

Delveikart for Matematikk, Naturvitenskap og Teknologi (MNT)

Innhold

Delveikart for Matematikk, Naturvitenskap og Teknologi (MNT).....	1
Nivå 2 Veikart for Matematikk, Naturvitenskap, Teknologi (MNT)	2
1. Ambisjonsnivå	2
2. Hensikt og avgrensning	2
3. Tematiske områder.....	2
3.1 Universet.....	2
3.2 Energi, materialer og kvanteteknologi.....	4
3.3 Naturressurser, klima, miljø og polarforskning	5
3.4 Eksperimentell modellering og teknologi / sensorer	8
4. Organisering og felles bruk	9
5. Hvordan kan UiO bidra til infrastruktureksknader?	12
6. Prioriteringsprosess ved UiO	12
Nivå 3 Veikart for Matematikk, Naturvitenskap, Teknologi (MNT).....	15
Innledning	15
Universet (Romforskning, Subatomær fysikk, Astronomi og Astrofysikk)	16
1. Forskningsområde #1: Romforskning	16
2. Forskningsområde #2: Subatomær fysikk	20
3. Forskningsområde #3: Astronomi og astrofysikk.....	26
Energi, materialer og kvanteteknologi.....	30
Naturressurser, klima, miljø og polarforskning	50
Eksperimentell modellering og teknologi / sensorer	61
1. Forskningsområde #1: Eksperimentell fluidmekanikk; 2D studier av bølger/vind, strømninger i nano- og mikrofluidikk systemer, Bildedannelse innen medisinsk ultralyd	61
2. Forskningsområde #2: Sensorer / Elektronikk.....	65
3. Forskningsområde #3: Autonome systemer / Robotikk	66

Nivå 2 Veikart for Matematikk, Naturvitenskap, Teknologi (MNT)

Store deler av forskningsvirksomheten i MNT-området er basert på utvikling og bruk av avansert vitenskapelig utstyr lokalt, nasjonalt og internasjonalt

1. Ambisjonsnivå

Grunnforskning er bærebjelken for UiOs virksomhet. Det er en forutsetning at både grunnforskning og anvendt forskning skal holde et høyt internasjonalt nivå, at flere fagmiljøer er internasjonalt ledende på sine områder og at utdanningen skal være forskningsbasert. Store deler av forskningsvirksomheten i MNT-området er basert på utvikling og bruk av avansert vitenskapelig utstyr og e-infrastruktur, lokalt, nasjonalt og internasjonalt. Tilrettelegging av forskningsinfrastruktur lokalt, og sikring av samarbeid og tilgang til infrastrukturer utenfor UiO, krever langsiktig tenkning og gode prioriteringsprosesser også for bemanningen av prioriterte forskningsområder.

Dette dokumentet gir en overordnet beskrivelse av behovet for nyinvesteringer - gjennom Forskningsrådets INFRA-program og UiOs infrastrukturmidler.

2. Hensikt og avgrensning

Hensikten med dokumentet er å gi en overordnet beskrivelse av faglige trender som underbygger behovet for nyinvesteringer de nærmeste 2-10 år, gjennom Forskningsrådets INFRA-program og UiOs infrastrukturmidler. Denne avgrensningen er valgt siden en fullstendig beskrivelse vil bli for omfattende. Dokumentet viser også hvordan nyinvesteringer kan være komplementære til store internasjonale anlegg hvor Norge er medlem. «Naturressurser, klima, miljø og polarforskning» vil normalt omfatte levende organismer, men i UiOs veikartarbeid er forskning på DNA og levende organismer underlagt veikartet for Livsvitenskap. I praksis er det da slik at infrastrukturbehov fra Institutt for biovitenskap tilfaller arbeidsgruppen for Livsvitenskap. e-Infrastruktur er en forutsetning for utvikling av alle MNT områder, og behovene vil beskrives i veikartet for eInfra. Dette dokumentet er i tråd med den globale strategien til [UiO](#) og [MN](#) fakultetet for 2030.

3. Tematiske områder

Forskningslandskapet for MNT infrastruktur kan deles inn i fire tematiske områder: **Universet, Energi, materialer og kvanteteknologi, Naturressurser, Klima, miljø og polarforskning, og Eksperimentell modellering og teknologi /sensorer.**

3.1 Universet

Forskningen omfatter det minste og det største, som det har vist seg er tett koblet: Den omfatter atomkjernene og elementærpartiklene og spenner ellers fra jordas ytre atmosfære til sola, solsystemet, stjerner, og videre til galakser og hele universet.

Vi søker forståelse av universets fundamentale byggesteiner og lover gjennom astronomiske observasjoner og eksperimenter i laboratorier. Oppgraderte partikkelakseleratorer og nye detektorer

vil gi ny innsikt i materiens oppbygning, mens nye store rom- og bakkebaserte observatorier vil gi ny innsikt fra astronomisiden. Eksperimentelle studier av atomkjerner er fundamentalt viktige for å kunne forstå hvordan stjerner frigjør energi og tyngre grunnstoffer dannes. Akseleratorer, detektorer og forskning på radionuklider har stort anvendelsespotensial innen medisinsk forskning for nye behandlingsmetoder. Nordlysforskningen og solforskningen gir muligheter til å studere hvordan planetatmosfærer er koblet til solatmosfæren og utvikler seg over tid, og hvordan solstormer og romvær påvirker livsviktige teknologisystemer og bidrar til varsling av dette. Nye metoder gjør det mulig å lete etter liv andre steder i universet. Store internasjonale infrastrukturer, rom- og bakkebaserte astronomiske observatorier og partikkel- og kjernefysiske laboratorier, er selve fundamentet for forståelsen av universet og det som er i det.

Mengden data krever meget store regneanlegg og er drivende for utviklingen av nye generiske metoder i «data science» og «computational science»

Mengdene data fra astronomiske observatorier og fra kjerne- og partikkelfysiske eksperimenter krever meget store regneanlegg for å bli analysert og er drivende for utviklingen av nye generiske metoder i «data science» og «computational science».

Faglige trender

- Det er en tendens til å kombinere ulike målinger og signaler i eksperimenter og observasjoner for å forstå komplekse fenomener. Multi-budbringer-astronomi kombinerer forskjellige signaler som elektromagnetisk stråling av ulike bølgelengder, gravitasjonsbølger og nøytrinoer. Partikkelfysikk og store kjernefysikk-eksperimenter benytter ulike detektortechnologier for å avdekke alle aspekter av vekselvirkninger mellom partikler eller atomkjerner. Innen romfysikk kombineres fjernmåling ved bruk av radar eller synlig lys med in-situ målinger ved hjelp av satellitter og raketter.
- Med økende størrelse og kompleksitet av eksperimentelle infrastrukturer og observatorier, som noen ganger involverer distribuerte nettverk, blir større samarbeid på tvers av mange institusjoner og land stadig mer vanlig. Ressurser og data deles og fordeles mellom forskere fra mange institusjoner, noe som også krever nærmere samarbeid mellom ulike finansieringsbyråer.
- Fremskritt innen teknologi har forbedret følsomheten og presisjonen i målinger, noe som gjør det mulig å oppdage mindre signaler og sjeldnere hendelser. Mange av de teknologiske fremskrittene stammer fra tverrfaglig forskning. Kvantensensorer og -teknologi forventes ytterligere å øke følsomheten og presisjonen av målinger. Oppdateringer og oppgraderinger av infrastrukturer blir nødvendige for å holde tritt med teknologiske utviklinger og for å forbli konkurransedyktige.
- Med en betydelig økning i data som genereres av satellitter, bakkebaserte observatorier og akseleratoreksperimenter, er

avanserte datahåndterings- og analyseteknikker avgjørende. Maskinlæring i databehandling spiller en spesielt viktig og økende rolle. Evnen til å behandle data i sanntid er kritisk for mange infrastrukturer. Forskning og utvikling innen data- og beregningsvitenskap er vesentlige for å møte de økende kravene.

- Grunnforskning og de strenge spesifikasjonene for forskningsinfrastrukturer driver ofte teknologiske utviklinger som muliggjør nye anvendelser med stor samfunnsmessig innvirkning. Eksempler inkluderer medisinske anvendelser av stråledetektorer, partikkelakseleratorer og radionuklider, samt advarselssystemer for romvær basert på ionosfærisk forskningsdata.
- Store forskningsinfrastrukturer trenger et nettverk av mindre universitetsbaserte laboratorier med spisskompetanse for å støtte teknologisk utvikling og for å teste, montere eller reparere komponenter.
- Langsiktig planlegging av nye, store infrastrukturer pågår innen flere områder av grunnleggende fysikkforskning. Dette inkluderer studier og planlegging av en ny partikkelakselerator ved CERN som etterfølger LHC, en ny generasjon av bakkebaserte teleskoper over hele det elektromagnetiske spektret, samt Voyage 2050-programmet til Den europeiske romfartsorganisasjonen.

Temaet inkluderer forskning på materialer for høsting, lagring og effektiv bruk av energi med drastisk redusert karbonavtrykk

3.2 Energi, materialer og kvanteteknologi

Verdens klima og miljøutfordringer krever fundamental omlegging til bærekraftig energiforsyning og materialproduksjon med drastisk redusert karbonavtrykk. Temaet «Energi og materialer» inkluderer forskning på materialer for høsting, lagring og effektiv bruk av energi og utvikling av teknologi med kraftig redusert utslipp av klimagasser. UiO skal utvikle fundamental kunnskap og løsninger for en nødvendig omstilling til materialer og systemer for bærekraftig energi og bidra til at vi alle får energi som er ren, rimelig, sikker og sosialt rettferdig i tråd med FNs bærekrafts mål (se også 3.3 for f.eks. vannkraft og vindkraft). Energi og materialer er ett av fire temaer i MN Fakultetets strategi. Aktiviteten utgjør samtidig en stor og viktig del av [UiO: Energi og miljø](#).

Kvanteteknologi er i sterk utvikling, og er ved UiO tett knyttet til MN-fakultetets miljøer innen materialer og nanoteknologi

Parallelt med dette er det stadig økende oppmerksomhet om kvanteteknologi som en fremtidig muliggjørende og sensitiv teknologi, hvor det er avgjørende at Norge bygger og opprettholder egen kompetanse og kapasitet. UiO har et særlig fortrinn innen halvlederbasert kvanteteknologi, hvor spesielt fagmiljøer innen fysikk og kjemi har stor og grunnleggende kompetanse innen relevante materialområder, og hvor UiO besitter sentral infrastruktur.

Design, syntese og karakterisering av optiske, elektriske, magnetiske, termiske og strukturelle egenskaper er essensielt for både energi- og kvanteforskningen.

Behovet for multi-funksjonelle materialsystemer øker

For grunnleggende forståelse av energi- og kvantematerialer er design/syntese og karakterisering av optiske, elektriske, kjemiske, magnetiske, termiske og strukturelle egenskaper essensielt. Ikke minst er muligheten til å karakterisere og forstå flere av disse egenskapene parallelt helt sentralt ettersom behovet og interessen for multi-funksjonelle materialsystemer øker. Her har en rekke ulike spektroskopiske teknikker en sentral rolle. En stor del av den relevante fysikk, kjemi og materialvitenskapen skjer på grenseflatene mellom materialer. Dette gjelder f.eks. i de aktive setene for katalytiske systemer eller de elektriske egenskapene til en hetero-junction i f.eks. tandem solceller. Også for kvanteteknologi er grenseflater essensielle, der to-dimensjonale materialer og grenseflater er lovende systemer for særlig punktdefekt-baserte kvantekomponenter. Materialenes overflater er også viktige særlig i applikasjoner mot kvantesensorer.

Faglige trender

- Studier av halvlederbasert kvanteteknologi forutsetter state-of-the-art karakterisering av materialenes optiske, elektriske og magnetiske egenskaper.
- Muligheten til å kunne studere kjemisk sammensetning og kjemisk fordeling over et stort spenn - fra atomprosent til «parts per billion» og på ulike lengdeskalaer er særdeles viktig. Dette er fordi det har stor innvirkning på funksjon og effektiviteten i energikonverteringsprosesser.
- Produksjon av nye materialer krever tilgang på et bredt spenn av infrastruktur for syntese og deponering.
- Studier av materialeegenskaper under operasjonelle betingelser (in-operando) forutsetter probebaserte karakterisering ved hjelp av spektrometriske metoder.
- Det er økende behov for å frakte prøver i kontrollert atmosfære fra syntesekammer til et bredt spekter av karakteriseringsteknikker for å oppnå en holistisk forståelse av materialeegenskapene.
- Mange studier som involverer tilgang til store internasjonale anlegg (synkrotron, nøytron, ionestråle), krever infrastruktur lokalisert i Norge - såkalte “hjemmelaboratorier.” Laboratoriene benyttes til å klargjøre prøver forut for forsøkene i de store fasilitetene og behandle data og prøver etter forsøkene.

Menneskets påvirkning på naturen med tap av biologisk mangfold og globale klimaendringer er de største truslene verden står overfor i dag.

3.3 Naturressurser, klima, miljø og polarforskning

Menneskets påvirkning på naturen med tap av biologisk mangfold og globale klimaendringer er de største truslene verden står overfor i dag. Vårt moderne samfunn har et stort behov for tilgang til naturressurser, samtidig er det en utfordring å utnytte naturressursene på en slik måte at det er bærekraftig og miljøvennlig.

Kunnskap og bærekraftig utnyttelse av naturressurser krever forståelse av både de biotiske og abiotiske prosessene; f.eks. hvordan vann sirkulerer på jordoverflaten, i havet og i atmosfæren,

prosesser for dannelse av hydrokarboner og verdifulle mineraler i og på jordoverflaten og havbunnen, og kunnskap knyttet til fornybar energi. Behovet for kunnskap og bærekraftig utnyttelse av bioressurser er omtalt i livsvitenskaps delveikart for infrastruktur.

Trenden de siste 10-15 årene har gått fra rene klimamodeller til mer koblede jordsystem-modeller (ESM).

Klimautfordringen blir stadig viktigere. For å bedre forstå og utforske naturlig variasjon og klimafølsomhet har trenden de siste 10-15 årene gått fra rene klimamodeller til mer koblede jordsystemmodeller eller «Earth System Models» (ESM). UiO deltar aktivt i utviklingen og bruken av den norske jordsystemmodellen ([NorESM](#)) med satsning på koblingen mellom aerosoler og skyer, samt land-atmosfære interaksjoner i økosystemer på høye breddegrader. To områder med særlig fokus er landkomponenten i modellen er (beskrivelse av overflateprosesser på høye breddegrader, inkludert hydrologiske, kryosfære og vegetasjonsprosesser) og tilbakekoblinger gjennom prosesser i skyer med både is og vann. For begge områdene er det et spesielt fokus på høye breddegrader basert på integrasjon av feltobservasjoner, modellering, kontrollerte feltforsøk og eksperimenter i laboratorier.

Usikkerheten i prognosene for klimautviklingen skyldes i stor grad tilbakekoblinger i vann-, energi- og karbonkretsløpet, og manglende kunnskap om de fysiske og biogeokjemiske prosessene som styrer karbonkretsløpet på ulike tidsskalaer.

Usikkerheten i prognosene for klimautviklingen skyldes i stor grad tilbakekoblinger i vann-, energi- og karbonkretsløpene, og manglende kunnskap om de fysiske og biogeokjemiske prosessene som styrer disse kretsløpene på ulike skalaer i tid og rom. Biogeokjemi er et sentralt fagfelt som kobler sammen det biotiske og det abiotiske og omhandler prosessene som styrer grunnstoffenes kretsløp på jorden. Dette studeres i dag ved UiO gjennom tverrfaglige studier som knytter prosesser i atmosfæren, nedbørsfelt, ferskvann og kyst sammen med fokus på boreale og subarktiske områder.

UiO er aktiv innen land-atmosfære forskning, bl.a. gjennom det tidligere endringsmiljøet LATICE, CBA samt det NFR støttede BIOGOV [prosjektet](#) som er et stort tverrfaglig og nasjonalt koordinert prosjekt som har som mål å forbedre representasjonen av boreale og arktiske økosystemer i globale klimamodeller. LATICE har et større fokus på representasjon av det fysiske miljøet (som snø og myr), mens CBA (og NFR BioGov) ser på biogeokjemiske og biogeofysiske prosesser. Alle integrerer kunnskap på tvers av disipliner, observasjoner og eksperimenter.

Karakterisering av ulike materialer og naturressurser er helt sentralt for å forstå jordens geologiske utvikling og sikre bærekraftig og miljøvennlig utnyttelse av naturressursene.

Karakterisering og beskrivelse av ulike materialer og naturressurser er helt sentralt for å forstå jordens geologiske utvikling samt bærekraftig og miljøvennlig utnyttelse av natur- og energiressursene (se også 3.2). En internasjonal trend er forskning innrettet mot dypere forståelse av strømming av gasser, væsker og stoffer i biosfæren, geosfæren, hydrosfæren, kryosfæren og atmosfæren. Vi vil forstå dynamikken på grenseflatene mellom de ulike fasene og mediene og hvordan klimaendringene og menneskelig inngrep påvirker disse. Dette omfatter vann, jord, planter og luft, is og hav, flytende (magma) og faste bergarter, men også hydrokarboner og CO₂-vannblandinger samt andre blandinger av væske og faststoff. Bergarter og is kan oppføre seg både som fast

stoff og væske avhengig av tidsskala. Vår kompetanse innenfor materialvitenskap er viktig for å jobbe videre med fluid transport i porøse medier og stress knyttet til kompaksjon og oppsprekking på nano- og mikroskala. Slik kunnskap er viktig i utnyttelsen av naturressurser, CO₂-lagring og andre klima- og miljøtiltak.

Polare områder er et viktig nøkkelområde for å forstå hvordan menneskene påvirker jorda og miljøet i dag.

Polare områder er viktige nøkkelområder for å forstå hvordan menneskene påvirker jorda og miljøet i dag. Oppvarmingen i Arktis er mer enn dobbelt så stor enn globalt gjennomsnitt og driver store miljøendringer i arktiske og boreale områder. Vi må studere disse økosystemene for å forstå bedre viktige positive tilbakekoblingsmekanismer i klimasystemet (vann, energi og klimagasser). Tilgang til naturressurser, nye handelsveier og større menneskelig aktivitet har økt nordområdenes betydning internasjonalt. Arktisk er geologisk lite utforsket og er et viktig område som bidrar til dypere forståelse av jordas geologiske utvikling og dynamikk. Det gjøres oppmerksom på at det er International Polar Year (IPY) i 2032/33, også initiativet Polhavet 2050, som vil utlyse betydelige midler til forskning og infrastruktur i fremtiden.

Forskningsområdet «Naturressurser, klima, miljø og polarforskning» er tverrfaglig og bygger på mange faglige disipliner. Infrastruktur som blir brukt til å karakterisere og beskrive materialer og naturressurser blir også utnyttet innen dette forskningsområdet, men også store deler av den analytiske infrastruktur innenfor livsvitenskap blir brukt til å bestemme kjemisk og molekylær sammensetning av alle typer miljøprøver. Feltobservasjoner, eksperimenter og numeriske modeller står sentralt. Store datasett og feltobservasjoner fra nasjonale og internasjonale overvåkingsprogrammer og satellitter gjør behovet for «machine learning», kunstig intelligens og data-assimilering aktuelt.

Faglige trender

- Store koblede klimamodeller (land og vegetasjon-hav-is-atmosfære) med økt romlig oppløsning, og store datamengder fra jordobservasjoner fra satellitter og bakkenivå krever avansert bruk av beregningsorienterte metoder og tilgang på tilstrekkelig beregningskapasitet og datalagring (computational science og data science).
- Nye teknologiske løsninger for sanntidsdata fra feltobservasjoner – jordobservasjoner fra satellitter og avanserte bakkeobservasjoner (klimasystemet, geofarer).
- Tilgang til kontrollerte eksperimenter i lab der man kan endre klimatiske pådriv (forcing) for å se på respons på vegetasjon og studere fysiske prosesser relatert til snø, vann og is på og i bakken.
- Tverrfaglig samarbeid mellom biologi, geofag og kjemi for å forstå det biogeokjemiske samspillet mellom klima, vann-, energi- og karbonkretsløp og økosystemer på nordlige breddegrader og hvordan dette påvirkes av klimaendringer.

- Avanserte analyser av stabile isotoper for miljøundersøkelser og biogeokjemisk forskning.
- Analyse av lange dataserier på klima og miljø.
- Tilgang til kontrollerte eksperimenter for å forstå fysiske og kjemiske egenskaper ved friksjon og interne deformasjonsprosesser ved jordskjelv, flom, ras og skred i løsmasser, fast fjell og isbreer.
- Avanserte måleinstrumenter og sensornettverk for feltobservasjoner som utnytter teknologisk nyvinning til å utvide antall størrelser som lar seg overvåke, og å forbedre datakvalitet, og opsjoner for uavhengig energiforsyning og dataoverføring i utilgjengelige områder (se også 3.4).
- Avanserte analyseinstrumenter (lavere deteksjonsgrenser, høyere oppløsning) for identifikasjon av nye miljøgifter, plast og nanopartikler og karakterisering av stadig mer komplekse matrikser, partikler og overflater.
- Feltforskningsstasjoner der økosystemer studeres på tvers av fagdisipliner.
- Avanserte analyseinstrumenter og metoder for å analysere bergartens mikrostruktur, kjemi, og alder.
- Flere studier som involverer tilgang til store internasjonale anlegg (synkrotron, nøytron), krever infrastruktur lokalisert i Norge - såkalte "hjemme-laboratorier." Laboratoriene benyttes til å klargjøre prøver før forsøkene i de store fasilitetene og å behandle data og prøver etter forsøkene.
- Interdisiplinært samarbeid med samfunnsvitenskap og brukerne av forskningen.

3.4 Eksperimentell modellering og teknologi / sensorer

MNT området ved UiO har flere aktiviteter tilknyttet eksperimentell modellering og teknologi / sensorer. Aktivitetene omfatter tunge beregninger for å bygge komplekse modeller, eksperimentell forskning og anvendt teknologi.

Prosesser fra mikro - til makroskala innenfor strømningsmekanikk er grunnlaget for forskning innen hav, klima, petroleum og Arktis.

Utvikling og forståelse av state-of-the-art teknologi på tvers av MNT området er kritisk for å opprettholde UiO som en ledende internasjonal aktør.

Akselerator og sensortechnologi for partikkel/strålingsdeteksjon har en høy relevans for medisinske anvendelser og for utvikling av strålingshardfør elektronikk

Studier av multiskalafenomener i strømprosesser fra mikro - til makroskala innenfor strømningsmekanikk er grunnlaget for forskning innen hav, klima, petroleum og Arktis. UiO har [unike fasiliteter](#) og instrumentering for studier innen bølger/vind/strukturer/flerfasestrømning/turbulens; biomek og mikrofluidikk. Utvikling og forståelse av *state-of-the-art* teknologi på tvers av MNT området er kritisk for å opprettholde UiO som en ledende aktør internasjonalt innen fokuserte forskningsområder. Sentral infrastruktur omfatter akselerator og sensortechnologi for partikkel/strålingsdeteksjon hvor OCL (Oslo Cyclotron [Laboratory](#)) som lokal fasilitet er et viktig fortrinn. Denne teknologien har også en høy relevans for medisinske anvendelser innen f.eks. partikkelterapi og dosimetri, og for utvikling av strålingshardføre materialer og komponenter for romsonder og f.eks til bruk ved CERN. For å hevde seg i internasjonale samarbeid og prosjekter er det viktig å ha lokal infrastruktur for akselerator, detektorutvikling og beregninger av høy standard.

Det er også etablert avansert infrastruktur for karakterisering av integrert kretsteknologi (mikrobrikker), trådløse sensorer og radio / mikrobølgesystemer med relevans for flere fagmiljøer. De senere årene har også infrastruktur for forskning på autonome systemer som roboter og droner blitt bygget opp blant annet i form av Motion Capture system.

Faglige trender

- Høyere grad av miniatyrisering og integrasjon av sensorer, data prosessering og trådløse systemer (Internet-of-Things) som stiller store krav til målelaboratorier og produksjonsteknologi for mekanikk og elektronikk (maskinering; 3D-printerteknologi; CMOS; ASICs; SiP / pakketeknologi). EU Chips Act er en viktig teknologidriver.
- Behov for mer avanserte og ekstremt strålingshardføre integrerte kretser og detektorsystemer som differensierer mellom forskjellige strålingstyper og partikler. Disse har anvendelser ved OCL, CERN og andre beam-fasiliteter. Utvikling av akselerorteknologi for partikkelknusing på CERN.
- Kvantedatamaskiner og sensorteknologi basert på kvantesensorer vil få økende oppmerksomhet og bidra til raskere beregninger samt mer effektive og nøyaktige målinger.
- Radikalt forbedret tilgang på regnekraft innen medisinsk ultralydbilledannelse muliggjør utvikling og bruk av krevende data-drevne prosesseringsalgoritmer for forbedret bildekvalitet, også i sanntid og i klinikk.
- Autonome og intelligente systemer basert på data science og kunstig intelligens / maskinlæring som stiller krav til beregningskapasitet og datalagring.
- Utvidet virkelighet (XR) basert på sensorer, haptikk og høyhastighets trådløs kommunikasjon vil åpne for nye former for interaksjon mellom mennesker og omgivelser på ulike lokasjoner.
- Mange studier som involverer tilgang til store internasjonale anlegg (synkrotron, nøytron, ionestråle) krever infrastruktur lokalisert i Norge - såkalte "hjemme-laboratorier." Laboratoriene benyttes til å klargjøre prøver før forsøkene i de store fasilitetene og til å behandle data og prøver etter forsøkene.
- Utvikling av detektorsystemer for kjerne og partikkelfysikk for et større energispenn og høyere oppløsning.
- Bølgestudier i 3D, nano- og mikrofluidikk systemer, for å takle nye fenomener innen mikrofluidikk, kapillærstrøming, elastohydrodynamikk, komplekse fluider og bio-mimetiks.

4. Organisering og felles bruk

**Nasjonal infrastruktur:
Sterk faglig forankring, men
desentralisert struktur gir
også utfordringer**

UiO har valgt å innplassere de fleste nasjonale infrastrukturene lokalt, gjerne på seksjonsnivå. På den ene siden sikrer dette en sterk faglig forankring, og bidrar til å ansvarliggjøre de mest sentrale fagmiljøene i driften av infrastrukturen. På den annen side kan denne måten å organisere infrastruktur medføre en fragmentering av tilbudet, mangel på kapasitet og ressurser til å tilby tjenester ut over eget fagmiljø, og mindre aktiv støtte og forankring på UiOs toppnivå sammenlignet med samarbeidspartnere i nasjonale konsortier. Lokalisering og dimensjonering av infrastrukturen opp mot størrelsen og inntjeningssevnen til brukermiljøene er også viktige aspekter. Disse utfordringene bør være sentrale i UiOs og enhetenes arbeid med videre- og nyutvikling av strategiske infrastrukturer. Et viktig virkemiddel for dette er UiOs ordning for å utpeke sentrale kjernefasiliteter. Dette er en ordning som bør videreutvikles og styrkes.

**Svært viktig å utvikle et
realistisk forhold til hva som
er virksomhetskritisk
infrastruktur - for både
forskning og utdanning.**

Eie eller leie: Det er krevende å være infrastruktureier. Normal avskrivningstid er på ti år. For eksempel er det ved SMN investert for over 300 millioner de siste ti årene. Det tilsier et årlig reinvesteringsbehov på mer enn 30 millioner for å opprettholde dagens nivå. For IT-utstyr kan avskrivningstiden være enda kortere. [Senter for analyse av astrofysiske data](#) har de siste årene investert for 86 millioner kroner, noe som gir et årlig reinvesteringsbehov på 10 – 15 millioner kroner. I tillegg kommer kostnader knyttet til arealer, personale, service, vedlikehold og andre driftskostnader. Kostnadene bør finansieres gjennom leiestedsinntekter fra eksternt finansierte prosjekter, men dette er svært krevende uten andre, ofte interne bevilgninger. Det blir derfor svært viktig å utvikle et realistisk forhold til hva som er virksomhetskritisk infrastruktur, og som derfor bør eies av UiO, og hvilken infrastruktur det kan være tilstrekkelig å kjøpe tilgang til gjennom eksterne samarbeidspartnere.

**På et område som ikke er et
definert satsningsområde,
bør man søke å dekke
infrastrukturbehovet
gjennom leie.**

Det er vertsinstitusjonen som må dekke driftstap ved dårlig utnyttelse av infrastrukturen. Derfor er det avgjørende at institusjonen er i stand til å kartlegge, følge opp og prioritere disse infrastrukturene. For å unngå overkapasitet er det viktig å prioritere investeringer ut fra bemanning og tilgang på ekstern finansiering. På et område som ikke er et definert satsningsområde for enheten, bør man søke å dekke infrastrukturbehovet gjennom leie. Kartlegging og kontroll av økonomi bør organiseres både lokalt og på fakultetsnivå. Instituttene er ansvarlig for leiestedene /investeringene. Hvis det eksisterer en finansiell risiko, bør den analyseres både på institutt- og fakultetsnivå og tiltak må iverksettes.

Organisering og deling av infrastruktur:

UiO ønsker å organisere all infrastruktur som leiesteder. Denne modellen synliggjør alle utgifter brukerne må forholde seg til i en kostnadsdeling (timepris eller årsabonnement).

Modellen benytter total kostbudsjettering som fordeler investerings- og driftsutgifter mellom flere brukergrupper og dokumenterer andel av bidrags- og oppdragsvirksomhet.

Det vil bli lettere å søke frem og booke tid på eksisterende infrastruktur.

Det er utviklet funksjonelle hjemmesider for infrastruktur, og det er investert i et felles bookingsystem (BookitLab) for bruk av vitenskapelig utstyr. BookitLab er både et bestillings- og betalingssystem, og det er anskaffet i samarbeid med UiB og NTNU. Et slik system sammen med nye nettsider gjør det lettere å søke frem og booke tid på eksisterende infrastruktur.

Deling av driftskostnader er en barriere for felles utnyttelse av utstyr - her bør det etableres insentivordninger.

Insentivordninger for deling:

Deling av leiestedskostnader er ofte en barriere for felles utnyttelse av utstyr til forskning og utdanning på tvers av enheter. Noen grunner til dette kan være kompleksitet i planlegging av budsjetter på søknadstidspunktet, forskjellige tradisjoner i ulike forskningsmiljøer og restriksjoner fra forskjellige finansiører. Her bør det etableres noen sentrale insentivordninger for å sikre god utnyttelse av leistedene. For eksempel er det slik at UiO/MN vanligvis ikke tilfører ekstra ressurser til bruk av leiesteder i utdanning, hverken for BSc, MSc eller KD stipendiater. Det betyr at studenter utenfor enheten som eier infrastrukturen kan ha problemer med å få tilgang. Det bør derfor vurderes om man kan sette av midler til å subsidiere driftskostnader i spesifikke aktiviteter/prosjekter for å insentivere ny aktivitet på tvers av etablerte leiesteder og på den måten stimulere til mer effektiv bruk av den samlede forskningsinfrastruktur ved UiO og redusere graden av doble investeringer. Denne tilnærmingen har blitt fulgt i 2021-utlysningen om Bærekraft der MN ga en driftsbevilgning på 150 kNOK / år til KD-stillinger som involverte laboratorie- eller feltarbeid.

Infrastruktur bør plasseres slik at barrierer for felles investering, felles drift og kompetanse-bygging senkes.

Samlokalisering:

Større infrastrukturer bør i størst mulig grad plasseres sentralt i forhold til de viktigste brukergruppene og være lett tilgjengelig for både interne og eksterne brukere. Samlokalisering kan senke barrierer for felles investering, felles drift, og ikke minst for kompetansebygging og bedre utnyttelse av teknisk personell på tvers av infrastrukturenheter. Likevel kan det være utfordringer ved samlokalisering. Noen infrastrukturer vil være tett knyttet til fagmiljøer som ikke kan flyttes, eller til prøver/materiale som ikke kan transporteres, eller det er spesielle krav til laboratoriene og arealene hvor infrastrukturen skal benyttes/installeres.

Planlegging av Campus Nedre Blindern:

Ved flytting av Kjemisk institutt til Livsvitenskapsbygget vil store arealer på nedre Blindern frigjøres. Dette representerer en unik mulighet for å utvikle arealer for Physical Science, som er spesialtilpasset de høye kravene state-of-the art infrastruktur har til bygningens grunnforhold. Ved planlegging av Campus Nedre Blindern bør man se på muligheten til en UiOs satsing på energi og kvanteteknologi samlokalisert med fysikk og geofag. Eksempler på infrastruktur som det er nyttig å samlokalisere er renromsfasiliteter (MiNaLab 2.0), spesielt sensitivt utstyr for avbildning og

karakterisering (NORTEM, H-SEM), røntgenkarakterisering (RECX/NEXUS) mm.

5. Hvordan kan UiO bidra til infrastruktureknader?

Forskningsrådets program for Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur har vært muliggjørende innenfor store nasjonale satsninger innen materialvitenskap, geovitenskap, kjerne- og partikkelfysikk, romfysikk og astrofysikk.

Norges og Svalbards gunstige beliggenhet mot høy Arktis har gitt Norge spesielt gode forutsetninger for å være vertskap for stor internasjonal infrastruktur som [EISCAT](#) og [SIOS](#) innen atmosfære, klima og romforskning. Norsk medlemskap i CERN, ESA, EU Copernicus, ESS, ESRF gir tilsvarende muligheter for grensesprengende kjerne-, partikkel- og romforskning, fysikk, kjemi, material og geofag.

Det er en målsetting å prioritere større infrastrukturinvesteringer som benyttes av UiO forskningsteam som gjennom sine grensesprengende problemstillinger vil ha potensial til å sikre bærekraftig drift. UiO har hatt relativt god uttelling på infrastrukturinvesteringer gjennom Forskningsrådets INFRA-program, og vi har trukket veksler på denne ordningen for vellykket nyrekruttering av vitenskapelig ansatte.

UiO har ansvar og kapasitet til å både lede og være partner for nasjonale infrastrukturer.

Som det ledende universitetet i Norge har UiO et ansvar og kapasitet til å både lede noen nasjonale infrastrukturer og være partner for andre. Å lede en stor infrastruktur ([nasjonal](#), [ESFRI](#)) innebærer ytterligere ansvar. Det krever at det identifiseres sterke og store nok forskerteam ved UiO, og at forskningsmiljøet er langvarig. Det innebærer også å identifisere ledende forskere tidlig nok slik at de kan være prosjektkoordinator og samarbeidspartnere på nasjonalt nivå. UiO kan også bidra ved å gå gjennom slike initiativ før søknadene sendes inn.

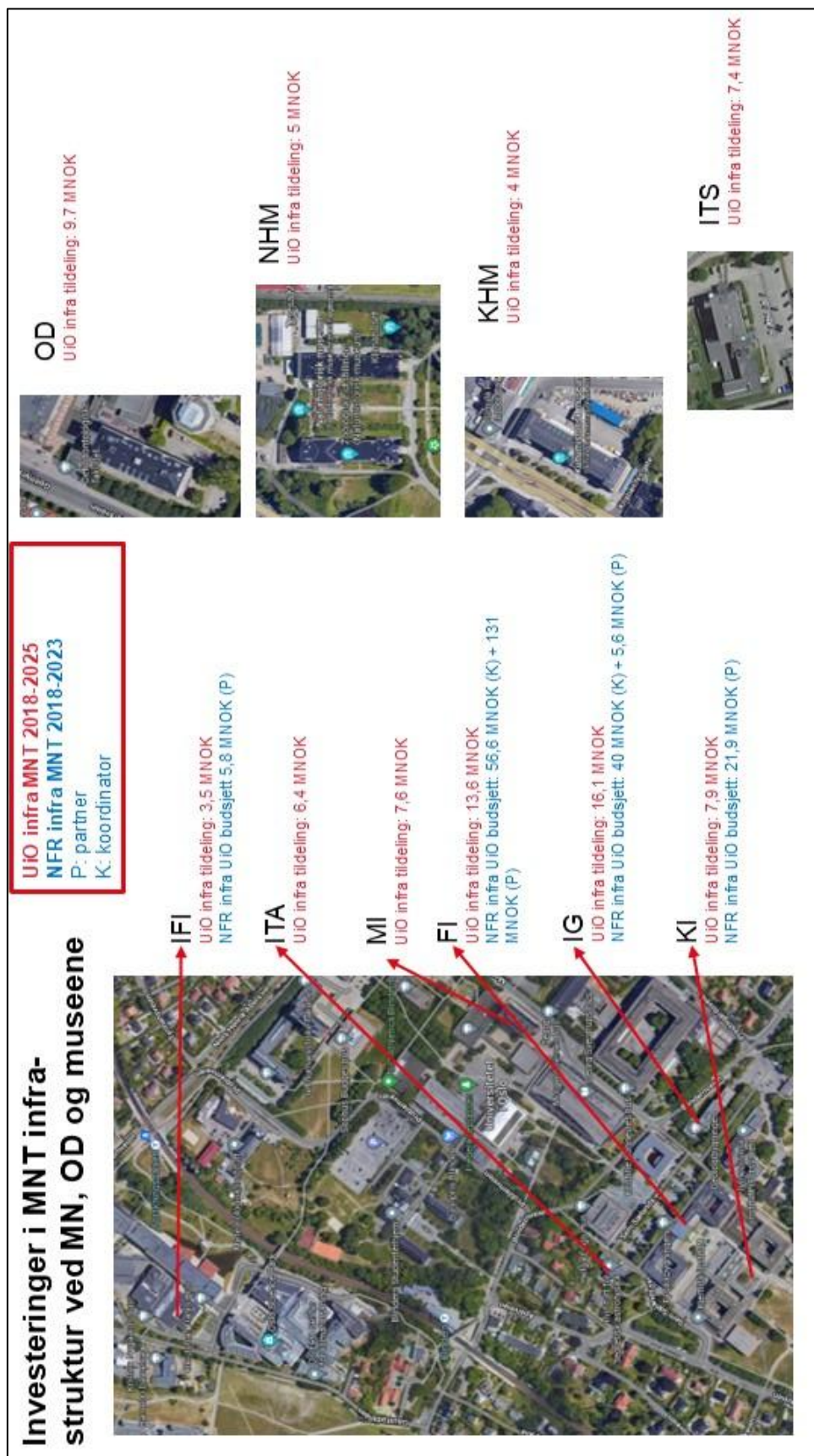
6. Prioriteringsprosess ved UiO

Alle nivåene i organisasjonen er involvert når ulike infrastrukturinitiativ skal prioriteres til utlysningene fra Forskningsrådet og UiO. De viktigste prioriteringskriteriene for denne prosessen er beskrevet i nivå 1 i veikartet.

For å oppdatere veikartet har UiO bedt enhetene om å melde inn strategiske, forankrede og prioriterte infrastrukturbehov. Dette gjelder helt nye behov og “gamle behov” som fortsatt er aktuelle. Basert på instituttene innmeldte behov og deres prioriteringer har fakultetene og museene valgt ut sine foreløpige topp prioriterte initiativ til de neste utlysningene; se tabellene i nivå 3 beskrivelsen av veikartet. Disse tabellene er utgangspunkt for eventuelle videre prioriteringer som gjøres i selve søknadsprosessene. Prioriteringsprosessene for instituttene og fakultetene/museene er transparente og forankret i de lokale forskningsmiljøene og ledelsen på enhetene.

Det er viktig at den påfølgende prioriteringsprosessen på UiO nivå også er transparent, og at den gir gode tilbakemeldinger til søkermiljøene. Dette vil gi økt legitimitet til en prosess som krever til dels betydelige kulturendringer i forskermiljøene.

En sentral utfordring i prioriteringsprosessen til Forskningsrådets utlysning er at søknadene baserer seg på nasjonale konsortier. Dette krever at institusjonene har koordinerte prosesser med felles tidslinjer; slik at de lokale prioriteringene får nasjonal forankring.



Figur: Tildelinger til MNT infrastruktur fra UiO og Forskningsrådet (NFR andel av UiO budsjett i søknad). Figuren viser ikke tildelinger til infrastruktur innen LV eller eInfra.

Nivå 3 Veikart for Matematikk, Naturvitenskap, Teknologi (MNT)

Innledning

MNT har et stort omfang av eksisterende laboratorier og eksperimentelt utstyr til forskning og utdanning. MNT Nivå 3 dokumentet er avgrenset til å omfatte eksisterende forskningsinfrastruktur som er relevant med hensyn til nye investeringer av infrastruktur de neste 2-10 år. Det er ytterligere avgrenset til å omfatte utstyr til over 2 million kroner som ønskes finansiert gjennom Forskningsrådets program for Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur eller UiOs infrastrukturmidler (tidligere AVIT). Instrumenteringsbehov under 2 million kroner, og/eller utstyr som reinvesteres gjennom leiestedsinntekter eller på enhetenes basisbevilgning er ikke inkludert. D.v.s. leiesteder som hverken planlegger søknader til Forskningsrådets eller UiOs infrastrukturutlysning er ikke inkludert i dette dokumentet. For eksempel er infrastruktur finansiert av EU ERC- eller NFR SFF-prosjekter ikke inkludert her.

Nivå 3 beskrivelsen er strategisk målrettet med hensyn til å fremheve nytt utstyr som forskningsmiljøene mener skal til for å forsterke UiOs posisjon som et toppforskningsuniversitet, et universitet som har som mål å tilby fremragende forskningsbasert utdanning.

Med utgangspunkt i hva som eventuelt er etablert av relevant utstyr, begrunnes nytt utstyr ut fra

«Delta forskningspotensial» og «Prioriteringskriterier, og hva dersom ikke» med hensyn til fagområdets utvikling dersom finansiering ikke lykkes. Disse to kulepunktene er trukket ut fra vedlegg 6 fra enhetenes kartleggingsmateriale. Det henvises til dette vedlegget for en fylldigere begrunnelse for hvert enkelt investeringsforslag. Enhetenes innmelding av nye behov er også beskrevet i vedlegg 7.

Her er behovene nummerert, og instituttene og museene har i all hovedsak også prioritert behovene. I nivå 3 beskrivelsen under indikeres behovenes tilhørighet, men nummerering og prioritering er utelatt. Det er kun fakultetenes og museenes utvalgte, topp-prioriterte behov som er gitt helt til slutt i nivå 3 beskrivelsen.

For hvert fagområde, er behovene sortert i tre hovedgrupper: **Internasjonale fasiliteter** (med norsk deltakelse), **Nasjonal infrastruktur** (finansiert gjennom NFR INFRA) og **UiO Egenfinansiert** (UiOs infrastrukturmidler eller eventuelt annen UiO-finansiering over instituttnivå). For internasjonale fasiliteter er finansieringen som oftest nasjonal, f.eks. gjennom NFRs infrastrukturesatsing. Alle investeringsbehov er forankret på instituttnivå.

Med unntak av utstyr til materialkarakterisering er det lite utstyr som kan benyttes på tvers av de tradisjonelle fagområdene. Utstyr er gruppert i fire tematiske områder: **Universet (Romforskning; Subatomær fysikk; Astronomi og astrofysikk), Energi, materialer og kvanteteknologi, Naturressurser, Klima, Miljø og Polarforskning; Eksperimentell modellering og teknologi/sensorer.** I disse fire tematiske områder kan noen infrastrukturer benyttes i mer enn én disiplin og i mer enn ett område. Dessuten, databehandling er en aktivitet som går på tvers av alle disse områder (se veikart for e-infrastruktur).

Universet (Romforskning, Subatomær fysikk, Astronomi og Astrofysikk)

Infrastrukturene knyttet til grunnforskning om Universet faller generelt inn under NFR-porteføljene for Banebrytende forskning og Forskningssystemet. Flere prosjekter omhandler norsk deltakelse i internasjonale infrastrukturer og organisasjoner. Romforskningen har fokus på ionosfæren i polarområdene, og faller derfor også inn under NFR-porteføljen for Klima og miljø. Innen subatomær fysikk gjør forskningen omfattende bruk av avanserte detektormaterialer, som også hører inn under NFR-porteføljen for Muliggjørende teknologier. Infrastrukturene innen fagfeltene romforskning, subatomær fysikk og astronomi og astrofysikk samsvarer i stor grad med prioriteringene i Forskningsrådets veikart for nasjonal forskningsinfrastruktur, samt med prioriteringene for norsk medlemskap i internasjonale forskningsinfrastrukturer og organisasjoner i det nasjonale veikartet.

1. Forskningsområde #1: Romforskning

Forskningen handler om observasjoner i rom og tid (4D) over flere skalaer for å forstå energitransporten mellom solen og jorden og solens energideponering i den øvre atmosfæren. Forskningen kombinerer fjernmålingsteknikker, som radar og optikk, med in-situ målinger fra satellitter og raketter.

1.1 Eksisterende

1.1.1 Internasjonal

UiO ved Fysisk institutt (FI) deltar på flere prosjekter fra European Space Agency (ESA): [Cluster](#) er en formasjon av fire satellitter i en elliptisk polarbane rundt Jorden som måler magnetosfæren og har vært operativ siden 2000; [Rosetta](#) undersøkte kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko; og [Bepi-Colombo](#) består av to satellitter som er på vei for å undersøke Merkur. Forskerne har tilgang på data fra [THEMIS](#) og [MMS](#) for å undersøke magnetosfæren på henholdsvis stor og små skala. UiO/FI leder flere internasjonale prosjekter som fokuserer på romvær med finansiering fra ESA Earth Observation og ESA Space Situation Awareness.

For ionosfærestudier bidrar UiO/FI med dataprodukter basert på instrumenter fra tre satellitter i ESA-prosjektet Swarm, og utvikler instrumenter som skal brukes på tre ESA NanoMagSat-satellitter. FI har også levert vitenskapelige instrumenter til en lunar rover, Rashid, som har reist til Månen, og utvikler og bidrar med nye instrumenter til fremtidige måneferder. Instrumenter utviklet av FI er også installert på den internasjonale romstasjonen ISS, og de brukes på de norske og internasjonale satellittene Norsat-1 og Brik-II.

FI er involvert i EISCAT, som bruker radaranlegg i Nord-Norge og på Svalbard, samt EISCAT 3D-prosjektet, en banebrytende radar som skal ferdigstilles i løpet av de kommende månedene. FI har også tatt initiativ til å lede et nytt internasjonalt prosjekt for etablering av nye ionosfære-radarfasiliteter på Svalbard.

UiO/ITS har i dag tilgang til avansert vitenskapelig utstyr for utforskning av planeten Mars gjennom deltakelse på [Mars2020](#) og [ExoMars](#) programmene fra henholdsvis NASA og ESA. Målsettingene med disse programmene er i første rekke å lete etter spor av tidligere liv på Mars, og å samle informasjon og demonstrere teknologi for mulige framtidige bemannede ekspedisjoner til planeten.

1.1.2 Nasjonal INFRA

UiO/FI deltok i [SIOS InfraNor](#), som finansierte raketten ICI-5 4DSpace med et undersystem bestående av 12 miniatyriserte nyttelaster. Dette var designet for å bli det første systemet til å utføre 3D-målinger av plasma-turbulens i ionosfæren i desember 2020. Den største investeringen er [EISCAT 3D](#), som vil gi oss 3D-observasjoner på mesoskala over Nord-Skandinavia. Dette systemet er planlagt å bli operativt i 2025.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

UiO er partner i [Troll Observing Network \(TONE\)](#) ved Troll-stasjonen i Antarktis, et prosjekt som ble innvilget i desember 2021. Som en del av TONE installerer UiO en digital ionosonde – en radar dedikert til ionosfæriske studier. Prosjektet gir en fordel i forskning på ionosfæren fra et globalt interhemisfærisk perspektiv. Den blir plassert sammen med annen eksisterende infrastruktur finansiert av NFR og ERC, som et all-sky kamera og en scintillasjonsmottaker ved Troll. I neste fase er det planlagt å søke støtte til å etablere flere instrumenter på Troll, inkludert et riometer og et kamera for å studere temperaturen i den øvre mesosfæren.

Den relevante områdestrategien i NFR-INFRA er: Andre infrastrukturbehov innenfor naturvitenskap og teknologi.

1.1.3 UiO egenfinansiert

UiO har en sterk tilstedeværelse på Svalbard og i Nord-Norge gjennom sitt Nordlysnettverk i Ny-Ålesund, Longyearbyen, Hornsund og Skibotn, samt i Antarktis med det ionosfæriske observatoriet på Troll. Alle stasjonene er utstyrt med all-sky-kameraer og scintillasjonsmottakere, som er ideelle for studier av årsakene til radiobølgeforstyrrelser og utvikling av globale modeller for romvær. FI har dataservere som lagrer data fra alle disse plattformene.

Plasmalaboratoriet ved seksjonen for plasma- og romfysikk har blitt etablert for utvikling og testing av instrumenter for romfartøy. Laboratoriet brukes blant annet til å teste instrumenter sendt til den internasjonale romstasjonen ISS og til å bygge og karakterisere instrumenter for Lunar Rover, som ble sendt til Månen med Emirates Lunar Mission. Laboratoriet legger til rette for flere utviklingsprosjekter innen romteknologi, i samarbeid med industri og forskningsinstitutter som SINTEF og EIDEL.

4DSpace-Daedalus-raketten er Norges bidrag til Grand Challenge MLT, som fokuserer på studier av den nedre ionosfæren. Raketten er finansiert med midler fra Norsk Romsenter og ESA. Oppskytingen er planlagt til mars 2026.

Ved ITS er [RIMFAX](#) Science Operations Center (RSOC) etablert som operasjonssenter for innsamling og analyse av data fra georadaren på Rimfax-roveren, en del av NASAs Mars 2020-program. ITS har også opprettet [Centre for Space Sensors and Systems](#) (CENSSS) for å møte vitenskapelige og teknologiske utfordringer knyttet til småsatellitter for jordobservasjon samt utforskning av månen og planetene.

1.2 Begrunnelse for nye behov

UiO/FI vil fortsette å utvikle instrumenteringsnettverk i polarområdene, med fokus både på vedlikehold av eksisterende bakkeinstrumenter og utvikling av nye. Disse instrumentene er avgjørende for å kunne delta i og lede internasjonale prosjekter. UiO er med i TONE-2-søknaden til NFR, som har som mål å etablere nye instrumenter i Antarktis. Dette er en viktig del av AGATA-programmet (Antarctic Geospace and Atmosphere Research), som koordineres av SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). Infrastrukturen i polarområdene er avgjørende for forberedelsene til det internasjonale polaråret i 2032-33. Videreutvikling av plasmalaboratoriet ved UiO er essensielt for å øke konkurransekraften og muligheten til å gjennomføre omfattende satellittprosjekter.

1.2.1 Internasjonal

På lang sikt har UiO ambisjoner om å initiere og aktivt delta i prosjekter som involverer formasjoner av multisatellitter for forskning av nær verdensrommet via ESA. UiO er allerede involvert i NanoMagSat, et prosjekt med tre satellitter som vil bli ferdigstilt i løpet av de kommende årene, samt flere konseptstudier og instrumentutviklinger for ESA.

1.2.2 Nasjonal INFRA

ICI-6 Rakett fra Svalbard, (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Med 4DSpace-måleteknikken er det mulig å forstå hvilken rolle plasmaturbulens spiller i koblingen mellom for eksempel tyngdebølger i atmosfæren og storskala transport av luftmasser i de øvre luftlagene. Dette er viktig for forbedrede vær- og klimamodeller. Videre skal vi fokusere på den såkalte cusp-regionen, som leder solvinden ned til jordens atmosfære. Raketten skal skytes opp sammen med en japansk rakett.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Det finnes ingen annen mulighet for å utføre finskala multi-punktmålinger i dette høydeområdet utenom raketter. Uten denne investeringen ville vi ikke kunne ha en ledende rolle i «Grand Challenge Initiative Cusp - Solar Maximum». Denne raketten gir oss et fortrinn og sikrer en internasjonalt ledende rolle.
- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Banebrytende forskning, Forskningssystemet og Klima og miljø

M/LT-Aurora (2 raketter) fra Andøya Space Center, (FI)

- *Delta forskningspotensial:* Rakettene bidrar til banebrytende og tverrfaglig grunnforskning med potensial for anvendelse i vær- og klimamodeller. Visjonen til 4DSpace-prosjektet er å bli internasjonalt ledende innen multi-skala 4D-målinger i romplasma, samt konstellasjoner av mikrosatellitter i regi av ESA. Prosjektet vil også dra nytte av EISCAT_3D-infrastrukturen (ESFRI).
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Forskningsraketter gir et unikt fortrinn for romforskning og er virksamhetskritisk for videre utvikling av Endringsmiljøet 4DSpace, som kobler fire forskningsgrupper fra tre institutter (FI, MI og IFI)
- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Banebrytende forskning, Forskningssystemet og Klima og miljø

UiOs Troll Ionospheric Observatory, (FI)

- *Delta forskningspotensial:* UiOs Troll Ionospheric Observatory er de eneste norske instrumentene for romforskning plassert i Antarktis. Dette gir muligheter for langsiktige interhemisfæriske og globale studier av prosesser i romplasma, setter dem i en global kontekst og bidrar til utvikling av avanserte modeller for varsel av romværphenomener. Nye instrumenter, som riometer og kamera for temperaturmåling i mesosfæren, samt oppgradering av eksisterende instrumenter, vil sammen med instrumenter ved den sørafrikanske stasjonen SANA-IV (magnetometre og HF-radar) og det nye sørlysobservatoriet på den tyske stasjonen Neumayer, gi en helhetlig instrumentpark og åpne for et sterkt internasjonalt samarbeid med alle aktører i Antarktis. Nye instrumenter vil gi muligheter til å studere dynamikken og turbulens over den sørlige halvkule, der det statistisk viser seg at romværphenomener blir tydeligere enn i nord. Instrumenteringen i Antarktis blir en viktig del av det nye programmet AGATA (Antarctic Geospace and Atmosphere Research), som er et forskningsprogram under SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). Det åpner for større internasjonale prosjekter ved datadeling og koordinering av observasjoner og vil danne grunnlag for prosjekter knyttet til det internasjonale polaråret 2032-33.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke:* Det er nå stort internasjonalt fokus på utvikling av robuste romværmodeller, og infrastrukturen er derfor viktig for å være i forskningsfronten

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

innen dette feltet. Romværphenomener er sentrale for endringsmiljøet 4DSpace, som kobler sammen fire forskningsgrupper fra tre institutter (FI, MI og IFI). UiO er allerede partner i TONe (Troll Observing Network)-prosjektet, og det er planlagt en TONe trinn II-søknad som omfatter videreutvikling av eksisterende infrastruktur.

- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Banebrytende forskning, Forskningssystemet og Klima og miljø

SATFAB – Satellittfabrikken på Kjeller (ITS)

- *Delta forskningspotensial:* I Norge er det ingen bedrifter eller institutter som kan utvikle og integrere småsatellitter. For tiden kjøpes denne tjenesten fra utlandet. Norske myndigheter ønsker å utvikle slik kapasitet innenlands. CENSSS arbeider sammen med sine partnere for å etablere et laboratorium med nødvendig utstyr, slik at man i Norge kan utvikle og produsere småsatellitter for nasjonalt behov. Staten har begynt å finansiere Andøya rakettskytefelt, med mål om å kunne skyte opp småsatellitter i lav jordbane innen 2025. Derfor er det et ønske om å bygge opp annen infrastruktur i Norge for å gjennomføre hele prosessen med utvikling, bygging og oppskyting av småsatellitter innenlands. SATFAB innebærer utstyr for testing av rominstrumenter og satellitter: et laboratorium for funksjonstesting, termisk vakuumkammer, vibrasjonsbenk, sjokkbenk, fasiliteter for målinger av elektromagnetisk interferens og kompatibilitet (EMI/EMC), samt en bakkestasjon for satellittkommunikasjon og operasjon. I Norge finnes det allerede en del eksisterende kapasitet innen dette området, lokalisert hos bedrifter og institutter. Dette finnes ikke som en helhet ved universiteter eller andre utdanningsinstitusjoner. SATFAB vil være et viktig bidrag for å sette Norge i stand til å håndtere hele verdikjeden for småsatellitter og rominstrumenter - fra design, utvikling, sammensetting og integrasjon, til testing og operasjon. Med slik infrastruktur på plass er det betydelig potensial for å utvikle nye og innovative instrumenter.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Det er planlagt at SATFAB skal gjøres tilgjengelig for både norske utdanningsinstitusjoner, forskningsinstitutter og bedrifter. Utviklingen av SATFAB vil skje i nært samarbeid med både norske universiteter og bedrifter. Sentrale samarbeidspartnere vil blant annet være FFI, Eidel, Ideas og Neo. Institutt for teknologisystemer har etablert et masterprogram innen romsystemer med oppstart høsten 2023. Dette masterprogrammet samarbeider tett med CENSSS for å sikre en problembasert utdanning der masteroppgavene kan fullføres i samarbeid med partnerne. Den foreslåtte SATFAB-infrastrukturen er tenkt brukt som en sentral del av utdanningen innen romsystemer.
- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Muliggjørende teknologi, Banebrytende forskning, Innovasjon og Forskningssystemet

1.2.3 UiO Egenfinansiert

Bakkeinstrumenter for studier av plasmafysikk og romvær, (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Bakkeinstrumenter innen UiOs Nordlys Nettverk (nordlyskamera og GNSS-mottakere) i Nord-Norge og på Svalbard utgjør grunnlaget for langsiktig overvåking av romvær. De er avgjørende for utvikling av fysiske modeller som brukes til å varsle romværphenomener. Nordlysobservasjoner og GNSS-scintillasjonsmålinger fungerer som referanser for EISCAT-radar, satellitt- og rakettmålinger. Høykvalitets bakkeobservasjoner er avgjørende for vår tilgang til nye prosjekter og gir oss et

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

konkurransefortrinn i internasjonalt samarbeid. Dette er en grunnpilar for den eksperimentelle virksomheten i 4DSpace, som samler fire forskningsgrupper fra tre institutter (FI, MI og IFI).

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke:* UiO satser på nordområdene i samarbeid med UNIS. Hvis vi ikke opprettholder vår førtiårige ledelse innen nordlyskamera, risikerer vi å miste et fortrinn i internasjonalt samarbeid samt muligheten til å gjennomføre egne rakettaktiviteter og prosjekter innen romværmodellering i samarbeid med ESA.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Bakkeinstrumenter spiller en viktig rolle i statistiske studier for utvikling av romværmodeller innen et prosjekt ved Fysisk institutt finansiert gjennom en ERC Consolidator Grant. Infrastrukturen støtter aktivitetene relatert til SIOS (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System), UNIS og polarforskning generelt. Infrastrukturen vil hjelpe til å bygge et forskningsmiljø med potensial for SFF.

Space Plasma Laboratoriet – trinn 2, (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Space Plasma Laboratoriet gir oss et konkurransefortrinn i utvikling og testing av instrumenter for romforskning med raketter og satellitter. Laboratoriet, som inkluderer flere plasmakilder og et nytt plasmakammer, styrker vår evne til å gjennomføre avanserte prosjekter effektivt. Dette plasmalaboratoriet vil være unikt i Norge og en grunnpilar for eksperimentell virksomhet i 4DSpace prosjektet, som kobler 4 forskningsgrupper fra tre institutter (FI, MI og IFI).
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke:* UiO har i løpet av de siste ti årene etablert seg som en viktig partner for ESA innen forskning på ionosfæren. Våre instrumenter er nå vurdert for bruk på satellitter, spesielt små satellitter, og skal blant annet benyttes på ESA-satellitten NanoMagSat. Det er viktig å styrke og ivareta denne kompetansen. Et godt laboratorium med flere kamre og plasmakilder er avgjørende for at UiO skal kunne innta en ledende rolle i internasjonale prosjekter.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* MN2030: Instrumenter på satellitter og raketter er viktige for utvikling av romværmodeller innen et prosjekt ved Fysisk institutt finansiert gjennom en ERC Consolidator Grant. Infrastrukturen vil hjelpe til å bygge et forskningsmiljø med potensial for SFF.

2. Forskningsområde #2: Subatomær fysikk

2.1. Eksisterende

2.1.1 Internasjonal

CERN er et av verdens største forskningssentre, der universets minste byggesteiner blir undersøkt ved hjelp av partikkelkollisjoner ved svært høye energier. Norge har vært medlem siden 1954 og deltar i flere av eksperimentene. CERN har etablert en europeisk strategi for partikkelfysikk, som utgjør en integrert del av ESFRI-veikartet for europeisk forskningsinfrastruktur. Vi både bidrar til og benytter oss av storskalainfrastruktur på CERN, med hovedinnsats mot ATLAS- og ALICE-eksperimentene, samt engasjement mot ISOLDE og AEGIS, i tillegg til testakseleratorene CLIC/CLEAR og AWAKE.

UiO deltar i Cherenkov Telescope Observatory (som blir en del av ESO), som detekterer høyenergetiske fotoner fra universet, blant annet for å undersøke mørk materie. UiO bidrar også til

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

byggingen av European Spallation Source (ESS) i Lund og har interesse av å delta i framtidig neutrinforskning gjennom ESSnuSB.

I kjernefysikk bruker forskere fra UiO flere internasjonale akseleratorinfrastrukturer med tilhørende detektorutstyr, inkludert [Radioactive Isotope Beam Factory](#) (RIBF) ved RIKEN Nishina Center (Japan), [Facility for Rare Isotope Beams](#) (FRIB) ved Michigan State University (USA), [Legnaro National Laboratories](#) (Italia), [GANIL](#) (Frankrike), [ISOLDE](#) ved CERN (Sveits), [Accelerator Laboratory](#) ved Universitetet i Jyväskylä (Finland), [iThemba LABS](#) (Sør-Afrika), [Argonne Tandem Linear Accelerator System](#) (ATLAS) ved Argonne National Laboratory (USA), og [Research Center for Nuclear Physics](#) (RCNP) ved Osaka University (Japan). Stråletid ved disse infrastrukturene tildeles utelukkende gjennom konkurranser, hvor eksperimentforslag evalueres av internasjonale ekspertkomiteer. Eksperimentene utføres i internasjonale kollaborasjoner som dannes rundt spesifikke eksperimentforslag og ofte ledes av forskere fra UiO. Eksperimentene har som mål å forstå strukturen til eksotiske, ustabile kjerner, inkludert utviklingen av kjernedeformasjon og formkoeksistens, samt endringer i skallstrukturen for ustabile atomkjerner. Et annet mål med eksperimentene er å skaffe eksperimentelle kjernefysiske data for å forstå dannelsen av tunge grunnstoffer i astrofysiske prosesser.

2.1.2 Nasjonal INFRA

Det nye måleinstrumentet Oslo Scintillator Array (OSCAR) har vært i drift ved Oslo Cyclotron Laboratory (OCL) siden 2019. Instrumentet består av 30 store $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ detektorer, som har høyere effektivitet og betydelig bedre energi- og tidsoppløsning sammenlignet med tidligere detektorsystemer. Detektorene er flyttbare og kan også benyttes ved andre laboratorier, slik som ved ISOLDE-eksperimentet på CERN. I tillegg til grunnforskning innen kjernefysikk har instrumentet et bredt anvendelsesområde innen nukleær medisin, kjernekraft, atomsikkerhet og nukleære målemetoder i petroleumsindustrien.

NorLHC er et pågående infrastrukturprosjekt som arbeider med oppgradering av detektorene i ATLAS og ALICE for bruk i High Luminosity LHC. For å lykkes er det behov for avansert lokal infrastruktur, inkludert videreutvikling og oppgradering av instrumentering, modulbygging, samt utstyr for sensorutvikling og laboratorier (inkludert rentrom ved ELAB) for ATLAS. Det er også behov for lokale fasiliteter for strålingstesting av elektronikk og karakterisering av partikkeldetektorer for ALICE.

2.1.3 UiO egenfinansiert

Oslo Cyclotron Laboratory (OCL) er et internasjonalt anerkjent laboratorium for grunnforskning og anvendt forskning i fagfeltene kjernefysikk, kjernekjemi, biofysikk, medisinske isotoper, strålingstester av elektronikk og karakterisering av partikkeldetektorer, med mange lokale og internasjonale brukere. Laboratoriet huser en Scanditronix MC-35 syklotron som akselererer protoner, deutroner, ^3He og ^4He ioner. Laboratoriet har avansert detektorutstyr, spesielt Oslo Scintillator Array (OSCAR), som er unikt i verden og gir fortrinn for internasjonalt samarbeid. I tillegg rommer OCL et radiokjemisk klasse-B laboratorium. Lokal infrastruktur som I-LAB og E-LAB er essensiell for driften av OCL og utvikling av ny instrumentering.

2.2 Begrunnelse for nye behov

2.2.1 Internasjonal

NorLHC III, (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Large Hadron Collider (LHC) er den største av CERNs akseleratorer og er i ferd med å oppgraderes til High-Luminosity LHC. Norge deltar i detektorene ATLAS og ALICE som også oppgraderes i løpet av de neste årene. Oppgraderingen har blitt finansiert i perioden 2018-2022 (fase I) og 2023-2027 (fase II).

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

Denne tildelingen sikrer norsk medlemskap i ATLAS og ALICE detektorene og alt arbeid norske forskere gjør ved disse detektorene ved LHC.

Med en oppgradert detektor vil ATLAS bl.a. kunne undersøke to av de store ubesvarte spørsmålene om Higgs-partikkelen: Kobler den til den andre generasjon av materie som forventet og hva er formen til Higgs-potentialfunksjonen - er den like enkel som modellen fra 1964 tilsier? Generelt vil oppgradering av LHC og detektorene muliggjøre målinger og søk etter sjeldne prosessor (både "ny fysikk" og fenomener som er predikert, men kraftig undertrykt i standardmodellen). For ALICE vil oppgraderingen gi en bedre detektor og muligheten til å samle data 5-10 ganger raskere enn før. Dette vil gjøre det mulig å karakterisere sterk vekselvirkende materie for første gang med sjeldne sonder og unik innsikt i kvark-gluon plasma, universets urstoff.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* NorLHC-II bevilgningen ble avkortet med inntil 50%. I tillegg er tidsplanen for HL-LHC blitt forsinket. De ekstra midlene vil bli brukt til: (1) å oppgradere ALICE elektromagnetisk kalorimeter i foroverretningen. Dette vil betydelig forbedre målingen av fotoner produsert direkte i kjerne-kjerne kollisjoner og gi ny innsikt i fasediagrammet for sterkt vekselvirkende materie; (2) å fullføre installasjon og idriftsettelse av ITk-pixel sensor-modulene som bygges i NorLHC. Da vil ATLAS kunne håndtere 5 ganger større kollisjonsopphopning, som HL-LHC vil levere, minst like bra som med dagens intensitet og muliggjøre enda mer følsomme søk etter ny fysikk og presisjonsmålinger av f.eks. Higgs-partikkelen. Samt (3) til beregningsinfrastruktur. Ingen vet når eller hvordan standardmodellen skal vise svakhetstegn først, men å forske på dette er en av Europas høyeste prioriteringer i partikkelfysikk i de neste 10-15 årene.

Dersom vi ikke lykkes med Trinn 2 og 3 vil det være en katastrofe for ATLAS-eksperimentet. Når vi river ut dagens Inner Detector og begynner å installere den nye Inner Tracker (ITk), må vi fullføre jobben ellers vil hele High-Luminosity LHC fysikkprogrammet (2026-37) for ATLAS stå på spill. CERN vil aldri tillate dette - spørsmålet vil bli hva CERN gjør om Norge ikke drar sin del av dette lasset. Dersom ALICE ikke forbedrer sine målinger av fotoner i forover retning vil en del spørsmål om kvark-gluon plasma forbli ubesvart.

- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Banebrytende forskning og Forskninssystemet

Cherenkov Telescope Array (CTA), (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Cherenkov Telescope Array (CTA) er neste generasjons teleskop som tar over for blant annet H.E.S.S. teleskopet i Namibia. CTA kommer til å bestå av over 100 teleskoper som blir plassert på to steder, i Chile og på Las Palmas. Byggingen av denne internasjonale infrastrukturen har startet og er planlagt å være del av ESO. Denne infrastrukturen er det eneste astropartikkelfysikk-eksperimentet per i dag tilgjengelig for norske forskere, og er essensiell for å forske på mørk materie og komplementær til LHC. CTA kan studere et stort masse-område for WIMP mørk materie, fra noen hundre GeV til flere titals TeV. Spesielt kommer CTA til å observere galaksekjernen av melkeveien og dverg-galakser. Det er forventet at CTA kan gi ny informasjon om mørk materie i universet og spesielt i melkeveien.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen vil være en viktig komponent for utdannelse av norske studenter innen astropartikkelfysikk, astrofysikk og partikkelfysikk. Infrastrukturen gir en unik tilgang til data og nettverk av forskere internasjonalt. CTA var finansiert ved UiO i perioden 2016-2021 som del av endringsmiljøet SDI. I 2016, 2018 og

2020 ble det søkt om infrastrukturmidler gjennom programmet til NFR INFRA uten å lykkes. Hvis CTA ikke får videre finansiering er det usikkert om UiO fortsatt kan være fullt medlem av kollaborasjonen, inklusiv få forfatterskap på hoved publikasjoner, på tross av mye investerte ressurser de siste 10 årene.

- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Portefølje for Banebrytende forskning

2.2.2 Nasjonal INFRA

StarLight, (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Observasjonen av kollisjonen mellom to nøytronstjerner i august 2017, utført med LIGO/Virgo1, gjorde det mulig for første gang å observere dannelsen av tunge grunnstoffer som samarium og gull i universet. For å forstå hvordan slike grunnstoffer dannes under slike hendelser, er det behov for data på rundt 5000 svært kortlivede, eksotiske atomkjerner – data som aldri tidligere har blitt målt. For å oppfylle dette behovet, kreves et nytt og effektivt måleinstrument som kan skille mellom foton-emisjon og nøytron-emisjon fra disse eksotiske atomkjernene. Vi har utviklet det første designet for StarLight, en detektor som vil imøtekomme disse kravene og bli den første av sitt slag globalt. I tillegg til å være essensiell for forskning innen kjerneastrofysikk og for fremtidige ERC-søknader, vil StarLight gi studenter en unik mulighet til å arbeide med avansert detektorteknologi. I 2024 ble finansiering innvilget for en modul bestående av tre hexagonale prototyper av det nye scintillatormaterialet NaI(Tl+Li). Denne prototypen skal demonstrere at StarLight-prosjektet er gjennomførbart.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* StarLight vil være av avgjørende betydning for den videre forskningen innen kjerne-astrofysikk ved UiO, og vil gi et stort fortrinn for studenter som får praktisk erfaring med dette instrumentet. Tidligere investeringer i infrastruktur som kjernefysikk-gruppen har ledet, som CACTUS og OSCAR, har gjort det mulig for oss å være ledende i fagfeltet internasjonalt og bidratt til å bygge opp et stort internasjonalt nettverk. Den såkalte Oslo-metoden blir nå brukt av forskningsgrupper verden rundt fra Europa, Kina, Sør-Afrika og USA. Finansiering til StarLight ble søkt om i 2023 gjennom en ERC Consolidator Grant. Panelet vurderte at prosjektet er i høyeste grad relevant, tidsriktig og potensiell meget innflytelsesrik. Grunnen for at prosjektet ikke ble innvilget var mangel på en prototype som demonstrerer at detektormaterialet kan kuttes i den nødvendige formen. Den pågående utviklingen av en prototype øker sjansen for finansiering gjennom NFR eller ERC.
- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Banebrytende forskning, Forskningssystemet og Muliggjørende teknologi

Oppgradering, kjernekjemi, (KI)

- *Forskningspotensiale:* Hovedfokus for kjernekjemi/radiokjemi ved Kjemisk institutt vil være å sikre at kompetanse og utdanning innen grunnleggende kjerne- og radiokjemi videreføres, samt å sørge for en relevant grunnutdannelse i radiokjemi for studenter som ønsker en karriere innenfor de nukleære fag. Som del av denne ambisjonen har Kjemisk institutt meldt inn følgende infrastrukturer:
 - (1) Oppbygging av en nasjonal nøytronbestrålningsfasilitet for å erstatte tapet av nøytroner fra de to nedlagte forskningsreaktorene. Første trinn (“HUNT-I”) i en slik fasilitet er allerede bevilget (2022-2026 med 12.8 MNOK). IFE og UiO ønsker å utbygge dette videre gjennom NFR-INFRA HUNT-II for å nå en nøytronfluks tilnærmet lik den som en kjernereaktor leverer. Estimert pris ca. 30 MNOK.

- (2) 3 avanserte germaniumdetektorer med digital signalbehandling for å oppgradere detektorparken for gammaspektroskopi på kjernekjemi: En detektor med aktivt Compton-skjold og 120% relativ effektivitet, en 80% detektor for generell spektroskopi som erstatter en detektor fra 2000, og en 50% detektor med prøveskifter som erstatter en detektor fra 1998 og en prøveskifter fra 80-tallet. Detektorpakken vil være grunnleggende infrastruktur for arbeid med HUNT nøytrongeneratorene og radiokjemiarbeid av alle slag, samt undervisning i radiokjemi (6 MNOK).
- (3) Bygging av nye A- og B-laboratorier på Kjeller og oppgradering av 4 C-laboratorier til B-lab standard på kjernekjemi ved UiO (frambygg vest i nåværende Kjemibbygg). Laboratoriene er nødvendige for å kunne utføre relevant forskning og utdanning innen radiokjemi i Norge: Strålevernkravene har jevnt og trutt blitt innskjerpet de siste 15-20 årene og det er nå svært lite arbeid som kan utføres i type C radiokjemilaboratorier. Det er stort sett nødvendig å arbeide i type B laboratorier, som er sikrere, men også mer kostbare. Investeringen er tiltenkt spesialutstyr for radiokjemisk arbeid, slik som avtrekkskap, hanskebokser, blyskjerming og fjernmanipuleringsverktøy, samt nødvendig strålevernustyr. Utbedring av bygningsmassen eller nybygg er ikke inkludert i kostnadene beskrevet her. Totalt anslås behovet for UiO-delen av denne søknaden til 20 MNOK. Dette vil bli omsøkt via NFR-INFRA, i første omgang som et forprosjekt:
Radioaktivitetslaboratorier (pre-proposal NUCLEI)
 - *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Kjemisk institutt er forpliktet til å videreføre kjernekjemi for å støtte opp om de nye satsningene innen nukleære fag. En grunnleggende virksomhet rundt kjerne- og radiokjemi er en forutsetning for å kunne imøtekomme samfunnets uttalte behov for kompetanse rettet mot nukleær energi, håndtering av brukt brensel, dekommisjonering, industrielle anvendelser av radioaktivt sporstoff, strålevern, forvaltning og nukleærmedisin. Det henvises også til infrastrukturveikart for livsvitenskap hvor aktiviteten er nærmere beskrevet.
 - *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Fremtiden til kjernekjemi ved Kjemisk institutt har de 5-8 siste årene vært uklar. Samfunnets forventning til satsning på fagområdet er imidlertid nå klart demonstrert gjennom etableringen av det nasjonale Nukleærteknologisenteret (200 MNOK over 8 år), ledet av UiO, og 40 nye studieplasser øremerket nukleære fag (kjernefysikk og radiokjemi), hvorav halvparten tilfalt UiO. Det er derfor nå klart at kjernekjemi skal videreføres og i overskuelig fremtid vil forbli lokalisert i frambygg vest i nåværende Kjemibbygg.
 - *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Banebrytende forskning, Forskningssystemet, Muliggjørende teknologi, Energi og transport, Helse

2.2.3 UiO Egenfinansiert

Advanced Radiation Laboratory, (FI)

- *Delta Forskningspotensial:* Gjennom forskning på nye partikkeldetektorer de siste 10 årene i forbindelse med oppgradering av ATLAS detektoren ved Large Hadron Collider ved CERN har vi utviklet kompetanse for å designe og teste nye typer detektorer som kan bli aktuelle for bruk i nye komplekse detektorsystemer i framtiden, eller i for eksempel medisinsk fysikk og romfysikk. Dette arbeidet har vært sammen med norsk industri som SINTEF og IDEAS, og har vært finansiert tidligere gjennom NFR programmer som FRINATEK og NANO2021. Denne aktiviteten er mulig på grunn av avansert lokal infrastruktur som rentrom og laboratorier og maskiner for detektorbygging ved ELAB ved Fysisk Institutt. Om cirka 3-5 år ønsker vi å intensivere denne aktiviteten og planlegger en opprusting av fasilitetene for forskning på nye detektortyper.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Denne infrastrukturen er per i dag essensiell i oppgraderingen av ATLAS detektoren ved LHC ved CERN. Den er derfor nødvendig for NorLHC II, men er også essensiell for utvikling av strålingsharde detektorer generelt og er høyst interessant og aktuell for andre norske forskningsinstitusjoner og industri. Laboratoriet blir viktig i forskning på framtidens detektorer og eksperimenter.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Infrastrukturen vil spille en viktig støttefunksjon for å oppnå målsetningene til Norsk senter for CERN-relatert forskning (NorCC) og bidrar til MN-fakultets ambisjon om å delta i utviklingen av viktig internasjonal forskningsinfrastruktur.

StarLight prototype (FI)

- *Delta forskningspotensial:* Infrastrukturen er en prototype for det større StarLight prosjektet og består av tre detektorer basert på et nyutviklet scintillatormaterial, NaI(Tl+Li), med doping med både thallium og litium. Doping muliggjør eksperimentell separasjon av nøytron- og gamma stråling ved hjelp av signalanalyse. Dette er nødvendig for å måle reaksjonssannsynligheten for ustabile atomkjerner som dannes i ekstreme astrofysiske miljøer som kolliderende nøytronstjerner og vil åpne opp en ny retning innen eksperimentell kjerne-astrofysikk i Norge. Disse tre prototype-detektorene er finansiert gjennom AVIT (oppstart januar 2025). Prototypene vil være fullverdige detektorer som vil være svært verdifulle for nye eksperimenter ved Oslo Syklotronlaboratorium (OCL), enten alene eller i kombinasjon med OSCAR-systemet. Videre vil disse nye detektorene kunne brukes til forskning ved det nye Protonterapisenteret ved Radiumhospitalet, ved at de kan karakterisere sekundærstråling (nøytron/gamma) produsert av vekselvirkning mellom protoner og vev foran svulsten. Det er også svært relevant å bruke disse detektorene ved nøytrongeneratoren HUNT,
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Utviklingen og testingen av StarLight-prototypene vil øke sjansen kraftig for finansieringen av hele detektorprosjektet gjennom enten en ERC Advanced Grant eller gjennom NFR INFRA programmet. Utviklingen og karakteriseringen av prototypene skal gjennomføres ved Oslo Cyclotron Laboratory (OCL), hvor StarLight-detektorsystemet skal ha sin base. Prosjektet bidrar til å gjøre OCL svært attraktivt for interne og eksterne brukere, øker sjansene for suksess med prosjektsøknader til NFR og ERC, og sørger for økt inntjening til OCL som leiested. StarLight er svært relevant for forskningen og undervisningen ved det nye Nukleærsenteret ved Fysisk institutt. StarLight vil også kunne brukes ved verdensledende laboratorier for forskning på ustabile atomkjerner som ved Accelerator Laboratory ved University of Jyväskylä (Finland), ISOLDE (CERN), FRIB (USA) og RIKEN (Japan), og dermed styrke UiOs posisjon i forskningsfeltet internasjonalt.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Infrastrukturen er fullt i tråd med strategien til Norsk Nukleært Forskningscenter som skal øke Norges kompetanse innen nukleære fag gjennom grunnleggende forskning. Nukleærsenteret er en viktig satsning både for Fysisk institutt og for MN-fakultetet.

3. Forskningsområde #3: Astronomi og astrofysikk

3.1. Eksisterende

3.1.1 Internasjonal

UiOs viktigste forskningsinfrastruktur for astronomi/astrofysikk er forskningssatellittene i [ESAs](#) (European Space Agency) vitenskapsprogram. Gjennom deltagelse fra 1980-tallet i [SOHO](#), som ble skutt opp i 1995, bygget UiO opp sin solforskningsgruppe (i dag en SFF) til internasjonalt lederskap, spesielt ledende på sin utforskning av de høyere lagene av solatmosfæren. Dette har blitt videreført med deltagelse i den japanske, men ESA-støttede, satellitten [Hinode](#), som ble skutt opp i 2006, der UiO er vert for det [europeiske datasenteret](#) og alle data leses ned av KSAT AS, og videre av den amerikanske, men også ESA-støttede, [IRIS](#), skutt opp i 2013, der også data-nedlesingen gjøres av norske KSAT og der UiOs [Hinode-datasenter](#) også er internasjonalt datasenter. Gruppen er en tung deltager i ESAs nyeste solforskningsatellitt [Solar Orbiter](#) som ble skutt opp i februar 2020. Solforskningsgruppen (RoCS) deltar nå sterkt i planleggingen av to solforskningsatellitter som er under konstruksjon, NASAs [MUSE](#) som skal skytes opp i 2027 og den japansk-europeiske [Solar-C](#) som er planlagt skutt opp i 2028. Deltagelsen i disse satellittene har vært avgjørende for å få en SFF, og for å få en ERC Advanced Grant og en ERC Synergy Grant. I tillegg til satellittene UiO har tilgang til gjennom ESA, bruker solforskningen også data fra NASAs [Solar Dynamics Observatory](#), som er åpent tilgjengelige.

Kosmologiforskningen ved UiO ble meget sterkt bygget opp med deltagelse fra 1999 i ESAs satellitt [Planck](#) som kartla den kosmiske bakgrunnsstrålingen (CMB) fra oppskytningen i 2009 til 2013. UiO har bygget opp en meget sterk gruppe innen analyse av data fra slike CMB-eksperimenter, som så langt har fått to ERC Starting Grants, to ERC Consolidator Grants og én ERC Advanced Grant. Deltagelsen i Planck har vært en hovedårsak til at kosmologigruppen har vokst fra 2 til 8 faste vitenskapelig ansatte og nå har ca. 10 postdoktorer og eksternt finansierte forskere og ca. 10 stipendiater. UiO har fra 2008 en meget tung deltagelse i ESAs nyeste kosmologisatellitt, [Euclid](#), som ble skutt opp i juli 2023. UiO har ledet byggingen av deler av NISP-instrumentet om bord på satellitten og deltar meget aktivt i dataanalysen. Gruppen benytter også andre av ESAs satellitter for å hente data, spesielt [Hubble Space Telescope](#) og [James Webb Space Telescope](#) (JWST). Lenger fram i tid planlegger gruppen deltagelse i den japanske CMB-satellitten [LiteBIRD](#) og ESAs fremtidige gravitasjonsbølgesatellitt [LISA](#), begge planlagt skutt opp i 2030-årene. Avgjørende for bruken av ESAs satellitter har vært muligheten til å få finansiert hardware- og softwareutvikling fra Nærings- og fiskeridepartementet gjennom ESAs [PRODEX](#)-program.

Det som må gjøres fra rommet må gjøres fra rommet, men det som kan gjøres fra bakken må gjøres fra bakken. Det er ikke bare fordi det er mye billigere, men også fordi bakkeobservatorier har mange store fordeler. I rommet har man svært begrenset størrelse på teleskopene, noe som begrenser meget sterkt både oppløsning og lyssamlende evne. I rommet må man ha velprøvd teknologi som er låst mange år før oppskytning, mens man på bakken kan stadig sette inn nye instrumenter med ny teknologi.

Verdens optiske observatorier, og også radioobservatorier, har samlet seg på et lite antall steder med helt spesielt gode observasjonsforhold. Universitet i Oslo nedla den vitenskapelige driften av sitt observatorium, Solobservatoriet på Harestua, i 1988 for å bruke ressursene på deltagelse i internasjonale observatorier. Norge var med på byggingen av [Nordic Optical Telescope \(NOT\)](#) som ble operativt på La Palma på Kanariøyene i 1990. Den norske andelen av driften var tidligere direkte under Norges forskningsråd, men er fra 2020 overtatt av UiO, men med finansiering fra Forskningsrådet. Dette er i dag et forholdsvis lite, men stadig brukbart, teleskop, som er viktig i undervisning og forskning i ekstralaktisk astronomi og studier av vårt planetsystem. Innen solfysikk

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

kjøper UiO 42 observasjonsdager på [Swedish 1m Solar Telescope \(SST\)](#) pr år for 1,26 MSEK fra Stockholms universitet. SST er på mange måter fremdeles verdens beste solteleskop, og er spesielt godt egnet til UiOs solforskning. Tilgangen til data fra SST er avgjørende for UiOs solforskning. I tillegg til disse har UiOs forskere adgang til data fra en del observatorier gjennom personlige samarbeid der vi kan bidra med spesiell kompetanse, og ved at noen observatorier gir litt adgang til forskere fra land som ikke er deltagere. Et eksempel på det første er [CO Mapping Array Project \(COMAP\)](#) i California der UiO er deltager sammen med amerikanske og europeiske universiteter. Et eksempel på det andre er [Atacama Large Millimeter/submillimeter Array \(ALMA\)](#) som er svært viktig for UiOs forskning både i solfysikk og ekstragalaktisk astrofysikk. Det meste av observasjonstiden ved ALMA er reservert forskere fra medlemsland i eierorganisasjonene, men en meget liten del utdeles etter konkurranse til forskere fra andre land. Selv om Norge ikke er medlem av ESO, har UiO (finansiert av AVIT) bidratt med 150 k€ til konsortiet som bygger det nye [MOONS](#)-instrumentet på ESAs VLT. Dette vil gi én professor og én postdoktor ved UiO adgang til å benytte dette instrumentet. UiO leder en internasjonal designstudie av et fremtidig stort sub-mm teleskop, [AtLAST](#). Denne studien er finansiert gjennom to store EU-konsortieprosjekter, omfatter en rekke europeiske universiteter, laboratorier og industribedrifter og vil føre fram til en detaljert design av et 50m millimeter/submillimeter-teleskop som er miljømessig bærekraftig. Bygging vil kunne skje i 2030-årene, og hvis det blir virkelighet, vil norsk deltagelse være essensielt.

Forskningsrådets porteføljeplan som omfatter internasjonale forskningsinfrastrukturer i astronomi/astrofysikk er Porteføljeplan for forskningssystemet.

3.1.2 Nasjonal INFRA

Det er ingen nasjonale MNT-infrastrukturer av interesse for astronomi/astrofysikk, men de nasjonale tungregneinfrastrukturene i Sigma2 er helt essensielle for analyse av data fra de internasjonale infrastrukturene og for datasimuleringer som brukes til å forstå dataene.

3.1.3 UiO egenfinansiert

Det er ikke av interesse å ha egne lokale eller nasjonale MNT-infrastrukturer for astronomi/astrofysikk, men e-infrastruktur for lokal analyse av data fra internasjonale forskningsinfrastrukturer og for videre analyse av simuleringer etc. fra internasjonale og nasjonale e-infrastrukturer er helt essensielt. Dette har vi gjennom «[Centre for analysis of astrophysical data](#)» på UiO. Senteret har i dag 83 regnenoder med 5220 «cores», lagringssystem med 10,5 PB disk og 33 PB tape. Dette krever stadige nyinvesteringer. Se også Institutt for teoretisk astrofysikks strategiske plan «[Strategy 2030 – Astrophysics for Excellence](#)».

3.2 Begrunnelse for nye behov

3.2.1 Internasjonal

European Solar Telescope, (ITA)

- *Delta Forskningspotensial:* Bakkebaserte observasjoner av solen gjøres i dag med Swedish 1m Solar Telescope (SST), der UiO kjøper observasjonstid. Dette planlegges i dag erstattet av et stort felleseuropeisk teleskop som vil bli mye større og på mange måter verdens beste. Med adaptiv optikk er de beste solobservatoriene (i visuelt og NIR-lys) diffraksjonsbegrensede, og dermed er den romlige oppløsningen helt avhengig av teleskopets diameter. EST, som er et ESFRI Project, vil ha diameter på 4m og vil kunne oppløse strukturer av størrelse ned til ca. 10 km på sola, som er den typiske størrelseskalaen for viktige fysiske fenomener i solatmosfæren som skyldes vekselvirkningen mellom magnetfelt og plasmabevegelser. En 16-doblet lysmengde vil gjøre spektropolarimetri mulig med høy sensitivitet for polarisasjon og samtidig høy spektral, romlig og tidsmessig oppløsning. Deltagelse i denne ESFRI-

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

infrastrukturen er essensielt for å opprettholde den verdensledende kvaliteten til vårt internasjonalt fremragende solfysikkmiljø, SFFen Rosseland Centre for Solar Physics.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette har høyeste prioritet for ITA. Vi fikk avslag på søknad til INFRA 2018 og 2020 og søkte igjen i 2023 om finansiering av norsk andel av den siste delen av teknisk forberedelsesfase og første del av byggefasen (85,4 MNOK). Denne fikk svært god evaluering (A fra administrativt panel og 7, 6, 7, 7 fra vitenskapelig evalueringspanel), men allikevel avslag av Forskningsrådet. Begrunnelsen for avslag var: «I søknaden gis det ikke mange detaljer rundt de ulike medlemslandenes beslutningsprosesser for finansiering, og status for medlemslandenes finansiering av infrastrukturens konstruksjon og drift fremstår derfor som noe usikker. På grunn av dette vurderte administrasjonen at det ikke er like tidskritisk å bevilge finansiering til dette prosjektet».

Hvis EST ikke blir fullført, må vi utrede muligheter til å få noe observasjonstid på det andre store solteleskopet i verden, amerikanske Daniel K. Inouye Solar Telescope (DKIST), som har vært i drift fra november 2021.

- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Porteføljene for Forskningssystemet og Banebrytende forskning.

European Southern Observatory, (ITA)

- *Delta Forskningspotensial:* Norsk medlemskap i European Southern Observatory vil gi en ny slagkraft for norsk astronomi. Dette er alt i dag verdens største samling teleskoper med flaggskipet VLT (Very Large Telescope) og deltagelse i mm/submm-arrayen ALMA. Verdens suverent største astronomisk teleskop ELT (Extremely Large Telescope) med speildiameter 39m er nå under bygging og vil revolusjonere astronomi som fag etter 2025 med både ekstrem romlig oppløsning (med adaptiv optikk) og seks ganger så stor lyssamlende evne som noe eksisterende teleskop og er en ESFRI Landmark infrastruktur. Det vil transformere kosmologi, og spesielt studiet av galaksedannelse og –utvikling, som er et satsingsområde ved UiO. Norge er det eneste vesteuropeiske land av noen størrelse som ikke er medlem i ESO.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette ble avslått i INFRA i 2016. Det planlegges å søke på nytt senere, men først må det bygges et konsortium med interesserte partnere utenfor UiO, og spesielt med norsk industri. I mellomtiden er UiO (ved økonomisk bidrag fra AVIT) partner i det nye fremragende instrumentet MOONS på VLT som vil gi tilgang til dette instrumentet for to norske astronomer. UiO leder gjennom to store EU-konsortieprosjekter planleggingen av et nytt stort 50m «single dish» mm/sub-mm teleskop, AtLAST. Dette kan bli et ESO-prosjekt. Norsk medlemskap i ESO må sees i forhold til utviklingen av AtLAST.
- *Relevant porteføljeplan (NFR):* Norges deltakelse i internasjonale forskningsinfrastrukturer; porteføljene for Forskningssystemet og Banebrytende forskning.

3.2.2 Nasjonal INFRA

N/A

3.2.3 UiO Egenfinansiert

Den lokale e-infrastrukturen [Centre for analysis of astrophysical data](#) er avgjørende for forskningen i astronomi og astrofysikk, ved å analysere data fra satellitter og bakkeobservatorier og ved å analysere resultatene fra store simuleringer kjørt på nasjonale og internasjonale tungregnesystemer. Senteret har i dag et sentralt lagringssystem med 10,5 PB disk og 33 PB tape med et StorNext «shared cluster»

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

filssystem og 100 Gb/s hovednettverk. I senteret er det en regneklynge med 83 regnenoder med til sammen 5220 kjerner. Investeringene i senteret har vært gjennom eksternt finansierte prosjekter (Leiested), Institutt for teoretisk astrofysikks basisbevilgning og noen AVIT-tildelinger (5 MNOK i 2024). Levetiden på komponentene er forholdsvis kort, og senteret krever derfor hyppig store reinvesteringer.

Energi, materialer og kvanteteknologi

1.1. Eksisterende

1.1.1 Internasjonal

Internasjonale nøytron- og synkrotron-fasiliteter brukes i stor grad til karakterisering av materialeegenskaper. Fasiliteter som «The Swiss- Norwegian-Beam-Line» (SNBL), ESRF, MAX-IV, SOLEIL, ESS og Elletra gir alle viktige bidrag til forskningen på energi og materialer ved UiO. På tilsvarende måte er tilgang på nøytroner viktig og eksempelvis en av svært få metoder som kan direkte måle hydrogen og magnetiske strukturer (PSI, ILL, ESS). Videre er nøytronstråling sentralt for karakterisering av polymerer, kompositter, biomaterialer samt biomolekyler der substrukturer kan karakteriseres både dynamisk og strukturelt ved hjelp av kontrastvariasjon, f.eks. hydrogen/deuterium-substitusjon. Her er et medlemskap på Institutt Laue Langevin (ILL) ved ERSF i Grenoble viktig for å sikre tilgang til teknikker for både høyoppløste (nøytron)spektroskopi, diffraksjon, lav-vinkel og tomografi for det den brede brukermassen ved UiO og Norge. I 2021 utarbeidet vitenskapsmiljøene ved UiO en rapport om forskning ved bruk av store nøytron- og røntgenanlegg. Det henvises til denne rapporten for mer informasjon.

1.1.2 Nasjonal INFRA

Innenfor materialområdet finnes det en rekke nasjonale infrastrukturer som støtter opp om forskning innen flere av NFRs porteføljer, spesifikt temaene nanoteknologi, avanserte materialer og mikroteknologi samt kvanteteknologi under Portefølje for muliggjørende teknologier, og området «Energi og lavutslipp» under Portefølje for energi og transport. Videre er flere av infrastrukturene sentrale for prosjekter som faller inn under Portefølje for banebrytende forskning. Infrastrukturene ved UiO svarer i stor grad på Forskningsrådets prioriteringer i «Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2023», hvor fagområdene nanoteknologi og avanserte materialer, samt miljøvennlig energi, hydrogen, karbonfangst, -utnyttelse og -lagring fremheves. Flere av infrastrukturene er utviklet i samarbeid med eksterne partnere, spesielt SINTEF, IFE, og NTNU. Det vil også i fremtiden være viktig å koordinere initiativer med disse institusjonene for å sikre gjennomslag og forsvarlig nasjonal koordinering.

Den største infrastrukturen er **The Norwegian Nanofabrication Facility (NorFab)** som er en generisk rettet renromsinfrastruktur for nanofabrikasjon og karakterisering. Her tilbys det ulike prosesslinjer i et nasjonalt samarbeid mellom UiO, SINTEF, NTNU og USN. UiO har hovedansvaret for utvikling av halvlederbasert kvanteteknologi, state-of-the-art tynnfilmdeponering, ionestråle-modifikasjon og karakterisering av materialer og komponenter. Infrastrukturen er kjernen i UiOs satsing på kvanteteknologi, og det vil være behov for utvidelse og økt koordinering, spesielt med SINTEF Digital.

The Norwegian Centre for X-ray Diffraction, Scattering and Imaging (RECX) er et nasjonalt forsknings- og servicelaboratorium for røntgendiffraksjon og spredning ved Universitetet i Oslo (UiO) og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). RECX i Oslo har totalt åtte moderne instrumenter og programvare for pulver-, tynnfilm- og enkrystallrøntgendiffraksjon, samt småvinkelrøntgenspredning (SAXS). Senteret tilbyr kapasiteter for identifikasjon og kategorisering av faste krystallinske materialer, bestemmelse av atomarrangementer for nye molekyler og materialer, studier av strukturelle endringer på atomært og mikroskopisk nivå, måling av tykkelse og sammensetning av nanometertynne filmer. I tillegg muliggjør RECX in-situ/operando variable temperatur røntgendiffraksjon i kontrollert gassatmosfære. Senteret fungerer som et vitenskapelig knutepunkt og er en viktig nasjonal «hjemmelab» for deltakelse i og bruk av store internasjonale

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

fasiliteter som SNBL, ESRF, MAX-IV m.fl. Senteret er tilgjengelig for brukere fra andre universiteter, høyskoler, forskningsinstitutter, industri og offentlig sektor.

The Norwegian Centre for Nanoscale X-ray Tomography (NEXT) er et samarbeid mellom Det odontologiske fakultetet og NTNU. Senteret har både micro- og nano-CT instrumenter og gjør analyser på et bredt spekter av prøver (biopsier, ulike materialer, biomaterialer og implantater, fiskefor, meteoritter, etc), bl.a. for prosjekter finansiert av EU og NFR hvor denne teknikken spiller en nøkkelrolle. Det er behov for oppgradering av systemene, spesielt for nano-CT. NEXT har søkt infrastruktur midler fra NFR to ganger: i 2021 og i 2023 med særs gode tilbakemeldinger, uten få tildeling. I neste runde ventes det at NEXT or RECX vil søke sammen.

The Norwegian Centre for Transmission Electron Microscopy (NORTEM) er et samarbeid mellom UiO, NTNU og SINTEF og er lokalisert i to noder, i Oslo og Trondheim. Transmisjonselektron-mikroskopi kan ses på som en elektronstrålelinje hvor man kan utføre en rekke ulike eksperimenter, den mest kjente er atomært oppløst avbildning og diffraksjon. Ved å studere ulike elektronenergitaps- prosesser lærer man om både kjemiske og optiske egenskaper til materialer på sub-nm og nm-skala. Instrumenteringen er viktig for satsingen på materialer for fornybar energi, og for aktiviteter innen kvanteteknologi. Instrumentet i Oslo er videre utstyrt for å gjøre in-situ og in-operando målinger. En videreutvikling av laboratoriet er planlagt gjennom ny søknad til NFR (NORTEM III, se under).

The National Surface and Interface Characterisation Laboratory (NICE) ble opprettet som del av et samarbeid mellom UiO, SINTEF og NTNU. Dette er en samling av infrastruktur som fokuserer på overflate sensitiv karakterisering som X-ray fotoelektronspetroskopi (XPS) og overflatesensitiv secondary ion mass spectrometry (ToF-SIMS), i kombinasjon med transient-kinetikkstudier av interaksjoner mellom gassfasemolekyler og faste overflater (Tidsoppløst Analyse av Produkter (TAP)). TAP-instrumentet er heleid, og driftes av UiO, mens XPS-instrumentet er et sameie mellom SINTEF og UiO. Aktiviteten og behovet er videreutviklet i det nye initiativet Advanced Photoemission Laboratory beskrevet under.

The Norwegian Laboratory for Silicon-based Solar Cell Technology (NSST) er et samarbeid mellom UiO, IFE, SINTEF og NTNU og fokuserer på silisiumbasert solcelleteknologi som dekker verdikjeden fra grunnleggende forskning til ferdig produksjon av solceller. UiO satser på generisk og grunnleggende forskning med spesielt fokus på neste generasjon av solceller, f.eks. tandem-konsepter som vil øke effektiviteten og redusere kostnadene for solenergi.

The Norwegian Advanced Battery Laboratory (NABLA) er en nasjonal infrastruktur opprettet i samarbeid med IFE, SINTEF, FFI, NTNU og UiA. Infrastrukturen er designet for å støtte de nasjonale aktivitetene innen batteriteknologi, herunder FME Battery. UiO-noden har anskaffet og installert et operando XRD-instrument og er i gang med innkjøp av operando Raman og operando TEM-prøveholder for karakterisering av batterimaterialer i relevante miljøer. Noden samarbeider tett med NORTEM og RECX. En videreutvikling av laboratoriet er planlagt gjennom en ny søknad til NFR (NABLA 2, se under).

Norwegian Center for Neutron Research, NcNeutron (NcNeutron-2) er en nasjonal infrastruktur ledet av IFE med UiS, SINTEF, NTNU og UiO som partnere. De viktigste målene med det nåværende NcNeutron-2-prosjektet er å bidra til fremtidig optimal norsk utnyttelse av the European Spallation Source ([ESS](#)) basert på den norske avtalen med Paul Scherrer Institute (PSI) for tilgang til deres toppmoderne nøytroninfrastruktur, og styrke det norske nøytronvitenskapelige miljøet. NcNeutron-2 er en utvidelse av samarbeidet med PSI. Ved å investere i instrumenter og tilleggsutstyr ved PSI, vil den norske tilgangen årlig være minst 50 dager med stråletid frem til slutten av 2031.

De sveitsisk-norske strålelinjene (SNBL) ved European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) fikk i 2024 finansiering fra NFRs INFRASTRUKTUR-ordning og kan føres opp under flere headinger i

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

dette veikartet. SNBL er et resultat av 30 års samarbeid mellom norske og sveitsiske forskningsinstitusjoner. Samarbeidet har ført til at SNBL i dag har status som en av de mest produktive laboratoriene ved ESRF, med om lag 100 publiserte vitenskapelige artikler per år. SNBL har gjennom disse årene sikret norske forskere tilgang til høykvalitets røntgenstråling for å studere fysiske, kjemiske og elektroniske egenskaper til funksjonelle materialer. SNBL er lokalisert ved det europeiske synkrotronanlegget ESRF i Frankrike. Dette prosjektet sikrer fortsatt tilgang til SNBL for norske brukermiljø for perioden 2025-2028. Prosjektet er på norsk side et samarbeid mellom NTNU, Universitetet i Oslo, IFE, Universitetet i Bergen og Universitetet i Stavanger. Med støtte fra Forskningsrådet finansierer de norske institusjonene i overkant av 50% av laboratoriet, mens resten finansieres av de ledende sveitsiske forskningsinstitusjonene EPFL og ETH. SNBL er et tverrfaglig samarbeid der synkrotron røntgenstråling anvendes av forskere og studenter i prosjekter til nytte for norsk næringsliv og til generell kompetanseheving på vår kunnskap om ulike materialer.

NMR-senteret i Oslo er en nasjonal infrastruktur (NNP-2). Ved siste runde med investeringer ble kapasiteten utvidet til å omfatte også faststoff NMR. For det sterkeste instrumentet (800 MHz) har vi nå mulighet for å måle både fast fase og væskefase, ved å bytte probe. Fast-stoff NMR er en meget sterk metode for å karakterisere atomstruktur, defekter, funksjonalitet, reaktivitet i faste stoffer. Se ellers veikartet for livsvitenskap.

De nasjonale infrastrukturene utfyller hverandre og alle har sin rolle i å bidra til materialutvikling rettet mot kvanteteknologi, energikonvertering, effektivisering, katalyse, innhøsting og/eller lagring. I stor grad er forskningen på energimaterialer fundamental, men motivert av anvendelser; typiske eksempler er materialer til solceller, batterier, brenselceller, termoelektrisk konvertering, lysdioder, katalytiske materialer (inkludert foto- og elektro-katalytiske) og kvantemekaniske systemer. De er alle av generisk karakter og er åpne for alle relevante brukere. Det kan ellers bemerkes at fortolkning av data ved hjelp av de ulike teknikkene som er beskrevet her ofte krever tung kvantemekanisk modellering, som gjerne skjer i samarbeid med teoretiske fagmiljøer.

1.1.3 UiO egenfinansiert

Utvikling av nye energi- og kvantematerialer er organisert under Senter for materialvitenskap og nanoteknologi ved MN-fakultetet og knytter direkte opp mot UiO: Energi og miljø som en av UiOs strategiske satsninger. Det er en av de fire tematiske satsningene slik det er beskrevet i MN sin strategi "Realfag og teknologi mot 2030".

Skanning elektron mikroskopi (SEM) er en generisk og klassisk arbeidshest. Instrumenteringen kommer med ulike konfigurasjoner, og en av de viktigste forskjellene er elektronkilden, som gir utgangspunktet for oppnåelig romlig oppløsning. Her finnes i hovedsak to varianter, feltemisjon (FEG) og termionisk emisjon (LaB₆ og W), med avtagende oppløsning. For den beste oppløsningen (6-7 Å) finnes det et Hitachi Ultra High Resolution Cold FEG SEM som brukes til å studere nanopartikler og overflater. For å studere effekten av ulik atmosfære og temperatur (environmental SEM), finnes det et FEI Quanta 200 FEG-ESEM instrument. Begge er utstyrt med EDX detektorer for å se elementsammensetning på atom% nivå. FEI systemet er også utstyrt med EBSD som kan brukes til å studere overflate-krystallstruktur i en- og poly-krystallinske materialer. Begge disse instrumentene vil bli erstattet i 2026 med liknende ved flyttingen til Livsvitenskaps-bygget.

Focused ion beam (FIB) er instrumentering som kombinerer en SEM med en fokusert ione-stråle. FIB brukes til kombinert modifisering og karakterisering av materialer. En av de viktige bruksområdene ved UiO er preparering av prøver til TEM studier. Det gir store muligheter fordi man kan hente ut en prøve fra et spesifikt område, f.eks over en grenseflate. Mangel på god prøvepreparering vil være en av begrensningene for god utnyttelse av TEM-infrastrukturen, noe som gjør det kritisk å ha god tilgang til god instrumentering. FIB som teknologi har samtidig en bred, potensiell brukerbase, med interesse fra odontologi, geologi, lifescience etc. og har utviklet seg til å bli en arbeidshest i en rekke ulike

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

laboratorier. Instrumentet ble kjøpt brukt og er modent for oppgradering, samtidig som det bør bemerkes at nytt utstyr vil være tilgjengelig gjennom samarbeid med SINTEF Industri i løpet av 2025.

Secondary Ion Mass Spectrometer (SIMS) er en infrastruktur basert på Cameca sitt IMS 7F dynamiske massespektrometer. Dynamisk SIMS har en oppløsning for dybdeprofiler uten sidestykke i materialvitenskap, og gir høy presisjon innen grunnstoff og isotop analyse. SIMS er en av hjørnesteinsmetodikkene innen halvleder- og metallkarakterisering ved UiO MiNaLab, og har et meget bredt nedslagsfelt innen forskningsområder som solceller, kraftelektronikk, kvanteteknologi, og sensorteknologi, både for akademiske brukere og i industrien. UiO MiNaLab har i dag det eneste slike instrumentet i Norge. Instrumentet er gammelt og vil ikke støttes av leverandør etter 2028, det er derfor behov for å vurdere fremtidige investeringer for å erstatte det nåværende instrumentet.

I tillegg til infrastruktur av nasjonal karakter og nasjonale konsortier så kreves det dedikerte og høyt spesialiserte laboratorier i de ulike miljøene. Dette er infrastruktur som er bygget opp med stor grad av spesialisering og dermed på state-of-the-art nivå. Her ligger også mye av det forskningsmessige konkurransefortrinnet de ulike miljøene har nasjonalt og internasjonalt. Dette er en type infrastruktur som ikke er eller skal være åpen for deling, slik som er tilfellet for infrastrukturene nevnt over.

Tynnfilmdeponering er en sentral teknikk i utvikling av energimaterialer. Her finnes det flere typer teknologier for å dekke behovet for varierende formål. Flere er tilgjengeliggjort via NorFab. Det er eksempelvis en stor pågående aktivitet for å utvikle nye prosesser for Atomic Layer deposition (ALD). Fordelen med ALD er at man kan dekke overflater også ned i nm-tykke porer med meget god tykkelseskontroll. Det finnes en rekke ulike deponeringskamre, hvor hensikten er å utvikle prosesser for å deponere funksjonelle materialer. Pulsed Layer Deposition (PLD) er i klassen av «physical vapour deposition» teknikker, sammen med E-beam, Sputtering og termisk deponering. Her har man muligheten til å gro filmer av høy kvalitet og med lavere urenhetsnivå sammenlignet med, f.eks ALD.

Scanning probe microscopy er en klasse teknikker hvor man bruker en probe, enten i kontakt eller i meget kort avstand fra en overflate. Teknikken kan brukes til å avbilde topografi (Atomic Force Microscopy – AFM), elektriske egenskaper (Scanning Spreading Resistance Microscopy – SSRM) for å nevne noen. Her finnes det to instrumenter, ett som er dedikert for AFM og ett som er multifunksjonelt og kan utføre AFM, SSRM og flere relaterte teknikker. Overflate topografi og også muligheten til å studere lokale variasjoner i elektriske egenskaper er viktig for utvikling av funksjonelle materialer.

Reaktor skanning tunneling mikroskopi (STM) er også en SPM-teknikk, men baserer seg på bruk av en tunneleringsstrøm mellom en ekstremt skarp ledende probe og materialoverflaten. Sensitiviteten til STM gjør at man kan avbilde posisjonen til atomer i en overflate for studier av overflaterkonstruksjon. XPS, EBE, LEED/Auger, Ar⁺-sputtering/varmebehandling, RGA og gassblandesystem er integrert i utstyret. Instrumentet er et av totalt 5 instrumenter globalt for avansert avbildning og karakterisering av overflater under reelle (operando) reaksjonsbetingelser (300 °C, 6 bar).

Det finnes også dedikert infrastruktur til f.eks måling av defektnivåer i halvledermaterialer, målinger av elektrontransport og varmeledningsevne for termoelektriske materialer og elektrokjemisk karakterisering med fokus på ione- og elektrontransport under kontrollerte betingelser, samt systemer for karakterisering av magnetiske egenskaper.

I nær tilknytning til MiNa-laboratoriet finnes det også et laboratorium for fotoluminescens, med mulighet for måling av materialers optiske egenskaper, samt måling av ladningsbæreres levetid med femtosekund-laser.

Katalyseseksjonen ved SMN/KI har dedikerte testtrigger for en rekke prosesser, som CO₂-omdanning til kjemikalier og flytende drivstoff, selektiv metan-omdanning, eten dimerisering, metanol til

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

hydrokarboner osv. Oppsettene dekker trykkområdet fra 1 bar til 50 bar, og temperaturområdet fra romtemperatur til 1000 °C. Produktanalyse foregår on-line med gass- kromatografi (GC) i kombinasjon med TCD-, FID- og/eller MS- (massespektrometri) detektorer.

Seksjonen har også 4 frittstående massespektrometre som brukes i sammenheng med diverse karakteriseringsutstyr (termogravimetri, temperatur-programmert desorpsjon/reaksjon, gjennombruddsanalyse).

Temporal Analysis of Products (TAP) for studier av produktene av katalytiske reaksjoner: TAP er en tidsoppløst teknikk for nøyaktig kinetisk karakterisering av gass-faststoff reaksjoner i katalyse, adsorpsjon og andre anvendelser. I motsetning til konvensjonelle reaktorer for kinetikk-studier (for eksempel godt blandede eller rørformede strømningsreaktorer), skjer gasstransport i TAP-reaktoren via Knudsen-diffusjon - et spesielt transportregime der molekyler kolliderer med reaktorveggene og katalytiske overflater, men ikke med hverandre. Knudsen-diffusjon er fordelaktig som et transportregime for kinetisk karakterisering fordi den er veldefinert, dvs. transporthastigheten for hver gass er unikt definert av dens molekylmasse, temperaturen og geometrien til reaktorpakningen.

Gassfasereaksjoner som kan forstyrre målinger av gass-faststoff interaksjoner blir fullstendig eliminert under TAP-forhold. Både modellmaterialer og realistiske materialer med høyt overflateareal kan studeres ved bruk av TAP. TAP-utstyret ved UiO kan benyttes for studier av reaksjoner ved temperaturer inntil 900°C. Selve målingene foregår i vakuum, men materialet som studeres kan forbehandles in-situ i en konstant gass-strøm ved atmosfæretrykk.

Termogravimetri: Katalyseseksjonen har to enheter for termogravimetrisk analyse. Den nyeste enheten er en atmosfære-kontrollert termogravimetrisk analysator (TGA) for sammensetnings- og stabilitets-analyse av materialer i reduktive, inerte eller oksidative atmosfærer opp til 1300 °C. Elektrokjemi har 3 TGA og TGA-DSC enheter for høye temperaturer og med atmosfærekontroll - spesielt vanddamptrykk - som er sentrale i seksjonens forskning.

Infrarød spektroskopi (IR): Katalyseseksjonen har to Fourier Transform Infrarødt spektrometer, med celler for lavtemperatur- og høytemperatur-karakterisering av faste materialer, basert på reflektans- (DRIFT) og transmisjonsmålinger, i vakuum, inert eller reaktiv atmosfære. Ett av instrumentene er koblet til gass-fødesystem og GC-MS effluent-analysator.

Adsorpsjonsstudier: Katalyseseksjonen har to instrumenter for fysisorpsjonsmålinger (spesifikk overflate, porevolum og -størrelse) (BelMini) og ett instrument for kjemisorpsjonsmålinger (MicrotracBEL Belsorp Max), der sorpsjonskapasitet og interaksjonsenergi av faste stoffer for adsorpsjon av nitrogen, vann, metan og andre gasser kan bestemmes.

M-RESY ved ITS Laboratoriet studerer utfordringer og muligheter i forbindelse med integrasjon av variable fornybare energikilder (som sol og vind) i det elektriske nettet. Laboratoriet vil omfatte moduler for ulike fornybare energikilder, energilagring og kobling mot energinettet, satt sammen i system. Spesielt vil laboratoriet gjøre det mulig å studere ytelsen til hydrogenbasert energilagring og energiomsetnings i realistiske scenarier.

1.2 Begrunnelse for nye behov

1.2.1 Internasjonal

N/A

1.2.2 Nasjonal INFRA

SciCult-INFRA, (KHM)

SciCult-INFRA (National Infrastructure for Scientific Research on Cultural Heritage) er et initiativ som har som mål å etablere en nasjonal infrastruktur for forskningssamarbeid om *Heritage Science*. Samlinger og gjenstander av kulturhistorisk verdi har strenge krav til prøvetaking og ofte består av materialer som er nedbrutt og urene. Dette skaper utfordringer spesielle for analyser og tolkning av analyseresultatene. SciCult-INFRA skal være et distribuert senter av nasjonal betydning for studier og bevaring av kulturarv for å koble sammen naturvitenskap og humaniora – det første i sitt slag i Norge. I Fix-Lab, ønsker vi å samle faste forskningsfasiliteter for avansert diagnostikk. KHM ønsker også å bygge opp et større forskningsmiljø omkring brukt av CT-skanning for dendrokronologi som en del av Fix-Lab plattformen. Dette er en industriell CT for både store, men også for mindre gjenstander. I Mobile-Lab ønsker vi å samle instrumenter for ikke-destruktive analyser som er mulig å transportere ute i felt.

- *Delta forskningspotensial: Komposisjonsanalyse av materialer gir verdifull innsikt i gjenstanders opprinnelse og bruk. Slik kunnskap kan avsløre råmaterialenes opphav, handelsnettverk, produksjonsteknologier, kunstneriske teknikker, tidsmessig kompatibilitet, bruksområder, samt dietter og levemåter hos tidligere befolkninger. Denne informasjonen støtter videre utvikling av fagfelt som historie, kunsthistorie, arkeologi og antropologi. I tillegg gir studier av aldriings- og nedbrytningsprosesser – samt utvikling og testing av nye materialer for konservering – grunnlag for bedre bevaringsstrategier. Den planlagte industrielle CT-skanneren ved det nye Vikingtidsmuseet vil spille en nøkkelrolle i bevaringen av arkeologiske funn, særlig fra skipsgravene. Skanneren vil gjøre det mulig å utføre dendrokronologiske dateringer og analysere struktur og konserveringstilstand, selv i store gjenstander som i dag verken kan flyttes eller skannes med tilgjengelig teknologi. CT-skanning har også stort potensial for analyser av andre materialer, som jern og arkeologiske jordblokker. Gjennom SciCult-INFRA får man mulighet til å samle og koordinere behovet for avansert teknologi, bygge felles kompetanse, og oppgradere eksisterende fasiliteter. Dette vil styrke kompetansemiljøene innen Heritage Science i hele landet, og forbedre tilgangen for fagfolk fra museer, biblioteker og arkiver til spesialisert infrastruktur som i dag er begrenset. Å etablere en nasjonal infrastruktur av denne typen er kostbart og krever ekspertise mange institusjoner ikke har. Som følge av dette sender enkelte institusjoner prøver til utenlandske laboratorier – noe som hemmer nasjonal kompetansebygging og utviklingen av norske referansedatabaser basert på egne samlinger. SciCult-INFRA vil derfor utfylle det norske forskningslandskapet med en spesialisert og distribuert infrastruktur for kulturarvsundersøkelser. Den vil tilby forskningsstøtte til fagpersoner innen alle deler av Heritage Science, samt utdanningsinstitusjoner. I tillegg vil den bidra til etablering av nasjonale og internasjonale referansedatabaser, styrke det norske nettverket av institusjoner, og forsterke Norges deltakelse i det europeiske Heritage Science-miljøet. Kulturhistorisk museum (KHM) ved Universitetet i Oslo har lang erfaring med å integrere naturvitenskap i sine analyser av museumsgjenstander. Museet har allerede et etablert laboratorium, SciCult-KHM, lokalisert på Økern. For å oppnå sine mål, trenger laboratoriet stadig oppgradering av instrumentene som når deres levetider.*
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke? SciCult-INFRA markerer Norges første skritt inn i E-RIHS – den europeiske forskningsinfrastrukturen for kulturarvvitenskap. Flere av partnerne i SciCult-INFRA har allerede deltatt i det EU-finansierte prosjektet IPERION-HS (Integrated Platforms for the European Research Infrastructure on Heritage Science), støttet gjennom Horisont 2020 INFRAIA. Kulturhistorisk museum (KHM) ønsker nå å søke om norsk tilknytning til E-RIHS gjennom Forskningsrådets INFRA-utlysninger med UiO/KHM-SciCult-KHM som nasjonal koordinator for E-RIHS Norway. Et viktig tiltak i denne satsingen er etableringen av en industriell røntgen-CT-skanner i det nye Vikingtidsmuseet som også er høyt prioritert i KHM's Strategi 2030. SciCult-INFRA har tidligere søkt om infrastrukturmidler fra Norges forskningsråd i både 2021 og 2023. Tilbakemeldingene har vært gode, men søknadene nådde ikke helt opp. Nå forbereder vi en ny søknad til neste INFRA-utlysning.*

- *Relevante strategier:* Behovet for slik avansert infrastruktur til kulturarvsektoren er i tråd med strategien til UiO og MN fakultetet for 2030. Muligheten til å systematisk analysere og kartlegge objektene over tid er grunnleggende for deres langsiktige bevaringsstrategi. Dette er en virksomhetskritisk funksjon for kulturarv samlinger.

NORTEM, The Norwegian Centre for Transmission Electron Microscopy (FI/SMN)

Studier av materialer, og ikke minst grenseflaten mellom materialer, er sentralt i utviklingen av kvantematerialer, og nye fornybare energikilder og energibærere (solceller, fotokatalyse, termoelektriske materialer, batterier etc). TEM er et essensielt verktøy for å karakterisere både struktur (krystall- og mikrostruktur), kjemi (sammensetning og bindingsforhold), og egenskaper (elektro-optiske egenskaper, magnetiske og elektriske felt/potensialer) på flere lengdeskalaer, ned til atomært nivå. NORTEM konsortiet har fått finansiering via NFR to ganger tidligere, senest med tildeling i 2022 etter svært god evaluering. Nivå 1 instrumentet fornyes i 2026 etter denne bevilgning, men det vil i perioden 2026-2029 bli nødvendig med fornyelse på Nivå 2 for å opprettholde det totale kapasiteten i laboratoriet. Det vurderes også investeringer i utstyr for katodeluminisens spesielt rettet mot UiOs satsing på kvanteteknologi.

- *Delta forskningspotensial:* Den internasjonale trenden går i retning av tidsoppløste studier og in-situ, og in-operando eksperimenter, hvor aktive prosesser studeres simultant med avbildning og spektroskopi. Disse trendene gjør seg også gjeldende i Norge, og er delvis drevet av utviklingen av ny detektorteknologi (4D STEM) og mer stabile instrumenter. Denne utviklingen bidrar også sterkt til å åpne nye muligheter innen spektroskopiske studier av optiske egenskaper av energimaterialer. Dette vil bidra til å bringe aktivitetene på tvers av SMN tettere sammen, og legge grunnlaget for grensesprengende ny forskning på tvers av fagdisiplinene fysikk og kjemi. Instrumenteringen vil være sentral i UiOs satsing på kvanteteknologi.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen er på det nasjonale veikartet for infrastruktur. Det er virksomhetskritisk og sentralt i en rekke eksterntfinansierte prosjekter. Infrastrukturen er viktig for å opprettholde en avansert aktivitet lokalt og bidra til utvikling av spektroskopisk metodikk på nm-skala i internasjonalt samarbeid. Infrastrukturen har vært drevet som et leiested og har bærekraftig drift. *NORTEM* er en del av UiO sin satsning på Energi, UiO: Energi og miljø. *NORTEM II* ble innvilget etter NFRs 2020 utlysning, og med ytterligere finansiering fra UiO ble det mulig å realisere et nytt instrument på toppnivå. Den totale kapasiteten i laben er imidlertid avhengig av fornyelse på mellomnivået i den kommende 5-års perioden. På søknadstidspunktet (tentativt 2027-29) må det imidlertid gjøres en vurdering opp mot planene for nedre Blindern.
- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

RECX-II, Røntgendiffraksjon og -spredning, (KI/SMN)

(Se veikart for Livsvitenskap for mer informasjon)

- *Delta Forskningspotensial:* RECX er et helt sentralt verktøy for forskning innen funksjonelle materialer, katalyse og livsvitenskap. Innen disse feltene er man avhengig av å ha informasjon om prøve kvalitet (faserenhet) og om atomarrangement for å utvikle/optimalisere synteser, for å forstå egenskaper (struktur - egenskapsrelasjoner), for å ha atomær input til teoretiske

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

beregninger. En avansert RECX hjemmelab er en forutsetning for klargjøring av problemstillinger som vil studeres ved andre (nasjonale/lokale) infrastrukturer ved UiO, og ikke minst for å søke og gjennomføre avanserte eksperimenter ved storskala anlegg internasjonalt (myk/hard røntgen, nøytron). Å opprettholde metodisk kompetanse og høyt nivå på lokalt tilgjengelig utstyr er derfor essensielt. Videreutviklingen av RECX som nasjonal infrastruktur er viktig for at forskningsmiljøene fortsatt skal være i stand til å delta i den internasjonale forskningsfronten. Utdanning/workshops/regulære kurs (bachelor, master, PhD) er naturligvis viktig, dels som basis for deltakelse i kurs/skoler internasjonalt. Infrastrukturen må oppgraderes kontinuerlig og nye investeringer må gjøres for å møte fremtidens behov. I så måte blir SAXS enheten i løpet av 2026 oppgradert gjennom BUT-x tildeling med en ny bio-SAXS, og RECX laboratorier har høsten '24 installert et nytt rutineinstrument (RapidX) finansiert av RECX leiestedsmidler. Videre planlegges en oppgradering av RECX til RECX-II. Nyinvesteringer som planlegges for UiO noden er tomografi, tynnfilm XRD, variabel temperatur/gassatmosfære XRD, variable temperatur/gassatmosfære XAS/XES samt rutine XRF gjennom NFR INFRA.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* RECX står på det nasjonale veikartet for infrastruktur. RECX brukes av en rekke eksternfinansierte prosjekter og har hatt bærekraftig drift i flere år, men trenger oppgradering og fornyelse. Å opprettholde metodisk kompetanse og høyt nivå på lokalt tilgjengelig utstyr er virksamhetskritisk. Videreutviklingen av RECX som nasjonal infrastruktur er viktig for at forskningsmiljøene fortsatt skal være i stand til å delta i den internasjonale forskningsfronten. De siste årene har infrastrukturen finansiert nyinvesteringer gjennom leiestedsmidler samt blitt prioritert i interne satsninger og BUT (se over). I et lenger perspektiv vil infrastrukturen trenge betydelige tildelinger for å opprettholde et state-of-the-art laboratorium (se over). Dette planlegges gjennomført gjennom NFR Infra. Utdanning/workshops/regulære kurs (bachelor, master, PhD) er naturligvis viktig, dels som basis for deltakelse i kurs/skoler internasjonalt. RECX er en sentral infrastruktur ved SMN og også veldig viktig for UiO sin satsning på Energi, UiO:Energi.
- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

NABLA, The Norwegian Advanced Battery Laboratory, (KI/SMN)

Infrastrukturen er designet for å støtte de voksende nasjonale aktivitetene innen batteriteknologi, spesielt den nylig tildelte FME Battery. NABLA er en nasjonal infrastruktur opprettet i samarbeid med IFE, SINTEF, FFI, NTNU og UiA. Utviklingen av batteriteknologi, kjemi og infrastruktur er i samsvar med den [nasjonale strategien for batteriteknologi](#) og er avgjørende for utviklingen av kompetanse innen batterikjemi i Norge. Utviklingen av batterier som energilagringssløsning er nødvendig for overgangen til en utslippsfri økonomi og er sterkt avhengig av kunnskap om batterikjemi, som er nødvendig for utvikling av billigere og bedre batterier enn dagens teknologi.

- *Delta Forskningspotensial:* Noden ledet av UiO er designet for å bygge videre på ekspertisen innen operando-karakterisering av batterimaterialer og utvide de eksisterende kapasitetene som fantes før NABLA. Spesielt inkluderer NABLA ved UiO – operando XRD (allerede installert) for høy presisjon på målinger av batterimaterialer under elektrokjemisk syklus; operando Raman (under anskaffelse) – for Raman-karakterisering av batterimaterialer og grensesnitt, og operando TEM-holder (planlagt). Sistnevnte er designet for å utvide operando-karakteriseringen til et nytt nivå av spesiell oppløsning. Denne infrastrukturen er utviklet for å utvide den fundamentale kunnskapen om batterimaterialer, og bidra til videre utvikling,

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

optimalisering og resirkulering. En videre utvidelse av NABLA er planlagt (NABLA II), der UiO planlegger å anskaffe en automatisert myntcelle-assemblering for pålitelig fabrikasjon av battericeller på forskningsnivå.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette er en etablert infrastruktur som står sentralt i utviklingen av Norges eksisterende og kommende marked for sluttbruk av batterier både for land-, sjø- og luftbasert transport. Infrastrukturen vil være sentral i gjennomføringen av avsluttende og pågående FME-sentrene Mozees og Battery samt en rekke andre eksternfinansierte prosjekter. Utvikling av batteriteknologi er sentralt i EMIRI Technology Roadmap – «Where advanced materials can make the difference to achieve clean and sustainable Energy and Mobility» og er en del av UiO sin satsning på Energi UiO:Energi.
- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

NorFab, Norwegian Micro- and Nanofabrication Facility, (FI/SMN)

NorFab er sentral for forskning på temaene nanoteknologi, avanserte materialer og mikroteknologi samt kvanteteknologi under Portefølje for muliggjørende teknologier. Som en direkte respons på nasjonale og internasjonale strategier innen mikrobrikker og kvanteteknologi, slik som EUs Chips Act og «Declaration on Quantum Technologies», er NorFab også sentralt posisjonert for å øke støtten til syntese og karakterisering av kvantematerialer, kvanteteknologi og sensorapplikasjoner. Infrastrukturen fikk høyeste evaluering i siste runde av den nasjonale infrastrukturutlysningen (november 2024), i likhet med flere tidligere runder. NorFab IV søknaden ble tildelt 110 MNOK for driftskostnader fra NFR for femårsperioden 2025-2029, hvor UiOs andel er 23,2 MNOK. Finansiering av nye investeringer ble derimot ikke sikret. Finansiering til nye investeringer i utstyr, og reinvesteringer for å erstatte gammelt utstyr, er avgjørende for NorFab og vil bli søkt om gjennom fremtidige utlysninger. I NorFab IV-søknaden var det planlagt to investeringer som bør fremheves, et oppsett for optisk karakterisering av kvantesystemer (ODMR), og et for vinkeloppløst fotoelektronspektroskopi (ARPES), se mer under «forskningspotensial» under. Vi ønsker derfor å søke om midler relatert til NFRs årlige investering på 70 MNOK i styrking av kvanteteknologi, NorFabQT, i tillegg til en søknad til neste infrastrukturutlysning, NorFab IVb, for å fornye/erstatte utstyr som nærmer seg slutten av levetiden, men som er nødvendig for å opprettholde dagens servicenivå.

- *Forskningspotensial:* Hovedfokus i neste runde (NorFabQT og/eller NorFab IVb) vil være å investere i nytt og oppgradere eksisterende utstyr relevant for karakterisering av avanserte materialer, og spesielt kvantematerialer. Konkret vil nye optiske spektroskopiteknikker bli anskaffet samt investeringer for å øke de romlige og momentoppløsningene tilgjengelig i våre nåværende fotoelektronspektroskopisystemer. Optisk detektert magnetisk resonansspektroskopi (ODMR) er fremhevet som en av hjørnesteinene for å måle spindynamikken til elektroner bundet til defekter i halvledere; slike defekter utgjør grunnlaget for mange kvanteteknologisystemer inkludert kvantecomputing og sensorer. Dets evne til å undersøke spinntilstandene til individuelle atomer eller molekyler på en ikke-destruktiv måte gjør ODMR til et uunnværlig verktøy for avansert forskning og har stort potensial for gjennombrudd i vår forståelse og kontroll av kvantefenomener. På grunn av uovertruffen evne til å undersøke og visualisere energien og momentet til elektroner som blir utkastet fra en prøves overflate, er vinkeloppløst fotoelektronspektroskopi (ARPES) allment akseptert som den mest direkte metoden for å utforske elektronstrukturen i materialer. ARPES gir detaljerte innsikter i den elektroniske båndstrukturen og kvasi-partikkelinteraksjoner, slik som elektron-fonon og elektron-magnon interaksjoner. Disse interaksjonene spiller en betydelig rolle i materialets kvanteegenskaper og påvirker fenomener som superledning og magnetisk orden.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

Å forstå disse subtile interaksjonene er essensielt for å identifisere og utvikle nye materialer med de ønskede kvanteegenskapene som trengs for avanserte kvanteenheter og teknologier. For tiden kan små punkt, høyoppløsnings og lavtemperatur fotoelektron-spektroskopi-målinger kun utføres av MiNaLab-brukere ved eksterne synkrotron-fasiliteter (som Brookhaven National Lab i USA og Helmholtz Zentrum, Berlin). Selv med eksternt samarbeid er konkurransen om tid ekstrem (typisk 10x overtegning for høytytelse fotoemisjonssystemer) og eksterne forslag blir sjelden tildelt tid uten meget grundige studier fra et hjemme-laboratorium. Med andre ord hindrer mangelen på et høytytelses instrument lokalt både gjennomføringen av slike studier, samt hindrer vellykkede søknader for å utføre arbeidet ved eksterne fasiliteter.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* NorFab har vært på det nasjonale veikartet siden ordningens start og har blitt finansiert 5 ganger. NorFab har en velutviklet driftsmodell og en rekke eksterne og interne brukere. NorFabQT/NorFab IVb-søknaden i den neste runden vil hjelpe til med å fornye og øke vår kapasitet innen karakterisering av kvantematerialer og kvanteteknologi. Ved å investere i både ODMR og ARPES er UiO klar til å forbli i fronten av materialforskningen i Norge og sikre en solid posisjon i det fremvoksende kvanteteknologilandskapet. Tilgang til renrommet er kritisk for virksomheten og sentralt i utdanningen i MENA-programmet og i den nye studieretningen innen kvanteteknologi i FA programmet. NorFab er en sentral infrastruktur ved SMN og FI, eksemplifisert ved det nye SOLARIS-initiativet, som har betydelig aktivitet i infrastrukturen, og er også svært viktig for UiOs satsning på Energi, UiO:Energi og Miljø. NorFab er et unikt prosjekt hvor drift av infrastrukturen delvis finansieres av NFR (NFR driftsmidler, UiOs egenandel og brukerinntekter), i tillegg til investeringsmidler. Hvis NorFab-prosjektet ikke videreføres, vil driftskostnader for UiO MiNaLab belastes Instituttet/Fakultetet.
- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

NSST, The Norwegian Laboratory for Silicon-based Solar Cell Technology (FI/SMN)

Infrastrukturen er et samarbeid med SINTEF, NTNU og IFE, hvor UiO sin rolle er rettet mot karakterisering av solcellematerialer som silisium og nye materialer til fremtidige konsepter. Elektrisk karakterisering er en viktig del i forskningen. MiNaLab har en rekke instrumenter og oppsetter som er 10-20 år gamle. Metodene som brukes for elektrisk karakterisering av solcellematerialer inkluderer deep level transient spectroscopy (DLTS), admittance spectroscopy (TAS). Det er stort behov for oppgradering av utstyret.

- *Forskningspotensial:* DLTS og TAS er viktige verktøy for karakterisering av elektriske egenskaper til halvledermaterialer. De brukes rutinemessig i våre forskningsprosjekter, i doktorgrad- og mastergradsstudier. Vi har over 20 år med kompetanse med disse type målingene. Dette resulterte til sammen i over 500 publikasjoner, over 20 doktorgrader og enda flere mastergrader. Infrastrukturen er svært relevant for det nylig tildelte FME SOLAR senteret. Oppgradering av disse instrumentene er kritisk for å bevare vitenskapelig eksellens og relevans.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Vitenskapelig kvalitet i denne typen forskning blir svekket. Kapasiteten for utdanning av doktorgrad- og mastergradstudenter blir redusert. Vår relevans for våre samarbeidspartnere, både nasjonalt (SINTEF, NTNU, IFE, etc) og internasjonalt, blir undergravet.

- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

Low-temperature science laboratorium - PPMS, Physical property measurement system –liq He in-situ XRD and liq N2 DSC, (KI/SMN)

Magnetiske, elektriske eller optiske egenskaper (og koblinger mellom disse) er sentrale tema innen materialvitenskap i kjemi/fysikk. Materialer med slike egenskaper finner brede anvendelser på mange teknologiske områder. Studier av disse er sentralt innen ren grunnforskning, ofte med kort vei til anvendte problemstillinger, og til tverrfaglig forskning på grenseflatene mellom kjemi, fysikk, mineralogi og biologi/medisin. Lavtemperatur laboratoriet, og da spesielt PPMS enheten, er kritisk viktig innen kvanteteknologi.

- *Delta forskningspotensial.* Ved UiO står slik forskning sterkt innen materialkjemi ved KI og som del av bredere aktiviteter ved SMN. En PPMS er et meget sentralt instrument for denne type forskning. Gjennom å måle egenskaper som magnetisering, elektronisk ledningsevne, termisk ledningsevne, og varmekapasitet får man dyp innsikt i fundamentale egenskaper for utvalgte forbindelser. Data innhentet fra lavtemperatur (10 K-RT evt. inkludert HT) XRD og liq-N2 DSC komplementerer informasjon om materialene fra PPMS, og muliggjør en helhetlig analyse for fundamental innsikt. PPMS kan kun brukes til studier av fastefase forbindelser. Liq-N2 DSC, som kan måle væskefase samt den vil avlaste PPMS der temperaturer lavere enn liq N2 ikke er påkrevd. - Instrumenteringen i Lavtemperatur Science laboratoriet er kritisk viktig for å innhente informasjon for studier av f.eks. supraledning, multiferroiske og magnetoresistive egenskaper. Alle disse egenskaper representerer ledende temaer innen fundamental og teknologidreven forskning og bidrar til oppdagelse "beyond state of the art". Studiene suppleres typisk gjennom andre målinger; atomarrangement med røntgendiffraksjon eller ved storskala synkrotron/nøytronanlegg, reaktivitetsstudier innen katalyse og absorpsjon, studier av elektroniske/bindingsegenskaper ved elektron/røntgen/optisk spektroskopi samt kvanteteknologi. Et avansert PPMS instrument supplert med lav-temperatur XRD og liq-N2 DSC er dermed en viktig brikke også for bruk av annen (inter)nasjonal infrastruktur. I forhold til utdanning på BSc nivå står sammenhengen mellom fysikalsk egenskap – krystallstruktur – kjemisk binding sentralt innen MENA programmet, f.eks. MENA1001, MENA2000, MENA3001 samt at metodene brukes i KJM2500 og MENA3100. Instrumentet er også kritisk viktig i utdanningen (MSc/PhD/postdoc) og for forskningssamarbeid i Norge og internasjonalt.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Laboratoriet vil være unikt i Norge, og uten denne instrumenteringen vil det være vanskelig å opprettholde pågående aktivitet samt kunne konkurrere om nye prosjekter innen overnevnte tema. Vår nåværende PPMS, -, liqN2 DSC og lavtemperatur XRD instrumenter er alle mer enn 20 år gamle og utdaterte. Disse må erstattes umiddelbart.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum.* Lavtemperatur laboratoriet, utstyrt med PPMS-enheten, liq-He XRD og liq-N2 DSC står sentralt i materialvitenskapen ved Kjemisk institutt og SMN, og er en viktig del av aktiviteten rundt energimaterialer som er strategisk viktig på MN Fakultetet og UiO sentralt. Likedan støtter infrastrukturen, og da spesielt PPMS enheten opp om virksomheten som skal bygges opp i det nye Livsvitenskapsbygget. Infrastrukturen er også viktig innenfor fagområdet kvantematerialer og teknologi, som er et fagområde i rask utvikling og som vil få høy prioritet strategisk ved UiO. Se også kapittel 1.1.2 for relevante porteføljer hos NFR.

UiO Advanced Photoemission Lab, (FI/KI/SMN)

Avansert karakterisering av materialer, inkludert kritiske materialer for energi, bærekraft og fremtidig teknologi er prioritert og fremhevet i UiO, norske og europeiske veikart. Fotoemisjonsspektroskopi er et essensielt verktøy på grunn av sin unike overflatefølsomhet. In situ/operando-karakterisering og eksperimenter ved synkrotronanlegg utgjør den nåværende forskningsfronten i feltet, og det er et kritisk behov for ny fotoemisjonsinfrastruktur for å sikre konkurranseevnen til SMN på dette området i det kommende tiåret.

- *Delta forskningspotensial.* Flere strategiske forskningsretninger ved SMN vil være bedre posisjonert for banebrytende funn ved å ha tilgang til avansert fotoemisjonsspektroskopi, spesielt ved synkrotroner. Elektronisk struktur av nye (kvante)materialer og halvledere vil bli undersøkt med ARPES, den lokale strukturen vil bli kartlagt med PEEM, og kjemisk tilstand og reaksjonsmellomprodukter vil bli karakterisert in situ med APXPS. Et solid fundament med et instrument i laboratorieskala er imidlertid en forutsetning for slike studier. Det er viktig å ha tilgang til funksjonalitet som høyoppløselig XPS, dybdeprofilering og kjemisk forbehandling av prøver under realistiske driftsforhold.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen er nødvendig for å sikre tilgang til fotoemisjonsspektroskopi for en rekke eksterntfinansierte prosjekter, og er sentral i kompetansebygging på en svært sentral teknikk for både materialfysikk og -kemi.
- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

Norwegian Centre for Nanoscale X-ray Tomography (NEXT) (OD og NHM, UIO)

NEXT utgjør en sentral nasjonal infrastruktur for forskning innen materialvitenskap, miljøstudier, medisin og helse. X-ray tomografi og avansert avbildningsteknologi er essensielt for karakterisering av prøver på mikro- og nanoskala, spesielt innen forskning på biomaterialer, geovitenskap, og energi. NEXT muliggjør detaljert og ikke-destruktiv undersøkelse av materialstruktur, noe som er nødvendig for utvikling av innovative løsninger innen materialproduksjon, batteriteknologi, CO₂-lagring, biomedisinske implantater og miljøteknologi. UiO-noden ved NEXT har utviklet i samarbeid med USIT en unik tjeneste for virtuell desktopinfrastruktur (VDI), tilgjengelig både for ansatte ved Universitetet i Oslo (UiO) og eksterne brukere. Vår avanserte VDI-plattform gir fleksibel, sikker og brukervennlig tilgang til kraftige databehandlingsressurser og spesialisert programvare, helt uten behov for lokal installasjon, høy-ytelses maskinvare eller høye lisensavgifter. Dette muliggjør effektivt samarbeid, fjernarbeid og sømløs utføring av avanserte mikro-computertomografi (MicroCT)-analyser samt andre former for avansert bildebehandling og dataanalyse – uansett hvor du befinner deg.

- *Delta forskningspotensial:* En avansert X-ray nano-CT ved NEXT er en forutsetning for å gjennomføre eksperimenter lokalt som grunnlag for videre studier ved internasjonale storskala-anlegg (synkrotron og nøytron). Kontinuerlig oppgradering av utstyr og kompetanseutvikling er avgjørende for å sikre at infrastrukturen holder internasjonal standard. UiO-noden vil i nær fremtid oppgraderes med avanserte instrumenter som Zeiss Versa 630 røntgenmikroskopi, micro-XRF for elementanalyse, og nye metoder for 4D- og in situ-avbildning støttet av kraftig databehandling og avanserte bildeanalyseverktøy gjennom INFRA-tildelinger fra NFR (ca 20 MNOK).
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* NEXT er oppført på det nasjonale veikartet for forskningsinfrastruktur, og støtter en rekke eksterntfinansierte prosjekter innen RCN og EU.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

NEXT har over lengre tid hatt bærekraftig drift, men infrastrukturen trenger nå vesentlig oppgradering og modernisering for å opprettholde konkurranseevnen internasjonalt. Dersom oppgradering ikke realiseres, vil det føre til tap av konkurranseposisjon, redusert forskningskvalitet og tap av muligheter for norske forskningsmiljøer til å delta i internasjonale forskningsprosjekter og samarbeider. Det vil også ha negativ påvirkning på tilgangen til moderne undervisningsverktøy og kurs for studenter (bachelor, master og PhD). UiO har allerede finansiert flere investeringer gjennom interne midler, og større investeringer planlegges gjennom NFR Infra for å sikre langsiktig, toppmoderne drift. NEXT er avgjørende for UiOs strategiske satsning innenfor energi, miljø, helse og bærekraft.

- *Relevante porteføljeplaner (NFR):* Infrastrukturen er relevant for flere av Forskningsrådets porteføljer, se kapittel 1.1.2 for mer informasjon.

1.2.3 UiO Egenfinansiert

Distributed Energy System and Security Infrastructure – DESSI (ITS)

- *Delta forskningspotensial:* Infrastrukturen vil fokusere på energisystemer for stasjonære applikasjoner og integrasjon av fornybare energikilder (RES) i mikro og mini kraftnett. DESSI vill adressere utfordringene knyttet til integrasjon av ulike komponenter, system kontroll, sikkerhet og robusthet. DESSI vil utvikle utstyr og nødvendige beregningsmetoder som sikrer pålitelig og effektiv drift av kraft systemer med stor-skala fornybar produksjon, fleksibel last, lagringsenheter og nødvendig cybersikkerhet.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen er vesentlig for vitenskapelige framskritt og undervisning ved at den:
 - legger til rette for banebrytende, tverrfaglig forskning ved utvikling av energisystemer, design-/styringsprinsipper og cybersikkerhet
 - forutsier og tester data i en demonstrasjonsenhet som kan bli en nasjonal plattform
 - bidrar til å forlenge samarbeid med data- og elektrisitet-spesialiserte skoler som fokuserer på IoT, målinger og automatisert energi kontroll. Dette vil gi økt utbyttet for teknologistudentene
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO* DESSI vil fokusere på aktiviteter som er i tråd med ITS sine visjoner og strategier, og som også er relatert til UiOs syn på energi systemer og cybersikkerhet. Infrastrukturen vil adressere “utvikling av teknologi til framtidens energisystemer” og støtter opp om FN's bærekrafts mål, spesielt 7.1, 7.2 og 7.4. Infrastrukturen er også i tråd med Forskningsrådets ENERGIX program.

SIMS, Secondary Ion Mass Spectrometer, (FI/SMN)

Instrumentet er over 20 år gammelt, og har stadig hyppigere problemer og behov for service, noe som gjør aktiviteten og infrastrukturen sårbar. I tillegg vil ikke produsenten fra 2028 lenger tilby service og vedlikehold av instrumentet. Et nytt instrument har en kostnadsramme på rundt 40 MNOK, noe som er vanskelig å få passet inn i den nasjonale infrastrukturen NorFab. I nærmeste fremtid er det derfor nødvendig og mest realistisk med en oppgradering av det nåværende instrumentet for å holde det operasjonelt.

- *Forskningspotensial:* SIMS er en sentral teknikk for materialkarakterisering relatert til grunnleggende materialforståelse, elektronikk, solceller og annen energiteknologi, og er

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

relevant for utvikling av kvantematerialer (dog ikke for å studere kvanteeffekter). Det er få slike instrumenter i Norden, og instrumentet (samt ~15 år med kompetanse) gir oss et konkurransefortrinn og et viktig virkemiddel for nasjonalt og internasjonalt samarbeid.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* SIMS er en viktig del av UiO:MiNaLab, og støtter opp under aktivitetene beskrevet ovenfor. Et nytt instrument har vært vurdert inn i både NorFab-søknader og infraseknader rettet mot solteknologi, men på grunn av kostnadsrammen har det vært vanskelig å få den prioritert. Inntil en mulighet for finansiering av et nytt instrument dukker opp, vil vi prioritere å holde nåværende instrument operativt, men til dette kreves det også investeringer.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum.* SIMS er et viktig verktøy for karakterisering av materialer, og relevant for områdene Kvantematerialer, UiOs bærekraftsatsing og UiO:Energi. SIMS har vært nevnt i NFR sin områdestrategi innen «Miljøvennlig energi».

Crystal growth laboratory, (KI/SMN)

Å gro store enkrystaller kan være vitenskapelig utfordrende, og få forskingsmiljøer er utstyrt for formålet. Til tross for dette er krystallvekst en pålitelig måte å lage fase-rene forbindelser på, og enkrystaller er spesielt egnet til fundamentale studier av materialers egenskaper. Med denne infrastrukturen bygges det opp et laboratorium for å gro, orientere og kutte store enkeltkrystaller, og dermed legge til rette for grunnleggende studier av optiske, magnetiske og elektriske egenskaper.

- *Delta Forskningspotensial:* Muligheten for å gro nye forbindelser i form av store enkrystaller av høy kvalitet vil være et stort fortrinn for miljøet både på konkurransearenaer for fundamental forskning og i mer anvendte/tematiske programmer.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* UiOs konkurransekraft på dette viktige fagområdet svekkes. Infrastrukturen planlagt for vekst av kirale krystaller muliggjør beyond state-of-the-art vitenskap. Denne typen krystaller er ukjent territorium, med sterke koblinger til livsvitenskap. Ettersom krystallene som gro vil være av høy kvalitet, vil disse krystallene være utmerkede for utdanningsformål for å forstå forholdet mellom krystallstruktur og fysiske egenskaper. Uten infrastrukturen kan disse mulighetene ikke forfølges.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Vekst av enkrystaller for studier av funksjonelle egenskaper (optiske, elektriske, magnetiske) står sentralt i UiOs bærekraftsatsing UiO:Energi og miljø, samt koblinger inn mot livsvitenskap (kirale krystaller)

PPMS, Physical property measurement system, (KI/SMN)

Magnetiske, elektriske eller optiske egenskaper (og koblinger mellom disse) er sentrale tema innen materialvitenskap i kjemi/fysikk. Materialer med slike egenskaper finner brede anvendelser på mange teknologiske områder. Studier av disse er sentralt innen ren grunnforskning, ofte med kort vei til anvendte problemstillinger, og til tverrfaglig forskning på grenseflatene mellom kjemi, fysikk, mineralogi og biologi/medisin.

- *Delta forskningspotensial.* Ved UiO står slik forskning sterkt innen materialkjemi ved KI og som del av bredere aktiviteter ved SMN. En PPMS er et meget sentralt instrument for denne type forskning. Gjennom å måle egenskaper som magnetisering, elektronisk ledningsevne, termisk ledningsevne, og varmekapasitet får man dyp innsikt i fundamentale egenskaper for utvalgte forbindelser. Dette er kritiske informasjon for studier av f.eks. supraledning, multiferroiske og magnetoresistive egenskaper. Alle disse egenskaper representerer ledende

temaer innen vitenskap og bidrar til oppfinnelser "beyond state of the art". Studiene suppleres typisk gjennom andre målinger; atomarrangement med røntgendiffraksjon eller ved storskala synkrotron/nøytronanlegg, reaktivitetsstudier innen katalyse og absorpsjon, studier av elektroniske/bindingsegenskaper ved elektron/røntgen/optisk spektroskopi. Et avansert PPMS instrument er dermed en viktig brikke også for bruk av annen (inter)nasjonal infrastruktur. Sammenhengen mellom fysikalsk egenskap – krystallstruktur – kjemisk binding er sentralt innen MENA programmet, f.eks. MENA1001, MENA2000, MENA3001. Instrumentet er viktig i utdanningen (master/PhD/pdoc) og for forskningssamarbeid i Norge og internasjonalt.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Vårt nåværende PPMS-instrument er mer enn 20 år gammelt, utdatert, og må erstattes umiddelbart.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum.* PPMS-enheten står sentralt i materialvitenskapen ved Kjemisk institutt og SMN, og når langt utover Seksjon for uorganisk materialkjemi, og er en viktig del av den aktiviteten som skal bygges opp i det nye Livsvitenskapsbygget. Syntese og karakterisering av nye funksjonelle materialer er viktig for å utvikle metoder for bærekraftig energikonvertering og -lagring, og står dermed sentralt i UiOs bærekraftsatsing UiO:Energi og miljø.

Theta Probe oppgradering, (KI/SMN)

På tvers av mange fagfelt og faglige problemstillinger er det behov for å karakterisere kjemien til faste prøver, både hva materialet i hovedsak består av, og hvordan dette endrer seg til de ytterste nanometer mot overflaten. Dette gjelder spesielt for materialer som har vært i bruk i kjemiske prosesser, som batterier, katalysatorer, elektroder og mer, men også for materialer som lages som tynne filmer og med mange grenseflater. For slike systemer gir ikke teknikker som karakteriserer bulk av prøven mening. Røntgenfotospektroskopiteknikken (XPS) er svært overflatesensitiv og gir informasjon om kjemisk sammensetning samt spektroskopisk informasjon om bindingsforholdene mellom ulike grunnstoff i prøven. Teknikken har vært helt sentral i å identifisere ulike kjemier som oppstår i grenseflatene i batterier.

- *Delta forskningspotensial.* Det er omfattende forskning ved UiO som har behov og nytte av XPS for å bringe sine fagfelt videre. Spesielt gjelder dette utvikling av batterier, katalysatorer og fremstilling av nye materialer og strukturer som tynne filmer. Alle steder hvor utveksling av kjemi mellom overflater og gass/væske, og mellom ulike faste materialer har behov for nøyaktig bestemmelse av de kjemiske tilstandene for å kunne vurdere hva som skjer, eller har skjedd på disse overflatene. Dette inkluderer også de feltene hvor nye materialer lages. For de ulike fagfeltene er teknikken et sentralt verktøy som gjør det mulig å flytte forskningsfrontene.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dagens ThetaProbe som driftes av SINTEF vil ved avhending fra deres side trenge oppgraderinger (ny røntgenkilde, utbedring av ladningskompensasjon, overhaling av vakuumsystem etc.) for å tåle videre bruk. Uten slik oppgradering vil flere nåværende og fremtidige eksternfinansierte prosjekter få problemer med sine leveranser. XPS gir også essensielle data for kjemisk tilstand i grunnstoffer, som typisk etterspørres ved publisering i mange fagfelt. Mangel på egen infrastruktur vil derfor gi stort behov for kostbare innkjøp av eksterne tjenester.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Kjemisk institutt har i sin strategi et fokus på «Sustainable energy carriers, chemicals and materials». Utvikling innenfor strategien er avhengig av infrastruktur som kan gi informasjon om kjemisk sammensetning og kjemisk tilstand for å studere og utvikle nye materialer i tråd med strategien. Dette har også gjenklang i universitets 2030-strategi, ved: «... å bidra til bærekraftige løsninger som krever både ny teknologi og en bedre forståelse av samspillet mellom mennesker, natur, samfunn og teknologiske løsninger».

Høytemperaturkjemi i LVB, (KI/SMN)

Infrastrukturen styrker de relevante forskningsmiljøene i kjemi og materialvitenskap mot Forskningsrådets mål om Bærekraft innenfor området Teknologi og Naturvitenskap, underområde Material-, prosessteknologi og grunnleggende naturvitenskap og Energi og fremtidens energisystemer, samt områdene Klima, miljø og energi og Muliggjørende og industrielle teknologier i Langtidsplanen.

- *Delta Forskningspotensial:* Det faglige målet er å følge EVALNATs anbefaling om å styrke Elektrokjemi, der infrastrukturen bygger faststoff-elektrokjemi og underliggende fag utover dagens *state-of-the-art* instrumentpark. Dette følger UiO og Kjemisk institutt og SMN sine strategier for å satse på avanserte funksjonelle materialer og nanoteknologi og bærekraftige teknologier for fornybar energi (elektrolyse, hydrogenlagring, brenselceller) og fangst og utnyttelse av CO₂ og vil også være nyttig for å styrke andre kjemigrupper innen heterogen katalyse og uorganisk materialkjemi og nanoteknologi.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen utfyller og oppgraderer eksisterende instrumentpark ved Elektrokjemi og øvrige kjemigrupper i SMN (bl.a. ovner for syntese og sintring, spark-plasma-sintring, høy-temperatur XRD, FEG-ESEM med høytemperatur prøveholder, manuelle gassblandere, termiske analysemetoder, elektrokjemiske målinger) med *state-of-the-art* enheter for utvidet temperaturområde opp til 1600°C, datastyrt gassblanding for reduserende og oksiderende atmosfærer og instrumenter for flere samarbeidende forskningsgrupper. Uten denne infrastrukturen blir det vanskeligere for UiO å opprettholde sin ledende posisjon på dette fagområdet nasjonalt og internasjonalt.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Relevante strategier er UiO og Kjemisk institutt og SMN sine strategier for å satse på avanserte funksjonelle materialer og nanoteknologi og bærekraftige teknologier for fornybar energi og fangst og utnyttelse av CO₂. Videre instituttets strategiplan som følger opp EVALNATs anbefaling å styrke Elektrokjemi.

In situ electrochemical surface characterization (ISESC), (KI/SMN)

Bærekraft og fornybar energi er et sentralt strategisk område i MN. Konkurransedyktig høsting, konvertering, lagring og bruk av fornybar energi er avhengig av nye og forbedrede avanserte materialer og prosesser. Materialforskning utvikler seg raskt ved hjelp av nye kraftigere karakteriserings-teknikker, som forbedrer vår kunnskap og forståelse av materialfunksjonaliteter. Disse grensesprengende teknikkene karakteriserer materialer og prosesser mens de skjer *in-situ*. Infrastrukturen vår må samsvare med denne utviklingen for å holde tritt med den nyeste teknologien og kunne bidra til internasjonalt ledende og anvendelig vitenskap. Dessuten har disse avanserte *in-situ* teknikkene kompatibilitet innen utdanning, for eksempel i laboratoriekurs og skal innfører høykompetent og høyspesialisert personell. I denne infrastrukturen ønsker vi å bygge opp *in-situ* spektro-elektrokjemiske karakteriseringsteknikker kombinert med spektro-analytiske teknikker, som Raman, massespektrometri og sveiptunnelmikroskopi med elektrokjemiske metoder. Disse utføres samtidig med at elektrokjemiske reaksjoner pågår, for eksempel i brenselceller, batterier, kondensatorer, elektrolysatorer og korrosjonsceller og kan karakterisere endringer i katalysatoroverflaten under operasjon.

- *Delta Forskningspotensial:* Utstyrspakken oppgraderer eksisterende forskning på elektrokjemiske reaksjoner ved moderate temperaturer og i vandig miljø fra nasjonalt til internasjonalt nivå og gir et stort løft for samarbeid med andre grupper innen katalyse og livsvitenskap.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Uten denne infrastrukturen vil UiOs mulighet til å hevde seg på fagområdet elektrokatalyse svekkes.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Relevante strategier er UiO og Kjemisk institutt og SMN sine strategier for å satse på avanserte funksjonelle materialer og nanoteknologi og bærekraftige teknologier for fornybar energi og utnyttelse av CO₂. Videre er instituttets strategiplan, som følger opp EVALNATs anbefaling, å styrke Elektrokjemi.

Battery characterization lab, (KI/SMN)

Forskning på batterimaterialer ved UiO har til nå i hovedsak fokusert på materialsyntese, modellering og operando karakterisering. Feltet er nå godt implementert i industri med produksjon på stor skala. Dette øker kravene til laboratoriefasiliteter for å være relevante for industri som partner og å beholde forskningen på et internasjonalt konkurransedyktig nivå.

Selv om batterier nå er industrialisert på stor skala er den grunnleggende forståelsen av deres funksjonalitet fortsatt mangelfull. Til det er kompleksiteten i kombinasjoner av materialer og kjemi fremdeles uoversiktlig stor. Dette inkluderer ladningsoverføringer på grenseflater, nedbrytning av elektrolytt, drift og relokalisering av materialer i batterier, og mye mer. Samtidig beveger nå forskningen seg i to retninger. En for å forstå dagens elektrodematerialer i større detalj, samtidig som kreativiteten til å utforske radikalt nye løsninger og materialkjemier øker. Dette setter press på både kvalitet i analyse-utstyr men også diversitet i fremstilling og håndtering av nye kombinasjoner av materialer.

- *Delta forskningspotensial.* Utstyrspakken som foreslås er designet til å styrke de eksisterende fasilitetene ved UiO både med tanke på presisjon og kreativitet. Høy-presisjons testing av elektrokjemiske syklingsstudier vil gi informasjon om degradering og elektrokjemiske prosesser i et batteri på mye tidligere stadium i levetiden til et batteri enn hva dagens metoder kan gi. Samtidig som en kan oppnå innsikt og forståelse ut over hva majoriteten av testutstyr i dag gir, vil kapasiteten til antall forsøk som kan gjøres økes betraktelig og merverdien for både industri og forskning vil øke. Ved å ha kapasitet på høypresisjonsinstrumentering vil en klart skille seg ut som forskningspartner. Bruk av optisk fotometri gir en ny dimensjon til hva en kan studere og gir et kreativt bidrag til å flytte forskningsfeltet inn på nye områder og ta i bruk nye kombinasjoner av materialer.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Batteriforskning er et felt med mange aktører både innen forskning og industri. For å forbli en foretrukket partner er det viktig å kunne tilby elementer ut over basis, både med tanke på presisjon og kreativitet. Feltet beveger seg fort og det er lett å bli koblet av. Ved UiO er vi i en spesiell gunstig posisjon med tanke på å kunne lage grenseflater gjennom syntese av pulver og tynne filmer (pulver-labb og tynnfilm-plattform ved UiO). En satsning her vil gi synergier på begge felt. Dersom en ikke satser vil vi fort miste en applikasjonsretning for begge felt.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Infrastrukturen bygger opp under SMNs strategiske tematiske område «Emerging battery chemistries» og er direkte i tråd med et av fokusområdene til UiO: Energi og miljø.

Analytisk SEM i Forskningsparken, (FI/SMN)

SEM instrumentet i Forskningsparken (FP) har vært svært viktig for undervisning i MENA3100-Materialkarakterisering hvor studentene enkelt har kunnet benytte instrumentet egenhendig. Et nytt instrumentet vil gi studenter svært relevant eksperimentell erfaring, samt gjøre det mulig for studenter

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

på bachelornivå å fortsette å kjenne på mestring og begeistring tidlig i studieløpet. Instrumentets bruk i MENA3100 og studentprosjekter er konkrete eksempler som støtter opp under målet om «tilpasset undervisning som inspirere hver student til å nå sine mål» [UiOs Utdanningsstrategi]. Et nytt instrument vil også kunne utnyttes ved skolebesøk, som et ledd i rekrutteringsarbeidet mot skoleelever.

- *Delta Forskningspotensial:* Instrumentet dekker behovet for adekvat avbildning/analyse av materialer i gapet mellom lysmikroskopi og transmisjonsmikroskopi utført ved NORTEM. Med sin brukervennlighet, vil ELAB med bl.a. prosjekter tilknyttet CERN enkelt kunne evaluere prosesser og problematiske overflater på et helt nytt nivå. Oppstartsbedrifter og andre aktører i Forskningsparken får lokal tilgang for effektivt å kunne karakterisere og evaluere sine materialprosesser. Brukermiljøene har en rekke pågående og kommende eksternfinansierte prosjekter knyttet til bl.a. bærekraft og fornybar energi som alle vil nyte godt av et lavkostnads instrument.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Det nåværende, delvis defekte, 14 år gamle bord-SEMen (Hitachi TM3000) vil være det eneste SEM instrument igjen i Forskningsparken når Kjemisk institutt flytter til Livsvitenskapsbygget. Det er ikke lenger mulig å reparere et defekt EDS system eller investere i nytt system på det nåværende instrumentet til en forsvarbar pris. SEM undervisnings og forskningsaktiviteter kan ikke lenger gjennomføres i FP.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Det foreslåtte instrumentet vil støtte opp under fakultetets utdanning innen fornybar energi, materialer, og nanoteknologi, og videre kunne bidra inn i de fleste av SMNs strategiske tematiske satsingsområder.

TAP-lab 2.0, (KI/SMN)

Temporal Analysis of Products (TAP) for studier av produktene av katalytiske reaksjoner: TAP er en tidsoppløst teknikk for nøyaktig kinetisk karakterisering av gass-faststoff reaksjoner i katalyse, adsorpsjon og andre anvendelser. I motsetning til konvensjonelle reaktorer for kinetikk-studier (for eksempel godt blandede eller rørformede strømningsreaktorer), skjer gasstransport i TAP-reaktoren via Knudsen-diffusjon - et spesielt transportregime der molekyler kolliderer med reaktorveggene og katalytiske overflater, men ikke med hverandre. TAP-utstyret ved UiO kan benyttes for studier av reaksjoner ved temperaturer inntil 900 °C. Selve målingene foregår i vakuum, men materialet som studeres kan forbehandles in-situ i en konstant gass-strøm ved atmosfæretrykk.

- *Delta forskningspotensial.* TAP-lab 2.0 er en oppgradering av det eksisterende TAP-anlegget (som var del av NICE), som har operert ved UiO de siste ti årene og nærmer seg slutten av forventet levetid. Den toppmoderne utviklingen innen TAP-teknologi har blitt implementert i flere laboratorier over hele verden, inkludert mer stabilt vedlikehold av lavere bakgrunnstrykk i analysekammeret oppnådd ved å erstatte diffusjonspumper med turbomolekylære pumper med høy gjennomstrømning og kobling av TAP med operandospektroskopier (UV-vis, Raman). Samtidige fremskritt innen elektronikk, sensorer, ioneoptikk, presis maskinering, mange andre teknologier har satt scenen for utviklingen av neste generasjons TAP-instrument, som ikke bare vil forlenge levetiden til den eksisterende infrastrukturen, men snarere gi enestående eksperimentelle evner og få til et paradigmeskifte i kinetiske studier av katalytiske reaksjoner
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Oppgraderingen er nødvendig for å sikre videre drift og laben må videreutvikles for at miljøet skal holde sin sterke internasjonale posisjon.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Tidsoppløst forskning på katalytiske reaksjoner er sentralt for store deler av virksomheten på KI/SMN.

TAP-XPS, (KI/SMN)

Tidsoppløst produktanalyse ved hjelp av fotoelektron-spektroskopi (TAP) er en avansert metodikk for å studere adsorpsjon, reaksjon og desorpsjon av gassmolekyler, både på veldefinerte og komplekse overflater. Metoden er egnet til å bestemme grunnleggende kinetiske og termodynamiske parametere, og dermed til å produsere **eksperimentelle referanseverdier** som er nødvendige for modellering av de katalytiske prosesser. Slik modellering skjer ved hjelp av ab initio kvantekjemiske beregninger og kunstig intelligens.

- *Delta forskningspotensial.* Utviklingen på katalysefeltet går i retning av stadig mer avanserte *in operando*-oppsett der materialenes overflatesammensetning måles spektroskopisk samtidig med kinetikkmålinger. Når det blir mulig å anvende den overflatesensitive spektroskopiske teknikken som TAP-XPS (røntgenfluorescensspektroskopi ved forhøyet trykk) på samme ultrarask tidsskala som TAP-metodikken gir, kan det revolusjonere vår forståelse av katalytiske prosesser ved at vi får enestående innblikk i de endringene som skjer både med de reagerende forbindelsene og selve katalysatoren. Vi ønsker å være i front av utviklingen internasjonalt og søker med dette midler for å etablere *tidsoppløst TAP-(NAP-)XPS* ved MAX IV-synkrotronen. Oppsettet vil være det første i sitt slag, og «beyond state of the art». Komplementære oppgraderinger ved TAP-installasjonen i Oslo vil bli gjort for å muliggjøre tandembruk av instrumentene.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Vårt eksisterende TAP-instrument er ett av omlag 25 slike i hele verden, og var en sterkt medvirkende årsak til at vi kan gjennomføre teknikken i det pågående ERC Synergy-prosjektet CUBE.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum.* Utstyrsenheten er knyttet direkte til strategiene ved både Kjemisk institutt og SMN i den aktiviteten som skal bygges opp i det nye Livsvitenskapsbygget. TAP-XPS-enheten var opprinnelig en krumtapp i NICE-II-søknaden. Syntese av nye katalysatorer er viktig for å utvikle metoder for bærekraftig energikonvertering, og står dermed sentralt i UiOs bærekraftsatsing, UiO:Energi og miljø.

XAS/XES, (KI/SMN)

Utvikling av avanserte funksjonelle materialer og deres anvendelser til ulike formål, krever nøyaktig kontroll over egenskapene til materialene, og fordrer detaljert innsikt i materialenes sammensetning og struktur på atomært nivå. Bare slik kan forskningen avdekke sammenhenger mellom sammensetning, struktur, egenskaper, funksjon og ytelse. Røntgenabsorpsjonsspektroskopi og røntgenemisjonsspektroskopi (XAS og XES) er komplementært til andre teknikker som er tilgjengelige ved KI/SMN, og vi erfarer et økende behov for XAS/XES, i løpende og planlagte prosjekter.

- *Delta Forskningspotensial:* Synkrotron-basert XAS er allerede mye brukt av forskningsseksjonene ved SMN, både innen batteri- og katalyse-forskning. Metoden gir unik informasjon om oksidasjonstilstander, koordinering og struktur rundt gitte elementer, både *ex situ* og *operando*. XAS/XES i kombinasjon vil gi tydeligere differensiering mellom alternative strukturer av metallorganiske komplekser, og XES kan benyttes til å skille mellom lette elementer, som O og N. Denne informasjonen er avgjørende for å struktur-bestemme komplekser som inneholder paramagnetiske elementer, hvor NMR ikke kan brukes. XAS/XES-instrumentet vil dermed være av potensielt stor interesse innen både livsvitenskap og geologi.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen vil være en viktig hjemmelab for å forberede bruk av store internasjonale fasiliteter. Det planlagte instrumentet har høy strålefluks som i kombinasjon med den banebrytende Mythen-detektorer vil gi nye muligheter for tidsavhengige studier som er viktig for fasetransformasjoner, kjemiske reaksjoner og adsorpsjonsforløp.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum:* Utstyrsenheten er knyttet direkte til strategiene ved både Kjemisk institutt og SMN i den aktiviteten som skal bygges opp i det nye Livsvitenskapsbygget. Tidsoppløst forskning på katalytiske reaksjoner er sentralt for store deler av virksomheten på KI/SMN.

Naturressurser, klima, miljø og polarforskning

1.1. Eksisterende

1.1.1. Internasjonal

Internasjonale **eksperimentelle infrastrukturer** (der Norge er medlem):

- ESRF-EBS, Extremely Brilliant Source
- SINO - Swiss Spallation Neutron Source (Norge kjøper femti dager beamtime per år gjennom konsortiet NcNeutron)
- ESS – European Spallation Source
- SIOS: Svalbard Integrated Earth Observing System
- ICOS: Integrated Carbon Observation System
- EPOS: the European Plate Observing System

Satellitter er en av de viktigste og mest kostbare instrumenter innen klima, miljø og polarforskning og overvåkning av naturressurser. Deltagelsen i jordobservasjonsprogrammer til ESA og EU (Copernicus program) er avgjørende for klima, miljø og polarforskning og gjør det mulig for norske forskere å delta i utvikling og få tilgang til data fra satellitter som overvåker jorda.

Deltagelse på internasjonale forskningsfartøy (IODP) er sentralt for å få tilgang til marine data og prøver.

Gjennom internasjonalt samarbeid involveres UiO blant annet i in-situ observasjoner i atmosfæren med forskningsfly fra Andøya Space Center og satellittobservasjoner med CALIPSO og EarthCARE.

Tett samarbeid med NCAR (Colorado/USA) er viktig når det gjelder utvikling av landdelen av NorESM (CLM).

Medlemskap i Institut Laue Langevin (ILL) (vis a vis ESRF) er sterkt ønskelig for tilgang til state-of-the-art nøytroninstrumentering for material- og energiforskning, fysikk og livsvitenskap, bygge opp kompetanse innenfor nøytronforskning i Norge, særlig mot ESS og for å utnytte synergien med ESRF.

1.1.2. Nasjonal INFRA

Innenfor Naturressurser, klima, miljø og polarforskning finnes det nasjonale infrastrukturer som støtter opp om forskning innen NFRs porteføljer «klima og miljø» og «energi og transport». Videre er infrastrukturene sentrale for prosjekter som faller inn under Portefølje for banebrytende forskning. Infrastrukturene ved UiO svarer i stor grad på Forskningsrådets prioriteringer i «Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2023», under områdene «Geovitenskap, hav, klima og miljø» og «Energi og fremtidens energisystemer». Infrastrukturene er utviklet i samarbeid med eksterne partnere (e.g., NGU, UiB, NTNU, NORCE). Det vil også i fremtiden være viktig å koordinere initiativer med disse institusjonene for å sikre gjennomslag og forsvarlig nasjonal koordinering.

Laboratorier

[Goldschmidt-laboratoriet](#) er en norsk nasjonal forskningsinfrastruktur finansiert av NFR-Infra 2018. Det er en klynge av tre laboratorier ledet av IG hvor to av dem er, tilgjengelig for forskere innen

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

geologi, geokjemi og geovitenskap med base i Norge og i utlandet, som er avhengige av mikroanalyse og høypresisjons geokronologi.

Ivar Giæver Geomagnetic Laboratory ([IGGL](#)) ble etablert med støtte fra NFR-Infra i 2016 som en norsk nasjonal forskningsinfrastruktur for geomagnetisme, paleomagnetisme og bergmagnetisme knyttet til CEED (tidligere SFF) og videreføres av PHAB (ny SFF).

Andre nasjonale initiativ

Utvikling av NorESM-modellen for effektive simuleringer, lagring, analyse og verifisering av data er finansiert gjennom NFRs KLIMAFORSK (KeyCLIM (MET), EMERALD (UiO)) og INES (INFRA (NORCE)) og andre eksternt finansierte prosjekter.

Lange dataserier fra andre norske institusjoner (NVE, MET, NILU, NIVA etc) inkludert rutinemessige meteorologiske og hydrologiske observasjoner er viktige kvalitets kontrollerte datakilder. Videre benyttes Oljedirektoratets kjernelager og seismikk database fra norsk sokkel.

Norges deltakelse i ESA's og EU's jordobservasjonsprogrammer er finansiert nasjonalt, ikke gjennom forskningsfinansiering/NFR, men essensiell for klima, miljø og polarforskning.

1.1.3. UiO egenfinansiert

Klima/meteorologi/hydrologi/kryosfære

LATICE – et tidligere endringsmiljø under MN - har initiert utvikling og bygging av to avanserte og vel utstyrte værstasjoner (en permanent på Finse og en mobil som blant annet har vært plassert i Finnmark i et område med permafrost) med flukstårn som i over 10 år har gitt høyoppløselige data med god kvalitet for måling av transport av energi, vann og klimagasser (karbon og metan). Disse observasjonene (som er unike i Norge) kombinert med en lang rekke andre målinger på Finse (snødekke, vannføring, jordfuktighet, m.m.) gjør Finse Ecohydrological Observatory (ECHO) til en «supersite» av interesse for mange forskergrupper, også internasjonalt. I tillegg til den (fysiske) infrastrukturen, er det utviklet et dataoverføringssystem i sann tid som gjør det enkelt å integrere ny infrastruktur i Finse ECHO. Spesialkompetansen som er utviklet har gjort oss attraktive og bidrar inn i andre eksternt finansierte prosjekt (bl.a. knyttet til restaurering av myr i Hedmark).

Første fase i etableringen av et klimakammer (Climate Container) er gjennomført og kammeret er tatt i bruk. Klimakammeret har som formål å kunne utføre eksperimenter relatert til tine og fryseprosesser, snøfysikk, interaksjon snø og vegetasjon samt simulering av klimaendringer. Hensikten er å få større forståelse for prosesser som påvirker klimasystemet. Klimakammeret er en samling av flere forskjellige delinstrumenter, og det kan ses i sammenheng med Fytotronen på IBV og klimalaboratoriet (HydroLab 2) ved på Matematisk institutt. Videre oppgradering vil utvide bruken og interessen.

I [Drone Lab](#) (IG) opererer droner for å ta høyoppløselige bilder av terreng og objekter. Dronene kan også bære lasermålere for bedre høydemodeller i skog og over snøfelter, og gassanalysatorer og meteorologiske sensorer for undersøkelser av land-atmosfære prosesser og grenselagsmeteorologi. Drone Lab omfatter cirka 5 forskjellige drone-systemer, som kan kombineres med sensorene på forskjellige måter. Utstyret brukes i forskning og undervisning, og det ytes også tjenester til eksterne brukere. I 2024 registrerte labben over 400 landinger. Det er veldig viktig at investeringer i labben forsetter for å ha kontinuerlig oppdatering av utstyret og kapasiteter. Behov for geofysikk utstyr er for eksempel identifisert, samt utvekling av swarm/multi-agent systemer.

UiO driver også fire permafrostobservatorier, både i Sør- og i Nord-Norge. Disse observatoriene bruker dataloggere og termistorer som måler temperaturutvikling i luften og i bakken. Dette er viktig for overvåking av permafrostutviklingen i norske høyfjell, og dette skjer i samarbeid med Meteorologisk Institutt i Norge. UiO har også etablert målinger av bakke- og overflatetemperaturer i

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

permafrost-området rundt Ny-Ålesund, Svalbard. Det inkluderer temperaturmålinger i bratte fjellvegger som sannsynligvis er de mest nordlige i verden. Ettersom Russland har blitt utilgjengelig for forskning på permafrost og prosesser i kryosfæren, så har våre feltstasjoner blitt enda viktigere i internasjonale nettverk og sammenheng.

På Austfonna på Svalbard har UiO installert 3 automatiske værstasjoner hvorav en overfører data via satellittlink. I tillegg måler vi snø og is temperaturer i 2 borehull, samt ytterlige to loggestasjoner som måler massebalanse-relaterte størrelser (snødybde, temperatur etc). En GPS-stasjon måler brebevegelse året rundt. Et stakenettverk brukes til å måle massebalanse samt årlig brebevegelse. UiO har bidratt til vedlikehold av et depot ved Wahlenbergfjorden som omfatter letthus og flere snøskutere med sleder. Denne infrastrukturen er delvis finansiert av SIOS-infraNor og leverer core data til SIOS (Svalbard Integrated Arctic Observation System).

Ved Ny Ålesund, har UiO flere GPS enheter installert på isbre (Kongsvegen, Hortedahlfonna), samt et nettverk av geofoner og instrumenterte borehull for å samle unike data av glidebevegelsen på brebunnen. I tillegg har UiO satt opp flere loggerstasjoner som måler snødybde og snø/is temperaturprofiler. Til disse formål har IG ledet eller bidratt til utvikling av nye instrumenter, uavhengig energiforsyning og dataoverføringsopsjoner.

Geologiske materialer

UiO har instrumenter for karakterisering og beskrivelse av mange ulike materialer og naturressurser, som er anskaffet gjennom støtte fra UiO eller enhetene selv. Typisk for denne typen instrumentene er at de er mye i bruk av studenter og ansatte. Enkelte instrumenter kunne enkelt oppgraderes til å gjøre mer avanserte målinger, men mangler kapasitet på grunn av mer rutinemessige oppdrag som vil kunne gjøres med enklere instrumenter. For eksempel ble nytt utstyr for [FrictionLab](#) kjøpt (UiOs infrastrukturmidler; hvitt lys interferometer og nanoindenter).

IG driver også en mikroanalytisk plattform ([SEM](#)) finansiert gjennom leiestedsmodellen. IGs SEM er i tillegg til å være en del av Goldschmidt Lab, også en del av [EXCITE](#), et europeisk infrastrukturnettverk bestående av 36 høykvalitets elektron- og røntgen-avbildningsfasiliteter i Europa. I 2025 starter anskaffelsesprosessen av to nye detektorer (EDS og EBSD) til SEMen, (AVIT 2024). Støttende til elektronmikroskopi har IG i tillegg anskaffet en tynnslipskanner for å lage høyoppløsende scannings av slip i plan- og krysspolarisert lys (AxioScan, som er en del av Goldschmidt Lab) som søkes holdes oppdatert med siste versjoner av programvare og objektiv. Videre vedlikehold og oppdatering av elektronmikroskopi-fasilitetene er avgjørende for å sikre mulighet for høykvalitets-analyser. Det inkluderer en ny EMP (se 1.2.2), eventuell erstatning av SEMen (anskaffet i 2015), og videre oppdatering av detektorer osv.

NHM GeoLab er plassert i UiOs lokaler på Økern, hvor NHM utfører forskning med vekt på UiOs geologiske samlinger, som inneholder mer enn to millioner mineraler, bergarter og fossiler. GeoLab jobber i tett samarbeid med nordiske og internasjonale forskere, industri og publikum, for eksempel Institutt for Geofag, Fysisk Institutt, IVB, KHM, osv.). Bevaring og vedlikehold av samlingene er viktig for å sikre deres tilgjengelighet for fremtidige generasjoner. Analysemetoder som er ikke-destruktive vektlegges. GeoLab er unik i forhold til andre lab'er på UiO med hensyn til krystallkjemiske analyser og beskrivelse av nye mineraler; 3D-avbildning og kvantifisering av indre morfologiske strukturer i faste naturlige objekter inkludert kjerneprøver. GeoLab er utstyrt med SEM, PXRD, SXRD og micro-CT. SEM er viktig for morfologiske, kjemiske og strukturelle analyser av geologiske prøver innen mineralogi, petrologi og paleontologi. Energy Dispersive X-Ray (EDX) mikroanalyser for høyoppløselig billedanalyse av mineraler og mikrofossiler. Røntgen diffraksjonsanalyse av pulver (PXRD) og enkeltkrystaller (SXRD) gir kvalitativ identifisering av mineraler, mens Micro-X-ray Computed Tomography (micro-CT) karakteriserer innvendige morfologiske strukturer.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

SciCult-KHM tilbyr tilgang til moderne infrastruktur for studier av organiske og uorganiske materialer. Her utføres kjemiske analyser av kulturarvmaterialer ved bruk av blant annet Raman spektrometer, FTIR, XRF, XRD, SEM-EDS, DVS, HPLC, GC-MS. I tillegg har SciCult-KHM nå igangsatt anskaffelsesprosessen for Mobile-SciCult – en mobil enhet som skal tilby tilgang til pXRF, pRaman og FORS. Mobile-SciCult vil være fullt operativ i løpet av 2026 og bidra til å gjøre avansert materialanalyse tilgjengelig der gjenstandene befinner seg, noe som er særlig viktig for skjøre eller uflyttbare objekter.

1.2. Begrunnelse for nye behov

1.2.1 Internasjonal

N/A

1.2.2. Nasjonal INFRA

Goldschmidt lab, (IG)

- *Delta forskningspotensial:* Goldschmidt laben er helt sentrale for karakterisering av den faste jords materialer og er derfor også en del av basisutstyret for norsk forskning innen geologiske prosesser på alle nivåer. For å opprettholde forskningsfronten er det avgjørende å ha tilgang nasjonalt til stadig mer avanserte typer av måleinstrumenter med enda lavere deteksjonsgrenser, høy presisjon, og høy romlig oppløsning ved mikroanalyse. Utstyret er sentralt for karakterisering av mineralske råstoffer, av bergarter mht. fysiske egenskaper som reservoar egenskaper, mekanisk styrke og egnethet for CO₂-lagring og utvikling av jordskjelv og forkastninger. Forskning er knyttet til store anlegg (ESRF) og er delvis finansiert med to ERC Advanced Grants (DIME, BREAK).
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Uten fornyelse av instrumentparken innen dette fagområdet vil den ledende posisjonen UiOs geologiske forskningsmiljøer har hatt til nå bli sterkt svekket. Instituttet sikter mot å opprettholde laboratoriet på nåværende nivå på kort sikt, og på lenger sikt oppgradere med en ny mikrosonde og SEM-FIB.
- *Relevante strategier / porteføljer (NFR):* Geovitenskap, hav, klima og miljø; material-, prosesseteknologi og grunnleggende naturvitenskap; energi og fremtidens energisystemer / Banebrytende forskning, Klima og miljø, og Energi og transport.

Mikrosonde, (IG)

- *Delta forskningspotensial:* Mikrosonde (EMP) er et sentralt instrument for kvantitativ analyse av sammensetningen av fastestoff med høy romlig oppløsning. Laben har derfor betjent landets geologiske miljø. EMP har høyere presisjon, lavere deteksjonsgrense og kan måle viktige sporstoff som sjeldne jordarter som ikke kan skilles fra hverandre i SEM. Å kunne tilby analysene er viktige for forskning blant annet på det grønne skifte (CO₂ lagring, sterkt representert ved UiO med VICCO, GigaCCS, COPASS, CO₂Basalt; kritiske råvarer i henhold til Norges mineralstrategi; batterier; nye materialer). Utenfor GEO er det svært relevant for brukere fra NGU, NPD, UiB, IFE, NHM, SMN, med flere.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Det har blitt søkt om støtte til Goldschmidt laben fra NFR-Infra ved 4 anledninger, og 2018-initiativet ble bare delvis støttet. Erstatning av vår EMP fra 2001, den gang støttet av NFR, har vært et sentralt element i disse initiativene, men er et så kostbart at det ikke ble funnet rom for i budsjettet. Produsenten har varslet at serviceavtalen ikke vil kunne fornyes etter 2028, mens endelig driftsstans kan inntreffe før på grunn av at sentrale komponenter ikke produseres lenger eller kan oppdrives på andre måter.

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

Uten en erstatning vil UiOs ledende posisjonen som geologiske forskningsmiljøer bli sterkt svekket og vanskeligere for norsk geologisk og material forskning å opprettholde forskningsfronten.

- *Relevant strategier / porteføljer (NFR):* Geovitenskap, hav, klima og miljø; material-, prosesssteknologi og grunnleggende naturvitenskap; energi og fremtidens energisystemer / Banebrytende forskning, Klima og miljø, og Energi og transport.

Land-atmosfære interaksjoner på høye breddegrader FRAM CI – Infra, (IG)

- *Delta Forskningspotensial:* Flere NFR- og EU-finansierte prosjektet bidrar til å samle et tverrfaglig forskningsmiljø i Norge. Flere forskningsgrupper bidrar med nøkkeltkunnskap om samspillet mellom prosesser på landoverflaten, terrestriske økosystemer og klimasystemene – et system som er under sterk endring pga. klimaendringer. *FRAM CI (avslått søknad til NFR-INFRA i 2020)* hadde som mål å samle, strukturere og utvikle dette tverrfaglige forskningsfeltet, ved å kople forskningsmiljøer som arbeider med modeller og feltundersøkelser, under paraplyen av CBA og UiO. Infrastrukturen bestod av to komponenter som kan lære fra hverandre: FRAMES som måler gassflukser mellom land og atmosfære, og CYBERINFRASTRUCTURE som inkluderer et real-time og intelligent data work flow system. Det er stort potensiale for samkjøring medfor eksempel dScience etc.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* *FRAM CI* vil gi oss en plattform for å utvikle dette feltet videre på en helt unik måte nasjonalt. Uten dette vil UiO ikke kunne ta den internasjonalt ledende posisjonen i dette feltet.
- *Relevante strategier (NFR):* Geovitenskap, klima og miljø

FIB (IG)

- *Delta forskningspotensial:* En analytisk FIB med høy gjennomstrømning (laser eller plasma) brukes til å undersøke 3D-mikrostrukturer av materiale på nanometer til mikrometer skala. Instrumentet brukes også i prøveforberedelse for transmisjonselektronmikroskopi (TEM), atomsondetomografi (APT) og mikromekanisk testing. Derfor er dette et essensielt instrument i ethvert forskningsmiljø med ambisjoner om å være i forskningsfront av avansert materialkarakterisering. Relevante applikasjoner inkluderer studiet av nano- og mikroskala porøsitet og permeabilitet av den faste jords materialer, som er avgjørende for å forstå lagringspotensialet til reservoarer i undergrunnen av både CO₂ og hydrogen (nåværende prosjekter ved IG: VICCO, GigaCCS, COPASS, CO₂Basalt, MinMix), den romlige fordelingen av kritiske elementer i mineraler med relevans for den norske mineralstrategien, studiet av mekanisk skade i jordmaterialer i sammenheng med geofarer (jordskjelv, vulkaner, jordskred: nåværende prosjekter ved IG: Break, Continent, Beyond Elasticity); nanoskala karakterisering av jord- og planetariske materialer analysert for høyoppløselig geokronologi (nåværende prosjekt ved IG: PHAB, PALMAR, EPIC). Utenfor IG er instrumentet relevant for brukere fra for eksempel SMN, NGU, IFE, NHM, SINTEF, NPI, gruveselskaper, materialprodusenter innen kritiske bruksområder som fornybar energi og avanserte materialer, og annen nasjonal infrastruktur som f.eks. NORTEM, NORFAB, IGGL.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Støtte til en FIB som en del av en oppgradering av det eksisterende Goldschmidt-lab, har blitt søkt to ganger (2020 og 2023) fra det nasjonale INFRA-programmet, men uten hell til tross for positive vurderinger. I dag er IG og andre forskningsmiljøer ved UiO avhengige av eksterne samarbeid for å få tilgang til en FIB, og en

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

ny generasjons analytisk FIB med høy gjennomstrømning er ikke tilgjengelig i Norge. På grunn av mangelen på et slikt instrument, vil UiOs ledende posisjon som geologisk forskningsmiljø bli sterkt svekket og det blir vanskeligere for norsk geologisk og materialforskning å opprettholde forskningsfronten. Videre vil en høy gjennomgående FIB-SEM øke kvaliteten enormt og betydelig redusere tiden som kreves for å forberede prøver for TEM. Dette er essensielt for en effektiv støtte til andre nasjonale forskningsinfrastrukturer, som NORTEM og NORFAB, siden det letter materialvitenskap og teknologi industrielle behov samtidig som det akselererer materialutvikling, og den eksisterende Goldschmidt Lab, ved å heve evnen til høyoppløselig geokronologi.

- *Relevante strategier (NFR):* FIB er først og fremst relevant for delområdet "Jordvitenskap, hav, klima og miljø", men er også relevant for "Energi og fremtidens energisystemer", og "Material-, prosesseteknologi og grunnleggende naturvitenskap", da det vil støtte FoU på et bredt spekter av områder, inkludert mineralressurser og kritiske råvarer, karbon- og hydrogentransport og -lagring i undergrunnen, nanoteknologi og avanserte materialer.

Geokjemi-MC-ICPMS, (IG)

- *Delta forskningspotensial:* Geokjemi-laboratoriene er helt sentrale for karakterisering av ulike typer materialer, deriblant den faste jords materialer og er derfor også en del av basisutstyret for all norsk forskning innen geologiske prosesser på alle nivåer. For å opprettholde forskningsfronten er det avgjørende å ha nasjonal tilgang til stadig mer avanserte typer av massespektrometer med enda lavere deteksjonsgrenser, høyere presisjon, og høyere romlig oppløsning gjennom laser-ablasjonssystemer. Utstyret er sentralt for (isotop)geokjemisk karakterisering av mineralske råstoffer og bergarter, samt andre faste stoffer og løsninger. Denne fasiliteten må ses i sammenheng med ICP-MS-laben på Kjemisk institutt som er beskrevet i LV-veikartet.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Uten fornyelse av instrumentparken og tilhørende infrastruktur innen dette fagområdet vil UiOs ledende posisjon nasjonalt og internasjonalt, og koordinerende rolle i geofaglig forskning bli sterkt svekket.
- *Relevante strategier (NFR):* Geovitenskap, hav, klima og miljø; material-, prosesseteknologi og grunnleggende naturvitenskap; energi og fremtidens energisystemer.

1.2.3. UiO Egenfinansiert

Miljø lab

- *Delta forskningspotensial:* Karakterisering av vannkjemi og organiske og uorganiske forbindelser i sedimentære bergarter og løsmasser er fundamentalt i geofag, spesielt innen ressurser, klima og miljø og forurensningsstudier. Miljølab dekker godt organisk geokjemi (Thermo TSQ 8000, Iatroscan MK-5 TLC-FID, GC-FID), fluid-strømning og reaksjoner (AFS-200 strømningslab, reaksjonslab), samt dataprosessering. Miljølab mangler i dag en fungerende ICP-MS. Dette er beskrevet som et separat behov lenger ned.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* I dag mangler UiO en fungerende ICP-MS for karakterisering av elementer i vann. UiO har tidligere hatt slikt basalt utstyr og høstet da internasjonal anerkjennelse for grunnleggende studier av vann-mineral interaksjoner, hvor

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

vannkjemi er helt sentralt. Dette nivået har man ikke klart å opprettholde ved å kjøpe analysene eller ved samarbeid med KI som har et instrument som ikke er operativt. I senere tid er slikt utstyr også blitt viktig i miljø og forurensningsstudier, og dette ønskes utviklet innen CBA. Internasjonalt samarbeid, f.eks gjennom NORAD mot globale sør (f.eks NORHED), er helt avhengige av vannanalyser, og er i dag i en vanskelig situasjon på grunn av mangel av et slikt instrument. Instrumentet krever teknisk assistanse, noe vi har per nå, og vil derfor være egnet til innsamling av store datamengder umiddelbart, både for studenter og ansatte i flere forskningsgrupper.

- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* MNs strategi - Energi og materialer, Jord og rom. Vil også være et viktig bidrag inn mot CBA og det nye BIOGOV fellesløft-prosjektet.

Geokjemi/Q-ICPMS, (IG)

- *Delta forskningspotensial:* Geokjemi-laboratoriene er helt sentrale for karakterisering av ulike typer materialer enten det er faste stoffer eller løsninger, og er derfor en del av basisutstyret innen flere fagområder som kjemi og geofag, spesielt innen petrologi og geokjemi, mineralressurser, klima og miljø og forurensningsstudier. Instrumentet er et basisinstrument innen uorganisk kjemi og har viktige anvendelsesområder innen arkeologi. For å opprettholde forskningsfronten er det avgjørende å ha lokal tilgang til massespektrometer med ekstra utstyr som laser og autosampler for raskt å kunne analysere et stort antall prøver. Utstyret er sentralt for karakterisering av materialer både for ansatte og studenter.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Geofags >10 år gamle instrument, som ble støttet av UiOs infrastrukturmidler, er ute av drift. For å kunne tilby analyser ved IG ble det opprettet samarbeid med Kjemisk institutt om bruk av deres instrument. Dette instrumentet er ikke lenger operativt. IG's analytiske behov er per nå ikke ivarettatt og vi er prisgitt tilgang ved andre, delvis kommersielle og svært kostbare, laboratorier. Det er derfor sterkt, tverrfaglig behov for nytt instrument, både ved IG og ovennevnte institutter. Særlig prekært er mangelen av ICP-MS for karakterisering av elementer i vann ved UiO. UiO høstet internasjonal anerkjennelse for grunnleggende studier av vann-mineral interaksjoner, hvor vannkjemi er helt sentralt da de forhenværende ICP-MS'en var operativ. Dette nivået har man ikke klart å opprettholde ved å kjøpe analysene eller ved samarbeid med KI som har et instrument som ikke holdt adekvat kvalitet, og som nå for øvrig ikke lenger er operativt. I senere tid er slikt utstyr også blitt viktig i miljø og forurensningsstudier, og dette ønskes utviklet innen CBA. Internasjonalt samarbeid, f.eks gjennom NORAD mot globale sør (f.eks NORHED), er helt avhengige av vannanalyser, og er i dag i en vanskelig situasjon på grunn av mangel av et slikt instrument.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* UiOs strategi Bærekraftig omstilling: Klima, miljø og energi, MNs strategi - Energi og materialer, Jord og rom, og viktig bidrag til CBA og det nye BIOGOV fellesløft-prosjektet.

LATICE flux oppgradering (IG)

- *Delta forskningspotensial:* Flere forskningsgrupper og initiativer på UiO bidrar med nøkkeltkunnskap om samspillet mellom prosesser på landoverflaten, terrestriske økosystemer og klimasystemene. Det er behov for å oppgradere eksisterende infrastruktur for feltmålinger av energi og gassutveksling på landoverflaten for å bl.a. kunne beskrive vegetasjonens og

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

kryosfærens rolle i klimasystemet for ulike økosystemer (herunder lav, mose, myr). Dagens målinger inkluderer høyfjellsvegetasjon og snø (Finse) samt permafrost (Iskoras, Finnmark) og en mobil stasjon, men utstyret er nå mer enn 10 år gammel og kan dermed ansees som utdatert. Ettersom Russland har blitt utilgjengelig for forskning på permafrost og prosesser i kryosfæren, så har våre feltstasjoner blitt enda viktigere i internasjonale nettverk og sammenheng. Det inkluderer vår nye mobile målestasjon for eddy-kovarians flukser, med egen strømforsyning og et nettverk av sensorer som måler forholdene i bakken rundt målestasjonen.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* En oppgradering av LATICE-flux systemet vil gi oss en plattform for å utvikle dette feltet videre på en helt unik måte og gir UiO muligheten til å ta en internasjonalt ledende posisjon i dette feltet.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* MNs strategi - Energi og materialer, Jord og rom. Vil også være et viktig bidrag inn mot CBA og det nye ACTIVATE ERC prosjektet. **UiOs nordområdestrategi:** Støtte opp om SIOS, UNIS og polarforskning.

DroneLab@UiO (IG)

- *Delta forskningspotensial:* DroneLab@UiO ble etablert for å betjene hele MN med en rekke observasjoner og målinger i felt, og etablere et kompetansesenter for brukerne innen området. For å opprettholde kapasiteten og styrke kompetansen i forskningsfronten er det sentralt å ta i bruk ny drone-teknologi og utvikle tilbudet av nye analyser. DroneLab ønsker derfor å anskaffe geofysisk utstyr som kan bæres av dronene.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Droner og de tilhørende metoder er god plattform for direkte feltobservasjoner, spesielt i ellers utilgjengelige områder. Disse styrker andre typer tilnærminger av land-atmosfære prosesser, klimastudier og grenselagsmeteorologi. DroneLab og dens tjenester er også viktig i flere master-oppgaver.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* MNs strategi - Energi og materialer, Jord og rom. Er også viktig for CBA, men også ACTIVATE ERC prosjektet med flere.

Ivar Giaever Geomagnetic Laboratory (IGGL) – Quantum Diamond Microscope (QDM)(IG)

- *Delta forskningspotensial:* IGGL er av avgjørende betydning for PHAB (SFF), særlig når det gjelder undersøkelser av betydningen av planetariske magnetfelt for beboelighet og utviklingen av Jordens geomagnetiske felt. I fremtiden har IGGL som mål å utvide sitt fokus til å inkludere undersøkelser av de magnetiske egenskapene til ekstraterrestriske materialer (med ytterligere direkte relevans for PHAB), med mål om å posisjonere UiO til å være konkurransedyktig i å motta materialer fra Mars Sample Return-oppgdraget. Mye av forskningen ved IGGL er imidlertid basert på målinger av bulkprøver, som ofte gjennomsnittlig gjør kritiske signaler som kan være vanskelige å gjenkjenne og isolere. Et Quantum Diamond Microscope (QDM) muliggjør magnetisk kartlegging av jord- og planetmaterialer på mikrometerskala, og åpner dermed for en rekke nye forskningsspørsmål, inkludert innen tektonikk, geofysikk, paleoklima, planetvitenskap, samt miljøovervåking og geobiologi.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* I 2024 støttet UiO en oppgradering av IGGL som inkluderte anskaffelse av et nytt ultrasensitiv magnetometer og et magnetfeltfritt rom. Disse oppgraderingene vil forbedre presisjonen og effektiviteten til målingene som rutinemessig

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

utføres i laben. Dette gjør det mulig å operere på et høyt nivå og forbli internasjonalt konkurransedyktig. Det er imidlertid fortsatt behov for å utvide forskningskapasiteten. Et QDM vil betydelig utvide IGGLs muligheter, gjøre det mulig å utforske nye forskningsretninger og utvikle nye samarbeidspartnerskap innen IG og dets ulike seksjoner. Begge de to store eksterne prosjektene som IGGL/PHAB er vertskap for tiden, sender regelmessig personell til utlandet for å bruke QDM-er andre steder.

- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* Det finnes for øyeblikket ingen QDM i Norge, og det er kun 2 i Europa. Å ha et QDM ved UiO vil derfor plassere IGGL blant de beste paleomagnetiske fasilitetene i verden og betydelig fremme IGs ambisjon om å være blant de beste i Europa. Dette instrumentet vil også muliggjøre banebrytende ny forskning innen jord- og planetvitenskap som er direkte i tråd med strategien til PHAB (SFF) og vil gi nye muligheter for å utvikle innovative forskningsveier, inkludert innen miljøforurensning og overvåking. IGGL er også en del av flere kurs, og denne nye anskaffelsen vil dermed gi ytterligere utdannings- og forskningsmuligheter for studenter.

Solar Simulator Cold Climate Container, (IG)

- *Delta Forskningspotensial.* Cold Climate Container er designet for kontrollerte klimatiske forsøk på tine- og fryse-prosesser av interesse for flere forskningsmiljøer ved MN, støttet av UiOs infrastrukturmidler. Klimaforskning på et eksperimentelt nivå som vi planlegger her er helt nytt og banebrytende og vil være uvurderlig for at vi skal befeste vår posisjon som internasjonalt ledende innen klimaforskning, spesielt innen temaene snø, is, permafrost, skråningsstabilitet i kalde områder, skydannelse, og land-atmosfæreinteraksjoner. I fase II av Climate Container er det behov for å utvide de analytiske mulighetene for å studere snø-vegetasjonssystemet. Her er det spesielt relevant å anskaffe instrumenter som kan analysere egenskaper av snø (mekaniske og optiske), vegetasjon (biofysiske), jord og atmosfære (biokjemiske). Det er anskaffet en snøgenerator og en sky-generator. Det søkes her om en sol-simulator for å komplementere de eksperimentelle muligheter i klima-containeren
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette er videreutvikling av en nysatsing og erstatter ikke eksisterende aktiviteter. Den vil imidlertid komplementere våre observasjoner og modeller, og vil være et svært viktig bindeledd mellom dem.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* Samarbeidet mellom Climate Container og fytotronen på IBV samt HydroLab2 som bygges på Matematisk institutt vil videre styrke den interdisiplinære forskning på MN fakultetet.

Tropospheric LiDAR Cold Climate Container, (IG)

- *Delta Forskningspotensial:* Cold Climate Container (C3) er designet for kontrollerte klimatiske forsøk på tine- og fryse-prosesser av interesse for flere forskningsmiljøer ved MN, støttet av UiOs infrastrukturmidler. Klimaforskning på et eksperimentelt nivå er helt nytt og banebrytende, og vil være uvurderlig for at vi skal befeste vår posisjon som internasjonalt ledende innen klimaforskning, spesielt innen temaene snø, is, permafrost, skråningsstabilitet i kalde områder, skydannelse, og land-atmosfæreinteraksjoner. Først ble det anskaffet en snø- og en sky-generator. I neste fase ble C3 utvidet med analytiske muligheter for å studere snø-vegetasjonssystemer. Det er behov for å utvide de analytiske mulighetene ytterligere for å studere snø-vegetasjonssystemet. Det er derfor anskaffet instrumenter som kan analysere

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

egenskaper av snø (mekaniske og optiske), vegetasjon (biofysiske), jord og atmosfære (biokjemiske). Neste planlagte trinn i utviklingen av C3 som vil komplementere og bygge på pågående målinger av aerosoler og is/snø-dannelse, vil gi oss muligheten til å studere interaksjonene og påvirkningen på skydannelse samtidig. Dette vil gi oss muligheten til å studere hele kretsløpet fra aerosoler til skyer til nedbør. Derfor vil en LiDAR passe veldig godt inn i pågående og fremtidige forskningsprosjekter. For tiden har vi flere prosjekter hvor dataene fra vår egen LiDAR ville vært svært verdifulle og forbedret datasettet vi kunne/kan samle inn. Faktisk er vi i ferd med å jobbe med et felles forslag med internasjonale partnere med en LiDAR som en sentral del av instrumenteringen for forhåpentligvis utplassert på RV Kronprins Haakon. Til slutt vil en LiDAR fremme ytterligere samarbeid med MetNorway, NILU, NPI og Norsk Romfartsorganisasjon, som allerede har vist interesse for slike LiDAR-målinger. Ved neste mulighet ønsker vi derfor søke om støtte til en Tropospheric LiDAR for å utvide de eksperimentelle mulighetene i C3.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette er videreutvikling av en nysatsing, og erstatter ikke eksisterende aktiviteter. Den vil imidlertid komplementere våre observasjoner og modeller, og vil være et svært viktig bindeledd mellom dem.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* Samarbeidet mellom C3 og fytotronen på IBV samt HydroLab2 som bygges på Matematisk institutt vil videre styrke den interdisiplinære forskning på MN fakultetet.

Kjernelab og –lager (IG)

- *Delta forskningspotensial:* Til tross for mye grunnleggende geologisk utstyr mangler vi gode fasiliteter for å jobbe med borekjerne, eller lagre dem, i det minste så lenge de er aktuelle for pågående forskningsprosjekter. Borekjerne er meget kostbare og vanskelig å oppdrive. I forbindelse med store byggeprosjekter i Oslo-området de seneste årene har samarbeidspartner boret slike, og nå stilt dem til vår disposisjon. Dette har gitt oss en unik mulighet for tilgang til data fra Oslofeltet og bedre forstå denne sammensatte geologien. Arbeidet med disse kjerne vil inngå direkte i flere pågående forskningsprosjekter som VICCO og Palmar, men vil også danne grunnlaget i master-oppgaver og fremtidige prosjekter. For dette er det behov for egnede lokaler av en størrelse egnet for mindre grupper samt at de kan legges utover og dokumenteres. Til dette arbeidet vil det også være behov for å gjøre noen begrensede anskaffelser av utstyr som en stein/diamantsag med tynt blad egnet for små prøver og en tabletop XRF.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Hvis ikke vi hadde tatt vare på disse lange kjernene når de var tilgjengelig ville de gå tapt. Kjernene fra mange steder i Oslofeltet gir UiO unikt forskningsmateriale som ikke kunne anskaffes på andre måter.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* MNs strategi - Energi og materialer, Jord og rom. Kjerne vil være viktig i flere av satsning knyttet til CO2-lagring, og er ellers aktuelle for forskning og undervisning ved flere seksjoner, Skorpeprosesser, Sedimentærebasseng. Njord-Geo.

GeoLab, (NHM)

- *Delta forskningspotensial:* NHM har to kjernefasiliteter som brukes på tvers av UiO, DNA-Lab og GeoLab. Dette er universitetets eneste laboratoriefasiliteter som kan brukes for arbeid med naturhistoriske samlinger. Forskningen på GeoLab fokuserer på UiOs geologiske samlinger,

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

som inneholder mer enn to millioner mineraler, bergarter og fossiler. Internasjonal, nasjonal og UiO strategi for implementering av FAIR prinsippene gjør denne funksjonen essensiell. GeoLab er unik i forhold til andre lab'er ved UiO med hensyn til krystallkjemiske analyser og beskrivelse av nye mineraler; 3D-avbildning og kvantifisering av indre morfologiske strukturer i faste naturlige objekter inkludert kjerneprøver. GeoLab er utstyrt med SEM, PXRD, SXRD og micro-CT.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Digital forskningsdata i geologi må knyttes til fysiske objekter, som mineraler, bergarter og fossiler, for å gjøre data FAIR. GeoLab har bygget opp komplementær spisskompetanse med NHMs SEM, PXRD, SXRD og mikro-CT. PXRD, som er et sentralt instrument for bestemmelse av mineraler, er nå ute av drift på grunn av alder, og må erstattes. For karakterisering av bl.a. mineraler og sedimenter i kjerneprøver og i felt, og for avbildning av fossiler, ønsker NHM å anskaffe et hyperspektral-kamera. Dette vil åpne nye muligheter for forskning og metodeutvikling.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* RCN Research Council Policy for Open Science, UiOs strategi – FAIR, MNs strategi - Energi og materialer, Jord og rom, NHM Strategi 2030.

Eksperimentell modellering og teknologi / sensorer

1. Forskningsområde #1: Eksperimentell fluidmekanikk; 2D studier av bølger/vind, strømninger i nano- og mikrofluidikk systemer, Bildedannelse innen medisinsk ultralyd

1.1. Eksisterende

1.1.1 Internasjonal

N/A

1.1.2 Nasjonal INFRA

N/A

1.1.3 UiO egenfinansiert

Hydrodynamisk Laboratorium ([HydroLab](#))

Hydrodynamisk laboratorium ble etablert for 45 år siden. Vilhelm Bjerknes initierte denne ideen for å studere fundamentale fluid dynamisk prosesser og det var først ved bygging av Niels Henrik Abels hus denne ideen ble realisert. Laboratoriet har gjennom denne perioden fått finansering fra NFR, UiO og industri/næringsliv. To bølgetanker er bygget sammen med flere rørsøyfer. Det er også muligheter til flere småskalaeksperimenter. Instrumenteringen for å studere bevegelser i laminær eller turbulent strømning har gitt gjennomslag de siste årene og er unikt i nasjonal sammenheng. Metodikken er basert på videoteknikker/laserlys og det er også utviklet røntgen teknikker for å studere bevegelsen av partikler i forskjellige medium.

C.A. Bjerknes laboratorier (HydroLab 2.0)

Dette prosjektet ble påbegynt i 2014, og etter en omfattende ombygging av det gamle fyrrommet i NHA, er nå hovedelementene på plass i lyse og moderne lokaler. Prosjektet består av to hoveddeler:

- **Bølgebassenget** Et nytt bølgebasseng med innvendige dimensjoner på 20x7x1,2 meter er installert. Dette bassenget er utstyrt med 14 bølgemakere som kan generere alle typer bølger. I tillegg har bassenget et tak som muliggjør generering av et kontrollert vindfelt, slik at interaksjoner mellom bølger og vind kan studeres i detalj. Denne installasjonen er unik i Norge og har få internasjonale paralleller.
- **Laboratoriet for komplekse fluider** for studier innen småskalastrømninger, komplekse fluider og myke/avanserte materialer (Complex Fluids Lab). Hovedfokuset her er å se på grunnleggende fysiske prosesser i småskala strømninger og koblingen mellom fluidstrømmer og elastiske materialer/komplekse væsker. Laboratoriet er tilrettelagt for studier som behøver tilgang til fysikalsk-overflatekjemi, reologiske målinger, samt målinger av fluidstrømmer og/eller dynamiske overflater.

Disse to laboratoriene utfyller hverandre og gir en unik mulighet til å studere fluidstrømmer på både liten og stor skala. Den avanserte infrastrukturen vil også tiltrekke forskere fra andre fagområder innen

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

akademia og industri. Med toppmoderne instrumentering, som blandt annet 3D-hastighetsmålinger, kan data samles inn og analyseres på tvers av studier og skalaer.

Denne satsingen er forankret i strategien til Matematisk institutt og vil muliggjøre viktige bidrag til forskning på hav og klima. Prosjektet er derfor ikke bare en teknologisk milepæl, men også et verdifullt bidrag til tverrfaglig samarbeid og kunnskapsutvikling.

PoreLab

PoreLab er et senter for fremragende forskning (SFF) som ble startet høsten 2017 og som er delt mellom UiO og NTNU. Laboratoriet, som [PoreLab benytter ved UiO](#), ble etablert for 30 år siden ved gruppen for kondenserte fasers fysikk. Laboratoriet har fått finansering både fra NFR og UiO. Laboratoriet ved PoreLab er spesialisert for studier av dynamikk og struktur til væskestrøm i porøse medier. Laboratoriet har et komplett utvalg av bildeteknikker med høy oppløsning og høy hastighet, inkludert fire ultra-raske og et infrarødt kamera. PoreLab har utviklet en 3D-printerlab med flere SLA-skrivere, som brukes til raskt å designe og 3D-printe syntetiske porøse materialer. PoreLab har videreutviklet en 3D optisk skanner som gjør det mulig å måle 3D væskestrukturer i brytningsindekstilpasset porøse medier. PoreLab har et godt utstyrt optisk laboratorium med flere lasere og optikk til lyssprednings eksperimenter. PoreLab har også et PC cluster med 190 kjerner.

Ultralydlaboratoriet ved Institutt for Informatikk

Ultralydlaboratoriet er plassert i Ole-Johan Dahls hus siden innflytting i bygget i 2011. Drift av labben og utstyret finansieres av instituttet. Nåværende flerkanalesskanner – en Verasonics Vantage 256 – ble innkjøpt ved bruk av UiOs forskningsinfrastrukturmidler i 2014. I tillegg har laboratoriet to kliniske ultralydskannere og to automatiske posisjoneringssystemer.

Forskningen innen signalbehandling i vårt miljø har de siste tiårene hatt stor vekt på akustisk signalbehandling og arraysignalbehandling. Vår suksess nasjonalt og internasjonalt kan i svært stor grad tilskrives tilgang til eksperimentelle data fra flerkanalessystemer. Forskningen er fokusert rundt avanserte algoritmer for rekonstruksjon av ultralydbilder og ultralydbildebehandling. Typiske applikasjoner er medisinsk ultralyd og sonar.

1.2 Begrunnelse for nye behov

1.2.1 Internasjonal

N/A

1.2.2 Nasjonal INFRA

Forskningsområdet er relevant for NFR porteføljene [Energi og transport](#), [Helse](#) og [Muliggjørende teknologier](#). Infrastrukturene understøtter forskning på grunnleggende mekanismer og fenomener som er viktige for blant annet offshore- og helseanvendelser hvor fremtidens energisystemer og nye behandlings- og analysemetoder innenfor medisin. Infrastrukturene er tverrfaglige og vil bidra til konvergens på tvers av fagmiljøene matematikk, fysikk, medisin, kjemi og geologi.

Avansert instrumentering bølge/vind basseng (MI)

- *Delta Forskningspotensial:* Seksjonen er landets ledende forskergruppe på teoretiske lineære og ikke-lineære metoder i mekanikk, som er sterkt knyttet til anvendelser innen offshore

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

industri. Det nye 3D-bølgebassenget er helt og holdent et forskningsbasseng. For effektivt å utføre forsøk i en slik tank kreves omfattende instrumentering (3D hastighetsmålinger i luft og vann) og at tanken rigges med tilstrekkelig utstyr.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette er en nysatsing og erstatter ikke eksisterende aktiviteter. Den vil imidlertid komplementere våre eksperimentelle aktiviteter (2D), og være et svært viktig bindeledd mellom dem.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* NFR/Maritim teknologi. Synergi og samarbeid mellom fysikk og geofag. Spesielt vil kjølerommet som implementeres som en del av Hydrolab 2 være en mulighet for mer samarbeid med is/snø gruppa hos IG.

Småskala overflatedynamikk og bio-inspirerte strømninger, (MI)

- *Delta Forskningspotensial:* Vi har i dag forskningsaktivitet innenfor teoretisk modellering og numeriske simuleringer av småskala fenomener som elastohydrodynamikk, kapillærstrømninger, myke roboter og overflatestrømninger av bio-inspirerte fenomener. I dag mangler vi både et laboratorium og måleutstyr for å utvikle eksperimenter, essensielt for å få et bredere gjennomslag og videreutvikle vår forskning. Innenfor kapillærstrømninger er vi interessert i å utvikle muligheten til å bygge mikrokanaler for målinger av flerfase mikrofluidikk strømninger. Vi ønsker å utføre eksperimenter av strømning i poro-elastiske materialer som en analog til strømning i biologisk vev, samt se på kapillærstrømning og hvordan dråper sprer seg i disse materialene. Innen satsing på utvikling av myke roboter er det behov for nye måleinstrumenter for å karakterisere deres overflatedynamikk.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette er en nysatsing og erstatter ikke eksisterende aktiviteter. Den vil imidlertid komplementere våre eksperimentelle aktiviteter, og vil være et svært viktig bindeledd mellom dem.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* NFR/Nanoteknologi og avanserte materialer. Synergi og samarbeid mellom fysikk, medisin, kjemi, geofag og MiNaLab.

1.2.3 UiO Egenfinansiert

Bølgebasseng med vind, (MI)

- *Delta Forskningspotensial:* Seksjonen er landets ledende forskergruppe på teoretiske lineære og ikke-lineære metoder i mekanikk, som er sterkt knyttet til anvendelser innen offshore industri. Det nye 3D-bølgebassenget er helt og holdent et forskningsbasseng. For effektivt å utføre forsøk i en slik tank kreves omfattende instrumentering og at tanken rigges med tilstrekkelig utstyr. I det siste inngår et vindgenereringssystem, en rampe for å sende skred ut i og mulighet for å plassere modeller i bølgefeltet.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Dette er en nysatsing og erstatter ikke eksisterende aktiviteter. Den vil imidlertid komplementere våre eksperimentelle aktiviteter (2D), og være et svært viktig bindeledd mellom dem.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* NFR/Maritim teknologi. Synergi og samarbeid mellom fysikk og geofag. Spesielt vil kjølerommet som implementeres som en del av Hydrolab 2 være en mulighet for mer samarbeid med is/snø gruppa hos IG.

Ultralydlaboratoriet ved Institutt for informatikk (IFI)

- *Delta forskningspotensial:* Vårt miljø er verdensledende innen algoritmeutvikling for bildedannelse i medisinsk ultralyd. Gruppens suksess nasjonalt og internasjonalt kan i svært stor grad tilskrives tilgang til eksperimentelle data fra flerkanalssystemer. Forskningen er fokusert rundt avanserte algoritmer for rekonstruksjon av ultralydbilder og ultralydbildebehandling. Et nytt system ved Ifi/UiO vil ha nasjonal og regional betydning. Skanneren vi nå har er en av få slike systemer i Norge. Det finnes tilsvarende skannere innkjøpt i ultralydmiljøet i Trondheim omtrent samtidig som tidligere investering ble gjort ved UiO (dermed vil også dette system straks være utdatert).
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* En fungerende forskningsskanner er virksomhetskritisk for vår internasjonalt anerkjente forskning innen ultralyd og elastografi. Utstyret er helt nødvendig for vår undervisning innen ultralydabildning og arraysignalbehandling, hvor kurset i ultralydabildning er også obligatorisk i et masterprogram. Utstyret vil understøtte at vi er en sterk partner i samarbeid på nasjonalt og internasjonalt nivå – for eksempel i en SFI V-søknad som er under utarbeidelse. Uten tilgang til utstyret vil ikke kunne fortsette å tilby oppdragsforskning innen ultralydmåling for industri-, sykehus- og instituttsektoren.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:*
Tilgang til flerkanals forskningsscanner i vårt ultralydab er essensielt for å nå det spesifikke forskningsmiljøets strategiske mål om å: 1) Fortsatt være en internasjonalt ledende forskningsgruppe innen akustisk bilderekonstruksjon og arraysignalbehandling på tvers av applikasjonsdomener; 2) Opprettholde stillingen som en viktig norsk forskningsgruppe innen maskinlæring for bildebehandling.
Denne forskningen og dette utstyret er i tråd med strategisk plan for UiO – Strategi 2030: 1) UiO skal fremme uavhengig, banebrytende og langsiktig forskning; UiO skal utvikle fremragende forskningsmiljøer i bredden av institusjonen; UiO skal videreutvikle disiplinær dybde og tverrfaglig samarbeid og lede an i utviklingen mot et bærekraftig samfunn; UiO skal arbeide systematisk for utvikling og deling av forskningsinfrastruktur og dataressurser. 2) UiO skal utdanne studenter med kunnskap, evne og vilje til å skape en bedre verden: UiO skal være en fremragende utdanningsinstitusjon som gir forskningsbasert undervisning på høyt internasjonalt nivå; UiO skal øke utdanningenes forskningsnærhet og arbeidslivsrelevans og studentenes bevissthet om egen kompetanse; UiO skal utvikle og fornye studiene for alle studentgrupper og svare på samfunnets behov for tverrfaglig kunnskap.
Norge er i en særstilling ved at vi har internasjonalt ledende store bedrifter innen utvikling av medisinsk ultralyd (GE Vingmed Ultrasound), sonarabildning (Kongsberg Discovery) og marin seismikk (TGS, Shearwater). Felles for fagfeltene er at bildene som produseres er dannet ved bruk av avbildningsalgoritmer som kombinerer kanaldata fra flerkanalssystemer. For at Norge skal fortsette å produsere noen av verdens beste systemer for avbildning, må man fortsette å utdanne gode kandidater med bakgrunn innen vårt felt.

Rheometer ved PoreLab (FI)

- *Delta forskningspotensial:* PoreLab ønsker å etablere et nytt rheometer ved sin node på UiO. Oppgraderingen er en vesentlig forbedring av utstyrsparken ved PoreLab og vil gjøre det mulig å studere de rheologiske egenskapene for ikke-Newtonske væsker. PoreLab har en avansert lab for utvikling av syntetiske 3D printede modeller og billedbehandling. Utstyret

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

kan samordnes med annen aktivitet innen myke kondenserte faser og hydrodynamikk ved fakultetet.

- *Prioriteringer, hva dersom ikke:* Instrumentet er viktig for å opprettholde en sterk faglig profil innen kondenserte fasers fysikk og for å videreføre undervisningstilbudet innen porøse medier, komplekse systemer og fluidmekanikk ved Fysisk institutt.
- *Relevant strategi/satsing på institutt/fakultet/museum/UiO:* Instrumentet vil bidra til å videreføre SFF satsningen på porøse materialer med relevans for UiO sine bærekraftmål.

2. Forskningsområde #2: Sensorer / Elektronikk

Det er store fremtidige behov for høyere grad av miniatyrisering og integrasjon av sensorer, prosessering og trådløse systemer drevet av Internet-of-Things (IoT) og systemer for sømløs interaksjon mellom mennesker (den virkelige verden) og datamaskiner / cloud computing. En annen sterk driver er fremveksten av autonome systemer som selvkjørende biler etc. Dette stiller store krav til målelaboratorier og produksjonsteknologi for mekanikk og elektronikk (maskinering; 3D-printerteknologi; CMOS; ASICS; SiP / pakketeknologi) med støtte for kontinuerlig miniatyrisering.

2.1. Eksisterende

2.1.1 Internasjonal

N/A

2.1.2 Nasjonal INFRA

N/A

2.1.3 UiO egenfinansiert

Ved Institutt for informatikk er det etablert betydelig infrastruktur for karakterisering av mikroelektronikk og radio / RF systemer som er viktig for forskning på teknologi for blant annet integrert kretselektronikk, IoT og trådløse sensorer. Infrastrukturen er bygget opp over flere år i hovedsak gjennom instituttfinansiering, men det er også gjort større løft blant annet i forbindelse med innflytting i IFI-II. Konkret dreier dette seg om 4 laboratorier i OJD (IFI-II) som også tilbys og brukes av eksterne brukere. Laboratoriene inneholder også ekkofritt kammer for radio / antennemålinger samt spesiallaboratorium for lav-støy måling (Faradaybur).

2.2 Begrunnelse for nye behov

2.1.1 Internasjonal

N/A

2.1.2 Nasjonal INFRA

N/A

2.2.3 UiO egenfinansiert

Optikk lab, (ITS)

- *Delta forskningspotensiale:* Optiske sensorer er sentrale for mange autonome systemer. Dette gjelder både aktive og passive sensorer. Optikk-lab er viktig både ifm karakterisering og ifm utvikling av sensor- systemer. Kompetanse innen dette området er også viktig ifm de mange optiske teknikker som benyttes til bl.a. karakterisering av materialer og komponenter innenfor mange forskjellige disipliner.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?:* Det er viktig for et universitet som UiO å ha en basis infrastruktur og kompetanse på dette området. Pr 2020 er det ingen optikk-lab, som beskrevet, i virksomhet på UiO
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* ITS har en seksjon for autonome systemer og sensortechnologier, med en satsing på optiske- og RF sensorer. ITS har nettopp ansatt en fulltid professor innen optikk, og det er behov for å bygge opp et laboratorium både i forbindelse med forskning og undervisning på dette området. Optikk er et av de anbefalte fagområdene fra den internasjonale evalueringen av fysikk forskning i Norge, og det ble anbefalt at Kjeller-miljøet engasjerer seg mer innen utdanningen på UiO på dette området.

3. Forskningsområde #3: Autonome systemer / Robotikk

En annen viktig trend er fremvekst av autonome og intelligente systemer basert på data science og kunstig intelligens hvor regnekapasitet er viktig sammen med mulighet for rask prototyping. Dette området vokser sterkt frem på tvers av fagområder, men er sterkt knyttet opp mot maskinlæring.

3.1. Eksisterende

3.1.1 Internasjonal

N/A

3.1.2 Nasjonal INFRA

N/A

3.1.3 UiO egenfinansiert

Ved MN (ITS og IFI) eksisterer det i dag laboratorier for å understøtte forskning på autonome systemer i form av utstyr for mekanisk maskinering samt «motion capture». Dette er infrastruktur som har blitt bygget opp de senere år og drevet frem av fagområder som robotikk, mekatronikk, maskinlæring etc. Laboratoriene består av utstyr for mekanisk bearbeiding, 3D-printing etc med formål å bygge prototyper og modifisere strukturer. I tillegg eksisterer også utstyr for å karakterisere bevegelsesmønstre for blant annet å kunne utvikle forbedrede modeller og algoritmer.

3.2 Begrunnelse for nye behov

3.2.1 Internasjonal

N/A

3.2.2 Nasjonal INFRA

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

Forskningsområdet er relevant for NFR porteføljene [Energi og transport](#), [Helse](#) og [Muliggjørende teknologier](#). Infrastrukturene understøtter forskning på metoder for interaksjon og samarbeid mellom mennesker på tvers av lokasjoner hvor sanseinntrykk er viktige i scenarioet. Fjern-helse og eldreomsorg er eksempler på relevante anvendelser. Forskningen vil også understøtte bærekraftsmål.

Sustainable Immersive Networking Lab, (IFI)

- *Delta forskningspotensiale:* Digital teknologi muliggjør interaksjon og samarbeid mellom mennesker på tvers av lokasjoner. Eksempler på dette er audiovisuell kommunikasjon og interaksjon i virtuelle verdener hvor man i dag også kan føle berøring, kjenne lukt og oppleve varme. Denne infrastrukturen vil understøtte forskning hvor man tar dette til neste nivå og studerer haptisk interaksjon i den virkelige verden hvor målet er å oppleve reell tilstedeværelse på tvers av fysisk lokasjon. Forskningen vil adressere flere aspekter fra grunnleggende utfordringer knyttet til infrastruktur, utforskning av menneskelige sanser samt studere nye anvendelser muliggjort av denne type teknologi. Scenarier kan være eldreomsorg, fjern-helse, klimaforskning, og sosialisering / inkludering på tvers av geografi. Konkret vil SIN-laboratoriet bestå av state-of-the-art nettverksinfrastruktur (Beyond 5G) med menneske- datamaskin og menneske-menneske grensesnitt inkludert haptikk, robotikk og multisensorer. Infrastrukturen vil være mobil og kan brukes i forskning, undervisning og innovasjon.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen vil muliggjøre forskning på høyt internasjonalt nivå som i dag ikke kan gjennomføres ved UiO / nasjonalt grunnet mangel på egnet kommunikasjonsinfrastruktur og haptiske grensesnitt. Manglende investering vil begrense UiO og nasjonale miljøers mulighet til å ta en ledende posisjon innen dette forskningsfeltet.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Bærekraft er sentralt i UiO sin strategi. Forskningen muliggjort av denne infrastrukturen vil direkte understøtte flere av FNs mål for bærekrafts og i tillegg se på hvordan man kan forbedre sameksistens, inkludering og sosialisering mellom mennesker uavhengig av lokasjon. Også sterke synergier nasjonalt.

3.2.3 UiO egenfinansiert

Human Robotics Lab HRL, (ITS)

- *Delta forskningspotensiale* Human Robotics Lab (HRL) vil gjøre det mulig for ITS å utvikle robot systemer som samarbeider og sameksisterer med mennesker og samfunn på en trygg måte. HRL vil også gjøre det mulig for ITS å utvikle nye, forskningsbaserte løsninger for “virtual reality” (VR), “augmented reality” (AR) og “enhanced human capabilities” ved bruk av robot teknologi og kunstig intelligens (AI). HRL vil bli en viktig infrastruktur for framtidig forskning på ITS, og den vil bidra til å øke studenttallet ved instituttet, i tråd med UiOs målsetning for “Framtidig teknologier ved ITS:”
 - Ny forskning på områder av stor viktighet for vårt framtidige samfunn
 - Øke studentmassen og muligheter for forskning ved ITS for MSc- og, PhD studenter, og for fakultetet.
 - Styrke samarbeidet mellom ITS og FFI, noe FFI har stor interesse av

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?* Infrastrukturen vil gjøre det mulig for ITS å finne nye måter å integrere roboter i samfunnet – f.eks. som urbane “safe-drones,” selvkjørende kjøretøy og roboter i hjemmet. HRL vil utnytte eksisterende investeringer i “Motion Capture” ved ITS slik at nytteverdien økes.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* For å nå FN sine bærekraftsmål i tråd med Agenda 2030 er det vesentlig å få implementert roboter i samfunnet. En vesentlig hindring for at bruk av roboter skal bli vanligere, er bekymringen for om samarbeidet og sameksistensen med mennesker vil bli trygg. HRL vil gjøre det mulig å utføre ny forskning innen dette viktige området. Den foreslåtte infrastrukturen er i tråd med ITS sine visjoner og strategier.

Distributed Autonomous Systems laboratory (DAS lab) (ITS)

- *Delta forskningspotensial:* Denne labben vil ha et betydelig forskningspotensiale ved å legge grunnlaget for praktisk og anvendt forskning som utfyller både teoretisk forskning og grunnforskning. Ved å bygge bro mellom teori og praksis, blir labben ikke bare attraktiv for forskere som har fokus på anvendte metoder, slik som ved Institutt for Teknologisystemer, men også for teoretikere som ønsker å utforske virkelige problemstillinger og anvende sine teoretiske funn i praktiske sammenhenger. Forskere på tvers av ulike fagområder, både i akademien og industrien, vil dra nytte av muligheten til å utføre praktiske eksperimenter med bevegelsessporing i et stort og velutstyrt miljø. Denne robuste forskningsinfrastrukturen vil fremme økt tverrfaglig samarbeid og åpne for nye muligheter og anvendelser.
- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?:* Uten investeringer i denne labben vil muligheter for å bidra med praktisk og anvendt forskning i forskningsprosjekter svekkes betydelig, både internt på UiO og mot andre norske og internasjonale samarbeidspartnere. Det vil også redusere muligheter for tverrfaglig samarbeid.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Institutt for teknologisystemers strategi sier «Forskningen ved ITS skal hovedsakelig ha en praktisk og anvendt tilnærming og et systemperspektiv». Kombinert med at strategien prioriterer fagfeltet «Autonome systemer og sensortechnologier» er en lab for større praktiske eksperimenter viktig for forskningen på instituttet. I fakultetets utdanningsstrategi står det at studentene skal eksponeres for forskning gjennom hele utdanningen, noe en kombinert lab for både forskning og undervisning vil bidra til. Det står også at formidling og utadrettet virksomhet skal ha en naturlig plass i utdanningen, og en lab som dette vil være en naturlig arena for formidling, både med tanke på det praktiske arbeidet det åpnes for i undervisning og forskning, men også at det blir en arena man kan invitere eksterne personer inn til.

Biomedical Manufacturing, Assembly, and Prototyping Laboratory (BioMap Lab) (ITS)

- *Delta forskningspotensial:* BioMap-laboratoriet vil fungere som en avgjørende plattform for å fremme både anvendt og teoretisk forskning i skjæringspunktet mellom biovitenskap, ingeniørfag og kunstig intelligens. Ved å kombinere PCB-fabrikasjon og en rekke 3D-printingmuligheter (inkludert biokompatible teknologier) med essensielle verktøy for klinisk vurdering – som biosignalsensorer (EKG, EEG, EMG), ultralydustyr og en dedikert undersøkelsesbenk – vil laboratoriet muliggjøre rask prototyping og validering av nye biomedisinske enheter og systemer. Avgjørende for å sikre etiske og realistiske evalueringer

av implanterbare eller invasive teknologier uten direkte testing på mennesker, vil BioMap-laboratoriet bruke spesialiserte fantomer som etterligner egenskapene til menneskelig vev og organer. Dette oppsettet lar forskere utforske sensorintegrasjon, AI-drevet dataanalyse og implantatytelse under kontrollerte, men klinisk relevante forhold. Ved å samle ekspertise fra biovitenskap, ingeniørfag og det fremvoksende fagfeltet kunstig intelligens, vil BioMap-laboratoriet fremme oversettelsesprosjekter med stor innvirkning som adresserer akutte helseutfordringer, slik de fremheves i nasjonale rapporter som «Tid for handling» fra Helsepersonellkommissjonen. I tillegg vil det gi uvurderlig praktisk erfaring for studenter i det foreslåtte masterprogrammet i helseteknologi ved Institutt for teknologisystemer, og utstyre dem med de praktiske ferdighetene som trengs for å innovere i dette feltet i rask utvikling. Fra et forskningsperspektiv vil laboratoriet fungere som en katalysator for innovasjon: teoretiske modeller og grunnforskning kan raskt oversettes til funksjonelle prototyper, noe som legger til rette for en iterativ, praktisk tilnærming til oppdagelse som kommer flere institutter ved Universitetet i Oslo og samarbeidspartnere i industrien til gode.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?*
Dersom BioMap-laboratoriet ikke etableres, vil UiOs kapasitet til å innovere innen de raskt utviklende feltene biomedisinsk ingeniørfag og helseteknologi bli betydelig hemmet. For Institutt for teknologisystemer vil fraværet av essensiell infrastruktur for effektivt å gå fra teoretisk modellering til funksjonell prototyping bremse tempoet i translasjonelle gjennombrudd. Dessuten vil studenter i det foreslåtte masterprogrammet i helseteknologi gå glipp av direkte involvering i kritiske fabrikkasjons- og testprosesser, noe som vil begrense deres beredskap for utvikling av medisinsk utstyr i den virkelige verden. Til syvende og sist vil mangelen på et dedikert BioMap-laboratorium svekke tverrfaglig samarbeid, hemme interaksjoner med viktige industrielle partnere og helsepartnere, og redusere UiOs evne til å bidra med meningsfulle løsninger på akutte kliniske behov.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* BioMap-laboratoriet støtter direkte de strategiske prioriteringene til Institutt for teknologisystemer, som legger vekt på autonome systemer, sensortechnologier og et anvendt systemperspektiv. Ved å tilby et toppmoderne anlegg som integrerer elektronikkproduksjon, 3D-printing, biosignalovervåking og fantombasert testing, kroppsliggjør laboratoriet instituttets forpliktelse til praktisk og problemorientert forskning. På fakultetsnivå er denne investeringen i tråd med Det matematisk-naturvitenskapelige fakultets mål om å fremme tverrfaglig og translasjonell forskning, og sikrer at studenter og forskere får eksponering for prosjekter som forener ingeniørfag, klinisk vitenskap og dataanalyse. Dessuten fremmer BioMap-laboratoriet universitetets bredere oppdrag om å engasjere seg i samfunnsutfordringer – særlig innen helsesektoren – ved å fremme samarbeid med sykehus, industrielle partnere og andre forskningsinstitusjoner. Som sådan representerer etableringen av BioMap-laboratoriet et viktig skritt fremover i å styrke UiOs posisjon i forkant av biomedisinsk innovasjon, og tilbyr konkrete fordeler for forskning, utdanning og samarbeid i helsesektoren.

Robotics and Prototyping Laboratory, (IFI)

- *Delta forskningspotensial:* Laboratoriebehov for robotikk og bevegelsessporing (eng. motion capture) forskning vil måtte løpende fornyes og oppgraderes for å tilfredsstille nye krav innen fagfeltet. Det er foretatt oppgraderinger av utstyr for mekanisk bearbeidelse, og også anskaffet en assistentrobot (PAL TIAGo) i løpet av siste 5 år. Det er samtidig behov for jevnlig oppgradering og fornying av utstyret og robotene for å kunne fortsette å utvikle roboter, algoritmer og maskinlæringsteknikker i forskningsfronten. Vi anvender fasilitetene innen både

Veikart for infrastruktur innen MNT (2025) - nivå 2 og 3

undervisning og forskning, og studerer hvordan mekanikken i tillegg til parametere kan bli adaptert ved hjelp av automatiserte algoritmer. Vi forsker samtidig gjennom ulike prosjekter finansiert av Forskningsrådet på utvikling med brukermedvirkning, også kalt menneske-maskin-interaksjon (HRI). Det består i å sammenligne ulike typer robotoppførsel og se hva som oppfattes som tryggest med hensyn på personvern, elektronisk og fysisk sikkerhet. Vi har også fokus på etiske og regulatoriske problemstillinger i samarbeid med jurister ved Inst. for privatrett på juridisk fakultet.

- *Prioriteringskriterier, hva dersom ikke?:* Investeringene knytter seg mot eksisterende laboratorier hvor kravene til kvalitet i målinger øker i takt med innovasjon innen feltet og graden av nøyaktighet man kan oppnå i modellene. Manglende støtte til oppgraderinger vil begrense mulighetene til å konkurrere i forskningsfeltet og man må eventuelt søke ressurser eksternt noe som ikke er optimalt grunnet krav til hyppig interaksjon mot lærende systemer.
- *Relevante strategier på institutt/fakultet/museum/UiO:* Infrastrukturen er svært relevant for tematiske satsninger på MN. Strategi mot Digitalisering / Maskinlæring og livsvitenskap med betydelig tverrfaglig potensiale.

Tabell 1: MNs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT

MNs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT			
institutt	til Forskningsrådets infrastrukturutlysning	koordinert av UiO	til UiOs infrastrukturutlysning
MI	Norwegian Laboratory for Resolved Interfacial Flows at Multi-scales		
KI	NEXUS		TAP-lab 2.0
FI	NorFab (Norwegian Micro and Nanofabrication Facility)		Space Plasma Laboratoriet - trinn 2
IG	Mikrosonde (EMP)		Geokjemi/Q-ICPMS
ITA	European Solar Telescope (ESFRI Project)		
ITS	SATFAB	X	Biomedical Manufacturing, Assembly, and Prototyping Laboratory (BioMap Lab)
IFI	Sustainable Immersive Networking Lab	X	Robotics and Prototyping Laboratory

Tabell 2: NHMs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT

NHMs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT			
institutt	til Forskningsrådets infrastrukturutlysning	koordinert av UiO	til UiOs infrastrukturutlysning
NHM			Hyperspektralkamera, røntgen-diffraktometer, Raman-spektrometer

Tabell 3: KHMs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT

KHMs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT			
institutt	til Forskningsrådets infrastrukturutlysning	koordinert av UiO	til UiOs infrastrukturutlysning

KHM	SciCult-INFRA	X	LC/MS/MS, SEM-EBS, FTIR mikroskop
-----	---------------	---	-----------------------------------

Tabell 4: OD foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT

ODs foreløpige topp-prioriterte behov innen MNT			
institutt	til Forskningsrådets infrastrukturutlysning	koordinert av UiO	til UiOs infrastrukturutlysning
IKO	Norwegian Centre for Nanoscale X-ray Tomography (NEXT) s	X	Nano-CT

Tabell 5: Oppsummering av nye infrastrukturbehov med tilhørende finansieringskilder og budsjett. Rekkefølgen til behovene i tabellene samsvarer ikke med en prioritering.

Nye infrastruktur behov	NFR INFRA (UiOs andel av omsøkt beløp)	UiOs infrastruktur-midler
Universet		
Romforskning		
SICI-6 Rakett fra Svalbard, (FI)	20 MNOK	
M/LT- Aurora (2 raketter) fra Andøya Space Center, (FI)	30 MNOK	
UiOs Troll Ionospheric Observatory, (FI)	23 MNOK	
Space Plasma Laboratoriet- trinn 2 (FI)		2,5 MNOK
Bakkeinstrumenter for studier av plasmafysikk og romvær, (FI)	10 MNOK	
SATFAB – Satelittfabrikken på Kjeller, (ITS)	50 MNOK	
Subatomær fysikk		
Advanced Radiation Laboratory, (FI)		5 MNOK
StarLight, (FI)	25 MNOK	
StarLight prototype (FI)		2,6 MNOK
HUNT II (KI/FI)	30 MNOK	
A- og B-kjernefysikklaboratorier (KI)	20 MNOK	
Germanium detektor oppgradering, kjernefysikk (KI)		6 MNOK
Energi, materialer og kvanteteknologi		
TAP-XPS, (SMN - KI)		5 MNOK
NORTEM, The Norwegian Centre for Transmission	25 MNOK	
RECX-II, Røntgendiffraksjon og -spredning, (SMN-KI)	30 MNOK	
NABLA, The Norwegian Advanced Battery Laboratory, (SMN-KI)	10 MNOK	
NorFab, Norwegian Micro- and Nanofabrication Facility,	51 MNOK	
SIMS, Secondary Ion Mass Spectrometer (SMN-FI)	5 MNOK	5 MNOK
Physical Property Measurement System (PPMS)		12 MNOK

Low temperature science laboratory (SMN-KI)	24 MNOK	
Crystal growth laboratory, (SMN-KI)		7 MNOK
ISECS, In situ electrochemical surface characterization, (SMN-KI)		10 MNOK
Høytemperaturkjemi i LVB, (SMN-KI)		10 MNOK
Analytisk SEM i Forskningsparken, (SMN-FI)		3,5 MNOK
TAP-lab 2.0, (SMN-KI)		6 MNOK
XAS/XES, (SMN-KI)		5 MNOK
NSST, The Norwegian Laboratory for Silicon-based Solar Cell Technology, (SMN-FI)	50 MNOK	
UiO photoemission spectroscopy lab, (SMN-FI/KI)	26 MNOK	
Battery characterization lab, (SMN-KI)		3 MNOK
Theta Probe oppgradering		2,5 MNOK
SciCult-INFRA, (KHM)	120 MNOK	
LC/MS/MS, SEM-EBSD, FTIR mikroskop; SciCult (KHM)		8 MNOK
DESSI, Distributed Energy Systems and Security (ITS) Infrastructure, (ITS)		6 MNOK
Norwegian Centre for Nanoscale X-ray Tomography (NEXT) OD)	25 MNOK	4 MNOK
Naturressurser, klima, miljø og polarforskning		
Goldschmidtlaboratoriet II, (IG)	20 - 60 MNOK	
Mikrosonde (EMP)	19 MNOK	
FRAM-CI, (IG)	25 MNOK	
FIB	40 MNOK	
Geokjemi/MC-ICP-MS, (IG)	20 MNOK	
Miljø lab - (IG)		8 MNOK
LATICE flux mobile II, (IG)		1,5 MNOK
DroneLab@UiO-Geophysics		3 MNOK
Solar Simulator Cold Climate Chamber, (IG)		1,5 MNOK
Tropospheric LiDAR Cold Climate Container, (IG)		1,5 MNOK
Ivar Gæver Geomagnetiske Laboratoriet, (IG)		2 MNOK
Geokjemi/Q-ICP-MS, (IG)		8 MNOK
Kjernelab og -lager (IG)		1,5 MNOK
GeoLab (hyperspektralkamera, røntgendiffraktometer, Raman) (NHM)		6 MNOK (UiO+NHM)
Ekspimentell modellering og teknologi/sensorer		
Ekspimentell fluidmekanikk; 2D studier av		
Bølgebasseng med vind, (MI)		5-7 MNOK
Småskala overflatedynamikk og bio-inspirerte strømninger,	15 MNOK	
Avansert instrumentering bølge/vind basseng	20 MNOK	
Ultralydlaboratoriet ved Institutt for informatikk (IFI)		4,5 MNOK
Rheometer ved PoreLab (FI)		2 MNOK
Sensorer / Elektronikk		
Optikk lab, (ITS)		1,5 MNOK

Autonome systemer / Robotikk		
Sustainable Immersive Networking, (IFI)	12 MNOK	
HRL Human Robotics Lab, (ITS)		1,5 MNOK
Distributed Autonomous Systems laboratory (DAS lab)		1,5 MNOK
Biomedical Manufacturing, Assembly, and Prototyping Laboratory (BioMap Lab) (ITS)		2,5 MNOK
Robotics and Prototyping Laboratory (IFI)		3 MNOK

Nye infrastruktur behov	ESFRI
	(UiOs andel omsøkt beløp)
Universet	
Subatomær fysikk	
NorLHCIII, (FI), CERN, ESFRI	15 MNOK
Cherenkov Telescope Array (CTA), (FI), ESFRI	15 MNOK
Astronomi og astrofysikk	
European Solar Telescope, (ITA), ESFRI	85 MNOK
European Southern Observatory, (ITA), ESFRI	400 MNOK

Vedlegg til UiOs veikart, revisjon 2025 – BUT tildelinger til Livsvitenskapsbygget

I Tabell 6 vises MNs strategiske MNT tildelinger fra Brukerutstyrsprosjektet (BUT 2 og BUT 3) der finansieringen ikke er avklart.

Tabell 6: Vedlegg til nivå 3 - strategiske BUT 2 og BUT 3 tildelinger til MN innen matematikk, naturvitenskap og teknologi (MNT):

Behov meldt inn av	BUT	utstyrsenhet	tematisk tilhørighet	kommentar
KI	strat BUT 2	Scanning elektronmikroskop, FEG ESEM, environmental microscope	MNT	RG42 - elektrokjemi
KI	strat BUT 2	Testtrigg med analysemodul (GC, GC-MS, eller MS) for katalytiske reaksjoner ved lavt trykk (max 5 bar)	MNT	RG43 - katalyse
IBV	strat BUT 3	GC-C-IRMS to perform compound specific stable isotope analyses	MNT	RG44 – miljøvitenskap, CLIPT lab