



RAPPORT

NYE MULIGHETER FOR VERDISKAPING I NORGE

VI TRENGER NY NÆRINGS- VIRKSOMHET I NORGE



Rapporten er sammenstilt med innspill fra en rekke fagmiljøer i SINTEF. Kontaktpersoner er oppgitt i hver artikkel.

Redaksjon:

Karl A. Almås

Maria Barrio

Vincent Wego Fleischer

Petter Haugan

Gunnar Sand

Oppdragsgiver: NHO

Innhold

Innledning.....	6
Vi trenger ny næringsvirksomhet i Norge	6
Veikart for fremtidens næringsliv	7
Nye verdikjeder	8
Hvordan velge hva fremtiden skal bringe?.....	9
Helse, demografi og velferd.....	15
Ultral lyd – utnytte sterke teknologimiljøer.....	16
Utnyttelse av helsedata til næringsutvikling	18
Vekst innenfor farmasøytisk industri i Norge	20
Matvaresikkerhet, bærekraftig jord- og skogbruk, fiskeri, havbruk og bioøkonomi...23	
Ny industri basert på nasjonale bioressurser.....	24
Høsting av havets planter – tang og tare...26	
Høsting av organismer på lavere trofisk nivå	28
Fornybar energi, sikker energiforsyning.....	31
Norges rolle i en global verdikjede for batterier	32
Hydrogen for klima og sikring av norske energiresurser	34
Eldreølge på sokkelen kan gi nye næringer	36
Subseateknologier for feltutvikling og drift	38
Smart, grønn og integrert transport.....	41
Autonom shipping som industriell satsing	42
Bio-baserte drivstoff som grønne energibærere	44
Nye forretningskonsept for varetransport i byer.....	46
Klima, miljø og sirkulære produksjonssystemer.....	49
CO ₂ som fremtidens kjemiske råstoff.....	50
Utvikling av ikke-fossile reduksjonsmaterialer.....	52
Gjenvinning av fosfor i sirkulærøkonomien	54
Prosessintensivering ved 3D-printing.....	56
Norske råvarer for det grønne skiftet.....	58
Avfallsfri gruveindustri – gull av gråstein	60
Klimapositive løsninger og verdikjeder ...	62
Infrastruktur og samfunnsikkerhet.....	65
Digital transformasjon av vannforsyningen	66
Blågrønne byer, overvann som ressurs	68
Ombruk av byggematerialer.....	70
Eksport av klimarobust norsk byggeskikk.....	72

Med kurs mot ukjent fremtid

Denne rapporten er levert av SINTEF på oppdrag fra NHO. Den er en del av et større utredningsarbeid – «Veikart for fremtidens næringsliv».

I dette arbeidet deltar SINTEF med beskrivelser og analyser knyttet til sentrale norske næringer og verdikjeder som energi og industri, biobaserte næringer, smarte samfunn og mobilitet.

Dette vil bli presentert i egne og mer omfattende rapporter, som vil beskrive verdikjeder og konkurransemuligheter med utgangspunkt i sterke norske næringer og kompetansmiljøer. Disse rapportene vil blant annet gå inn på områder som *elektrifisering, digitalisering og smarte byer, prosessindustri, havbruk og offshore vind*. Dette er områder som etter SINTEFs vurdering vil ha stor betydning for fremtidig verdiskaping og sysselsetting i Norge.

I tillegg til dette har NHO også bedt SINTEF om å komme med innspill knyttet til teknologier, ressurser og kunnskap som kan utvikle *helt nye næringer og verdikjeder* i Norge.

Det er det siste denne rapporten handler om. Her trekker vi frem en del eksempler på teknologier og mulige nye verdikjeder som våre forskningsmiljøer arbeider med og har sterk tro på som områder for fremtidig norsk verdiskaping. I hvilken grad vi vil lykkes i å skape verdier og arbeidsplasser i fremtidens Norge vil være avhengig av mange faktorer, der næringslivets egen risikovilje er en viktig forutsetning, sammen med utviklingen i norske og internasjonale rammebetingelser.

Innledning

Norge trenger vekst i næringslivet for å sikre fremtidig verdiskaping. Veksten må komme i både eksisterende bedrifter og næringer der vi er sterke i dag – og på helt nye områder. Denne rapporten peker på fremtidsmuligheter i nye verdikjeder.

Vi trenger ny næringsvirksomhet i Norge

Etablering av nytt næringsliv kan ikke bare skje i forlengelsen av det eksisterende. FNs bærekraftsmål (SDG) setter klare rammer for utvikling av nye virksomheter. Fremtidens industri skal ikke øke klimaavtrykket, men snarere bidra til å redusere det. Dette vil bli en krevende oppgave når vi samtidig vet at verdens befolkning sannsynligvis vil nærme seg 10 milliarder i 2050, og at etterspørselen etter mat, materialer og energi vil øke. Som et lite land med store ressurser, men med en åpen økonomi vil Norge påvirkes direkte av denne utviklingen.

EUs strategi for vekst og arbeidsplasser – Europe 2020 – legger vekt på 1) å kompensere for strukturelle svakheter i økonomien gjennom smart, bærekraftig og inkluderende vekst, 2) å styrke konkurransevne og produktivitet og 3) å understøtte en bærekraftig markedsøkonomi. Følgende hovedutfordringer er identifisert:

- Helse, demografi og velferd
- Matvaresikkerhet, bærekraftig jord- og skogbruk, fiskeri og havbruk og bioøkonomi.
- Fornybar energi, sikker energiforsyning.
- Smart, grønn og integrert transport.
- Klima, miljø og sirkulære produksjonssystemer
- Europa i en verden i endring.
- Infrastruktur og samfunnsikkerhet

EUs prioriteringer er viktige også for Norge, fordi de representerer endringer innenfor vårt viktigste eksport- og importmarked som vi er nødt til å ta hensyn til. Det er i årene fremover forventet en utflating og nedgang i Norges inntekter fra petroleumssektoren (selv om sektoren vil forbli vår viktigste næring i lang tid fremover). Samtidig viser demografien at våre pensjonskostnader vil øke. Skal vi opprettholde vår levestandard vil vi i årene fremover måtte etablere nye

virksomheter i Norge for å fylle dette inntektsgapet (den såkalte «haikjeften»). Sannsynligvis må ikke bare etablerte verdikjeder styrkes, men også nye utvikles for at vi skal kunne produsere varer og tjenester som skaper verdier og eksportinntekter.

Når vi vet at disse nye virksomhetene skal erstatte arbeidsplasser i petroleumsnæringen, der verdiskapingen pr. årsverk er 18–20 millioner kroner, blir oppgaven særdeles krevende. Ser vi på dagens lakseindustri som er holdt for å være svært lønnsom, ligger verdiskapingen på ca. 4 millioner kroner pr. årsverk. Men det aller meste av norsk laks sendes ubearbeidet til utlandet, slik trevirke sendes til Sverige til foredling, og vi leverer strømforsyning til danske datalagrings-sentere. Skal vi oppnå økt verdiskaping og økte eksportinntekter på basis av våre råvarer må vi bidra lenger ut i verdikjeden selv.

Veikart for fremtidens næringsliv

NHO lanserte i august 2018 rapporten «Verden og oss – Næringslivets perspektivmelding 2018». Rapporten var et resultat av et omfattende arbeid i NHO-felleskapet i 2017 og 2018. Formålet var å gi en analyse av utviklingstrekk som vil prege det norske samfunnet i tiårene fremover, sett fra næringslivets ståsted. Meldingen gir en beskrivelse av hvor vi står og noen overordnede mål for fremtiden.

Det neste spørsmålet er hvordan norsk næringsliv skal nå målene i perspektivmeldingen. Hvilke prioriteringer må gjøres, hva er nødvendige grep for å oppnå en

Takket være et omstillingsdyktig nærings- og arbeidsliv har vi frem til i dag klart å utnytte vår kompetanse og våre naturgitte fortrinn til å opprettholde velstandsutviklingen. Hvert år skapes det rundt 250 000 nye jobber i Norge, noe som betyr at hver tiende jobb er ny av året. Samtidig legges nesten like mange arbeidsplasser ned. Netto har fastlandssysselsettingen økt med 28 000 årlig de siste 20 årene, blant annet gjennom etablering av 18 000–20 000 nye bedrifter pr. år, der ca. ¼ fortsatt er aktive foretak etter 5 år. Næringslivet i 2050 handler derfor i stor grad om teknologier og bedrifter som ennå ikke er skapt.

ønsket utvikling, og hva kan være til hinder for å nå målene? På denne bakgrunn iverksatte NHO prosjektet «Veikart for Fremtidens Næringsliv» ved inngangen til 2019. Med utgangspunkt i nasjonale fortrinn som naturressurser og kompetanse er siktemålet å utvikle en plan for vekst i et næringsliv som både kan svare på våre nasjonale utfordringer og opprettholde ambisjonen om å utgjøre en forskjell globalt.

Gjennom arbeidet med «Verden og oss – Næringslivets perspektivmelding 2018» har SINTEF og NHO delt synspunkter angående fremtidige muligheter for norsk

verdiskaping. SINTEF, med sine 2 000 ansatte, driver anvendt forskning, utvikling og innovasjon på oppdrag for norsk og utenlandsk industri samt for offentlig forvaltning. SINTEF har også erfaring med utarbeidelse av perspektivanalyser og veikart for ulike næringssektorer i Norge.

Gjennom utarbeidelsen av flere grunnlagsrapporter knyttet til eksisterende verdikjeder og mulige nye

Nye verdikjeder

Vekst i verdiskaping og eksport kan skje gjennom å utnytte konkurransefortrinn innenfor etablerte verdikjeder, som f.eks. olje og gass, metaller, sjømat, industriell vareproduksjon og tjenester. Vi må satse på områder der vi har naturgitte eller kompetansemessige fortrinn, der det er forventet vekst i markedene og der vi er i front på teknologi. Dette beskrives i prosjektets grunnlagsrapporter som nevnt over.

Som et tillegg settes det gjennom denne rapporten et spesielt fokus på nye «ufødte» verdikjeder. Hva kan vi se for oss av verdikjeder på basis av nye teknologiske muligheter («*technology push*») eller behov i markedet eller samfunnet som må løses («*market pull*»)? Et eksempel på det første kan være utvikling av digitale tjenester. Utvikling av teknologi for å bekjempe miljøutfordringer kan være eksempel på det andre.

SINTEF har gjennom arbeidet med «Veikart for Fremtidens Næringsliv» gjennomført en kartlegging av ideer

fremskaffes et kunnskapsgrunnlag som skal danne basis for å avdekke muligheter og barrierer. Det foreslås også grep som må tas for å oppnå en ønsket utvikling innenfor tradisjonelle norske verdikjeder og vekst innenfor nye. SINTEF er NHOs samarbeidspartner i prosjektet «Veikart for Fremtidens Næringsliv».

som kan vurderes som grunnlag for utvikling av nye verdikjeder. Med utgangspunkt i workshops og dialog med våre fremste forskere og med næringslivet, ble det fremskaffet en bruttoliste på ca. 70 ideer. Disse ideene har så vært evaluert i forhold til

- 1) markedsmuligheter,
- 2) teknologisk status og
- 3) rolle i forhold til FNs bærekraftsmål.

I hver verdikjedebeskrivelse vurderer vi potensialet og markedsmulighetene for den enkelte verdikjede, og drøfter hvilke barrierer og fortrinn de er stilt overfor i en norsk kontekst. Verdikjeder kan løse store markedsbegrep og samfunnsutfordringer, men dersom Norge ikke har noen fortrinn å bygge på, er det ikke sikkert at dette er en verdikjede vi skal satse på.

I tillegg til verdikjedene vi beskriver må vi regne med at det kommer noen nye som vi i dag ikke overskuer. Historien har lært oss at det fra tid til annen utvikles



Norge er en kunnskapsnasjon hvor samspill mellom næringsliv, myndigheter og forskning spiller en stor rolle for verdiskaping. Evnen til samskaping vil være avgjørende også for å utvikle ny næringsvirksomhet. Foto: Thor Nielsen/SINTEF

teknologier som endrer mulighetsbildet radikalt (disruptive teknologier). Digitalisering er en disruptiv teknologi som vi i dag forstår og høster av. Hva som blir den neste skaperen av teknologisk diskontinuitet vet vi lite om.

Den foreliggende rapporten beskriver et utvalg mulige nye verdikjeder. Ideene er ikke prioritert eller uttømmende for hva SINTEF ser av muligheter, men belyser et mulighetsrom for etablering av fremtidig næringsvirksomhet i Norge i årene fremover.

Hvordan velge hva fremtiden skal bringe?

Verdikjedene som presenteres i denne rapporten, har potensial til å bidra med vesentlige endringer i næringsliv og samfunn. Det er et fellestrekk for dem alle at realisering av verdier og gevinster ligger noe frem i tid. Derfor ønsker vi å løfte frem en diskusjon om hvordan vi best kan berede grunnen for at nye bærekraftige verdikjeder vokser frem og når sitt potensial. Hvilke valg er det mulig og viktig å ta i dag, hvordan og av hvem bør slike valg tas?

Hvilke valg er det viktig å ta?

Alle de tre faktorene marked, teknologi og samfunnsutfordringer endrer seg løpende. Som det fremgår av beskrivelsene av verdikjedene i denne rapporten, kan ledende forskere peke på baner i teknologiutviklingen som gir oss en pekepinn på hvilke teknologiske muligheter og verdikjeder vi på sikt kan stå overfor. Hvorvidt disse mulighetene blir virkelighet er avhengig av en rekke usikre faktorer



som samfunnsutfordringer, teknologiens kvalitet, markedets fremtidige behov og reaksjoner, lover og regler og ikke minst den investeringsvilje som følger av disse forholdene. Både myndigheter og næringsaktører kan påvirke ved å heve/senke barrierer og gi/fjerne incentiver.

Én inngang er å gå ut fra at det eneste riktige vi gjør i dag er å skape et størst mulig mangfold av teknologi og kunnskap, slik at vi er fleksible og i stand til å realisere nye verdikjeder raskt ved behov. Dette er motivasjonen for grunnforskning og høyere utdanning.

En annen inngang er å ta hensyn til hvilke forutsetninger Norge har for å realisere ulike nye verdikjeder. Dette krever innsikt i hvor vi står i dag, konkurransesituasjonen, hvilke barrierer som må brytes ned, og hvilke incentiver som må til for å realisere en verdikjede. Sjansen for å lykkes vil være større for de verdikjedene hvor Norge har fortrinn og forutsetninger som råvaretilgang, kunnskaps- og forskningsmiljøer, infrastruktur, industriell kompetanse og kapital og vilje til å satse koordinert. I flere av de verdikjedene vi presenterer i denne rapporten bør det diskuteres om Norge har fortrinn eller forutsetninger for å lykkes.

Historisk har våre mest verdiskapende verdikjeder basert seg på fortrinn som råvaretilgang og stor internasjonal etterspørsel. Vilje og evne til koordinert satsing og utvikling av kunnskap har også vært avgjørende. Dette er fortrinn som er knyttet til vår kultur og den tillit som preger relasjoner i Norge. Det at vi har lykkes som nasjon i så stor grad, har gitt kunnskap og kultur som vi nå bør utnytte når nye verdikjeder skal utvikles.

Hvem bør ta valg i dag med føringer for fremtiden?

Det er vanlig å anta at private aktører kun tar beslutninger som er mulig å regne tilbake. På samme måte er det vanlig å anta at offentlige aktører kan og skal legge til grunn en lengre tidshorisont når de vurderer mulige gevinster av sine investeringer. Men gjør en slik tilnærming næringslivet til statister i diskusjoner om hva vi skal leve av i fremtiden?

SINTEF har sett mange eksempler på at norske næringer tar valg og investerer i dag, med sikte på å realisere usikre gevinster både 10 og 20 år frem i tid. Slike valg handler ofte om å investere i forutsetningene vi har for å møte både samfunnsutfordringer og markeder i fremtiden. Det er utvilsomt et mønster i at næringene som har lønnsomhet over tid, også er næringene som velger å investere tidlig i teknologisk utvikling, tilgang til råvarer eller infrastruktur.

Typisk for helt nye verdikjeder er at de ikke er *national champions* i dag. Spørsmålet er hvilken rolle det eksisterende næringslivet kan eller bør spille i møte med lange trender innenfor samfunnsutfordringer, teknologi og marked. Kan de ta valg i dag som påvirker hvilke forutsetninger og fortrinn vi skal ha i fremtiden?

Myndighetene på sin side har lang tradisjon for å satse på langsiktig utvikling av nasjonale fortrinn. Å investere i utdanning, forskning, infrastruktur og forvaltning av naturressurser er klassiske eksempler på dette. Spørsmålet er om dagens investeringer i for stor grad vektlegger nøytralitet med hensyn til hvilke samfunnsutfordringer, markeds- eller teknologitrender man ser. Det bør også diskuteres om offentlige myndigheter i

tilstrekkelig grad anvender kunnskap om slike forhold når store investeringer besluttes.

Samskaping for nye løsninger

De mulighetene som denne rapporten omtaler, utfordrer oss også på hvilket samarbeid bedrifter og FoU-miljøer bør ha for å være konkurransedyktige frem i tid. Og det utfordrer hvordan vi tenker partnerskap mellom offentlig og privat sektor når vi skal skape gode forutsetninger for at Norge kan utvikle verdier og nye arbeidsplasser.

Samarbeid og samhandling er en viktig del av den norske modellen, og har gjennom historien vært avgjørende for landets evne til omstilling, verdiskaping og utvikling. Norge er en kunnskapsnasjon. Vår vekst og velstand er resultatet av tillit, korte avstander, vilje til å investere i kunnskap og samskapingen som vokser frem. Begrepet samskaping har direkte opphav i det engelske ordet Co-creation, som er sentralt i EUs rammeprogram for forskning, Horizon 2020. Det innebærer at aktører arbeider sammen gjennom å dele kunnskap og ressurser med hverandre for å finne nye løsninger gjennom å etablere ny kunnskap, dele den og ta den i bruk. Det er dette vi kan kalle «et samskapende Norge».

I rapportens neste del presenterer vi 24 verdikjeder, eller teknologier som kan inngå i nye verdikjeder. Vi har organisert dem etter hovedutfordringene i EUs strategi for vekst og arbeidsplasser (EU 2020).

NYE VERDIKJEDER OG FORRETNINGSMULIGHETER

Her presenterer vi teknologier, forretningsmuligheter og «ufødte» verdikjeder med potensial for å gi fremtidige arbeidsplasser og ny verdiskaping i Norge. Listen er strukturert etter hovedutfordringer slik de er formulert i EUs strategi for vekst og arbeidsplasser – Europe 2020 – og tar utgangspunkt i teknologi og fagområder som SINTEFs brede forskningsmiljøer arbeider med. Listen er ikke uttømmende eller prioritert.

1

Helse, demografi og velferd

Ultralyd – utnytte sterke teknologimiljøer

Utnyttelse av helsedata til næringsutvikling

Vekst innenfor farmasøytisk industri i Norge

2

Matvaresikkerhet, bærekraftig jord- og skogbruk, fiskeri, havbruk og bioøkonomi

Ny industri basert på nasjonale bioressurser

Høsting av havets planter – tang og tare

Høsting av organismer på lavere trofisk nivå

3

Fornybar energi, sikker energiforsyning

Norges rolle i en global verdikjede for batterier

Hydrogen for klima og sikring av norske energiresurser

Eldrebølge på sokkelen kan gi nye næringer

Subseateknologier for feltutvikling og drift

4

Smart, grønn og integrert transport

Autonom shipping som industriell satsing

Bio-baserte drivstoff som grønne energibærere

Nye forretningskonsept for varetransport i byer

5

Klima, miljø og sirkulære produksjons-systemer

CO₂ som fremtidens kjemiske råstoff

Utvikling av ikke-fossile reduksjonsmaterialer

Gjenvinning av fosfor i sirkulærøkonomien

Prosessintensivering ved 3D-printing

Norske råvarer for det grønne skiftet

Avfallsfri gruveindustri – gull av gråstein

Klimapositive løsninger og verdikjeder

6

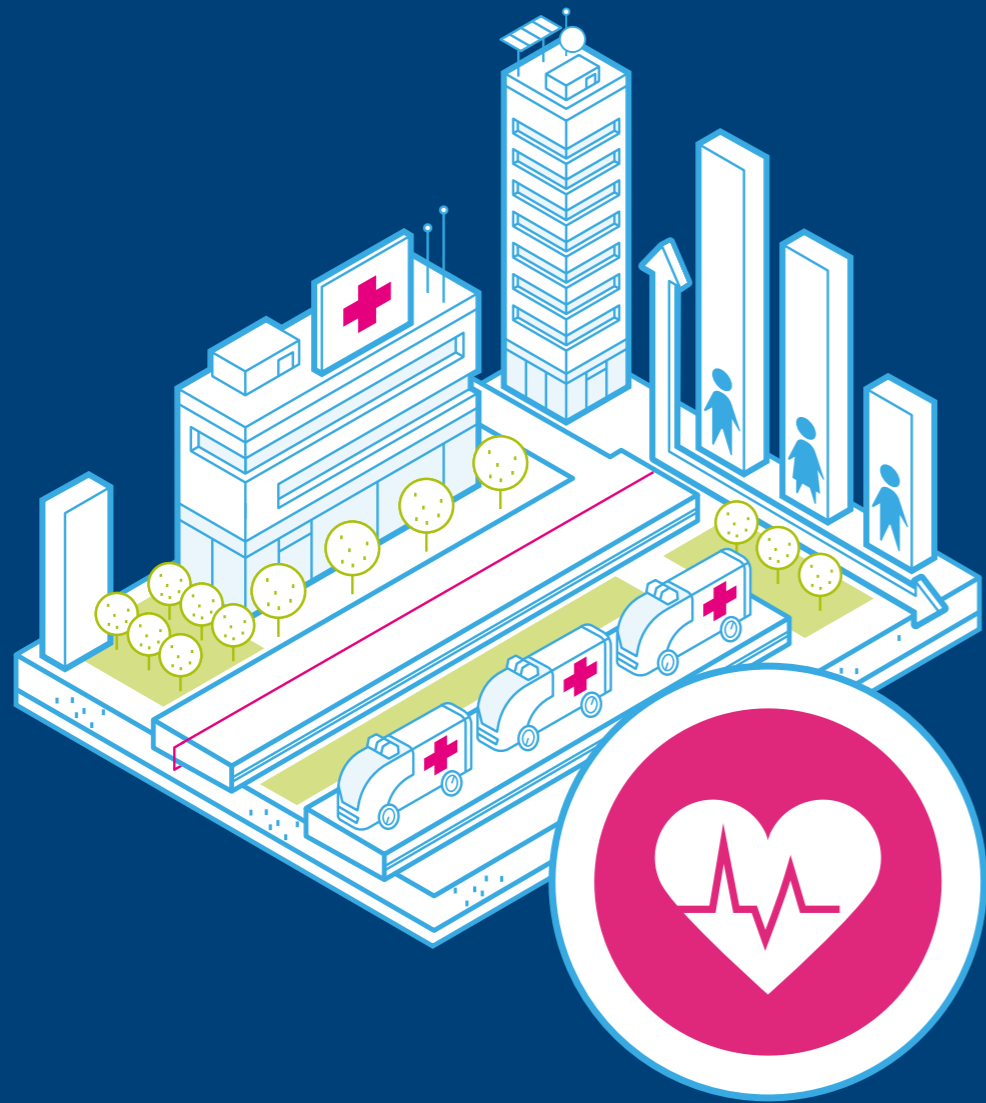
Infrastruktur og samfunnssikkerhet

Digital transformasjon av vannforsyningen

Blågrønne byer, overvann som ressurs

Ombruk av byggematerialer

Eksport av klimarobust norsk byggeskikk



1

Helse, demografi og velferd



Ultralyd – utnytte sterke teknologimiljøer

Fremtiden til medisinsk teknologi vil i stor grad bli drevet av stadig økende muligheter innen kunstig intelligens og maskinlæring. Medisinsk bildebehandling og ultralyd-diagnostikk i særdeleshet er interessant for produktutvikling. Med riktig utviklingsfokus kan man spørre om ultralyd blir det nye stetoskopet?



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Med kunstig intelligens og maskinlæring (AI/ML) kommer et stort potensial for forbedret tolkning av medisinske bildedata. Dette forsterkes gjennom å koble dataene med nye sensorer, instrumenter, bildedannende plattformer, smart-klokker, og medisinske registre. Et åpenbart startpunkt er å ta i bruk nye algoritmer og neurale nett til å forbedre eksisterende metoder, men det er også viktig å vurdere mulighetene som en driver for utvikling av nytt utstyr.

Den databaserte utviklingen som verden står midt oppe i må også ses på som en mulighet for fortsatt utvikling av plattformene som genererer medisinske data. Datakraft og muligheter for datalagring er viktige i seg selv, men bør også utfordre oss til å tenke nytt på hvilke data vi kan tolke. AI/ML-støttet tolkning flytter

grensene utover det som er tolkbart for et menneske. Da bør sensorene utvikles til å levere data til dette også.

Et område som har potensial til å revolusjonere medisinsk diagnose, er ultralyd (UL). Teknologien er overalt i medisinsk bildedannelse, og både håndholdte og smarttelefonbaserte UL-prober er tilgjengelige i dag. AI-drevet utvikling av UL-prober og applikasjoner har potensial utover dagens bruk. For å hente ut potensialet må forskere på kunstig intelligens, ultralydfysikere og stordata jobbe sammen med klinikerne. At fastlegen vil kunne diagnostisere mer i fremtiden basert på nyutviklet sensortechnologi er utvilsomt. Ultralydutstyr som er drevet frem av mulighetene kunstig intelligens gir, vil ha en sentral rolle.



Gjennom å undersøke pasientens øye med ultralyd, kan legene avsløre høyt hjernetrykk. Tidligere måtte legene inn gjennom pasientens kranie for å måle dette. Metoden er utviklet av SINTEF i samarbeid med Red Cross War Memorial Children's Hospital i Sør-Afrika. Foto utlånt av Nisonic.



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har verdensledende kompetanse- og forskningsmiljøer innen ultralyd. Dette har også ført til utvikling av mange teknologibedrifter som GE Vingmed Ultrasound, Sonitor, Elliptic Labs og Nisonic.

En sømløs digital informasjonsflyt mellom spesialist- og primærhelsetjeneste vil gi betydelig bedre muligheter for å tilby spesialisthelsetjenester nærmere den enkelte borger. Ultralyd har et stort utviklingspotensial som en tjeneste som kan tilbys hos fastlegen. Kombinert med kunstig intelligens kan fastlegen få hjelp til å tolke bildene på stedet. Dette er et marked som ventes å øke kraftig.

I Norge har vi Nasjonal Kompetansetjeneste for Ultralyd og Bildeveiledet Behandling (www.usigt.org) som utvikler løsninger for ultralyd på høyt internasjonalt nivå. Kompetansetjenesten er et eksempel på et vel fungerende samarbeid mellom kirurger, ingeniører og forskere og har et nasjonalt oppdrag. Som for helsedata generelt er det behov for data til å utvikle nye løsninger for kombinasjonen ultralyd og kunstig intelligens. Her må nasjonale strategier for tilgjengeliggjøring av helsedata, som ultralydopptak, lykkes for å kunne utløse potensialet i «legenes nye stetoskop».



KONTAKTINFORMASJON

Trond Røvik Størseth

Forskningsleder
SINTEF Digital
trond.r.storseth@sintef.no
+47 982 22 461

Jon Harald Kaspersen

Forskningsjef
SINTEF Digital
jon.h.kaspersen@sintef.no
+47 930 36 590

Referanser og videre lesning

1. Skogli, E., Jenssen, T.B., Eide, L.S., Theie, M.G., Helsedata – Store verdier på spill, Rapport, Menon-Publikasjon nr. 69/2018
2. Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling (USIGT).
3. Walter, M., Global handheld ultrasound market could surpass \$400M by 2023, Radiology business, April 29, 2019.
4. Elton, G.G., Det håndholdte ultralydapparatet blir kalt legenes nye stetoskop, Aftenposten A-magasinet, 22.juni 2017.



Utnyttelse av helsedata til næringsutvikling

Intelligent bruk av helsedata kan bli en driver for økonomisk vekst. Gjennom stordataanalyse, kunstig intelligens og maskinlæring har data fra 14 sentrale registre og 53 nasjonale medisinske registre et stort potensial for å forbedre effektiviteten og redusere offentlige kostnader relatert til helsesystemer.



Illustrasjon: Shutterstock



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Ifølge en rapport fra Menon Economics er den potensielle økonomiske veksten for intelligent bruk av helsedata så mye som 14 milliarder NOK i Norge alene. For helse-relatert verdiskaping vil sensorutvikling koblet med kunstig intelligens og maskinlæring kunne revolusjonere pasientoppfølgingen på sykehus og institusjoner, hos fastlegen og i hjemmet.

I 2018 ble det solgt 45 millioner smartklokker globalt, noe som gjør pulsmålinger og data tilgjengelig i stor skala. Den åpenbare bruken er til personlig trening og egen oppfølging gjennom aktivitetsalgoritmer. Men nye algoritmer kan skape muligheter for direkte bruk av smartklokker og relaterte produkter i helseoppfølging. Apple har allerede gjort EKG-målinger tilgjengelige på sin smartklokke. Hva kommer den neste smartklokke-sensoren til å måle?

Et annet aspekt ved ny kunstig intelligens og maskinlæring er de formidable mulighetene som metoder basert på

neurale-nettverk gir innen medisinsk bildebehandling. Metodene vil kunne inngå i produkter som både gir støtte og forbedringer til eksisterende rammeverk for tolking av f.eks. patologisnitt og identifisering av svulster i CT-bilder. Her vil tilgjengelighet av data være en utfordring, både pga. rettslige og etiske aspekter og mht. hvor langt digitaliseringen av data er kommet.

Kontaktflaten mellom Internet of Things og medisinsk kunstig intelligens vil kunne endre helsetjenestene radikalt. Utviklingen vil ikke bare komme fra kombinasjoner av teknologier, men også isolert i hver av dem. Dette vil kunne endre alt fra hvordan og hvor pasienter behandles, til hvordan diagnoser og behandlingsforløp planlegges. Det økonomiske potensialet vil kunne hentes ut i hele verdikjeden gjennom utvikling av sensorer og algoritmer for tolking av data, og videre helt frem til produkter basert på disse.



FORTRINN OG BARRIERER

Utnyttelse av helsedata i Norge har sitt grunnlag i god offentlig organisering av helsevesenet. Helsedata er registrert i sentrale registre, vi har gode befolkningsbaserte helseundersøkelser og godt organiserte biobanker. Nasjonale strategier har hatt fokus på at data skal være tilgjengelig for kvalitetsforbedring, helseovervåking, styring og forskning. Norge er i Europa-toppen i bruk av offentlige nettjenester og har innbyggere som er langt fremme i å bruke digitale løsninger. Dette er gode forutsetninger for innovasjon og næringsutvikling.

Om potensialet er stort, er tilgjengeligheten av data mindre. Selv før innføringen av GDPR har dette vært pekt på som en kilde til forsinkelse av kunnskapsutviklingen. Den nasjonale e-helsestrategien har lettere tilgang til og økt utnyttelse av helsedata som et mål. Oppnåelse av dette målet er en forutsetning for at vi klarer å ta ut potensialet i helsedata til FoU, næringsutvikling, medisinsk behandling og helse.



KONTAKTINFORMASJON

Trond Røvik Størseth

Forskningsleder
SINTEF Digital
trond.r.storseth@sintef.no
+47 982 22 461

Jon Harald Kaspersen

Forskningsjef
SINTEF Digital
jon.h.kaspersen@sintef.no
+47 930 36 590

Referanser og videre lesning

1. Skogli, E., Jenssen, T.B., Eide, L.S., Theie, M.G., Helsedata – Store verdier på spill, Rapport, Menon-Publikasjon nr. 69/2018
2. Meld. St. 9, 2012–2013, «Én innbygger – én journal»
3. Nasjonal e-helsestrategi og handlingsplan 2017–2022, Direktoratet for e-helse, Oppdatert 2019.
4. Røgeberg, R., Norge i europatoppen i bruk av offentlige nettjenester, Statistisk sentralbyrå, 16.april 2019.
5. Emberland, K.E., Rørtveit, G., Norske helsedata – en utilgjengelig skatt, Tidsskriftet Den Norske Legeforening, oktober 2016, 136:1506.



Vekst innenfor farmasøytisk industri i Norge

Biotechnologisk fremstilte medisiner overtar en økende andel av det terapeutiske markedet. Søken etter nye biofarmasøytika for å møte utfordringer knyttet til antibiotikaresistens og andre sykdommer uten effektiv behandling blir viktig. Teknologier som systembiologi og syntetisk biologi inngår i prosessene.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Bekjempelse av smittsomme sykdommer er en viktig del av FNs bærekraftsmål for helse og velvære. Eksempler på produkter hvor produksjonen i all hovedsak skjer i mikroorganismer eller høyerestående celler, er antibiotika, terapeutiske proteiner (f.eks insulin) og kreftmedisiner. Målrettet medisiner som immunterapi og nanomedisin er raskt voksende felt med stort potensial innen klinisk behandling og diagnostikk, hvor det er behov for nye produkter og tjenester og validering av effekt og trygghet.

Det globale markedet for antibiotika forventes å nå 540 milliarder kroner innen 2026, med basis i økende forekomst av smittsomme sykdommer i utviklingsland¹. Omtrent 700 000 mennesker dør hvert år som følge av antibiotikaresistens, og tallet forventes å øke². 80 % av antibiotika og 40 % av kreftmedikamentene på markedet har sin opprinnelse i naturlige forbindelser som kan produseres av mikroorganismer og høyerestående celler. Xellia Pharmaceuticals er en sentral aktør i Norge på dette området.

Et nytt paradigme i kreftbehandling er bruk av immunterapi, som innebærer påvirkning av pasientens immunforsvar til å gjenkjenne og bekjempe kreftceller. Mer enn 2 000 immunterapeutiske behandlinger er under utvikling. Det globale markedet for immunterapi mot kreft alene er forventet å nå 1 000 milliarder kroner innen 2024³. Det er flere sterke forskningsmiljø og et økende antall bedrifter nasjonalt (f.eks. Diatec Monoclonals, Vaccibody og Ultimovacs) som har immunterapi som fokus.

Strategier basert på nanomedisin kan bidra til mer effektiv og trygg levering av legemidler, f.eks. nye antibiotika og immunterapier. Mer enn 50 nasjonale industriaktører jobber i dag med aktive stoffer, materialer og tjenester knyttet til nanomedisin, hvorav mange er små og middelstore bedrifter. Dette vil sammen med en satsning på forskning innen nanomedisin og bioteknologi legge et grunnlag for vekst innen norsk farmasøytisk industri.

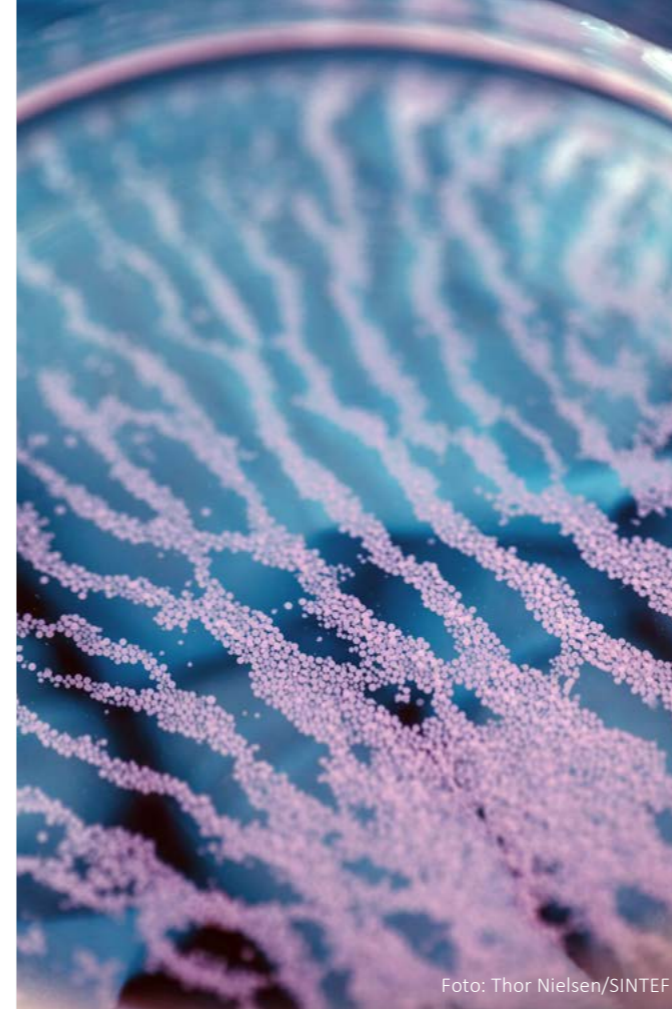


Foto: Thor Nielsen/SINTEF



KONTAKTINFORMASJON

Håvard Sletta

Forskningsleder
SINTEF Industri
havard.sletta@sintef.no
+47 915 44 429

Referanser og videre lesning

1. Grand View Research – Antibiotics Market Size, Share & Trends Analysis Report By Action Mechanism, By Drug Class, And Segment Forecasts, 2019–2026
2. Brogan, D.M. and E. Mossialos, A critical analysis of antimicrobial resistance report and the infectious disease financing facility. Globalization and Health, 2016
3. Transparency Market Research - Cancer Immunotherapy Market, Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2016–2024
4. Kuick Research - Global Nanoparticle Drug Delivery Market, Dosage, Price and Clinical Pipeline Outlook 2024



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har et konkurransefortrinn gjennom marine mikroorganismer som til nå har vært lite utforsket. Marin bioprospektering har kartlagt tusenvis av bakteriestammer som potensielt kan produsere nye antibiotika. Mikroorganismene forbedres gjennom «metabolic engineering», systembiologi og syntetisk biologi, som er viktige forskningsområder i bioøkonomien og legemiddelproduksjonen. Med riktig tilretteleggelse kan produksjon av antibiotika foregå i Norge.

Økt industriell avkastning av bioprospektering krever langsiktig satsing på forskning, verifisering, utprøving og kommersialisering med internasjonalt samarbeid. Satsingen må styres mot områder/produkter hvor det vil være mulig å etablere en bærekraftig industriell produksjon. Høsting av biologisk materiale må gjennomføres uten negative miljøkonsekvenser.

Veien fra oppdagelse av legemidler til klinisk uttesting og kommersialisering tar mange år og krever store ressurser. Dette har vært en barriere for etablering av farmasøytisk industri i Norge. I tillegg til nasjonal innovasjon vil en viktig forutsetning for vekst være å tilrettelegge for etablering av utenlandske selskaper i Norge, slik at nasjonal kompetanse og råstoff kan benyttes til å støtte opp under forskning og utvikling i tidlig fase.



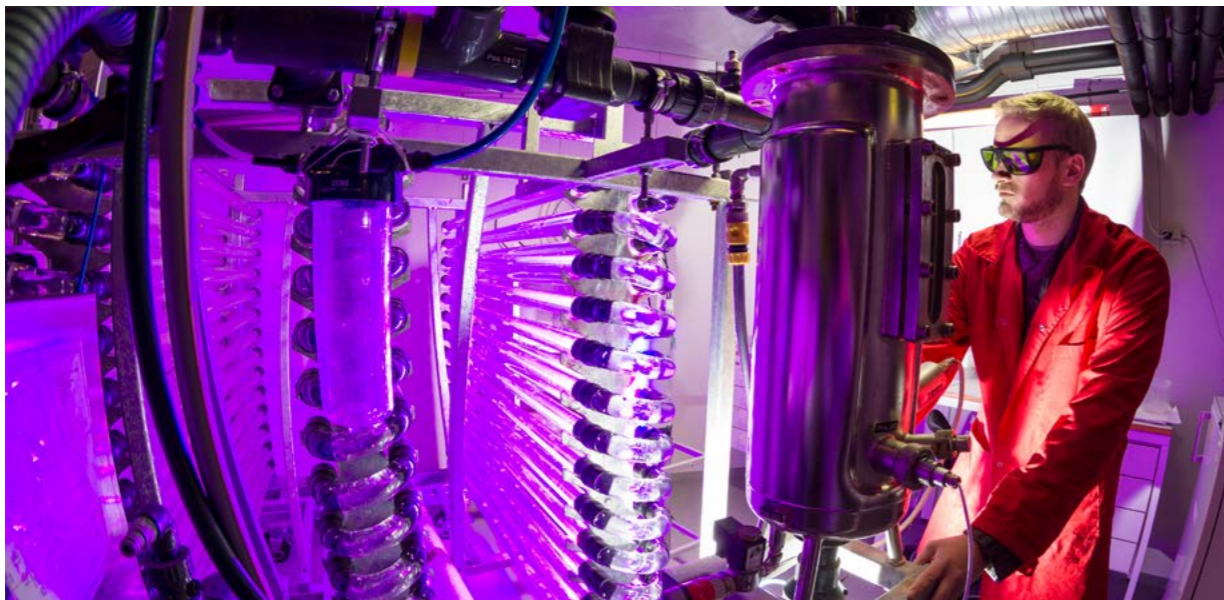
2

Matvaresikkerhet, bærekraftig jord- og skogbruk, fiskeri, havbruk og bioøkonomi



Ny industri basert på nasjonale bioressurser

Industriell bioteknologi omfatter bruk av mikroorganismer og enzymer til prosessering og foredling av fornybare bioressurser til et mangfold av produkter og tjenester. Utnyttelse av ressursene gjennom flere nye produkter har blitt et mål for å forbedre lønnsomheten og minimere miljøbelastningen.



Dyrking av mikroalger i bio-reaktor. Foto: Thor Nielsen/SINTEF



KONTAKTINFORMASJON

Håvard Sletta

Forskningsleder
SINTEF Industri
havard.sletta@sintef.no
+47 915 44 429

Referanser og videre lesning

1. Gill, N., Gull på grunt vann, Finansavisen, 23.juli 2018.
2. European Bioplastics, Report – Bioplastics Market Data 2018.
3. MarketsandMarkets, Industrial Enzymes Market by Type, Application, Source and Region - Global Forecast to 2022, October 2016.
4. Laksefakta.no, Hva er i fôret til laksen?, Norges sjømatråd/Sjømat Norge. 21.august 2018
5. Statistisk sentralbyrå – Akvakultur.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

I Norge er 10 mill. m³ skog og avfall fra skogbruk og treforedlingsindustri tilgjengelig for bærekraftig utnyttelse hvert år. Borregaard er ledende innen bioraffinering av trevirke. Marine biprodukter og rest-råstoff fra fiskeri- og oppdrettsnæringen utgjør 870 000 tonn pr. år. Bedrifter som Nutrimar og Biomega har de siste årene bygd opp bioraffineri basert på marint restråstoff. Høsting av tang og tare utgjør ca. 200 000 tonn, og har potensial for en betydelig tilleggsgevinst. Et dyrkingsareal tilsvarende det som i dag benyttes for lakseoppdrett, kan gi 1,3 millioner tonn tare per år i tørrvekt¹. DuPont og Algea utnytter høstet tare i Norge, mens flere bedrifter, f.eks. Seaweed Energy Solutions og Lerøy Ocean Forest, jobber med kommersialisering av dyrket tare. Underutnyttede biomasser kan gi opphav til verdifulle produkter gjennom bioraffineri, og kan i tillegg være råstoff til mikrobiell produksjon av kjemikalier, materialer, fôringredienser og mer.

Det produseres 350–400 millioner tonn plast årlig, hvor bioplast utgjør bare 1 % av markedet. Det er estimert en økning i det globale markedet for bioplast på 20 % frem til 2023², som også vil medføre økt etterspørsel etter bærekraftig råstoff til bioplast. Her har Norge, med sin tilgang til bioressurser og kompetanse på industrielle bioraffineri, en sterk posisjon.

Enzymer i kombinasjon med kjemiske prosesser brukes til å konvertere produkter til derivater med ny funksjonalitet og/eller høyere verdi. Det finnes allerede store industrielle applikasjoner for enzymer i vaskemidler og til matforedling, men potensialet er større i både eksisterende og nye verdikjeder. Markedet for industrielle enzymer tilsvarer i dag om lag 40 milliarder kroner, med en estimert årlig vekst på rundt 6 %³. Norge er i posisjon til å bidra til dette markedet, både gjennom utvikling av nye enzymer og ved etablering av industri basert på utnyttelse av dem. Flere norske selskaper utnytter enzymer i sine prosesser, og andre firma (f.eks. Vectron Biosolutions og Arcticzymes) utvikler nye enzymer og teknologi for produksjon.

Laks er avhengig av omega-3 fettsyrer og aminosyrer i fôret for å vokse. På 1990-tallet bestod fôr til oppdrettslaks av 90 % fiskemel og fiskeolje. For å møte den formidable veksten i næringen og hindre overforbruk av villfisk, har fôret i dag et betydelig større innslag av vegetabiliske proteiner og oljer. Norge produserte i 2017 1,2 millioner tonn laks⁵, som tilsvarer et behov for ca. 1,6 millioner tonn fiskeolje-basert fôr⁴. Nye og bærekraftige kilder til fôr, særlig omega-3-fettsyrer, vil være en forutsetning for å møte løpende vekst i oppdrettsnæringen.



FORTRINN OG BARRIERER

Enzymer og farmasøytiske produkter har høy salgspris. Derfor er råstoffkostnad av mindre betydning, og det er mulig å utvikle konkurransedyktige verdikjeder. Det vil være viktig å satse på verdikjeder hvor lokal tilgang på råstoff og isolerte produkter vil gi en fordel mht. produksjonseffektivitet og kvalitet på tjenester og produkter. Lokal produksjon med råstoff fra nasjonale bioressurser kan øke bærekraften og være konkurransedyktig i fremtidens verdikjeder.

For at mikrobielle produksjonsprosesser skal være lønnsomme, må man bruke mikroorganismer som har høye utbytter og høy produksjonshastighet. I tillegg trengs en egnet karbonkilde. Nasjonale råstoff (trevirke, makroalger) har fått økt fokus, men vil bare bli valgt dersom de gir en konkurransemessig fordel i mikrobielle produksjonsprosesser. Dette kan være utfordrende med tanke på produksjon av lavkostnadsprodukter som biodiesel og eksport av råstoff til internasjonale marked.



Høsting av havets planter – tang og tare

Dyrking av tang og tare representerer en stor verdiskapingsmulighet. Det kan brukes både til menneskelig konsum, bærekraftig proteinkilde for laks og andre produkter, og har stort potensial for å binde CO₂. For at tang og tare skal bli konkurransedyktige råstoffer, må produksjonskostnaden ned og produktkvaliteten opp.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Høsting og dyrking av tang og tare blir en stadig viktigere del av bioøkonomien. Dyrking av makroalger er verdens største akvakulturaktivitet målt i volum, med ca. 30 millioner tonn våtvekt i året. Det meste går til menneskemat eller fôr. NTVA/DKNVS¹ anslår at det i 2050 kan omsettes produkter basert på tang og tare i Norge for 40 milliarder kroner i året, hvorav halvparten fra høykostprodukter.

Seaweed Energy Solutions i Trondheim har drevet med tareproduksjon i ti år, og er en av de største i Norge. Selskapet har satsset mye på FoU, og planen er nå å øke produksjonen fra 40 tonn pr. år til 320 tonn i løpet av tre år.

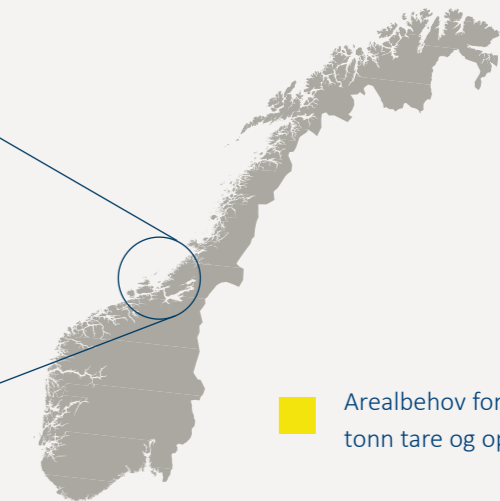
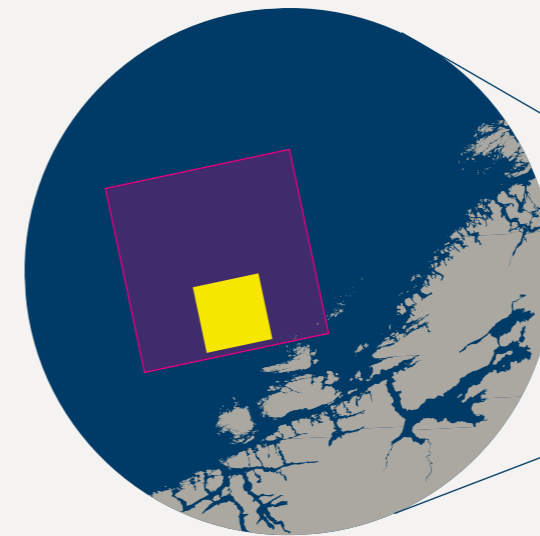
Det eksisterer i dag 30-40 prosjekter/selskaper langs norskekysten som dyrker og prosesserer nye produkter basert på makroalger, og da særlig tare. Den årlige omsetningen fra dagens høsting er ca. 1,4 milliarder kroner.


Vekst i lakseoppdrett krever nye ressurser til fôr. Vi klarer ikke flytte laksen til et lavere trofisk nivå, så enten må genetikken endres eller det må finnes nye lipid- og


proteinressurser. Det er lite lipider i tang og tare, men det ligger et potensial i å bruke tare som proteinkilde. Tare kan også brukes i fôring av proteinrike insektlarver og i produksjon av abalone – store snegler som selges som delikatess for opptil 80 \$ pr. kg. Makroalger blandet i fôr gir redusert metanproduksjon i vomma hos drøvtyggere, og dermed lavere utslipp av klimagasser.

Norge har liten eller ingen tradisjon for å utnytte tare til konsum. Slik er det ikke ellers i verden. Det er mulig både å utvikle lokale markeder og å eksportere til globale. Flere av de nystartede selskapene tar sikte på å utvikle konsumprodukter mot matmarkedet, inkludert helsekost.

Dyrking av tare vil gi et signifikant bidrag til det nasjonale klimaregnskapet. Dersom vi når målet om å dyrke 20 millioner tonn tare, som krever 1 500 km² ved dyrking offshore, vil denne biomassen binde opp 4 millioner tonn CO₂ i produksjonsfasen.



 Arealbehov for dyrking av 20 millioner tonn tare og opptak av 4 mill tonn CO₂

 Arealbehov for dyrking av 320 millioner tonn tare og opptak av 50 mill tonn CO₂



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har en lang kystlinje med mange muligheter for dyrking av tang og tare. Figuren viser arealbehovet for dyrking av 20 og 320 millioner tonn tare og opptak av 4 og 50 millioner tonn CO₂. Dyrking av 20 millioner tonn tare vil legge beslag på bare en promille av våre havområder, men det må likevel utvikles et godt forvaltningsregime.

Tare kan være et element i integrert multitrofisk havbruk, hvor dyrking av tare integrert med lakseoppdrett er en mulig fremtidsindustri. Tare utnytter nærings saltene som slippes ut, og kan bidra til å fjerne nitrat og fosfat i områder med oppdrettsvirksomhet.

Dyrking av tang og tare er en ny næring i Norge, med utfordringer på mange plan. Høyt prisede produkter er avgjørende for å oppnå lønnsomhet ved bruk av dyrket biomasse i Norge. Det pågår forskning for å utvikle bio-raffinering av makroalger med mål om å utvinne flere komponenter som basis for nye produkter, og dermed bedre lønnsomheten. I motsetning til andre land som baserer seg på mye manuelt arbeid, må Norge også utvikle standardiserte og automatiserte teknologier for dyrking.



KONTAKTINFORMASJON

Jorunn Skjermo

Seniorforsker
SINTEF Ocean
jorunn.skjermo@sintef.no
+47 982 45 040

Referanser og videre lesning

1. Olafsen, T., Winther, U., Olsen, Y., Skjermo, J., Verdiskaping basert på produktive hav i 2050, Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA), 2012.



Høsting av organismer på lavere trofisk nivå

Verdiskaping og eksport basert på lavtrofisk produksjon er svært begrenset i Norge i dag. Men potensialet er stort. Verdiskapingen kan realiseres gjennom ny bioteknologisk industri, som baserer seg enten på høsting av naturlige bestander eller på produksjon av nye arter i akvakultur.



Bedriften C-Feed i Vanvikan på Fosen produserer organismer som kan brukes som fôr til bl.a. tunfisk. Foto: Thor Nielsen



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Lavtrofiske arter omfatter primærprodusenter (planter og mikroorganismer) som produserer organisk materiale av karbondioksid og solenergi via fotosyntese, og heterotrofe organismer (nedbrytere) som livnærer seg på primærprodusentene. Organismene kan være pelagiske (oppholder seg i frie vannmasser) slik som plante- og dyreplankton og mesopelagisk fisk, men omfatter også en rekke bentiske (bunnlevende) organismer. Lavtrofisk produksjon omfatter også utnyttning av tang og tare, som er omtalt på side 26 i denne rapporten.

Det finnes ulike måter å fremskaffe biomassen på:

- Intensiv (landbasert) produksjon omfatter kontrollert produksjon i åpne kar eller lukkede bioreaktorer. Bare et fåtall produkter har kommet over fra laboratorieskala til pilotskala.
- Ekstensiv dyrking (havbeite) eller høsting av naturlige bestander gjennom blant annet dykking. Det er ikke utviklet industrielle systemer for å kultivere og røkte avgrensede områder i sjøen.

- Etablering av kunstige rev og habitater for å øke naturlige, fiskbare bestander lokalt.
- Direkte høsting av plankton og mesopelagisk fisk gjennom fangst.
- Økning av primærproduksjonen gjennom systemer for oppstrømning, som tar opp kaldt, næringsrikt vann fra dypet. Her er norsk kompetanse på offshore-konstruksjoner viktig.

Skal Norge nå verdiskapingsmålene for 2050 (Olafsen et al 2012)¹ basert på lavtrofisk produksjon, kreves det tiltak langs flere akser, herunder rammebetingelser, teknologi for frembringelse av biomasse og fremstilling av produkter for nye markeder (Almås & Ratvik 2017)². Dette krever at produkttegenskaper må dokumenteres på forhånd. Dette gjelder særlig for produkter rettet mot anvendelse innen funksjonell mat, helsekost og farmasi.



FORTRINN OG BARRIERER

Med våre havressurser, kompetansemiljøer og marin og maritim industri har Norge et stort potensial for å bli ledende innenfor utnyttning av lavtrofiske arter.

Såkalt lavtrofisk produksjon krever helt nye produksjons- og driftsformer. Havbeite-loven gir mulighet for råderett og røkting (ikke fôring) av et område der det fremstilles produkter til konsum, men vi har ingen praktisk erfaring fra gjennomføring. Arealkonflikter kan oppstå i forhold til fiske, oppdrett og rekreasjonsbehov. Produksjon av hoppekreps, tanglopper og andre marine insekter krever en offentlig godkjenning.

Vi mangler gode forvaltningsmodeller for hardt pressede arter. Som konsekvens ser vi at naturlige bestander utarmes. Lavtrofiske organismer har en vital rolle i det bentiske økosystemet, og bestandsutryddelse kan gi negative irreversible økosystemeffekter. For sjøpølser for eksempel, hvor den globale etterspørselen er umettelig, vil Norge med sitt kompetansegrunnlag innen produksjonsbiologi og -teknologi være godt rustet til å bidra.



KONTAKTINFORMASJON

Andreas Hagemann

Seniorforsker

SINTEF Ocean

andreas.hagemann@sintef.no

+47 922 81 275

Referanser og videre lesning

1. Olafsen, T., Winther, U., Olsen, Y., & Skjermo, J. Verdiskaping basert på produktive hav 2050. Det kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA). 2012.
2. Almås, K. A., & Ratvik, I. Sjøkart mot 2050-Tiltak for utvikling av biologisk baserte marine næringer mot 2050. 2017.



3

Fornybar energi, sikker energiforskyning



Norges rolle i en global verdikjede for batterier

Stor økning i batteribehov betyr at det mulige markedet er enormt. I 2040 er det antatt at energibehovet for elbiler produsert i Europa alene vil nå 1 200 GWh per år, noe som vil kreve omtrent 80 gigabatterifabrikker. Verdien av battericellemarkedet alene er beregnet til om lag 90 milliarder euro per år. Hvilken rolle skal Norge spille?



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

I dag produseres nesten alle batterier til elbilindustrien i tre land: Kina, Japan og Korea. Kun om lag 3 % av batteriene produseres andre steder i verden, hvorav ca. 1% kommer fra Europa. Det finnes noen få fabrikker i Europa som produserer batteripakker og -moduler, men disse bruker nesten utelukkende battericeller som er produsert i Asia. Europa er i en sårbar posisjon, da europeiske bilprodusenter strever med å få tilgang på nok batterier for å kunne levere til sine kunder, og det blir lang tid å vente for de som ønsker å kjøpe elbil.

Flere norske bedrifter er allerede i ferd med å etablere batteriproduksjon basert på en rekke kjemiske løsninger. Det nylig etablerte selskapet Freyr planlegger en gigafabrikk for litium-ion batterier basert på topp moderne teknologi og kvalitet i Mo i Rana. Det antas at fabrikk vil skape 3 500 arbeidsplasser.

SINTEF anslår dagens verdiskaping knyttet til batterier i Norge til om lag 800 MNOK i 2019 med en eksportandel på 200 MNOK og en sysselsetting på mindre enn 100 arbeidsplasser. Med riktige forutsetninger kan dette stige til en verdiskaping på 10 mrd. kroner

i 2030, med 7 mrd. kroner i eksportandel og om lag 7 000 arbeidsplasser. I 2050 mener vi potensialet er på 50 mrd. kroner hvorav 40 mrd. kroner i eksportandel og en sysselsetting på 15 000 arbeidsplasser.

Estimatene for 2030 og 2050 omfatter kun batteriproduksjon og er beregnet som en prosent av prognoser fra ulike kilder for det totale europeiske og globale batteri-markedet. Verdien for 2019 er grove estimater basert på kjent omsetning. Tallene inkluderer ikke alle deler av verdikjeden, men hovedsakelig batteriproduksjon i form av battericeller, -pakker og -moduler.

Innen råmaterialer har Norge store ressurser, og battericelleproduksjon i Norge har derfor potensial for økt verdiskaping hos mange norske bedrifter. Materialer som kreves i batteriene, inkluderer blant annet jern/stål, mangan, nikkel, kobolt, grafitt, silisium, kobber og aluminium. Sammen med de øvrige nordiske landene har vi tilgang på god forsyning på alle råmaterialene som kreves for å produsere litiumbatterier. Norge er f. eks. et av få vestlige industriland som har egen grafittproduksjon.



KONTAKTINFORMASJON

Edel Sheridan

SINTEF Industri
edel.sheridan@sintef.no
+47 982 43 451



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har svært gode forutsetninger for å bli et kjerneområde for battericelleproduksjon. Vi har verdensledende prosessindustri og kompetanse, godt utviklet arbeidstokk og forskningsmiljøer som utmerker seg internasjonalt. Prosessindustriaktører som Elkem, Hydro, Glencore og andre har veletablerte forsyningskjeder og prosessanlegg som behandler flere av nøkkelkomponentmaterialene som er nødvendige for battericelleproduksjon. Vi har også pålitelig tilgang på verdens grønneste og rimeligste kraft. Derfor har Norge muligheten til å produsere battericeller på en mer miljøvennlig måte og med lavere CO₂-avtrykk enn noen andre land i Europa og Asia.

Norge har allerede flere næringer som har suksess i batteriøkosystemet. Det mest kjente er maritim sektor, der norske selskaper er verdensledende innen elektrifisering av fartøy og utvikling av nødvendig

infrastruktur for lading. Energileverandører har begynt å ta opp forhold som utvikling av ladeinfrastruktur og bruk av batteriteknologi for storskala energilagring.

Blant dagens utfordringer er manglende ladeinfrastruktur og for lav kapasitet på strømmettet. Elbilproduksjonen går mye raskere fremover enn utbyggingen av strømmett og ladestasjoner. Dette kan dermed utgjøre en flaskehals for implementeringen av nullutslippstransport.

En forutsetning for verdiskaping i Norge er at vi investerer i forskning for å sikre egne rettigheter til kunnskap langs hele verdikjeden for batterier. Vi må også utdanne nok fagarbeidere som skal arbeide i denne industrien. En betydelig utfordring for de som ønsker å satse på store batterifabrikker, er tilgang på nok kapital og vilje til å bidra med investeringer.

Referanser og videre lesning

1. McKinsey Company, Recharging economies: The EV-battery manufacturing outlook for Europe, May 2019.
2. Avicenne Energy, The Rechargeable Battery Market 2017–2030 – Energy Storage Systems & Industrial Applications, January 2019.
3. Avicenne Energy, The Worldwide Rechargeable Battery Market 2017–2030, January 2019.
4. Bellona, Batteriproduksjon i Innlandet – en mulighetsstudie, februar 2018.
5. Andersen, I., Mineralerfunnet på havbunnen inneholder mye kobber, Teknisk Ukeblad, Industri, juni 2019.
6. Gautneb, H., Knežević, J., Kartlegger forekomster av kobolt i Europa, Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), desember 2018.
7. Bellona, Industrielle løsninger - Nærmere norsk batterirevolusjon, april 2018.
8. Northvolt, Northvolt completes equity capital raise to enable Europe's first homegrown gigafactories for lithium-ion batteries; June 12, 2019.
9. Valmot, O.R., Vil bygge gigafabrikk for batterier i Mo i Rana, Teknisk Ukeblad Industri, april 2019.
10. Tømmerbakke, S.G., Planlegger stortiltet batteriproduksjon og vindmøllepark i Nordland, High North News, april 2019.



Hydrogen for klima og sikring av norske energiresurser

Om EU skal nå sine klimamål, må energisystemet være så godt som utslippsfritt i 2050. Dette kan redusere verdien av norsk olje og gass. Hydrogen produsert fra norske energiresurser representerer en stor mulighet, og Norge har betydelig egeninteresse av at hydrogenøkonomien etableres i Europa og verden for øvrig.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Hydrogen som energibærer kan produseres fra alle energikilder, fossile så vel som fornybare. Hydrogen kan benyttes som nullutslippsdrivstoff i transportsektoren og er komplementær til batteriteknologi, særlig innen langtransport og tunge kjøretøy, og til stasjonær varme- og kraftproduksjon. Slik kan hydrogen bidra til å frikople energibruk fra CO₂-utslipp. Hydrogen kan også erstatte fossile energibærere i raffinerier, kunstgjødselproduksjon og i metallindustrien. Per i dag er nær all hydrogenbruk knyttet til industrielle anvendelser.

I dag eksporterer Norge ca. 110 milliarder Sm³ gass/år. Dette tilsvarer en energimengde på ca. 1 200 TWh, som omsatt til hydrogen med CO₂-håndtering kan utgjøre 600-800 TWh CO₂-fri høyverdig energi. Vannkraft-eksport utgjør til sammenligning 15-20 TWh. Med det svensk-norske grønne sertifikatmarkedet forventes kraftoverskuddet å øke betydelig. Det er derfor også muligheter for hydrogeneksport basert på elektrisitet fra ikke-kontinuerlige, fornybare kilder.

Det ligger et stort verdiskapingspotensial i å ta aktivt del i introduksjon av hydrogen i Europas og verdens

energisystem. Hydrogen kan faktisk være Norges største bidrag til lavutslippssamfunnet i en internasjonal kontekst, samtidig som hydrogensamfunnet vil bidra til å sikre verdien av Norges petroleumsressurser. Flere store prosjekter utredes med tanke på å forsyne Europa med hydrogen fra norsk naturgass. En forutsetning er et operativt lager for CO₂ i Nordsjøen.

I april 2018 lanserte SINTEF og NTNU en rapport om verdiskaping og sysselsetting i Norge knyttet til CO₂-fangst og lagring. Et sentralt element var muligheten til å produsere hydrogen fra norsk naturgass. Rapporten viser at en slik satsing kan gi en omsetning på over 200 milliarder NOK i 2050 og sysselsette mellom 25 000 og 35 000 mennesker.

Det ligger et vesentlig verdiskapingspotensial for Norge gjennom en tidlig introduksjon og etablering av et hjemmemarked. Dette kan danne grunnlag for næringsutvikling i form av produksjon og eksport av komponenter (gasstanker) og prosesser (hydrogenseparasjon) i hydrogenverdikjeden, komplette systemløsninger og hydrogendrevne skip.

Hydrogen

fra naturgass med CCS kan være verdt



220 milliarder NOK
årlig i 2050



25 000 til 35 000
arbeidsplasser

En satsing i Norge på hydrogen fra naturgass med CCS kan gi en omsetning på 220 milliarder kroner i 2050, og mellom 25 000 og 35 000 sysselsatte i Norge. En forutsetning for dette er blant annet at det etableres tilstrekkelig lagerkapasitet for CO₂ i Nordsjøen. Kilde: Industrielle muligheter og arbeidsplasser med CO₂-håndtering i Norge – SINTEF 2018



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har naturressurser, industri og kunnskapsmiljøer som gjør oss i stand til å være internasjonalt ledende innenfor produksjon, forsyning, teknologiutvikling og leverandørindustri for hydrogen.

Drivere for økt nasjonal verdiskaping basert på hydrogen omhandler reduserte utslipp av klimagasser, økt verdiskaping knyttet til eksport av hydrogen og hydrogenteknologi, og sikring av verdien av våre energiresurser.

Barrierer for norsk verdiskaping basert på hydrogen er terskelen for etablering av et globalt marked, Europas fokus på forsyningssikkerhet i form av egenproduksjon av fornybar energi, og usikkerhet i forhold til etablering av CO₂-fangst og -lagring i Norge og Europa.



KONTAKTINFORMASJON

Nils Røkke

Direktør bærekraft, SINTEF
nils.a.rokke@sintef.no
+47 951 56 181

Referanser og videre lesning

1. Størset, S., Tangen, G., Wolfgang, O. og Sand, G., Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved CO₂-håndtering i Norge, SINTEF Rapport nr. 2018:0450, April 2018.



Eldreølge på sokkelen kan gi nye næringer

Uavhengig av politikk knyttet til norsk petroleumsnæring, skal tusenvis av olje- og gassbrønner plugges og forlates (P&A) når produksjonsperioden er over. Konstruksjoner og innretninger må fjernes på en bærekraftig måte. Kostnaden kan begrenses gjennom nye teknologier for plugging og gjenbruk av konstruksjonene til andre formål. Oppgaven bør utnyttes til å utvikle en norsk P&A-industri.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Siden det norske oljeeventyret begynte, har vi boret i underkant av 4 000 utvinningsbrønner på norsk sokkel. Det finnes ingen offisiell statistikk over hvor mange av dem som allerede er plagget og forlatt, eller hvor mange vi fremdeles har igjen å plugge. Equinor har uttalt at de skal bore 3 000 nye brønner, og de fleste vil være subseabrønner som er kostnadskrevende å plugge.

Her ligger det store muligheter for å bygge en ny norsk industri som spesialiserer seg på P&A. Universitetet i Stavanger har estimert markedspotensialet til mellom 326 og 571 milliarder kroner, om alle eksisterende brønner på norsk sokkel plugges. I tillegg kommer plugging av nye brønner, som kanskje vil doble beløpet. Fjerning og håndtering av øvrige strukturer på sokkelen vil føre til en ytterligere dobling av kostnadene.

Oljeindustrien legger beslag på arealer på norsk sokkel som kan få en alternativ industriell utnyttelse når lisenshaverne har avsluttet sin produksjon. Dette er arealer som allerede

er båndlagt for industriell aktivitet, slik at man kan unngå arealkonflikter. Alternativ utnyttelse av infrastrukturen til havvind, biomarin produksjon og havovervåkning gir muligheter for nye verdikjeder. Gevinsten vil ligge i ny industriutvikling, realisering av nye alternative utbygginger til en lavere balansepris, og i reduserte P&A-kostnader for det norske samfunn.

Utvikling av nye næringer krever industrielle aktører med vilje og kapital for å realisere mulighetene. P&A er et område hvor private og offentlige aktører har felles mål og sammen kan finansiere forskning, utvikling og innovasjon. Et løft av disse aktivitetene i eksisterende programmer i Forskningsrådet som Petromaks2 og Demo2000 kan bidra til at satsingen kan komme raskt i gang.

Illustrasjon: DNV GL.



FORTRINN OG BARRIERER

Timingene for oppbygging av en ny norsk industri er god. Norsk sokkel er moden, og det er mange brønner som skal plugges. En norsk P&A-industri vil i neste omgang være i god posisjon til å konkurrere internasjonalt. Britisk sokkel vil være et fornuftig første steg, deretter andre olje- og gassprovinser som Brasil og Afrika.

Den største barrieren for å lykkes er å ikke handle raskt nok. Utfordringen er global, og ambisjonen må være å etablere en ny, effektiv og innovativ industri som er tidlig på banen og etablerer seg som verdensledende. Operatørselskapene har en felles interesse av å få jobben gjort med lavest mulig kostnad, og teknologiene som anvendes vil ligge utenfor selskapenes kjerneområder. Det vil være enklere å få til et felles løft, men det kreves at operatørene er positive og satser i felleskap.

Introduksjon av alternative næringer og markeder på norsk sokkel er betinget av politisk vilje, og løsningene må være bærekraftige og lønnsomme.



KONTAKTINFORMASJON

Lars Sørum

Forskningsjef
SINTEF Industri
lars.sorum@sintef.no
+47 928 04 925

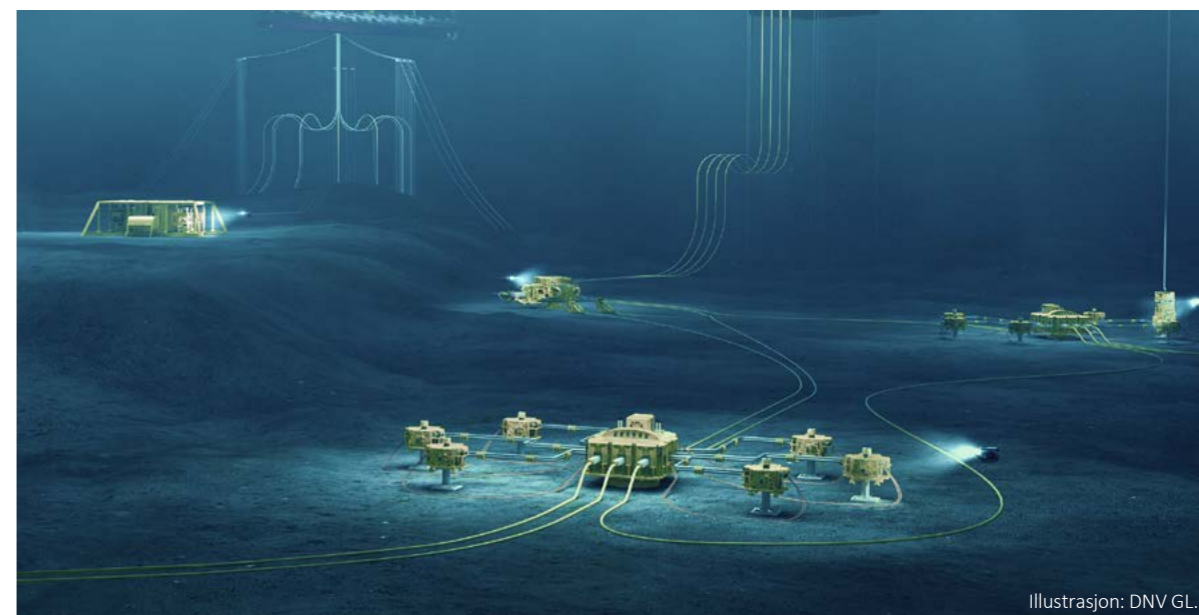
Referanser og videre lesning

1. Equinor skal bore 3 000 nye oljebrønner, Teknisk Ukeblad, 28. aug. 2018.
2. Vrålstad, T. & Torsæter, M. Eldrebølgen på norsk sokkel, Aftenposten A-magasinet 27. nov 2013.
3. Spieler, J.O., Monge Øia, T., Plug and Abandonment Status on the Norwegian Continental Shelf Inclusive Tax Consequences; Oil, Gas & Energy Law, Vol. 4, 2015, www.ogel.org



Subseateknologier for feltutvikling og drift

Nye subsealøsninger må på plass for å realisere olje- og gassnæringens planer om å utvikle nye, marginale petroleumfelt, forbedre potensialet for nye store felt og forlenge levetiden av eksisterende felt. Optimale havbunnsløsninger vil på kort og lang sikt være en nøkkel for kostnadseffektiv og bærekraftig produksjon på norsk sokkel.



Illustrasjon: DNV GL.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Norsk leverandørindustri er verdensledende på undervannsteknologi til olje- og gassindustrien, og teknologien er etterspurt verden rundt. I 2016 hadde norske leverandører ifølge Rystad Energy en omsetning på 30 milliarder kroner, med leveranser til viktige internasjonale markeder som Angola, Brasil, USA og Storbritannia.

Utbygging av subsea tiebacks gir mindre energibruk, muliggjør gjenbruk av eksisterende infrastruktur og bidrar til bedre utvikling av marginale felt. Ifølge Rystad Energy skal 70 % av nye felt på norsk sokkel utvikles som tiebacks. Boston Consulting Group anslår at subsea tiebacks representerer 40 % av totale investeringer på sokkelen fra 2016–2030.

Nye subsealøsninger kan også muliggjøre elektrifisering fra land, som kan bety en stor reduksjon av

CO₂-utslipp. Dersom Equinor og partnere bestemmer seg for å erstatte gass turbiner på Troll C og Sleipner med kraft fra land, kan CO₂-utslippene reduseres med mer enn 600 000 tonn/år. For å forlenge levetiden av eksisterende felt kan subseateknologi bidra til mer effektiv produksjon, og dersom fullskala CCS realiseres kan «recovery factor» økes ytterligere ved CO₂ for økt utvinningsgrad.

Blant annet Aker Solutions jobber med å utvikle løsninger for subsea-CO₂-håndtering. NTNUs BRU21-rapport fastslår at muligheter knyttet til digitalisering er store også for havbunnsløsninger. Eksempler er tilstandsovervåking, automatisering og autonome systemer for reparasjon og utskifting av subseakomponenter.



FORTRINN OG BARRIERER

Implementering av subseateknologier for utbygging og drift har et stor potensial for økt verdiskaping og vil bidra til å sikre en renere olje- og gassindustri i lang tid fremover. Samtidig er industriens praksis ofte konservativ. Risiko knyttet til avbrudd oppfattes som høy blant annet fordi den rammer produktiviteten. For nye utbygginger kan introduksjon av nye teknologier forsinke fremdrift og øke risikoen for kostnadsoverskridelser.

Det er derfor viktig å sikre et solid beslutningsgrunnlag gjennom FoU, pilotering og fullskala demonstrasjoner. Et tett samspill mellom industri, myndigheter og forskningsaktører vil være avgjørende for å redusere risikoen ved implementering av nye subseateknologier og -løsninger.



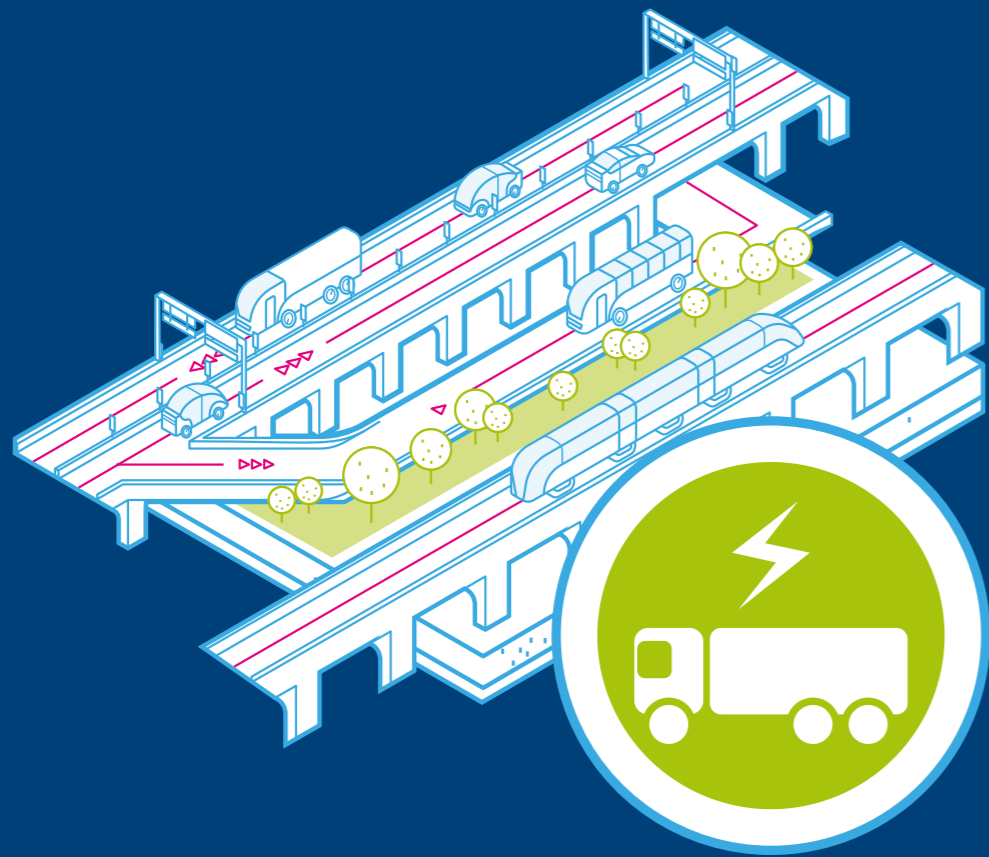
KONTAKTINFORMASJON

Andrea Shmueli

Forskningsleder
SINTEF Industri
andrea.shmueli@sintef.no
+47 451 96 395

Referanser og videre lesning

1. Rystad Energy OG21 Strategy update 2016 Value of prioritized technology and competence needs, 2016
2. Boston Consulting Group – OG21 New business models and contract strategies to improve NCS competitiveness, 2017.
3. Equinor, More electrification potential offshore Norway, June 2018.
4. Kaspersen, J.H; Tangen, G., Klabbeføre blir karbon- og kostkutt- DN, 2016.
5. Tønseth, S., Lab-funn vil øke Norges gassinntekter. Gemini, 2016.
6. Tønseth, S., Vil separere olje og gass på havbunnen. Gemini, 2016
7. NTNU, BRU21 Better resource utilisation in the 21st century. NTNU Strategy for Oil and Gas, 2017.



4

Smart, grønn og integrert
transport



Autonom shipping som industriell satsing

Norsk maritim industri ser at det ligger store muligheter i autonome, utslippsfrie skip. Transportbehovet øker mens næringen møter strengere utslippskrav. Men verdikjeden må forsterkes med kompetanse for at industrien skal kunne levere teknologi og tjenester inn mot det fremtidige markedssegmentet.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Den nye industrielle revolusjonen handler om at teknologi-områder som kunstig intelligens, maskinlæring, IoT og stordata har blitt mer tilgjengelige. Teknologiene møter behovet for automatiserte prosesser som skal erstatte manuelle operasjoner, for å sikre konkurransekraft i forhold til billig arbeidskraft andre steder i verden.

Det er flere drivere for en endring i transportsektoren i Norge, som utslippskrav og bærekraft, mål om godsoverføring fra vei til bane og sjø, og økningen i transportbehovet. Forurensing fra biler i store byer, fra cruiseskip i områder som Geirangerfjorden og fra store tankskip på verdenshavene er med og setter utfordringene på dagsorden.

Ulike rapporter viser at dagens globale handelsflåte er på 81 500 skip. Det finnes 2,7 mill. fiskebåter, 29,2 mill. fritidsfartøyer og 529 000 båter som opererer på såkalte «inland waterways». De mest lønnsomme konseptene for autonome skip ser ut til å være mindre skip som opererer innenfor en avstand hvor batteridrift eller annen utslippsfri teknologi kan benyttes (ASTAT). Det er sannsynligvis her de største innsparingene i bemanning og drivstoff vil ha effekt.

Hovedmålet ved å bygge opp en verdikjede innen autonom shipping i Norge er å sørge for at vi blir en verdensledende leverandør av teknologi og kompetanse (Norsk Forum for Autonome Skip, NFAS). Norsk maritim industri konkurrerer med flere nasjoner på dette feltet, og det vil kreves en nasjonal innsats i form av samarbeid mellom myndigheter, virkemiddelapparat, industri, universiteter og forskning for å lykkes.

Første fase vil bestå i å utvikle kunnskap gjennom forskning, utvikling og testing av teknologi, slik at sikkerhet og robusthet i teknologi og systemer kan demonstreres. I neste fase må det være fokus på å utvikle hele verdikjeden, inkludert et system for å støtte nye bedrifter som etablerer seg. Norge har gode muligheter for å kunne tilby de fleste teknologier, systemer og tjenester innen autonom shipping.

Norge er fremst i verden innenfor utvikling av autonom sjøtransport. Denne posisjonen er ikke minst demonstrert ved utvikling av Yara Birkeland og planlegging av autonom varetransport for ASKO i Oslofjorden.



Yara Birkeland er verdens første elektrisk drevne autonome skip. Det skal transportere gjødsel fra Herøya til utskiping i Larvik, og vil erstatte transport av 40 000 vogntog på vei i året. Utvikling og bygging er et samarbeid mellom mange norske aktører, blant annet Yara, Kongsberg Gruppen, Marin Teknikk, Brunvoll og Vard. Bilde er fra testing i SINTEFs havbasseng i 2017. Foto: Ole Martin Wold



FORTRINN OG BARRIERER

Norge er en maritim stormakt, med internasjonalt ledende miljøer innenfor skipsfart, leverandørindustri, forskning og utdanning. Norske selskaper og kunnskapsmiljøer har tatt en lederposisjon innenfor autonom skipsfart, og sjøfartsmyndighetene viser også en offensiv holdning. Dette har blant annet ført til at Trondheimsfjorden ble godkjent som verdens første testsite for autonom skipsfart.

Utviklingen forventes å gå mot flere, men mindre skip, og markedet vil vokse for leverandører av skipsutstyr og shipping-tjenester. I 2030 er vi fortsatt bare i oppstarten av autonom shipping, men det forventes en stor økning frem mot 2050, når teknologien og systemene rundt har nådd et modningsnivå som forsvarer investeringskostnadene.

Den største barrieren for å lykkes er at vi ikke evner å samarbeide på tvers i verdikjeden, og at vi ikke evner å sette autonom shipping på den nasjonale strategiske agendaen. Regelverk er den neste barrieren. I Norge kan vi tilpasse regelverket på hjemmemarkedet, men vi er også nødt til å være på den internasjonale arenaen (IMO).



KONTAKTINFORMASJON

Ørnulf J. Rødseth

Seniorforsker
SINTEF Ocean
ornulf.j.rodseth@sintef.no
+47 930 94 401

Beate Kvamstad-Lervold

Spesialrådgiver
SINTEF Ocean
beate.kvamstad-lervold@sintef.no
+47 922 22 240

Referanser og videre lesning

1. MUNIN: Maritime Unmanned navigation through Intelligence in Networks.
2. ASTAT: Autonomous Ship Transport at Trondheimsfjorden
3. SATS: Automatiserte transportsystemer. SINTEFs tverrfaglige satsing.
4. NFAS: Norsk Forum for Autonome Skip.
5. INAS: International Network for Autonomous Ships
6. OECD, The Ocean Economy in 2030, OECD Publishing, Paris. 2016



Bio-baserte drivstoff som grønne energibærere

Både tungtransport og luftfart forventes å øke i fremtiden. Bio-baserte drivstoff er seriøse alternativ til fossil diesel og flydrivstoff og kan produseres i Norge.



Foto lisensiert av Creative Commons



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Norsk treindustri er på utkikk etter nye markeder for å få verdier ut av dagens avfallsstrømmer. To norske initiativ for direkte flytendegjøring av trevirke er for tiden i detaljert ingeniørfase. Ulike scenarier undersøkes, og spenner fra lokal produksjon av brensel på gårder eller i sagbru, til produksjon av råoljer ved biomassekilden. Samarbeid med eksisterende raffinerier for å produsere avansert, kompatibelt drivstoff må være en del av strategien.

Oppgradering av bioolje må vurderes enten som frittstående produksjonsenheter eller integrert i raffinerier eller klynger. Dette inkluderer bruk av blant annet hydrogenbehandling for økning av energiinnholdet, og fjerning av urenheter og oksygen for å forbedre egenskapene i drivstoffene.

Produksjon av biodrivstoff er også en metode for å lagre hydrogen, og kan fungere som buffer for å stabilisere energisystemet.

Varmeintegrasjon og energiutvinning er viktig for økonomien i prosessene. Innovative løsninger for å verdsette lavtemperaturrenergi er påkrevd. Materialelegenskaper og optimalisering av katalysatorer, membraner og adsorbenter har også vist seg å være viktig. Spesielt separering av høyverdige forbindelser fra biooljer krever betydelig utviklingsarbeid.



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har betydelig tilgang til biologiske råstoffer som kan utnyttes til drivstoff, både fra skogen og havet.

Flytende brensel vil fortsatt være den viktigste formen for drivstoff frem mot 2050, særlig for tungtransport og luftfart. Raffinerier er pålagt å øke andelen bio-baserte drivstoff, og dette vil fungere som en markedsdriver.

Kommersielle teknikker for konvertering av trevirke må utvikles med tanke på masseproduksjon. Prosesser for forbehandling av råmaterialer må ned i kostnad. Ny teknologi med høy energieffektivitet er nødvendig for å realisere forretningspotensialet.



KONTAKTINFORMASJON

Rune Lødeng

Seniorforsker
SINTEF Industri
rune.lodeng@sintef.no
+47 982 43 476

Roman Tschentscher

Forsker
SINTEF Industri
Roman.Tschentscher@sintef.no
+47 930 03 428

Referanser og videre lesning

1. Meld. St. 33 (2016–2017), Nasjonal transportplan 2018–2029.
2. International Energy Agency (IEA), Renewables 2018, Market analysis and forecast from 2018 to 2023, Market Report Series, IEA, October 2018.



Nye forretningskonsept for varetransport i byer

Urbanisering fører til økt press på byene. Med befolkningsvekst øker transportbehovet, og gjennom byvekstavtalene reduseres mulighetene for å kjøre med privatbil. Med nullvekstmålet i byvekstavtalene frigjøres areal, noe som kan gi rom for å utvikle nye, miljøvennlige forretningskonsept for vare- og næringstransport.



Elektriske cargo bikes fra DB Schenker og elektriske varebiler tar over transport av småpakker i Bergen og Oslo. Foto: Alrik Velsvik / NRK



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Fremtidens varetransport i byer handler om hvordan varer og tjenester kan distribueres effektivt, sikkert og miljøvennlig. Dette er vesentlig for å skape attraktive og konkurransedyktige bysentrum. I Nasjonal transportplan er målet at tilnærmet all varedistribusjon i de største bysentra skal ha nullutslipp innen 2030. Her ligger det mange muligheter for innovasjon og verdiskaping, og noen selskaper er godt i gang: Norske Paxter var tidlig ute med små elektriske kjøretøy for distribusjon av post og pakker. Posten/Bring har en ambisjon om å få alle kjøretøy utslippsfrie innen 2025. Posten utvikler i samarbeid med Buddy Mobility en selvkjørende brev- og pakkerobot.

Omfanget av netthandel og abonnements tjenester øker, og fører til økt etterspørsel av direkteleveranser og hjemleveringstjenester til forbruker. Dette kan være pakker og matvarer, men også returforsendelser fra kunder. Økende netthandel krever innovative logistikk-løsninger som effektiviserer leveransene for forbruker, transportør og vareeier. Dette krever økt fokus på bylogistikk, behov for tilrettelegging av ulike løsninger hvor personlig mobilitet og varedistribusjon

sees i sammenheng, og at logistikk i større grad blir en integrert del av byplanleggingen.

Det er en stadig sterkere kobling mellom individets og husholdningens adferd, og løsninger for varedistribusjon. Nye løsninger vil kreve en større grad av samhandling og samarbeid på tvers av verdikjeder, med aktører som er villige til å dele informasjon og data.

Markedet for fremtidens varetransport er nasjonalt og internasjonalt. Det er forventet at store internasjonale aktører som Amazon vil etablere seg i det norske markedet for leveranser direkte til forbruker. Hvis norske aktører og norsk teknologi skal kunne konkurrere, må mulighetene gripes av et høyteknologisk og effektivt næringsliv som kan vokse seg stort. Innovative virksomheter må få en ledende posisjon i hjemmemarkedet, og bruke det som utgangspunkt for å gå internasjonalt. Dette understøttes ved å satse tungt på forskning og utvikling for å frembringe ny kunnskap, og ved å gjennomføre storskala piloter og demonstrasjonsprosjekter som dokumenterer effekter av nye løsninger.



FORTRINN OG BARRIERER

Sterkere flerfaglig samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og forskning gir muligheter til å utvikle nye forretningskonsept for varetransport. Nye løsninger med samspill mellom miljøer innenfor digitalisering, energi, smarte byer, transportfag og samfunnsfag kan utvikles, piloteres og prøves ut i norske byer. Dette kan gi grunnlag for å utvikle konkurransedyktige norske virksomheter.

Planlegging for næringstransport og logistikk er ofte mangelfull i byområder. Det skyldes blant annet mangel på kunnskap om varetransport i by, da ressursene i stor grad har vært brukt til å planlegge for personlig mobilitet. Økt fokus på tidlig involvering og medvirkning av aktører i offentlige planprosesser er sentralt for å kunne skape gode, bærekraftige løsninger. Det legges gjerne til rette for testing av enkelttiltak med allerede uttenkte løsninger. Gjennom samarbeid bør det utvikles helhetlige tiltakspakker som er tilpasset lokale forhold i hver by, fremfor tiltak som initieres av enkeltaktører.



KONTAKTINFORMASJON

Astrid Bjørgen

Seniorrådgiver
SINTEF Community
astrid.bjorgen@sintef.no
+47 911 12 603

Referanser og videre lesning

1. NORSULP, Norwegian Sustainable Logistic Plan, www.norsulp.no
2. Grønn bydistribusjon i Oslo, www.sintef.no/gbo
3. Bjørgen, A., Seter, H., Kristiansen, T., Pitera, K. The potential for coordinated logistics planning at the local level: A Norwegian in-depth study of public and private stakeholders. *Journal of Transport Geography*, 76 4. 2019.
4. Bjørgen, A., Fossheim, K., Macharis, C. Criteria for successful stakeholder participation in collaborative urban mobility planning. Paper presented at VREF Conference on Urban Freight, 17-19 October 2018, Gothenburg, Sweden. 2018.
5. Bjørgen, A., Bjerkan, K.Y., Hjelkrem O. A. E-groceries: Sustainable last mile distribution in city planning. NETAR Workshop on Policy and Environment (Cluster 2), 11-12 October 2018, Molde, Norway. *Research in Transportation Economics*. Under review.



5

Klima, miljø og sirkulære
produksjonssystemer



CO₂ som fremtidens kjemiske råstoff

Fornybare karbonkilder må på plass for å nå et karbonnøytralt samfunn innen 2050. Dette betyr at karbonet til kjemikalier og materialene samfunnet trenger, må komme fra det som allerede er i biosfæren. CO₂ kan betraktes ikke bare som forurensing, men som råstoff til verdifulle produkter.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Livet vårt er basert på karbon, og alle produkter vi bruker i dag – fra plastflaske til iPhone – er enten laget av karbon eller bruker karbon i prosessen. Nesten alt dette karbonet kommer i dag fra fossile kilder. For å skape et karbonnøytralt samfunn må karbonet komme fra andre kilder, nemlig CO₂, biomasse og karbon resirkulert fra det som allerede er i dagens produkter.

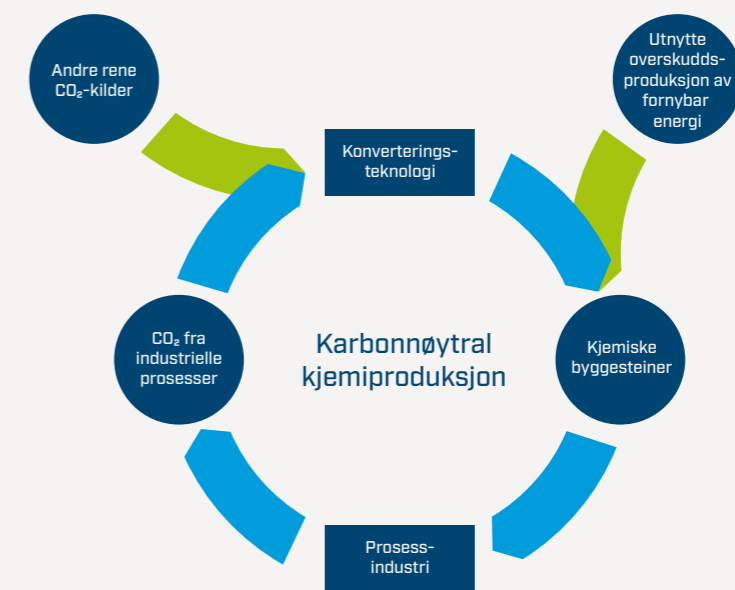
Bruk av fornybare karbonkilder for å lage kjemikalier og materialer er nødvendig dersom prosessindustrien skal realisere sitt bidrag til et karbonnøytralt samfunn innen 2050. Man trenger fornybar energi for å skape

verdier av CO₂ uten å produsere mer CO₂ enn man transformerer.

Videre utvikling av kjemiske prosesser skal gjøre det mulig å bruke andre CO₂-utslippskilder. Porteføljen av kjemikalier kan utvides til å inkludere vanlige prosessindustri-utslipp og mer verdifulle kjemikalier innen 2050. Slike prosesser kan også kobles opp mot biomasse-til-bioprodukt-prosesser, for å skape en fullstendig bærekraftig og sirkulær kjemisk industri basert på fornybare karbonkilder.

Referanser og videre lesning

1. Novel carbon capture and utilization technologies, Group of Scientific Advisors, EU Commission, doi:10.2777/01532.
2. Low carbon energy and feedstock for the European chemical industry, DECHEMA, ISBN: 978-3-89746-196-2.
3. Carus, M. 2018: Renewable Carbon is Key to a Sustainable and Future-Oriented Chemical Industry, Hürth 2018-08. Download at www.bio-based.eu/nova-papers
4. CarbonNext project (EU project no. 723678), Deliverable 1.1, Map of relevant CO₂/CO containing gases. <http://carbonnext.eu/>
5. CarbonNext project (EU project no. 723678), Deliverable 2.3, Selection of most relevant processes for further investigation. <http://carbonnext.eu/>



Illustrasjon av en verdikjede for en karbonnøytral produksjon av kjemikalier og materialer.



FORTRINN OG BARRIERER

Norge ligger langt fremme i miljøvennlig prosessindustri og har rikelig med karbonnøytral og fornybar vannkraft. I tillegg har Norge gode, rene CO₂-kilder fra prosessering av naturgass. Fra både økonomiske og miljømessige analyser er slike CO₂-kilder utpekt som de beste for å konvertere CO₂ til kjemikalier. Vi har dermed begge de ressursene som trengs for å utvikle karbonnøytral kjemiproduksjon av kjemiske byggesteiner (bulk chemicals) innen 2030.

Det må investeres i FoU for å lage mer robuste katalysatorer og prosesser. I noen tilfeller er teknologien moden

nok til at kommersielle prosesser kan begynne innen 2030, med incentiver til investering. I de fleste tilfeller, særlig til mer kompliserte og verdifulle kjemikalier og materialer, er teknologimodenheten lavere, og det er behov for større innsats og lengre tidshorisont.

Helt siden Birkeland og Eyde for et århundre siden har Norge utmerket seg med høy kompetanse knyttet til utvikling av katalysatorer og prosesser. Kompetansen gir nye muligheter for fremtiden.



KONTAKTINFORMASJON

Richard Heyn

Seniorforsker
SINTEF Industri
richard.h.heyne@sintef.no
+47 972 43 927



Utvikling av ikke-fossile reduksjonsmaterialer

Metall-malm krever et effektivt reduksjonsmateriale for å skille metall fra oksid. Karbon er et effektivt reduksjonsmateriale, og mange viktige metaller produseres ved bruk av karbon som reduktant. Men prosessene produserer også CO₂. Lavutslippsamfunnet krever at prosessene blir fri for fossilt karbon.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Verden vil i overskuelig fremtid ha behov for metaller, og behovet øker med økende velstand. Det finnes metalliske materialer i omtrent alt vi omgir oss med. Metaller er også viktige for fremtidens fornybare energi-produksjon, som lettmetaller og Silisium til el-biler og vindmøller. En del av behovet vil kunne dekkes gjennom resirkulering, men brorparten må komme fra primærproduksjon, dvs. ved reduksjon av malmoksider til metall. I dag representerer metallurgisk industri (produksjon av ferrolegeringer, silisium og aluminium) 5 % av norske klimagassutslipp.

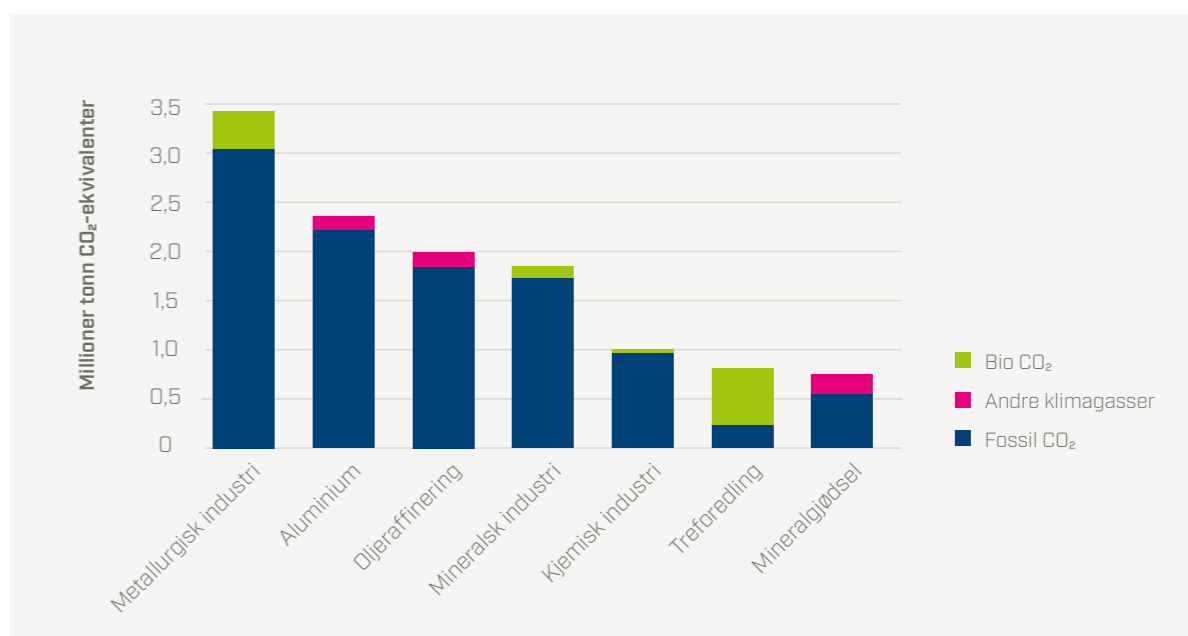
For å møte etterspørselen på en bærekraftig og karbon-nøytral måte, må fossilt karbon erstattes med ikke-fossile materialer. Produksjon, tilpassing og anvendelse av disse vil kunne representere en ny verdikjede i fremtiden. En del arbeid er i gang. Vurderinger av prosesser med bruk av gass (biometan og hydrogen) og biokarbon pågår. I kompetanseprosjektet GassFerroSil ble det utarbeidet et veikart for bruk av gass fra ulike kilder.

I Norge har Elkem gjennom flere år arbeidet med biokarbon for å erstatte kull med biomasse i silisium-

produksjonen, med mål om 40 % kutt av CO₂-utslipp innen 2030 og et endelig mål om karbonnøytral produksjon av silisium og ferrosilisium.

Insentiver og mål gitt i nasjonale strategidokumenter; veikart for norsk prosessindustri, Industrimeldingen og Prosess21, peker alle på behovet for nye reduksjonsmaterialer som et bidrag til å nå målet om økt verdiskaping med nullutslipp i 2050. Her legges det vekt på økt samhandling mellom industriaktører (også de ufødte), FoU-miljøer og virkemiddelapparatet.

FoU-arbeidet vil konsentrere seg om to hovedakser; produksjon av reduksjonsmaterialer og spesifisering av egenskaper tilpasset metallprosessene (de ulike oksider som skal reduseres). Et tett samarbeid mellom hovedaksene er en forutsetning. Første fase vil bestå av forskning og utvikling av nye materialer og testing av effektivitet i ulike reduksjonsprosesser. Innenfor noen områder, f.eks. bruk av biokarbon, er det allerede gjort mye arbeid, men for bruk av hydrogen er det mye fundamentalt arbeid som gjenstår.



Utslipp fra metallurgisk og annen prosessindustri i Norge. Kilde: Miljødirektoratet 2019.



FORTRINN OG BARRIERER

Det norske miljøet innenfor metallproduksjon er verdensledende både på energieffektivitet og lavutslipp. FoU-miljøene innen metallurgi og relaterte fagområder er også anerkjent og i forskningsfronten på en rekke områder. Forutsetningene for at dette kan gjennomføres og bli en viktig aktivitet og næring i Norge, er derfor gode.

Den største barrieren for å lykkes er at en ikke beveger seg raskt nok, slik at andre får et forsprang på teknologiutvikling. Ambisjonen må være å etablere en ny, effektiv og innovativ industri som skal bli verdensledende. En umiddelbar satsing på forskning, utvikling og demonstrasjon er et første steg. Dette kan raskt gjøres gjennom eksisterende programmer i Forskningsrådet. Her har industrien en felles interesse, fordi deler av utviklingen defineres som pre-kompetitiv.



KONTAKTINFORMASJON

Nina Dahl

Forskningsjef
SINTEF Industri
nina.dahl@sintef.no
+47 415 47 918

Eli Ringdalen

Seniorforsker
SINTEF Industri
eli.ringdalen@sintef.no
+47 977 30 267

Referanser og videre lesning

1. Miljøstatus, Klimagassutslipp fra industrien, miljøstatus.miljodirektoratet.no
2. Norsk Industri, Veikart for prosessindustrien, Økt verdiskaping med nullutslipp i 2050; mai 2016.
3. Dalaker, H., Ringdalen, E., Kolbeinsen, L. og Mårdalen, J., Veikart for gass i metallindustrien – Økt verdiskaping og reduserte utslipp; SINTEF/NTNU, Oktober 2017.
4. Prosess 21 (www.prosess21.no)
5. Elkem, Veien til klimanøytral metallproduksjon, 2019.



Gjenvinning av fosfor i sirkulærøkonomien

Fosfor står på EUs liste over kritiske materialer. Det er en begrenset mineralressurs som i hovedsak importeres fra land utenfor EU. Mer enn 80 % av råfosfat brukes til produksjon av gjødsel, og er viktig for matproduksjonen. Fosfor på avveie er forurensing og fører blant annet til uønsket algevekst.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

For å oppfylle FN's bærekraftsmål må vi gjenvinne og gjenbruke fosfor i matproduksjon. Norge har et overskudd av fosfor, regionalt og nasjonalt. På Vestlandet, spesielt Rogaland, er det overskudd på grunn av høy husdyrtetthet og begrenset areal å spre husdyrgjødsel på. I tillegg er det enkelte steder så mye fosfor i jorda at det kan bli strengere krav til spredning av husdyrgjødsel.

Fra fiskeoppdrett er det et betydelig utslipp av fosfor til sjø i form av uspist fôr og avføring. Myndighetene presser på for å utvikle oppdrettsteknologi med reduserte utslipp. En femdobling av akvakultur frem mot 2050 (Regjeringens havstrategi, 02/2017) betyr at det kan være opptil 40 000 tonn fosfor i slam og fôrspill. Til sammenligning bruker Yaras fabrikker på Herøya omtrent 110 000 tonn fosfor i året.

Mengden av fosfor fra fiskeoppdrett til hav og husdyrgjødsel på land er begge rundt 8 000–9 000 tonn per år. Dette tilsvarer volumet som selges som mineralgjødsel i Norge. I tillegg kommer fosforholdige avfallstrømmer. Ifølge Miljødirektoratet må man enten gjenvinne fosfor for å lage gjødselprodukter som erstatter importert råfosfat, eller eksportere gjenvunnet fosfor.

Den største utfordringen er gapet i kvalitet mellom dagens fosforprodukter fra avfall og høykvalitets gjødsel som etterspørres i landbruket. Høykvalitets produkter må samtidig være økonomisk konkurransedyktige i forhold til innkjøp av råfosfat fra gruver.

Markedsprisen for fosfor (basert på «Rock phosphate») er rundt 1 300 EUR/tonn. 40 000 tonn fosfor i avfallsstrømmer tilsvarer en årlig verdi på rundt 540 millioner kroner, dersom man regner samme verdi som for «rock phosphate». I tillegg vil ny teknologi kunne selges i det internasjonale marked.

Norske forskningsmiljøer har kompetanse på å utvikle mer effektive prosesser for gjenvinning av fosfor. Siden fosfor finnes i ulike former spredt utover hele landet, vil løsninger måtte utvikles basert på miljøhensyn, bedriftsøkonomi, samfunnspektiv og livsløpsanalyser.

Foto: Noah Buscher/Unsplash



FORTRINN OG BARRIERER

Sirkulærøkonomien kommer, og gir nye muligheter. Norge har spesiell interesse av å utvikle sirkulærøkonomi knyttet til fosfor, blant annet fordi det kan bidra til å utvikle oppdrettsnæring med lavere utslipp og mer bærekraftig fôrtilgang.

Markedspotensialet for gjenvinning og gjenbruk av fosfor vil være styrt av rammebetingelser. Avfallseiere kan bli pålagt å betale mer for å avhende fosforholdig avfall. Det kan også tenkes at produsenter og importører av gjødselprodukter pålegges å kjøpe gjenvunnet fosfor.

Den viktigste barrieren er det kombinerte teknologi- og kostnadsgapet mellom gjenvinning av fosfor og innkjøp av råfosfat. Gjenvunnet fosfor må ha en renhet og kvalitet som gjør at den kan brukes til matproduksjon i landbruket.

I stedet for å ha en lineær strøm av fosfor fra gruver til brukt fosfor til forurensing, må vi utvikle sirkulærøkonomi. Utviklingen vil kreve industrielle aktører med vilje og kapital. Men private og offentlige aktører har felles mål, og kan finansiere forskning og innovasjon sammen.



KONTAKTINFORMASJON

Jon Hovland

Sjef forsker
SINTEF Industri
jon.hovland@sintef.no
+47 957 74 159

Herman Helness

Seniorforsker
SINTEF Community
herman.helness@sintef.no
+ 47 930 16 855

Aleksander Handå

Forskningsleder
SINTEF Ocean
aleksander.handa@sintef.no
+47 915 77 232

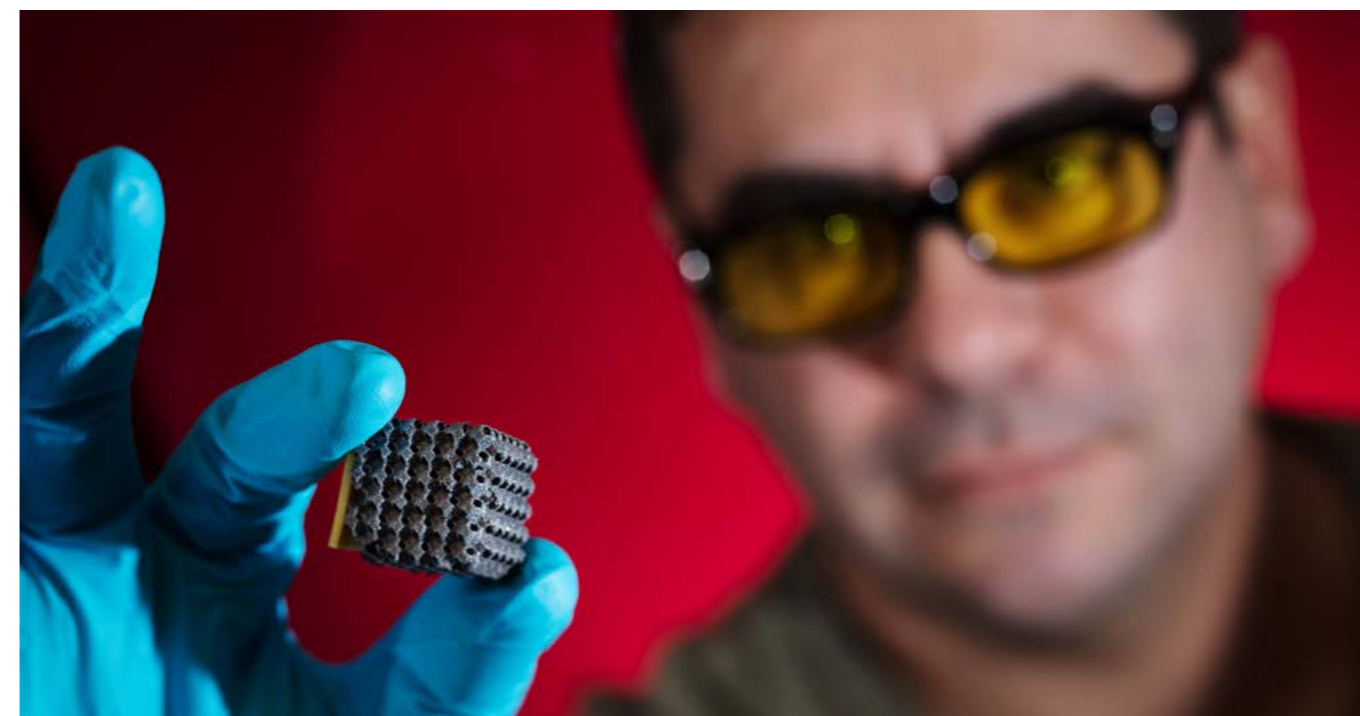
Referanser og videre lesning

1. Miljødirektoratet Rapport M-846/2017 «Bedre utnyttelse av fosfor»
2. RECOVER. Prosesser for ressursgjenvinning fra avløpsvann (www.ntnu.no/recover).



Prosessintensivering ved 3D-printing

3D-printing er i ferd med å endre måten vi produserer varer på. Bruk av 3D-printing i kjemisk prosessindustri er relativt nytt, men teknologien har utviklet seg mye de siste årene og har blitt både raskere, billigere og mer fleksibel. I tillegg forbruker prosessen mindre energi og fører til mindre avfall.



3D-printing av skreddersydde komponenter kan gi nye muligheter innenfor kjemisk industri. Illustrasjonsfoto: Werner Juvik/SINTEF.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Produksjon av skreddersydde kjemiske reaktorer og indre strukturer ved hjelp av 3D-printing er en nyvinning, men utviklingen går raskt og oppmerksomheten om det utløste potensialet øker.^{1,2,3} 3D-printing muliggjør en ny type metodologi for optimalisering av reaktorer og strukturer, som igjen resulterer i prosessintensivering, både i form av mer kompakte systemer og økt energi- og ressurseffektivitet.

Tatt i betraktning at 90 % av produktene fremstilt i kjemisk industri er basert på en reaksjon, har 3D-printing et stort markedspotensial. De skreddersydde komponentene er designet slik at de har en bedre energiutnyttelse, enten i form av mindre energiinput eller redusert behov for videreprosessering, for eksempel separasjon, på grunn av forbedrede reaksjonsbetingelser. Denne produksjonsstrategien er ennå ikke iverksatt i industrien, det eneste kommersielle eksemplet er den 3D-printede reaktoren fra Nederlandske Chemtrix.

Et annet interessant eksempel er EU-prosjektet Print-Cr3dit,⁴ der SINTEF i samarbeid med andre europeiske partnere designet og 3D-printet en katalytisk varmeveksler som har potensial til å intensivere et viktig steg i gjødselproduksjonen ved å gjøre det mer energieffektivt og mindre plasskrevende. Varmeveksleren er installert og testet i Yaras pilotfabrikk på Herøya.

Produksjon av 3D-printede reaktorer og indre strukturer for kjemisk industri krever en tverrfaglig tilnærming. Det er behov for matematisk modellering og optimalisering, ingeniørvitenskap, material-kompetanse og ikke minst 3D-printing-kompetanse. Dette er også et område med potensiell interesse for andre sluttbrukere enn kjemisk industri, som for eksempel farmasøytisk industri.



FORTRINN OG BARRIERER

Norsk industri og våre teknologimiljøer har konkurranse-dyktig kompetanse som kan bidra til utvikling av 3D-printing i kjemisk prosessindustri.

Reaktorene som er produsert, er utsatt for normer som ikke er spesifikke for denne produksjonsmetoden, og som kan påvirke designet. Dette er i dag en barriere for utvikling av 3D-printing i reaktorteknologi.

En annen viktig barriere kan være kostnaden. Ved store produksjonsvolum er konvensjonelle produksjonsteknikker ofte mer kostnadseffektive. I tillegg kan tilgang på riktig type materiale være en utfordring, da dette feltet fortsatt er under utvikling og råmaterialene ikke er tilpasset produksjonsmetoden.



KONTAKTINFORMASJON

Carlos A. Grande

Seniorforsker

SINTEF Industri

carlos.grande@sintef.no

+47 932 07 532

Referanser og videre lesning

1. Grande, C. A. Method for manufacturing a porous foam support, and porous foam supports for catalytic reactors, adsorption processes and energy storage". Norwegian Patent: 341465, 2016.
2. Bastos-Rebelo, N. F. et al. Pressure drop and heat transfer properties of cubic iso-reticular foams. Chem. Eng. Process. Proc. Intensif. 127, 2018.
3. Symes, M.D. et al. Integrated 3D-printed reactionware for chemical synthesis and analysis. Nature Chem., 2012.
4. Process Intensification through Adaptable Catalytic Reactors made by 3D Printing (Printcr3dit), European Project Nr. 680414, Horizon 2020.



Norske råvarer for det grønne skiftet

Ved elektrifisering av transport og industri vil behovet for kritiske metaller øke. Produksjon av grønn energi vil kreve mer eksklusive råvarer enn utnyttelse av fossile kilder. Målet er å gjøre Norge og Europa mindre avhengig av importerte råvarer gjennom primærproduksjon og økt gjenvinning/resirkulering.

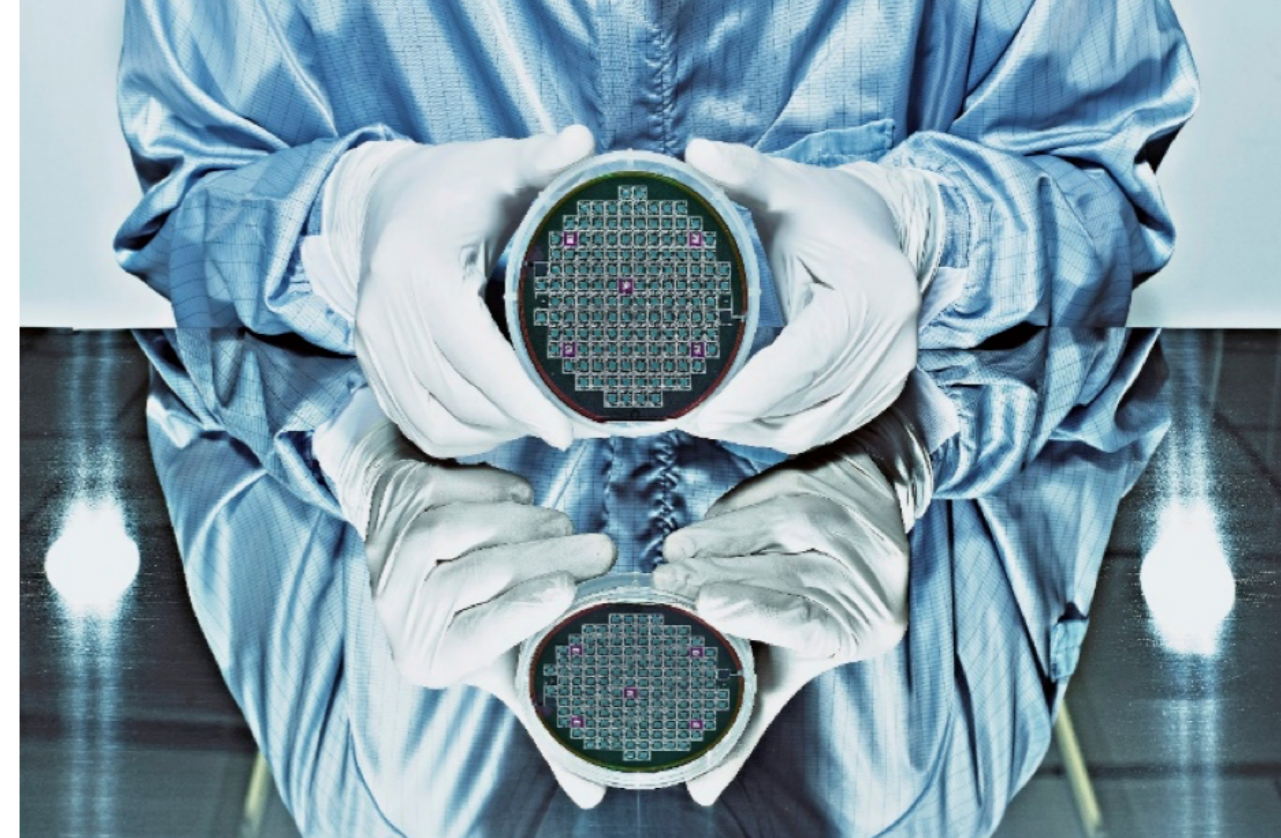


Foto: SINTEF/Geir Mogen



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Prisutviklingen på mineraler og metaller og utviklingen av ny produksjons- og leteteknologi fører til at gamle ressursområder får ny verdi, og at nye ressurstyper kan utforskes. En god forvaltning av mineralressursene krever et langsiktig perspektiv der både tradisjonelle og potensielt nye råstofftyper ivaretas. Teknologiske gjennombrudd, prisendringer og nye miljøstandarder kan utløse betydelige endringer i etterspørsel og pris.

Den teknologiske og industrielle utviklingen har medført at nye metall- og mineraltyper som kobolt, litium, nikkel, kobber, aluminium, mangan og sjeldne jordartsmetaller (REE) blir stadig viktigere. EUs råvareinitiativ påpeker svakheter og utfordringer i det globale markedet, og skisserer strategier for å møte utfordringene. Norge er Europas største produsent av aluminium, ferrolegeringer, kunstgjødsel, manganlegeringer, nikkelmetall og silisiummetall, basert på import av mineralråstoff.

I tillegg er vi en viktig eksportør av titanmineraler, jernmalm, kull, kalk, kvarts, nefelinsyenitt og olivin.

Europakommisjonen har utarbeidet en oversikt over mineraler der produksjonen er dominert av noen få land, ofte i ustabile deler av verden. Målet er at industrien i EU-landene skal ha god tilgang til mineraler fra sikre kilder. For noen av metallene og mineralene foregår det allerede produksjon i Norge. I hvilken grad det er grunnlag for fremtidig kommersiell utnyttelse av andre metaller og industrimineraler, må kartlegges nærmere.

Et mål bør være å utnytte og øke norsk metallproduksjon basert på fornybar energi fra en årlig eksportverdi på ca. 75 milliarder NOK (2018) til over 100 milliarder NOK. Videre vil etablering av ny industri basert på utvinning av norske ressurser og økt gjenvinning/resirkulering kunne bidra til næringsutvikling flere steder i landet.



FORTRINN OG BARRIERER

NGU har beregnet at norske kjente og undersøkte metallressurser har en verdi på rundt 1 400 mrd. kroner. I tillegg kommer industrimineraler, pukk, grus, kull og naturstein, som er beregnet til anslagsvis 1 100 mrd. kroner. Geologiske og driftstekniske forhold og andre kostnader knyttet til utvinning vil styre hvor stor andel av «in situ» verdien som kan realiseres. Markedspriser og produksjonskostnader vil avgjøre om slike ressurser kan gi grunnlag for bedriftsøkonomisk lønnsom mineralvirksomhet.

Den største barrieren vil være å få aksept for åpning av ny gruvedrift i Norge, ref. motstand mot gruver og deponier. Det vil også kunne bli internasjonal konkurranse rundt gjenvinning/resirkulering. Lave kostnader for deponering kan være et hinder for økt gjenvinning/resirkulering og bør adresseres som del av næringsrammebetingelser. Finansiering av investering i kommersielle fullskala anlegg må også løses.



KONTAKTINFORMASJON

Ole Wærnes

Senior forretningsutvikler,
SINTEF Industri
ole.warnes@sintef.no
+47 930 59 483

Referanser og videre lesning

1. Norsk Industri, Veikart for prosessindustrien, Økt verdiskaping med nullutslipp i 2050; mai 2016.
2. Meld. St. 27 (2016–2017): Industrien – grønnere, smartere og mer nyskapende.
3. Prosess 21 (www.prosess21.no)
4. Nærings- og handelsdepartementet, Strategi for mineralnæringen, 2013.



Avfallsfri gruveindustri – gull av gråstein

Det er mulig å lage gull av grå stein. I det minste foreligger gode muligheter for nye verdikjeder og nye anvendelser basert på overskuddsmasser fra norsk bergverksindustri; fra dagbrudd og gruver, fra malm- og industrimineralvirksomhet, fra natursteinindustrien og fra pukkverk.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

I 2017 genererte norsk bergverksindustri mer enn 20 millioner tonn overskuddsmasse, ifølge Direktoratet for mineralforvaltning. I stor grad var dette masse som ble deponert uten å komme til anvendelse for kommersielle formål. Norske infrastrukturprosjekter, inkludert tunneler, genererer i tillegg rundt 7 mill. tonn overskuddsmasse hvert år. Samlet snakker vi om rundt 50 mill. tonn mineralisk restmasse årlig. Potensialet for bedre utnyttelse og gjenbruk er stort.

I Bergindustrien er det metallgruvene som produserer mest overskuddsmasse – rundt 88 %, fulgt av industrimineralproduksjon, naturstein (gjerne over 80 % restmasse), pukk og grus. Massene deponeres i tilknytning til bergverksvirksomhet på land eller som sjødeponier.

Forvaltning av store mengder overskuddsmasse representerer en potensiell miljøutfordring, og deponering av restmasse kan forårsake utfordringer som industrien må adressere, f.eks. negativt miljøfokus, avrenningsproblemer, grunnvannsforurensning og estetisk områ-

deforring. Utfordringen av økt bruk av mineralavfall er beskrevet i Veikart for Mineralnæringen, utgitt av Norsk Bergindustri.

Økt utnyttelse av overskuddsmasse gjennom etablering av lønnsomme og aksepterte produkter og bruksområder er mulig gjennom en mer helhetlig tilnærming som fokuserer på nye løsninger og samarbeidskonstellasjoner mellom industrisegmenter og forretningsområder. Det forventes store muligheter for forretningsutvikling innen:

- Mineral- og prosessavfall i sementbaserte materialer.
- Overskuddsmasser for utnyttelse i jordbruket som plantenæring og jordforbedring.
- Overskuddsmasser for produksjon av keramiske produkter og glass.
- Spesielle miljøformål innen fiskeindustri, vannrensing etc.
- Ny bruk av mineralske finstoff innen olje- og gassindustrien og anleggsbransjen.
- Volummaterialer for utvikling av nytt land, havneområder, etc.



Foto: Jonny Caspari/Unsplash



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har betydelige mineralressurser. En mest mulig bærekraftig utvinning er nødvendig for å få tillatelser og aksept for å utnytte ressursene.

Mineralressurser er avgjørende for såvel hverdagsliv som industri. Økt behov for mineraler, styrt av velstandsøkning og urbanisering, fører til økte mineral- og metallpriser, mens areal- og miljørestriksjoner skaper usikkerhet rundt tilgang og markedsreguleringer. EU peker gjennom sitt Raw Materials Initiative på nødvendigheten av å øke kunnskap om og utnyttelse av mineralressurser på den ene siden, og økt gjenbruk og resirkulering på den andre.

Europa forbruker 20 % av verdens mineralproduksjon, men står for bare 3 % av forsyningen. Europa er derfor kritisk avhengig av import. For å bli mer selvforsynt må produksjonstakten opp og utnyttelsesgraden økes for alle bergmaterialer. En fullverdig og velfungerende verdikjede, fra utvinning til produksjon, bruk og gjenbruk i en sirkulær økonomi, kan bli en realitet.



KONTAKTINFORMASJON

Per Helge Høgaas

Forretningsutvikler
SINTEF Industri
Per.Helge.Hogaas@sintef.no
+47 951 38 540

Lisbeth Alnæs

Forskningsleder
SINTEF Community
Lisbeth.alnas@sintef.no
+ 47 930 58 535

Per A. Eidem

Seniorforsker
SINTEF Helgeland
Per.a.eidem@sintef.no
+47 901 56 691

Referanser og videre lesning

1. Avfallshåndteringsplan for mineralavfall, Miljødirektoratet, 2015.
2. Harde fakta om mineralnæringen – mineralstatistikk 2017; Direktoratet for mineralforvaltning.
3. Norsk bergforening, Mineralproduksjon, 2013.
4. Skei, J.M., The dilemma of waste management in the mining industry – criteria for sea disposal, Mineralproduksjon 3, 2013.
5. The raw materials initiative – meeting our critical needs for growth and jobs in Europe, European Commission, COM (2008) 699.
6. Veikart for mineralnæringen, Norsk Bergindustri, Norsk Industri.



Klimapositive løsninger og verdikjeder

Beregningene fra FNs klimapanel viser at utslippskutt ikke er tilstrekkelig for å begrense temperaturstigningen. Det er nødvendig å aktivt fjerne CO₂ fra atmosfæren. Dersom dette behovet blir fulgt opp gjennom politisk handling, har Norge gode forutsetninger for å utvikle konkurransedyktige løsninger og skape ny næring. Dette gjelder både løsninger for å ta hånd om karbon bundet i biologiske ressurser og løsninger for å transportere og lagre CO₂ som er innfanget fra under norsk kontinentalsokkel. Vi kaller slike tiltak som netto fjerner CO₂ fra atmosfæren, for «klimapositive tiltak».



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

De mest sannsynlige scenarioene i Klimapanelets analyser krever at man fjerner rundt 20 milliarder tonn CO₂ fra atmosfæren fra år 2050. Det er en gigantisk utfordring, men samtidig en stor, langsiktig mulighet for teknologi- og næringsutvikling. Forutsatt politisk handlekraft vil det globale markedet for klimapositive løsninger være meget stort. 20 milliarder tonn CO₂ netto fjernet, til en antatt kostnad på 500 kr/tonn, vil være en virksomhet på 10 000 milliarder kroner/år!

Norge er en havnasjon, og det ligger uutnyttede muligheter i å øke lagringen av CO₂ ved å utnytte marin biomasse til å netto fjerne CO₂ fra kretsløpet.

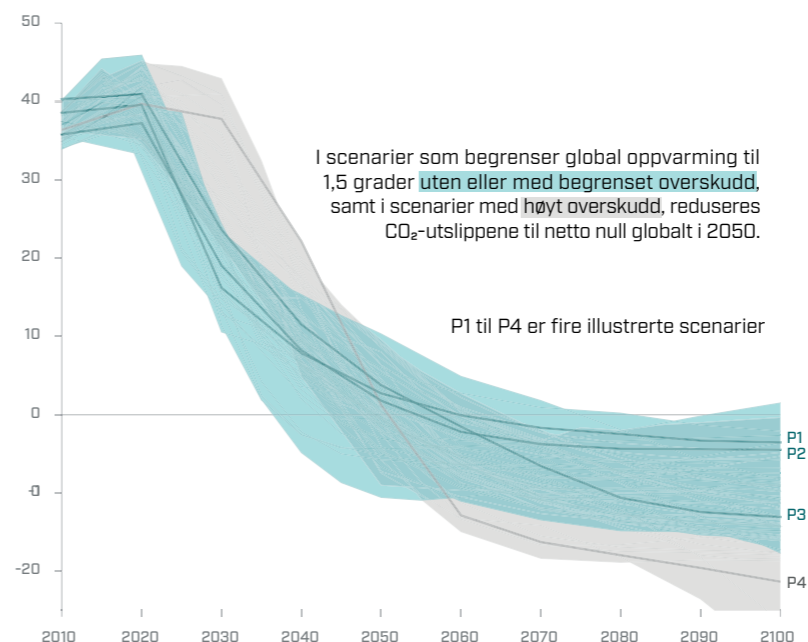
Dagens klimapositive teknologier bruker biomasse i kraftprosesser eller industri med fangst og lagring av CO₂ (CCS). Foreløpige anslag viser imidlertid at man for å redusere 10 milliarder tonn utslipp pr. år må utnytte biomasse fra et areal sammenlignbart med den skogdekte delen av Russland (ca 800 Mha), noe som ikke er realistisk.

Den mest brukte metoden er skogplanting, som krever store arealer. Man må sikre seg at det lagrede karbonet ikke blir omdannet til CO₂ gjennom bruk som medfører at bundet CO₂ frigjøres. I så fall vil det bare bli klimanøytralt, ikke klimapositivt.

En annen metode er å fange CO₂ direkte fra luften. Dette er i dag meget kostbart fordi konsentrasjonen er svært lav (0,04 %). Men også dette er et område i stor, internasjonal utvikling og kan bli nødvendig i en situasjon hvor vi ikke klarer å redusere utslippene raskt nok.

Leverandørindustrien for transport og lagring av CO₂, både fra industrielle utslipp og fra kjemisk fangst fra luften, vil kunne representere 25 % av det samlede markedet for klimapositive tiltak. Dette er et område hvor Norge har verdensledende kompetanse, infrastruktur og geologiske ressurser for å ta imot innfanget CO₂, og dermed store muligheter.

Milliarder tonn CO₂/år



Netto totale CO₂-utslipp globalt. Referansebaner som gir 1,5 grader oppvarming i år 2100. Kilde: IPCC SR15, 2018



FORTRINN OG BARRIERER

Selv om kvoteprisen for CO₂ gjennom 2018 og -19 har økt betydelig, er det fortsatt for liten betalingsvilje for rene klimatiltak som kun skal redusere utslipp av klimagasser.

Løsningene trenger et rammeverk av politiske føringer, lover og regler. Markedskreftene løser ikke klimakrisen alene. Tiltak i denne størrelsesorden må også ha tilstrekkelig sosial aksept, eksempelvis for storskala lagring av CO₂ eller bruk av havet til nye formål. Norge kan ha en betydelig rolle ved å utvikle et felles europeisk lager for CO₂ under havbunnen i Nordsjøen. Dette betinger et europeisk samarbeid om retur av CO₂.



KONTAKTINFORMASJON

Nils Røkke

Direktør bærekraft, SINTEF
nils.a.rokke@sintef.no
+47 951 56 181

Referanser og videre lesning

1. Begrepet klimapositive løsninger appellerer sterkere til aksjon og en positiv handling enn karbonnegative løsninger.
2. IPCC. Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Masson-Delmotte, V. et al. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. 2018.
3. Dersom man endrer skalaen fra milliarder tonn til millioner tonn i figuren så samsvarer omtrent kurven Norges utslipp i datum punktet 2018 (52,7 Mtonn/år)



6

Infrastruktur og
samfunnssikkerhet



Digital transformasjon av vannforsyningen

Vannbransjen gjennomgår en overgang fra analoge til digitale løsninger for prosesser og systemer. Dette gir muligheter for å forbedre eksisterende teknologi og arbeidsmetoder («digital opprettholdelse») og utvikle nye løsninger for kontroll av vannkvalitet og forsyningssikkerhet.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Digitale løsninger og IKT-drevne teknologier er høyaktuelle for vannbransjen for å optimalisere drift, redusere vanntap, bedre ressurshåndtering, ivareta kunderelasjoner og bedre sikkerheten i vannforsyningen.

Hygienisk sikkerhet ved drikkevannsforsyning er et meget aktuelt tema. I over 100 år har overvåking av mikrobiell vannkvalitet vært basert på manuelle laboratorieanalyser. Ny teknologi åpner for automatiserte sanntidsanalyser med stor presisjon og hurtige resultater, som kan benyttes til vurdering av den kontinuerlige helsemessige sikkerheten.

For å nyttiggjøre seg mulighetene ved den digitale transformasjonen, må vannbransjen identifisere områder med felles behov, utfordringer og prioriteringer. Først og fremst har bransjen en utfordring med en aldrende fysisk VA-infrastruktur. Robotics og Big data-analyser kan bidra til å kvantifisere tilstanden til ledningsnett (vann og avløp), og sensorer med innebygd kunstig intelligens og «smarte» målere kan gå inn i avløpsledninger og rapportere i sanntid om tilstanden ved hjelp av videoinspeksjon og bruk av maskinlæring. Kunstig intelligens og maskinlæring kan også brukes til sanntidsvarsling av

feil på ledningsnett, blant annet gjennom analyse av trykkavvik som en indikator for mulig lekkasje.

I tillegg har bransjen et kontinuerlig behov for å oppgradere prosesser for vannbehandling, et behov som øker med klimaendringer og økt forurensningsbelastning på råvannskildene. Også her kan kunstig intelligens og maskinlæring benyttes, blant annet gjennom analyser av klimadata og effekten av klimaendringer på VA-ressurser.

Ifølge Global Water Intelligence omsatte det globale markedet for digitale løsninger for overvåking og kontroll i vannsektoren for 21,3 milliarder dollar i 2013. Dette vil øke til 30,1 milliarder dollar i 2021. Utgifter til avanserte datahåndterings- og analyseløsninger forventes å vokse enda raskere, med opp mot 12 % årlig vekst; samme vekstrate som markedet for industriell cybersikkerhet.

Det forventes en eksplosiv vekst i «connected infrastructure» i vannverkselskapene i Europa de kommende år, og det forventes at en stor del av investeringene i cyber-sikkerhet vil skje i dette markedet. Ytterligere estimater kan bli funnet på www.globenewswire.com.



Foto: SINTEF/Geir Mogen



FORTRINN OG BARRIERER

Ved å koble tverrfaglig kompetanse innenfor vann og avløp og digitalisering i sterkere grad, er det mulig å utvikle nye forretningsløsninger som kan brukes i Norge og internasjonalt.

Gjennom FoU-prosjekter er det utviklet nye digitale overvåkingsløsninger for vann- og avløpsnett, blant annet i Oslo kommune, som kan danne grunnlag for eksport av teknologi og løsninger til andre land.

Utvikling og nyttiggjøring av digital teknologi i vannbransjen er i startgropa i det norske markedet, med utfordringer på ulike plan – sosiokulturelt, organisatorisk og teknisk. For å møte disse utfordringene må Norge utarbeide et solid rammeverk som fremmer hastigheten og omstillingsevnen i vannbransjen, med en klar og tydelig visjon, strategi og veikart.



KONTAKTINFORMASJON

Rita Ugarelli

Sjeforsker

SINTEF Community

rita.ugarelli@sintef.no

+47 454 29 787

Referanser og videre lesning

1. Global Water Intelligence, Water's digital future: The Outlook for Monitoring, Control and Data Management Systems, ISBN: 978-1-907467-50-9, September 2016.



Blågrønne byer, overvann som ressurs

Med klimaendringer blir overvann en større utfordring, men også en potensiell ressurs. Blågrønne løsninger utvikles hvor overvannet behandles som en ressurs, og innenfor en integrert vannsyklus. Overvann kan renses dersom det er forurenset, og anvendes både til rekreasjon og biologisk mangfold.



Vann kombinert med grønne løsninger og rekreasjon kan være et element i helhetlig behandling av overvann. Foto: Tore Kvande, NTNU



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Hvis det ikke gjøres noe i forhold til en mer bærekraftig håndtering av overvann i urbane strøk, er skadepotensialet i Norge estimert til mellom 40 og 100 milliarder NOK de neste 40 årene¹. Dette kan i stor grad unngås, eller i hvert fall begrenses dersom de riktige tiltakene iverksettes. Mange av løsningene finnes eller er under utvikling, men det vil kreve en større grad av strategisk planlegging enn det vi ser i dag.

Overvann som problem i byer må adresseres på et overordnet nivå, hvor VA-ingeniører, byplanleggere, landskapsarkitekter, vegingeniører og utbyggere evaluerer løsninger og samordner planer. Målet er å implementere gode helhetlige og tverrfaglige løsninger. Samtidig må problemet adresseres på det taktiske nivået, hvor man ser på hvilke løsninger og kombinasjoner av løsninger som er best egnet på hvert enkelt sted.

Løsninger må baseres på den såkalte treleddsstrategien for overvann, hvor hensikten er å håndtere regnet

der det faller, det vil si lokalt. Strategien sier at første avrenning skal håndteres med infiltrasjon, overskytende avrenning skal fordrøyes, og vann som man ikke klarer å håndtere lokalt, skal ledes sikkert bort ved hjelp av flomveger. Løsningene er basert på eller etterligner naturlige systemer som grøfter, dammer og bedd.

For å kunne se på overvann som en ressurs må man vurdere hele vannsyklusen. Regnvann kan samles i tanker for å benyttes til vanning av hager eller vasking av biler. Man kan også fremheve en positiv sosial verdi ved å bruke overvannet til å øke rekreasjonsverdien av et område. Her kan vannet kombineres med grønne løsninger for å fremheve blå-grønne konsepter i bybildet. Redusert påkjenning på drikkevannskildene og redusert ressursbruk til rensing og transport av rent drikkevann vil komme i tillegg.



FORTRINN OG BARRIERER

Norge er et land med mye og varierende vær, og vi har god erfaring med å håndtere det. Vannsensitive byer vil være mer robuste dersom de kan håndtere fremtidige utfordringer i forhold til fortetning, befolkningsøkning og klimaendring. Samtidig vil lokale løsninger også kunne gi nye muligheter innenfor bybildet, som f.eks. urbant jordbruk og økt biologisk mangfold.

Samtidig kan det være skepsis til nye løsninger som ikke er testet. Institusjoner kan være lite risikovillige, og man kan bli hengende i gamle systemer og byplaner. Et paradigmeskifte vil koste. Det ligger en risiko i at noen følger gammel tenkning mens andre tenker nytt. En omlegging vil kreve omfattende samhandling og planlegging, også fra innbyggerne.



KONTAKTINFORMASJON

Edvard Sivertsen

Seniorforsker
SINTEF Community
edvard.sivertsen@sintef.no
+47 486 05 179

Stian Bruaset

Forsker
SINTEF Community
stian.bruaset@sintef.no
+47 455 14 902

Referanser og videre lesning

1. Norges offentlige utredninger, NOU 2015:16, Overvann i byer og tettsteder – Som problem og ressurs, ISBN 978-82-583-1257-7, 2015.
2. Fly through a water sensitive city – CRC for water Sensitive Cities, An Australian Government Initiative, October 2012, (www.youtube.com/watch?v=ICOHRCZOM6Y)



Ombruk av byggematerialer

Ombruk av materialer i bygg som skal rives, kan gi store miljøgevinster. For å utnytte potensialet kreves endringer i både arbeidsform og holdninger langs hele verdikjeden, fra myndigheter til prosjekterende, produsenter, byggeiere og entreprenører.



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Drivkraften for ombruk av byggematerialer er reduksjonen av klimagassutslipp. Dette gjelder materialproduksjon, transport og avfallsbehandling. Rapporten fra NHP-nettverket (Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall) angir en mulig reduksjon i klimagassutslipp fra bygg og anlegg i Norge på 900 000 tonn CO₂. Innsparingen gjelder stort sett redusert produksjon av materialer.

Ifølge SSB ble det i 2017 generert 1,9 millioner tonn avfall fra byggeaktivitet, derav 760 000 tonn fra riving. Den største fraksjonen kommer fra betong, tegl og andre tunge byggematerialer. Mye av dette sendes til deponering.

Markedsmulighetene ligger i overgangen fra en lineær verdikjede til en sirkulær. Her er det rom for flere forretningsmodeller, for eksempel knyttet til markedsplasser

for omsetning av byggevarer, kartlegging av potensial for ombruk og bedre dokumentasjon av materialenes kvaliteter. Volumet av materialer og deres krav til dokumentasjon varierer, dermed varierer også potensialet for utvikling av nye markedsmuligheter.

Betong har ut fra tilgjengelige mengder og CO₂-utslipp i produksjonen det største potensialet for ombruk. Samtidig er ombruk av betong svært krevende, fordi den brukes til bærekonstruksjoner hvor kravet til dokumentasjon av tekniske egenskaper er høyt, og demontering, transport og lagring er utfordrende. Det ligger et markedspotensial i å utvikle gode metoder for dokumentasjon, testing og demontering av betongkonstruksjoner, men også i utvikling av løsninger for fremtidig ombruk. Stål brukt i bygg blir i dag stort sett sendt til materialgjenvinning, dvs. omsmelting.



Foto: Adobe Stock



FORTRINN OG BARRIERER

I en sirkulær økonomi vil det bli økte krav om gjenbruk av råstoffer. Dette kan gi nye industrielle muligheter for leverandører og aktører i byggenæringen.

EUs byggevarerforordning krever i dag at byggevarer som omsettes i et marked, skal CE-merkes. Nye varer merkes av produsenten, som har et etablert system for kvalitetskontroll. Ombrukte varer har enten ikke dokumentasjon fordi de er fra en tid før kravet ble innført, eller fordi dokumentasjonen har forsvunnet.

Ombrukte varer skal oppfylle krav i gjeldende byggetekniske forskrift (TEK). Ansvaret for dette ligger hos prosjekterende (arkitekt/rådgiver) eller utførende

entreprenør. De tekniske egenskaper for nye byggevarer dokumenteres av produsenten. For ombrukte varer er ansvarsforholdene uklare.

Markedet for omsetning av brukte byggevarer er i dag lite utviklet. Det er lite informasjon tilgjengelig om brukte materialer. En byggeprosess med brukte materialer er i dagens situasjon komplisert og fordyrende.

Ombruk av byggevarer krever en endring i måten bygg rives på. I en riveprosess blir materialene stort sett ødelagt. Skal materialene brukes om igjen, må de demonteres og fraktes skånsomt for videre mellomlagring og ny bruk.



KONTAKTINFORMASJON

Petra Rüter

Forskningsleder
SINTEF Community
petra.ruther@sintef.no
+47 932 07 155

Referanser og videre lesning

1. NHP nettverk, Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg, 2018
2. Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer, SINTEF Fag 18, 2014.
3. Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer, Norsk Stålforbund, 2018.



Eksport av klimarobust norsk byggeskikk

Bygninger og det bygde miljø er en viktig del av løsningen på klimakrisen. De største byene går foran med ambisiøse mål om reduksjon av utslipp og energibruk, og planer for tilpasning til et klima i endring. Satsingen vil bidra til endringer i arkitekturen, som igjen vil drive frem nye løsninger og metoder for byggeskikk.



Sedumtak. Foto: Bergknapp



POTENSIAL OG MARKEDSMULIGHETER

Scenarier for endringer i klima viser at landene og områdene mot nord får et fuktigere og varmere klima, og sannsynligheten for intens nedbør i form av styrtregn øker. Samfunnet og byggenæringen ser at klimaendringer vil medføre større utfordringer med klimarelaterte problemer på bygninger.

Samtidig er og har klima i Norge alltid vært ekstremt variert, og topografi gjør at det er store lokale forskjeller innenfor korte avstander. Forskjellene mellom årstidene er store, og tradisjonelt har klima stilt store krav til byggeskikken. Norge er derfor kjent for generelt god kvalitet på bygningsmassen, vi begynte tidlig å utvikle løsninger som kunne stå seg i tøft klima. SINTEF har i mer enn 60 år utviklet system/verktøy for dokumenterte løsninger og anbefalinger for prosjektering, utførelse og forvaltning av bygninger gjennom Byggforskserien. Løsningene er veldokumenterte og robuste, de kan brukes over hele landet og de oppfyller kravene i byggt teknisk forskrift (TEK 17).

Byggenæringen er særdeles viktig for norsk økonomi med omsetning på mer enn 200 milliarder årlig. Byggskadeomfanget både i Norge og internasjonalt er allikevel betydelig. For Norge beløper de årlige kostnadene forbundet med utbedring av prosessforårsakede byggskader seg til omkring 4 % av de årlige investeringskostnadene ved nybygging (begrepet byggskader begrenses her til skader på ferdige, overtatte bygninger).

Design og løsninger må utformes i et tett samarbeid mellom arkitekt, prosjekterende, leverandører og utførende/entreprenør. Kunnskapsnivået må opp, risikovurderinger relatert til kvaliteten på løsningene, grensesnitt og samhandling i byggeprosessen må forbedres og anvisninger må forbedres. I Norge har vi utviklet kunnskapssystemet innenfor et samarbeid mellom myndigheter, næringen og forskning. Det ligger stor overføringsverdi i både løsninger og kunnskapssystemet.



FORTRINN OG BARRIERER

Norge har liten eller ingen tradisjon for å eksportere metoder og løsninger for byggeskikk. Men behovet for tilpasning til klimaendringer kan utvide markedet for byggt tekniske løsninger for et røft klima både i Norge og internasjonalt. Dette gjelder særlig for land som har et funksjonsbasert regelverk for bygninger. En av mange barrierer for å komme videre er å få et bedre bilde av situasjonen for andre land, og innenfor hvilke områder spesielt det ligger en mulighet for eksport.

Tilsvarende er implementering av et rammeverk for klimatilpasning også nytt i Norge. Det arbeides med å utvikle dette, forankre det mot bygningsmyndighetene (DiBK) og implementere det i næringen. Dette arbeidet pågår samtidig som man arbeider med å utvikle nye løsninger og å øke robusthetsnivået på de løsningene vi allerede har.



KONTAKTINFORMASJON

Berit Time

Sjeforsker
SINTEF Community
berit.time@sintef.no
+47 970 72 083

Fredrik Slapø

Sivilingeniør
SINTEF Community
fredrik.slapo@sintef.no
+47 926 40 717

Referanser og videre lesning

1. Klima 2050 – Risk reduction through climate adaptation of buildings and infrastructure, Centre for Research-based Innovation (SFI), www.klima2050.no



Naturressurser, kunnskap,
teknologi og samarbeid gir
nye muligheter for Norge.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no