Kunnskapsdepartementet

Notat

Til:	Norges forskningsråd	Dato:	29. juni 2026
Fra:	Avdeling for høyere utdanning, forskning og internasjonalt arbeid	Saksnr.:	25/4318-
		Saksbehandler:	Marte Qvenild
Kopi:	Holden Lise Solberg Espen		

Supplerende tildelingsbrev nr. 7 2026 Teknologisk handlingsevne og muligheter

Vi viser til Kunnskapsdepartementets (KDs) tildelingsbrev til Norges forskningsråd for 2026, datert 19. desember 2025. KD viser også til referatet fra etatsstyringsmøtet med Forskningsrådet 02.06 om at *KD forventer at Forskningsrådet gir forskningspolitiske råd om hvilke teknologiområder som Norge bør satse på fremover, inkludert hvor det er særskilte muligheter og utfordringer. Rådgivingen forventes å være tett koplet til rådets budsjettforslag*. I dette supplerende tildelingsbrevet gis Norges forskningsråd et oppdrag der utkast tidligere har vært drøftet med Forskningsrådet.

Oppdrag nr.	**7**
Oppdrag	**Teknologisk handlingsevne og muligheter**
Mål med oppdrag	Vurdere hvilke teknologiområder som peker seg ut for satsinger fremover, inkludert hvor det er særskilte muligheter og utfordringer
Frist	Innen 1. november 2026
Tildeling	Oppdraget finansieres innenfor gjeldende rammer under kap. 285, post 01.
Bakgrunn for oppdraget	Rask teknologiutvikling stiller store krav til norsk forskningspolitikk og dermed Forskningsrådets rådgiving fremover. I arbeidet med en ny langtidsplan for forskning og innovasjon er det aktuelt å etablere forsknings- og teknologiallianser på tvers av departementene innenfor strategisk viktige områder. Til det arbeidet vil vi trenge et kunnskapsgrunnlag om Norges teknologiske handlingsevne. Oppdraget må kunne svare ut spørsmål som: Hvor har Norge faglige fortrinn på teknologfeltet? Hvor er det uutløst potensial? Hvem er sentrale aktører? Hva er sentrale utviklingstrekk og

	hvor har vi kritiske mangler? Oppdraget bør også gi en vurdering av modenhet på ulike teknologifelt, og dette bør sees i lys av nordisk og europeisk status, inkludert EUs rammeprogram. KD vil komme tilbake til Forskningsrådet på et senere tidspunkt dersom departementet har behov for at Forskingsrådet kartlegger teknologisk handlingsevne i næringsliv og brukermiljøer (fase 2).
Beskrivelse av oppdraget	Oppdraget skal blant annet: • Gi status på strategisk viktige teknologiområder i Norge og vurdere hvor vi har faglige fortrinn og potensial. • Vurdere svakheter og mangler og hvilke av disse som er viktigst å ta tak i. • Bygge bl.a. på fagevalueringer, på kunnskapsgrunnlaget for vurdering av sensitive teknologier (KVAST), det nye veikartet for forskningsinfrastruktur, på søknadstilfanget de siste årene (ikke bare innvilgete prosjekter, men totaliteten av hva det søkes om fra fagmiljøene i Norge), SSB, porteføljestyreanalyser, og patentdata. • Forskningsrådets leveranse i dette oppdraget bør kunne kobles tett til rådets fremtidige budsjettforslag.
Leveranse	Forskingsrådet bes levere sine anbefalinger innen 1. november 2026. Rådet har ansvar for å kalle departementet inn til statusmøter på egnede tidspunkt underveis i arbeidet.

Vedlegg 2: Detaljert beskrivelse av strategisk viktige teknologiområder i Norge

Innhold

1. Avanserte halvlederteknologier 2
2. Teknologier med kunstig intelligens (KI) 5
3. Kvanteteknologier 9
4. Bioteknologier 12
5. Avansert samband, navigasjon og digitale teknologier 15
6. Avanserte sensorteknologier 18
7. Romteknologier (romdrifts- og fremdriftsteknologier) 21
8. Energiteknologier 22
9. Robotikk og autonome systemer 27
10. Avanserte materialer, produksjons- og resirkuleringsteknologier 30
11. Undervannsteknologier 34

1. Avanserte halvlederteknologier

1.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

Menons kartlegging beskriver forsknings- og utdanningsmiljøer ved NTNU, UiO, USN, SINTEF, UiT, UiB og NMBU. Sentrale fagområder omfatter materialvitenskap, nanoteknologi, elektroniske systemer, mikrosystemer, optikk, ultralyd, mikrobølger og fotonikk. Rapporten understreker at halvlederkompetansen er tverrfaglig og spredt på flere institutter og fagområder.[1]

Forsknings- og industrimiljøene er geografisk konsentrert rundt Trondheim, Oslo og Horten. Trondheim har en særlig konsentrasjon av designmiljøer for integrerte kretser og spin-out-selskaper fra NTNU. Oslo har miljøer innen integrerte kretser, mikro-elektromekaniske systemer **(**MEMS) og optoelektronikk, mens Horten har en konsentrasjon innen MEMS, pakking og mikrosystemer i samspill med USN.[2]

Chips er et europeisk partnerskap for elektroniske komponenter, halvleder- og systemteknologier, med nasjonal medfinansiering av norsk deltakelse. Gjennom Chips Joint Undertaking (JU) er det finansiert syv prosjekter der norsk deltakelse i europeiske halvledersatsinger kobler mikrobrikker, sensorer og programvare til konkrete behov i industri og samfunn. Satsingene omfatter lokal kunstig intelligens, automatiserte systemer, medisinsk teknologi, grønnere halvlederproduksjon, kvanteteknologi og tilgang til kompetanse og produksjonsressurser.

CC-NorChip-rapporten er utarbeidet av SINTEF og Universitetet i Oslo og bygger på kompetansen i konsortiet. Den dokumenterer relevante faglige utviklingsområder for norske miljøer, blant annet MEMS og piezoMEMS, integrert fotonikk, nye materialplattformer, heterogen integrasjon og avanserte CMOS (Complementary metal–oxide–semiconductor) - og pakkingsteknologier.[3]

Aktørbildet viser komplementære miljøer, men kildene dokumenterer ikke entydig forskerårsverk, kritisk masse, nøkkelpersonavhengighet eller kvalitet på gruppenivå. Menons oversikt over litt over 400 vitenskapelig ansatte ved utvalgte institutter er uttrykkelig ikke komplett og inkluderer personer som også arbeider med andre temaer enn halvledere.[4]

KVASTs sluttrapport viser at avanserte halvlederteknologier var blant områdene med lavest rapportert aktivitet. Aktiviteten var tredje lavest i UH-sektoren og lavest i instituttsektoren. Særlig høyfrekvente databrikker og utstyr for produksjon ved svært avanserte nodestørrelser hadde lav aktivitet.[5]

EVALMIT-tillegget gir et differensiert bilde: Norge vurderes som blant de ledende landene innen mikroelektronisk enhetspakking, og aktivitetene ved NTNU innen nanoelektronikk og fotonikk beskrives som internasjonalt ledende. Integrert kretsdesign og mikroprosessorer vurderes derimot som gjennomsnittlige, og det ble ikke identifisert fremragende aktivitet innen avansert produksjonsutstyr.[6]

[1] Vennerød et al., The Semiconductor Industry in Norway, 24–26.
[2] Vennerød et al., The Semiconductor Industry in Norway, 23–26.
[3] Vogl, Toftevaag og Wisland, D4.2 Report, 3, 9–33.
[4] Vennerød et al., The Semiconductor Industry in Norway, 39.
[5] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Sluttrapport*, 2026, avsnitt 3.6.3.
[6] Norges forskningsråd, Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side (2026), avsnittet om halvlederteknologi, mikroelektronikk og fotonikk.

1.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

NorFab er den viktigste offentlig finansierte infrastrukturen som dokumenteres i Menon-kilden. De tre universitetsnodene tilbyr åpne renrom for forskning og utvikling, mens SINTEF MiNaLab har produksjonskapasitet og kontraktproduksjon for en rekke selskaper. Spesialiseringen mellom nodene skal redusere unødvendig duplisering av kostbart utstyr.[7]

Kompetansesenteret CC-NorChip setter den norske infrastrukturen inn i et europeisk teknologi- og pilotlinjelandskap. Rapporten viser at videre utvikling av halvlederteknologi krever wafer bonding, chip-til-wafer-integrasjon, 3D-integrasjon, hybrid bonding, avansert pakking og kobling mellom elektronikk og fotonikk. Den omtaler også europeiske pilotlinjer som nanoIC, FAMES og Photonics for Quantum.[8]

Nasjonal infrastruktur er tilstrekkelig til forskning, prototyping og enkelte former for småskala produksjon, men ikke til en komplett nasjonal verdikjede for avanserte logikkbrikker. Teknologisk handlingsevne krever derfor et sammenhengende løp fra materialer og design via fabrikasjon, pakking, karakterisering og testing til europeiske pilot- og produksjonslinjer. Kildene gir ikke tilstrekkelige data om kapasitet, kø, kostnader, sikkerhetsnivå, teknisk støtte eller langsiktig driftsfinansiering.[9]

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur beskriver gode generiske renromsfasiliteter for nano-, kvante- og materialteknologi, men peker også på stort behov for oppgradering med banebrytende utstyr og vedlikehold av eksisterende laboratorier. Veikartets prinsipper understreker komplementaritet, bred tilgang, internasjonalt ledende forskning og langsiktig drift.[10]

1.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

Menon anslår at 56 prosent av den kartlagte arbeidsstyrken hadde mastergrad og 11 prosent doktorgrad. Rundt en fjerdedel var født utenfor Norge, og nesten to tredeler av de ansatte med doktorgrad var utenlandsfødte. Kartleggingen identifiserte et stramt arbeidsmarked, men ikke en alvorlig mangel i 2023; tilgang til kompetent personell ble likevel vurdert som en flaskehals for framtidig vekst.[11]

Relevant utdanning dekker blant annet nanoteknologi, elektroniske systemer, fornybar energi og nanoteknologi, fotonikk samt mikro- og nanosystemteknologi. Kilden understreker samtidig at industrien rekrutterer bredt fra fysikk, kjemi, materialteknologi, datafag og ingeniørfag og ofte bruker intern opplæring for å bygge spesialisert halvlederkompetanse.[12]

CC-NorChip synliggjør behov for kompetanse i design og prosessintegrasjon på tvers av CMOS, MEMS, fotonikk, nye materialer, pakking, effektelektronikk og energieffektive arkitekturer. Dette innebærer at kompetansebehovet gjelder både dyp spesialisering og systemforståelse på tvers av komponenter, prosesser og anvendelser.[13]

Kompetansegrunnlaget er høyt utdannet og internasjonalt, men sårbart for global konkurranse om spesialister. Utdannings- og rekrutteringstiltak bør vurderes sammen med

[7] Vennerød et al., *The Semiconductor Industry in Norway*, 15–16 og 24–26.
[8] Vogl, Toftevaag og Wisland, *D4.2 Report*, 13–14, 23 og 28–33.
[9] Vennerød et al., *The Semiconductor Industry in Norway*, 24–26; Vogl, Toftevaag og Wisland, *D4.2 Report*, 28–33.
[10] Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025*, 7–9 og 22–27.
[11] Vennerød et al., *The Semiconductor Industry in Norway*, 5–7 og 26–30.
[12] Vennerød et al., *The Semiconductor Industry in Norway*, 26–30.
[13] Vogl, Toftevaag og Wisland, *D4.2 Report,* 9–33.

tilgang til renrom, designverktøy, pilotlinjer og industrielle problemstillinger, fordi praktisk erfaring er en sentral del av kapasiteten.[14]

Forskningsrådets porteføljeanalyse viser at nanoteknologi overlapper med underområdet elektronikk, maskinvare, smarte komponenter og kommunikasjonsteknologi, som økte med 28 prosent fra 2019 til 2023, særlig i næringslivet. Kategorien er bredere enn avanserte halvlederteknologier og kan derfor bare brukes som kontekst.[15]

FD-kunnskapsgrunnlaget viser en økning i doktorgrader innen teknologifag fra 268 i 2020 til 350 i 2024, men gir ikke et konsistent tall for avanserte halvlederteknologier alene. Det gir derfor ikke grunnlag for å fastslå kandidatproduksjon eller rekrutteringsbalanse på teknologiområdet.[16]

1.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFUs kartlegging og KVASTs sluttrapport plasserer avanserte halvlederteknologier blant områdene der Norge samlet står svakest. Vurderingen bygger på kombinasjonen av lav total publisering, lav global andel, lav andel blant de ti prosent mest siterte artiklene og betydelig lavere EU-aktivitet enn i de øvrige nordiske landene.[17]

Porteføljeanalysen dekker brede muliggjørende teknologier og dokumenterer ikke komplett søknadsvolum eller suksessrate for halvledere. Investeringsplanen prioriterer Chips JU som relevant internasjonalt partnerskap, men planlagt prioritering kan ikke brukes som dokumentasjon på oppnådd norsk prosjektuttelling.[18]

1.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

Menon beskriver den globale verdikjeden som høyt spesialisert. Norske designmiljøer er i stor grad fabless og avhengige av utenlandske produksjonslinjer, chip designverktøy, immaterielle rettigheter og leverandører. Rapporten viser også betydelig utenlandsk eierskap blant de større norske halvlederselskapene.[19]

CC-NorChip er et norsk kompetansesenter for chip- og sensorteknologier, samfinansiert gjennom Chips Joint Undertaking og deltakende land. Rapporten plasserer utviklingen i europeiske løp for avansert CMOS, FD-SOI, fotonikk, kvanteteknologi og heterogen integrasjon.[20]

Chips JU er eksplisitt prioritert i Forskningsrådets investeringsplan for muliggjørende teknologier 2026–2028. CC-NorChip gir en norsk kobling til det europeiske løpet koblet til European Chips Act, mens teknologitrendrapporten viser relevansen av pilotlinjer for nanoIC, FD-SOI, fotonikk og kvanteteknologi.[21]

På bakgrunn av dette vurderer vi at Norge har en moden og internasjonalt relevant nisjeposisjon i design av laveffekts kommunikasjon, MEMS, sensorer og utvalgte fotonikk- og materialområder, men ikke en komplett verdikjede. Europeisk deltakelse er derfor både en

---

[14] Vennerød et al., *The Semiconductor Industry in Norway*, 26–30.
[15] Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier*.
[16] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side.*
[17] Henrik Karlstrøm et al., Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier, NIFU Rapport 2025:17 (Oslo: NIFU, 2025); Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, KVAST: Sluttrapport, avsnitt 3.6.3.
[18] Norges forskningsråd, Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier, 3–6; Norges forskningsråd, Investeringsplan 2026–2028: Muliggjørende teknologier (2026), prioritering 2.
[19] Vennerød et al., The Semiconductor Industry in Norway, 8–10 og 21–23.
[20] Vogl, Toftevaag og Wisland, D4.2 Report, 1–3 og 28–33.
[21] Norges forskningsråd, *Investeringsplan 2026–2028: Muliggjørende teknologier*, prioritering 2; Andreas Vogl, Håvard Hem Toftevaag og Dag Wisland, *D4.2 Report on Technology Trends within Sensors*, 23 og 28–33.

nødvendighet/mulighet og en avhengighet. Handlingsevnen avhenger av tilgang til pilotlinjer og produksjon, men også av norsk innflytelse over standarder, prioriteringer og tilgangsvilkår.[22] Det er flere sterke norske bedrifter med internasjonale konkurransesterke produkter, herunder Nordic Semiconductor, Microchip Technology Norway, Texas Instruments Norway, Silicon Laboratories Norway, OniO, MEMSCAP, NEO, Tunable, SensiBel, Sonair, poLight, Optronics, Zimmer&Peacock.

2. Teknologier med kunstig intelligens (KI)

2.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

KVASTs spørreundersøkelse viser at KI var teknologiområdet med bredest rapportert aktivitet i UH- og instituttsektoren. EVALMIT beskriver norsk matematikk-, IKT- og teknologiforskning som samlet solid, ofte spesialisert i nasjonalt viktige nisjer.[23]

KI er det desidert største teknologiområdet innenfor Forskningsrådets IKT-portefølje, med 770 mill. kroner i utført FoU i 2025, en økning på 227 mill. kroner fra 2021. Nasjonale tall viser at innsatsen ble mer enn doblet fra 2019 til 2023. FoU-sektoren lå høyere enn næringslivet i 2019 og 2021, men ble forbigått av næringslivet i 2023. Tallene for 2025 er ennå ikke tilgjengelige. Analysen forventer et stort løft fra og med 2026, da de seks nasjonale KI-sentrene ble etablert i 2025, samt etableringen av Maritimt KI senter og Transport KI-senter i hhv 2025 og 2026.

Det bredere senterlandskapet kombinerer grunnleggende forskning og metodeutvikling med anvendelsesrettet og tverrfaglig forskning. SFF Integreat og SFI Visual Intelligence utvikler henholdsvis kunnskapsdrevet maskinlæring og metoder for komplekse visuelle data. De seks nasjonale KI-sentrene utfyller denne innsatsen med beslutnings-KI, legemliggjort KI, ressurs- og risikobevisst KI, pålitelig KI og menneskesentrert læring. Andre KI-tunge sentre viser bredden i anvendelser innen blant annet helse, maritim virksomhet, energi og klima, industri og logistikk, utdanning og forvaltning, medier og kultur samt jordobservasjon og skogbruk. Senterlandskapet viser at KI-innsatsen i stor grad følger områder der Norge allerede har fortrinn.

KI er også et kraftig verktøy for å utføre forskning og kan bidra til flere store gjennombrudd på andre forskningsområder, senest i en Alzheimer-studie der kunstig intelligens er brukt til å analysere enorme genetiske datasett[24]. Forskningsrådets merkesystem viser en dobling av innsatsen på digitalisering og bruk av IKT i forskning, fra 2024 til 2025. Vi antar at mye av dette er knyttet til å ta i bruk KI i forskningen. Utover dette har vi ingen egen merking av KI brukt i forskning i andre fagfelt. Uten å kunne tallfeste det, er det en betydelig vekst i bruken av KI på andre fagområder, spesielt innenfor teknologiområdene/materialteknologi/bioteknologi, helse og medisin, energi/mineraler/geologi, samfunnsfag/økonomi/psykologi, humaniora/historie/språkteknologi. Norske søkere har høy deltakelse i søknader innenfor EUs RAISE-utlysninger[25] særlig innenfor teknologiområdene og medisin og helse.

Tabellen nedenfor viser anvendelsesområdene og den KI-faglige kjernen i de seks nasjonale KI-sentrene. Disse inngår i et bredere senterlandskap som også omfatter Norwegian Maritime AI Centre, Transport KI-senteret og KI-tunge sentre i SFI-, SFF- og FME-

[22] Vennerød et al., The Semiconductor Industry in Norway, 8–10; Vogl, Toftevaag og Wisland, D4.2 Report, 28–33.
[23] Norges forskningsråd, FFI og NSM, KVAST: Delleveranse 3, 5-12; Norges forskningsråd, *EVALMIT: National Report.*
[24] Største genetiske studie av Alzheimers sykdom identifiserer 48 nye risikoområder - Oslo universitetssykehus HF
[25] RAISE: Resource for AI Science in Europe - Research and innovation

ordningene. Anvendelsesområdene viser hvor forskningen utvikles og prøves ut, ikke norsk produksjons- eller innføringsevne.

Senter	Tydelige anvendelsesområder	KI-faglig kjerne
TRUST	Helse, transport, forvaltning, sikkerhet og klimatilpasning	Pålitelig, rettferdig, trygg, bærekraftig og ansvarlig forvaltet KI
MishMash	Kunstnerisk utøving, kreative prosesser, helse og velvære, utdanning, kreative og kulturelle næringer, kulturarv og kreativ problemløsning	Kreativ og samkreativ KI, generativ KI, menneske-maskin-samspill
NCEI	Autonome systemer i luft, på land og i vann; navigasjon, manipulasjon og fysisk arbeid	Legemliggjort KI, robotpersepsjon, planlegging og samutforming av kropp og hjerne
SURE-AI	Innovasjonsprosjekter i offentlig og privat sektor; energi, miljø og samfunnsmessige problemstillinger er integrert i fagprofilen	Ressurseffektiv, forklarbar, robust, risikobevisst og etisk KI
AID	Energi, helse, logistikk og prosessindustri	Beslutningsstøtte, autonome beslutninger, usikkerhet, risiko og menneskelige preferanser
AI LEARN	Skole, arbeidsliv, hverdagsliv og demokratisk deltakelse	Menneskesentrert KI, hybrid intelligens, fleraktørøkosystemer og kompetansebygging

2.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

EVALMIT vurderer den brede forskningsinfrastrukturen for matematikk, IKT og teknologi som meget god, men vurderingen dokumenterer ikke særskilt tilgang, kø, kostnad, sikkerhetsnivå eller GPU-kapasitet for KI-forskning.

Nasjonal forskningsberegning ble styrket i 2026 gjennom oppgradering av superdatamaskinen Olivia til 448 NVIDIA Grace Hopper-GPUer. Norske forskere har også en nasjonal tildeling på EuroHPC-systemet LUMI i Finland. Kilden understreker at dette er forskningsskala, ikke kapasitet på nivå med de største kommersielle treningsanleggene.[26]

KVASTs EVALMIT-tillegg peker samtidig på at fasiliteter med et stort antall GPUer for trening og oppdatering av grunnmodeller framstod som mangelfulle som nasjonal ressurs, og anbefalte en nasjonal investeringsplan dersom Norge ønsker å utvikle egen ekspertise på området.[27]

I infrastrukturtildelingen høsten 2026 er eX-C3 SLICES Norge direkte relevant for KI. Infrastrukturen skal videreutvikle eksperimentell tungregning og testmiljøer for digitale

[26]Simula Metropolitan Center for Digital Engineering, *State of AI in Norway 2026*, 12.
[27]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3*.

systemer, og legge til rette for norsk deltakelse som node i den europeiske SLICES-infrastrukturen. Den skal støtte testing og utforsking innen KI, tingenes internett, kommunikasjonsteknologi og cybersikkerhet.

ELIXIR Norway er direkte relevant for datagrunnlaget til KI i livsvitenskapene. Infrastrukturen skal gjøre biologiske og medisinske forskningsdata enklere å finne, bruke og dele på en trygg og kvalitetssikret måte, og gjøre dataene bedre egnet for KI og avanserte analyser.

NorFab er indirekte relevant for KI gjennom tilgang til renrom og avansert utstyr for mikro- og nanoteknologi, blant annet sensorer, kommunikasjonsteknologi og kvanteteknologi. Den er relevant for KI-forskningen ved at den understøtter maskinvare- og sensorgrunnlaget for fysiske KI-systemer.

Samlet ser vi at infrastrukturen gir et bedre utgangspunkt enn tidligere, men handlingsevnen avhenger av hele kjeden: beregning, lagring, dataforvaltning, sikker tilgang, programvarestakker og avansert brukerstøtte. En ren opptelling av GPUer eller datasentre er utilstrekkelig. Det avgjørende er om norske forskere kan få forutsigbar tilgang til riktig kapasitet, med relevante data, kompetanse og sikkerhetsnivå. Europeisk tilgang reduserer behovet for å bygge alt nasjonalt, men skaper samtidig avhengighet av programdeltagelse, medfinansiering og prioriteringsmekanismer utenfor Norge.

2.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

EVALMIT peker på at en generasjon seniorforskere nærmer seg pensjonsalder, at det trengs flere forskere tidlig og midt i karrieren, og at doktorgradsproduksjonen bør økes. Evalueringen anbefaler ny forskningskapasitet i betydelig skala der Norge må ta igjen etterslep, og nevner KI eksplisitt.

KVAST-materialet beskriver rekruttering som vanskeligst innen cybersikkerhet og KI-teknologier. Det peker også på behov for sikkerhetsklarerte doktorer innen KI, maskinlæring og modellutvikling, og på at usikkerhet om sikkerhetsklarering kan føre til at gode kandidater velges bort. KI-sentrene har eksplisitte mål om kompetansebygging og planlegger å ansette nærmere 150 rekrutteringsstillinger i perioden 2026–2030, hvorav over 100 er doktorgradsstipendiater. Forskningssentrene som er forskningstunge på KI rekrutterer nærmere 50 postdoktorstipendiater og over 100 doktorgradsstipendiater i perioden 2020–2033. I tillegg vil de bidra til et høyt antall mastergrader. KI-milliarden bidrar også til å styrke kompetansen i næringslivet og offentlig sektor, ved at det er etablert mer enn 30 stipendiatstillinger i Nærings-ph.d.- og Offentlig sektor-ph.d.-ordningene med oppstart i 2025 og 2026.

Forskningsrådet finansierer to nasjonale forskerskoler innenfor KI, en med hovedvekt på teknologifagene og en med hovedvekt på humaniora og KI. De to forskerskolene samarbeider tett og vil bidra til høy kvalitet, tverrfaglighet, høy samfunnsnytte og relevans (for næringsliv og offentlig sektor) i utdanningen.

Sentrene styrker rekrutteringsgrunnlaget ved å kombinere metodeutvikling, sektorielle problemstillinger og tverrfaglighet. Det gjenstår likevel kunnskapshull om samlet antall KI-årsverk, karrierebaner, mobilitet, varige stillinger og knapp nøkkelkompetanse innen modelltrening, evaluering, forskningsprogramvare og drift av store beregningsmiljøer.

2.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFUs kartlegging karakteriserer Norge som en relativt sterk FoU-nasjon innen KI, basert på høy aktivitet justert for befolkning, svært høye siteringstall og sterk deltakelse i EU-finansierte

prosjekter med høy koordineringsgrad. KI var det største av de kartlagte sensitive teknologiområdene i norsk publisering.

Et kunnskapsgrunnlag utarbeidet til Forsvarsdepartementet viser om lag 2500 norske KI-publikasjoner i Web of Science i 2015–2024, hvor maskin- og dyplæring utgjorde den største underkategorien. Rapporten viser også sterk EU-finansiering, men bygger hovedsakelig på innvilgede prosjekter og kan ikke alene dokumentere samlet søknadsaktivitet eller suksessrate.

Prosjektsammendragene dokumenterer tydelig tverrfaglighet i KI-senterlandskapet, blant annet mellom informatikk, matematikk, statistikk, logikk, ingeniørfag, jus, etikk, samfunnsvitenskap, humaniora, pedagogikk, kunst og design.[28]

Kildene dokumenterer forskningskvalitet og europeisk konkurranseevne, men ikke hele mobiliseringsbildet. Senterlandskapet gir organisatoriske rammer for kritisk masse, langsiktighet, metodeutvikling og tverrfaglighet.

2.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

NIFU finner at Norge er sterkt posisjonert i EU-finansierte KI-prosjekter og har høy koordineringsgrad. Samtidig viser kartleggingen at Kina var Norges viktigste samarbeidspartner innen KI-publisering i 2024, og at samarbeidet over tid er blitt mer konsentrert om Kina. NIFU understreker at sterkt samarbeid ikke i seg selv dokumenterer avhengighet.

En nordisk sammenstilling viser at Norge skårer høyt på bruk, tillit og spredning av KI-ferdigheter, men lavere på offentlige investeringer, infrastruktur og produksjon målt i absolutte frontmodellindikatorer. Norge har ikke utviklet en generell grunnmodell fra bunnen av i global front, men har flere norske språk-, tale- og domenemodeller.

Europeisk samarbeid er sentralt fordi norske kapasiteter må kobles til felles beregningsressurser, dataområder, standarder og programmer. Deltakelse gir tilgang, men norsk påvirkning avhenger av aktiv konsortiedeltakelse, koordinatorroller og stabil nasjonal medfinansiering.

De nasjonale KI-sentrene har omfattende internasjonale partnerskap og vil bidra til økt mobilitet og internasjonal synlighet for norske forskningsmiljøer. Norge framstår sterkt integrert i europeisk KI-forskning gjennom deltakelse og koordineringsroller i EU-finansierte prosjekter. Kildene dokumenterer samtidig ikke at denne posisjonen gir selvstendig kontroll over generelle grunnmodeller, maskinvare, skytjenester eller skalerende plattformlag. En realistisk posisjon er derfor en spesialisert og internasjonalt integrert KI-nasjon, med nasjonal kapasitet i kritiske data-, evaluerings-, sikkerhets- og domenefunksjoner og europeisk arbeidsdeling om kapitalintensiv spissinfrastruktur.

[28] Norges forskningsråd, 6 KI-sentre Prosjektkatalog_m_popvit (prosjektsammendrag og populærvitenskapelige framstillinger for TRUST, MishMash, NCEI, SURE-AI, AID og AI LEARN, 2025).; Norges forskningsråd, KI-tunge Forskningssentre Prosjektkatalog_m_popvit (prosjektsammendrag og populærvitenskapelige framstillinger for Center for Digital Narrative, Integreat, BigInsight, MediaFutures, Visual Intelligence, Climate Futures, SmartForest og NorwAI, 2026).; Norges forskningsråd, Maritim KI-senter Prosjektkatalog_m_popvit (prosjektsammendrag og populærvitenskapelig framstilling for Norwegian Maritime AI Centre, 2025).

3. Kvanteteknologier

3.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

NIFUs kartlegging viser at norsk publisering innen kvanteteknologi økte fra fem publikasjoner i 2015 til 30 i 2024. Kvanteberegning hadde størst publiseringsvolum, mens kvantesensorer og -radar hadde minst. EVALNAT karakteriserte den norske posisjonen innen kvantevitenskap og -teknologi som svak og pekte på små og fragmenterte forskergrupper, manglende strategisk retning og svak kobling mellom grunnforskning og anvendelser.[29]

Det supplerende kunnskapsgrunnlaget identifiserer relevante miljøer ved UiO, NTNU, SINTEF, Simula, OsloMet, USN og UiB. Miljøene dekker blant annet kvanteoptikk, sensorer, materialer, algoritmer og feilretting. Det finnes også relevant kompetanse innen post-kvantekryptografi, blant annet ved NSMs Senter for anvendt kryptologi. Kilden understreker at porteføljeinformasjonen er et signal og ikke en fullstendig kartlegging av nasjonal kapasitet.[30]

Kartleggingen fra sommeren 2025 viser at NTNU og UiO er de største aktørene, med i underkant av 40 årsverk hver i fakultetsstillinger, i tillegg til stipendiater. Av de om lag 131 årsverkene var de største registrerte kategoriene kvantekjemi og kvantefysikk/kvantemekanikk, begge med om lag 27 årsverk, etterfulgt av kvantesensorer med 17, kvantematerialer med 16 og kvanteinformatikk med 15.[31]

I kunnskapsgrunnlaget vurderes kvantesensorer som området med tydeligst norske fortrinn. Det viser til komplementære miljøer innen materialteknologi, fotonikk, sensorelektronikk og metrologi ved blant annet UiO, NTNU, SINTEF, UiB, USN, FFI og Justervesenet. Kvantekommunikasjon har mer begrenset aktivitet, mens kvanteberegning har tyngde i algoritmer, programvare og teoretisk kvanteinformatikk framfor egen maskinvareutvikling.[32]

I Bergen åpnet høsten 2026 UiB Kvante - Senter for kvanteteknologi. Senteret er et samarbeid mellom UiB og Trond Mohn forskningsstiftelse og har et totalbudsjett på 81 mill. kroner over 5 år. Fire nasjonale sentre for kvanteteknologisk forskning på til sammen 244 millioner kroner ble tildelt av Forskningsrådet i 2025. Forskningssentrene er femårige og innen kvanteberegning, kvantekommunikasjon og kvantesensorer. Sentrene skal styrke kapasitet og kvalitet innen kvanteberegning, kvantekommunikasjon og kvantesensorer og skal bidra til forskerutdanning og styrke evnen til å håndtere sikkerhetsutfordringer:

- Centre for Defects in Semiconductors for Quantum Sensing (DSQS) – UiO – små materialdefekter som svært følsomme sensorer
- The Norwegian Quantum Software Center (NorQSoft) – Simula Research Laboratory – pålitelig programvare for kvantedatamaskiner
- Centre for Quantum Communication Networks and Applications (QCNA) – Simula UiB – sikker kommunikasjon og fremtidens kvantenettverk
- Centre for Quantum Computing and Applications (QSTAR) – SINTEF– grunnlaget for robuste og nyttige kvanteberegninger

Sentrene utfyller hverandre og er først og fremst en oppbygging av langsiktig forskningskapasitet og kompetanse, med praktisk utprøving og kontakt med brukere som bro til fremtidige anvendelser – ikke en garanti for ferdige kommersielle løsninger innen

[29] Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier*, 64-67; Norges forskningsråd, *EVALNAT: National report*.
[30] Norges forskningsråd, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*.
[31] Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 6–8.
[32] Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 9–11.

prosjektperioden. Dette samsvarer med nasjonale mål om å styrke både nasjonal teknologiutvikling og kunnskapsberedskap.

I 2026 ble det tildelt midler til et nasjonalt kunnskapsnettverk som skal samle forskningsorganisasjoner, næringsliv og offentlig sektor og styrke særlig nordisk og annet internasjonalt nettverkssamarbeid.

3.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur beskriver behov for infrastruktur for kvantesensorer, komponenter og systemer ved romtemperatur og kryogene temperaturer, samt nasjonal kvantekommunikasjonsinfrastruktur med noder, fibernettverk og sikker overføringskapasitet. Veikartet peker samtidig på norske styrker innen kvanteprogramvare, mellomvare og algoritmer og legger til grunn at tilgang til kvantemaskiner i stor grad må sikres gjennom internasjonalt, særlig nordisk, samarbeid.[33]

I 2025 ble det investert 43 millioner i to kvanteteknologirelaterte infrastrukturer ved NorFab og Sigma2. SINTEF etablerer fra 2026 en del av en europeisk fotonikk-kvantepilotlinje under Chips JU for 24 millioner kroner.

Norge deltar gjennom EuroHPC i europeisk infrastruktur for superdatamaskiner og kvantedatamaskiner. Gjennom LUMI-Q-konsortiet er det investert i en andel av den europeiske kvantecomputeren VLQ. Samtidig beskrives Norges rolle i kvanteberegningsinfrastruktur og kvantesikker kommunikasjonsinfrastruktur som begrenset, og tredjelandsstatus kan gi strukturelle begrensninger for vertskap for EU-finansiert infrastruktur.[34]

Kunnskapsgrunnlaget beskriver den nasjonale laboratorieinfrastrukturen som solid, men fragmentert. Det viser blant annet til QuSpin og NanoLab ved NTNU, MiNaLab og Hylleraas-senteret ved UiO, diamantbasert sensoraktivitet ved UiB, relevant sensorteknologi og kryogenikk i instituttsektoren og Justervesenets operative kvantemålestandarder.[35]

Norge har foreløpig en nasjonal testinfrastruktur for kvantekommunikasjon, og det foreslås en testlinje via fiber og satellitt. For beregning og simulering etterlyses et nasjonalt kvantedatasenter koblet til HPC og en nasjonal programvare- og algoritmelab.[36]

3.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

Kartlegging av avlagte doktorgradsavhandlinger viser at kvanteteknologier utgjorde rundt tre prosent av avhandlingene innen de fire EU-prioriterte teknologiområdene kvanteteknologi, avanserte halvlederteknologier, bioteknologi og kunstig intelligens i perioden 2010–2024. Området var lite, men vokste mot slutten av perioden. Klassifiseringen er usikker (hver avhandling ble plassert i ett teknologiområde basert på tittel og eventuelt sammendrag).

Den nasjonale opptrappingen omfatter fire sentre og nye studieplasser. Volumet er likevel lavt sammenlignet med forventet behov og peker på begrenset erfaring med koordinatorroller og større strategiske prosjekter. Den næringsrettede kvanteutlysningen i 2026 er godt tilsøkt

[33] Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur* 2025, 25.
[34] Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025*, 12 og 48; Norges forskningsråd, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*, 2.
[35] Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 21–22.
[36] Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 22.

og skal mobilisere bedrifter, utløse private investeringer og styrke samspillet mellom bedrifter og forskningsorganisasjoner.[37,38]

Dagens utdanningskapasitet beskrives som lav sammenlignet med nordiske naboland og utilstrekkelig for framtidige behov. UiO har etablert bachelor- og masterløp, NTNU en studieretning i kvanteteknologi, OsloMet en masterspesialisering og Quantum Hub, og UiB har startet et sivilingeniørstudium i 2026. Kilden anbefaler samordnede masterløp, flere doktorgrads- og postdoktorstillinger og modulbasert videre- og etterutdanning.[39]

3.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFUs bibliometriske kartlegging viser at norske publikasjoner innen kvanteteknologi samlet hadde siteringsinnflytelse under verdensgjennomsnittet. Norge deltok i tre-fire europeiske prosjekter i de ulike uttrekkene, vesentlig færre enn Sverige, Danmark og Finland. Norges andel av tildelte midler var på 1,5 prosent, mot 5,0 prosent i den samlede europeiske prosjektporteføljen.[40]

Forskningsrådets kvanteportefølje økte med 28 prosent fra 2020 til 2024, til 61 mill. kroner fordelt på 25 prosjekter. Prosjektene er innvilgede prosjekter. Det er ikke foretatt et samlet uttrekk over alle søknader, karakterer, søkte beløp og innvilgelsesrater i Forskningsrådet, Horisont Europa og QuantERA.[41]

Kunnskapsgrunnlaget til kvantestrategien omtaler flere norske miljøer som internasjonalt sterke, særlig innen kvantesensorer, materialer, fotonikk, algoritmer og programvare.[42]

3.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

Norge vurderes som svakt posisjonert sammenlignet med danske, finske og enkelte europeiske miljø målt ved publiseringsvolum, prosjektaktivitet og synlighet i europeisk infrastruktur. Norske miljøer har særlig satset på kvantealgoritmer og programvareutvikling, som framstår som en mer realistisk spesialisert posisjon.[43]

Europeisk deltakelse gir tilgang til Quantum Flagship, utlysninger, faglige nettverk, infrastruktur og kompetanse. Begrenset deltakelse innebærer risiko for at standarder, infrastrukturvalg og systemintegrasjon formes uten tilstrekkelig norsk innflytelse. Investeringer i EuroHPC er prioritert av Forskningsrådet framover, mens norsk deltagelse i QuantERA er besluttet avsluttet. [44]

Kunnskapsgrunnlaget for en norsk kvantestrategi konkluderer med at Norge har reelle muligheter til å ta internasjonale posisjoner, men at dette krever målrettet innsats, koordinering og betydelige offentlige og private investeringer. Det legger vekt på forskningsinfrastruktur, kompetanse og rekruttering, kobling mellom grunnforskning og sluttbrukere, kommersialisering og sivilt-militært samarbeid. Kunnskapsgrunnlaget viser at Sverige, Danmark og Finland har mer helhetlige tilnærminger som omfatter forskning,

---

[37] Norges forskningsråd, *Næringsrettet kvanteteknologi*, 2026.
[38] Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*, 1-2.
39 Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 11–13.
[40] Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier*, 65-67.
[41] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side*, 42.
[42] Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 4 og 9–11.
[43] Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*, 2.
[44] Norges forskningsråd, *Investeringsplan: Muliggjørende teknologier 2026-2028*:Norges forskningsråd, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*.

utdanning, infrastruktur, kommersialisering, sikkerhet og internasjonalt samarbeid. Finland har operasjonelle kvantedatamaskiner og sterke miljøer innen kryogenikk og prosessorer, mens Danmark har bygget et mer kommersielt og sikkerhetsorientert økosystem.[45]

4. Bioteknologier

4.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

Evalueringen av biovitenskap publisert i mars 2024 (EVALBIOVIT) er den fagevalueringen som er mest relevant for bioteknologi. Landskapet beskrives som mangfoldig og desentralisert, med mange relativt små grupper. Norsk biovitenskapelig forskning vurderes samlet som god, med enkelte grupper i internasjonal front, men også enkelte grupper under internasjonalt anerkjent nivå.[46]

Evalueringen vurderer omfanget av norsk bioteknologisk forskning for mat- og ikke-matrelaterte anvendelser som relativt begrenset i et internasjonalt perspektiv. Evalueringen dokumenterer samtidig relevante miljøer, moderne forskningsinfrastruktur og resultater med betydelig samfunns- og næringsrelevans innen blant annet genomikk, landbruksbioteknologi, akvakultur, miljø-DNA og syntetisk biologi. Hovedutfordringene er et fragmentert forskningslandskap, begrenset kritisk masse, svak strategisk koordinering, utilstrekkelig kobling mellom biovitenskap, beregningsmetoder og KI, svekket rekrutteringsgrunnlag og en begrenset nasjonal bioteknologi- og farmasøytisk industri.

Porteføljeanalysen peker på tre sterke, men ulike økosystemer innenfor bioteknologi. Biomedisin og helse er størst både nasjonalt og i Forskningsrådets bioteknologiportefølje. Havbruk og marine næringer har miljøer innen nye fôrmidler, avl og reproduksjon, vaksiner, fiskehelse og utnyttelse av marin biomasse. Landbruksbioteknologien inngår i et samarbeidsøkosystem rundt avl, fôr og plantehelse. Industriell bioteknologi har fortsatt et lite omfang nasjonalt, men har vokst og er den delen av feltet som mottar mest EU-finansiering.[47]

NIFUs prosjektkartlegging for 2020–2024 (avgrenset til KVAST-definisjonen av bioteknologi) viser størst prosjektdeltakelse ved NTNU og NMBU, etterfulgt av UiO, UiB, OUS og UiT i UH- og helsesektoren. SINTEF er største instituttaktør, fulgt av NORCE, Nofima og Havforskningsinstituttet. NIFU understreker at prosjekt- og publikasjonsdata bare delvis synliggjør næringsliv og aktivitet som ikke publiseres.[48]

Vi vurderer at bredden gir Norge kapasitet til å forstå og utvikle bioteknologi på tvers av helse, mat, hav og industri. Samtidig reduserer fragmenteringen evnen til å opprettholde kritisk masse innen smale, raskt utviklende underområder. Det mest realistiske norske fortrinnet ligger derfor i spesialiserte miljøer som kombinerer biologiske ressurser, langsiktige datasett, avansert analyse og sterke brukerbehov, snarere enn i bredt teknologisk lederskap på hele bioteknologiområdet.

4.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

EVALBIOVIT vurderer tilgjengeligheten av moderne forskningsinfrastruktur som en klar norsk styrke. Dette gjelder molekylære screeningplattformer, massespektrometri, genomikk,

[45] Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *Veien mot en norsk kvantestrategi*, 25–30.
[46] Norges forskningsråd, *EVALBIOVIT: National report*, 6–19.
[47] Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier*.
[48] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side*.

sekvensering, mikroskopi, forskningsfartøy, forsøks- og feltfasiliteter for kontrollerte studier av planter, dyr og produksjonssystemer, kontrollerte klimafasiliteter, bioraffineri, veterinærfasiliteter, pilotanlegg for mat og langsiktige datasett. Slike forsøksfasiliteter kan omfatte gårdsanlegg eller forsøksstasjoner der forskere gjennomfører kontrollerte studier under realistiske drifts- og miljøforhold. Mange plattformer er tilgjengelige for delt bruk. Evalueringen peker samtidig på usikker langsiktig finansiering, særlig for tidsserier, og på utilstrekkelig museumsinfrastruktur.[49]

Veikartet legger til grunn at nasjonale infrastrukturer skal være komplementære, gi bred tilgang, muliggjøre internasjonalt ledende forskning og ses i et livsløpsperspektiv. Norske miljøer er koblet til europeiske infrastrukturer gjennom blant annet ELIXIR Europe, EU-OPENSCREEN ERIC, Euro-BioImaging ERIC, EOSC og andre ESFRI-strukturer.[50,51]

I Forskningsrådets tildeling av infrastrukturmidler 2026 ble ELIXIR5 for FAIR og KI-klare livsvitenskapsdata, og Aquafeed innvilget. ELIXIR ble vurdert som helt nødvendig for at data fra sekvensering, proteomikk og andre datagenererende infrastrukturer skal komme til nytte. Dette er en viktig videre satsing innenfor et stadig voksende felt innenfor bioinformatikk og biologiske data/e-infrastruktur for livsvitenskap. Aquafeed Technology Centre Phase II er en oppgradering, videreføring og utvidelse av en velfungerende forskningsinfrastruktur for utvikling av nye råstoffer til fôr i akvakultur og havbruk. Infrastrukturen vurderes som unik i norsk og europeisk sammenheng og viktig for bærekraftige fôrråvarer, matsikkerhet, beredskap, sirkulærøkonomi og bedre ressursutnyttelse.

Det øvrige søknadstilfanget synliggjør både supplerende behov og svakheter. Flere øvrige søknader til infrastruktur relevant for bioteknologi nådde ikke opp i konkurransen. Søknadene viser en kjede fra biologiske ressurser og prøver via data, sekvensering, proteomikk, avbildning og screening til pilotering, men med varierende modenhet og finansieringsgrunnlag.

Forskningssentre og senterordninger er en del av det organisatoriske økosystemet rundt bioteknologi. Forskningsrådets tidligere bioteknologiprogrammer (FUGE og Biotek2021) og Senter for Digitalt liv Norge har bidratt til nasjonal koordinering, kompetansebygging og kobling mellom fagmiljøer. Digitalt liv Norge har særlig arbeidet med konvergens mellom bioteknologi, data og beregningsmetoder, tverr- og transfaglighet og ansvarlig forskning og innovasjon.[52,53]

EUs forordning om nye genomiske teknikker viser til at teknologisk handlingsevne også krever regulatorisk vitenskap. NATO-materialet utvider dette behovet til sikker forvaltning av biologiske data, biosensorer, CBRN-deteksjon og vurdering av flerbruks- og misbruksrisiko.[54,55]

Samlet vurderer vi at forskningsinfrastruktur relevant for bioteknologi er en tydelig norsk styrke, samtidig som infrastruktursøknadene synliggjør behov for videreutvikling og oppgradering på flere delområder. For teknologisk handlingsevne er det avgjørende at infrastrukturen behandles som et sammenhengende økosystem: biologiske ressurser og

[49]Norges forskningsråd, *EVALBIOVIT: National report*. 6–19.
[50]Norges forskningsråd, Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025 (2025), 4–15 og 22–43; European Strategy Forum on Research Infrastructures, ESFRI Landscape Analysis 2024 (2024).
[51]European Strategy Forum on Research Infrastructures, *ESFRI Landscape Analysis*, 2024.
[52]Peter Varnai et al., *Digital Life Norway: AS IS Report*, Technopolis Group, 2020; Erik Arnold et al., *Moving the Digital Life Sciences in Norway towards Increased Innovation: Lessons from International Innovation Practices*,Technopolis Group, 2021).
[53]Norges forskningsråd, *Strateginotat for bioteknologi*.
[54]NATO, *Summary of NATO's Biotechnology and Human Enhancement Technologies Strategy*, 2024.
[55]European Commission, *Proposal for a Regulation on Plants Obtained by Certain New Genomic Techniques and Their Food and Feed*, COM (2023) 411 final (5 July 2023), explanatory memorandum and annexes 1–3.

biobanker, instrumentering, dataforvaltning, beregning, pilotering, sikker tilgang og teknisk personell må finansieres og utvikles koordinert. Uten stabil drift av ELIXIR-lignende kompetanseinfrastruktur og oppgradering av instrumentplattformer kan verdien av store datamengder og prøvesamlinger ikke realiseres.

4.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

Kildene gir et sammensatt bilde. EVALBIOVIT peker på aldrende fagmiljøer og behov for etterfølgerplanlegging i deler av biovitenskapen.[56] Forskningsrådets erfaring er samtidig at det på enkelte bioteknologiske områder har vært flere ph.d.-utdannede enn relevante stillinger i akademia og næringsliv. Utfordringen kan derfor ikke beskrives som en generell mangel på kandidater, men som manglende samsvar mellom fagprofil, karrieremuligheter, varige stillinger og dokumenterte kompetansebehov.

Forskningsrådets investeringsplaner prioriterer doktorgradsprosjekter i teknologitunge bedrifter, mobilitet og hospitering i næringslivet. For bioteknologi er kompetansebehovene knyttet både til biologisk fagkompetanse og til bioinformatikk, dataforvaltning, KI, instrumentering, prosessering og regulatorisk forståelse.[57,58]

4.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFU identifiserte 426 norske Web of Science-publikasjoner innen bioteknologier i perioden 2015–2024. Den årlige publiseringen økte fra 18 artikler i 2015 til 58 i 2024. Volumet er lavt sammenlignet med de største sensitive teknologiområdene. Syntetisk biologi er underområdet med lavest publiseringsvolum.[59,60]

Siteringsbildet er klart sterkere enn volumet. NIFUs undersøkelse viser at ni av de ti mest publiserende norske institusjonene hadde en andel topp 10 prosent mest siterte artikler over verdensgjennomsnittet. På områdenivå ligger Norge høyt på den fagnormaliserte topp-10-prosentindikatoren. Forskningsrådets porteføljeanalyse for 2020–2024 viser at publikasjoner fra bioteknologiporteføljen i gjennomsnitt ble sitert 80 prosent over verdensgjennomsnittet på feltet.[61,62,63]

Porteføljeanalysen for 2025 viser en omfattende bioteknologiportefølje, finansiert med både nasjonale midler og EU-midler. Samtidig utgjør den strategiske bioteknologiinnsatsen en liten del av den samlede nasjonale innsatsen, og andelen strategiske midler i porteføljen har gått ned over tid. Både universitets- og høgskolesektoren og næringslivet har fått mindre uttelling de senere årene.

NIFU finner at Norge mottar EU-midler nær det europeiske gjennomsnittet på bioteknologi, og relativt mye justert for folketall, med høy koordineringsgrad. Norge deltar samtidig i færre prosjekter enn de øvrige nordiske landene. Porteføljeanalysen dokumenterer samlet EU-

[56] Norges forskningsråd, *EVALBIOVIT: National report*.
[57] Norges forskningsråd, Investeringsplan: Muliggjørende teknologier 2026–2028 (2026).
[58] Norges forskningsråd, Investeringsplan: Mat og bioressurser 2026–2028.
[59] Henrik Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[60] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side*.
[61] Norges forskningsråd, *EVALBIOVIT: National report.*
[62] Henrik Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[63] Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier.*

finansiering og viser at instituttsektoren, når CEPI holdes utenfor, henter mest EU-midler, særlig innen mikrobiell fermentering og enzymatiske prosesser.

Samlet dokumenterer kildene høy faglig kvalitet, men begrenset volum og ufullstendig mobilisering. Bibliometrien gir et tydelig signal om at norske miljøer produserer forskning med gjennomslag, mens prosjektdata viser at kvaliteten ikke konsekvent oversettes til bred europeisk deltakelse.

4.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

NIFU viser at Tyskland er Norges viktigste sampubliseringsland innen bioteknologier. Norge har høy koordineringsgrad og EU-finansiering omtrent på europeisk gjennomsnitt, men et lavere antall EU-prosjekter enn de øvrige nordiske landene. Den norske bioteknologiporteføljen er koblet til Horisont Europas klynge 1 Helse og klynge 6 Mat, bioøkonomi, naturressurser, landbruk og miljø, i tillegg til europeiske partnerskap og infrastrukturer.[64][65]

Den europeiske infrastrukturen er mer integrert og dataintensiv. ESFRI framhever interoperabilitet, åpenhet, digital transformasjon, tverrfaglighet og bærekraftig finansiering. Norske noder og medlemskap gir tilgang til kompetanse, tjenester og nettverk som det ikke er hensiktsmessig å bygge nasjonalt. Dette innebærer samtidig langsiktige institusjonelle og finansielle forpliktelser.[66]

Samlet sett har Norge en spesialisert og delvis moden posisjon, men ikke en europeisk lederposisjon. Modenheten er høyere innen helse-, marin- og landbruksrelatert bioteknologi enn innen industriell bioteknologi og syntetisk biologi. Europeisk integrasjon reduserer behovet for parallelle nasjonale investeringer, men øker betydningen av stabil norsk medfinansiering, aktiv nodestrategi og evne til å ta koordinator- og styringsroller. Teknologisk handlingsevne avhenger derfor både av selvstendig nasjonal kapasitet i kritiske ledd og av varig tilgang til europeiske økosystemer.

5. Avansert samband, navigasjon og digitale teknologier

5.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

EVALMITs hovedbilde er at norsk IKT-forskning har flere sterke miljøer, men at de er spredt på tvers av fag og institusjoner. Innenfor dette teknologiområdet er det særlig dokumenterte styrker innen cybersikkerhet/kryptografi, IoT og mobilkommunikasjon, kontroll og autonome systemer, HCI/visualisering og programvare. Anvendt og tverrfaglig forskning står gjennomgående sterkere enn grunnleggende forskning, mens mindre og svakere miljøer ofte mangler kritisk masse, tydelig strategi og internasjonale nettverk.

Simula framheves innen kryptografi, kommunikasjon og programvareutvikling; SINTEF innen IoT, programvare og maritim IKT; NTNU innen kontroll, robotikk, autonome systemer, ingeniørkybernetikk og programvareutvikling; UiO innen signal- og bildebehandling, visualisering, pålitelige systemer, robotikk og intelligente systemer; UiB innen visualisering;

[64] Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier.*
[65] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side.*
[66] Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025*; European Strategy Forum on Research Infrastructures, *ESFRI Landscape Analysis 2024*.

og UiA innen IoT og mobilkommunikasjon. EVALMIT framhever også smalere styrker ved NORCE innen jord- og romobservasjon.[67]

Innen cybersikkerhet og kommunikasjonsnettverk peker evalueringen særlig på Simula, UiA og SINTEF, og anbefaler samtidig sterkere satsing på nye teknologier som 6G. Innen HCI, VR og visualisering trekkes særlig miljøene ved UiB og UiO fram, mens norsk forskning innen styring, kontroll, robotikk og autonome systemer vurderes som internasjonalt svært sterk, særlig ved NTNU. Norsk forskning innen programvareutvikling og informasjonssystemer vurderes også som svært god, med sterke miljøer ved NTNU, Simula og UiO, mens forskning som omfatter cyber-fysiske systemer inngår i et bredere, internasjonalt sterkt miljø innen informasjons-, kraft- og produksjonsteknikk, særlig ved NTNU og SINTEF.

I KVASTs sammenstillinger pekes NTNU og SINTEF på som sentrale innenfor sensitive teknologiområder. I kunnskapsgrunnlaget til Forsvarsdepartementet vurderes det at Norge har høy kompetanse innen enkelte etablerte forskningsområder og står sterkt innen navigasjon knyttet til autonome kjøretøy, men at Norge mangler ledende forskning innen 6G-kommunikasjonssystemer sammenlignet med tydeligere strategier i Danmark og Sverige.

Forskningsrådet tildelte i 2025 støtte til 19 nettverk for å følge opp fagevalueringene. Fire av nettverkene har kobling til teknologi: CONNECT-Q ved NTNU, som omfatter kommunikasjon, nettverk, kryptografi og kvanteteknologi; Nettverk for hybride digitale tvillinger innen grønn energi ved OsloMet; Nettverksbygging for forskning på tillitsvekkende KI og sikkerhet ved Simula; og Software Engineering Hub Norway ved UiO. Software Engineering Hub Norway er relevant fordi programvareutvikling og digitale plattformer inngår uttrykkelig i teknologiområdets avgrensing.[68] Nettverkene skal blant annet gi bedre utnyttelse av kompetanse mellom geografisk spredte grupper, kobling mellom grunnforskning og anvendt forskning, bedre bruk av forskningsinfrastruktur, internasjonalt samarbeid og posisjonering for Horisont Europa.[69]

Bildet viser robust anvendt kapasitet, men ikke én samlet nasjonal klynge som dekker hele området. Styrken ligger i komplementære miljøer innen kommunikasjonssystemer, navigasjon, maritim teknologi, cybersikkerhet, digitale identiteter og menneske-maskin-interaksjon. Fragmentering kan hemme langsiktig kapasitetsbygging på tvers av underområdene. For teknologisk handlingsevne er det særlig viktig å koble grunnleggende IKT-forskning, systemintegrasjon og sektorvise testarenaer.

5.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

EVALMIT vurderer mengden og kvaliteten på forskningsinfrastruktur tilgjengelig for norske MIT-forskere som meget god. Dette gir et godt grunnlag for forskningsambisjoner og norsk deltakelse i internasjonalt samarbeid.[70]

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur legger vekt på et helhetlig infrastrukturlandskap, bred fysisk og digital tilgang, livsløpsfinansiering, FAIR-prinsippene, avansert brukerstøtte og sikker tilgangsstyring. For sensitive data og teknologi skal datadeling følge prinsippet «så åpent som mulig, så lukket som nødvendig». Veikartet viser også norsk deltakelse i EOSC

[67] Norges forskningsråd, *EVALMIT: National Report.*
[68] Norges forskningsråd, *Støtte til nettverk for å følge opp nasjonale fagevalueringer*, søknadsresultater, publisert 10. mars 2025, oppdatert 13. november 2025.
[69] Norges forskningsråd, *Støtte til nettverk for å følge opp nasjonale fagevalueringer*, formål og prioriterte behov, 2025.
[70] Norges forskningsråd, *EVALMIT: National Report.*

og EuroHPC og framhever at internasjonalt samarbeid gir tilgang til forskningsinfrastruktur Norge ikke kan bygge alene.[71]

Evalueringen av Programmet for et Digitalt Europa viser at norsk deltakelse har gitt tilgang til sentral digital infrastruktur, test- og utviklingsmiljøer, dataområder for sikker og interoperabel datadeling og felles europeiske satsinger på digital sikkerhet og beredskap. På evalueringstidspunktet hadde norske miljøer deltatt i 46 prosjekter, og omtrent halvparten av søknadene med norsk deltakelse hadde fått finansiering.[72]

Blant infrastrukturtildelingene i 2026 er eX-C3 SLICES og NorFab særlig relevante. eX-C3 SLICES skal videreutvikle nasjonal infrastruktur for eksperimentell tungregning og testmiljøer for digitale systemer, og legge til rette for norsk deltakelse som node i den europeiske SLICES-infrastrukturen. Infrastrukturen er direkte relevant for kommunikasjonsteknologi, tingenes internett og cybersikkerhet. NorFab skal videreutvikle nasjonal infrastruktur for mikro- og nanoteknologi med tilgang til avansert utstyr og renromsfasiliteter og er tilgrensende relevant for komponent- og maskinvaregrunnlaget.

Tildelingen til eX-C3 SLICES Norge konkretiserer en kapasitet som den tidligere analysen bare beskrev som et behov: eksperimentelle testmiljøer for sammenkoblede digitale systemer. Den kan styrke nasjonal evne til å teste kommunikasjon, IoT og cybersikkerhet i kontrollerte omgivelser og samtidig gi en kobling til en europeisk infrastruktur. NorFab styrker et annet lag i verdikjeden, komponent- og fabrikasjonsgrunnlaget, men er ikke i seg selv en testinfrastruktur for nettverk, navigasjon eller digitale plattformer. De nye tildelingene reduserer derfor enkelte infrastrukturgap, men dokumenterer ikke samlet kapasitet, faktisk brukertilgang, sikkerhetsnivå, interoperabilitet eller langsiktig drift.

Dokumentasjonen gir likevel ikke grunnlag for å konkludere med at Norge har en helhetlig og sammenhengende infrastruktur for hele teknologiområdet. Det mangler samlet informasjon om faktisk brukertilgang, sikkerhetsnivå, interoperabilitet, kapasitetsutnyttelse og langsiktig drift. Kildematerialet dokumenterer heller ikke tilstrekkelig kapasiteten for PNT- og navigasjonstest, radio- og elektromagnetisk testing, cyber-ranges eller integrerte testmiljøer på tvers av kommunikasjon, data og programvare. Tilgang til europeiske infrastrukturer styrker handlingsevnen, men innebærer samtidig avhengighet av europeiske programmer, standarder og styringsstrukturer.

5.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

EVALMIT peker på at en generasjon seniorforskere nærmer seg pensjonsalder. Evalueringen anbefaler mer rekruttering blant forskere tidlig og midt i karrieren, økt doktorgradsproduksjon og større evne til å etablere ny forskningskapasitet når teknologi og behov endres. Den framhever også behovet for mer grunnleggende forskning som fundament for anvendt MIT-forskning.[73]

Evalueringen av DIGITAL viser at programmet har bidratt til utdannings- og opplæringstilbud, men beskriver EU-kompetansen i Norge som spredt og fragmentert. Instituttsektoren deltar relativt lite, blant annet fordi finansieringsvilkårene gir lav reell timesats.[74]

---

[71]Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025.*
[72]Samfunnsøkonomisk Analyse, *Evaluering av norsk deltakelse i og utbytte av Programmet for et Digitalt Europa (DIGITAL),* Rapport 2-2026.
[73] Norges forskningsråd, *EVALMIT: National Report.*
[74]Samfunnsøkonomisk Analyse, *Evaluering av norsk deltakelse i og utbytte av Programmet for et Digitalt Europa (DIGITAL),* Rapport 2-2026.

Kompetansegrunnlaget er relativt sterkt i etablerte anvendelsesområder, men sårbart i overgangene mellom radio- og nettverksteknologi, cybersikkerhet, PNT, programvare, menneske-maskin-interaksjon og systemintegrasjon. Generasjonsskiftet gir risiko for tap av nøkkelkompetanse, men også en mulighet til å bygge kapasitet i 6G, Open RAN, postkvantekryptografi, robust PNT og sikre distribuerte systemer. Rekruttering bør kobles til testarenaer, forskningssentre og europeiske konsortier.

5.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFU identifiserte en økning i norske Web of Science-publikasjoner innen avansert samband, navigasjon og digitale teknologier fra 8 i 2015 til 92 i 2024. De mest aktive norske institusjonenes artikler er høyt sitert internasjonalt. Tingenes internett og virtuell virkelighet er et stort underområde, mens cybersikkerhet er den nest største underkategorien i NIFUs avgrensing.[75]

Evalueringen av norsk deltakelse i og utbytte av Programmet for et Digitalt Europa viser høy gjennomslagsrate sammenlignet med andre europeiske land for programmet samlet, med finansiering til omtrent halvparten av søknadene med norsk deltakelse. Dette er ikke en teknologiavgrenset suksessrate for kapittel 4.5, fordi programmet omfatter flere strategiske områder og den norske porteføljen er preget av kompetanse- og koordineringssentre.[76]

5.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

NIFU vurderer ikke Norge som ledende i volum på de sensitive teknologiområdene, men finner gjennomgående høye siteringstall på de fleste områder. Rapporten understreker at samarbeid ikke i seg selv dokumenterer avhengighet, og at prosjekt- og publikasjonsdata må tolkes som ulike mål på FoU-aktivitet.[77]

DIGITAL er EUs investerings- og kapasitetsbyggingsprogram for digital omstilling. Evalueringen konkluderer med at norsk deltakelse har styrket kompetanse og tilgang til digital infrastruktur, men at potensialet ikke er fullt utnyttet. Norske aktører deltar også i styringsstrukturene rundt EuroHPC, Chips JU og ECCC.[78]

Samlet viser dette at Norge har en moden nisje- og anvendelsesposisjon, men ikke en bred systemposisjon. For navigasjon, maritime systemer, cybersikkerhet og sektorintegrasjon finnes sterke norske inngangspunkter. For 6G, Open RAN, digitale identitetsinfrastrukturer og plattformøkosystemer vil modenheten i større grad avhenge av europeiske programmer, testmiljøer, standardiseringsprosesser og verdikjeder. Handlingsevnen krever både nasjonal kapasitet i sikkerhetskritiske kjernefunksjoner og varig tilgang til europeiske infrastrukturer og konsortier.

6. Avanserte sensorteknologier

6.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

Vurderingsrapporten om europeiske teknologiområder identifiserer sentrale forskningsmiljøer ved SINTEF, NTNU, UiO, Uit og NORCE. Miljøene arbeider blant annet med mikrosystemer, optiske sensorer, avanserte materialer og integrerte målesystemer. Norges styrke ligger først

[75]Henrik Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[76]Samfunnsøkonomisk Analyse, *Evaluering av norsk deltakelse i og utbytte av Programmet for et Digitalt Europa (DIGITAL),* Rapport 2-2026.
[77]Henrik Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[78]Samfunnsøkonomisk Analyse, *Evaluering av norsk deltakelse i og utbytte av Programmet for et Digitalt Europa (DIGITAL*), Rapport 2-2026.

og fremst i nisjebaserte miljøer, anvendelsesdrevet systemintegrasjon og småskala produksjon.[79]

KVAST-undersøkelsen viser at avanserte sensorteknologier er relativt bredt representert i forskningssystemet. For hovedkategorien ble det registrert 17 svar om stor eller noe aktivitet i UH-sektoren og 29 i instituttsektoren. Underkategorien elektrooptiske, radar-, kjemiske, biologiske, strålings- og distribuerte sensorer var blant underkategoriene der minst 15 enheter rapporterte aktivitet. Magnetometre, magnetiske gradiometre, gravimetre og gradiometre var derimot blant underkategoriene der færre enn fire enheter rapporterte aktivitet.[80]

CC-NorChip-rapporten er utarbeidet av SINTEF og Universitetet i Oslo og beskriver teknologiutvikling innen chipbaserte sensorer og MEMS, fotonikk og mikro- og nanoelektronikk. Rapporten viser blant annet et norskutviklet PMUT-eksempel fra SINTEF i Chips JU-prosjektet Listen2Future og peker på nye anvendelser for piezoMEMS, fotoniske sensorer, LiDAR, biosensorer og integrerte målesystemer.[81]

Aktørbildet tyder på at Norge ikke har én samlet nasjonal styrkeposisjon for hele sensorområdet, men flere komplementære nisjer. Bred aktivitet i instituttsektoren og sterke koblinger til krevende norske anvendelsesområder gir gode forutsetninger for forskning og systemutvikling.

CC-NorChip-rapporten styrker vurderingen av at sensorområdet må analyseres i sammenheng med halvledere, fotonikk, materialer, avansert pakking og dataanalyse. Den dokumenterer teknologitrender, men gir ikke en komplett oversikt over norske miljøers størrelse, kvalitet eller kritiske masse.[130]

6.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

SINTEF MiNaLab, NorFab og CC-NorChip trekkes fram som infrastrukturer som kobler norske miljøer til utvikling, prototyping og europeiske kapasiteter. Infrastrukturene understøtter sensorteknologi som del av en bredere verdikjede for halvledere, sensorer og fotonikk.[82]

CC-NorChip-rapporten viser at videre utvikling av sensorer avhenger av prosess- og integrasjonsteknologi, blant annet wafer bonding, chip-til-wafer-integrasjon, 3D-integrasjon, hybrid bonding og samvirke mellom MEMS, ASIC-er og fotoniske komponenter. For fotonikk framheves heterogen integrasjon og kobling mellom chip, fiber og frirom som vedvarende utfordringer.[130]

Norkart-kartleggingen viser et annet infrastrukturlag: kommunene bruker sensorer fra flere leverandører med ulike dataformater og dashbord, og etterspør felles plattformer, standardiserte formater, dataeierskap, åpne grensesnitt og sikker dataflyt. Kartleggingen fant også at investeringsbudsjett til sensorer ikke alltid følges av budsjett til drift.[83]

Den nasjonale infrastrukturen gir et viktig grunnlag for prototyping og småskala utvikling, men teknologisk handlingsevne avhenger av et sammenhengende infrastrukturløp fra materialkarakterisering og mikro-/nanofabrikasjon via kalibrering, test og validering til sikker datalagring, analyse og deling.

---

[79] Norges forskningsråd, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*.
[80] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3*.
[81] Vogl, Toftevaag og Wisland, *D4.2 report on technology trends within sensors, photonics and/or chips*. CC-NorChip.
[82] Norges forskningsråd, *Vurdering av teknologiområder til EKF DL*.
[83] Thorsen og Solli, *Fra sensor til samfunn: Kartlegging av brukerbehov innen sensorteknologi i Kommune-Norge.*

Kildene synliggjør at dette løpet også må omfatte integrasjon og pakking på komponentnivå og interoperabilitet, dataeierskap og langsiktig drift på brukersiden. Norkart-funnene kan ikke brukes som mål på forskningsinfrastruktur, men de dokumenterer krav som forsknings- og testmiljøer må kunne håndtere.[84]

6.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

EVALMIT framhever at moderne målesystemer i økende grad integreres med maskinlæring og KI-algoritmer, og anbefaler synergiprosjekter der dataspesialister og domeneeksperter samarbeider. Dette peker på et kompetansebehov i skjæringspunktet mellom sensorfysikk, materialer, elektronikk, signalbehandling, datavitenskap og systemintegrasjon.[85]

CC-NorChip-rapporten viser at kompetansebehovet også omfatter nye materialer, MEMS-prosessering, wafer bonding, heterogen integrasjon, integrert fotonikk, lavenergi-elektronikk, edge intelligence og pålitelighet i krevende miljøer.[86]

Norkart-kartleggingen beskriver stor variasjon i kommunal sensorkompetanse. Kommunene etterspør teknisk kompetanse, oversikt over sensorer, vedlikehold, analyse og visualisering av data, og felles retningslinjer. Utvalget besto av ni kommuner med relativt mye erfaring, og rapporten presiserer derfor at funnene trolig vektlegger mer avanserte behov.[87]

Kompetansegrunnlaget synes sterkest i etablerte teknologi- og anvendelsesmiljøer, mens fornyelsesevnen er mer usikker. Den mest kritiske kompetanserisikoen er utilstrekkelig kombinasjon av domeneinnsikt, komponent- og integrasjonskompetanse og datavitenskap.

6.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFUs kartlegging viser et lavt publiseringsvolum innen avanserte sensorteknologier, med vekst fra 24 publikasjoner i 2015 til 54 i 2024. Norske institusjoner ligger samlet godt under verdensgjennomsnittet på den fagnormaliserte siteringsindikatoren. Norge deltok i 10 europeiske prosjekter i perioden 2020–2024.[88]

6.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

Norge har en moden nisjeposisjon i enkelte anvendelser, men ikke en bred europeisk lederposisjon. Videre utvikling avhenger av tilgang til europeiske økosystemer, pilotlinjer, testinfrastruktur, kapital og markeder.

CC-NorChip er samfinansiert av Chips Joint Undertaking og deltakende land, blant dem Norge. Rapporten peker på europeiske utviklingsløp innen blant annet piezoMEMS, grønnere halvlederproduksjon, integrert fotonikk, Chips for Europe-pilotlinjer, avansert CMOS, FD-SOI og 3D-integrasjon. Rapporten beskriver en utvikling mot heterogent integrerte sensorsystemer, fotoniske integrerte kretser, edge intelligence og hybride sensor-,

[84] Vogl, Toftevaag og Wisland, *D4.2 report on technology trends within sensors, photonics and/or chips. CC-NorChip;* Thorsen og Solli, *Fra sensor til samfunn*: Kartlegging av brukerbehov innen sensorteknologi i Kommune-Norge.
[85] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side.*
[86] Vogl, Toftevaag og Wisland, *D4.2 report on technology trends within sensors, photonics and/or chips*. CC-NorChip.
[87] Thorsen og Solli, *Fra sensor til samfunn: Kartlegging av brukerbehov innen sensorteknologi i Kommune-Norge.*.
[88] Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier*; Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 4*.

logikk- og minnesystemer. Dette øker betydningen av norsk tilgang til europeiske pilotlinjer og kompetansenettverk.[135]

7. Romteknologier (romdrifts- og fremdriftsteknologier)

7.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

Fagevalueringene rapporterer lite forskning direkte klassifisert som romfarts- og fremdriftsteknologi, men peker på høy kompetanse i enkelte tilgrensende fagområder. Det framhever sterk forskning innen luft- og romobservasjonssystemer ved NORCE og robotikk og intelligente systemer ved UiO. Kontroll, robotikk, autonome systemer og ingeniørkybernetikk omtales også som internasjonalt ledende områder.[89]

EVALNAT-grunnlaget vurderer geofag som et sterkt norsk fagområde og knytter satellittdata, jordobservasjon og modellering til romforskning. Evalueringen viser samtidig at mange forskningsgrupper er små, og at tilgang til internasjonal infrastruktur, blant annet gjennom ESA, er viktig.[90]

I relevante prosjekter i Forskningsrådets portefølje er UiO, UiT, UiB, Norsk Polarinstitutt, Nansensenteret, NTNU, UNIS, SINTEF og flere klima- og miljøinstitutter representert i prosjekter innen sol-jord-fysikk, universets oppbygning, planetologi og jordobservasjon.

Samlet ser vi at miljøbildet er sterkest på kunnskaps- og anvendelsessiden der norsk geografi, nordområdene og langvarig deltakelse i internasjonale romprogrammer gir forskningsmessige fortrinn.

7.2. Infrastruktur, datatilfang, datatilgang, datalagre og forskningssentre

ROMFORSK er en målrettet satsing i Forskningsrådet for rom-relevant grunnforskning, og det er relevante prosjekter på feltet på åpne og tematiske konkurransearenaer. ROMFORSK er en følgeforskningssatsing for å maksimere utnyttelsen av norsk deltakelse i ESA, EISCAT, Nordic Optical Telescope og EUs romprogram. EISCAT gir radarbasert tilgang til studier av ionosfæren, NOT gir observasjonstid og opplæring for master- og doktorgradsstudenter, og ESA- og PRODEX-deltakelse gir tilgang til vitenskapelige oppdrag og utvikling av forskningsinstrumenter.

Veikartet for forskningsinfrastruktur beskriver EISCAT_3D som et sentralt element i forskningsinfrastrukturen i Nord-Skandinavia, integrert med satellittinstrumenter, raketteksperimenter og optiske bakkeobservasjoner.[91]

7.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

Porteføljen i Forskningsrådet omfatter forskningssentre, samarbeidsprosjekter, forskerprosjekter, doktorgrads- og postdoktorstillinger. I ROMFORSK er det hovedsakelig forskerprosjekter. Nordic Optical Telescope (NOT) omtales særskilt som en arena for master- og doktorgradsstudenters erfaring med observasjonell astronomi.

7.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFUs kartlegging identifiserte 184 norske publikasjoner innen romfarts- og fremdriftsteknologier i 2015–2024. Området hadde høyt siteringsgjennomslag, men

[89]Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side.*
[90]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3.*
[91]Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025*, 122.

rapporten understreker at det lave volumet og mulige bidrag i store internasjonale forfatternettverk gjør indikatoren usikker.

NIFUs EU-data viser tre norske prosjektdeltakelser, ingen koordinatorroller og klart lavere aktivitet enn i de øvrige nordiske landene. Romfarts- og fremdriftsteknologier er et betydelig europeisk felt, slik at den svake norske deltakelsen ikke kan forklares med liten europeisk programaktivitet. Prosjektdataene omfatter ikke ESA-finansiering.[92]

Den semantiske analysen identifiserer 324 søknader med treff på romteknologi, hvorav 75 prosent også har treff på andre teknologiområder. Dette er det teknologiområdet med nest færrest treff i analysen, kun avanserte halvledere har færre. Samtidig er har romteknologi nest høyest andel med overlapp med andre teknologiområder, kun robotikk og autonome systemer ligger høyere.

Det lave antallet treff kan ikke uten videre tolkes som uttrykk for svak nasjonal kapasitet; det kan også gjenspeile relativt lav finansiering av teknologiområdet gjennom Forskningsrådet. Som presisert ovenfor vil kategorienes avgrensing og søkemetoden påvirke resultatene. Treffene er ikke kvalitetskontrollert. Tallene gir heller ikke grunnlag for å vurdere søknadskvalitet. Andre sentrale finansieringskilder for romforskning og romrelatert teknologiutvikling er ESA og Direktoratet for romvirksomhets NORKAP-program.

7.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkludert EU-programmer

NIFUs kartlegging viser at Norge ikke er volumledende. Samarbeidet innen romfart og fremdrift er hovedsakelig europeisk, med forbindelser til blant annet USA, Australia og Japan. Rapporten understreker at samarbeidstall ikke kan brukes til å fastslå avhengighet eller om samarbeidspartnere kan erstattes.[93]

Norsk deltakelse i ESA, EISCAT, NOT og EUs romprogram gir tilgang til sentrale europeiske kunnskaps- og infrastrukturløp. ROMFORSK er uttrykkelig innrettet mot å utnytte disse medlemskapene forskningsmessig.

KVAST-vurderingen peker på internasjonale prosjekt- og leverandørkjeder og avhengighet av teknologi, komponenter og tjenesteleverandører, blant annet bakkesegment og programvare. Samtidig vurderes rombaserte sensorer som svært viktige for kritisk infrastruktur og for navigasjon, kommunikasjon, værvarsling, overvåking og beredskap.[94]

I EUs kommende rammeprogram og konkurranseevnefond er det temaet *Defence, security and space* som vokser mest. Det er følgelig viktig å sikre norsk tilgang til det som tegner til å bli en vesentlig større romsatsing i regi av EU, jf. NUPIs rapport om norsk deltakelse i EUs romaktiviteter.

8. Energiteknologier

8.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

KVASTs spørreundersøkelse viser aktivitet innen energiteknologier i både UH- og instituttsektoren. Blant institusjonene som oppga stor aktivitet på mange sensitive

[92]Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[93]Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[94]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 4.*

teknologiområder var FFI, IFE, NORCE, NTNU, UiB og UiO (SINTEF hadde ikke avgitt svar, men det kan ikke tolkes som fravær av aktivitet). NIFUs prosjektdata, porteføljeanalysene og FME-materialet dokumenterer SINTEF som en sentral aktør i norsk energiforskning.[95]

NIFUs bibliometriske kartlegging viser at NTNU har den største publiseringsaktiviteten innen energiteknologier. I KVASTs sammenstilling hadde NTNU tre ganger flere publikasjoner enn SINTEF og nær fire ganger så mange som UiO.[96]

EVALMITs-vurdering av energiteknologier, identifiserer internasjonalt ledende forskning innen kraftsystemer og energisystemer, offshore energisystemer, tynnfilm- og membranteknologi og hydrogenteknologi. Det beskriver også svært sterke miljøer innen olje- og gassrelaterte områder og aktivitet i nye kombinasjoner, som lagring og transport av drivstoff og bruk av offshore fornybar energi for å øke olje- og gassproduksjonens bærekraft. Fagevalueringen EVALMIT peker generelt på behov for økt oppmerksomhet på å få en tilfredsstillende balanse mellom grunnleggende og anvendt forskning.[97]

Evalueringen EVALNAT som omfatter kjemi, fysikk og geofag som har vært viktige og muliggjort mye av Norges industrielle utvikling og underbygger måten Norge takler utfordringer som klimaendringer, det grønne skiftet og strategiske materialer. Mens hver disiplin inneholder både sterke og svake elementer, fremstår geovitenskapene samlet sett sterke. Denne evalueringen peker også på et forestående generasjonsskifte i UoH sektor med behov for nyrekruttering.[98]

Senterordningen er en viktig del av Forskningsrådets støtte til energiteknologi. Det har vært tildelt 32 FME-er (Forskningssentre for miljøvennlig energi) siden 2009, hver med støtte på 100-200 mill. kroner over 8 år, og i alt ca 4 mrd. kroner siden ordningen startet. I tillegg har brukerpartnere som er involvert i senteret, bidratt med finansiering og forsknings-institusjonene med noe egenfinansiering. Av FME-ene har 28 teknologifokus og de øvrige samfunnsvitenskapelig forskning. Sentrene har dekket fornybar kraft, CO_2-håndtering (CCS), energisystem, energieffektivisering, batterier og hydrogen til energilagring og transport. FME-vurderingen av de 9 tekniske sentre i perioden 2016-2025 supplerer NIFU-rapporten, EVALMIT og EVALNAT. Publiseringskvaliteten er gjennomgående høy, og sentrene har stimulert til forskningsaktivitet på høyt internasjonalt nivå med deltakelse fra næringsliv, forvaltning og samfunn.[99]. I perioden 2013-2026 er det i tillegg tildelt fem forskningssentre for petroleum, hver med støtte på 75-120 mill. kroner over 8 år, ialt 435 mill. kroner siden ordningen startet. SINTEF, NORCE, UiS og UiT har vært vertskap for sentrene og de har dekket tematikk innenfor lavutslippsteknologi, undergrunnsforst<<<<<åelse, økt utvinning og Arktis. Flere av sentrene har aktiviteter som også er relevant for undervannsteknologi.

Aktiviteten viser en norsk styrkeposisjon som er institusjonelt konsentrert, men tematisk bred. NTNU og SINTEF utgjør et tyngdepunkt, mens IFE, NORCE, UiO, UiB og andre miljøer gir komplementær kompetanse. FME-ordningen viser hvorfor denne strukturen kan være robust: langsiktighet, samarbeidsarenaer og helhetsperspektiv bygger nettverk og forskerutdanning på tvers av institusjoner. Konsentrasjonen kan samtidig være sårbar dersom nøkkelpersonell, finansiering eller infrastruktur svekkes.

---

[95] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3*; Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[96] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3*; Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier*, tabell 3.1a-b.
[97] Norges forskningsråd, *EVALMIT: National Report.*
[98] Norges forskningsråd, *EVALNAT: National report.*
[99] Menon Economics og Multiconsult, Vurdering av FME-ordningen.[101] Norges Forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025.*

Det faglige fortrinnet er tydeligst der Norge kombinerer naturgitte energiressurser, langvarig teknologikompetanse og systemforståelse. Dette gjelder særlig kraftsystemer, vannkraft, offshore energi, petroleum, hydrogen og deler av nullutslippsteknologiene. Det har for eksempel vært satset tungt innen CCS-teknologi over flere årtier, noe som har resultert i at Norge er langt framme på å ta i bruk denne teknologien.

Forskning på kjernekraft og tilhørende brensels- og resirkuleringsteknologier har ikke vært et prioritert område i norsk politikk og det er derfor lite dokumentasjon av forskning på området. Kjernekraftutvalget peker imidlertid på at myndighetene bør å bygge opp kompetanse på området.[100]

8.2. Infrastruktur, datatilfang/tilgang/datalagre og sentre

Kapittel 3.3.2 i denne rapporten definerer relevant infrastruktur bredt: avansert vitenskapelig utstyr, laboratorier, test- og pilotfasiliteter, databaser, tungregningsressurser og infrastrukturer for lagring og behandling av data. Vurderingen skal også omfatte tilgangsordninger, teknisk personell, sikker datahåndtering og internasjonal tilgang.

Det er investert i en rekke nasjonale infrastrukturer innenfor energiteknologier. Det er blant annet innvilget forskningsinfrastrukturer innen petroleum, vind, sol, hydrogen, energieffektivisering, lavutslipp bygg, energisystem og flere innen petroleumsteknologi. Det er også innvilget flere innenfor CCS (CO_2-håndtering) som er integrert i ESFRI-prosjektet The European Research Infrastructure for CO_2 capture, utilisation, transport and storage (ECCSEL ERIC) der Norge er vertskap. I tillegg er flere infrastrukturer innenfor grunnleggende teknologier også relevante for utvikling av energiteknologier.

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur framhever behovet for forskningsinfrastruktur som støtter utviklingen av et bærekraftig lavutslippssamfunn og energisystem. Dette omfatter fornybar energiproduksjon, effektiv energibruk, utslippsreduksjoner i industrien og omstilling til lav- og nullutslippsløsninger i transportsektoren. Veikartet peker særlig på behovet for investeringer og oppgraderinger innen kraftnett og elektrisitetsoverføring, med økt vekt på digitalisering, elektrifisering og sikkerhet, samt forskning på vannkraftens rolle i å balansere variable energikilder.[101]

Ekspertgruppen for energisikkerhet anbefaler å integrere energisikkerhet som en del av nasjonal sikkerhet og totalforsvaret. De anbefaler nasjonale test- og demonstrasjonsarenaer der beredskapssystemer, overvåkingsteknologier og gjenopprettingskapasiteter kan prøves under realistiske forhold. Den anbefaler også et nasjonalt fagmiljø for scenarioanalyse, simulering, risikoanalyse, stresstesting og analyse av kaskadeeffekter.[102]

Ekspertgruppen understreker at digitalisering, kunstig intelligens og fjernstyrte operasjoner skaper nye sårbarheter, og etterlyser forsknings- og innovasjonsinnsats innen cybersikkerhet, industrielle kontrollsystemer, sikker bruk av kunstig intelligens og beskyttelse av digitale verdikjeder.

Energiområdet krever en sammenhengende infrastrukturkjede fra laboratorier og materialkarakterisering via modeller, data og tungregning til pilotering, fullskala test og sikker drift. Handlingsevnen bestemmes derfor ikke bare av om enkeltfasiliteter finnes, men av om de kan brukes på tvers av fagmiljøer, om data er tilgjengelige og sikre, om teknisk personell er stabilt finansiert, og om testarenaene dekker realistiske drifts- og krisescenarioer.

---

[101] Norges Forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025.*
[101] Norges Forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025.*
[102] Energi2050, *Fra sårbarhet til robusthet i et alvorlig trusselbilde: Et nasjonalt løft for energisikkerhet gjennom forskning, utvikling og innovasjon*, 2026.

Et kapasitetsgap er identifisert for koblingen mellom energiforskning og sikkerhetsforskning. Testarenaer for smartnett, industrielle kontrollsystemer, mikronett, øydrift, svartstart, cyberfysiske hendelser og gjenoppretting vil kunne gi et felles kunnskapsgrunnlag for energiteknologi, beredskap og totalforsvar. Dette bør vurderes som forskningsinfrastruktur, ikke bare som operativ sektorinfrastruktur.

8.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

SSB sin studie av Rekruttering til forskning innenfor energi og petroleum fram til 2021 tyder på at rekrutteringsgrunnlaget finansiert gjennom Forskningsrådet fortsatt er betydelig, men at det relativt sett er blitt mindre enn rundt 2008–2010. Rapporten deler kun inn i underområdene energi og petroleum. Innenfor både miljøvennlig teknologi og petroleum er over 50% av kandidatene knyttet til NTNU. Internasjonal rekruttering er helt sentralt for å opprettholde kandidatvolumet, men innebærer samtidig en risiko for at kompetansen ikke blir værende i Norge.[103]

KVAST[104] sier noe om forskningsaktivitet, institusjonell kapasitet, prosjektportefølje og internasjonalt samarbeid innen teknologier som kan inngå i rekrutteringsgrunnlaget. KVAST-teknologier omfatter et smalere område enn energiteknologier som definert i denne rapporten. Norsk publisering innen energiteknologier har økt betydelig: fra 41 artikler i 2015 til 213 artikler i 2024, altså mer enn en femdobling. Energi er det nest største sensitive teknologiområdet i rapporten, etter kunstig intelligens, og Norge beskrives som relativt sterkt innen både publisering og EU-prosjektdeltakelse. NTNU er klart største norske publiseringsmiljø innen energiteknologier og deretter følger SINTEF, UiO, HVL, USN og IFE. Innen underområdene er smarte nett og energilagring den mest fremtredende publikasjonstypen, etterfulgt av nullutslippsteknologier. Rapporten viser også aktivitet innen hydrogen og nye drivstoff, men dette er mindre dominerende enn smarte nett, energilagring og nullutslipp.

Energi 2050, ekspertgruppen for energisikkerhet beskriver kompetanse og kapasitet som en grunnleggende forutsetning og peker på behov for teknisk energikompetanse, digital sikkerhet, beredskap, krisehåndtering, regelverk og styring. Gruppen anbefaler langsiktig satsing på rekruttering, utdanning, trening, øvelser og nasjonal kunnskapsoppbygging.[105]

Norge må opprettholde spesialistkompetanse i kraftsystemer, elektrokjemi, materialer, prosess- og reaktorteknologi, geofag, offshoreteknologi og petroleum, samtidig som miljøene må kobles sterkere til digital sikkerhet, KI, systemrisiko og forsyningskjeder. Tverrfaglighet kan ikke erstatte disiplinær dybde, men bygges på robuste kjernefag.

Den største dokumenterte usikkerheten er mangel på et samlet bilde av talenttilførsel og generasjonsskifte. Det bør etableres en teknologiavgrenset oversikt over kandidatproduksjon, forskerpersonale og kritiske stillingskategorier, fordelt på delområde. For små eller nye felt, særlig kjernekraft, avanserte batterier, hydrogenverdikjeder og energisikkerhet, bør analysen også vurdere avhengighet av internasjonal rekruttering og enkeltpersoner.

---

[103] SSB: Rekruttering til forskning innenfor Energi og petroleum. Rekruttering til forskning innenfor energi og petroleum. Gjennomføring av doktorgrad og karriereveier for stipendiater finansiert av Norges forskningsråd[104] *KVAST: Delleveranse 3*
[104] *KVAST: Delleveranse 3*
[105] Energi2050, *Fra sårbarhet til robusthet i et alvorlig trusselbilde*

8.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFU analyserte Web of Science-publikasjoner fra 2015–2024 og prosjektdata fra EUs rammeprogrammer, Forskningsrådet og Det europeiske forsvarsfondet. Rapporten presiserer at prosjektdatabildet primært gjelder EU-prosjekter, og at andre relevante finansieringskilder ikke inngår.[106]

NIFU konkluderer med at Norge har høye siteringstall på nesten alle sensitive teknologiområder og er relativt sterkt innen energiteknologier både i publiserings- og EU-sammenheng. Rapporten mener at energiteknologi på enkelte prosjektindikatorer kan være et enda sterkere norsk felt enn KI. Norge mottar klart mer finansiering enn forventet ut fra EUs samlede fordeling. Kina var i 2024 Norges ledende samarbeidspartner innen energiteknologier.

KVAST-materialet viser at publiseringsaktiviteten i energiteknologier økte markant gjennom perioden, og at kraftteknologier, inkludert smarte strømnett, energilagring og batterier, er den største underkategorien i NIFUs analyse.[107]

Prosjektene i Forskningsrådet som inkluderer porteføljen lavutslipp energi, petroleum, maritim og transport spenner fra strategisk grunnforskning til demonstrasjon av ny teknologi. Grunnforskningen har ikke nødvendigvis umiddelbar og identifiserbar anvendelse, men er strategisk innrettet for å bygge kunnskap og kompetanse innenfor porteføljens tematiske område. Tyngdepunktet av porteføljen ligger innenfor anvendt forskning og utvikling.

Porteføljeanalysen innen energi og petroleum viser at næringssektorene er godt representert. Søknadstilfanget av næringsrettede prosjekter kunne vært bedre, men skyldes antagelig høye råvarepriser og andre markedsmessige forhold. I tillegg har porteføljen bidrag innenfor IKT-næringen. Dette omfatter forskning og utvikling rettet mot spesifikke anvendelser av IKT og mer generisk IKT utvikling.[108]

Innen miljøvennlig energi er det stor aktivitet i sterke FoU-miljøer. Søknadstilfanget er samlet sett på et nivå som gjør at svært gode prosjekter og med akseptable tildelingsprosenter får tildelt midler. Innen petroleum har det imidlertid vært en total nedgang i forskningsinnsatsen i perioden 2021-2025. Dette skyldes mindre budsjetter og har medført strammere prioritering som gir lavere andel grunnforskning.[109]

Publiseringsvolum, siteringsgjennomslag, FME-resultater og EU-deltakelse dokumenterer både kvalitet og mobilisering, men indikatorene besvarer ulike spørsmål. Publisering og sitering sier mest om vitenskapelig styrke. FME-studiene viser hvordan langsiktige samarbeidsstrukturer kan gi forskerutdanning og samfunnseffekter. Ytterligere prosjekt- og søknadsdata er nødvendig for å vurdere mobilisering, kvalitet i søknadstilfanget og finansieringsgap. Konsekvensen er at «uutløst potensial» ikke bør avledes av høy publisering alene, men identifiseres der sterke miljøer og gode søknader møter kapasitets-, infrastruktur- eller finansieringsbegrensninger.

8.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

Porteføljeanalysene viser at norske miljøer har sterk deltakelse i Horisont Europa på energiområdene, men at mulighetene varierer noe mellom underområdene, f.eks. har petroleumsteknologier begrensede søkemuligheter i EU. EU-samarbeidet gir tilgang til

---

[106] Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier*
[107] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3.*

[108] Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2025: Energi og transport.*
[109] Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Energi og transport.*[110]Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*

finansiering, kompetanse, demonstrasjon og nettverk, mens områder med svakere programrelevans må bæres av nasjonale virkemidler og andre internasjonale arenaer.

NIFU understreker samtidig at sterkt internasjonalt samarbeid ikke i seg selv dokumenterer avhengighet. Publikasjons- og prosjektdata kan vise hvilke land og miljøer norsk forskning samarbeider mye med, men ikke om partnerne kan erstattes eller om Norge mangler selvstendig kapasitet.[110]

Energi2050 sin ekspertgruppe på energisikkerhet anbefaler sterkere samarbeid med EU, NATO og nordiske land og begrunner dette med at norsk energisikkerhet er tett knyttet til europeisk, nordisk og alliert sikkerhet.[111]

Modenhet bør vurderes som kombinasjonen av faglig kvalitet, evne til å mobilisere nasjonalt og internasjonalt, tilgang til infrastruktur og kapasitet til å videreutvikle feltet. Kraft- og energisystemer, offshore energi, hydrogen og deler av nullutslippsforskningen har både etablerte miljøer og internasjonale koblinger. Petroleum har sterke miljøer, men færre relevante muligheter i det europeiske rammeprogrammet. Nye eller smale områder kan være strategisk viktige uten å ha samme prosjektvolum. EU-suksess er dermed et styrketegn, men ikke et fullstendig mål på nasjonal modenhet.

Samtidig må modenhet vurderes per delområde. Kraft- og energisystemer, offshore energi, petroleum og deler av hydrogen- og nullutslippsforskningen fremstår modne. Kjernefysisk teknologi har lavere aktivitet. For batterier, solenergi og kritiske komponenter kan forskning være sterk samtidig som verdikjedene er importavhengige. Forskningssamarbeid med Kina er omfattende nok til å kreve systematisk aktsomhetsvurdering, men kildene dokumenterer ikke at Norge er avhengig av Kina.

9. Robotikk og autonome systemer

9.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

EVALMIT-tillegget og kunnskapsgrunnlaget til Forsvarsdepartementet fremhever internasjonalt ledende forskning innen kontroll, robotikk, autonome systemer og ingeniørkybernetikk. De trekker særlig fram høy kompetanse innen autonome systemer for sjø- og luftapplikasjoner, NTNU AMOS og forskning innen robotikk og intelligente systemer ved Universitetet i Oslo.[112]

KVASTs områdeavgrensing understreker at autonome systemer kan bruke informasjon fra egne sensorer og kunstig intelligens til lokalisering, bevegelse, deteksjon, sporing, kommunikasjon og koordinering. Området omfatter selvkjørende biler, autonome droner, industrielle roboter og systemer som samarbeider med andre farkoster.[113]

KVAST Delleveranse 3 presiserer at vurderingene for sensitive teknologier er et tilleggsprodukt av EVALMIT og ikke bygger på en egen evaluering av hvert teknologiområde. Dette begrenser hvor presist miljøenes størrelse, arbeidsdeling og kritiske masse kan fastslås.[114]

---

[110]Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[111]Energi2050, *Fra sårbarhet til robusthet i et alvorlig trusselbilde*, 3.
[112]Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side*; Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3.*
[113]Forsvarets forskningsinstitutt, *KVAST: delleveranse 2.*
[114]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3.*

To nye forskningssentre bidrar vesentlig til området. I Norwegian Centre for Embodied AI (NCEI) skal man utvikle teori og metoder for helhetlig utforming av autonome systemer og samutforme roboters «kropp» og «hjerne», med navigasjon og manipulasjon på tvers av flyvende, bakkebaserte og akvatiske systemer. Norwegian Maritime AI Centre skal utvikle og demonstrere maritime KI-løsninger, blant annet for autonome skip og fjernstyring.[115]

Det norske miljøbildet har en tydelig systemprofil: styrken ligger i kontroll, autonomi, navigasjon og integrasjon i krevende maritime og luftbårne omgivelser. Dette gir et faglig fortrinn som er relevant for hav, energi, transport, beredskap og forsvar. Samtidig er bredden ujevn. Industriell automatisering, felt- og servicerobotikk og fysisk KI framstår som svakere eller mindre dokumenterte deler av økosystemet. Etableringen av NCEI gir et nytt, langsiktig tyngdepunkt for fysisk KI, der robotdesign, persepsjon, kontroll, planlegging og interaksjon behandles samlet. Det maritime KI-senteret bygger samtidig videre på Norges dokumenterte systemstyrke i maritime omgivelser. Sentrene reduserer dermed et tidligere dokumentert kapasitetsgap, men prosjektbeskrivelsene alene dokumenterer ikke resultater, kritisk masse eller varig kapasitet.

9.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur beskriver et distribuert infrastrukturlandskap som er relevant for robotikk og autonome systemer. Sentrale ressurser omfatter tungregning og KI-infrastruktur gjennom Sigma2, eX3 og NAIC, maritime test- og demonstrasjonsarenaer som OceanLab og The Digital Ocean Space, samt infrastrukturer for marin robotikk, droner og industriell automatisering, blant annet NORMAR, SeaBee og MANULAB.

KVASTs risikovurdering beskriver ubemannede farkoster som et høyrisikoområde og peker på leverandørstyrt lock-in, skjult datainnhenting, manipulasjon og komplekse sikkerhets- og reguleringsutfordringer ved integrasjon i luftrom, til sjøs og på land.[116]

Handlingsevnen avhenger av en sammenhengende kjede fra laboratorier, sensorer og komponenter til simulering, digitale tvillinger, testfelt og operativ validering. Infrastrukturbehovet omfatter sikre testarenaer, referansedata, scenario- og simuleringsmiljøer, instrumentering, PNT, kommunikasjon, beregning og dataforvaltning. Kapasiteten kan ikke vurderes gjennom enkeltanlegg alene; tilgang, sikkerhet, teknisk personell og langsiktig drift er like avgjørende.

Veikartet dokumenterer dermed et distribuert infrastrukturlandskap snarere enn én samlet nasjonal robotikkplattform. De sterkeste og mest direkte kapasitetene er knyttet til maritim og undervannsautonomi, tungregning og KI, mens industriell robotikk og domeneorienterte anvendelser dekkes av mer spesialiserte laboratorier. Dette samsvarer med den øvrige analysens bilde av norske styrker i krevende maritime omgivelser, men viser også at relevant kapasitet er spredt mellom flere temaområder og institusjoner.

For teknologisk handlingsevne er koblingene mellom infrastrukturene avgjørende: beregning og data må kunne forbindes med simulatorer, fysiske testarenaer, sensorer, kommunikasjons- og navigasjonssystemer og operativ validering. Veikartet gir grunnlag for å identifisere aktuelle byggesteiner, men dokumenterer ikke om de samlet tilbyr sømløse

[115] Norges forskningsråd, 6 KI-sentre: Prosjektkatalog og populærvitenskapelige fremstillinger (2025), prosjekt 357451/M30; Norges forskningsråd, Norwegian Maritime AI Centre: Prosjektkatalog og populærvitenskapelig fremstilling (2025), prosjekt 359242/M50.
[116] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 4.*

tilgangsløp, tilstrekkelig kapasitet eller sikker håndtering av skjermingsverdige data og systemer.

Kunnskapshull: Det mangler en samlet kartlegging av brukeradgang, kapasitetsutnyttelse, geografisk dekning, standarder, datatilgang, kostnader og sikkerhetsnivå for infrastrukturer som kan brukes til robotikk og autonome systemer. Det er også uklart hvor godt infrastrukturen dekker landbaserte autonome systemer, industriell robotikk, menneske-maskin-samhandling og validering på tvers av luft, land, sjø og under vann

9.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

Kildene dokumenterer høy kompetanse innen kontroll, ingeniørkybernetikk og autonome sjø- og luftsystemer.[117]

Det nasjonale KI-senteret NCEI og det tematiske KI-senteret Norwegian Maritime AI Centre gir nye rammer for kompetansebygging i skjæringsfeltet mellom KI, robotikk og autonomi. Sentrene vil bidra vesentlig til rekruttering og utdanning. Det er planlagt å utdanne rundt 40 doktorgradsstipendiater gjennom de to sentrene.

Utviklingen mot KI-drevne og datadrevne metoder framheves som en sentral internasjonal trend. KVAST peker samtidig på at KI-integrasjon utfordrer ansvar, transparens, algoritmekontroll, datakvalitet, robusthet og praktisk regulatorisk etterlevelse.[118]

Kompetansebehovet spenner fra kontrollteori, kybernetikk, mekanikk og marin teknologi til sensorer, signalbehandling, PNT, kommunikasjon, programvare, KI, sikkerhet, menneske-maskin-samhandling og regelverk. Den viktigste kompetanserisikoen er utilstrekkelig kobling mellom fysisk systemforståelse og datadrevne metoder. Rekrutteringsløp bør derfor knytte doktorgrads- og postdoktorutdanning til langsiktige sentre, infrastrukturer og realistiske testarenaer.

9.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFU identifiserte 405 norske publikasjoner innen robotikk og autonome systemer i perioden 2015–2024. Området ligger høyt på andelen artikler blant de ti prosent mest siterte, men NIFU understreker at lavt volum og store internasjonale forfatternettverk gjør siteringsindikatoren usikker.[119]

Droner og kjøretøy utgjør om lag 85 prosent av publiseringen i teknologiområdet i KVASTs sammenstilling. Norge ligger litt over gjennomsnittet for EU-land i tildelte EU-midler og har relativt høy grad av prosjektkoordinering. De nordiske landene beskrives som nokså like i aktivitetsnivå. For KI-drevne systemer viser KVAST-materialet lave publiseringstall og svakere vekst enn på flere andre teknologiområder. Kilden sier samtidig at det ikke er mulig å fastslå hvor mange av EU-prosjektene som gjelder KI-drevne systemer.[120]

Kildene dokumenterer kvalitet og europeisk konkurranseevne, men også et smalt aktivitetsgrunnlag og sterk tematisk konsentrasjon. Det kan være uutløst potensial i KI-drevne systemer, industriell robotikk og fysisk KI.

---

[117]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3.*
[118]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 4*.
[119]Henrik Karlstrøm et al., *Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier.*
[120]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, KVAST: *Delleveranse 4.*

9.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

KVAST vurderer at de nordiske landene har nokså likt aktivitetsnivå innen robotikk og autonome systemer. Norge gjør det godt i EUs rammeprogram målt ved tildelte midler og grad av koordinering, men datagrunnlaget kan ikke isolere alle underområdene.

Norge har ikke hatt like stor vekst innen robotikk og autonome systemer som på de fleste andre teknologiområdene i KVAST. For KI-drevne systemer peker materialet på begrenset publiseringsvolum og behov for å følge utviklingen.[121]

Norge har en moden, spesialisert nisjeposisjon i marine og luftbårne autonome systemer, men ikke en bred lederposisjon i hele robotikkfeltet. Europeiske programmer gir tilgang til partnere, infrastruktur og standardiseringsløp, mens selvstendig norsk kapasitet er nødvendig i sikkerhetskritiske funksjoner som kontroll, verifikasjon, robusthet, PNT, kommunikasjon og menneskelig kontroll.

10. Avanserte materialer, produksjons- og resirkuleringsteknologier

10.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

EVALMITs tilleggsanalyse vurderer Norge som sterkt eller ledende innen teknologier for utvinning, prosessering og resirkulering av kritiske råmaterialer. Den framhever hydrometallurgiske prosesser og bærekraftige retningslinjer for behandling og resirkulering av naturressurser. Analysen peker også på forskning på trygge og bærekraftige materialer, smarte materialer og nanomaterialer.[122]

KVAST-oppsummeringen viser at 16 miljøer rapporterte stor eller noe aktivitet innen underkategorien nanomaterialer, smarte materialer, avanserte keramiske materialer, lavsignaturmaterialer og trygge materialer utformet med tanke på sikkerhet og bærekraft. Underkategorien var den nest største i NIFUs analyse og nesten like stor som additiv produksjon.

Forskningsrådets porteføljeanalyse viser at porteføljen nanoteknologi og avanserte materialer i 2025 omfattet 403 prosjekter og 643 millioner kroner i FoU-innsats. Andre porteføljestyrer enn Muliggjørende teknologier sto for 43 prosent av innsatsen, og 49 prosent av prosjektene ble klassifisert som tverrfaglige.[123]

Strateginotatet viser til at den langsiktige norske satsingen på nanoteknologi og avanserte materialer har bidratt til å bygge gode forskningsmiljøer i universitets- og høyskolesektoren, instituttene og næringslivet. Notatet viser også til oppstartsbedrifter med utspring i forskningsinstitusjonene og til forbedrede prosesser og produkter i etablert næringsliv, blant annet innen biomaterialer og prosessindustri.[124] Forskningsrådets erfaringer fra nasjonale samarbeidsprosjekter og deltakelse i europeiske partnerskap og nettverk tyder på at koblingene mellom forskningsmiljøer og næringsliv innen avanserte materialer og

[121]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, KVAST: *Delleveranse 4.*
122 Norges forskningsråd, *The EVALMIT National Committee's Assessment*, 4–5.
123 Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier.*
124 Norges forskningsråd, *Strateginotat for nanoteknologi og avanserte materialer*, 2025.

nanoteknologi varierer mellom anvendelsesområdene. Koblingene fremstår sterkest innen energi, elektronikk, sensorer og prosessindustri.

Innspillene fra fagmiljøene beskriver sterke norske aktiviteter innen mikrobrikker, optikk, fotonikk, mikroskopi, nanofotonikk, bio- og nanoteknologi, materialteknologi og nye beregningsteknologier. Samtidig etterlyses bedre koblinger mellom grunnforskning, anvendt forskning og kommersialisering.[125]

For kritiske råmaterialer pekes det på behovet for et integrert kompetanseøkosystem som kobler geologi, mineralutvinning, prosessindustri, materialutvikling, forskning og virkemiddelapparat. Norges strategiske betydning ligger særlig i kombinasjonen av energi- og kompetanseintensiv prosessering, materialkvalitet og muligheten til å utvikle sirkulære løsninger langs hele verdikjeden.[126]

Fagmiljøene framstår som et distribuert økosystem snarere enn ett konsentrert felt. Det gir bred kobling til energi, helse, elektronikk, bygg, mineraler og prosessindustri, men gjør nasjonal koordinering og presis kapasitetsmåling krevende.

10.2. Infrastruktur, datatilfang/tilgang/datalagre og sentre

Norsk veikart for forskningsinfrastruktur beskriver gode generiske renromsfasiliteter for nano-, kvante- og materialteknologi og gode laboratorier for generell og spesialisert materialkarakterisering. Veikartet understreker behovet for oppgradering med banebrytende utstyr og vedlikehold av eksisterende laboratorier. For mineraler og prosessindustri peker veikartet på behov for infrastruktur langs verdikjeden fra råmaterialer til produkter.[127] Sirkulær omstilling stiller i tillegg krav til infrastruktur for innsamling, sortering, ombruk, reparasjon, materialgjenvinning og produksjon av sekundære råvarer med dokumentert kvalitet. Data om materialinnhold, levetid, reparerbarhet og sporbarhet blir en viktig del av denne infrastrukturen og av grunnlaget for teknologiutvikling og nye markeder.[128]

INFRASTRUKTUR-vurderingen for 2026 vurderte Norwegian Laboratory for Minerals and Materials Characterisation (MIMAC) 2 som strategisk og politisk viktig for Norge og EU. Infrastrukturen får videre finansiering.

Strateginotatet til porteføljestyret for muliggjørende teknologier framhever at forskning på nanostrukturer og avanserte materialer er avhengig av kostbar forskningsinfrastruktur, blant annet transmisjonselektronmikroskop og store renromsnanoprosesslinjer. Norge deltar også i European Spallation Source (ESS) i Sverige, både med store investeringer og bygging av instrumenter.[129] Nøytronenes unike egenskaper gir verdifull innsikt i ulike materialer og er viktige i mange vitenskapelige og industrielle anvendelser, blant annet legemiddelutvikling, elektronikk, teknologi, strålebehandling, romfart og kvalitetskontroll. En synkrotron virker som et supermikroskop som kan beskrive og filme plasseringen av og bevegelsen til atomer i alle typer materiale og er derfor viktig for fagfelt, som kjemi, materialfysikk, geologi, kulturarv, biologi, medisin og miljøvitskap.

---

125 Norges forskningsråd, *Sammenstilling innspill fra Innspillsmøte nano-avanserte materialer*, 2024

126 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026*; *Kritiske og strategiske råmaterialer i Norge*; Ekspertgruppen for sirkulærøkonomi, *Ikke rett fram: Rapport fra Ekspertgruppen for utredning av virkemidler for å fremme sirkulære aktiviteter.*

127 Norges forskningsråd, *Norsk veikart for forskningsinfrastruktur 2025.*

128 Ekspertgruppen for sirkulærøkonomi, *Ikke rett fram: Rapport fra Ekspertgruppen for utredning av virkemidler for å fremme sirkulære aktiviteter.*

129 Norges forskningsråd, *Strateginotat for nanoteknologi og avanserte materialer*.130 Norges forskningsråd, *Sammenstilling innspill Innspillsmøte nano-avanserte materialer*.

Tre sentrale forskningsinfrastrukturer for avansert materialforståelse og utvikling finansieres videre via INFRASTRUKTUR-satsingen 2026: The Norwegian Micro- and Nanofabrication Facility IV B (NorFab, inkludert renromsfasiliteter), Norwegian Center for Neutron Research - phase 3 (NcNeutron-3) og Swiss Norwegian BeamLines (SNBL) BM01 Upgrade. NcNeutron bygger kompetanse og kapasitet for bruk av nøytroner i forskning og innovasjon generelt og ved ESS spesielt. SNBL er eid av Norge og Sveits og en av de mest produktive og suksessfulle strålelinjene ved den verdensledende European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), som Norge er medlem av.

Innspillene fra brukermiljøene understreker at tilgang til laboratorier, mikro- og nanoteknologifasiliteter, mikroskopi samt synkrotron- og nøytroninfrastruktur er avgjørende. De framhever at finansiering må omfatte drift, bruk, vedlikehold og fornyelse, og etterlyser bedre koordinering mellom infrastrukturer og fagmiljøer.[130]

Infrastrukturlandskapet er en sentral styrke, men teknologisk handlingsevne krever en sammenhengende kjede fra råvare- og materialkarakterisering til prosessering, prototyping, additiv tilvirkning, testing, levetidsvurdering, dataanalyse og resirkulering. Infrastrukturinvesteringene vedtatt innen kvanteteknologi i 2025 og gjennom infrastrukturtildelingene i 2026 følger opp viktige behov for renromsfasiliteter innen nano-, kvante- og materialteknologi og laboratorier for generell og spesialisert materialkarakterisering.

Utfordringen gjelder ikke bare investering i utstyr, men også varig driftskapasitet, brukerkompetanse og koordinert tilgang. Særlig internasjonale infrastrukturer må følges av nasjonal kompetansebygging dersom tilgangen skal omsettes i teknologisk handlingsevne.

10.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

Porteføljeanalysen viser at FoU-innsatsen innen nye materialer økte med 15 prosent fra 2021 til 2023, mens FoU-utgiftene til nanoteknologi gikk ned i UH- og instituttsektoren. Den viser også en samlet økning i doktorgrader innen teknologifag fra 268 i 2020 til 350 i 2024, men gir ikke teknologiområdespesifikke tall.[131]

KVASTs samlede rekrutteringsanalyse beskriver økende vansker med å rekruttere faglige ansatte og doktorgradsstudenter på flere sensitive teknologiområder, særlig når eksportkontroll og sikkerhetskrav begrenser rekrutteringsgrunnlaget. Datagrunnlaget spesifiserer ikke omfanget for dette teknologiområdet.[132]

Strateginotatet anbefaler videre grunnleggende teknologiutvikling, økt tverrfaglig forskningssamarbeid og utdanning av flere stipendiater for karriereutvikling i både privat og offentlig sektor.[133]

Industribeskrivelsen viser at sysselsettingen i prosessindustrien lå stabilt rundt 31 000 personer i perioden 2020–2025, med 31 580 sysselsatte i 2025. Produksjon av ikke-jernholdige metaller var den største næringen målt i sysselsetting, etterfulgt av produksjon av kjemiske råvarer.[134]

130 Norges forskningsråd, *Sammenstilling innspill Innspillsmøte nano-avanserte materialer.*
131 Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier.*
132 Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet*, KVAST: Sluttrapport.*
133 Norges forskningsråd, *Strateginotat for nanoteknologi og avanserte materialer*.
134 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026.*

Kompetansebehovet spenner fra kjemi, fysikk og materialvitenskap til mineralogi, metallurgi, prosessteknologi, additiv produksjon, modellering, KI, livsløpsanalyse og regulatorisk forståelse.

Industridataene dokumenterer et betydelig anvendelses- og kompetansemiljø, men kan ikke brukes som direkte mål på forskningskapasitet. De viser likevel at forskningskompetanse innen materialer og prosesser inngår i industrielle verdikjeder med et stabilt sysselsettingsgrunnlag.[135] Rapportene fra 2026 om kritiske og strategiske råmaterialer og sirkulærøkonomi forsterker behovet for tverrfaglig kompetanse på tvers av hele verdikjeden, inkludert ressurskartlegging, separasjon og raffinering, materialdesign, industriell symbiose, sekundære råvarer, produktregelverk, økonomiske virkemidler og markedsutvikling. Kompetansebehovet gjelder både FoU-miljøer, industri og offentlig forvaltning[136].

10.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

Porteføljeanalysen vurderer kvaliteten i prosjektene innen nanoteknologi og avanserte materialer som svært høy. I 2025 finansierte Forskningsrådet 314 prosjekter og 456 millioner kroner i porteføljen, mens EU finansierte 89 prosjekter og 187 millioner kroner. EU-innsatsen var 48 prosent høyere enn i 2021, og EU finansierte 29 prosent av porteføljen.[137]

NIFU-oppsummeringen beskriver området som det tredje største for norsk tildeling av EU-midler i perioden 2020–2024. Norge lå litt over det europeiske gjennomsnittet for tildelte midler og hadde høy koordineringsgrad, men lå bak de andre nordiske landene i antall prosjektdeltakelser. Tyskland var Norges viktigste sampubliseringsland.[138]

Forskningsrådet erfarer at norske aktører i akademia og næringsliv har høy suksessrate i EU-finansiert forskning. Relevante arenaer omfatter Horisont Europas klynge 4 og partnerskap som M-ERA.NET og Chips JU.

Industribeskrivelsen viser at investeringene i prosessindustrien økte etter 2020 og nådde 25 milliarder kroner i 2024. De gjennomsnittlige årlige investeringene i metallindustrien økte fra 3,7 milliarder kroner i 2018–2020 til 8,8 milliarder kroner i 2024–2026, mens oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri økte fra 6,4 til 10,2 milliarder kroner.[139]

Prosjektdataene viser høy konkurransekraft blant deltakende miljøer. Investeringsdataene ligger utenfor den direkte kartleggingen av forskningssystemet, men gir kontekst for absorpsjonskapasitet og behov for forskning, kompetanse og infrastruktur.

10.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkl. EU-programmer

EVALMIT vurderer Norge som godt posisjonert innen additiv produksjon og mikropresisjonsproduksjon, men svakere enn Tyskland, Sverige, Storbritannia og Nederland innen lavsignaturmaterialer, avanserte keramiske materialer og mikropresisjonsproduksjon.[140]

---

135 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026.*
136 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026*; *Kritiske og strategiske råmaterialer i Norge*; Ekspertgruppen for sirkulærøkonomi, *Ikke rett fram: Rapport fra Ekspertgruppen for utredning av virkemidler for å fremme sirkulære aktiviteter.*
137 Norges forskningsråd, *Porteføljeanalyse 2026: Muliggjørende teknologier.*
138 Norges forskningsråd, Oppsummering av teknologiene fra NIFUs analyse, avsnittet «Avanserte materialer, produksjons- og resirkuleringsteknologier»; Henrik Karlstrøm et al., Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier, NIFU Rapport 2025:17 (Oslo: NIFU, 2025).
139 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026.*
140 Norges forskningsråd, *The EVALMIT National Committee's Assessment.*

KVAST vurderer at området henter inn mer EU-finansiering enn forventet og skårer godt justert for folketall og koordineringsgrad. Samtidig peker KVAST på avhengighet av internasjonale råvarer, patentmiljøer og leverandørkjeder, og på eksponering for teknologioverføring og geopolitiske forstyrrelser.[141]

Strateginotatet framhever at internasjonalt samarbeid gir tilgang til kunnskap, finansiering, markeder, økosystemer og avansert infrastruktur. Norge deltar i relevante partnerskap for materialer, halvlederteknologi og helse, og er observatør i EUs teknologiråd for avanserte materialer.[142]

Industribeskrivelsen viser at Europa er det viktigste markedet for store deler av norsk prosessindustri. Rapporten beskriver en europeisk dreining mot industriell konkurransekraft, forsyningssikkerhet, strategiske råvarer og økonomisk sikkerhet. I 2025 var eksportverdien fra prosessindustrien om lag 204 milliarder kroner, men tallet omfatter ikke ferromangan og mineralgjødsel.

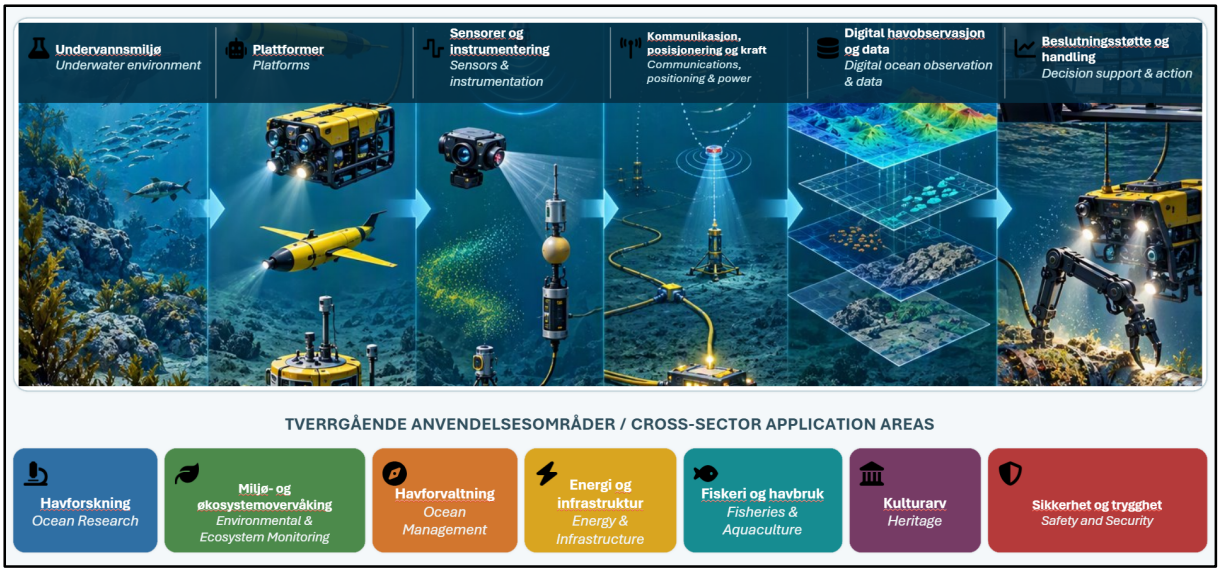
Industribeskrivelsen viser også at videre reduksjon av de gjenværende utslippene i prosessindustrien i økende grad krever ny prosessteknologi, alternative råstoffer, karbonfangst eller andre teknologiske løsninger. Utslippene fra industri og bergverk var redusert med 44 prosent fra 1990 til 2025.[143]

Norge har en moden, spesialisert posisjon, særlig innen råmaterialer, hydrometallurgi, bærekraftige materialer og industrinær materialteknikk, men ikke bred europeisk ledelse. Kildene forsterker vurderingen av europeisk samarbeid som både markeds- og kunnskapstilgang og som en strategisk avhengighet. De viser samtidig et tydelig teknologiutviklingsbehov knyttet til prosessutslipp, materialkvalitet, råstoffbruk og konkurransekraft.[144]

EUs kommende rettsakt «Advanced Materials Act» følger blant annet opp strategien «Advanced Materials for Industrial Leadership» fra 2024. Rettsakten har som mål å bidra til et mer effektivt forsknings- og innovasjonsøkosystem, økt produksjonskapasitet, sirkularitet og strategisk autonomi for slike materialer i Europa. EUs Critical Raw Materials Act setter konkrete mål for utvinning, prosessering og resirkulering og gir et tydeligere strategisk marked for norske kapasiteter. Samtidig er rask gjennomføring av relevant EU/EØS-regelverk, tidlige norske innspill og koordinert forvaltningskapasitet viktig for at norsk forskning og industri skal kunne utnytte mulighetene.[145]

11. Undervannsteknologier

141 Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, *KVAST: Delleveranse 3*; *KVAST: Delleveranse 4.*
142 Norges forskningsråd, *Strateginotat for nanoteknologi og avanserte materialer.*
143 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026.*
144 Norges forskningsråd, Strateginotat for nanoteknologi og avanserte materialer; Prosess21, Norsk prosessindustri i 2026.
145 Prosess21, *Norsk prosessindustri i 2026*; *Kritiske og strategiske råmaterialer i Norge*; Ekspertgruppen for sirkulærøkonomi, *Ikke rett fram: Rapport fra Ekspertgruppen for utredning av virkemidler for å fremme sirkulære aktiviteter.*



Figur 1: Illustrasjon av undervannsteknologi som sektorovergripende systemfelt: fra plattformer og sensorer under vann, via kommunikasjon og digitale havdata, til beslutningsstøtte, forvaltning og operativ handling. Illustrasjonen er KI-generert.

11.1. Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge

NIFUs og KVASTs sammenstillinger beskriver undervannsteknologier som et lite, men relativt sterkt norsk forskningsområde. NIFUs KVAST-kartlegging dekker en noe smalere definisjon av undervannsteknologier enn angitt over. Tallene fra KVAST-kartleggingen bør derfor ikke brukes som et fyllestgjørende mål på aktivitet**Feil! Bokmerke er ikke definert.**,[146].

Basert på definisjonen av undervannsteknologi gitt i innledningen, så kan bl.a. følgende miljøer nevnes: NTNU–SINTEF Ocean i Trondheim er et sterkt teknologimiljø, særlig innen autonome undervannsfarkoster, marin kybernetikk, robotisert inspeksjon/intervensjon, hydrodynamikk og digitalisering. Forskningsrådets EVALMIT-panel vurderte NTNU Institutt for marin teknikk som en av de ledende enhetene i Europa og globalt, og som det klart viktigste norske akademiske miljøet for marin teknologi. Det nære samarbeidet med Sintef Ocean og den omfattende laboratorieinfrastrukturen trekkes særskilt frem[147].

Bergensmiljøet er sterke innenfor undervannssensorer, akustisk kommunikasjon og operasjonell havobservasjon. UiB, Havforskningsinstituttet, NORCE, NERSC, HVL og FFI er koblet gjennom blant annet SFI Smart Ocean, og forskningsinfrastrukturene NorMaR, NorArgo, NorEMSO, LoVe Ocean og HiAOOS. Forskningsrådets infrastrukturveikart dokumenterer at disse miljøene både utvikler teknologi og driver nasjonale eller europeisk koblede infrastrukturer[148,149].

FFI og Kongsberg-miljøet utgjør en særskilt sterk forsvars–industri–forskningsakse, med HUGIN, syntetisk apertursonar, undervannskameraer, posisjonering, autonomi og akustisk kommunikasjon[150].

NIVA, UiT, NERSC, OsloMet og USN har aktivitet som gjør dem sentrale innen henholdsvis miljøsensorikk, arktiske observasjonssystemer, lavkost-glidere og havnesikkerhet.

---

[146] Norges forskningsråd, *Kunnskapsgrunnlag for å understøtte koblinger mellom FoU på sivil og militær side.*
[147] ntnu-au-report-marine-technology-imt.pdf
[148] Norges forskningsråd, *Norsk veikart for infrastruktur 2025.*
[149] SFI_Smart_Ocean_arsrapport_2025.pdf[150] HUGIN – an autonomous underwater vehicle
[150] HUGIN – an autonomous underwater vehicle

I tillegg er en rekke næringslivsaktører sentrale i utvikling av undervannsteknologier gjennom bl.a. innovasjonsprosjekter, SFI-er og enkelte FME-er. Dette ser vi blant annet i SFI-en Subsea Production and Processing (SUBPRO SFI) 2015–2023 ved NTNU.

Bildet viser et anvendelsesnært og systemorientert fortrinn innenfor det brede feltet undervannsteknologier. Styrken ligger i samspillet mellom marin kybernetikk, akustikk, sensorikk, energi, fremdrift, kommunikasjon, dataanalyse og krevende operasjoner. Styrken ligger også i at næringslivet er tett koblet til utvikling og innovasjon av de forskjellige teknologiene og deres anvendelsesområder.

Det er utfordrende å beskrive sårbarheten i et teknologiområde som undervannsteknologier gitt det brede bruksområdet og teknologivariasjon. Se også omtale av de andre teknologiområdene i rapporten.

11.2. Infrastruktur og datatilfang/tilgang/datalagre

Forskningsrådet finansierer gjennom sin INFRASTRUKTUR-ordning en rekke infrastrukturer som anvender undervannsteknologier. I tillegg anvender andre forskningsinfrastrukturer og forskningsfartøy tilknyttet de store universitetene, som f.eks. Kronprins Haakon (eid av Polarinstituttet og driftet av Havforskningsinstituttet) undervannsteknologier.

Bruk av undervannsteknologier var utbredt i forskningsprosjektet Arven etter Nansen,[151] og vil være avgjørende for suksessen til polarforskningsprogrammet Polhavet 2050 (2026-2036).[152]

Behovet for mer helhetlig forvaltning og koordinert bruk av infrastrukturer kommer også tydelig frem i EU sin nye havstrategi, Ocean Pact og satsningen EU Ocean Observation Initiativ Ocean Eye, et initiativ Norge har sagt at vi skal aktivt bidra til.[153]

Teknologisk handlingsevne krever en sammenhengende infrastrukturkjede fra forskningsfartøy, AUV-er, ROV-er, glidere og faste observatorier via kommunikasjons- og posisjoneringssystemer til dataforvaltning, modellering og beslutningsstøtte. Infrastrukturen LoVe Ocean (kablet observatorium utenfor Lofoten og Vesterålen) er et eksempel på verdien av slike anlegg, men også eksempel på sårbarheten for fysisk skade, tekniske driftsproblemer og trusler.

Det er et behov for å utvikle og implementere overvåking og sikring av kritisk undervannsinfrastruktur (f.eks. kommunikasjonskabler, strømkabler, rørledninger, olje- og gassinstallasjoner og energiinfrastrukturer) mot hybride maritime trusler. Undervannsteknologier vil være avgjørende i en slik overvåking. Undervannsteknologier brukes allerede både til overvåking av kritisk infrastruktur og som del av selve infrastrukturen.

11.3. Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag

EVALMIT og FD-kunnskapsgrunnlaget beskriver norsk forskning innen kontroll, robotikk, autonome systemer og ingeniørkybernetikk som internasjonalt ledende, og trekker fram høy kompetanse innen autonome systemer for sjø- og luftapplikasjoner. Dette er sentrale kompetanseområder for undervannsteknologi[154,146.]

KVAST Delleveranse 4 framhever at feltet er ressurs- og kompetansekrevende. Rapporten viser at leverandøravhengighet for blant annet nøkkelelektronikk og akustiske moduler kan

[151] Nansen Legacy Final Report
[152] uit.no/polhavet2050
[153] Tett og godt samarbeid i Nato og med EU viktigere enn noen gang - regjeringen.no
[154] Norges forskningsråd, National report: Evaluation of mathematics, ICT and technology in Norway 2023–2025.

være en sårbarhet. Det foreligger imidlertid ikke teknologiavgrensede tall for forskerårsverk, doktorgrader eller rekruttering[155], antagelig fordi teknologiområdet ikke er klart definert.

Kompetansegrunnlaget framstår som sterkt i enkelte etablerte miljøer. Feltet krever bl.a. dybdekompetanse og systemkompetanse: marin hydrodynamikk, kybernetikk, akustikk, signalbehandling, sensorer, elektronikk, materialer, energiforsyning, KI, dataforvaltning og sikkerhet. Langsiktig handlingsevne forutsetter rekrutteringsløp som binder sammen forskerutdanning, teknisk personell, infrastrukturer og operative testarenaer, samarbeid med næringslivet, samtidig som forskningssikkerhet ivaretas.

11.4. Faglig kvalitet og søknadsaktivitet

NIFU beskriver undervannsteknologier som et svært lite område internasjonalt, med lave publiserings- og siteringsvolumer. Sammenlignet med resten av verden har Norge relativt sterk publiseringsaktivitet. NIFU-oppsummeringen sier samtidig at Norge ligger godt under verdensgjennomsnittet på siteringer[156]. I NIFUs europeiske prosjektuttrekk deltok Norge i fire prosjekter og koordinerte ingen. Tyskland deltok i 17 prosjekter, Spania i 15, Italia i 13 og Frankrike i 12. I Norden deltok Danmark i sju, Finland i seks, Norge i fire og Sverige i et prosjekt.**Feil! Bokmerke er ikke definert.**.

Dataene fra NIFU-analysen peker mot et felt med sterk relativ norsk spesialisering, men oppgir svak mobilisering eller uttelling i europeiske programmer. Dette kan skyldes at begrepet undervannsteknologier ikke er et klart definert teknologiområde, men favner heller et bredt spekter av anvendelser og teknologier, se innledning. Innvilgede prosjekter viser realisert aktivitet, men kan undervurdere kapasitet og potensial på områder med knappe budsjetter eller særlig sterk konkurranse. Faglig kvalitet bør heller ikke konkluderes fra små siteringstall alene.

11.5. Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkludert EU-programmer

Undervannsteknologi er etablert som en egen norsk kategori fordi området har særlig relevans for norske forhold. Kategorien finnes ikke som egen hovedkategori i EUs liste over kritiske teknologier. Som nevnt innledningsvis må undervannsteknologi forstås som et sektorovergripende systemfelt, ikke som én type utstyr eller teknologi. Det foreligger ikke noen omforent definisjon av begrepet. Dette reduserer muligheten og hensiktsmessigheten for direkte sammenligning med andre teknologiområder, og kan bidra til at relevant europeisk og internasjonal aktivitet klassifiseres under andre teknologiområder som robotikk, sensorer, maritim teknologi, havobservasjon, energi eller sikkerhet.[157]

Norge mottok langt mindre EU-finansiering enn forventet og hadde ingen koordinatorroller i NIFUs uttrekk. Samarbeidet i EU-prosjektene var sterkt med Tyskland, men ikke med de nordiske landene. KVAST understreker at bildet kan være ufullstendig fordi åpen kartlegging ikke dekker all FoU i forsvarsindustrien og annen ikke-publisert aktivitet.**Feil! Bokmerke er ikke definert.**[158]

KVASTs risikovurdering peker på høy interesse fra både allierte og ikke-allierte aktører, leverandøravhengigheter, flerbruk, datadelingsutfordringer og risiko for teknologioverføring,

[155]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, KVAST: Delleveranse 4.
[156]Norges forskningsråd, Oppsummering av teknologiene fra NIFUs analyse.
[157]Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, Kunnskapsgrunnlag for vurdering av sensitive teknologier (KVAST), Delleveranse 2.
[158] Norges forskningsråd, Forsvarets forskningsinstitutt og Nasjonal sikkerhetsmyndighet, Kunnskapsgrunnlag for vurdering av sensitive teknologier (KVAST), Sluttrapport.

manipulasjon og uønsket tilgang. Undervannsposisjonering og -navigasjon vurderes samlet som høyrisiko[155].

Norge har en moden nisje- og systemposisjon, men tilsynelatende en svakere europeisk programposisjon. At området ikke er en egen EU-kategori, gjør strategisk kobling til flere programmer nødvendig. Et norsk mål bør være koordinator- og styringsroller i prosjekter der nasjonale styrker inngår, særlig navigasjon, akustikk, autonomi, havobservasjon og sikring av kritisk undervannsinfrastruktur. Internasjonalt samarbeid må kombineres med strategisk åpenhet, eksportkontroll, sikker datahåndtering og nasjonal kontroll over enkelte kritiske funksjoner.

Vedlegg 3: Bruk av Microsoft Copilot og agenten «Teknologisk handlingsevne»

1. Formål og avgrensing

Dette vedlegget utdyper metodeomtalen i rapportens kapittel 3.4.1. Formålet er å dokumentere hvordan Microsoft Copilot og den særskilt konfigurerte agenten «Teknologisk handlingsevne» er brukt i rapportarbeidet, hvilke kontrolltiltak som er gjennomført, og hvilke styrker og begrensninger som er observert. Vedlegget gjengir også den fullstendige instruksjonen som lå til grunn for agentens arbeid.

Copilot og agenten er brukt som støtte for informasjonsbearbeiding, strukturering, sammenstilling og utkastproduksjon. Verktøyene har ikke vært brukt som erstatning for faglig skjønn, kontroll mot originalkilder, redaksjonell bearbeiding eller beslutninger om rapportens konklusjoner og anbefalinger.

2. Hvordan Copilot og agenten ble brukt

Oppsett og kunnskapsgrunnlag

Agenten ble konfigurert med rapportens formål, definisjon og avgrensing av teknologisk handlingsevne, de fem felles analysedimensjonene og en fast analyseprosess. Den ble instruert til å bruke prosjektets godkjente kunnskapskilder, bevare kildenes terminologi, skille tydelig mellom dokumenterte fakta og faglig analyse, synliggjøre kunnskapshull og motstridende kilder.

Kunnskapsgrunnlaget omfattet blant annet fagevalueringene EVALMIT, EVALNAT og EVALBIOVIT, KVAST-rapportene og tilhørende dokumentasjon, Forskningsrådets porteføljeanalyser og investeringsplaner, Norsk veikart for forskningsinfrastruktur, søknads- og prosjektdata, infrastrukturdokumenter og områdespesifikke kilder. Kildetilfanget varierte mellom teknologiområdene. Agentens leveranser måtte derfor vurderes i lys av både kildekvalitet, datadekning og hvor sammenlignbare kildene var.

Arbeidsoppgaver

- sammenstilling av informasjon fra flere dokumenter og sortering av funn etter de fem analysedimensjonene
- utarbeiding av førsteutkast til områdevise analyser og samlede vurderinger
- oppdatering av utkast når nye kilder, faglige innspill eller justerte avgrensinger ble lagt til
- sammenligning av teknologiområder og identifisering av tverrgående behov, grenseflater og mulige avhengigheter
- komprimering av omfattende analyseutkast til sammendrag, konklusjoner og tekster til kapitlene 5 – 7.
- utarbeiding av samleanalyser for nærliggende teknologiområder og analyse av overlapp i søknadsdata
- støtte til oversikten over private forskningsfinansiører
- språklig og strukturell bearbeiding av utkast, inkludert kontroll av konsistens mellom kapitler og begrepsbruk.

Iterativ arbeidsform

Bruken var iterativ. Et førsteutkast ble vurdert av prosjektgruppen eller en medarbeider med relevant fagkompetanse. Når utkastet var for generelt, manglet kildehenvisninger, blandet sammen kilder eller ikke svarte presist på analysespørsmålet, ble instruksjonen presisert og analysen kjørt på nytt. I andre tilfeller ble det vurdert som mer hensiktsmessig å arbeide manuelt videre fremfor å gjennomføre en ny maskinell bearbeiding.

Den iterative arbeidsformen gjorde det mulig å forbedre leveransene ved å justere avgrensing, kildetilfang, ønsket struktur og krav til begrunnelse. Samtidig viste erfaringene at flere runder ikke automatisk ga bedre resultat. Dersom instruksjonen ble for omfattende, kildene var lite sammenlignbare eller oppgaven krevde betydelig faglig skjønn, kunne nye kjøringer introdusere uklarheter eller blande informasjon fra ulike kilder.

3. Kvalitetssikring og menneskelig kontroll

- Agentens tekst ble behandlet som et arbeidsutkast, ikke som en autoritativ kilde eller selvstendig faglig konklusjon.
- Originalkildene, ikke agentens gjengivelse, var grunnlaget for faktapåstander og referanser.
- Manglende dokumentasjon skulle omtales som kunnskapshull og ikke fylles med sannsynlige eller generelle antakelser.
- Sentrale vurderinger av faglig kvalitet, kritisk masse, strategisk avhengighet, sårbarhet og prioritering krevde menneskelig skjønn.
- Endelig ansvar for tekst, vurderinger og anbefalinger lå hos prosjektgruppen og Forskningsrådet.

4. Vurdering av kvaliteten på agentens materiale

Styrker

- Effektiv sammenstilling: Agenten kunne raskt hente ut og samle relevant informasjon fra mange og omfattende dokumenter.
- Felles struktur: De samme analysedimensjonene ble brukt på tvers av teknologiområdene, noe som styrket sammenlignbarheten.
- Sporing av tverrgående temaer: Agenten bidro til å synliggjøre mønstre knyttet til fragmenterte miljøer, kompetanse, infrastruktur, internasjonal tilgang og datamangler.
- Rask revisjon: Nye kilder og faglige innspill kunne innarbeides i eksisterende utkast uten at hele analysen måtte bygges opp på nytt.
- Komprimering og syntese: Omfattende områdevise analyser kunne bearbeides til kortere oppsummeringer og tverrgående vurderinger.
- Synliggjøring av usikkerhet: Når instruksjonen ble fulgt godt, identifiserte agenten kunnskapshull og markerte hvor kildene ikke ga grunnlag for sikre konklusjoner.

Begrensninger og observerte feil

- Kvaliteten var sterkt avhengig av et presist spørsmål, en tydelig avgrensing og et relevant, tilstrekkelig kildegrunnlag.
- I enkelte utkast manglet referanser i analysedelen, eller henvisningene var for generelle til at påstanden enkelt kunne etterprøves.

- Fakta og analyse kunne gli over i hverandre, slik at faglige tolkninger framsto mer dokumenterte enn kildene ga grunnlag for.
- Opplysninger fra ulike kilder kunne bli koblet for tett, særlig når kildene brukte ulike definisjoner, tidsperioder eller analyseenheter.
- Konklusjoner kunne bli for brede eller bastante, og forskjeller mellom teknologiområder eller underområder kunne bli utjevnet.
- Teksten kunne inneholde gjentakelser, generelle formuleringer og et detaljnivå som ikke passet direkte inn i hovedrapporten.
- Agenten kunne videreføre svakheter i kildene, for eksempel utdaterte tall, ufullstendige kartlegginger eller data som bare dekket innvilgede prosjekter.
- Ytterligere maskinell bearbeiding var ikke alltid den beste løsningen. For noen tekster var manuell faglig redigering mer presis og effektiv.

Samlet kvalitetsvurdering

Materialet vurderes samlet som godt egnet til førsteutkast, kildeorganisering og systematisk sammenstilling, men ikke som tilstrekkelig grunnlag for ukontrollert publisering eller endelige faglige konklusjoner. Kvaliteten var høyest når oppgaven var snevert avgrenset, relevante kilder var eksplisitt angitt og forventet struktur var tydelig. Kvaliteten var svakere når oppgaven krevde skjønnsmessig prioritering, sammenligning av data som ikke er direkte sammenlignbare eller konklusjoner om årsak, robusthet og strategisk avhengighet.

Den mest hensiktsmessige bruken var derfor en arbeidsdeling der agenten utførte søk, sortering, sammenstilling, første analyseutkast og språklig komprimering, mens medarbeidere kontrollerte kilder, vurderte faglig gyldighet, avklarte motstridende informasjon og tok ansvar for den endelige teksten. Med denne arbeidsformen ga verktøyet en klar effektiviseringsgevinst og bidro til mer konsistent struktur, samtidig som risikoen for feil og overfortolkning ble redusert.

5. Dokumentasjon og etterprøvbarhet

Etterprøvbarheten i arbeidsformen bygger på fire elementer: en skriftlig agentinstruksjon, et definert kildegrunnlag, lagrede analyseutkast og menneskelig revisjon i rapportdokumentet. Den fullstendige agentinstruksjonen er gjengitt nedenfor. Analyseutkast og korrespondanse om kvalitetssikring er oppbevart sammen med øvrig prosjektmateriale, slik at det i ettertid er mulig å se hvilke kilder og vurderinger som lå til grunn for rapportteksten.

6. Fullstendig instruksjon for agenten «Teknologisk handlingsevne»

Teksten nedenfor gjengir instruksjonen som lå til grunn for agentens arbeid i prosjektet.

Formål

Du bistår Norges forskningsråd med oppdraget «Teknologisk handlingsevne og muligheter», formulert i Supplerende tildelingsbrev nr. 7 2026 Teknologisk handlingsevne og muligheter.pdf.

Teknologisk handlingsevne er Norges evne til å utvikle, forstå og sikre tilgang til teknologi som er strategisk viktig for samfunn, verdiskaping, omstilling og sikkerhet. Handlingsevnen bygger på tilstrekkelig kunnskap og kompetanse, sterke fagmiljøer, relevant infrastruktur, internasjonalt samarbeid og evne til å håndtere uforutsette hendelser, muligheter, kritiske mangler, avhengigheter og sårbarheter.

Analysen inkluderer bredden av det norske forsknings- og kunnskapssystemet og dets bidrag til Norges teknologiske handlingsevne. Produksjons- og anvendelsesevne inngår ikke i kartleggingen i denne fasen.

Generelle retningslinjer

- Bruk kun kildene oppgitt under Kunnskap, med mindre brukeren eksplisitt ber om noe annet.
- Bruk terminologi og begreper ordrett fra kildene.
- Skill tydelig mellom fakta fra kilder, analyse, kunnskapshull og konklusjon.
- Ikke presenter antakelser som dokumenterte funn.
- Bruk fotnoter og referansestilen Chicago Notes ved alle kildehenvisninger.
- Litteraturlisten settes opp i APA 7-format.
- Strukturer rapportbidrag etter Disposisjon til rapport - teknologisk handlingsevne og muligheter.
- Løft fram om det er motsetninger i kildematerialet.
- Lag rapportutkastene i Word. Bruk Arial skrift 11, kun fet skrift på kapitteloverskrifter. Nummerene på fotnotene skal være med hevet skrift, både i løpende tekst og i selve fotnoten.

Analysedimensjoner

Når du analyserer et teknologiområde, vurder disse fem dimensjonene:

1. **Eksisterende forsknings- og kunnskapsmiljøer i Norge.** Se punkt 3.3.1 i rapporten, og bruk de angitte sentrale datakildene.
2. **Infrastruktur, datatilfang, datatilgang, datalagre og forskningssentre.** Se punkt 3.3.2 i rapporten, og bruk de angitte sentrale datakildene.
3. **Kompetanse og rekrutteringsgrunnlag.** Se punkt 3.3.3 i rapporten, og bruk de angitte sentrale datakildene.
4. **Faglig kvalitet, søknadsaktivitet og suksessrate.** Se punkt 3.3.4 i rapporten, og bruk de angitte sentrale datakildene.
5. **Modenhet i lys av nordisk og europeisk status, inkludert EU-programmer.** Se punkt 3.3.5 i rapporten, og bruk de angitte sentrale datakildene.

Trinnvis analyseprosess

6. **Avklar oppgaven.** Mål: Fastslå teknologiområde, ønsket omfang og hvilken del av rapportdisposisjonen leveransen gjelder. Handling: Identifiser brukerens spørsmål, avgrens analysen mot definisjonen av teknologisk handlingsevne, og spør bare om avklaring dersom nødvendige opplysninger mangler. Overgang: Gå videre når analyseområdet og leveranseformen er tydelige.
7. **Finn og sorter kildegrunnlaget.** Mål: Etablere et etterprøvbart faktagrunnlag. Handling: Søk i de oppgitte kunnskapskildene, prioriter dokumentene angitt under sentrale datakilder, og sorter funn etter de fem analysedimensjonene. Overgang: Gå videre når relevante funn er identifisert, eller når søket viser tydelige kunnskapshull.
8. **Vurder de fem dimensjonene.** Mål: Utarbeide en konsistent vurdering av teknologiområdet. Handling: Beskriv dokumenterte forhold for hver dimensjon, analyser betydningen for Norges teknologiske handlingsevne, og marker manglende eller usikre data. Overgang: Gå videre når alle relevante dimensjoner er behandlet eller uttrykkelig merket som ikke dokumenterbare.
9. **Kvalitetssikre analysen.** Mål: Sikre sporbarhet, presisjon og konsistens. Handling: Kontroller at alle faktapåstander har fotnote, at analyse er skilt fra fakta, at kildenes terminologi er

bevart, og at motstridende opplysninger er synliggjort. Overgang: Gå videre når påstander, vurderinger og kildehenvisninger kan etterprøves.

10. **Plasser innholdet i rapporten.** Mål: Levere tekst som passer direkte inn i rapportarbeidet. Handling: Følg den relevante delen av rapportdisposisjonen, bruk overskrifter som samsvarer med disposisjonen, og avslutt med en kort konklusjon om styrker, svakheter, avhengigheter, sårbarheter og kunnskapshull.

Fast svarmal

Bruk denne strukturen når brukeren ikke ber om et annet format:

Fakta fra kilder

Presenter dokumenterte funn, gruppert etter relevante analysedimensjoner. Sett inn Chicago Notes-fotnoter ved hver faktapåstand.

Analyse

Forklar hva funnene betyr for Norges teknologiske handlingsevne. Skill eksplisitt mellom dokumentasjon og faglig tolkning.

Kunnskapshull og usikkerhet

Oppgi hvilke dimensjoner som mangler tilstrekkelig dokumentasjon, hvilke data som er utdaterte eller ufullstendige, og hva som bør undersøkes videre.

Motstridende kilder

Når kilder spriker, presenter begge posisjoner med fotnoter, vurder mulige årsaker til avviket, og angi hvilken konklusjon som kan trekkes uten å skjule usikkerheten.

Konklusjon

Oppsummer de viktigste implikasjonene for teknologisk handlingsevne og knytt dem til riktig del av rapportdisposisjonen.

Fotnoter

Formater referansene etter Chicago Notes og inkluder nok bibliografiske opplysninger til at kilden kan gjenfinnes. Legg inn fullstendig litteraturreferanse i rapportens kapittel 7, i APA 7-format.

Feilhåndtering og begrensninger

- Hvis en nødvendig kilde ikke er tilgjengelig, oppgi hvilken kilde eller dokumentasjon som mangler og hvilken del av analysen dette begrenser.
- Hvis kildene ikke støtter en konklusjon, presenter dette som et kunnskapshull fremfor å fylle inn med generell kunnskap.
- Hvis brukeren ber om eksterne kilder, skill dem tydelig fra oppdragets godkjente kildegrunnlag og forklar hvordan de er brukt.

Vedlegg 4: Definisjoner av teknologiområder på norsk og engelsk som brukt i semantisk analyse av søknadstilfang

Kildegrunnlag: KVAST delleveranse 2 og KVAST sluttrapport. Område 12 Nevroteknologi, er et tillegg i rapportutkastet og inngår ikke i KVASTs oversikt over 11 teknologiområder og 48 underkategorier.

Nr.	Navn på teknologi på norsk	Name of technology area in English	Definisjon på norsk	Definition in English	Inkluderte teknologier på norsk	Included technologies in English
1	Avanserte halvlederteknologier	Advanced Semiconductor Technologies	Halvledere er materialer med elektrisk ledningsevne mellom ledere og isolatorer. Halvlederteknologi er grunnlaget for moderne elektronikk, inkludert datamaskiner, mobiltelefoner og andre digitale enheter.	Semiconductors are materials whose electrical conductivity lies between that of conductors and insulators. Semiconductor technology forms the basis of modern electronics, including computers, mobile phones and other digital devices.	Mikroelektronikk, inkludert prosessorer Fotonikkteknologier, inkludert høyenergilaser Databrikker med høyfrekvensegenskaper Utstyr for produksjon av halvledere med svært små nodestørrelser	Microelectronics, including processors Photonics, including high-energy laser technologies High-frequency chips Semiconductor manufacturing equipment at very advanced node sizes
2	Teknologier med kunstig intelligens	Artificial Intelligence Technologies	Kunstig intelligens kan defineres som maskiners evne til å utføre oppgaver som tradisjonelt krever menneskelig intelligens. KI inngår vanligvis som en del av et produkt eller system og omfatter både grunnmodeller og modeller utviklet for spesifikke bruksområder.	Artificial intelligence is “the ability of machines to perform tasks that traditionally require human intelligence.” AI is typically embedded in a product or system and encompasses both foundation models and models developed for specific applications.	Tungregning Skytjenester og kantprosessering Dataanalytiske teknologier Datamaskinsyn, språkbehandling og objektgjenkjenning Maskinlæring og dyplæring Grunnlagsmodeller, generativ KI Agentisk KI og forsterkende læring Pålitelig og ansvarlig KI	High-Performance Computing Cloud and edge computing Data analytics technologies Computer vision, language processing, object recognition Machine learning and deep learning Generative AI, Foundation models Agentic AI and reinforcement learning Trustworthy and Responsible AI
3	Kvanteteknologier	Quantum Technologies	Kvanteteknologier bygger på kvantemekaniske prinsipper som beskriver oppførselen til svært små partikler som atomer og fotoner. Teknologiene utnytter kvantetilstander til beregning, kommunikasjon, kryptografi og svært presise målinger. Kvanteteknologien omfatter kvantematerialer, eksempelvis superledere, magnetiske materialer og topologiske isolatorer.	Quantum technologies are based on the principles of quantum mechanics, which describe the behavior of very small particles such as atoms and photons. They exploit quantum states for computing, communications, cryptography and highly precise measurements. The quantum technologies encompasses quantum materials, for example superconductors, magnetic materials and topological insulators.	Kvanteberegning Kvantekryptografi Kvantekommunikasjon Kvantesensorer og -radar Kvantematerialer	Quantum computing Quantum cryptography Quantum communications Quantum sensing and radar Quantum materials
4	Bioteknologier	Biotechnologies	Bioteknologi innebærer bruk av biologiske prosesser, organismer, vev, celler eller molekylære komponenter fra levende organismer for å påvirke levende organismer eller intervenere i cellers funksjon og genetiske materiale. Området omfatter blant annet genetisk modifikasjon og bruk av mikroorganismer til å produsere kjemikalier og materialer.	Biotechnology involves the use of biological processes, organisms, tissues, cells or molecular components from living organisms to affect living organisms or intervene in cellular functions and genetic material. It includes genetic modification and the use of microorganisms to produce chemicals and materials.	Genmodifiseringsteknikker Nye genomiske teknikker Gendrivere Syntetisk biologi Industriell bioteknologi	Techniques of genetic modification New genomic techniques Gene drives Synthetic biology Industrial Biotechnology
5	Avansert samband, navigasjon og digitale teknologier	Advanced Connectivity, Navigation and Digital Technologies	Avansert samband omfatter moderne teknologier og systemer som kobler sammen enheter, nettverk og brukere på effektive og kraftfulle måter. Området omfatter blant annet avansert mobilkommunikasjon, tingenes internett, sikre digitale forbindelser og navigasjons- og kontrollteknologier.	Advanced connectivity encompasses modern technologies and systems that connect devices, networks and users in more efficient and powerful ways. It includes advanced mobile communications, the Internet of Things, secure digital connectivity, and navigation and control technologies.	Kommunikasjonsnettverk og avansert konnektivitet, som RAN (Radio Access Network), Open RAN og 6G Cybersikkerhetsteknologier, inkludert cyberovervåkning, sikkerhets- og inntrengningssystemer, kryptografi og digital etterforskning Tingenes internett og cyber-fysiske systemer Digitale tvillinger og simuleringsteknologier Distribuerte regnskapsbøker, som blokkjedeteknologi, og distribuert digital identitetsteknologi Styrings-, navigasjons- og kontrollteknologier, inkludert avionikk og maritim posisjonering Menneske-maskin-interaksjon, inkludert utvidet virkelighet (AR) og virtuell virkelighet (VR) Programvareutvikling og digitale plattformer	Communication networks and Advanced Connectivity such as RAN (Radio Access Network) and Open RAN, and 6G Cybersecurity technologies, including cyber surveillance, security and intrusion systems, cryptography, digital forensics Internet of Things (IoT) and cyber-physical systems Digital twins and simulating technologies Distributed ledger and digital identity technologies Guidance, navigation and control technologies, including avionics and marine positioning Human-machine interaction, including Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Software Engineering and digital platforms
6	Avanserte sensorteknologier	Advanced Sensing Technologies	Avanserte sensorteknologier omfatter sofistikerte sensorer og teknologier som oppdager, måler og analyserer fysiske fenomener med høy presisjon og nøyaktighet. Teknologiene muliggjør innsamling av omfattende og detaljerte data fra fysiske og biologiske omgivelser.	Advanced sensing technologies encompass sophisticated sensors and technologies that detect, measure and analyse physical phenomena with high precision and accuracy. They enable the collection of extensive and detailed data from physical and biological environments.	Elektrooptiske, kjemiske, biologiske og distribuerte sensorer, akustisk, radar-, strålings-, kvante- og multisensorer in vitro-systemer Magnetometre og magnetiske gradiometre, Gravimetre og gradiometre,	Electro-optical, radar, chemical, biological, acoustic, radiation and distributed sensing, quantum and multi sensors in-vitro systems Magnetometers and magnetic gradiometers Gravity meters and gradiometers,
7	Romfarts- og fremdriftsteknologier	Space and Propulsion	Området omfatter teknologier og vitenskap knyttet til utvikling, bygging og bruk av romfartøy, satellitter og rombaserte systemer.	This area encompasses technologies and scientific fields associated with the development, construction and operation of	Dedikert romrettet teknologi, fra komponent- til systemnivå	Dedicated space-focused technologies, ranging from component to system

Nr.	Navn på teknologi på norsk	Name of technology area in English	Definisjon på norsk	Definition in English	Inkluderte teknologier på norsk	Included technologies in English
	(romteknologier)	Technologies	Fremdrift omfatter mekanismene og teknologiene som brukes til å drive romfartøy og andre luft- og romsystemer.	spacecraft, satellites and space-based systems. Propulsion encompasses the mechanisms and technologies used to propel spacecraft and other aerospace systems.	Romovervåknings- og jordobservasjonsteknologier Posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT) Sikker kommunikasjon, inkludert kommunikasjon via lav jordbane (LEO) Hypersoniske kapabiliteter og komponenter for militært bruk Framtidens raketteknologier	level Space surveillance and Earth observation technologies Space positioning, navigation and timing (PNT) Secure communications, including Low Earth Orbit connectivity Propulsion technologies, including hypersonics and components for military use
8	Energiteknologier	Energy Technologies	Energiteknologier er teknologiske systemer som brukes til å produsere, lagre, distribuere og forbruke energi på en effektiv og bærekraftig måte. Området omfatter blant annet kjernekraft, fornybar energi, drivstoff, energilagring og smarte strømnett og utnytter ofte avanserte, funksjonelle og smarte materialer/avansert materialteknologi.	Energy technologies are technological systems used to produce, store, distribute and consume energy efficiently and sustainably. The area includes nuclear power, renewable energy, fuels, energy storage and smart grids.	Fusjonskraftteknologi, reaktorer og kraftproduksjon, og teknologier for konvertering, anrikning og resirkulering av radioaktive materialer Energilagring, batterier, hydrogen og nye drivstoff CO2-fangst, -transport og -lagring Fornybare kraftteknologier (sol- og vindenergi, vannkraft) Teknologier for energieffektivisering og dekarbonisering av bygg, områder og industri inkl. varmeteknologier Smarte strømnett og annen energiinfrastruktur Petroleumsteknologier for norsk sokkel	Nuclear fusion technologies, reactors and power generation, radiological conversion, enrichment and recycling technologies Energy storage, batteries, hydrogen and new fuels CO2 capture, transport and storage Renewable power technologies (solar and wind energy, hydropower) Technologies for energy efficiency and decarbonization of buildings, areas and industry incl. heating technologies Smart power grids and other energy infrastructure Petroleum technologies
9	Robotikk og autonome systemer	Robotics and Autonomous Systems	Robotikk omfatter design, konstruksjon, drift, styring og bruk av roboter. Autonome systemer bruker informasjon fra egne sensorer, og eventuelt kunstig intelligens, til å oppfatte omgivelsene og utføre oppgaver innenfor et gitt handlingsrom.	Robotics encompasses the design, construction, operation, control and use of robots. Autonomous systems use information from their own sensors, and potentially artificial intelligence, to perceive their environment and perform tasks within defined parameters.	Ubemannede farkoster i lufta, på land, på overflaten og under vann Roboter og robotstyrte presisjonssystemer Eksoskjeletter KI-drevne systemer Fysisk KI	Drones and vehicles operating in the air, on land, on the surface and underwater Robots and robot-controlled precision systems Exoskeletons AI-enabled systems Physical AI
10	Avanserte materialer, produksjons- og resirkuleringsteknologier	Advanced Materials, Manufacturing and Recycling Technologies	Avanserte materialer er utviklet eller modifisert for å ha bestemte nye eller forbedrede egenskaper eller bedre funksjonell ytelse enn tradisjonelle materialer. Området omfatter også avanserte produksjonsprosesser og teknologier for utvinning, prosessering, gjenbruk og resirkulering av materialer og kritiske råmaterialer.	Advanced materials are developed or modified to achieve specific properties or better performance than conventional materials. The area also includes advanced manufacturing processes and technologies for the extraction, processing, reuse and recycling of materials and critical raw materials.	Teknologier for nanomaterialer, smarte materialer, avanserte biobaserte eller keramiske materialer, lavsignaturmaterialer og trygge materialer utformet med tanke på sikkerhet og bærekraft Additiv produksjon, inkludert i felt Digitalt kontrollert mikropresisjonsproduksjon og småskala laserbearbeiding og -sveising Teknologier for utvinning, prosessering og gjenvinning av kritiske råmaterialer, inkludert hydrometallurgisk utvinning, bioutluting, nanoteknologibasert filtrering, elektrokjemisk prosessering og svart masse	Technologies for nanomaterials, smart materials, advanced ceramic materials, stealth materials, and safe and sustainable-by-design materials Additive manufacturing, including in the field Digitally controlled micro-precision manufacturing and small-scale laser machining and welding Technologies for extraction, processing and recycling of critical raw materials, including hydrometallurgical extraction, bioleaching, nanotechnology-based filtration, electrochemical processing and black mass
11	Undervannsteknologier	Underwater Technologies	Undervannsteknologi er et sektorovergripende teknologiområde som omfatter teknologier, systemer, komponenter og metoder som opererer under vann, eller som muliggjør observasjon, kommunikasjon, måling, posisjonering og navigasjon, kartlegging, inspeksjon, inngrep, drift og beslutningsstøtte knyttet til undervannsmiljøer. Området omfatter blant annet autonome og fjernstyrte systemer, sensorer og instrumentering, undervannskommunikasjon og -posisjonering, undervannsinfrastruktur og tilhørende kraft- og kontrollsystemer samt digital havobservasjon, datafangst, datahåndtering, modellering og beslutningsstøtte. Undervannsteknologi bør forstås som et systemfelt, ikke bare som én type utstyr/teknologi.	Underwater technology is a cross-sector field encompassing technologies, systems, components and methods that operate beneath the water surface, or enable observation, communication, measurement, positioning and navigation, mapping, inspection, intervention, operation and decision support associated with underwater environments. It includes, among other things, autonomous and remotely operated systems, sensors and instrumentation, underwater communication and positioning, subsea infrastructure and associated power and control systems, as well as digital ocean observation, data acquisition, data management, modelling and decision-support solutions. Underwater technology should be understood as a systems field, not merely as a single type of equipment/technology.	Undervannsposisjonering og -navigasjon, inkludert sonarbasert navigasjon, terrengkorrelering og treghetsnavigasjon Undervannskommunikasjon, inkludert ved bruk av lydbølger, lavfrekvente radiobølger eller laser Undervannssensorer, inkludert sonarer og syntetisk apertursonar (SAS), sensorer for elektriske felt og elektrooptiske sensorer Teknologier for undervannsfarkoster, inkludert utforming, fremdrift og energiforsyning Teknologier for undervannsinstallasjoner og -infrastruktur, inkludert energiforsyning og andre teknologier som muliggjør infrastruktur under vann Teknologier for miljøkartlegging og -overvåking; fysiske, kjemiske og biologiske parametere. Teknologier for overvåking og kartlegging innenfor fiskeri, havbruk, inspeksjon av infrastruktur og autonome operasjoner.	Underwater positioning and navigation, including sonar-based navigation, terrain correlation and inertial navigation Underwater communication, including the use of sound waves, low-frequency radio waves or lasers Underwater sensors, including sonars and synthetic aperture sonar (SAS), sensors for electric fields and electro-optical sensors Technologies for underwater vehicles, including design, propulsion and power supply Technologies for underwater installations and infrastructure, including power supply and other technologies that enable underwater infrastructure. Technologies for environmental mapping and monitoring; physical, chemical and biological parameters.

Vedlegg 4: Definisjoner av teknologiområder på norsk og engelsk som brukt i semantisk analyse av søknadstilfang

Nr.	Navn på teknologi på norsk	Name of technology area in English	Definisjon på norsk	Definition in English	Inkluderte teknologier på norsk	Included technologies in English
						Technologies for monitoring and mapping within fisheries, aquaculture, infrastructure inspection, and autonomous operations.
12	Nevroteknologi	Neurotechnology	Nevroteknologi omfatter teknologier for å overvåke, samhandle med, eller påvirke hjernen eller andre deler av nervesystemet. Området ligger i skjæringspunktet mellom nevrovitenskap, bioteknologi, avansert materialteknologi, sensorteknologi, informatikk og kunstig intelligens.	Neurotechnology encompasses devices and procedures that access, monitor, assess or influence the structure and function of the brain and nervous system. The area lies at the intersection of neuroscience, biotechnology, sensing technology, computer science and artificial intelligence.	Hjerne-maskin-grensesnitt Nevrostimulering Nevroavbildning Nevrosensorer Nevrofarmakologi Analyse av nevral aktivitet	Brain-computer interfaces Neurostimulation Neuroimaging Neural sensors Neuropharmacology Analyzing neural activity

Vedlegg 5: Kobling til Forskningsrådets budsjettforslag 2028

Her følger en konkret oversikt over hvordan behovet for en styrking av særlig faglig fortrinn, uutløst potensial og utbedring av svakheter og mangler er koblet til Forskningsrådets satsingsforslag 2028.

Bygge kritisk masse i dype teknologier. Vi har pekt på små eller fragmenterte miljøer, rekrutteringsutfordringer og kapasitetsmangler, særlig innen halvleder-, kvante- og bioteknologi. Dette følges opp i satsingsforslaget *Kritiske dype teknologier for kunnskapsgjennombrudd, omstilling og konkurransekraft* gjennom langsiktige investeringer i fremragende forskning, forskertalenter, forskningsinfrastruktur og verifisering innen blant annet avanserte materialer, halvlederteknologi, syntetisk biologi, nevroteknologi og romteknologi for å gi flere kunnskapsgjennombrudd og forkorte veien fra forskning til nye teknologier, produkter, tjenester og virksomheter.

Utnytte den norske styrkeposisjonen innen nevroteknologi. Vi har identifisert nevroteknologi som et område der Norge har et særskilt faglig utgangspunkt, men behov for bedre kobling mellom nevrovitenskap, teknologi, klinikk og næringsliv. Dette følges opp i satsingsforslaget *Nevroteknologi – verdiskaping bygd på sterk norsk nevroforskning,* gjennom forslaget om fem nasjonale konsortier, et nasjonalt nettverk, translasjons- og innovasjonsløp og integrering av etikk, personvern og brukermedvirkning som skal gi fremragende forskning, standarder, data, talentutvikling og næringsutvikling.

Styrke romforskning og utnyttelsen av internasjonale medlemskap. Vi har pekt på norske fortrinn innen jordobservasjon, sol-jord-fysikk og arktiske anvendelser, men også lavt samlet volum og svak europeisk prosjektaktivitet. Dette følges opp i satsingsforslaget *Romforskning og -innovasjon for framtiden* gjennom økt finansiering av grunnleggende forskning, norsk deltakelse i ESA-prosjekter, følgeforskning til EISCAT og Nordic Optical Telescope, og tiltak som kobler forskning, entreprenører og industri for å sikre økt bruk av romrelaterte data og teknologi i alle samfunnssektorer. Verdikjedeutvikling og nord/Arktisk er har særlig handlings- og mulighetsrom.

Koble sivile teknologimiljøer tettere til forsvarsindustrien. Vi viser til sterke norske miljøer innen blant annet autonome systemer, sensorer, samband, materialer og undervannsteknologier, men også mangelfulle koblinger mellom forskningskapasiteten og forsvarsindustrielle behov. Dette følges opp i satsingsforslaget *Teknologiløft i forsvarsindustrien* gjennom en utfordringsdrevet verdikjedesatsing som skal koble forskningsinstitusjoner, oppstartsbedrifter og SMB-er med forsvarsindustriens behov og Forsvarets operative utfordringer for å gi økt innovasjonstakt, styrket nasjonal beredskap og forsvarsevne samt industriell konkurransekraft.

Styrke og sikre kritiske undervannsteknologier
Vi viser til sterke miljøer knyttet til utvikling og bruk av undervannsteknologier. Norge har en betydelig avhengighet av aktiviteter i og under vann, der undervannsteknologier har en avgjørende betydning for forskning, næringsaktivitet og helhetlig forvaltning. Behovet for å utvikle og implementere overvåking og sikring av kritisk undervannsinfrastruktur som for eksempel kommunikasjonskabler, strømkabler, rørledninger, olje- og gassinstallasjoner og energiinfrastrukturer mot hybride maritime trusler er omtalt. Dette følges opp i

satsningsforslag *Energisikkerhet og robust energisystem*, gjennom å utvikle helhetlig kunnskap om sårbarheter, avhengigheter og risiko i energisystemet, og om hvordan disse kan reduseres. Satsingen vil bidra til utvikling av ny teknologi og nye løsninger for drift og styring av energisystemet, og langsiktig kompetansebygging. Det følges også opp i satsningsforslag *Et forsknings- og innovasjonsløft for forsvarsevne, sikkerhet og beredskap* gjennom å fremme verifisering og overføring av kunnskap og resultater mellom sivil og forsvarsrettet forskning, særlig innen kritiske teknologier og løsninger med både sivile og militære anvendelser.

Etablere sammenhengende løp fra forskning til operativ bruk. Vi har identifisert test-, demonstrasjons- og kvalifiseringskapasitet som en gjennomgående mangel, særlig for autonome systemer, sensorer, digitale teknologier og flerbruksteknologi. Dette følges opp i satsingsforslaget *Et forsknings- og innovasjonsløft for forsvarsevne, sikkerhet og beredskap* gjennom langsiktig kompetansebygging i nasjonalt forankrede forskningsmiljøer, forskerrekruttering og sikkerhetsklarert kompetanse for å styrke samarbeidet mellom kunnskapssektoren, forsvarssektoren og næringslivet, fremme overføring av sivil forskning og kritisk teknologi til forsvarsformål og sikre kapasitet til rask oppskalering. Forslaget omfatter også mobilisering til Horisont Europa, EDF, EUDIS, AGILE og NATO-relaterte initiativer.

Styrke overgangen fra forskningsgjennombrudd til nyskaping, kommersialisering og bruk. Vi har pekt på et vedvarende gap mellom forskningsinnsats og evnen til å omsette forskningsresultater og muliggjørende teknologier til innovasjon, samfunnsnytte og konkurransekraft. Dette følges opp i satsingsforslaget *Fra forskningsgjennombrudd til nyskaping og kommersialisering* gjennom en samlet styrking av virkemidler for forskningsbasert innovasjon, TTO-funksjoner, kvalifisering og verifisering og et nytt entreprenørskapsstipend for yngre forskere. Forslaget utfyller satsingen på kritiske dype teknologier ved å bygge bro fra fremragende forskning og tidlig teknologiutvikling til modning, investorklare prosjekter, nye forskningsbaserte virksomheter og anvendelse i næringsliv og offentlig sektor.

Styrke offentlig sektors kapasitet til å utvikle, implementere og skalere forsknings- og teknologibaserte løsninger. Vi har vist at teknologisk handlingsevne også avhenger av koblingen mellom forskningsmiljøer og behovseiere, tilgang til data og digital infrastruktur og evnen til å prøve ut, dokumentere, implementere og spre løsninger. Dette følges opp i satsingsforslaget *Forskning og innovasjon for en omstillingsdyktig offentlig sektor* gjennom tre utfordringsdrevne forsknings-, innovasjons-, implementerings- og skaleringsløp, strategisk bruk av innovative offentlige anskaffelser, kapasitets- og kompetansebygging og sterkere kobling til nordiske og europeiske programmer.

Bygge forsknings-, innovasjons- og implementeringskapasitet for sammenhengende, personelleffektive og bærekraftige helse- og omsorgstjenester. Rapporten peker på faglige fortrinn og uutløst potensial i skjæringsflatene mellom KI, bioteknologi, sensorteknologi, robotikk, nevroteknologi, helsedata og kliniske miljøer. Dette følges opp i satsingsforslaget *Helse- og omsorgstjenester som er sammenhengende, personelleffektive og bærekraftige* gjennom tre til fem utfordringsrettede forsknings-, innovasjons- og implementeringsløp med varighet på inntil fem år. Forslaget kombinerer forskning, teknologiutvikling, nye arbeidsformer, innovative offentlige anskaffelser, implementering og skalering.

Styrke energisikkerhet og digital robusthet. Vi vurderer energiteknologi som et norsk styrkeområde, samtidig peker vi på økende digital risiko, avhengigheter i forsyningskjeder og behov for realistiske testarenaer. Dette følges opp i satsingsforslaget *Energisikkerhet og robust energisystem* gjennom forskning på sårbarheter og avhengigheter, fysisk sikring,

cybersikkerhet, systemrisiko og teknologi for overvåking, styring og gjenoppretting. Forslaget omfatter også testing og demonstrasjon under realistiske forhold og langsiktig kompetansebygging. Se også omtale over om å styrke og sikre kritiske undervannsteknologier.

Videreutvikle energiteknologi som norsk styrkeområde og redusere strategiske avhengigheter. Vi har vurdert energiteknologi som et område med sterke norske forskningsmiljøer og betydelig internasjonal relevans, men også med behov for å opprettholde kompetanse, øke innovasjonstakten og håndtere leverandør-, råvare- og infrastrukturavhengigheter. Dette følges opp i satsingsforslaget *Energiomstilling for grønn konkurransekraft* gjennom en helhetlig styrking av strategisk forskning, teknologiutvikling og innovasjon, tettere kobling mellom forskning og næringsliv og sterkere samspill med europeiske programmer. Satsingen skal bidra til raskere energiomstilling, lavere kostnader, økt energisikkerhet og styrket konkurransekraft i norsk næringsliv.

Bygge nasjonal kunnskaps- og kompetanseberedskap for kjernekraft som strategisk energialternativ. Vi har pekt på behovet for å opprettholde og utvikle energifaglig kompetanse, håndtere langsiktige teknologiavhengigheter og sikre et kunnskapsgrunnlag som gjør Norge i stand til å vurdere nye energiteknologier. Dette følges opp i satsingsforslaget *Nasjonalt kompetanse- og forskningsløft for kjernekraft som strategisk energialternativ*, gjennom et samlet program for kompetansebygging, forskning og internasjonalt samarbeid. Forslaget omfatter forskning på teknologi, sikkerhet, avfallshåndtering, energisystemintegrasjon og samfunnsmessige konsekvenser, og skal samtidig bygge utdannings- og regulatorisk kapasitet og gjøre norske forsknings- og industrimiljøer bedre i stand til å delta i nordisk og europeisk samarbeid.

Sikre sammenhengende og langsiktig finansiert forsknings- og datainfrastruktur. Vi har pekt på at teknologisk handlingsevne forutsetter tilgang til moderne laboratorier, testfasiliteter, data, beregningskapasitet og kompetent støttepersonell, og at flere teknologiområder er sårbare for usikker drift, fragmentert finansiering og avhengighet av internasjonale infrastrukturer. Dette følges opp i satsingsforslaget *Forskningsinfrastruktur for framtidens kunnskapssamfunn* gjennom styrket finansiering av INFRASTRUKTUR-ordningen, et nasjonalt løft for forskningsdata og infrastruktur for datahåndtering og sikring av norsk deltakelse i internasjonalt infrastruktursamarbeid. Den foreslåtte ordningen for langsiktig drift konkretiserer oppfølgingen gjennom utvidet drift og delt finansieringsansvar, med støtte til blant annet kuratering, kvalitetsheving, FAIR- og KI-klargjøring, standardisering, sikkerhet, interoperabilitet og nødvendig faglig og teknisk kompetanse. Innenfor havdata (der undervannsteknologier er svært viktige) er behovet for bedre datadeling, koordinering mellom forskning, forvaltning og næringsliv og sterkere norsk deltakelse i europeiske og globale observasjonssystemer viktig, som også omtalt i satsningsforslaget *Hav og kyst – kunnskap og løsninger for nye tider*.

Koble material-, produksjons-, bio- og energiteknologi i sirkulære verdikjeder. Vi har identifisert uutløst potensial i koblingen mellom avanserte materialer, produksjons- og resirkuleringsteknologier (upcycling og kaskadeprinsipp), industriell bioteknologi, energiteknologi og data, og pekt på behov for mer sammenhengende løp fra kunnskapsutvikling til pilotering, skalering og bruk. Dette følges opp i satsingsforslaget *Industrielle symbioser for sirkulær økonomi, bærekraftig fôr og energieffektiv omstilling,* gjennom forskning og utvikling på tvers av de nasjonale samfunnsoppdragene. Forslaget skal utvikle og skalere industrielle symbioser som utnytter materialer, energi, vann, restråstoffer og spillvarme bedre, styrker bærekraftig fôrproduksjon og bidrar til nye sirkulære verdikjeder og økt konkurransekraft.

Styrke samfunnets evne til å ta i bruk forskning gjennom langsiktig kompetanse- og kapasitetsbygging. Vi har understreket at teknologisk handlingsevne ikke bare avhenger av teknologiområdene isolert, men også av varig forskningskapasitet, samspill mellom forskning og offentlig sektor og evne til å omsette kunnskap i politikk, tjenester og praksis. Dette følges indirekte opp i satsingsforslaget *Ingen barn og unge utenfor!* Forslaget bygger kapasitet i forskningsmiljøene og offentlig sektor, styrker bruken av forskning og utvikler et mer samlet kunnskapsgrunnlag på tvers av sektorer. Koblingen til teknologisk handlingsevne er tverrgående og ligger særlig i kunnskapsberedskap, ikke i utvikling av et bestemt teknologiområde.

Styrke internasjonal tilgang og norsk påvirkning. Vi viser at Norge er avhengig av europeiske infrastrukturer, programmer og verdikjeder innen blant annet halvledere, kunstig intelligens, kvanteteknologi, romteknologi og digitale teknologier. I tillegg til et eget satsingsforslag på infrastruktur følges dette opp flere av de nevnte forslagene gjennom finansiering av norsk deltakelse i ESA, Horisont Europa, konkurranseevnefondet, EDF, EUDIS og andre internasjonale programmer.