tilpasningene til - hele systemer i rask endring. Inkluderes også protokoller for medvirkning av samfunnsaktører (sluttbrukermedvirkning) blir slike infrastrukturer også sektorovergrepene og gjør veien kortere og mer sømløs fra forskning til forvaltning. Det nåværende veikartet - og statuttene for tidligere FORINFRA-utlysninger - er for snevert definerte til å favne slike integrerte observasjons og analysesystemer.

Infrastrukturer for miljø - og klimafeltet har som regel manglende samsvar mellom faglig behov og finansielt brukergrunnlag fordi de ofte produserer åpne data uten kostnader for brukerne, men med betydelige driftskostnader for eierne. Spesielt er distribuerte infrastrukturer i Arktis kostbare i drift fordi de krever mye manuell arbeid under krevende forhold. Prosessering og kvalitetssikring av miljødata krever også finansiering av kvalifisert teknisk/vitenskapelig personell som i seg selv er en essensiell infrastruktur. Selv om de to siste FORINFRA-utlysningene har åpnet for basisfinansiering av drift synes ikke dette å være et prioritert område.

Underfinansiering av drift fører til at det fulle potensialet i infrastrukturinvesteringer ikke blir realisert. I noen andre land finansierer derfor forskningsråd mye av driften av forskningsinfrastruktur innen klima og miljøfeltet. Integreres fortløpende modellbaserte analyser, varslinger og brukermedvirkning i slike infrastrukturer (integrerte observasjons og analysesystemer), økes behovet for større, langsiktig driftstøtte.

o hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle

UiT ønsker å utnytte og videreutvikle de infrastrukturene som allerede er etablert innen klima – og miljøfeltet i nord. For landområdene i Arktis er COAT (Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra) en distribuert infrastruktur med formål å dokumentere og varsle effektene av klimaendringene på biologisk mangfold, naturressurser og økosystemfunksjoner i Finnmark og på Svalbard som er de delene av det norske forvaltningsområdet der klima endres raskest. I tillegg til å etablere den fysiske COAT-infrastrukturen er det i årene 2016-2022 brukt store ressurser på å utvikle metodikk/teknologi gjennom prosjektene COAT Tools (UiT-finansiert) og DAO (NFR/IKT+), samt protokoller for brukerinvolvering gjennom prosjektet SUSTAIN (NFRs økosystemsatsning). Unike forutsetningene er derfor tilstede for å drive COAT som et integrert observasjons - og analysesystem forutsatt at det kan skaffes tilstrekkelige midler til langsiktig drift.

På Svalbard utgjør COAT kjernen i den i den terrestre biosfæremodulen av SIOS og bidrar derfor også til et mer omfattende jordsystemperspektiv i denne sammenheng. Vedlikeholdelse, drift og fornyelse SIOS er viktig for Norges forskningsinnsats på miljø - og klimafeltet i høy-Arktis.



o innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt

UiT mener at det bør satses på høste større forsknings- og samfunnsmessig gevinster ved å allokere ressurser til drift, fornyelse og videreutvikling av etablert infrastruktur innen klima og miljøfeltet feltet enn å etablere ny. Utvikling av mer integrerende infrastrukturer (se ovenfor) for større direkte samfunnsrelevans vil kreve prioritering av driftsstøtte.

Store datamengder fra omfattende observasjonssystemer vil kreve forbedret infrastruktur for håndtering, standardisering, modellering, lagring og deling. Vi trenger diversitet i utvalget av modeller for å kunne adressere ulike problemstillinger og ulike formål. Modeller er viktige verktøy og infrastrukturer som kan integrere og implementere nye data for raskere forståelse av endring og konsekvenser, og ulike typer modeller er egnet til ulike formål. Modeller er en type infrastruktur som krever dedikert kompetanse og kontinuitet, og det er viktig å sikre kompetanse og kapasitet til drift.

Sirkumpolart, internasjonalt samarbeid er viktig for miljø og klimaforskningen i nordområdene. Slikt samarbeid trengs bl.a. for å gi relevante innspill til Arktisk råd – særlig arbeidsgruppene AMAP og CAFF. Disse arbeidsgruppene har utviklet planer for utvikling og harmonisering av nasjonale observasjonssystemer for at de skal gi bedre grunnlag for sirkumpolare forskningssynteser, statusvurderinger og forvaltningsplaner. Norge bør ha ambisjon om ha en ledende rolle i dette arbeidet gjennom større satsning på relevante forskningsinfrastrukturer i våre nordområder.

o hvilke hull kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og /eller samarbeid om/tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer

Forskningsinfrastruktur er i stor grad preget av tradisjonelle mål knyttet til vitenskapelig publisering. I klima- og økokrisenes tidsalder bør forskningsinfrastruktur nå utvikles for i større grad gi fortløpende kunnskap for direkte anvendelse på tvers av sektorer og for ulike formål for samfunnet (forvaltning, næringer). Infrastrukturer som integrer datafangst og fortløpende formidling av datadrevne analyser og framskrivinger av systemendringer, gir grunnlag for rask anvendelse. Værvarslingssystemer er et enestående, vellykket eksempel på denne type infrastruktur som bør kunne tjene som en modell for andre anvendelser innen miljøfeltet – f. eks. økosystembasert forvaltning. Denne type infrastrukturer vil kunne kreve større deltakelse og samarbeid på kryss av disipliner/kompetanse enn det som har vært vanlig i etablering og drift av forskningsinfrastruktur. Særlig gjelder dette hvis protokoller brukerinvolvering innlemmes som en komponent i infrastrukturen.

Klima og miljøforskning er sektor og disiplinovergrepene. Samarbeid vil kreve løsninger som fungerer på tvers av etablerte systemer og kunnskapsoverføring på tvers av fagområder. Klima og miljø har problemstillinger som inkluderer Hav og polar, og dermed overlappende behov og utfordringer. UiT mener det er behov for å tenke helhetlig rundt anskaffelse, drift og vedlikehold av arktisk forskningsinfrastruktur innen klima og miljøfeltet.

## Innledning

- UiB mener at forskningsinfrastruktur av høy kvalitet i bredden av fag er helt avgjørende for god forskning. Det er derfor viktig å beholde en ambisiøs opptrappingsplan for forskningsinfrastruktur.
- Norge har fremragende klimaforskningsmiljøer med Bjerknesenteret som et nasjonalt kraftsenter og videre oppgradering av forskningsinfrastruktur er av kritisk prioritet, spesielt med hensyn til å forstå risikoene som utgjøres av klimaendringer. UiB mener at slik infrastruktur bør være nasjonal og koordinert med viktige klimaforskningsinstitusjoner internasjonalt.
- UiB mener at store, permanente satsinger, som den nasjonale infrastrukturen for den norske klimamodellen (INES) og SIGMA2, bør finansieres løpende over statsbudsjettet. UiB mener det lite formålstjenlig at investering og drift av slike infrastrukturer er konkurranseutsatt på samme måte som prosjekter som avvender denne infrastrukturen. Det bør løpende vurderes om andre infrastrukturer som også betraktes som nasjonale og almene bør løftes ut av konkurransearenaen.

### **FARLAB og EARTHLAB må oppgraderes**

Earth Surface Sediment Laboratory (EARTHLAB) må videreutvikles i en nasjonal infrastruktur for å unngå fragmentering av eksisterende miljø. De nasjonale samarbeidspartnere i Bjerknessenteret for klimaforskning (BCCR) har bygget et verdensledende klimaforskningsmiljø som allerede har bidratt til nye tverrfaglige kompetansesentre som Centre for Early Sapiens Behaviour (SapienCE). De nasjonale infrastrukturene FARLAB og EARTHLAB skaper avgjørende synergistisk forbindelse mellom klima- og miljøforskning (i hav, land, kryosfæren og været). Ved hjelp av disse infrastrukturene har norske forskere stadig produsert et stort antall topppublikasjoner (i natur og vitenskap) det siste tiåret – og har blitt fremhevet som ledende og sentrale infrastrukturer i de nyeste evalueringene av både nasjonal forskning og marin forskning ved UiB. Videreutvikling av disse infrastrukturene er avgjørende for at Norge fortsatt skal være ledende innen klimaforskning og for fortsatt konkurranseevne i eliten av klimarelaterte forskningsentre (f.eks. BCCR, Sapiens). FARLAB og EARTHLAB må føres opp som prioriteringer i veikart for utvikling og fornyelse

### **Plankton overvåking**

Marin overvåking er viktig nasjonalt og internasjonalt. I dag er det i hovedsak kjemiske og fysiske parametere som overvåkes (se f.eks <https://sfismartoccean.no/>), den eneste biologiske er klorofyll. Havforskningsinstituttet har noen faste overvåkningsstasjoner langs kysten og gir ukentlige og månedlige oppdateringer om giftige/skadelige arter (<https://algestatus.hi.no/>). Dette er ikke godt nok for framtidig miljøovervåking med tanke klimaendringer, biodiversitet, akvakultur og dyrking av havet. Skal det innhentes data med større oppløsning i tid og rom som er relevant for forskning på klima og miljø, samt for overvåking og tidlig varsling (giftig alger, fremmede arter) må automatiske og autonome systemer samt molekylære metoder anvendes.

Instrumenter som kontinuerlig tar bilder av og kvantifiserer enkeltorganismer in situ (fra små mikroalger (< 10µm) til zooplankton (>1mm)) er nå etablert teknologi. Data fra disse kan analyseres med bildeanalyse og kunstig intelligens og gi

kontinuerlig informasjon om antall og artssammensetting i planktonsamfunnet. Sammen med et nasjonalt nettverk for rutinemessig innhenting opparbeiding og analyse av eDNA (environmental DNA) fra stasjoner langs hele kysten, Svalbard og Nordsjøen så vil dette gi baseline data om forekomst, variasjon og biodiversitet i norske farvann. Sammen med data fra oseanografiske målestasjoner (kjemiske og fysiske målinger), satellitt data og modellering kan dette utvikles til reelle planktonvarsler for kysten. Dette vil være en forlengelse av EMBRC nettverket European Marine Omics Biodiversity Observation Network (EMO BON) som UIB og UIT allerede deltar i via EMBRC\_Norway.

For å etablere et nettverk for planktonovervåking langs kysten og i havet kreves en forskningsinfrastruktur for utvikling og implementering av ny måleteknologi, dataanalyse og validering. Nasjonal kompetanse til å bygge en slik forskningsinfrastruktur finnes ved universitetene, HI, NORCE, NIVA og NERSC, samt ved en rekke teknologi firma, f.eks. SIMRAD, AANDERAA, SAIV og MOBAI. Internasjonale partnere vil i første omgang kunne være Finmari (<https://www.finmari-infrastructure.fi/>), IFREMER (<https://www.ifremer.fr/en/>) og EMBRC (<https://www.embrc.eu/>).

En slik infrastruktur er relevant både for hav og polar og for klima og miljø.

**Forbedret infrastruktur rundt objektene i Universitetsmuseets vitenskapelige samlinger** vil øke verdien og bruken av samlingene og være en viktig ressurs for å forstå de problemer vi står overfor når vi skal løse klima- og naturkrisen, samt hvordan mennesker tidligere har forholdt seg til klimaendringer og teknologiske nyvinninger. Forbedret kunnskap om dette, inkludert artsmangfold er helt nødvendig for å opprettholde fungerende økosystemer i fremtiden. Museenes samlinger er i seg selv et viktig arkiv over biodiversitetsdata og kulturarv, som både dagens situasjon og forhistoriske situasjoner, og tilbyr unike tidsserier bakover i historien innen kultur- og naturhistorie. Per i dag ligger det et stort uutnyttet potensial i museenes samlinger. Satsing på forskningsinfrastrukturer som fører til økt utnyttelse, forbedret tilgang og flere brukergrupper gjør at en kan produsere nye typer data fra museumssamlinger. Dette vil være et viktig datagrunnlag for mange typer forskning på kulturelt og biologisk mangfold, som f.eks. bosetningshistorie, økologi, taksonomi mm., både i fortid og nåtid.

Datainfrastrukturer for deling av biodiversitetsdata, som f.eks. DNA-sekvensdata, utbredelsesinformasjon mm, på nett. Viktige infrastrukturer er «the Global Biodiversity Facility» (GBiF), Artsdatabankens nett-tjenester, særlig Artskart, og Norwegian Barcode of Life (NorBOL).

Den nasjonale samlingsdatabasen for Universitetsmuseenes vitenskapelige samlinger som tidligere het MUSIT og nå Unimus er grunnleggende for museenes samlingsforvaltning og deling av data utad. På nåværende tidspunkt er det uklart hvilken plattform de naturhistoriske samlingene velger å gå videre med, men at det nasjonale samarbeidet rundt museums-IT og samlingsforvaltning blir opprettholdt er av stor betydning.

Riksarkivets digitale tilgjengeliggjøring av gammel litteratur (arkivverket) er viktig for forskningen ved museene.

## **1. Hva er «forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område»**

For å definere behov innenfor strategisk prioriterte områder er det viktig først å peke på hva UiO anser som prioriterte områder under paraplyen «Klima og miljø». Sentralt her står UiOs nylig vedtatte strategi for området: Helhetlig klima og miljøstrategi. Det overordnede målet for forskningsdelen av denne er å «minske barrierer for og styrke tverrfaglig forskning og samarbeid innen klima, miljø og bærekraft» og at «UiO skal gi bidrag av høy vitenskapelig kvalitet til kunnskapsgrunnlaget knyttet til klima- og miljøutfordringer i bred forstand, både disiplinært og i økende grad også tverrfaglig». Selv om «Klima og miljø» omfatter mange ulike disipliner, så er biologi og livsvitenskap områder som klart faller inn under dette området. Livsvitenskap er et strategisk prioritert område ved UiO. Derfor er UiOs egen tverrfakultær esatsing UiO:livsvitenskap relevant også her.

Når det gjelder infrastruktur på dette området så krever forskning innen "Klima og miljø" infrastruktur som gjør det mulig å oppdage endringer i ulike terrestriske, marine og atmosfæriske miljøer og måle virkningen av menneskelige aktiviteter på disse miljøene. Denne forskningen krever nasjonal infrastruktur for felt aktivitet så vel som laboratorier, som igjen er avhengig av tilstrekkelig beregnings- og datalagringskapasitet (e-infrastruktur) og kompetanse innen beregningsvitenskap og maskinlæring.

*I tillegg vil vi peke på enkelte mer spissede prioriterte områder basert på innhentede innspill fra enhetene.*

- o Klima- og miljøforskning inkluderer havområder (marine miljøer) og terrestriske systemer, hvor polarforskning inngår i begge de forannevnte.
- o Klimatiske endringer og menneskelig påvirkning vil medføre at nye arter som annekterer områder i Norge (eller som forsvinner), og vi vil få nye zoonotiske sykdommer. Utvikling av beredskap mot slike sykdommer vil gi beredskapssituasjoner hvor samordning med helse-institusjonene er avgjørende. Biodiversitets-genomikk er like relevant innenfor infrastruktur for Hav og Polar – og Mat og Helse. Plattformen har fått over 100 mill NOK fra NFR siden oppstart.
- o Norsk matproduksjon utfordres av vær og klimatiske endringer og forskningsbaserte studier er nødvendig for å sikre tilgang og kvalitet. Slik kunnskap vinnes ved studier av planters genomer (genomikk) korrelert med deres egenskaper (fenomikk), og ettersom et økende antall genomer har blitt tilgjengelige er automatisert høyoppløselig plantefenotyping et internasjonalt prioritert satsningsområde.
- o Innen disse tematiske områdene er det viktig å ha infrastruktur som bidrar med analysekapasitet og tungregning for samfunnsvitenskapelig klimaforskning. Dessuten er databaser, internasjonalt samarbeid og samarbeid mellom samfunnsvitere og naturvitere viktig. I veikartet står det at «ny teknologi og metoder for innsamling av samfunnsvitenskapelige data (vil) være viktig for å forstå utviklingstrekk og utfordringer ...». Her må Forskningsrådet være mye mer offensivt enn denne formuleringen tyder på. Nå ser det ut som hensynet til samfunnsvitenskapelig forskning kun er en liten ettertanke etter en lang utlegging

om verdien av naturvitenskapelig forskning. Vi er redd for at dette problemet også preger områder som Hav og polar og Energi, og kanskje enda flere. Dette minner om utkastene til porteføljestrategier som UiO hadde på høring for en tid tilbake. Her påpekte UiO i sine høringssvar en rekke ganger at humsam-perspektivene må behandles som sentrale, og ikke bare som små og uforpliktende tillegg til tekstene.

- o Klima og miljø er forskningsområder av vesentlig relevans for å møte dagens globale og samfunnsmessige utfordringer som f.eks. klimaendringer og tap av biologisk mangfold. Dette tematiske området har vist det avgjørende behovet for å samle data for å oppdage, analysere, forutsi, administrere og dempe effektene av disse destruktive prosessene. IPCC- og IPBES-rapportene er et eksempel på hvordan globale forskningsinfrastrukturer som muliggjør analyse av globale data ved hjelp av FAIR-datastandarder.

## **2. Hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle?**

Materialer fra felt behandles ved hjelp av topp moderne instrumenter som involverer ulike disipliner innen geokjemi, materialvitenskap, genomikk, miljøbiologi og kjemi (f.eks. DNA-analyse, isotopkjemi, nanopartikler og mineralkarakterisering). Noen av disse plattformene kan også brukes til å vurdere effektene av globale endringer på menneskers helse, og til å karakterisere og utvikle nye materialer som er nødvendige for overgangen til bærekraftig energiforsyning og materialproduksjon med et drastisk redusert karbonavtrykk. Det mangler for tiden f. eks. et anlegg for nanoskala karakterisering (i.e. focused ion beam) av kritiske råstoffer, både for miljøstudier og karakterisering av nye materialer i Oslo-regionen.

*I tillegg vil vi peke på enkelte mer spesifikke infrastrukturer som er av stor verdi for UiO innenfor «Klima og miljø» basert på innhentede innspill fra enhetene.*

- o Norge har en rekke forskningsstasjoner som geografisk spenner fra helt sør i Norge til Polare strøk. Samlet har disse stasjonene en stor faglig bredde og unik spisskompetanse. Disse har alle sin egenart, men også overlappende forskningsaktivitet innen ressurs spørsmål, klima og miljø. Det er et stort potensial ved at disse stasjonene samordnes og at det bygges opp komplementær aktivitet. Dette vil kunne gi en mye mer effektiv bruk av stasjonene, både til forskning og utdanning og gjelder også forskningsfartøy. Samtidig som stasjonene vil kunne etablere effektiv bruk av infrastruktur ved arbeidsdeling vil dette også gi mulighet for at stasjonene tilbyr parallelle eller overlappende tjenester. Det er stort behov for etablering av samordnede målestasjoner og sensor-nettverk som overvåker økosystemene i sanntid slik at abrupte endringer kan varsles og forskningsprogrammer kan tilpasses. Smelting av permafrost og isbreer, hyppigere ekstremvær, og endring i biogeokjemiske kretsløp er eksempler på samfunnsrelevante forskningsfelt med slike behov. Slik infrastruktur krever en tett integrasjon av datastrømmen fra feltmålingene — i kombinasjon med fjernmåling — med de relevante modellene. Ved UiO finns det stort support fra dScience og Geo.

- o ESFRI-infrastrukturer som DiSSCo, LifeWatch, Elixir, eLTER samt den globale infrastrukturen GBIF er av stor verdi å vedlikeholde og utvikle fra et norsk

perspektiv. I tillegg er nasjonale partnerskapsinfrastrukturer i BIOSCAN og BGE viktige å etablere og utvikle. Forskningsinfrastrukturer som muliggjør forskning på klima, miljø og biologisk mangfold er viktig for Norge å etablere for å opprettholde vår rolle som en stor internasjonal aktør i FNs FCCC og FNs CBD.

### **3. Innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt?**

Norge mangler infrastruktur for felt; med stasjoner og sensornettverk som overvåker ulike økosystemer i sanntid. Slike infrastrukturer er nødvendige for å registrere og identifisere gradvise endringer som kan gå foran ekstreme hendelser som tining av permafrost, smelting av isbreer, skred og steinfall, snøskred, ekstreme værhendelser eller omfanget av forurensning. Disse hendelsene har viktige konsekvenser for vannressurser, vegetasjon, geofarar, bruk og resirkulering av kritiske råstoffer og biogeokjemiske kretsløp. Plattformene krever også en tett integrasjon av feltmålinger – i kombinasjon med fjernmåling – med relevante numeriske modeller og verktøy for data-utvinning.

UiO har nylig frontet flere søknader om å etablere nye nasjonale infrastrukturer som er relevante for området «Klima og miljø». Blant disse er:

- o PheNo - Norwegian Plant Phenotyping Platform (NMBU vert)

- ☐ En nasjonal plattform for multiskala plantefenotyping (automatisert beskrivelse av planters egenskaper og form, innhold og biokjemiske karakterer) vil sikre kunnskap omkring avl, tilpasninger til klimatiske endringer og bærekraftige endringer av teknologiutfordringer i landbruket. En Norsk plattform for plantefenotyping vil også komplementere, og interagere med den europeiske infrastruktur-plattformen for multiskala plantefenomikk (EMPHASIS; European Infrastructure for multi-scale Plant Phenomics and Simulation for food security in a changing climate). Dette vil være avgjørende for å forstå hvordan unike norske klimatiske forhold påvirker planters tilpasninger og produksjonsevne.

- o CEBIGEN - Centre for Biodiversity Genomics (UiO vert)

- ☐ CEBIGEN er en nasjonal infrastruktur for biodiversitets-genomikk som vil levere genom-sekvensering og bioinformatisk analyse på ikke-humant materiale. Biodiversitets-genomikk infrastruktur vil kunne inkludere økologi/evolusjon, forvaltning, overvåkning, klimaforskning og effekter av klimaendring i Norge (men også internasjonalt). For effektivt å kunne bruke DNA verktøy til miljøovervåkning trengs det fullstendige oversikt over genomene, og deres dynamikk, til så mange arter, som spenner hele livets tre, som mulig. Dette er en forutsetning for å kunne bruke metagenomikk, eDNA (environmental DNA), utvikle spesifikke markører for gitte arter i gitte områder. Genominformasjon er også nødvendig for populasjonsgenetiske studier (populasjonsgenomikk). Det kan være naturlig at en nasjonal infrastruktur også benytter for eksempel Geo/isotopanalyser.

- o LABFISH Norwegian Bioscreening Platform for Laboratory Fish (NMBU vert)

- o NORBINA - Norwegian Biobank for Nature (UiO, NHM vert)



☒ Bruk av genetiske ressurser er allestedsnærværende i moderne biologisk forskning, og det er et presserende behov for å implementere FAIR-prinsippene for arkivering av biologisk materiale. Det foreslås en nasjonal infrastruktur for moderne biobanking av biodiversitetsprøver, som gjør prøver og tilhørende data åpent tilgjengelige for biologisk forskning. NORBINA skal utvikle standarder, protokoller og avtaler for prøvetaking, lagring, analyse og deling av prøver og metadata. Hovedleveransen omfatter en søkbar database tilgjengelig for både nasjonale og internasjonale forskere. Toppmoderne biobanking og deling av felles biologiske ressurser vil omfatte både Én helse-perspektivet og FNs bærekraftige utviklingsmål, og dermed tilby tjenester som er relevante både for vitenskapen og samfunnet.

#### **4. Hvilke hull kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og /eller samarbeid om/tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer**

Norsk infrastruktur er nøkkelen til å ta en ledende rolle i European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI, men også vesentlig for deltakelse i større europeiske konsortier, f.eks. EXCITE-nettverket innen mikroskopi (EU INFRAIA call, 2021) og Biodiversity Genomics Europe (Horizon-CL6-2021). Norsk infrastruktur kan også være sentral for å tilby komplementære tjenester, som for eksempel klargjøring av prøver for analyse i store fasiliteter der Norge er medlem, som European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) og European Spallation Source (ESS). ESFRI-infrastrukturer som DiSSCo, LifeWatch, Elixir, eLTER samt den globale infrastrukturen GBIF er av stor verdi å vedlikeholde og utvikle gjennom Forskningsrådets satsing på nasjonal infrastruktur.

Universitetet i Sørøst-Norge / på veien av Viserektor for forskning, innovasjon og internasjonalisering

Energiproduksjon er en klimamessig utfordring hvis løsningene krever nye måter å utvinne og lagre energi på. Dette kan være ny teknologi eller teknologi som forbedrer pålitelig og kostnadseffektiv drift av allerede miljøvennlige anlegg. Nanostrukturerte materialer kan bidra til utvikling av mer effektive fotovoltaiske kilder alene eller i kombinasjon med elektrokjemiske prosesser som kan utvinne hydrokarboner fra CO<sub>2</sub> som gir muligheter til en kombinasjon med karbonfangst som en ny og ettertraktet funksjonalitet. Videre kan en se for seg energiutvinning/generering/konvertering fra miljøet, f.eks. proteiner og mikrobiologi brukt i elektrokjemiske, biokjemiske prosesser, og hvor slike biologiske komponenter er utvunnet fra naturen og satt inn i - eller dyrket inne i en syntetisk menneskeskapt konstruksjon/enhet. Overvåking av miljøet med slike sensor-baserte systemer er også av stor interesse.

For å kunne utvikle denne type teknologi er det nødvendig med tilgjengelige renromsfasiliteter for mikro- og nanofabrikasjon med tilhørende avanserte karakteriseringsmuligheter. Videre trengs utstyr som kan ekstrahere/dyrke biokomponenter, identifisere biokomponenter og plassere dem med stor nøyaktighet i mikrosystemer eller større strukturer. Videre trengs infrastruktur til drift og plassering av dette utstyret.

Norfab er en nasjonal forskningsinfrastruktur for mikro- og nanofabrikasjon og består av MST-Lab i Horten, UiO og Sintef MiNaLab i Oslo og NTNU Nanolab i Trondheim. Den tilbyr *state-of-the-art* laboratorier for norske forskere uavhengig av institusjons- eller firmatilhørighet. Det er viktig at Norfab opprettholdes og

videreutvikles som en sentral infrastruktur for å støtte både akademisk forskning, innovasjon og kommersiell aktivitet innen området. Det er allerede kommet kommersialiseringer basert på forskning muliggjort av denne typen infrastrukturer, f.eks. det nystartede Salico AS. Videre har man bedrifter som har benyttet seg flittig av infrastrukturen i utvikling av egne produkter som og ikke minst rekruttert personale som har utdanninger basert på infrastrukturen.

Det er et gap mellom tilgjengelighet på fotolitografi-basert mikro- og nanofabrikasjon og mer tradisjonelle fabrikkmetoder som CNC-maskinering, polymerisering og støping. De siste årenes utvikling på det siste har frembrakt state-of-the-art utgaver av denne type utstyr som kan nå ned i mikroskala og som er spesielt godt egnet fremstilling av komponenter for bioMEMS. Disse danner et bindeledd mellom mikro og nanovolumetriske strukturer i silisium, glass og plast med tradisjonelt maskinerte eller injeksjonsstøpte holdere der de mikrofabrikerte strukturer plasseres slik at teknologien blir håndterbar og tilgjengelig for bruk i et miljø utenfor laben. Det er derfor viktig å få tilgang til slik funksjonalitet dersom man ønsker å kommersialisere forskningen, enten ved etablering av ny infrastruktur eller i tilknytning til noder i eksisterende infrastruktur med komplementær utstyrsark for lignende problemstillinger.

Et alternativ til å etablere ny infrastruktur er og bygge ut eksisterende strukturer i denne retningen.

Flere fakultet ved UiS:  
Tek.nat. fakultet, Det  
samfunnsvitenskapelige  
fakultet, Arkeologisk  
museum.

*Forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område*

“Grønn omstilling” er et strategisk prioritert område for UiS. I dette ligger det eksplisitt hensyntagen til klima og miljø. Både innen kjemiske og biologiske analyser vil det i mange tilfeller være viktig å raskt analysere prøven etter behandling/reaksjon, og da kan den ikke fraktes til infrastruktur som ligger langt unna. Det er derfor viktig å både ha tilgang på infrastruktur lokalt, men gjerne som en node av de nasjonale plattformene hvor man har hovedtyngden av instrumentparken på et bestemt sted.

Videre vil aspekter knyttet til undergrunnsforståelse herunder geofarer, vannforsyning og forurensning – være viktige utfordringer. Tradisjonelt har borekjerneprøver vært viktige for forskning innenfor dette feltet, men i økende grad er integrering av geofysiske metoder blitt mer betydningsfulle. Infrastruktur knyttet til geofysisk karakterisering og overvåking vurderes som områder med behov for forskningsinfrastruktur (analyse / karakteriserings-plattformer)

*Hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt*



Rask utvikling innen autonom instrumentering (også basert på teknologi overført fra oljeindustrien) er fundamentalt viktig for forskningen innenfor dette området, Her vil geofysiske metoder kombinert med autonomt utstyr øke effektivitet og forståelse, dekke større områder og redusere fysiske inngrep i form av boring. Dette gir grunnlag for mindre usikkerhet og bedre beslutningsgrunnlag. Dette gjelder også tilsvarende overvåkingsutstyr for miljøaspekter knyttet til eksempelvis gass-lagring, tung-mineraler og mikroplast i et "One-Health"-perspektiv. En etablering av en ny nasjonal infrastruktur, gjerne tverrfaglig og distribuert, knyttet til disse aspektene, ansees som viktig.

#### Meteorologisk institutt

Klimaforskningen er avhengig av både kontinuerlige observasjoner/målinger av vær/klima/jordsystem, state-of-the-art jordsystemmodeller som kobler de ulike sfærer og infrastruktur for tungregning. Observasjonene er kjernen i klima og miljøforskning. Observasjonsgrunnlaget sikres både gjennom operasjonelle observasjonssystemer for overvåkning, varsling og forvaltning (avsnitt under om samspill mellom forskningsinfrastruktur og operasjonell infrastruktur) og gjennom dedikerte programmer og observasjonssystemer. Eksempler på vellykket forskningsinfrastruktur med fokus på observasjonssystemer er SIOS og COAT. For å kunne ta ut maksimal samfunnsnytte av observasjoner og data fra ulike kilder og sikre gjenbruk av observasjoner fra forskningsprosjekter er det helt avgjørende med en koordinert dataforvaltning, inkludert tilgjengeliggjøring (se kommentarer om FAIR datahåndtering under tema Datainfrastruktur og IKT). I tillegg krever analyse av både observasjoner og modelldata gode spesialtilpassede numeriske verktøy.

Behovet for tungregning er i Norge for en stor del løst gjennom Sigma2, men krever kontinuerlig oppmerksomhet for å sikre kapasitet og kompetanse. Den norske jordsystemmodellen NorESM er sentral på modellsiden. Det er avgjørende at NorESM opprettholdes og videreutvikles for å 1) oppdatere kunnskap om klimasystemet og 2) gi nødvendig input til klimatjenester og planer for tilpasninger.

#### **Generelt om samspill mellom forskningsinfrastruktur og operasjonell infrastruktur i samfunnsnære disipliner**

Det er gode eksempler på forskningsinfrastruktur og operasjonell infrastruktur er sammenfallende eller i overlappende i klinisk medisin, der f.eks. MR- og CT-maskiner på universitetssykehusene brukes ofte både i forskning og i klinisk behandling, og forskningen er tett knyttet til behandling.

Det er kanskje mindre kjent at en tilsvarende tankegang kan og bør gjøres gjeldende innenfor meteorologi, oseanografi, hydrologi og biogeokjemiske kretsløp. Omfattende operasjonelle tjenester er knyttet til disse fagområdene og gjerne i regi av statlige institusjoner. F.eks. er numerisk værvarsling basert på en omfattende observasjons- og modellinfrastruktur som utgjør grunnlaget for

fortløpende operasjonelle værvarslingstjenester som er brukerinformerte og i stor grad forskningsdrevet. Erfaringene som vinnes gjennom tjenestene som ytes utgjør en betydelig ressurs som bidrar til å bestemme retningen videre i forskningen, som igjen kan bestemme utviklingen i tjenestene. Det er av stor betydning at den operasjonelle infrastrukturen og forskningsinfrastrukturen er ganske overlappende.

Hvis det etableres ny forskningsinfrastruktur f.eks. i meteorologi som ikke er godt avstemt med eksisterende operasjonell infrastruktur, så er det risiko for at den bare i begrenset og kanskje tilfeldig grad bidrar til å forsterke den operasjonelle evnen. En betydelig kostnadseffektivitet, innovasjonsevne, samfunnsnytte og langsiktighet for forskningsinfrastrukturen kan da gå tapt selv om forskningsinfrastrukturen isolert sett fører til vitenskapelige publikasjoner.

Hvis det for eksempel etableres en forskningsinfrastruktur på vindkraft og den ikke kobles til den beste aktuelle operasjonelle meteorologiske infrastrukturen, så er det mye som tyder på at avkastningen av investeringen blir mindre enn den kunne ha blitt, ikke minst på litt sikt i og med at operasjonelle infrastrukturer av stor samfunnsbetydning er av varig karakter og er i kontinuerlig utvikling.

Lignende argumentasjon og eksempler kan gjøres gjeldende innenfor oseanografi, hydrologi, biogeokjemiske kretsløp og for andre deler av jordsystemet (kryosfæren, terrestriske økosystemer).

NIBIO

Temaområdet inkluderer de tidligere satsningsområdene *Bioressurser og Klima og Miljø*.

NIBIO støtter nåværende prioriteringer i områdestrategien *Klima og miljø* med følgende to bemerkninger:

- Klima-temaet bør ved siden av økt forståelse av klimasystemer (nåværende prioritering i veikartet) utvides til å også inkludere klima-effekter, klima-tilpasninger og klima-risiko.
- Gjeldende strategi for *Klima og miljø* viser for øvrig til viktigheten av å videreføre unike, lange tidsserier. TOV-programmet for terrestrisk naturovervåking som ble startet på midten av 80-tallet ble f.eks. nylig bestemt avvirket og skal erstattes med et nytt overvåkingsprogram. NIBIO vil påpeke at vi med en slik endring vil miste et av de aller beste datasettene vi har for terrestrisk naturovervåking i skog, hvor det vises betydelig endringer i karplantefloraen i urørt natur, noe som er relevant for tolkning av effekter av IPCC og IPBES utfordringene vi står overfor. NIBIO vil med dette eksempelet påpeke verdien av å opprettholde langvarige dataserier og overvåkingsprogrammer generelt, da de må betraktes som forskningsmessig infrastruktur av betydning.

Simula Research Laboratory

Matematisk modellering av klimaendringer, værsystemer og andre miljømessige responser på endringer i global og regional forvaltning av planeten er svært ressurskrevende. Dette krever tilgang til og tilretteleggelse av forskningsinfrastrukturer for tungregning og effektiv håndtering av store mengder av komplekse data, slik det er beskrevet under temaet *Datainfrastruktur og IKT*. Samtidig bør slike infrastrukturer være energieffektive og basert på «grønne produksjonsprinsipper» for selv å gi minst mulig klimafotavtrykk. Den

internasjonale satsingen på infrastrukturer for disse formålene illustreres godt av EUs satsing på digitale tvillinger av kloden – Destination Earth – som utvikles for å observere og forutse interaksjonen mellom naturfenomen og menneskelig aktivitet, spesielt med henblikk på klimaendringer.

I en digitalisert verden fylt av data med høyst varierende kvalitet og relevans, er det enkelt å ukritisk kjøre tunge beregninger på energikrevende HPC-systemer som rett og slett ikke kan gi ny innsikt i de problemstillingene man adresserer. Dette er et generelt problem som ikke er spesielt knyttet til klima og miljø. Likevel innebærer *unødvendig* storskala dataprosessering en negativ miljøeffekt, og det er derfor betimelig å minne om at energikrevende infrastrukturer bør brukes bevisst og smart. Infrastrukturene bør derfor utvikle og promotere arbeidsflyter som understøtter føre-var prinsipper.

#### NILU

NILU – Norsk institutt for luftforskning anvender flere former for forskningsinfrastruktur for å adressere sitt samfunnsoppdrag. Mest vesentlig omfatter dette infrastruktur relatert til bestemmelse av nivåer av forurensning i atmosfæren, enten i form av avanserte observatorier/instrumenter i felt, databaser og systemer for kvalitetssikring av forskningsdata samt avanserte kjemiske laboratorier/instrumentering. Under Forskningsrådets satsing på Infrastruktur har NILU deltatt i flere prosjekter (EBAS-Online, ICOS og ICOS-2, SIOS, ToNE, ACTRIS-Norge, INES og Nordatanet). Dette har vært og er svært viktige prosjekter hvor vi har kunnet utvikle nye tjenester og data for atmosfæreforskning. Vi vil spesielt trekke frem viktigheten av å delta i prosjekter som inngår i ESFRI (i vårt tilfelle ICOS og ACTRIS), da disse gir en strategisk svært viktig kobling til forskning i regi av EU Horizon Europe. I ACTRIS er i tillegg NILU svært sentral som vert av ACTRIS Data Centre, noe som har resultert i betydelig deltakelse i EU-prosjekter, for eksempel under European Open Science Cloud. NILU anbefaler derfor sterkt at det nye veikartet legger stor vekt på å videreføre og styrke initiativer under ESFRI der norske aktører spiller en viktig rolle. ICOS og ACTRIS har begge det til felles at de gir samarbeid og deltakelse i et stort internasjonalt nettverk av forskere, hvor fri deling av data direkte støtter arbeidet med sentrale og viktige problemstillinger knyttet til samfunnsutfordringene NILU står ovenfor (og spesifikt forvaltningen av karbonsyklus og kortlevde klimadrivere). For at forskningsinfrastrukturene skal møte stadig nye krav til videre utvikling og sikre at tidligere investeringer når sitt fulle potensiale, mener NILU det er avgjørende at det allokeres tilstrekkelige midler til at eksisterende forskningsinfrastrukturer kan forbli konkurransedyktige og være posisjonert til å utvikles videre mot fremtidens behov. NILU mener derfor at ambisjonene om å etablere nye infrastrukturer bør reduseres noe til fordel for å støtte videreutviklingen av de eksisterende. Videre mener NILU at prioritet bør gis til internasjonale initiativer under ESFRI når det gjelder nye etableringer.

NILU mener at laboratorieinfrastruktur for avansert miljøgiftsforskning er nødvendig for å videreutvikle norsk forskning på dette feltet og både institutt- og

universitetssektoren har etablert moderne laboratorier for dette formålet. Det er viktig at dette ytterligere styrkes og det er behov for bedre nasjonal koordinering mellom de ulike aktørene for å sikre hensiktsmessig oppbygging, drift og tilgang på nasjonalt nivå. I tillegg til laboratorieinfrastruktur er det et stort behov for å utvikle og etablere nasjonalt tilgjengelig e-infrastruktur for å støtte opp om dataprosessering, data-lagring og data-delning fra forskningsinfrastrukturen. Denne utviklingen må sees i sammenheng med og gjøres kompatibel med pågående europeisk utvikling som pågår i regi av det europeiske forskningsnettverket Normann og ESFRI-initiativet EIRENE. Norge har en internasjonalt ledende posisjon innen forskning på miljøgifter og utnytter dette aktivt ved å bidra med ny kunnskap om kjemiske forbindelser som bør reguleres til internasjonale regulatoriske organisasjoner. Laboratorieinfrastruktur og e-infrastruktur vil bidra til å opprettholde og styrke den posisjonen Norge har opparbeidet på dette feltet.

NILU mener det er stort behov for bedre kunnskap om hvordan luftforurensning i urbane områder påvirker befolkningens helse. Målinger som foretas i urbane områder i Norge og i Europa er i stor grad knyttet opp mot krav i EUs luftkvalitetsdirektiv og dette gir i liten grad informasjon som er relevant for helseforskning eller som kan gi bedre forståelse av kildebidrag fra urbane områder og hvordan dette endrer seg over tid. Etablering av et byobservatorium/urban supersite i Norge vil sikre data som er representative for nordiske forhold og vil være strategisk viktig for norsk miljøforskning og gi økte muligheter for deltakelse i framtidige forskningsprosjekter, for eksempel i Horizon Europe. Dataene og forskningsaktivitetene knyttet til en slik infrastruktur vil være av stor nytte for byenes arbeid for å nå målet om en bærekraftig byutvikling. Den eksisterende forskningsinfrastrukturen ACTRIS har som ambisjon å knytte til seg observatorier i urbane områder.

NINA

#### **Innspill fra NINA innen området Klima og Miljø**

For å forstå endringer i natur og miljø som følge av menneskelig påvirkning, inkludert klimaendringer, samt for å utvikle effektive tiltak og løsninger er det viktig å opprettholde og videreutvikle forskningsinfrastrukturer som genererer nye og relevante empiriske data, både gjennom innsamling av tidsserier som indikerer endringer i økosystemer og målrettet eksperimentelt arbeid. Lange og kontinuerlige tidsserier er essensielle for å kunne forstå endringer i miljø og natur og for å opprettholde nasjonale og internasjonale forpliktelser med hensyn til bærekraftig forvaltning av økosystem og ressurser. Muligheten til å gjennomføre relevant og målrettet eksperimentell forskning under forhold som varierer fra rent eksperimentelt via semi-naturlige forhold til tilnærmet naturlige betingelser er også av stor betydning. En stor del av menneskelig påvirkning på miljø og natur skjer gjennom næringsutøvelse, og opprettholdelse og videreutvikling av forskningsinfrastrukturer som organiseres av instituttsektoren er dermed sentralt for å sikre uavhengig forskning og overvåkning. NINAs forskningsstasjon Ims er et eksempel på en forskningsinfrastruktur som både genererer viktige tidsserier (laks og ål) som brukes i internasjonal forvaltning, og som samtidig i stor grad har ført til økt forvaltningsrelatert kunnskap om viktige arter og menneskelig påvirkning på natur gjennom analyser av tidsserier og eksperimentelle studier. Det vil være viktig å opprettholde og videreutvikle forskningsinfrastrukturer i instituttsektoren, slik

som NINAs forskningsstasjon lms, for å kunne møte de utfordringer samfunnet står ovenfor på grunn av tap av natur og klimaendringer gjennom god, relevant og uavhengig forskning.

Tilgjengeliggjøring av data er også essensielt for å møte utfordringer på klima og miljø. Norske biologiske fagmiljøer samler inn mange typer økologiske data i en lang rekke ulike prosjekter. Datainnsamlingen er i hovedsak finansiert av offentlige midler gjennom ulike kartleggings- og overvåkingsprosjekter og FoU-prosjekter. Dataene benyttes til mange ulike formål og analyser. Per 2022 er mange av disse datasettene lite tilgjengelige for gjenbruk. Den nasjonale strategien er at offentlig finansierte data skal være offentlig tilgjengelig så langt mulig.

Staten har etablert nasjonale infrastrukturer for kartdata, fjernmålingsdata, klimadata, artsobservasjoner og marine data. Det mangler imidlertid nasjonal infrastruktur for data fra økologisk forskning og overvåking i terrestriske og limniske økosystemer. Økologiske data, slik begrepet benyttes her, skiller seg fra enkle artsobservasjoner ved at de inneholder informasjon om innsamlingsmetodikk og annen viktig informasjon som gjør det mulig å analysere endringer i økologiske variabler i tid og rom. En slik infrastruktur er nødvendig for å kunne oppfylle regjeringens, forskningsrådets og miljøforvaltningens strategier for å tilgjengeliggjøre data som er innsamlet via offentlig finansieringer. Disse strategiene er tydelige på at en slik infrastruktur vil bidra til bedre synteser, samt økte muligheter til å utvikle en forståelse av hva som er årsak til observerte endringer i naturen (årsak- virkningssammenhenger).

Nytten av offentlig tilgjengelige kvalitetssikrede og standardiserte økologiske data er mange, både for en kunnskapsbasert forvaltning og for forskningen. Offentlig tilgang på økologiske data vil forbedre mulighetene til å utvikle synteser og scenarioer for økosystemer og biodiversitet på tvers av data som samles inn i ulike institusjoner. Økologiske data kan da kombineres med andre offentlige data (kartdata, klimadata) og gi grunnlag for økt forståelse av miljøproblemene og årsaker til dette. Eksempler på synteser som kan dra nytte av offentlig tilgang på økologiske data og tidsserier er; vurdering av økologisk tilstand, naturindeks, bestandsutvikling for truede og fremmede arter, samt kunnskapssammenstillinger som bl.a. Vitenskapskomiteen for mat og miljø gjennomfører. Også utviklingen av naturregnskap vil ha behov for enkel tilgang på georefererte økologiske data. Her vil fjernmålte økosystemkart kunne bli verifisert med åpent tilgjengelig og kvalitetssikrede bakkesannheter. I tillegg vil økologiske tilstandsvurderinger basert på bl.a. økologiske data inngå i naturregnskapet.

Det er behov for en infrastruktur som er tilrettelagt for andre typer økologiske data. Eksempler på dette er tidsseriedata, bestandsnivåer, artssamfunn og artsindekser og økologiske data som ikke er arter (f.eks. dekningsgrad av vegetasjon som grunnlag for bakkesannheter). En infrastruktur som legger til rette for deling av økologiske data basert på åpne standarder, godt design og dokumenterte metoder, vil åpne for helt nye og langt mer robuste analyser av tilstanden i våre økosystemer. De vil også danne et langt bedre grunnlag for å videreutvikle økologiske grunnkart og naturregnskaper.

**Living Norway Ecological Data Network**, [www.livingnorway.no](http://www.livingnorway.no) (heretter Living Norway) ble etablert i 2019 av et konsortium bestående av norske forskningsinstitusjoner og Artsdatabanken. Formålet er å utvikle en bedre og mer effektiv infrastruktur for økologiske data i Norge. Living Norway bygger på de etablerte systemene til GBIF (Global Biodiversity Information Facility), noe som sikrer god integrering med eksisterende infrastruktur og standarder (Artskart og GBIF).

Slik situasjonen er i dag mangler Living Norway ekstern finansiering til å drive dette viktige arbeidet videre. Uten slik ekstern, langsiktig finansiering, vil det være vanskelig for nettverket å levere både infrastruktur og opplæring som må til for at data blir delt og brukt på en mest mulig effektiv måte. Dette vil være et tap for norsk naturforskning og -forvaltning som har behov for kontinuerlig utvikling av oppdaterte kunnskapsgrunnlag og synteser.

NORCE - Norwegian  
Research Centre AS

Viktig temaer som krever forskningsinfrastruktur:

Marine økosystemer koblet til fangst og bærekraft samt påvirkning av klimaendringer

Klima endringer og påvirkning på landskap og terrestriske økosystemer i polarområdene

Forståelse av vannsyklus i polarområdene (snø, breer, permafrost)

Energibalanse hav-sjøis-atmosfære og klimaendringer

Effekt av forurensing (plast i havet og transport av miljøgifter i hav og luft in i polarområdene)

Innspill fra NORCE på temaområdet **Klima og Miljø** går på to forskningsinfrastrukturer av nasjonal og internasjonal viktighet:

**ICOS-Norge:** Parisavtalen inneholder krav til årlig og detaljert rapportering av de nasjonale utslippene, samt implementeringen og oppnåelsen av tiltakene som er satt i verk for å redusere utslippene. Det betyr at det må samles inn relevante data både for utslippene og for tiltakene.

I Europa er det den moden forskningsinfrastruktur ICOS-ERIC som samler uavhengige og pålitelige **observasjoner av CO2 i atmosfæren samt karbon i havet og på land**, gjennom et dedikert observasjonsnettverk. Gjennom observasjoner ønsker ICOS å øke kunnskapen om hvordan utslippene fordeler seg regionalt og hvordan naturen reagerer på at samfunnet reduserer sine drivhusgassutslipp. Infrastrukturen har i tillegg flere sentre som sørger for kalibrering av måleinstrument, kvalitetskontroll av data og dataarkivering. Norge har her tatt lederskap for Ocean Thematic Centre som koordinerer nettverket av havstasjoner i ICOS (NORCE koordiner ICOS-OTC). **ICOS-Norge** er den norske greina av ICOS og leverer data av svært høy kvalitet fra flere norske land- og havområder. De norske stasjonene inkluderer to tårn for atmosfæremålinger, et tårn for observasjoner over skog, og to forskningsskip og to containerskip som måler CO2 i vann. I tillegg bygger vi en ny atmosfærestasjon i samme tårn som observerer skogen og installerer instrumenter ombord i ett av hurtigruteskipene for å måle mer langs den lange kysten vår. Begge de nye stasjonene skal være operative i løpet av 2023. **Nettverket er et nasjonalt verktøy for å verifisere Norges og EUs tiltak for utslippsreduksjon.**



ICOS-Norge er koordinert av NORCE, med UiB, NILU, NIBIO, NPI, CICERO og NILU som partnere. I tillegg samarbeider vi nært med Havforskningsinstituttet. ICOS-Norge er finansiert av Norges Forskningsråd via INFRASTRUKTUR-programmet. ICOS-Norge og OTC ble offisielt startet i april 2016. I 2020 fikk vi videreført finansieringen for perioden 2021-2023 for ICOS-Norge og ut 2024 for OTC. I tillegg mottar nettverket midler fra Miljødirektoratet til atmosfæremålingene.

ICOS er så godt som fullt operasjonelt takket være finansieringen fra Forskningsrådet og Miljødirektoratet. Likevel er **videre finansiering, og ytterligere investeringer**, påkrevd får å kunne 1. **Vedlikeholde nåværende observasjonsnettverk** og **overholde Norges forpliktelser** til utslippskutt og som medlem av ICOS-ERIC; 2. Tilpasse oss fremtidig metode- og teknologiutvikling i ICOS og dermed opprettholde Norges ledende posisjon innenfor temaet; og 3. **sikre at Norge kan fortsette som vertskap** for Ocean Thematic Centre (ICOS-OTC).

**Infrastructure for Norwegian Earth System modeling - INES:** Den norske jordsystemmodellen (NorESM) har vært utviklet siden 2007 og har vært et viktig verktøy i studiet av fortidens, dagens og fremtidens klima. Med NorESM har Norge kunnet bidra med **klimasimuleringer benyttet i internasjonal forskning vurdert i FNs klimapanelers femte og sjette hovedrapporter**. Denne type simuleringer er også et essensielt kunnskapsgrunnlag for **klimatjenester** som støtter samfunnet i å ta **beslutninger berørt av klima og klimaendringer**. Prosjektet **INES** har støttet videreutvikling av NorESM og sørget for at modellutvikling har blitt integrert, testet og kalibrert på en helhetlig måte og skapt konsensus om definisjonen av nasjonale hovedversjoner av NorESM. Bruken av NorESM er avhengig av nasjonale e-infrastrukturer og klimasimuleringer med NorESM utføres på noen av de kraftigste superdatamaskinene i Norge. INES INFRA-prosjektet spilte en avgjørende rolle i ferdigstilling av NorESM2 og tilgjengeliggjøring av data til Coupled Model Intercomparison Project 6 (CMIP6), som var viktig for kunnskapsgrunnlaget til FNs klimapanelers 6. hovedrapport i 2021. Etter en etablerings- og oppgraderingsfase (2018-2022), er INES nå i en driftsfase og brukes i mange NFR (28) og EU (16) prosjekter. NorESM er brukt på det høyeste internasjonale nivå og en av de mest brukte jordsystemmodeller i forbindelse med IPCC analyser. Med manglende støtte til videreutvikling av infrastrukturen, mister Norge anerkjennelse i IPCC prosessen og blir mindre konkurransedyktig i søknader om EU finansiering. Det svekker også evnen til å kunne gi oppdatert kunnskapsgrunnlag til nasjonale klimatjenester.

NORSAR

Se tekst for Hav og polar og Energi

RISE PFI AS

Klima- og miljøutfordringer er blant de største utfordringene vi står overfor i dagens samfunn. Klima, miljø og bærekraft er derfor høyt prioriterte tema, både på nasjonalt, europeisk og internasjonalt nivå. Klimaavtalene og FNs bærekraftsmål setter en overordnet agenda. EU har lansert en rekke policyer og regulativer med målsetning om å gjøre Europa klimanøytrale innen 2050. Disse vil også gi føringer for Norge og norske virksomheter. EUs Green Deal gir en viktig overbygging, med nye regelverksendringer og krav til standardisering som vil påvirke en lang rekke markeder, teknologier, sektorer og bedrifter. EUs "Circular Economy Action Plan" er en sentral del av EUs Green Deal, der det blant annet er foreslått et nytt regulativ med krav til produkters bærekrafts- og

sirkularitetsegenskaper. EU-kommisjonen har også lansert EUs Taksonomi, med mål å styre investeringer og kapital inn mot bærekraftige virksomheter. RED II-direktivet (Revised Renewable Energy Directive) gir incentiver for fornybare energibærere, herunder avanserte biodrivstoff. En ny EU-strategi for bærekraftige og sirkulære tekstiler er etablert. EUs plaststrategi inngår i EUs «Circular Economy Action Plan», og har som mål at all plastemballasje innen 2030 skal være gjenbrukbar eller resirkulerbar på kostnadseffektivt vis. «Single Use Plastics»-direktivet inngår som en del av denne plaststrategien.

Tilgang til nok fôrråstoff er en av de største utfordringene for vekst i norsk oppdrettsnæring, og fiskemel og -olje er begrensede ressurser. Produksjon av soya legger beslag på dyrkbart land, og er også beskrevet som en av driverne for avskoging. Den geopolitiske situasjonen i verden i dag har økt fokuset på selvforsyningsgrad. Det er derfor et sterkt behov for alternative, bærekraftige og kortreiste proteiner til dyre- og fiskefôr.

Overgang fra fossilt kull til biokarbon som reduksjonsmiddel er på kort sikt den viktigste måten smelteverksindustrien kan redusere slitt klimaavtrykk på.

Den strukturelle mangelen på energi i Europa, som følge av bl.a. nedlagt kjernekraft, økte skatter på fossile energibærere og lavere gassleveranser fra Russland, setter også økte krav til energieffektive produksjonsprosesser.

Det er derfor et sterkt økende behov for omstilling mot nye fornybare, miljøvennlige og bærekraftige materialer, kjemikalier, energibærere og fôr- og matingredienser, produsert i energieffektive prosesser i henhold til prinsippene for sirkulærøkonomi og kaskadeprinsippet for ressursutnyttning. En sentral del av løsningen vil være biobaserte materialer, kjemikalier, energibærere og fôr- og matingredienser, produsert i nye og innovative bioraffineringsprosesser. Ambisjonen om europeisk klimanøytralitet i 2050 er like nødvendig som den er krevende, og for å nå målsetningene vil det være avgjørende med en fortsatt sterk satsing på forskning og utvikling knyttet til bioraffineringsprosesser og utvikling av nye produkter produsert gjennom ulike bioraffineringsprosesser. En sentral del av disse forskningssatsingene vil være nasjonal tilgang til både state-of-the-art og spesialutviklet forskningsinfrastruktur relevant for den videre norske satsingen på biobaserte prosesser og produkter for fremtidens klimanøytrale samfunn.

Norwegian Biorefinery Laboratory (NorBioLab) og Norwegian Cellulose Laboratory (NORCELLab) er to nasjonale forskningsinfrastrukturer med høy relevans for ovennevnte tema. NorBioLab er i driftsfasen, og to runder med finansiering har gitt svært viktige løft i nye forskningsinfrastruktursenheter med relevans for forskning innen bioraffinering. NorBioLab skal bidra til å utvikle nye klima- og miljøvennlige prosesser og produkter basert på skogbaserte, landbruksbaserte og marine biomasser, og verifisere nye teknologiske prosesser før videre implementering.

NORCELLab har nylig fått bevilgning, og vil etter kontraktsforhandlinger gå over i investeringsfasen. Gjennom NORCELLab vil det bli investert i ny forskningsinfrastruktur som skal sikre at celluloseforskningen i Norge er i den internasjonale forskningsfronten, og fasilitere at det kommersielle og miljømessige potensialet i produksjon og bruk av cellulosebaserte materialer blir realisert. Infrastrukturen vil gi helt nye forskningsmuligheter, og tilrettelegge for



internasjonalt ledende forskning på ny og innovativ produksjon, karakterisering og anvendelser av de cellulosebaserte byggesteinene.

Selv om de tidligere bevilgningene til NorBioLab og NORCELLab har gitt viktige infrastrukturløft til viktige nasjonale forskningsområder, vil det også fremover bli behov for ytterligere investeringer innen disse områdene. Vi ser det da som helt sentralt at man bygger videre på de forskningsinfrastrukturene og samarbeidskonstellasjonene som allerede er etablert, og som også er tett koblet mot nasjonale forskningsentra (som f.eks. Bio4Fuels og Foods of Norway).

SINTEF

### **Klimatilpasning**

Klimatilpasning av bygg og infrastruktur omfatter mange fagområder, kompetanser og tema i SINTEF. Klimaendringer i åra framover vil påvirke alle deler av det norske samfunnet. En bred innsats må til for å finne løsninger for de utsatte områdene. Innenfor temaet klimatilpasning vil det være behov for både å opprettholde og bygge ut storskala infrastruktur de kommende årene. Vi vil få flere klimahendelser og trenger å mobilisere. Det er derfor viktig å få temaet på veikartet da det er nødvendig med store investeringer. Å øke levetiden på eksisterende bygg og infrastruktur vil gi en besparelse i forhold til nybygging og ressursbruk dette medfører og vil dermed være den største klimagevinsten vi kan hente ut med tanke på de langsiktige klimamålene vi har satt.

SINTEF leder i dag SFI Klima2050 som avsluttes i 2022. I tillegg er vi partner i Noradapt: Norsk senter for bærekraftig klimatilpasning.

SINTEF er også involvert i flere eksisterende forskningsinfrastrukturer (med finansiering fra Forskningsrådet og i samarbeid med NTNU):

- ZEB-laboratory
- TestCell
- Living Lab – Zeb living lab

Dette er infrastrukturprosjekter knyttet til forskningsaktivitet i samarbeid med næringslivet og alle har sitt utspring i langsiktige forskningsentre (FME Klima2050, SFI ZEB og SFI ZEN).

### **EU og Missions frem mot 2030**

En av EUs fem "Missions" er på området tilpasning til klimaendringer og samfunnsendringer.

Målet til samfunnsoppdraget er at minst 150 europeiske regioner og lokalsamfunn er robuste mot klimaendringer i 2030. Samfunnsoppdraget er tett knyttet opp til EUs strategi om klimatilpasning og er et viktig element i den oppdatert strategien fra 2021.

Dette er også tema som er veldig viktige framover i forhold til EUs Taxonomi, der ett av seks hovedområder er "Climate change adaptation".

I Horizon Europe (HEU 2021-2027) er klima, energi og mobilitet hovedområder. Europa-kommisjonens satsing på en "Renovation Wave Strategy" for

byggeindustrien blir også en forskningsmessig del av Horizon Europe der klimatilpasning også vil være tema med tanke på klimaskallet, robusthet og levetid.

For å studere klimapåkjenninger og fukt i bygninger har vi i dag følgende infrastruktur: ZEB-laboratoriet, ZEB Test Cell Laboratory, SINTEFs egne lab-fasiliteter.

For innspill til veikartet ønsker Forskningsrådet svar på følgende spørsmål:

**...forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område**

- Overvåking av eksisterende bygninger (satt i system) i forhold til klima vil være et bra utviklingsområde. Vi har noen pilotbygninger som en kan ta utgangspunkt i Longyearbyen: Compact roof — klima2050, Sveabakken: Wooden roof — klima2050
- Testarenaer for å teste nye og eksisterende byggematerialer, komponenter og systemers robusthet og sårbarhet. I dag finnes laboratorier for småskala uttesting. Disse må vi videreutvikle samt at vi mangler testarenaer for større systemer og mer sammensatte klimabelastninger.
- En styrking og utvidelse av nasjonal forskningsinfrastruktur vil kunne gi norske aktører i hele verdikjeden et viktig forsprang i konkurransen om europeiske forskningsfinansiering i de aktuelle rammeprogrammene og tilhørende program, noe som vil gi økt impact av investeringer.

**...hvilke eksisterende nasjonale forskningsinfrastrukturer dere mener er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle**

- SINTEFs involvering er vist i starten av dette dokumentet. Dette er innen områder som er relevant for næringsrettet forskning og hvor det er betydelig medvirkning fra norske og internasjonale aktører, enten som en del av samarbeidsprosjekter eller direkteoppdrag. Det er infrastrukturer som er nødvendige i den grønne omstilling med fokus på klimatilpasning.

**...hvilke tematiske områder det blir spesielt viktig å etablere nye nasjonale forskningsinfrastrukturer på og/eller samarbeide om internasjonale forskningsinfrastrukturer**

- Nye og eksisterende byggematerialer, komponenter og systemers robusthet og sårbarhet.
- Overvannshåndtering (f.eks naturbaserte løsninger, fordrøyende tak: utvikling av Høvringen kan også være et eksempel her, vet at det finnes storskala infrastruktur på NMBU også, vi (SINTEF med flere) har instrumentert opp flere anlegg Rv3: Stormwater and maintenance — klima2050, FV505: Stormwater clean-up — klima2050).
- Vannutløste skred - varslingsystemer (Vi hadde en KPN - Klimadigital ved Ivan Depina som utviklet testområde, ellers har NGI og Meteorologisk og SVV etablert en test-site <https://www.klima2050.no/trollstigen-early-warning> )
- Varslingsystemer generelt som del av klimatilpasning og risikoreduksjon.
- VAV /vann og avløpsinfrastrukturen har allerede i dag store utfordringer mtp vedlikeholdsetterslep, gamle utdaterte løsninger, varslingsystemer med mer. Med mer nedbør vet vi at vi trenger bedre systemer for å takle forurenset vann, overvåke vannstand og gjenbruke gråvann. Her trenger vi mer kunnskap

om både renseteknologi og systemer for å håndtere mer vann, digitale løsninger for overvåking og varsling samt finne fornuftige løsninger for rehabilitering av ledningsnett. Stop-IT

- Sikre at fremtidens transportinfrastruktur (vei, bane med mer) er robust og bygget for å tåle tøffere klimapåkjenninger. Utvikle nye løsninger, forebygge, landskapsvern, områdeplanlegging. Overvåking og overvåke eksisterende løsninger og ha testarenaer for nye løsninger.
- Vi mener en satsing på nasjonal infrastruktur hvor vi kan teste og oppskalere innovasjoner som svar på utfordringene i både EUs Mission-program i både «Klimatilpasning» og «Klimanøytrale og smarte byer» vil gi ytterligere relevans og impact av investeringene.

### **...hvilke hull som kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og/eller samarbeid om eller tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer**

- Det er gap mellom fundamental/anvendt forskning og pilotering/demonstrasjon. Internasjonale infrastrukturer dekker aktiviteter som er nærmere industriell realisering (såkalte "Technology Infrastructures").

Stiftelsen Nansen senter for miljø og fjernmåling (NERSC)

### **Research infrastructure for enhancing the accuracy and impact of climate simulations (predictions and regionalizations)**

NERSC has been a partner in the infrastructure project *Infrastructure for Norwegian Earth System modeling (INES)*, led by NORCE in collaboration to MET Norway, NERSC, UiB, UiO, NILU. The project subsidizes the foundation of strategic relevance for Norwegian climate science and a basis for international cooperation efforts. INES made possible a Norwegian contribution to Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) version 6, which was organized by the World Climate Research Programme (WCRP) and was essential for the *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Sharing the infrastructure openly through contributing to CMIP and other international model intercomparisons has an enormous impact on the international climate research community. It has high relevance in preparing the societal transformation from climate-related changes, e.g., water cycle, agricultural zones, human habitats, and extreme weather. This also meets several of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly "Climate Action," "Life below water," "Life on Land" and "Zero Hunger."

Having access to its own Earth system model and climate prediction system makes the Norwegian research community attractive for international partnership and participation in research projects with innovative experimental design, e.g., under the EC frameworks programs (e.g., EU-TRIATLAS, EU-Blue Action, EU-Impetus4CHANGE). Many innovative solutions developed by the individual institutions were made available to the broader climate modeling community via INES, enhancing national collaboration and efficiency. Finally, INES has educated the next generation of climate modelers via multiple projects, workshops, and courses.

The impact of climate change is already occurring now and with large regional differences. To mitigate its impact effectively, there is a need for the research community, local and national authorities, industry, and the public at large to have

access to regional climate predictions for shorter terms (years to a decade). INES has supported infrastructure for climate predictions, which has allowed Norwegian researchers to be at the forefront in that field and supported the development of climate services in Norway. In 2021, a new Center for Research innovation Climate Futures was established to provide tailored predictions for handling climate risk to key Norwegian stakeholders in shipping, energy, food production, and society.

A recent initiative, INES2, was submitted in 2020 to NFR but was unfortunately not funded. This lapse in funding puts many activities at threat: a Norwegian contribution to CMIP7 and the continued development of climate predictions, which are essential for climate services. Crucially, a lack of sustainability in funding may lead to the loss of leading expertise in climate modeling and prediction development in Norway. Therefore, NERSC strongly supports the development of a new infrastructure that provides the foundation across several Norwegian research institutes for climate modeling and regional predictions activities in Norway (not exclusive list) towards a better representation of, e.g., extreme events for regional mitigation actions:

- Upgrade and maintain a cutting-edge and verified ESM suitable for the national climate science community and participation in international model intercomparison projects and climate analysis.
- Development of the initialization infrastructure; improve their efficiency and accuracy (e.g., using AI) for enhancing climate predictions.
- Inclusion of a new cutting-edge sea ice model that can better represent sea ice behavior in the Arctic (poorly done in most CMIP models).
- Develop downscaling capabilities that allow resolving key processes missing in the coming generation of climate models.
- Continue to develop an automatic validation package that allows the scientific community to assess model performance quickly.
- Further development of supermodelling capability, which connects different models interactively so that their systematic errors compensate and achieve a model with superior performance.
- Establish and interact with sufficient national supercomputing resources for efficient climate modeling and prediction.

**Innspillet er også delvis relevant for Hav og polarveikartet.**

Folkehelseinstituttet

There is a need for a Norwegian infrastructure for **Next-Generation Risk Assessment (NGRA) of chemicals**, covering human, veterinary and eco-toxicology. This should include *in vitro*, cell-based, test platforms and so-called **New Approach Methodologies (NAMs)** for the assessment of toxicity, biotransformation, kinetics and computational approaches (*in silico*), functionally integrated and applied for the characterization of chemical hazards. The investments need includes dedicated and highly specialized equipment to build platforms for the study of the effects of chemicals in advanced *in vitro* models of human and animal tissues, development of software for data extraction from data bases, analysis and modelling and

personal resources to modify new and existing platforms to the requirements of NGRA with respect to high-throughput and flexibility. Infrastructure for a Norwegian NGRA-platform would position Norway at the forefront of European research on chemical safety and would align with “Handlingsplan for ein giftfri kvardag 2021-2024” (Action plan for a poison free weekday) and the UN Sustainable Development Goals.

Norsk Polarinstitutt

Bakgrunn

Norge har faglig tilstedeværelse både i Dronning Maud Land, Antarktis (Troll forskningsstasjon) og på Svalbard (Ny-Ålesund forskningsstasjon og vårt kontor i Longyearbyen). Disse infrastrukturene er bygd opp for å støtte opp under norsk og internasjonal forsknings- og overvåkningsaktivitet, og Troll forskningsstasjon drives av Norsk Polarinstitutt (NP) på vegne av Norge. I Ny-Ålesund er vi norsk vertskap for den faglige aktiviteten. En forutsetning for å kunne drive forskning, overvåkning og kartlegging under slike ekstreme geografiske og klimatiske forhold er at infrastrukturen er hensiktsmessig og effektiv. I tillegg til egenverdien av god forskning har driften av disse forskningsstasjonene en overordnet verdi for norske interesser og norsk politikk både i nord og i sør, og støtter opp under Norge som en kunnskapsrik og ansvarlig polarnasjon. Stortingsmelding 32 (2014-2015) om Norske interessert og politikk i Antarktis og Stortingsmelding 32 (2015-2016) om Svalbard gir bakgrunn og premisser for dette. I kommende veikartperiode vil NP fokusere på fortsatt utvikling av forskningsstasjonen Troll, i Ny-Ålesund og aktiviteten med base i Longyearbyen.

Troll forskningsstasjon ble først satt opp i 1989-90 som en sommerstasjon, og ble i 2005 oppgradert til helårsstasjon. Stasjonen rommer i dag utstyr og instrumenter for målinger av meteorologi, stråling, miljøgifter, klimagasser, øvre atmosfære, og seismisk aktivitet, som eies av forskjellige norske institusjoner. I tillegg gjøres det nedlastinger av satellittdata på Troll. NPs tekniske overvintringspersonell har tilsyn med og vedlikehold av instrumentene når eierne selv ikke er til stede. I sydsommersesongen er Troll utgangspunkt for glasiologiske, biologiske og geofysiske feltekspedisjoner. Tabell 2 i Forskningsrådets dokument om Norges Forskningsinnsats i Antarktis 2013-2022 gir en oversikt over eksisterende lange tidsserier fra Troll og omegn i Dronning Maud Land.

I Stortingsmeldingen om Antarktis understrekes det at forskningsaktiviteten har en overordna verdi for norske interesser og norsk politikk i Antarktis. Det vises til hvordan Norge blant annet gjennom sin langvarige forskningsinnsats har spilt en viktig rolle i Antarktissamarbeidet og det fremheves at dersom Norge fortsatt skal kunne bidra til å opprettholde Antarktis som et samarbeids- og lavspenningsområde, er vi avhengig av de øvrige parters tillit til norsk ekspertise og engasjement som best oppnås gjennom vedvarende og solid antarktiskforskning.

Etablert norsk infrastruktur for forskning og overvåking i Antarktis framstår dermed som et viktig politisk virkemiddel, der forskningen har flere dimensjoner; både som en del av den nasjonale kunnskapspolitikken som legger vekt på kvalitet, internasjonalisering og utnyttelse av nasjonale fortrinn, og som en viktig del av den norske Antarktispolitikken som bidrar til å oppfylle overordnede målsettinger for Antarktis. Regjeringen ønsker at Norge skal være en sentral aktør innenfor

kunnskapsutviklingen og ikke bare en tilrettelegger. Norges antarktiskforskningsaktivitet er relativt lav i forhold til Norges betydning som polarnasjon og de ambisjonene Norge har som part til Antarktistraktaten. Grunnleggende for den norske forskningen er at den også skal bidra til å dekke kunnskapsbehovene for forvaltningen, både gjennom egen aktivitet og gjennom deltagelse i internasjonale forskningssamarbeid. Opprettholdelse og videre utvikling av Troll forskningsstasjon er derfor viktig.

Norsk Polarinstitutt har vertskapet for Ny-Ålesund forskningsstasjon og i tett samarbeid med norske forskning, miljømyndigheter og Sysselmesteren bidrar til å sørge for at rådene til forvaltningen er så gode som mulig. Dette gjøres gjennom arbeidet med SIOS og implementering av COAT som samler og bidrar med viktig kunnskapsutvikling for forvaltningen. Norsk Polarinstitutt er også ansvarlig for geografisk og geologisk kartlegging av norske interesseområder i Arktis og Antarktis. Arbeidet med flyfotografering og kartlegging er viktig for å lage nye og oppdaterte kart, og dataene brukes også i stor grad i miljøforvaltningen. Videre arbeid innen disse prosjektene er en prioritet.

#### Innspill

Punkt 2: Hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle.

Gjennom 2022-tildelingen har NFR bidratt til finansiering av Troll Observasjonsnettverk (TONE) som ny nasjonal forskningsinfrastruktursatsning i Antarktis. TONE vil samle inn data og frembringe kunnskap fra Dronning Maud Land – en av de mest datafattige delene av Antarktis. TONE vil bli en toppmoderne multidisiplinært distribuert observasjonsnettverk på og rundt Troll forskningsstasjon i Antarktis. Gjennom nettverket vil det samles inn sentrale observasjonsdata som vil tilgjengeliggjøres for de norske og internasjonale forskningsmiljøene slik at de kan adressere grunnleggende spørsmål omkring miljø- og klimaendringer og deres innvirkning på samfunnet. TONE-initiativet består av tre hovedkomponenter: 8 observatorier, 5 infrastrukturtjenester og ett dataforvaltningssystem, som alle er nøye utvalgt for å gi et mest mulig helhetlig system for innsamling av data, samtidig som det er både rom for og ønskelig å utvikle konseptet videre med prioriterte observasjonsdata som ikke ble inkludert i første fase av etableringen. Troll er bygd opp for å støtte opp under norsk og internasjonal forsknings- og overvåkningsaktivitet. Driften av forskningsstasjonen har en overordnet verdi for norske interesser og norsk politikk både i nord og i sør, og støtter opp under Norge som en kunnskapsrik og ansvarlig polarnasjon. Etableringen av, og i det videre også en videreutvikling og styrking av TONE er og vil være en sentral nasjonal forskningsinfrastruktur som ivaretar nasjonale og internasjonale behov for robuste observasjonsdata fra Antarktis.

SIOS driver et omfattende arbeid med å samle data og koordinere forskning fra alle nasjoner og institutter som driver forskning på Svalbard. Dette er et veldig viktig arbeid siden det mangedobler kunnskapsinndrivelsen om naturtilstanden på Svalbard og gir viktig informasjon til forvaltningsmyndighetene. Dette gjelder også for Ny-Ålesund forskningsstasjon som er en samling av internasjonale og nasjonale forskningsinstitutter, hvor Norsk Polarinstitutt har vertskapet. Til sammen samler



SIOS og Ny-Ålesund forskningsstasjon inn data fra alle relevante fagdisipliner som er viktig for forvaltningen og vår kunnskapsbase er helt avhengig av gode relasjoner og robust organisering og midler til forskning. Investeringer i Ny-Ålesund som en ny «forskningspir» og nytt kystfartøy er viktige elementer i dette arbeidet. Det terrestre overvåkningsprogrammet COAT danner basis for vår terrestre overvåkning og videreføres både i Ny-Ålesund og andre steder på Svalbard og må opprettholdes.

Framtidsrettet og effektiv datainnsamling i framtiden er også avhengig av ny teknologi og vi må prioritere utvikling av nye sensorer og metoder for å samle inn data. Fokus på ny teknologi er derfor viktig i all forskning på Svalbard.

Flykartlegging danner basis for kartproduksjon, men har også vist seg viktig i langsiktig klimaovervåkning. Ny flyfotografering er helt nødvendig for å opprettholde vår evne til å produsere kart og miljøovervåkning og er en prioritet område de nærmeste årene.

***Punkt 3: innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt***

De pågående klimaendringene er ekstra tydelige i Arktis. I takt med raskt økende temperatur i luft og hav minker isdekket i polhavet betydelig. Dette gir nye muligheter med tanke på næringsvirksomhet som transport, turisme og fiskeri, men medfører samtidig endringer i økosystemene, økt belastning i form av blant annet støy og forurensning, og geopolitisk usikkerhet knyttet til området. Det finnes i dag minimalt med langsiktige helårlige observasjoner fra dette store havområdet. I lys av det nåværende utviklings- og utfordringsbildet er det derfor behov for å styrke infrastrukturen for forskning og overvåkning rettet mot klima- og miljøforhold i det dype Polhavet. Norge har en glimrende plattform for å drive skipsbasert forskning i isdekte farvann gjennom det isgående forskningsskipet Kronprins Haakon. For å samle nødvendig kunnskap om sesongmessig utvikling, mellomårlig variasjon og trender over flere år er det behov for kontinuerlig datainnsamling fra permanente installasjoner og drivende plattformer med ulike sensorer. Slike data vil også være til stor nytte for videreutvikling av fjernmålingsdata fra området. Langsiktig plassert forskningsinfrastruktur med navigasjonstranspondere vil også gjøre det mulig å utvikle kostnadseffektive autonome plattformer som kan navigere under vann i isdekte farvann.

Det er et stort samarbeid i det pan-Arktiske miljøet hvor både data, teknologi og plattformer deles og utnyttes av flere arktiske nasjoner. Spesielt er mange europeiske nasjoner er opptatt av utviklingen i den europeiske delen av Polhavet og det planlegges ekspedisjoner og flerårige programmer for kunnskapsinnhenting der. Norge bør ta en ledende rolle i innsamling av klima- og miljødata i de norske havområdene nord for Svalbard og Barentshavet. Gjennom nøkkelroller i det store pågående EU-prosjektet HiAOOS (utvikling av bedre observasjonsteknologi for det marine Arktis) er norske institusjoner sentralt plassert for å kunne sikre Norge en slik sterk rolle i utvikling og drift av et langsiktig observasjonsnettverk for forskning og overvåking i Polhavet.

NVE, Hydrologisk avdeling

Gitt en koblet klima- og miljøkrise er det behov for forskning som både gir oss verktøy til å undersøke og eksperimentere med koblingene

klimaendringer/natureffekter. Fortsatt fokus på jordsystem-modellering er derfor viktig, men samtidig er vi avhengige av nedskalering og biasjustering for å få kunnskap om effekter av klimaendringene på en skala der vi kan anvende klimakunnskapen for klimatilpasning. De eksisterende (hovedsaklig) landbaserte infrastruktur er i stor grad koblet til klimasystemet (INES, ICOS) eller effekter av klimaendringer (COAT, TROLL, SIOS, tildels SeeBee) mens bare ECCSEL sikter mot løsninger (mitigation). Vi mener det vil være behov for mer fokus på forskning knyttet til løsninger, ikke bare climate mitigation men aller helst løsninger for klimatilpasning som også tar hensyn til naturkrisen og som kan bidra til 'mitigation'. I dag er forskningen på etterskudd i forhold til samfunnets behov for å implementere løsninger. Vi kan for eksempel ikke si med sikkerhet om feks inkorporering av blågrønne løsninger for vannhåndtering ved store samfunnsinvesteringer i infrastruktur/andre utbyggingsprosjekter, faktisk virker etter formålet eller under hvilke forhold de har effekt. Vi mener derfor det er et stort behov for fullskala og skalerte testfasiliteter for ulike typer naturbaserte løsninger.

Også i forhold til klima og miljø mener vi at samfunnsikkerhet må få en større plass. National Geotest Sites burde komplementeres med fullskala testfasiliteter for ulike typer skredhendelser, der eksisterende infrastruktur for snøskredforskning og likedan overvåking av store fjellskred, ville kunne inngå.

Som nevnt under IKT: sett i forhold til store samfunnsutfordringer ligger det et stort forskningspotensial inn mot samfunnsikkerhet/naturfareforskning, dersom man får til en mer **samordnet og helhetlig innsats for repetert innsamling av romlige grunnlagsdata** (topografi, arealbruk, vegetasjonsendringer, jordart, geologi, jordsmonn) som muliggjør endringsdeteksjon, med kobling mot målinger og modeller for vann- og klimaparametre.

Selv om disse ikke er formelle nasjonale forskningsinfrastrukturer, er det grunn til å løfte den innsatsen som er gjort av forvaltningsinstituttene met.no, nve og ngu for innsamling av helt essensielle langsiktige tidsserier for miljøparametre og andre data innenfor geofagene, og for å lagre og tilgjengeliggjøre åpne data for brukere. Vi har imidlertid et målenettverk med langt lavere romlig tetthet enn land vi kan sammenligne oss med.

Generelt bør datainfrastruktur/databaser legges hos de store forvaltningsinstitusjonene som har lang erfaring med lagring og tilgjengeliggjøring.