

Innspill til nytt norsk veikart for forskningsinfrastruktur

Uttalelser – høring

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

MAT OG HELSE

Dato: 03.10.2022

Mat og helse

Institusjoner som har sendt inn uttalelser

- Høgskulen på Vestlandet
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- NTNU
- OsloMet - storbyuniversitetet
- UiT, Norges Arktiske Universitet
- Universitetet i Agder
- Universitetet i Bergen
- Universitetet i Oslo
- Universitetet i Stavanger
- Havforskningsinstituttet
- NIBIO
- Simula Research Laboratory
- NILU
- NOFIMA
- NORCE - Norwegian Research Centre AS
- SINTEF
- Akershus universitetssykehus HF
- Helse Bergen HF, Haukeland Universitetssjukehus
- Oslo universitetssykehus
- UNN
- Folkehelseinstituttet
- NVE, Hydrologisk avdeling

Mat og helse

Universitet / Høgskole (Offentlig)	Svar
Høgskulen på Vestlandet	<p>Forskergruppe innen mat og helse uttrykker følgende behov knytt til E-infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none">Infrastruktur for tilgjengeliggjøring og deling av dataInfrastruktur for lagring av store mengder data, som for eksempel videofiler, der god kvalitet på videofilene beholdesInfrastruktur for felles bruk av programmer for utregning av næringsinnhold i matvarerInfrastruktur for felles bruk av programmer for avlesning av manuelle spørreskjemaer
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet	<p>* <i>Forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område</i></p> <p>Generelt er det viktig at forskningsinfrastrukturene bidrar til forskning der man kan teste ut ideer i større skala (pilotanlegg) og også muliggjør teknologioverføring mellom sektorer. Mye av vår infrastruktur skaper store datamengder, og det er derfor også viktig for oss at infrastruktur for lagring, deling (FAIR) og prosessering av data videreutvikles.</p> <p>* <i>Eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle</i></p> <p>Nasjonale matpilotanlegg Campus Ås</p> <p>Det er gjennom to infrastrukturprosjekter bygget opp en infrastruktur for matprosessering på Campus Ås. Denne dekker nesten hele verdikjeden innenfor produksjon av de fleste matvarer. innen råvareproduksjon, høsting, foredling (prosessering) og restråstoffutnyttelse. Denne må videreutvikles slik at den til enhver tid er oppdatert og kan bidra til utvikling av en miljømessig, bærekraftig bioøkonomi. Forskningsmiljøene utdanner gode kandidater som bidrar til å styrke konkuranseevne og innovasjonsgrad i norsk matproduksjon og næringsmiddelindustri.</p> <p>Nasjonal infrastruktur for proteomikk (NAPI) og analyser forbundet med bioraffinering (NorBioLab)</p> <p>NMBU er del av NAPI I (National network of Advanced Proteomics Infrastructure), hvor NMBU har spesialansvar for metaproteomikk NMBUs MS/proteomikk plattform er delvis koordinert med store analytiske fasiliteter som er bygget opp som del av NorBioLab. (Se også område for Energi og område Andre infrastrukturbehov innenfor naturvitenskap og teknologi.)</p> <p>Vi har også ferskvannsfasiliteter for laksefisk som er veldig viktige for å gjøre forsøk i småskala og tidlig i fiskens liv. Ferskvannsfasilitetene ved NMBU blir brukt i fôringsforsøk, genetik/avl, adferdsstudier og smitteforsøk. Det kan for eksempel være utstyr som gjør det mulig med avansert og nye fenotypemålinger av fisk for å kunne ta i bruk nye bærekraftige mål i avlsarbeidet. Disse forsøksfasilitetene er dyre i drift og det er</p>

stadig behov for nyere og oppgradert utstyr for å kunne gjennomføre forskning av høy kvalitet.

*** Områder med behov for ny infrastruktur**

Forskningsinfrastrukturer som ivaretar råvareproduksjonen av mat er viktige også for infrastrukturene for matprosessering (infrastruktur som er på det nasjonale veikartet nå) for å dekke hele verdikjeden for matproduksjon. Det finnes i dag gode fasiliteter på NMBU Senter for husdyrforsøk (SHF) og Senter for klimaregulert planteforskning (SKP). Disse er av nasjonal betydning og burde være en del av det nasjonale veikartet.

Det er behov for avansert **nasjonal infrastruktur innen plantefenotyping** som kan muliggjøre presise og automatiserte målinger av planter under kontrollerte betingelser og i storskala feltforsøk ved bruk av avanserte sensorteknologier. En slik nasjonal infrastruktur kan dekke behovene innen basal grunnforskning på planter, planteforedling og utvikling av nye bærekraftige produksjonsteknologier. Naturgitte forhold for at den skal være relevant for planteproduksjonen i Norge.

Det skjer i dag store endringer innen den landbaserte matproduksjonen med automatisering, robotisering og bruk av nye sensorteknologier som muliggjør mer effektiv ressursutnyttelse og mindre klimagassutslipp. Det er behov for **nye metoder innen maskinlæring og «deep learning»** for å hente ut mest mulig informasjon fra datamengdene som samles inn fra ulike kilder og koble disse opp mot biologisk kunnskap. Dette vil muliggjøre utvikling av nye plantetyper tilpasset nye dyrkingsteknikker tilpasset robotisert høsting og toleranse overfor UV-bestråling som er en mer miljøvennlig og bærekraftig måte å bekjempe soppsykdommer på.

Bærekraftig matproduksjon handler blant annet om å bruke bærekraftig fôr basert på norske ressurser, redusere klimagassutslipp i husdyrproduksjonen, god dyrevelferd, genetisk robuste dyr, god helse mm. For å kunne gjennomføre relevante dyreforsøk er det **behov for anlegg i gårdsskala**. NMBU har gjennom Senter for Husdyrforsøk og Stoffskiftefjøsset infrastruktur av nasjonal verdi som trenger å løftes. **Testsentre for nye fôrressurser og ny teknologi har NMBU i Fôrtek**. Dette er en forskningsinfrastruktur som sammen med både husdyrfasiliteter og fiskefasiliteter er viktig for å utvikle bærekraftig matproduksjon basert på mest mulig lokale ressurser. Oppgradering av gårdsanlegget og stoffskifteenheten er nødvendig for å få til individuell fôropptaksregistrering og metabolske studier knyttet til nye fôrmidler og klima. Disse forsøksfasilitetene er også veldig viktige i undervisning av studenter.

Automatisering, bruk av state -of -the-art robotics, sensorer og kunstig intelligens er sentralt for å sikre norsk landbruksproduksjon og prosessering. Sektoren har selv liten infrastruktur for FoU og det samme gjelder under ESFRI ordningen. Dette er derfor en unik mulighet for Norge å bli ledende på et viktig område. Den norske Matpiloten fokuserer på sen sekundær prosessering, pakking og på forbrukeren med tanke

på produktutvikling snarere enn automatisering. Komplementær infrastruktur som håndterer oppstrøms utfordringer under prosesseringen mangler også.

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

ESFRIs siste veikart har identifisert følgende hull og utfordringer som en oppdatert infrastruktur som beskrevet vil kunne fylle.

- Et fokus på dyr innen landbruk og mat-området med oppgradering på EU-nivå på mat, ernæring og prosessering. FoodPilotPlant Norway (nasjonale matprosesseringsanlegg) arbeider med en kartlegging av forskningsfasiliteter for matproduksjon i Europa. Med tanke på å danne et nettverk av matprosesseringsanlegg i Europa.
- En samlet innsats på pan-europeisk nivå for å bringe sammen ressurser på genetik, fenotyping, dyrehelse og avl.
- Fasiliteter for store husdyr, fjærfe og fisk sett opp mot klimaendringer og bærekraftig føde
- En integrering av fasiliteter for bioimaging, genomikk, proteomikk og metabolimikk samt felt og veterinærfasiliteter med gårds skala plattformer for dyreforsøk.
- Integrering av Pilot skala fasiliteter, demonstrasjonsplattformer med mulighet for oppskalering til produksjon og prosessering av materiale (kjemikalier, antibiotika, for og energi) fra biologisk materiale.

NTNU

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

Folkehelse, persontilpasset medisin og medisinsk teknologi er viktige områder som behøver infrastruktur. For god forebygging, diagnostisering og behandling trengs videre utvikling av infrastruktur for bildediagnostikk, medisinsk teknologi, metabolomikk og andre «-omics»-teknikker.

Fremover vil datamengden fra disse infrastrukturene vokse og for å lagre og utnytte store mengder helsedata trengs helsedatainfrastruktur. Når det utvikles datainfrastruktur må det tas hensyn til at flere av de store satsningene innen helse stiller spesielle krav til slik infrastruktur. Den må kunne håndtere sensitive personopplysninger, tilrettelegge forskning på pseudonyme helsedata, og muliggjør deling av data på tvers av institusjoner og landegrensener. Det er også behov for infrastruktur som muliggjør bruk av AI på helsedata. Rask behandling og tilgjengeliggjøring av disse helsedataene er vesentlig for gjennomføring av forskningsprosjekter i en prosjektfase.

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

Biobank Norge har vært essensiell for å sette opp og samordne biobankinfrastruktur over hele landet. Fremover vil det være viktig med en digitalisering av biobankmateriale for å etablere store

datasett for forskersamfunnet. Biobank Norge er med i BBMRI-ERIC som samler biobanker til en pan-europeisk infrastruktur. NNP har instrumenter for bestemmelse av struktur og funksjon av proteiner, naturprodukter og syntetiske organiske molekyler. Med NNP2 får infrastrukturen en *state-of-the-art*-oppgradering og blir samtidig tematisk utvidet til å inkludere fast stoff NMR og metabolomikk. NNP2 vil dekke viktige behov innen områdestrategiene bioteknologi, medisin og helse, og nanoteknologi og avanserte materialer.

NALMIN gir tilgang på avanserte mikroskoper som er en essensiell komponent i biologisk og biomedisinsk forskning og utvikling. Dette er mulige vekstområder for Norge i overgang til en grønn økonomi. NALMIN er den norske noden i ESFRI-prosjektet EuroBioImaging

NORBRAIN har vært en stor suksess både i form av forskningsresultater og fotavtrykket ved partneruniversitetene, som tilsier at det vil være en effektiv bruk av ressurser å utnytte denne plattformen videre. Planer for videreutvikling omfatter i) utvikling av neste generasjons høyoppløselig billedbehandlingsteknologier for nevrovitenskapelige studier, og ii) å videreutvikle state-of-the-art teknologier som ikke har latt seg realisere i NORBRAIN3 på grunn av budsjettbegrensninger. Utvikling av mulighet til å perturbere nerveceller i forbindelse med forsøk vil bidra til å bedre kartlegge funksjonelle nettverk. I fase 2 ble en 7T MRI-skanner anskaffet som er avgjørende for norsk hjerneforskning. Denne burde videreutvikles for å kunne studere sykdom i andre organer. Skanneren er viktig for flere store satsninger, blant annet Norsk senter for hodepineforskning (NorHEAD) som er en FKB.

NORMOLIM er en nasjonal infrastruktur innen molekylær avbildning i dyremodeller og er en norske node i EuroBioImaging. Infrastrukturen benyttes særlig innen biomedisinsk og medisinsk forskning på kreft, hjertekar og nevrologiske sykdommer og er et viktig verktøy for translasjonsforskning.

NorMIT er viktig for utvikling og implementering av nye behandlingsmetoder.

NorCrin er nødvendig for å øke antall kliniske behandlingsstudier i Norge og er en node i ESFRI-infrastrukturen ECRIN-ERIC.

NorSeq gir tilgang på utstyr og kunnskap om gensekvensering og er viktig for satsninger innen persontilpasset medisin. Det er noder i Oslo, Trondheim, Bergen og Tromsø som har ført til stor lokal kompetanse ved disse stedene som har vist seg viktig for å støtte opp under persontilpasset medisin lokalt. Her er deltakelse i IMPRESS og oppstart av NIPD blodprøvetaking i Trondheim eksempler.

ELIXIR bygger pan-europeisk e-infrastruktur for analyse, håndtering og publisering av livsvitenskapelige data i henhold til FAIR prinsippene, tilpasset nasjonale behov gjennom den norske noden i nettverket. ELIXIR har hjulpet Europa å respondere raskt på pågående samfunnsutfordringer som f.eks. Covid-19. I denne sammenheng vil vi også spesielt trekke frem et økende behov for

løsninger for enkel gjenbruk og bedre utnyttelse av sensitive -omics-data.

NAPI leverer proteomikkanalyser av stor betydning for det norske forskningsmiljøet, ikke minst innen grunnforskning. I tillegg er behovet for modomikkanalyser (analyser av DNA/RNA modifikasjoner) sterkt økende.

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

Det mangler infrastruktur for eksperimentering og tverrfaglige samarbeid for utvikling av AI og HelseTek. Det er behov for å formulere en velfungerende AI-modell som leser og analyserer helsedata.

Det er behov for nasjonal infrastruktur som kan tilby lagring og digitale laboratorier spesielt tilpasset sensitive og store data. Dette gjør Hunt Cloud ved NTNU. Infrastrukturen har brukere fra en rekke land og holder data for større universiteter, forskningsinstitusjoner og befolkningsundersøkelser i Norge. HUNT Cloud gir mulighet for fleksibel tilpasning inn mot European Health Data Space som kan gi Norge tydelige konkurransefortrinn innen utnyttelse av helseforskningsdata i årene som kommer. Avbildning og mikroskopi (f.eks. fra NALMIN og NORMOLIM) skaper stadig større og mer komplekse data som krever investeringer innen datalagring og -prosessering og kompleks bildebehandling. Dette ligger nå ved de lokale infrastrukturene, men ressursbehovet i fremtiden vil kreve at det løftes til nasjonalt nivå, noe som også vil bedre deling av disse data på tvers av institusjoner og land.

En fungerende matproduksjon og helsesystem bygger på god kunnskap om materialene som brukes. Her er materialvitenskap og -teknologi viktig og det er behov for state-of-the-art forskningsinfrastruktur.

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

Eksisterende infrastrukturer må kobles opp mot hverandre for å bedre utnytte datasettene de sitter på. Flere infrastrukturer går mot større og mer komplekse datasett som krever fokus på avansert dataprosessering, automatisering og AI. Kobling mellom data fra ulike helseregister, befolkningsstudier og andre databanker vil kunne gi konkurransefortrinn. Dette gjelder både eksisterende nasjonale infrastrukturer som kan samarbeide mer, også internasjonalt, i tillegg til lokale infrastrukturer som kan etableres som nasjonale samarbeid.

OsloMet - storbyuniversitetet

Tilgang til oppdatert og avansert forskningsinfrastruktur er avgjørende for at norske institusjoner skal kunne levere forskning av høy internasjonal kvalitet og bidra til å løse samfunnsutfordringer, og en fortsatt satsing på nasjonal infrastruktur er av stor betydning for dette. Det bør sikres at

denne infrastrukturen er tilgjengelig for alle forskningsinstitusjoner uavhengig av størrelse og beliggenhet, og prisnivået for tilgang bør ikke være slik at det hemmer forskning (jfr. debatt knyttet til pris på data fra Helseanalyseplattformen). Beskrivelsen av samfunnsutfordringer, teknologisk utvikling og behov for infrastruktur i veikartet er fortsatt aktuelt. Vi vil spesielt trekke fram behovet for en fortsatt satsing på tilgjengeliggjøring av helsedata. Norge har unike helsedata som bør tilgjengeliggjøres på en sikker og fleksibel måte, og på en måte som muliggjør kombinerings med andre datakilder (f.eks. helseanalyseplattformen og microdata).

OsloMet mener det er behov for et integrert forskningsdatasystem som muliggjør generering, uthenting og tilgjengeliggjøring av (sensitive) helsedata. Et slikt system må selvsagt være tilpasset lovverkets krav til datasikkerhet og krav til forskningens etterprøvnbarhet. Denne infrastrukturen bør også tilby brukervennlige løsninger for de som genererer data og for de som skal hente ut og analysere data.

Vi støtter behovet for at norske helse- og persondata harmoniseres med internasjonale standarder og at variablene presenteres helhetlig med gode metadatas. Videre er PraksisNett et eksempel på en type infrastruktur som vi gjerne ser utvikles mer, da det er et stort behov for denne type nettverk og strukturer for å muliggjøre mer forskning i primærhelsetjenesten.

Det er fortsatt behov for en videre satsing på infrastruktur for persontilpasset medisin (presisjonsmedisin), både for å stille diagnoser og for å målrette forebygging og behandling av sykdommer på bakgrunn av informasjon om arv, livsstils- og miljøfaktorer. Her er det behov for å (videre-)utvikle flere omicsteknologier samt infrastruktur for gen- og celleterapi.

UiT Norges Arktiske
Universitet

Forskningsrådet ønsker innspill på fire områder, nummerert fra 1 til 4 under. Innspill fra UiT sin arbeidsgruppe i kategori «mat og helse» er gitt etter hvert enkelt område.

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

Arbeidsgruppen identifiserer persontilpasset medisin/presisjonsmedisin (PM) som et nasjonalt strategisk prioritert område hvor det vil være behov for en styrket satsning på forskningsinfrastruktur. Vi definerer begrepet PM som detaljinformasjon om individet og dets sykdom/helse som kan benyttes til forebygging, diagnostisering, predikering, behandling og oppfølging av hvert enkelt individ eller små subgrupper av befolkningen.

Fagområder som genomikk, proteomikk, metabolomikk og anatomisk/cellulær/molekylær avbildning, som gir oss økende forståelse av biologisk detaljinformasjon, må koples opp mot befolkningsstudier hvor grupper av befolkningen deriblant etnisitet (eks. samisk, kvensk), ulike innvandrergrupper, aldersgrupper/barn og subgrupper av pasienter (f.eks. personer med ulike spiseforstyrrelse og undergrupper av kreftpasienter) inngår som egne kohorter.

I tillegg til å styrke forskningsinfrastruktur innenfor de enkelte fagområder som inkluderer grunnforskning på cellenivå, translasjonsforskning med dyremodeller og kliniske studier/befolkningsstudier på mennesker vil det være viktig å styrke samspillet mellom disse i form av system for felles datahåndtering. Med datahåndtering mener vi system for tilstrekkelig lagringskapasitet, deling av sikre og beskyttede data, analyse og tolkning samt verktøy for beslutningsstøtte/kunstig intelligens og modeller for prediksjon ved behandling i form av medikamenter, trening og/eller ernæring. Her må det til en større satsning på bioinformatikk og statistikk.

Tilrettelegging for større integrasjon mellom universitet og universitetssykehus vil være sentralt for utvikling av PM. Ett eksempel vil være koplingen av data mellom befolkningsstudier hvor eierskap av data ligger hos universitetene med tilhørende pasientdata hvor universitetssykehus har eierskap.

Forebygging er mer kostnadseffektivt enn behandling og kan rettes inn på individnivå. Særegenheter med etniske grupper som urbefolkning og innvandrerbakgrunn, kjønnsespesifikke ulikheter og arv vil kunne medføre individtilpasset forebygging i form av både kosthold og fysisk aktivitet. Å hjelpe barn og unge tidlig i livet er god investering i barns levekår både her og nå, i deres fremtidige livssjanser og i samfunnets bærekraft. Det bør i større grad rette søkelys på utsatte barn og unge.

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

Arbeidsgruppen mener følgende tematikk med allerede påkoblede nasjonale infrastrukturer er sentral for den videre utviklingen av PM:

Befolkningsundersøkelser: Befolkningsundersøkelser som gjennomfører gjentatte datainnsamlinger (HUNT <https://www.ntnu.no/hunt>, Tromsøundersøkelsene <https://uit.no/research/tromsundersokelsen>, SAMINOR https://uit.no/research/saminor_no, Kvinner og kreft <https://uit.no/research/nowac>, med flere) i regi av universiteter. Det må gjennomføres nye datainnsamlinger og undersøkelser må videreutvikles slik at de kan koples opp mot pasientdata som eies av sykehus. Undersøkelsene bør videreutvikles til å inkludere barn og ungdom.

Nasjonale Kostholdsundersøkelser: Kostholdsundersøkelsene måler inntaket av mat og drikke i landsrepresentative utvalg av befolkningen i ulike aldersgrupper. Fra 2016 har Folkehelseinstituttet, sammen med Mattilsynet, fått ansvar for det felles systemet for kartlegging av mat og kosthold i Norge (<https://www.fhi.no/studier/nasjonale-kostholdsundersokelser/om-de-nasjonale-kostholdsundersokelsene>). Undersøkelsen er viktig for næringsberegning på individnivå.

Biobank: Biobank Norge (<https://bbmri.no/>) er et nasjonalt konsortium hvor både universitet og sykehus inngår. For fremtidig utvikling vil det være et stort behov for å kople biobankmateriale (blodprøver, vev) fra store befolkningsundersøkelser fra

universitetssektoren med tilsvarende materiale fra sykehusbiobanker for å avdekke markører som kan predikere sykdom. En satsning på biobank og helseregistre/befolkningsundersøkelser må derfor styrkes og videreføres.

Datahåndtering: Nasjonal satsning på etablering av tilgjengelige forvaltningsløsninger og dataanalyseløsninger som er fleksible og har likhetstrekk på tvers av institusjoner er helt sentrale for å nå målet om bedre bruk av helsedata. Utviklingen av PM er avhengig av at forskere i større grad har tilgang til å kople sammen data fra de mange registrene som finnes i Norge. Elixir (<https://elixir.no/>) er en infrastruktur for bioinformatikk for biologiske data. Her finnes databaser, data verktøy, utdanningstilbud, og lagring- og analyseressurser for store data som må utvikles videre.

Genomikk: NorSeq (The Norwegian Consortium for Sequencing and Personalized Medicine, <https://www.norseq.org/>) er en infrastruktur som inkluderer både universitetssykehus og universitet. Formålet er å tilby DNA-sekvensering og analyser på en kostnadseffektiv måte til forskningsformål. Infrastrukturen er viktig for utviklingen av PM og det er viktig at denne styrkes slik at det foreligger likeverdig utstyr hos alle partnere.

Proteomikk: NAPI (National network of Advanced Proteomics Infrastructure, <https://www.napi.uio.no/>) er en infrastruktur hvor universitetene NMBU, NTNU, UiB, UiO og UiT, samt Oslo Universitetssykehus er partnere. Infrastrukturen baserer seg på bruk av massespektrometri.

Anatomisk strukturell avbildning: Norwegian 7T MR Center (<https://www.ntnu.edu/mh/7tmr>) ved NTNU er ment å styrke det norske forskningsmiljøet innen nevrovitenskap. Det vil være viktig å legge godt til rette for bruk av infrastrukturen også for forskningsgrupper som ikke tilhører NTNU eller St. Olav hospital.

Cellulær avbildning: NALMIN (Norwegian Advanced Light Microscopy Imaging Network, <https://nalmin.no/>) er en infrastruktur med partnere fra de store universitetene i Norge. Formålet med nettverket er å etablere et internasjonalt kompetansenivå for avansert lysmikroskopi.

Molekylær avbildning: 180oN (Norwegian Nuclear Medicine Consortium, <https://180n.no/>) er et nasjonalt konsortium av universitet og universitetssykehus i Bergen, Trondheim og Tromsø som skal styrke forskning og utviklingen innen nukleærmedisinsk diagnostikk og behandling. Molekylær avbildning og tilhørende radioaktiv terapi vil være sentral i den videre utviklingen innen PM. Styrken ligger i å selektere pasienter til riktig behandling og kunne gi målrettet terapi med minimale bivirkninger.

Det er viktig at det i alle infrastrukturene som er nevnt over gis lik tilgang for alle de store universiteter og universitetssykehus og at det stimuleres til godt samarbeid.

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

Det vil være behov for infrastruktur, kompetent personell og utdanning/videreutdanning innen PM; molekylære analyseplattformer (helgenomsekvensering), molekylær avbildning (PET og avansert mikroskopi), kunstig intelligens (beslutningsstøtte for diagnostikk, prognosemodeller, prediksjon av terapi), IT-teknologi innen datafangst og datalagring/-behandling, økt kompetanse på analyse, statistikk og bioinformatikk. Dette er områder hvor det allerede eksisterer etablerte norske samarbeidsnettverk (se over). Disse må videreutvikles og bindes sammen på en god måte med mulighet for utveksling av data og kompetanseoverføring med formål å fremme utviklingen innen PM.

En manglende nasjonal infrastruktur er veletablerte forskningsposter for kliniske studier hvor det kan gjøres omfattende helseundersøkelser på betydningen av ernæring og fysisk aktivitet. Ved en slik nasjonal infrastruktur kan man påvise effekter av fysisk aktivitet og påvirkning av ernæring i små befolkningsgrupper og for pasienter med sjeldne diagnoser.

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

For å utvikle PM i riktig retning vil det være viktig med en infrastruktur som danner en overbygning av de eksisterende infrastrukturene som hver for seg bidrar i utviklingen av PM på sitt område. Til dette vil det være viktig å satse spesielt på: harmonisering, innhøsting og lagring av data; håndtering av det legale, etiske og juridiske med personsensitive data; utveksling av data regionalt, nasjonalt og internasjonalt; program for beslutningsstøtte og utvikling av kunstig intelligens. En overbygning som samler data og organiserer disse vil være helt nødvendig for utviklingen av fremtidens PM.

Internasjonale infrastrukturene som flere norske miljøene allerede er knyttet opp til og hvor et videre samarbeid vil ha stor betydning for fremtidig utvikling av PM er:

EATRIS (<https://eatris.eu/>): Europeisk infrastruktur for translasjonsmedisin.

Beyond 1 Million Genomes (<https://b1mg-project.eu/>): Europeisk infrastruktur for utveksling av genominformasjon på tvers av Europa.

BBMRI-ERIC (<https://www.bbmri-eric.eu/>): Europeisk infrastruktur for biobanking.

Universitetet i Bergen

Innledning

- UiB mener at forskningsinfrastruktur av høy kvalitet i bredden av fag er helt avgjørende for god forskning. Det er derfor viktig å beholde en ambisiøs opptrappingsplan for forskningsinfrastruktur.
- I Norge i dag har vi generell forskningsinfrastruktur innen helseforskning av høy kvalitet. Men, for at infrastrukturen skal gagne norsk forskning på best måte er det nødvendig med investeringer også på personalsiden. En langsiktig tekning rundt kompetanse og kapasitet er nødvendig. Vi mener at

dette bør diskuteres i arbeidet med det nye veikartet for infrastruktur.

- UiB mener at store, permanente satsinger, som Sigma2 og Helseanalyseplattformen, bør finansieres løpende over statsbudsjettet. Det lite formålstjenlig at investering og drift av slike infrastrukturer er konkurranseutsatt på samme måte som prosjekter som anvender denne infrastrukturen. Det bør løpende vurderes om andre infrastrukturer som også betraktes som nasjonale og almene, som *PraksisNett*, bør løftes ut av konkurransearenaen og at fagdepartementene også tar ansvar for slik nasjonal permanent forskningsinfrastruktur.

Psykologi

Ny metodikk bla. med ulike typer lyseksponeeringer på søvnkvalitet, kognisjon og andre psykologisk og klinisk relevante parametere gir behov for modernisering av forskningsinfrastrukturen i dette fagfeltet. Det samme gjelder laboratorier til måling av hjernefunksjon og hjernestimulering. Anskaffelse av en kraftig (7 Tesla) forsknings MRI skanner vil bli en viktig node i en nasjonal langsiktig planlegging og bred samordning fremover. I kombinasjon med en bærbar hjerneskaner som tillater parallelle undersøkelser av flere personer i en naturlig omgivelse vil dette sette nytt fokus innen nevrovitenskap av nasjonal betydning

Tilgang til digitale infrastrukturer for nye former for behandling gjennom f.eks. digitale løsninger og behandling ved hjelp av virtuelle løsninger. Det er viktig med en bred tilgang til tungregningsfasiliteter og bruk av kunstig intelligens. Slike løsninger blir mest sannsynligvis kun mulig gjennom felles nasjonale tjenester og er ikke en investering i lokal infrastruktur, men en investering i fremtidige tjenesteløsninger, samt tilgang til eksisterende eller oppretting av nye registre og andre databaser. **ELIXIR** Forskning innen livsvitenskap baserer seg i stadig større grad på storskala 'omics data med økende omfang og kompleksitet, innen medisin og helse så vel som akvakultur og klima og miljø. For å kunne utnytte disse datamengdene best mulig, i tråd med nasjonale og internasjonale policyer for åpen forskning, trengs robuste datainfrastrukturer som legger til rette for kapasitetskrevede beregninger og harmonisering med internasjonale standarder, som også kan utgjøre viktige komponenter i EOSC. Flere utredninger har i løpet av den siste tiden pekt på datahåndtering og -stewardship som en viktig flaskehals i å oppnå FAIR forskningsdata, og det er derfor svært viktig at det fortsatt investeres i initiativ som understøtter dette. Det europeiske samarbeidet rundt infrastrukturen ELIXIR har vært en stor suksess i denne sammenhengen. ELIXIR bygger pan-europeisk e-infrastruktur for analyse, håndtering og publisering av livsvitenskapelige data innen de fleste domener, som mat og helse, biomangfold, klima og miljø, inkludert løsninger for FAIR arkivering og kontrollert deling av sensitive humane data. UiB er vertsinstitusjon for den norske noden i nettverket, ELIXIR Norge,

som bidrar til utvikling av disse løsningene og tilpasser dem til norske data og -brukere. Tidligere investeringer i ELIXIR har i løpet av den siste tiden tydelig kastet av seg, og Europa har kunnet respondere raskt i forhold til pågående samfunnsutfordringer og kriser, som digitalisering, klima- og mangfold, og ikke minst Covid-19. Det er derfor av stor verdi for norsk livsvitenskapelig forskning generelt, og UiB spesielt, å opprettholde og videreutvikle ELIXIR Norge.

PraksisNett (The Norwegian Primary Care Research Network) er en infrastruktur for klinisk forskning som legger til rette for at forskere skal kunne gjennomføre gode og kvalitetssikrede studier i norsk primærhelsetjeneste. PraksisNett ble etablert i 2018 gjennom egenfinansiering og støtte gjennom Infrastrukturprogrammet, og består i dag av 92 fastlegekontor med til sammen 481 fastleger og deres rundt 500 000 listepasienter. Nettverket omfatter dermed rundt 9 % av landets fastleger og tilsvarende andel av befolkningen. Fastlegekontorene er helsetjenestenes største arena for diagnostikk og behandling, men den kliniske forskningen henger betydelig etter spesialisthelsetjenesten. Det er avgjørende at PraksisNett utvikles videre til å innbefatte en større andel av fastlegene, og andre deler av primærhelsetjenesten, som for eksempel legevakt, sykehjem og fysioterapi- og tannhelsetjenesten. Videreutvikling vil fremme forskningsbasert tjenesteutvikling i offentlig sektor. Det krever forutsigbare og permanente ordninger for å støtte opp om slik forskning – dvs en infrastruktur som PraksisNett. Økt søkelys på fag og forskning i primærhelsetjenesten vil også bidra til å gjøre fastlegejobben mer attraktiv og styrke rekrutteringen til tjenesten.

Helseanalyseplattformen (HAP) og Helsedataservice (HDS) ble etablert for å møte et stort og udekket behov for behandling av data fra helseregistre, befolkningsbaserte helseundersøkelser og biobanker. Det er avgjørende at arbeidet med HAP og HDS fullføres som planlagt slik at reell tilgang til helsedata sikres, og med fleksible og dynamiske løsninger som møter forskningens behov. For at Norge skal kunne utnytte de unike dataressursene vi har for helseforskning og innovasjon, er det avgjørende at kompetanse og kapasitet innen biostatistikk og bioinformatikk kommer på plass. Tilgang til slik kompetanse utgjør fortsatt en flaskehals i det norske forskningssystemet, og fører til at forskere i Norge mister lederrollen i det internasjonale samarbeidet. Samtidig bør samarbeidet mellom Biobank Norge (se under), Elixir Norge og HAP, samt -omics data generert gjennom den samlede agendaen for persontilpasset medisin (se under) videreutvikles for å styrke utnyttelsen av norske helsedata for samfunnets beste. Økosystemet med sikre forskningsservere ved universitetene må også utvikles som en del av HAP.

Norske myndigheter (v/ Helse- og omsorgsdepartementet) har signert en deklarasjon for å arbeide mot utveksling av genominformasjon på tvers av Europa, det såkalte **1+MG-initiativet**. Formålet er å utvikle mekanismer for internasjonalt

samarbeid og dataforvaltning som støtter et felles mål: gjøre en million genomer tilgjengelig i EU innen 2022, utnytte investeringer som allerede er gjort på nasjonalt og europeisk nivå, spesielt innen sekvensering, biobanking og datainfrastruktur, samt å oppnå en kohort i tilstrekkelig stor skala for å understøtte ny biomedisinsk og klinisk forskning og helsehjelp. For å oppfylle forpliktelsene må det sikres at de norske miljøene settes i stand til å levere data, ved at etiske, rettslige, samfunnsmessige og infrastrukturmessige hensyn er ivaretatt. Eksisterende datakilder bør velges der det er mulig, men det må sikres en prosess for generering av supplerende data for å sikre nasjonal representativitet på befolkningsnivå, mellom ulike diagnosegrupper og kliniske datasett. Dette vil gjøre at norske forskningsmiljøer kan knytte seg opp mot europeisk infrastruktur, slik som eksisterende samarbeid på genetisk epidemiologi, utvide kohortgrunnlaget for klinisk- og translasjonsforskning, bl.a. innen presisjonsmedisin. Initiativet må sees i sammenheng med arbeidet med forslaget om European Health Data Space (EHDS). **Biobank Norge (BBN)** har over tid utviklet seg til å bli en svært viktig infrastruktur for utvikling og koordinering av humane biobankressurser i Norge. Den tette kontakten som er etablert gjennom BBN på tvers av sykehus og UH-sektor er unik og svært verdifull. BBN vil være avgjørende også i framtiden for å få en god utvikling og koordinering av de nasjonale biobankressursene og økosystemet rundt HAP.

I sammenheng med BBN vil vi understreke behovet for en nasjonal biobank for *menneskelig hjernevev* i Norge. Det finnes svært få slike i verden, og vi foreslår derfor at etablering av *Norsk hjernebiobank* kommer inn på veikartet. De få eksisterende hjernebankene (f.eks. Storbritannia, Barcelona) ivaretar ikke nasjonale og internasjonale forskningsbehov. Dette er fordi de i) ikke er i stand til å dekke det økende behovet for prøver i alle land; ii) ikke inneholder (eller inneholder i svært liten grad) vev fra ekstranevrane organer, som spiller en stadig mer anerkjent rolle i hjernesykdommer; iii) utilstrekkelig materiale fra friske kontrollpersoner til å kunne samsvare numerisk og demografisk med pasientprøver.

For å legge til rette for god forskning, innovasjon og tilpasset behandling for en stadig økende gruppe pasienter er det nødvendig å etablere en nasjonal infrastruktur som håndterer innsamling, lagring, karakterisering og forvaltning av hjernevev og vev fra andre relevante organer. Uten en nasjonal koordinering risikerer vi suboptimal behandling og lagring, og generelt dårlig prøve kvalitet. Dessuten går store mengder ressurser med til å vedlikeholde flere forskningsgruppespesifikke hjernebanker. Hvordan *Norsk hjernebiobank* skal struktureres og driftes må diskuteres, men foreløpig ser vi for oss at infrastrukturen vil omfatte: i) Et vevsdepot med ferskfrost og formalinfiksert vev fra alle relevante hjerneregioner og andre organer; ii) Standardisert patologisk karakterisering av alle prøver; iii) En digital

patologidatabase; iv) Systematisk klinisk informasjon og tilgang til medisinske registre; v) Blodprøver. Banken skal gi tilgang til data og materiale for brukere fra alle felt innen akademisk forskning og industri.

Persontilpasset medisin

Flere etablerte forskningsinfrastrukturer i Norge bidrar til utvikling av persontilpasset medisin (presisjonsmedisin), og det er viktig å tydeliggjøre disse forskningsinfrastrukturene under begrepet persontilpasset medisin i det nye veikartet. I det eksisterende veikartet er persontilpasset medisins kun koblet opp mot genomikk. Følgende eksisterende infrastrukturer (her navngitt i form av de eksisterende nasjonale nettverkene) bør beholdes i veikartet, og videreutvikles for på styrke satsingen på persontilpasset medisin; NAPI (National network of Advanced Proteomics Infrastructure), Norwegian Macromolecular Crystallography Consortium (NORCRYST), Norwegian Advanced Light Microscopy Imaging Network (NALMIN), Norwegian Molecular Imaging Infrastructure (NORMOLIM) og Infrastruktur for kjemisk biologi (Nor-Openscreen). Sammen med en fullt fungerende HAP vil data fra de nevnte infrastrukturene gi norske forskere et unikt materiale innen medisinsk og livsvitenskapelig forskning.

I dag er det ingen nasjonale infrastrukturer i Norge som ivaretar et bredt spekter av metabolske analyser (fra enkeltceller til hele dyr). UiB vil argumentere for at infrastruktur knyttet til metabolomikk kommer inn i det nye veikartet. Ulike metabolske parametere uvurderlige for detaljert sykdomsforståelse og dermed for persontilpasset medisin. På samme måte ønsker UiB at infrastruktur knyttet til spatial biology (kvantitative undersøkelser på vev i 2 eller 3 dimensjoner) blir en del av en satsing på persontilpasset medisin i det nye veikartet.

Strukturbiologi er avgjørende for å forstå de underliggende molekylære mekanismer som fører til sykdom, og dermed for utvikling nye legemidler og behandlingsstrategier. For å utvikle det norske strukturbiologiske fagfeltet til et ledende internasjonalt nivå kreves det at metoden cryo-EM blir tilgjengelig for forskere i Norge. Dette vil innebære utvikling av både kompetanse og instrumentpark. UiB støtter UiO sitt innspill om at på cryo-EM, og ønsker å samarbeide tett med UiO og NCMM for å bygge opp en slik nasjonal infrastruktur med to planlagte hovednoder, en i Oslo og en i Bergen. En slik satsing er avgjørende for norsk strukturbiologiforskning, og er relevant for svært mange forskningsmiljøer, blant annet de som tidligere har mottatt infrastrukturstøtte gjennom for eksempel Norcryst-programmet. UiB ønsker å fremme behovet for en plattform som skal supplere **The Norwegian Seaweed Biorefinery Platform** (NFR 2019-2024), hvor fokuset er primært biopolymerer og høymolekylære forbindelser.

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

For å definere behov innenfor strategisk prioriterte områder er det viktig først å peke på hva UiO anser som prioriterte områder under paraplyen «mat og helse». Livsvitenskap er et strategisk prioritert område ved UiO. Selv om livsvitenskap ved UiO er vidt definert og favner bredt, så faller områdene «mat og helse» klart innenfor UiOs satsing. Satsingen gir seg utslag i en egen tverrfakultær satsing UiO:livsvitenskap, og ikke minst i nybygg for Livsvitenskap, som bl.a. vil bli en hub for infrastruktur for forskning innen kjemi, farmasi, grunnleggende livsvitenskap og medisin, tilgjengelig både for de som flytter inn i nybygget og for alle miljøene utenfor. Her vil sentrale miljøer fra både UiO og OUS komme under samme tak. I forbindelse med det fagstrategiske arbeidet som her er gjort, har UiO nærmere definert fem tematiske områder som man ønsker prioritert både i nybygg og utenfor. Disse er:

- *Neuroscience* – nevrovitenskap fra synapser til hjernefunksjon omfatter sterke naturvitenskapelige og medisinske forskningsmiljøer som ønsker å forstå neversystemet fra celle- og molekylnivå til fysiologisk sammenheng med adferd og funksjonalitet hos dyr og mennesker. Mange spørsmål er ubesvarte, ikke minst hvordan vi kan behandle sykdom og skade i hjernen, slik som ved Alzheimer- og Parkinson sykdom og etter hjerneslag.
- *Personalised medicine* – persontilpasset medisin med målrettet diagnostikk, behandling og oppfølging utfra biologiske forhold hos den enkelte. Ny teknologi gir mulighet til å skreddersy behandling og oppfølging innrettet mot pasientens biologiske profil. Datateknologi i kombinasjon med nye avanserte analysemetoder gir mer informasjon. Dette brukes som grunnlag for behandling, f. eks. for å finne beste kombinasjon eller doser av aktuelle legemidler.
- *Enabling health technologies* – muliggjørende helseteknologi for å løse morgendagens helseutfordringer. Helsevesenet vil endres ved at det tas i bruk nye behandlingsformer basert på teknologi som til dels er utviklet på helt andre arenaer. Digitale kanaler og nye løsninger vil flytte aktivitet ut fra legekontor og sykehus og hjem til den enkelte. IKT er sentralt her, men i kombinasjon med utviklingen av nye materialer, diagnostikk, og forskning på nye legemidler.
- *Sustainable life span* – et bærekraftig livsløp i alle livets faser. I dagens samfunn lever vi lenger enn noen gang tidligere. Samtidig er livets faser forbundet med ulike fysiske og psykiske helseutfordringer. En helhetlig forståelse av livsløpet og aldringsprosessen, herunder faktorer som medisinerer, kosthold, fysisk aktivitet og mentalt velvære, er viktig for å skape økt livskvalitet for den enkelte.
- *Antimicrobial resistance* - antimikrobiell resistens handler om legemidler og løsninger for å hindre bakterieinfeksjoner. Legemidler som dreper bakterier kalles antibiotika og brukes til

behandling av infeksjonssykdom, men også for å forebygge infeksjon ved en rekke moderne medisinske behandlinger og inngrep. Mange bakterier har klart å endre seg slik at de ikke lenger er følsomme for antibiotika. de har blitt resistente. Om antimikrobiell resistens brer seg, uten at nye antibiotika eller tiltak utvikles, vil vi igjen bli sårbare for infeksjoner og dødeligheten det medfører.

- *Open Life Sciences* – åpen livsvitenskap handler om å gi rom for grunnleggende forskning, og for det uforutsette og ukjente. Nye initiativ fra forskningsmiljøene eller nye behov for kunnskap oppstått brått og uforutsett gis utviklingsmuligheter under denne kategorien.

Det er godt samsvar mellom disse områdene og hva man finner i ESFRIs veikart for dette området.

Mht prioriterte områder vil vi også vise til «Livsvitenskap og helse - Posisjonsnotat – innspill til Langtidsplan for forskning og høyere utdanning». Dette posisjonsnotatet foreslår langsiktige mål for forskning innen Livsvitenskap og helse. En grunnleggende forståelse av liv, fra molekylære mekanismer til komplekse og sosiale økosystemer, må kombineres med kunnskap fra humaniora og samfunnsvitenskap for å møte store helse- og miljømessige samfunnsutfordringer. Kunnskapen skal tas i bruk i form av tilpasset og kontinuerlig utdanning, ny teknologi og innovative løsninger for et mest mulig bærekraftig samfunn lokalt og globalt.

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

- o Strategisk prioriterte områder innen medisin er presisjonsmedisin (inkludert forebygging/kosthold/ernæring, diagnostikk, behandling og habilitering/rehabilitering), kliniske studier, livsvitenskap (grunnleggende og langsiktig forskning) og utvikling av helsenæringene.

- o Et strategisk prioritert område innenfor farmasi er å styrke forskning relatert til utvikling av farmasøytiske preparater, særlig innen radiofarmasi, faste legemiddelformer og cytotoxiske formuleringer.

- o Det er en stor mangel på kunnskap om biologiske mekanismer og reaksjoner etter protonstråling. Det betyr at det er et stort potensial for å forbedre protonterapi ved å utnytte de fysiske egenskapene til protoner på nye måter, også i kombinasjon med annen type kreftmedisin slik som immunterapi.

- o Produksjon av medisinske isotoper i partikkelakseleratorer er en sterk økende forskningsaktivitet verden over med stor potensiale for innovasjon og kommersiell anvendelse av teknologien.

- o Norsk matproduksjon utfordres av vær og klimatiske endringer og forskningsbaserte studier er nødvendig for å sikre tilgang og kvalitet. Slik kunnskap vinnes ved studier av planters genomer (genomikk) korrelert med deres egenskaper (fenomikk), og ettersom et økende antall genomer har blitt tilgjengelige er

automatisert høyoppløselig plantefenotyping et internasjonalt prioritert satsningsområde.

o Humsam-miljøenes utstyringsbehov er økende, både mht omfang av behovet i de etablerte utstyrstunge fagene og i antallet fag som utvikler behov. Men foreløpig ser det ut til at behovet for finansiering er kartlagt gjennom UiOs eget veikart, supplert med de eksisterende europeiske nettverk for koordinert finansiering av tverrnasjonale infrastrukturer (ESFRI), som flere fagmiljøer hos oss er vevet inn i.

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

Eksisterende nasjonale infrastrukturer som UiO vurderer er av stor verdi knytter seg til de prioriterte områdene nevnt over. De kan klassifiseres i følgende teknologiområder slik det er gjort i UiOs interne delveikart for infrastruktur innen livsvitenskap:

o *Innen teknologier for bestemmelse av 3D-struktur av biomolekyler*

NORCRYST – Nasjonalt krystallografikonsortium (UiO partner)

NNP - Norwegian NMR platform (UiO partner)

• I Livsvitenskapsbygget vil det bygges opp et førsteklasses NMR-laboratorium knyttet til den nasjonale infrastrukturen NNP. Dette er en forutsetning for virksomheten innen kjemisk livsvitenskap, organisk kjemi, katalyse og er dessuten viktig for fagmiljøer innen uorganisk kjemi, fysikalsk kjemi.

• I Livsvitenskapsbygget skal fagmiljøet innen strukturbiologi samles, og det forutsetter god tilgang på laboratorier for røntgenkrystallografi og NMR-spektroskopi gjennom gjennom RECX og NNP. For strukturbiologene er det dessuten av avgjørende betydning at de har tilgang til internasjonale synkrotronstråleanlegg (MAX IV og ESRF).

• Infrastruktur for strukturbiologiske studier er viktig for å identifisere molekyler som kan binde seg til organiske strukturer og biomolekyler.

o *Innen Billeddannende teknologier*

NALMIN - Norwegian Advanced Light Microscopy Imaging Network (UiO vert)

NORBRAIN - Norwegian Brain Initiative: a Large-scale Infrastructure for 21st Century Neuroscience (UiO partner).

• Bildediagnostikk, både mikro- og makroskopisk er sentrale elementer i presjonsmedisin.

o *Innen Globale analyser av biomolekyler, «-omics»*

NorSeq – nasjonalt konsortium (UiO vert).

NAPI - Network of Advanced Proteomics (UiO vert)

Nasjonal infrastruktur: NOR OPENSOURCE - The Norwegian EU OPENSOURCE node (UiO vert).

ELIXIR Norway - A Norwegian ELIXIR Node (UiO partner)

- Alle «-omics»-teknologier er viktige for å muliggjøre presisjonsmedisin, som genomics og gensekvensering, transcriptomics (RNA-ekspressjon), proteomikk og metabolomikk. For utvikling av helsenæringene er det viktig å ha en plattform for kjemisk biologi og testing av substanser som NOR-OPENSREEN.
- Det er besluttet å samle massespektrometrimiljøene (Massespektrometrlaboratoriet (KI), bioanalytisk kjemi (KI), bioanalyse (FI), atmosfærekjemi (KI), proteomikk (MED/OUS og IBV) og et gryende fagmiljø innen metabolomikk (MED og KI) på et stort areal i det nye Livsvitenskapsbygget. Det vil være store investeringsbehov knyttet til denne satsingen, og det er ytterst viktig at infrastruktursøknadene gjennom de to konsortiene NAPI og NORMET gis høy prioritet.
- Forskning innen livsvitenskap baserer seg i stadig større grad på storskala omics data med økende omfang og kompleksitet, innen medisin og helse så vel som akvakultur og klima og miljø. For å kunne utnytte disse datamengdene best mulig, i tråd med nasjonale og internasjonale policyer for åpen forskning, trengs robust datainfrastruktur som legger til rette for kapasitetskrevenne beregninger og harmonisering med internasjonale standarder, samt løsninger som utvikles for EOSC. ESFRI-landemerket ELIXIR er en viktig aktør i denne sammenhengen, og bygger pan-europeisk e-infrastruktur for analyse, håndtering og publisering av livsvitenskapelige data innen de fleste domener, som mat og helse, biomangfold, klima og miljø, tilpasset til norske data og -brukere gjennom den norske noden i nettverket. Det er derfor av stor verdi for norsk livsvitenskapelig forskning å opprettholde og videreutvikle ELIXIR Norge.

o Innen Ulike analytiske teknologier

- RECX, Nasjonal plattform for røntgendiffraksjon, -spredning og -avbildning
- Et svært livskraftig og dyktig fagmiljø innen biopolymerkjemi har i første rekke behov for et nytt instrument for lavvinkelrøntgenspredningsinstrument (SAXS) gjennom RECX-konsortiet og adgang til internasjonale synkrotronstråleanlegg.

o Innen Modellorganismer og infrastruktur for biologisk materiale

- Biobank Norge – en nasjonal biobankinfrastruktur (ESFRI-node)
- EMBRC, ESFRI (European marine biological research centres).
- Norwegian Marine Data Centre (NMDC)
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility)
- Biobankløsninger for lagring av biologisk materiale er sentrale elementer i presjonsmedisin.

o Innen Ulike spesiallaboratorier

- NorMIT - Norwegian Center for Minimal Invasive image guided therapy and medical technology

- EATRIS - A Norwegian node for the European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine.
- fourMs Lab.

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

Her har UiO innhentet en rekke spesifikke forslag fra enhetene:

- o Det finnes ingen nasjonal infrastruktur for metabolomikk. Infrastrukturen er nødvendig ikke bare for presisjonsmedisin, men også for analyse av kosthold/ernæring. Initiativet NorMet – Norwegian Infrastructure for Metabolomics (NTNU vert) er et viktig initiativ her, som også understrekes av MN-KI.
- o Det er behov for å etablere infrastruktur innen gen- og celleterapi Norwegian Infrastructure for Advanced Cell Engineering (OUS vert) er en aktuell plattform her.
- o Det er behov for å etablere infrastruktur som understøtter både grunnleggende og kliniske studier av protonterapi. Infrastrukturene som etableres må ha personell med kompetanse til å bruke og videreutvikle teknologiene og med kapasitet til å yte service for forskerne.
- o Genomredigering og funksjonell genomikk, stamcelle/iPS-plattformer, single cell –omics
- o Det er et økende behov for en nasjonal infrastruktur innen avansert elektronmikroskopi. Dette skyldes ikke minst den raske utviklingen innen kryoelektronmikroskopi (kryo-EM), som brukes til strukturoppklaring av makromolekyler og makromolekylære komplekser.
- o Nasjonal infrastruktur for 3D organ representasjoner inkl. organoid og «organ-on-a-chip» (OoC) teknologi. Dette er en type teknologi vokser kraftig og ansees av EU som en banebrytende teknologi innen bioteknologi og biomedisin. Dyrking av organoider sammenkoblet i et OoC mikrofluidikksystem vil kunne revolusjonere utviklingen av nye legemidler, representere unike modellsystemer for sykdommer og benyttes ved utvikling av persontilpassede medisiner.
- o IKT-innspill med relevans også for «Mat og Helse»: Norge (v/ Helse- og omsorgsdepartementet) har signert en deklarasjon for å arbeide mot utveksling av genominformasjon på tvers av Europa (1+MG-initiativet). Formålet er å utvikle mekanismer for internasjonalt samarbeid og dataforvaltning som støtter et felles mål: gjøre en million genomer tilgjengelig i EU innen 2022, utnytte investeringer som allerede er gjort på nasjonalt og europeisk nivå, spesielt innen sekvensering, biobanking og datainfrastruktur, samt å oppnå en kohort i tilstrekkelig stor skala for å understøtte ny biomedisinsk og klinisk forskning og helsehjelp. For å oppfylle forpliktelsene må det sikres at de norske miljøene settes i stand til å levere data, ved at etiske, rettslige, samfunnsmessige og infrastrukturmessige hensyn er ivaretatt. Eksisterende datakilder bør velges der det er mulig, men det må sikres en prosess for generering av supplerende data for å sikre nasjonal representativitet på befolkningsnivå, mellom ulike

diagnosegrupper og kliniske datasett. Dette vil gjøre at vi bedre kan knytte oss opp mot europeisk infrastruktur, slik som eksisterende samarbeid på genetisk epidemiologi, utvide kohortgrunnlaget for klinisk- og translasjonsforskning, bl.a. innen presisjonsmedisin. Initiativet må sees i sammenheng med arbeidet med forslaget om European Health Data Space (EHDS).

- o Europeisk infrastruktur for nevroforskning med hovedvekt på FAIR datadeling, hjerneatlas og simulering av hjernefunksjoner (EBRAINS).
- o For å styrke forskning relatert til utvikling av farmasøytiske preparater er det behov for å etablere en nasjonal infrastruktur for denne typen forskning. Det foreslås å opprette et "Research Laboratory for pharmaceutical production and characterization". Dette vil representere et kraftsenter innen tre sentrale områder: (1) Lab facility for research on radiopharmaceutical preparations. (2) National facility for research and production of solid pharmaceutical products (3) Lab facility for research and production of products with cytotoxic effects
- o En nasjonal plattform for multiskala plantefenotyping (automatisert beskrivelse av planters egenskaper og form, innhold og biokjemiske karakterer) vil sikre kunnskap omkring avl, tilpasninger til klimatiske endringer og bærekraftige endringer av teknologiutfordringer i landbruket. En Norsk plattform for plantefenotyping vil også komplementere, og interagere med den europeiske infrastruktur-plattformen for multiskala plantefenomikk (EMPHASIS; European Infrastructure for multi-scale Plant Phenomics and Simulation for food security in a changing climate). Dette vil være avgjørende for å forstå hvordan unike norske klimatiske forhold påvirker planters tilpasninger og produksjonsevne. PheNo - Norwegian Plant Phenotyping Platform (NMBU vert) er aktuell her.
- o CEBIGEN - Centre for Biodiversity Genomics (UiO vert) er planlagt som en nasjonal infrastruktur for biodiversitets-genomikk som vil levere genom-sekvensering og bioinformatisk analyse på ikke-humant materiale. CEBIGEN står for hele prosessen fra konsultasjon/planlegging til ferdig analyserte sekvenser. En driver innen feltet er at vi globalt og nasjonalt opplever tap av biodiversitet som følge av menneskelig aktivitet, klimaendringer mm, og det haster med å få kunnskap om den genetiske diversiteten. Denne utviklingen har også drevet fram flere store globale initiativ slik som Earth Biogenome Prosjektet, hvor Norge har tilsluttet seg gjennom EBP-Nor. Samtidig gir prosjekter som dette uante muligheter for anvendelse og innovasjon basert på genominformasjon. CEBIGEN er en forlengelse av infrastrukturen NorSeq som er på Forskningsrådets nasjonale veikart.
- o Det er et stort internasjonalt fokus på alternativer til dyreforsøk. Norge/UiO mangler en større infrastruktur med modellsystemer som kan erstatte dyreforsøk, som f. eks storskala 3D dyrking av enkelt og co-kulturer av celler (kunstig vev) på en reproducerbar og forutsigbar måte. Storskala, lukkede modellsystemer er i økende grad kommersielt tilgjengelige, men

blir en teknologi forbeholde noen få om det ikke legges til rette for en nasjonal satsing infrastrukturer som er 3R alternativer.

- o Cognitive and Translational Neuroscience Cluster (CTNC) er en etablert forskningsinfrastruktur som har status som kjernefasilitet ved UiO, og som ligger ved Psykologisk institutt. CTNC har utviklingsbehov og potensiale til å bygges ut til en regional eller nasjonal infrastruktur. CTNC er sentral for å beholde forskningen ved PSI på det høye nivået den er i dag.

- o Helseanalyseplattformen. Viktig at denne utvikles i koordinasjon med samfunnsvitenskapelig forskning. Vi trenger en utredning av hvem som skal levere helsedata. Det kan være det ikke er hensiktsmessig for eksempel at FHI har ansvar for å samle inn og tilrettelegge data fra Mor-Far-Barn-undersøkelsen (MoBa) i en tid der FHI har andre presserende oppgaver.

- o Norwegian Infrastructure for Mouse Models (NIMM) (UiO vert). Infrastrukturen inngår i områdestrategien medisin og helse med fokus på stamcelleforskning og dyrestudier. Infrastrukturen er essensiell innen avansert transgenteknologisk biomedisinsk forskning, og vil på nasjonalt nivå etablere tjenester for blant annet kryopreservering og nasjonal utveksling av genetisk modifiserte dyremodeller - samt bygge opp et nasjonalt arkiv for genetisk modifiserte dyr. NIMM medfører en oppgradering av utstyr for genetisk manipulasjon i stamceller fra museembryo og plattformer for fenotypekarakterisering av humane sykdomsmodeller.

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

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

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

- o kryo-EM: Norge mangler et eget tungt instrument for kryo-EM, en banebrytende teknologi for strukturbestemmelse som ble belønnet med Nobelprisen i 2017. Til tross for mange initiativ, har det vært vanskelig å få til en søknad om nasjonal infrastruktur for dette som i tilstrekkelig grad forplikter partene til inndekning av de særlig høye driftskostnadene. I miljøet har det derfor vært diskutert om man kunne gå for en finsk modell. Finland mangler

som Norge et høyoppløsning kryo-EM instrument. Med et mindre instrument dedikert screening av partikler, og diverse annet utstyr som forbedrer prøvepreparering, kunne man ta i bruk teknologien gjennom prøvepreparering og kvalitetssikring på hjemmebane, mens man sikter mot å gjøre selve strukturanalysen av single-particle prøver utenlands. Et slikt hjemme-instrument for screening vil øke suksessraten betydelig for prøver som man sender fra seg for analyse på et høyoppløsning kryo-EM instrument.

o Avanserte strukturbiologiske analyseplattformer hvor prøvene kan transporteres til et annet land for analysering (f.eks. kryo-elektronmikroskopi).

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

For enkelte medisinske formål er det av interesse å ekstrahere biologiske komponenter fra naturen og sette dem inn i eller dyrke dem inne i en syntetisk menneskeskapt konstruksjon/enhet, f.eks. proteiner, celler eller vev (ekte og kunstige) brukt til screening, diagnostikk, forebygging, rehabilitering og terapeutiske midler. Infrastruktur som støtter utviklingen av hybridsystemer basert på en kombinasjon av materialer, mikro/nano-teknologier og biologi er essensielt for å få til dette. For å kunne forske på denne type teknologi er det nødvendig med tilgjengelig renromsfasiliteter for mikro- og nanofabrikasjon med tilhørende avanserte karakteriseringsmuligheter. Videre trengs utstyr som kan ekstrahere/dyrke biokomponenter, identifisere biokomponenter og plassere dem med stor nøyaktighet i mikrosystemer eller større strukturer, herunder kobling mot små mikrokanaler for tilføring av vannbåren medium på brikke (chip)-nivå.

Norge har en verdensledende industri innen bruk av ultralyd og utmerker seg blant annet innen ultralyd-avbildning for medisinsk diagnose. Den elektro-akustiske omformerer (transduseren) er en nøkkelkomponent i ethvert avbildningssystem basert på ultralyd. Norge har i dag en begrenset infrastruktur på forskning og karakterisering av transdusere og materialene som inngår i dem. Vi ser derfor et behov for å styrke dette området. Dette krever utstyr for å karakterisere akustiske og elektro-akustiske materialeegenskaper, sammenstilling og innkapsling av transdusere, grensesnitt til elektronikk, testing under realistiske bruksbetingelser og karakterisering av utsendt lydfelt. En infrastruktur for sammenstilling og karakterisering av ultralydkomponenter vil kunne dekke behovet. Noe av dette kan realiseres basert på eksisterende laboratorier for materialteknologi, mikrofabrikasjon og elektronikk, mens annet og viktig utstyr er unikt og må bygges opp spesielt for formålet. Norfab er en nasjonal forskningsinfrastruktur for mikro- og nanofabrikasjon og består av MST-Lab i Horten, UiO og Sintef MiNaLab i Oslo og NTNU Nanolab i Trondheim. Den tilbyr *state-of-the-art* laboratorier for norske forskere uavhengig av institusjons- eller firmatilhørighet. Det er viktig at Norfab opprettholdes og videreutvikles som sentral infrastruktur for å støtte både akademisk forskning, innovasjon og kommersiell aktivitet innen området. Det er nødvendig med kontinuerlig oppgradering for å

oppretholde kapasiteten etter hvert som maskinparken eldes og nyinvesteringer for å holde tritt med utviklingen og skape nye muligheter innen begge områdene nevnt over.

Det er et gap mellom tilgjengelighet på fotolitografi-basert mikro- og nanofabrikasjon og mer tradisjonelle fabrikkasjonsmetoder som CNC-maskinering, polymerisering og støping. Utviklingen i de senere årene har frembrakt state-of-the-art utgaver av maskineringsutstyr som kan nå ned i mikroskala og som er spesielt godt egnet til fremstilling av komponenter for både bioMEMS og ultralydtransdusere. Koblingen mot vannbåren medium er viktig og krever ny forskning i integrasjonen mellom mikrosystemet og det ytre kontakt/koblingspunkt. Dette gjør brikken mer tilgjengelig for bruk i den fysiske verden utenfor et laboratoriemiljø ved kommersialisering av teknologien. Det er viktig å få slik funksjonalitet til Norge ved etableringen av ny infrastruktur. Et alternativ til å etablere ny infrastruktur er å bygge ut eksisterende strukturer i denne retningen.

Senter for helse og teknologi ved USN ble etablert i 2011 og var tidlig etablert i landskapet for forskning på eHelse, eller det som tidligere ble kalt Velferdsteknologi. Fokus i satsingen er utfordringene helsesektoren i hele den vestlige verden står overfor når det gjelder økt antall hjelpetrequende (både eldre og andre), mangel på helsepersonell og synkende skatteinntekter. Disse utfordringene gjør at dagens modell for helsetjenester ikke er bærekraftig, og eHelse kan i noen grad bidra til å møte denne utfordringen. I forbindelse med samhandlingsreformen har oppgavene i både spesialisthelsetjenesten og kommunehelsetjenesten vært i rask endring og behovet for forskning som kan komme sektoren til gode har økt tilsvarende. Tilsvarende initiativ har vært etablert ved en rekke forsknings- og utdanningsinstitusjoner i Norge, og Senter for helse og teknologi samarbeider med en rekke av dem. Imidlertid er det behov for en samordning av forskningskrefter for å gjøre forskningen mer robust, noe rapporter fra for eksempel KS og Menon Economics dokumenterer. Det vil styrke forskningen om fagområdet E-helse får en egen områdestrategi som en del av veikart for forskningsinfrastruktur.

Det er en utfordring at forskningen på e-helse framstår som fragmentert og småskala. Dette er delvis en speiling av fragmentert praksis, men synliggjør samtidig behovet for tettere samordning og for møteplasser. Som en respons på disse utfordringene ønsker Senter for helse og teknologi å etablere en plattform for å forene forskningsinitiativ og samarbeid mellom eksisterende infrastruktur, myndigheter, forskningsinstitusjoner, kommuner/KS, ansatte i helsesektoren og helseteknologi industrien. Eksisterende infrastruktur er i høy grad fokusert på helsedata (for eksempel Helsedataprogrammet og Biobank Norge), mens det er behov for nyetablering som adresserer for eksempel teknologi og teknologiimplementering som bidrag til en fremtidig bærekraftig helsetjeneste.

Internasjonalt er dette et tema som er høyt oppe på forskningsdagsorden, for eksempel i England. Imidlertid ligger de

nordiske land langt fremme både når det gjelder implementering av eHelse i praksis og når det gjelder forskningsinnsats. Her har Norge mulighet til å ta en ledende rolle og Senter for helse og teknologi har utstrakt samarbeid med aktører i de skandinaviske landene, spesielt i Sverige. Utvikling av forskning rundt eHelse vil ikke bare styrke kunnskapsgrunnlaget for offentlig sektor, men vil også bidra til å styrke norsk næringsliv, som om talt i Stortingsmelding 18 (2019). Breivik, E., et al. "Kunnskapsoppsummering om effekter av trygghets- og mestringsteknologi." Tromsø: Nasjonalt senter for e-helseforskning (2021): 2021-02.; Jacobsen, E.W. et al. «Strategier for økt produksjon og eksport av norsk helseindustri». Menon publikasjon nr 45/2021; Stortingsmelding18. (2019). Helsenæringen – Sammen om verdiskaping og bedre tjenester. Oslo: Nærings- og fiskeridepartementet

Fakultet / Institutt / Svar Senter ved universitet eller høgskole (Offentlig)

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

Forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område
Innen helse vil det være viktig at man får til gode samarbeidsflater mellom ulike forskningsinstitusjoner. For helse/medisinsk forskning ser vi et potensial i å samarbeide mer om felles infrastruktur til forskningsformål, her kan det oppstå konflikt hvis samme infrastruktur også skal benyttes til kliniske prøver. Felles analyse- og karakteriseringsplattformer – gjerne som noder av en større, sentralisert infrastrukturpark er ønskelig å få bygd ut.
Det vises for øvrig til innspillet fra kognitiv lab ved UiS, under Datainfrastruktur og IKT. Her argumenteres det, samlet sett, nettopp for utvikling av en (tverrfaglig) felles analyseplattform bestående av et "ensemble" av ulike typer instrumentering.

Forskningsinstitutt (Offentlig) Svar

Havforskningsinstituttet

Behov for å løse utfordringer på prioritert område
Forsknings-fasiliteter til lavtrofiske bentiske organismer
Lavtrofisk akvakultur er et strategisk prioritert område, globalt og nasjonalt. Eksisterende nasjonale forskningsinfrastrukturer er fragmentert og i beskjeden grad spesialisert for lavtrofiske bentiske arter (filtrerende organismer og makroalger). Forslaget er å styrke eksisterende infrastruktur gjennom utvikling av eksperimentelle og feltbaserte fasiliteter spesialisert for filtrerende organismer og makroalger. Infrastrukturen bygger på eksisterende internasjonalt ledende eksperimentelle (Havforskningsinstituttets forskningsstasjoner v. Austevoll og Flødevigen) og kyst/fjord (Hardangerfjorden, Skagerak) fasiliteter

for forskning på utvalgte arters (xxxxxx) interaksjoner med økosystemene, og forskning på sikker mat og nye fôr-ingredienser basert på disse ressursene.

Havforskningsinstituttet har i tillegg bred forskning som er viktig for nasjonal utvikling av dette området, innen lavtrofisk energetikk, ressurs/habitat/miljø overvåkning, primærproduksjon, habitat restaurering, «blå skog», planktonøkologi, økosystemmodellering, klimaeffekter, mattrygghet, bruk i nye fôr-ressurser, mm. Forskningen dekker sentrale tema in mot en helhetlig kunnskapsbasert fremtidig økt utnyttelse av lavtrofiske ressurser. Denne kunnskapsbasen har søkelys på sentrale utfordringer i kjeden fra produksjonsgrunnlag til anvendelse (mat og fôr), hvor kunnskap om miljøgradienter (breddegrad, fjordkyst, dyp, etc) i økosystemene og ernæringsmessige forhold er avgjørende for å sikre en bærekraftig aktivitet. Infrastrukturen er presentert som to deler:

1) Spesialisert eksperimentell infrastruktur for makroalger og filtrerende organismer, inkludert felt- lab instrumentering, automasjon, lokaler, vannbehandling, datalagring, modellering, for forskningsfasilitetene Austevoll og Flødevigen og feltbasert aktivitet (fjord, kyst). Denne spesialiserte infrastrukturen skal være tilgjengelig for nasjonal forskning og overføring av kompetanse til andre fasiliteter i HI (f eks Tromsø, Holmfjord) og andre institusjoner/industri.

2) Spesialisert infrastruktur for lagring, behandling og visualisering av data, kunnskapstilgang, informasjon etc, basert på (1) og HI sin brede kunnskapsbase, slik at denne infrastrukturen ved HI blir lett tilgjengelig og den foretrukne kunnskapsbasen nasjonalt.

NIBIO

NIBIO vil peke på at høringen har en tematisk inndeling (7 tematiske områder) som ikke korresponderer med - eller er dekkende for - nåværende 16 områdestrategier i Norsk veikart for forskningsinfrastruktur (<https://www.forskningsradet.no/sok-om-finansiering/midler-fra-forskningsradet/infrastruktur/norsk-veikart-for-forskningsinfrastruktur/>). NIBIO ser store utfordringer med en eventuell overgang fra 13 til 7 tematiske områder, som etter vår vurdering ikke vil synliggjøre viktige fagfelt, eksempelvis inn under temaet *Bioressurser*.

Den nåværende områdestrategien *Bioressurser* ser i høringen tilsynelatende ut å være begrenset til tema *Mat og Helse*. NIBIO peker her særlig på viktigheten med at avsnittet *Jord og skogbruk* i områdestrategi *Bioressurser* ikke må bli utelatt i nytt veikart.

IPCCs sjette hovedrapport, FNs bærekraftsmål og

Perspektivmeldingen beskriver en rekke utfordringer som klart forsterker behov for forskning i årene som kommer. Utfordringene er klart oppsummert for eksempel i Perspektivmeldingen (p. 57): «I deler av verden kan klimaendringer uthule livsgrunnlaget. Dette kan føre til at tiår med fremgang innen matsikkerhet og utvikling i enkelte land og regioner kan settes tilbake, med alvorlige konsekvenser for lokalsamfunn og sårbare mennesker».

Vi mener med dette å understreke viktigheten av å prioritere matproduksjon og matsikkerhet høyt i veikartet. Matproduksjon og matsikkerhet - noe som ikke minst er vist under covid-19 og krigen i Ukraina - er bærebjelken i et samfunn. Matproduksjon er tett koblet til alle de store samfunnsutfordringene, ikke bare helse/kosthold, klima og miljø, men også til faktorer som forsyningsrisiko og verdikjedeanalyser, samfunnssikkerhet, sysselsetting, sosial ulikhet og regional utvikling. NIBIO foreslår derfor at veikartet i sin revidering har et tydelig fokus på matsikkerhet og matsystemet i sin helhet, og ikke kun begrenset til mat og helse.

Videre savner vi at høringen tar et bredere perspektiv på bioressurser, herunder bærekraftig og sirkulær bruk av knappe biomasseressurser. Innenfor skog og skogbruk vil det for eksempel kreves tung forskningsinfrastruktur koblet til fjernanalyse, droner, sensorer, in-situ feltforsøk og avansert laboratorie-utstyr. Vi viser her også til teksten under avsnitt *Jordbruk og skogbruk* i nåværende områdestrategi på *Bioressurser*, f.eks.; «For å i større grad kunne ta i bruk både tre og andre biobaserte byggematerialer, vil det være behov for både forskning og en egnet forskningsinfrastruktur.» «Bioraffinering med biomasse fra skog som råstoff, kan i tillegg til å erstatte fossile produkter, bidra til innovasjon og utvikling av nye, bærekraftige produkter. Forskning og en egnet forskningsinfrastruktur vil være avgjørende for å lykkes med å erstatte fossile produkter med produkter basert på biomasse.» Skogens store rolle i klimasammenheng krever også en infrastruktur for måling av ulike prosesser som påvirker karbonendringer og andre flukser både fra levende biomasse (skog) og skogsjord. Dagens måleinstallasjoner bør kompletteres og ta inn nye registreringer for å svare på nye problemstillinger. NIBIO støtter også følgende prioritering i nåværende områdestrategi for bioressurser: «Det vil blant annet være behov for infrastruktur som styrker forskning og utdanning for det grønne skiftet, infrastruktur for overvåking og forvaltning, bærekraftig prosessering og foredling av naturressurser, forskning på nye dyrkingssystemer, jordhelse og karbonlagring, planteforedling og oppdrett og forskning rettet mot utvikling av nye produkter basert på bioråstoff.»

Vi viser her også til at NIBIO i 2021 ble vurdert på reservelista for konsortiumet *Norwegian Plant Phenotyping Platform (PheNo)*, i samarbeid med **NMBU**, UiT, NTNU og UiO, samt konsortiumet *Norwegian Biorefinery Laboratory III*, i samarbeid med **RISE PFI AS**, SINTEF AS, SINTEF Energi, NTNU og NMBU.

Simula Research Laboratory

Mange anvendelser knyttet til mat og helse trenger regnekraft og effektiv dataprosessering, for eksempel molekylær biologi, kvalitetssikring av leveringskjeder for matvarer, og simulering av interaksjoner mellom potensielle legemidler og fysiologiske prosesser. Slike fagfelter produserer store datamengder der også AI/ML- teknikker har et stort potensial. Følgelig må de ulike infrastruktur-komponentene beskrevet under temaet

Datainfrastruktur og IKT gjøres relevante og anvendbare for forskning innen mat og helse.

Forskningsinstitutt (Privat)	Svar
NILU	NILU mener det er behov for å etablere og koordinere nasjonal infrastruktur for forskning på NanoSafety – helserisiko forbundet med bruk av nanomaterialer. Norske miljøer er i dag betydelig involvert i utvikling på europeisk nivå innen forskning og metodestandardisering på dette fagfeltet og de enkelte aktørene har bygget opp egne forskningsinfrastrukturer for formålet. Det er et behov for å etablere nasjonalt tilgjengelig, internasjonalt ledende og faglig koordinert infrastruktur for NanoSafety.
NOFIMA	<p>Innspill fra NOFIMA innen området MAT OG HELSE</p> <p>Pilot Plant Facilities (PPF) for Food Processing ved Campus Ås" (nå FoodPilotPlant Norway) ble etablert på det nasjonale Veikartet for forskningsinfrastruktur gjennom finansieringen Norwegian Research Council (RCN): 208674, 2011-2014 (Phase I). FoodPilotPlant Norway dekker hele produksjonskjeden fra råvarer til ferdig emballert produkt. Gjennom fase I ble infrastruktur på Campus Ås (NMBU og Nofima) oppgradert og Patogen pilothall etablert. Fase II ble innvilget (FoodPilotPlant Norway, RCN 296083, 2020-2027) på bakgrunn av dokumenterte industri- og forskningsbehov. Det er viktig at den nasjonale infrastrukturen FoodPilotPlant Norway (Matpiloten) videreføres slik at prosessfasilitetene i fremtiden kan bidra til å videreutvikle og teste ut teknologi som er viktig for fremtidens nye måter å produsere og videreforedle mat på. Det er dessuten samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge videre på eksisterende infrastruktur. For at norsk matindustri skal være rustet til å både vurdere og planlegge implementering av nye teknologier er vi avhengige av at norske kompetansemiljøer og industri har tilgang til pilotanlegg hvor man kan teste ut og validere anvendelse av disse. Vi ser for oss fire underområder hvor Matpiloten bør videreutvikles for å møte framtidens behov:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Bioteknologi for bærekraftig matproduksjon.</i> Bruk av moderne bioteknologi har i nyere tid vokst frem som helt nye måter å produsere mat på, og det er viktig at vi i Norge har kunnskap om dette. Denne teknologien involverer bl.a. bruk av enzymatisk proteinhydrolyse, presisjonsfermentering og dyrking av kjøtt/fisk. Dette muliggjør bedre utnyttelse av restråstoff, og kan også brukes til å produsere nye matkomponenter som proteiner og fettsyrer.• <i>Nye bærekraftige prosessteknologier for foredling.</i> I takt med økende etterspørsel etter bærekraftig plantebasert mat, samt økt søkelys på bedre utnyttelse av restråstoff både fra primærprodusenter og prosesserende industri, er det nødvendig å undersøke hvordan man gjennom ny prosessteknologi kan produsere trygge, sunne og attraktive matvarer og ingredienser fra disse råvarene.

- *Digitalisering for prosessovervåking og styring.* Digitalisering, ved bruk av sensorer/målemetoder, kobling av produksjonsdata, robotisering og avansert dataanalyse, har potensial for å endre matproduksjonen både i primærleddet og i matindustrien. Gjennom bedre integrert produksjon, der maskiner og sensorer er koblet sammen og samarbeider ved hjelp av maskinlæring og kunstig intelligens, kan matindustrien iverksette prosessovervåking og -styring, og dermed legge til rette for å få mest mulig ut av råvarene, redusere svinnet, øke lønnsomheten og treffe forbrukerbehovene.
- *Bærekraftig emballering av mat.* Det grønne skifte krever bærekraftige løsninger og et viktig område er å redusere bruk av fossil plast til emballering av mat. Denne omstillingen vil kreve økt grad av materialgjenvinning og bruk av resirkulert emballasjemateriale til matkontakt. Oppgradering av prosessfasiliteter innen emballering av mat vil bli et behov sett i lys av teknologiutvikling i matindustrien og forskningsbehov for å støtte opp om mer bærekraftige løsninger.

NORCE - Norwegian Research Centre AS

Sømløs tilgang til helseregistre og biobanker er helt nødvendig for å kunne ta ut verdien som ligger i de gode og til dels unike helsedata. Dette har vært på plan lenge og

HelseAnalysePlattformen (HAP) skulle langt på vei være løsningen. Dessverre satt på pause på ubestemt tid. Avgjørende viktig at dette kommer på plass og kobling med resten av Europa vil være et riktig spor å forfølge.

For å møte behovet for å sikre en god folkehelse, så vil det være viktig å etablere infrastruktur som **kobler f.eks forbruksdata med andre helsedata og personlige helsedata**

(selvrapporterte data fra f.eks smartklokker). Det er nødvendig med infrastruktur som knytter seg til **matsikkerhet**, f.eks for å avsløre mat som inneholder DNA som er «tukla med» eller som inneholder mikroplast

Norge trenger å etablere infrastruktur som gjør det mulig å gjøre FoUoI på unike helsedata. Vi står i fare for at «nøyaktige data» blir utkonkurrert av «mengder av data» (les data som samles av BigTech).

Eksisterende infrastruktur:

Praksisnett som er en infrastruktur som gjør det mulig å gjøre kliniske studier i primærhelsetjenesten er helt avgjørende viktig å opprettholde.

Utfordringene knyttet til **tilgjengeliggjøring og deling av helsedata for forskning** er beskrevet i rapporten "Infrastruktur og tjenester for FAIR forskningsdata" levert i mars i år på oppdrag fra Digitaliseringsstyret for høyere utdanning. Utfordringene knytter seg til manglende infrastruktur, inkludert **funksjonelle datadelingsplattformer** og balansering av motstridende forventninger fra forskningspolitisk hold. Behandling av helsedata for forskningsformål vil i de fleste sammenhenger tilsa behandling av personidentifiserbare opplysninger og krav om aktivt samtykke fra deltagerne. Samtidig som det fra finansierer forventes at helsedata skal deles og gjenbrukes

Det haster å etablere **HAP**. Om ikke HAP kommer på plass innen veldig kort tid blir det nødvendig å utvikle, samt finne en overbygning/samhandling mellom eksisterende infrastruktur som TSD, SAFE, HUNT Cloud, osv.

Nye infrastruktur:

Infrastruktur for mottak og lagring av personlige helsedata (selvrapporterte helsedata som f.eks smartklokker, helseapper etc). Her er det helt avgjørende viktig å samarbeide tett med EU og spesielt European Health Data Space, sannsynligvis vil GAIA-X være helt sentral i dette. Også europeisk infrastruktur som ELEXIR vil være nødvendig å videreutvikle samarbeid med.

I tillegg er det helt nødvendig å følge opp arbeidet som gjøres i «Towards a European Health Data Space». Dette for å styrke vår konkurransevne. EU Open Science Cloud (med norsk avlegger i openscience.no) er også en kandidat for å være en overordnet plattform.

SINTEF

Mat og Helse som temaområdet er svært bredt og fanger en stor aktivitet i SINTEF. SINTEF leder/er involvert i flere eksisterende nasjonale infrastrukturer med finansiering fra Forskningsrådets INFRA program, og også deltagelse i internasjonale infrastrukturplattformer. I tillegg har SINTEF for egne midler etablert nasjonalt ledende infrastrukturer/laboratorier på flere områder med høy relevans for Mat og Helse.

Relevante pågående INFRA

- NorBiolab (Bioraffinering, utnyttelse av biomasse) - <https://norbiolab.no/>
- NOR-openscreen (screening bioaktive forbindelser) - <http://openscreen.no/>
- RI seaweed (Infrastruktur for næringskjede for dyrking og utnyttelse av Tare)
- NBioC - (nasjonalt senter for fermentering) <https://nbio.no/home>
- Planktonlab (høsting, dyrking og prosesseres marine bioresurser) <https://www.sintef.no/prosjekter/2016/planktonsenteret/>
- NorMIT (Norwegian centre for Minimally invasive Image guided Therapy and medical technologies, ledes av St. Olavs hospital, SINTEF er partner) - www.normit.no
- NorFab - MiNaLab (mikrosystemer og nanoteknologi, også med relevans mot helse og medtech)

Relevante internasjonale infrastrukturplattformer

- EU Openscreen
- EuroBioimaging

Relevante nasjonalt ledende laboratorier etablert av SINTEF (kan være basis for nye INFRA)

- Massespektrometrlaboratoriet (Analyser blant annet innen legemidler, nanomedisin og matsikkerhet)

- High throughput screening laboratoriet (Screening innen medisintutvikling og biologiske effekter)
- Fermenteringslaboratorium (dyrking av mikroorganismer mot en rekke formål knyttet til fôr, mat og helse)
- Tareprosesseringslaboratorium (prosessering av Tare)
- Nasjonalt senter for bioprosesser (ekstraksjon, prosessering, raffinering og modifisering av marin biomasse for produksjon av ingredienser)
- Mobile Sealab (Mobilt laboratorium for prosessering av marin biomasse)
- MAROlabor Maskinsyn og robotikklaboratorium – automatisering innen land og sjøbasert matproduksjon
- SINTEF Sealab Prosesshotell - industrien sammen med utstyrsleverandører kan kjøre forsøk (prosess-teknikk og -styring, maskin og måleteknikk i samspill med råstoff kunnskap).

Disse infrastrukturene er samlet knyttet til en meget stor forskningsaktivitet i SINTEF for og i samarbeid med industrien, inklusive en stor portefølje av pågående IPN-prosjekter, teknologiplattformer og forskingssentre, forskerstyrte prosjekter finansiert av Forskningsrådet, ERA-NETs og EU. Totalt er det snakk om svært mange pågående prosjekter og Mat og Helse har og vil ha svært stor relevans i kommende år.

I framtidig og strategiske prioriteringer innen Mat og Helse er det flere strategier som er førende, herunder:

- Regjeringens langtidsplan for forskning og utvikling
- Nasjonal strategi for bioteknologi à De fire tematiske områdene i strategien er alle relevant for mat og helse
- Strategi for Norges Forskningsråd 2020-2024 à Strategisk fokus på Hav, Grønt skifte, Helse og velferd og teknologi og digitalisering
- Hurdalsplattformen à Økt eksport av legemidler, utnyttelse av grønne norske råvarer, bærekraftig fôr, CCU for fôrproduksjon, tang og tare næring.
- Forskningsrådets strategi for bærekraftig samfunns- og næringsutvikling à "Food and agriculture" og "Health and well-being" utgjør nesten 50% av markedsmulighetene knyttet til FNS bærekraftsmål
- Porteføljeplan for muliggjørende teknologier à Bærekraft og verktøy for forskning, koordinering med EUs strategier
- Porteføljeplan for Helse à Helsenæring, kliniske studier, folkehelse og bærekraftige helsetjenester, pasientdata
- Porteføljeplanen for livsvitenskap à Senterordningen (SFF, SFI, FKB), grønn bioøkonomi, fremdragende og grensesprengende forskning
- Matnasjonen Norge rapport fra Landbruks- og matdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet Helse- og omsorgsdepartementet. Norge som matnasjon mot 2030.
- Nasjonal handlingsplan for kliniske studier 2021-2025, Helse- og omsorgsdepartementet

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

- Vi mener INFRA programmet i hovedsak understøtter grunnleggende og anvendt forskning på en god måte slik det er strukturert i dag.
- INFRA programmet må følges opp i forhold til de relevante nasjonale politiske, næringsstrategiene og forskningsstrategiske planer som det er referert til over. I tillegg bør det der det er relevant også sikres midler slik at nasjonale INFRA plattformer kan gå inn i det Europeiske nettverket
- Med de satsinger som planlegges gjennomført nasjonalt, vil det bli behov for nye INFRA satsinger innen tema Mat og Helse. Dette vil være nødvendig for eksempel i transisjonen til en bærekraftig bioøkonomi, framtidens fôr - ressurser og på helse siden målet er å få økt nasjonal produksjon av legemidler og sørge for at flere pasienter får tilgang til deltagelse i kliniske studier (ref. NorTrials nasjonal satsing basert på Handlingsplan for kliniske studier). Infrastrukturer, allerede etablert hos SINTEF (se eksempler over) eller allerede pågående INFRA, kan være god basis eller være komplementære til nye INFRA. Synergier til slike plattformer bør vektlegges. Pilotering og muligheter til å produsere testkvanta i relevante mengder av produkter (gjelder både mat og helse) bør prioriteres spesielt.

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

- Alle plattformene som er nevnt innledningsvis er fortsatt høyst relevante. Noen av de (for eksempel RI seaweed) er langt fra fullfinansiert. Screeningsplattformen NOR-openscreen og tilhørende EU-openscreen er et annet eksempel på en plattform som absolutt bør videreføres.

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

- Biomasse prosessering (blå og grønne bioraffineri) knyttet til etablering av nye mat og fôr-ressurser/ingredienser.
- Framtidens matproduksjon, herunder mikrobielt og cellebasert produsert mat og ingredienser til mat og fôr.
- Plattformen som støtter opp om akselerering av helseindustrien i Norge. Herunder Plattform for biofarmasøytiske produksjon av vaksiner og andre farmasøytika (human og fisk), samt medisinsk teknologi/helseteknologi plattformer som NorMIT. I tillegg bør det prioriteres plattformer som går på analyser, evaluering og karakterisering av farmasøytiske produkter.
- Plattformen som bidrar til transisjonen til en framtidig bioøkonomi med fokus på norske interesser og forutsetninger.

- Nasjonale infrastrukturer bidrar til å sikre utvikling av en kompetansebase i Norge/Europa knyttet til bioprospektering, utnyttelse av naturressurser, testing av effekter må utvikles videre.
- Ny infrastruktur samt en samordning av allerede eksisterende infrastruktur hvor Katapult sentrene er inkludert, som sikrer utvikling av nye teknologi og nye løsninger for effektivisering av produksjon og bearbeiding av mat (digitalisering, robotisering).
- Plattformer for å utvikle løsninger for energioptimalisering i matsystemet

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

- Det er gap mellom fundamental/anvendt forskning og pilotering/demonstrasjon. Det nødvendig å ha nasjonale plattformer som kan produsere produkter til utprøving i relevante kvanta og med en kvalitet som tilfredsstillende nødvendige kvalitet- og regulatoriske krav. Med dette følger da også behovet for plattformer for karakterisering av produkter hvor et viktig mål er å etablere plattformer som reduserer behov for studier i forsøksdyr.

Helsesektor (Offentlig)	Svar
Akershus universitetssykehus HF	<p>Følgende er også spilt inn under punktet om Datainfrastruktur og IKT og Andre infrastrukturbehov innenfor naturvitenskap og teknologi.</p> <p>Et overgripende tema er det forskningsetiske perspektivet som skapes innenfor ny teknologi og bruk av kunstig intelligens (AI). For å generere ny kunnskap og bidra til utvikling i forskning og innovasjon, er det nødvendig at eksisterende teknologi som benyttes i diagnostikk og pasientbehandling er tilgjengelig. En satsing på kunstig intelligens og persontilpasset medisin, er helt avhengig av infrastruktur for uttrekk av forskningsdata fra kilde-systemene i sykehusene. En parallell og tung satsing på uttrekk, lagring og analyse av forskningsdata er derfor helt nødvendig. For persontilpasset medisin er målet at så mange pasienter som mulig, bør få tilgang til utvidet molekylær diagnostikk i det sykehuset som har ansvar for utredning og behandling. Kunstig intelligens er et fremtidig viktig verktøy i blant annet vurderingen av avansert billedteknologi, men det forutsetter tilgjengelighet av stort volum av kildedata. Tilgangen til billeddiagnostikk er pr. i dag en begrensende faktor på sykehusene.</p> <p>Viktig å etablere pasientnær forskningsinfrastruktur, som omfatter blant annet medisinsk billeddiagnostikk, nestegenerasjons-sekvenseringsteknologi, mikroskopi, celleterapi og genredigering. Teknologi/forskningsinfrastruktur må være plassert i nærhet av pasienter og må være sikker og robust nok til å kunne benyttes i</p>

diagnostikk parallelt med forskning og innovasjon. Det bør derfor legges til rette for søknader som omhandler etablering av infrastruktur i nærhet til pasientbehandling. Dette vil muliggjøre at det enkelte foretak kan bedre utnytte allerede etablerte nasjonale forskningsinfrastrukturer, slik som tilbudet til de ulike sentre for fremragende forskning.

Viktig å sette fokus på gjenbruk av data registrert i pasientjournal i forskning, og se dette opp mot ulik design med eksempelvis en pragmatisk tilnærming. Pragmatiske studier er basert på kliniske data fra uselekterte pasienter i vanlig praksis. På den måten bygger studiene bro mellom evidensbasert medisin og klinisk praksis. Pragmatiske studier defineres av tre kjennetegn, de skal (1) gi svar på hva som er optimal klinisk behandling med direkte betydning for pasientene, (2) inkludere pasienter og undersøke problemstillinger som er relevante for den kliniske behandlingen, og (3) benytte oppfølging og data fra etablerte kliniske systemer med klinisk relevante endepunkter. Pragmatiske studier har mange fellestrekk med tradisjonelle randomiserte kontrollerte studier, men kjennetegnes av et design der fokus er å benytte ressurser som allerede er tilgjengelige i helsetjenesten og dermed inkludere et stort antall pasienter på kort tid. De er også mindre kostnadskrevenne enn studier med tradisjonelt design.

Utfordringen er tilgang på strukturerte data fra pasientjournaler, samt regulerende lovverk. Ulike lover og forskrifter regulerer klinisk praksis, forskning og kvalitetssikring. Dette gir en juridisk utfordring, for eksempel når man i pragmatiske studier samler forskningsdata som ledd i kliniske behandlingsløp. Selv om behandling, forskning og kvalitetssikring er atskilt juridisk, synliggjør pragmatiske studier hvor tett disse punktene er knyttet sammen. Dette påvirker både søknadsprosedyrer rundt etikk og personvern, samtykkekrav for bruk av data fra elektronisk pasientjournal og nasjonale registre. Det er behov for et integrert forskningsdatasystem som muliggjør generering, uthenting og tilgjengeliggjøring av helsedata fra helseforetakene som er tilpasset lovverkets krav til personvern og informasjonssikkerhet og krav til forskningens etterprøvbarehet.

Det mangler et nasjonalt forskningsadministrativt system (FAS) som gjør det mulig for forskningsinstitusjoner å ivareta institusjonens behov og lovkrav til oversikt og oppfølging av forskningsprosjekter. Helsetilsynet gjennomførte i 2020 et tilsyn der 20 virksomheter ble undersøkt om hvordan de styrte og organiserte sin medisinske og helsefaglig forskning. Hovedfunnet var blant annet at flere virksomheter hadde mangelfulle systemer (internkontroll) mht oppfølging av oppstart, gjennomføring og avslutning av forskningsprosjekter. Medisinsk og helsefaglig forskning bidrar til å frembringe viktig kunnskap for samfunnet som helhet, men slik forskning kan være inngripende for den enkelte forskningsdeltaker. For å sikre nødvendig deltakelse i slik forskning er det avgjørende at befolkningen har tillitt til forskerne og virksomhetene som utøver den. Etterlevelse av regelverket om helseforskning er viktig for å etablere og opprettholde nødvendig tillit i befolkningen. På bakgrunn av at flere virksomheter hadde

mangelfulle systemer for å følge med på at lovverket ble fulgt, mener Statens helsetilsyn at det foreligger risiko for svikt i medisinsk og helsefaglig forskning og at tillitten kan svekkes. Institusjonene har et utvidet behov med parametere som skal rapporteres til både Norges Forskningsråd og eksterne finansieringskilder, samt at det er viktig å ha en oversikt over alle behandlinger av personopplysninger i forskning. Enkelte institusjoner har utarbeidet egne løsninger, men som da er tilpasset kun den enkelte institusjon. Vi anbefaler at det utredes om etablerte in-house løsninger kan være et utgangspunkt for etablering av et nasjonalt forskningsadministrativt system. Dette for å utvikle en løsning som kan dokumentere behandling av personopplysninger i forskningsprosjekter i hele prosjektets livsløp. Et slikt system bør også sees i sammenheng med det nasjonale arbeidet med FAIR prinsippene.

Helse Bergen HF,
Haukeland
Universitetssjukehus

Helse Bergen HF, Haukeland Universitetssykehus, har følgende tre innspill til behov for nye infrastrukturetsatsinger til NFRs veikart innen "Medisin og helse":

Norsk vevsbank for nevrodegenerasjon

Bakgrunn: Hjernesykdommer som Alzheimers demens, Parkinsons sykdom, amyotrofisk lateral sklerose, multippel sklerose, schizofreni og depresjon er blant de største helse- og samfunnsøkonomiske utfordringene i vår tid. Til sammen rammer disse sykdommene over 200.000 mennesker i Norge og flere enn 200 millioner mennesker i verden. Det som er særlig alarmerende er at prevalensen til disse sykdommene stadig øker på grunn av befolkningens økende levealder. Det estimeres at antall mennesker med nevrodegenerative og nevropsykiatriske sykdommer vil dobles innen 2040. Per i dag finnes det ingen effektiv behandling som kan bremse sykdomsutviklingen ved disse tilstandene. Som følge av dette står pasienter overfor en fremtid med økende funksjonstap og tidlig død, uten håp om bedring. Studier av hjernevev fra mennesker (syke og friske) er helt nødvendig for å kunne forstå mekanismene som driver disse hjernesykdommene, slik at effektive behandlinger kan utvikles. Dessverre er det per i dag meget begrenset tilgangen til slikt hjernevev. Her presenterer vi et forslag for å adressere denne utfordringen.

Udekket behov: begrenset tilgang til sykdomsorganet (hjernen) Siden hjernen ligger utilgjengelig for prøvetaking (biopsi), kan hjernevev kun skaffes etter døden, ved obduksjon. Selv om forskningen innenfor hjernesykdommer er helt avhengig av tilgang til humant hjernevev fra obduksjon, finnes det per i dag ingen oppbevaringsressurs for dette (hjernebank) i Norge og veldig få i verden. De få eksisterende hjernebankene (f.eks. i England, Nederland og Spania) dekker ikke dette pressende behovet fordi de:

- Har et relativt lavt antall prøver i forhold til det forskningen trenger for å kunne gi entydige og sikre svar.

- Har lite eller ingen vev fra andre organer som spiller en viktig rolle ved neurodegenerative sykdommer. For eksempel kan tarmen og hjertet være affisert før selve hjernen ved Parkinson sykdom og mye tyder på at disse organene kan avdekke viktig informasjon om sykdommens årsak. Per i dag er det dessverre ingen vevsbank i verden som samler dette vevet.
- Mangler en tilstrekkelig mengde av vev fra friske kontrollpersoner, som er nødvendig for å sammenligne med pasientvev.
- Mangler vev fra vår egen (norske/skandinavisk) populasjon som er viktig å studere for å adressere geografiske forskjeller i sammensetting av sykdomsrisiko og årsak.

Forslag til løsning: opprettelse av en norsk vevsbank for neurodegenerasjon

En norsk vevsbank for neurodegenerasjon vil høste, lagre og studere hjernevev samt vev fra andre organer fra mennesker med neurodegenerative sykdommer (f.eks. Parkinson, demens, ALS, MS), nevropsykiatriske sykdommer (f.eks. schizofreni, depresjon, bipolar lidelse), og nevrologisk friske personer (kontroller).

Vevsbankens funksjoner vil omfatte:

- Høsting, kategorisering og langtidslagring av vev fra hjerne, hjerte, lever, muskel, nyre, tarm, etc. ved obduksjon av mennesker som har samtykket til donasjon.
- Opprettelse av NeuroCarta: en database som kan bli nøkkel i å dechiffrere hjernesykdom. Systematisk karakterisering av det innsamlede vevet vil bygge en unik digital database av det molekylære landskapet fra frisk aldring til neurodegenerasjon.
- Tilby lagring og prøvekarakterisering (f.eks. patologiskåring etc.) av vevsprøver innsamlet av forskningsgrupper og sykehusavdelinger i Norge.
- Tilby søknadsbasert tilgang for akademiske forskere og industrien.

Impact/betydning for forskning, helse og samfunnet:

Vevsbanken vil være av enorm betydning for norsk og global forskning på hjernesykdommer. Ved å gi norske og internasjonale forskere tilgang til en unik ressurs av nødvendig biologisk material samt et digitalt veikart for hjerneforskning, kommer dette til å bane veien for å:

- Belyse mekanismer bak hjernesykdommene
- Utvikle biomarkører for pasientseleksjon for persontilpasset behandling
- Identifisere konkrete behandlingsmål
- Utvikle gode celle- og dyremodeller slik at vi kan teste mulige behandlinger og velge de mest lovende for kliniske forsøk hos pasienter
- Bli en katalysator for utvikling av nevropatologi i Norge – et viktig satsingsområde for helsevesenet og academia
- Sette Norge på kartet for banebrytende nevrovitenskap og bidra til oppbygging av ledende internasjonal kompetanse

Protonterapi i klinisk og basal forskning

Bakgrunn

Protonterapi er en type strålebehandling (protoner) som er mer skånsom enn standard strålebehandling (fotoner, elektroner) og som vil ha stor betydning for fremtidens behandling av kreftpasienter. Stortinget besluttet i 2018 å etablere protonterapi som et behandlingstilbud til norske kreftpasienter, og at det etableres to behandlingssentre, ett ved OUS og ett ved HUS som til sammen skal utgjøre en nasjonal infrastruktur. Gjennom nasjonalt virksomhetsprosjekt tilrettelegges for godt samarbeid rundt utformingen av sentrene slik at tilnærmet samme infrastruktur og innretning vil være på plass ved de to sentrene ved oppstart i 2023/2024. Sentrene vil kunne tilby enestående muligheter for forskning, innovasjon og utdanning men fremdeles er det gap mellom mulighetene og forventningene til sentrene og derfor meldes dette inn i veikartet. Tilbudet vil være nasjonalt og alle pasienter skal ha lik rett til behandling.

Udekket behov

Protonterapi er fremdeles begrenset til utvalgte indikasjoner. Det er behov for mer forskning både på de biologiske effektene av behandlingsregimene som benyttes i dag og eventuelle nye tilnærminger, på online monitorering av doseavsetning og på kombinasjonsbehandlinger for å nevne noe.

Forskning innen protonterapi er av natur tverrfaglig og det bør legges til rette for forskning og innovasjon innen mer basale fag (fysikk/ matematikk/ strålingsbiologi), prekliniske og translasjonelle/ kliniske fag – ideelt sett med høy grad av samarbeid på tvers av fag. Fremdeles er ikke infrastrukturene i de to sentrene komplett for å imøtekomme bredden av faglige interesser.

Forskningsmiljøene har liten «track record» innen feltet og vil få utfordringer med å nå opp i konkurransen for nasjonale og internasjonale forskningsmidler, noe som kan være en barriere for forskningsmiljøet for å gå inn i feltet.

Forslag til ny infrastruktur

De to behandlingssentrene åpner for en ny dimensjon i moderne kreftbehandling og tilbyr samtidig enestående muligheter for forskning og innovasjon. Det foreslås dermed til forskningsrådets veikart for infrastruktur å etablere en nasjonal infrastruktur innen protonterapi i klinisk og basal forskning.

For å kunne utnytte mulighetene som den nasjonale infrastrukturen gir vil det være behov for å stimulere til forskningsaktivitet. Det er mange fagområder knyttet til protonterapi som fremdeles er relativt forskningssvake områder, eksempelvis strålingsbiologi/-onkologi og medisinsk fysikk. En nasjonal forskningsinfrastruktur vil ha stor betydning for økt tverrfaglig forskning som skal være til det beste for fremtidens kreftpasienter:

- Preklinisk forskning som vil omfatte translasjonsforskning med eksperimentell kombinasjonsbehandling, matematisk modellering av protontransport og biologisk respons, kunstig intelligens og nye leveringsprinsipper. Det er et spesielt behov for økt preklinisk forskning for å forstå mekanismer og utvikle nye behandlingsregimer.
- Preklinisk og klinisk forskning kan være svært tett integrert ved at det legges til rette for behandling gjennom Avatarmodeller.
- Utvikling av teknologi og utstyr for protonterapi, men også for andre forskningsformål, eksempelvis grunnforskning innen fysikk ved høyenergilaboratorier som CERN. Teknologi omfatter her både hardware og programvareløsninger.
- Modellering og beregning av usikkerheter og risikoer knyttet til terapi med ulike ioniserende stråling er helt essensielt. Det gjelder også programvare og modeller for databehandling innen protonterapi, programvare for henvisning og beslutningsstøtte, kunstig intelligens og avansert visualisering.
- Nyvinninger innen nøyaktig beregning av doseprofiler og doseplanlegging, doseverifikasjon genererer viktig forskning for senere bruk i kliniske studier. Særlig relevant er også studier av doserespons og arbeid med estimering av stråle-effekter, modellering av stråle biologisk effekt og sammenligninger av modeller for biologisk effekt av foton, proton og karbonterapi.
- Celleforskning og fokus på strålefølsomhet som viktig komplementær forskning for å underbygge og teste hypoteser i den prekliniske/ kliniske forskningen. Protonstråling er et effektivt verktøy for å bestråle levende celler. Med de planlagte cellelaboratoriene er det mulig å gjøre in situ celleresponsmålinger som resultat av bestrålingen.

Forskningsinfrastrukturen er tenkt organisert som en kjernefasilitet som bistår forskere med eksperimentell design og gjennomføring av forskningsprosjekter. Fasilitetene vil være tilgjengelig for alle forskere nasjonalt og samtidig danne grunnlag for internasjonalt forskningssamarbeid av høy kvalitet. Dette er en strategisk viktig infrastruktur også med hensyn på EUs satsninger innen kreftfeltet og et mål må være å gjøre Norge til en ettertraktet samarbeidspartner.

Digital biobank

Bakgrunn

Den enorme teknologiske utviklingen innen bildediagnostikk har endret forståelsen av underliggende sykdomsmekanismer, planlegging av terapeutiske inngrep og behandlingsoppfølgingen innen nesten samtlige medisinske spesialiteter. At konvensjonell radiologi gjør det mulig å fremstille innvendige strukturer med samme presisjon ved åpen kirurgi, gjør at avansert bildediagnostikk har fått økende betydning og etterspørsel. Men avansert bildeutstyr (CT, MR, PET) brukes til langt mer enn å gjengi stillbilder, i dag kan fysiologiske prosesser og biokjemiske sammensetninger i vevet studeres samtidig. Det er godt

dokumentert at behandlingseffekt vil kunne fanges opp mye tidligere som fysiologiske endringer i vevet før strukturelle endringer kan påvises. I noen tilfeller kan også bildebiomarkørene reflektere genetiske mutasjoner.

I kliniske studier, som ved utprøving av nye legemidler, randomiserte behandlingsstudier eller andre intervensjonsstudier, er utfallvariabelen ofte basert på endringer i bildemarkører fra CT, MR og/eller PET. Her er behovet for standardisering av undersøkelse og påfølgende datahåndtering avgjørende for å forstå om endringer i tid er stokastiske (tilfeldige) eller systematiske (utvikling av sykdom eller som respons av behandling). Ved å fange opp endringer tidlig, er det enklere å forsvare anvendelse av spesielt kostbare legemidler, og det vil det være enklere å tidlig skifte behandlingsregime ved sykdomsprogresjon.

Udekket behov

Behovet for bildeveiledede biologiske/ vevsprøver fra aktuelt sykdomsområde i forbindelse med kliniske studier har økt betydelig de senere årene. Sammenfallende vinkling mellom radiologi- og patologisnitt gjør korrelasjon mellom dataene på makro- og mikronivå mulig. Slik kan digital patologi og laboriemedisin sammenholdes med bildediagnostiske markører og gi muligheter for nye studiedesign (basket/umbrella) og mer persontilpasset oppfølging. I Norge etableres nå «first-in-man»-GMO-studier hvor en rekke markører må følges med særdeles nøyaktighet og høy hyppighet.

Begrepet presisjonsmedisin knyttes ofte til satsninger innen genomikk og metabolomikk, og trolig vil helgenomanalyser etter hvert bli vesentlig billigere og enklere å gjennomføre. I Storbritannia satser National Health Service nå 30 milliarder Euro på å sekvensere 500000 personer. For at presisjonsmedisin skal bli et verktøy også i en klinisk hverdag er det helt avgjørende å kunne koble data fra bildediagnostikk, patologi og laboriemedisin, til genomikk og metabolomikk – dvs både på tvers av skala og i tid. Fremveksten av kunstig intelligens og dype neurale nettverk kan være nøkkelen for å prosessere og bidra til beslutningstøtte basert på integrasjon av alle dataene.

Forslag til ny infrastruktur:

Biobanker er etter hvert en etablert teknologi tilknyttet oppbevaring av vevsprøver i hele landet. Det finnes ikke en tilsvarende infrastruktur for intelligent oppbevaring og prosessering av digitale medisinske data slik som radiologiske bilder, digital patologi eller multivariate analyser fra laborier og genetik.

Det foreslås dermed til forskningsrådets veikart for infrastruktur å etablere en nasjonal infrastruktur for intelligent oppbevaring og prosessering av strukturerte, digitale medisinske data – fra bildediagnostikk til genetik – Digital Biobanking.

En digital biobank for forskning kan etableres ved alle helseforetak, kan dupliseres eller speiles for å generere en felles

plattform for utvikling med industri i oppdragsforskningsprosjekt (fasilitere offentlig-privat samarbeid), kan skaleres til å koble data fra ulike helseforetak, så vel som universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter over hele landet.

En digital biobank vil være en database for oppfølging av behandlingseffekt. Tilgjengelighet av «real-world»/«real-time» data fra kliniske studier kommer til å bli langt viktigere for alle sykdommer. I Norge har vi muligheten til også koble digital biobank mot helse- og andre registre for ytterligere å styrke verdien av dataene.

Biobanken må både kunne lagre og prosessere/bearbeide data. Intelligent lagring utnytter informasjonen i dataene, eksempelvis informasjon i DICOM header, geometri, tidsinformasjon o.a. Prosessering av data kan være basert på statistisk, matematisk, fysisk modellering, slik man tradisjonelt har forfulgt forskningshypoteser, eller ved å ta i bruk teknologi som kunstig intelligens og dype neurale nettverk (jmf. ny Nasjonal strategi for kunstig intelligens). En slik forskningsinfrastruktur vil kunne stimulere til flere kliniske studier, fordi hver studie ikke trenger å finne en ny Infrastrukturløsning. Videre muliggjør det en bedre samhandling med industri (felles digital biobank), samt at det vil bli enklere å overføre kunnskap fra forskning til klinikk.

Oslo
universitetssykehus

- forskningens behov for forskningsinfrastruktur
- Kategorien Mat og helse dekker det meste av forskningsaktiviteten ved OUS. Det er flere fagområder hvor vi ser det vil være behov for sterkere satsning i årene som kommer, spesielt i forbindelse med kliniske studier, presisjonsmedisin, celleterapi og geneditering og protonterapi
- hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle

Det er etablert flere infrastrukturnettverk som er sentrale i den nasjonale målsetningen om styrking av kliniske studier.

NorCrim – er en sentral satsning for å koordinere nasjonale og internasjonale kliniske studier.

BiobankNorge – Sammenlignet med andre nordiske land ser vi at det ligger et stort potensiale i styrkingen av det nasjonale biobankinitiativet BiobankNorge. Det bør videreutvikles som en nasjonal inngangsport for tilgang til alle biobanker i Norge.

NorEU openscreen vil bli en viktig brikke i arbeidet med bredning av presisjonsmedisin i årene som kommer, hvor eksempelvis testing av medikamentpaneler på pasientderiverte tumorceller kan komme til å spille en større rolle i utviklingen av funksjonell presisjonsmedisin.

Nasjonalt konsortium for sekvensering og persontilpasset medisin (NorSeq) – har vært en sentral aktør i å levere state-of-the-art kompetanse og teknologi innen sekvensering til forskning i Norge. NorSeq har vært med på å etablere neste generasjons diagnostiske tjenester innen mikrobiologi, medisinsk genetikk og kreft, og har vært avgjørende for å utvikle flere presisjonsmedisinske initiativer i Norge. NorSeq-kompetanse har

også vært av avgjørende betydning for Covid-sekvenseringen i Norge under pandemien. Disse initiativene har fremmet samarbeid nasjonalt og internasjonalt. Konsortiet vil fortsette å utvikle og etablere nye teknologier og tjenester for å støtte basal, translasjonell og klinisk forskning. Dette vil bidra blant annet til å stimulere ledende forskning, forbedre tjenester i helsevesenet og samtidig stimulere helseinnovasjon. Derfor må denne infrastrukturen styrkes ytterligere i årene som kommer. Persontilpasset medisin vil i økende grad være basert på genomundersøkelser.

Norwegian Artificial Intelligence Cloud - bør videreutvikles som infrastruktur for kunstig intelligens til utvikling av diagnostiske algoritmer innen bl.a. billeddiagnostikk, patologi og proteomikk. National network of Advanced Proteomics Infrastructure (NAPI) – er en nasjonal plattform som fremmer utviklingen innen massespektrometri(MS)-basert proteomikk på tvers av forskningsmiljøene i hele Norge, og sørger for at forskere har tilgang til de fremste teknologiske nyvinningene innen instrumenter, analyseteknikker og bioinformatiske verktøy. Proteomikk-metoder er i stadig utvikling, og det er et stort behov for fortsatt investering i ny teknologi for å holde NAPI oppdatert. Dette inkluderer enkelt, MS-imaging og ikke-MS-baserte teknikker som OLINK.

Avansert lysmikroskopi nettverk (NALMIN)

Norwegian Brain Initiative (NORBRAIN) – I en aldrende befolkning vil stadig flere ventelig rammes av nevrodegenerative sykdommer som eksempelvis Alzheimer. En fortsatt utvikling av dette forskningsfeltet vil derfor være av stor betydning for

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

Vi ser behov for styrking av infrastrukturer innen (se utfyllende under)

- celleterapi

- genredigering

- presisjonsmedisin, spesielt nye former for presisjonsdiagnostikk og funksjonell presisjonsmedisin

- protonterapi

Celle-genterapi

Advanced Cell Therapy (ACT)-Norway søkte NFR-INFRA i 2020 og dekker celleterapi innen kreft, regenerativ medisin, sjeldne sykdommer mm, herunder pre-GMP og GMP produksjon av celleterapi produkter for kliniske studier. Siden 2020 er ACT senteret ved OUS (privat donasjon) satt i drift, HUS er i gang med utgangspunkt i bevilgning fra Trond Moens stiftelse. 23. sept fikk også UiO/OUS innvilget nytt SFF Precision Immunotherapy Alliance, PRIMA. Det vil fortsatt være behov for å styrke satsningen inne celle- og genterapi

Presisjonsdiagnostikk og funksjonell presisjonsmedisin

Infrastruktur for presisjonsdiagnostikk (InPreD-Norway) søkte NFR-INFRA i 2020 og dekker forskningskomponenten, InPreD er en nasjonal infrastruktur finansiert av RHFene og hvor det gis

refusjon på diagnostikk med store genpaneler for å stratifisere pasienter til kliniske studier (helsetjeneste), herunder til IMPRESS-Norway studien. Forskningskomponenten som hører hjemme på nasjonalt veikart for forskningsinfrastruktur omfatter nye typer diagnostikk, herunder for protein biomarkører, flow- og MS baserte markører og spesielt funksjonell testing på levende celler. Utvikling av nye typer for diagnostikk har også koblinger mot Nasjonalt forskingssenter for klinisk kreftbehandling, MATRIX som har prosjekter innen utvikling av diagnostikk og finansiering for nye studier.

Protonterapi

Det bygges nå to sentre for protonterapi ved OUS og Haukeland med behandlingsrom (gantries) for behandling av pasienter. I begge fasilitetene bygges det også et eget gantry for preklinisk forskning for studier på celler, vev og in vivo i dyreforsøk. Disse tenkes driftet som en kjernefasilitet, og det er planlagt søknad til NFR-INFRA programmet

UNN

- For å få til økning i forskningsvirksomhet er en god forskningsinfrastruktur essensiell for å få til ønskede endringer i vårt strategisk prioriterte område: Kliniske behandlingstudier. Viser til Nasjonal handlingsplan for kliniske studier: https://www.regjeringen.no/contentassets/c3dcd95b7d741319c62642865afadad/i-1206b_kliniske_studier_uu.pdf

- Det er viktig å prioritere å opprettholde og utvikle Biobank-funksjoner.

Mye kan gjøres og bør gjøres for å kartlegge og implementere effektivisering og reduksjon av arbeidet og tidsforbruk relatert til gjennomføring av klinisk forskning i helsesektoren.

- Eksisterende nasjonale infrastrukturer som er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle: NorCRIN
- De områder som det blir spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt: Internasjonale samarbeid → ECRIN
- Integrasjon med European Health Data Space vil være viktig i årene som kommer. Det er viktig at disse infrastrukturene ivaretar personvernet til pasientene på beste måte. Pasientene skal ikke velge mellom å ofre personvernet for å bidra i forskning.
- De hull som kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og /eller samarbeid om/tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer

Fokuset for videreutvikling av eksisterende forskningsinfrastruktur bør være å sørge for at personvernkonsekvensutfordringer og juridiske utfordringer bør være kartlagt og lagt til rette hos den enkelte forskningsinfrastrukturen for å minimere saksbehandlingstid i forskningsprosessen samt at det er gjensidig forståelse blant personvern- og juridiske rådgivere. Samt en tydelig visning av forskningsinfrastrukturens håndtering av informasjonssikkerhet.

Det finnes behov for å harmonisere PVO og juridiske anbefalinger i forhold til forskningsprosesser.

Det er svært viktig at vi ikke bygger opp parallelle infrastrukturer. For helsetjenesten vil det være viktig med infrastrukturer for forskning på pasientforløp som dekker flere nivå av helsetjenesten. Praksisnett er eksempel på en slik infrastruktur som er finansiert av forskningsrådet, men der videre finansiering per i dag er usikker. Vi håper at videre finansiering av de forskningsinfrastrukturene som bygges opp sikres og gjøres langsiktige.

Det samme gjelder infrastruktur for bruk av kunstig intelligens i medisinsk forskning, der vi kan komme til å se samme resultat. Vi må sørge for at flere deler av tjenesten dekkes av den samme infrastrukturen.

Forvaltning (Offentlig)

Svar

Folkehelseinstituttet

1.

I den nasjonale strategien står det at "Forskningsrådet vil bidra til økt tilgjengeliggjøring og gjenbruk av forskningsdata (...) og gjennom finansiering av datainfrastrukturer av nasjonal viktighet." For å lykkes med dette innenfor helsefeltet er det av stor betydning at Norge fortsatt jobber for det ambisiøse målet som lå i Helseanalyseplattformen (HAP). Selv om selve plattformen er satt på pause, oppfordrer FHI til at det fortsatt arbeides for en liknende datainfrastruktur for å oppnå målet om bedre bruk av helsedata. I dag finnes helsedata i en rekke ulike registre som ikke er koplet sammen. Innhenting av data tar for lang tid og fører til at forskningen blir hengende etter og at viktige hypoteser aldri blir utforsket. Det er bra at det er etablert et felles søknadssystem for helsedata og at et felles saksbehandlingssystem er underveis, men fullt utbytte av dette får vi ikke før dataprodukter og kohortutforsker er tilgjengelig i en analyseplattform. I tillegg er det FHIs syn at denne utviklingen vil være gunstig for det internasjonale samarbeidet, blant annet i lys av den kommende EHDS-forordningen. Summen av HUNT Cloud, TSD, SAFE og Microdata vil være nødvendig i en midlertidig fase, men FHI mener at en forskningsinfrastruktur for helsedata på sikt bør legges på nasjonalt nivå og ikke tilknyttet noen enkelte forskningsinstitusjoner slik disse løsningene er organisert i dag.

2.

Norge (v/ Helse- og omsorgsdepartementet) har signert en deklarasjon for å arbeide mot utveksling av genominformasjon på tvers av Europa (1+MG-initiativet). Formålet er å utvikle mekanismer for internasjonalt samarbeid og dataforvaltning som støtter et felles mål: gjøre en million genomer tilgjengelig i EU innen 2022, utnytte investeringer som allerede er gjort på nasjonalt og europeisk nivå, spesielt innen sekvensering, biobanking og datainfrastruktur, samt å oppnå en kohort i tilstrekkelig stor skala for å understøtte ny biomedisinsk og klinisk

forskning og helsehjelp. For å oppfylle forpliktelsene må det sikres at de norske miljøene settes i stand til å levere data, ved at etiske, rettslige, samfunnsmessige og infrastrukturmessige hensyn er ivaretatt. Eksisterende datakilder bør velges der det er mulig, men det må sikres en prosess for generering av supplerende data for å sikre nasjonal representativitet på befolkningsnivå, mellom ulike diagnosegrupper og kliniske datasett. Dette vil gjøre at vi bedre kan knytte oss opp mot europeisk infrastruktur, slik som eksisterende samarbeid på genetisk epidemiologi, utvide kohortgrunnlaget for klinisk forskning og translasjonsforskning, bl.a. innen presisjonsmedisin. Initiativet må sees i sammenheng med arbeidet med forslaget om European Health Data Space (EHDS). Konkret kan Norge bygge en verdifull infrastruktur ved å bygge leveransen av de 12 000 helgenom sekvensene rundt Den norske, mor, far og barn-undersøkelsen, både for å kunne levere de populasjonsbaserte sekvensene som Norge skal levere samt bruke denne kohorten sammen med andre nasjonale kohorter, slik som HUNT og Tromsø-undersøkelsen, for å karakterisere pasientforløp sammen med informasjon om medikament og vaksinebruk. På den måten vil det norske forskersamfunnet ha en infrastruktur som gir unik mulighet til internasjonalt ledende presisjonsmedisin. Den infrastrukturen vil delvis dekkes av midler fra EU.

**Statlige etater
(Offentlig)**

Svar

NVE, Hydrologisk
avdeling

Betydningen av klimaendringer i et helseperspektiv må komme tydeligere fram i prioriteringer; både direkte gjennom fremtidige effekter av varmebølger, endringer i vannkvalitet, migrasjon av patogene organismer....; migrasjon, og psykiske effekter knyttet til større nivå av usikkerhet i samfunnet. Samfunnssikkerhet er generelt nevnt et par steder i veikartet (under IKT og humaniora), og hadde fortjent større plass - også under helse.