

Reduksjon av klimagass- utslippene fra olje- og gass- produksjonen på norsk sokkel med 50 pst. innen 2030

Rapport



Notat

Emne	<i>Reduksjon av klimagassutslippene fra olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel med 50 pst. innen 2030</i>
Til	Olje og energidepartementet, ved William Christensen
Kopi	Fridtjof Fossum Unander
Fra	Forskningsrådet, ved avdelingsdirektør Siri Helle Friedemann
Saksbehandler	Ingrid Anne Munz, Andreas Q. Nielsen, Kimberly Mayes og Ingvild Nørstebø
Vår referanse	20/12810
Dato	10.12.2020

Innhold

Bestilling av utredning	2
Rammer og metodikk.....	2
Klimastrategi for norsk sokkel.....	3
Forskningsrådets relevante FoU aktiviteter.....	3
Budsjettformål og portefølje	3
Søknadstyper	3
Portefølje for petroleum.....	4
Portefølje for energi, transport og lavutslipp	5
Portefølje for hav	5
Effektstudier og tidligere analyser	6
Effekter av Forskningsrådets målrettede aktiviteter innen petroleum	6
Tidligere undersøkelser av energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp	6
Effekter av energiforskningen.....	8
Spørreundersøkelse vedrørende reduksjon av utslipp på norsk sokkel	9
Om undersøkelsen	9
Resultater fra spørreundersøkelsen	10
296207 Research Centre for a low-emission petroleum industry on the Norwegian continental shelf	18
Diskusjon/oppsummering.....	21
Vedlegg: Prosjekteksampler	23

Bestilling av utredning

Som oppfølging til følgende anmodningsvedtak i Stortinget

"Stortinget ber regjeringen sammen med bransjen legge frem en plan for hvordan utslippene fra olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel reduseres med 50 pst. innen 2030, sammenlignet med 2005, innenfor dagens virkemiddelbruk. Videre må planen ivareta hensynet til kostnadseffektive utslippsreduksjoner, herunder videre elektrifisering av eksisterende felt og lav- og nullutslippsteknologi på nye felt og hensynet til kraftsystemet på fastlandet. Dette arbeidet ferdigstilles i løpet av 2021."

Ønsker Olje- og energidepartementet å beskrive ulike tekniske løsninger som vil kunne bidra til å redusere utslippene på norsk sokkel. Planen vil blant annet vektlegge forskning og utvikling (FoU). Forskningsrådet er derfor bedt om et innspill til dette arbeidet.

Rammer og metodikk

Målrettet forskning og utvikling (FoU) for energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp for olje og gassvirksomheten på norsk sokkel finansieres gjennom Portefølje for petroleum¹ som omfatter budsjettformålene PETROMAKS 2, DEMO 2000 og PETROSENTER. Denne porteføljen har i tillegg mange FoU prosjekter som er relevant, men ikke direkte målrettet mot energieffektivisering og reduksjon av utslipp.

Andre porteføljer som har relevans for energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp på norsk sokkel omfatter Portefølje for energi, transport og lavutslipp² og Portefølje for hav³. I disse porteføljene er det budsjettformålene ENERGIX, CLIMIT, FME og MAROFF som har den relevante forskningsaktiviteten.

Forskningsrådets innspill er basert på følgende datagrunnlag og metodikk:

- Klimastrategi mot 2030 og 2050⁴
- Forskningsrådets relevante FoU aktiviteter, herunder
 - Porteføljedata
 - Effektstudier og andre relevante analyser fra porteføljene
 - Spørreundersøkelse til relevante prosjekter i Portefølje for petroleum

¹ Porteføljeplan for petroleum. <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/portefoljer/petroleum/portefoljeplanen-for-petroleum/>

² Porteføljeplan for energi, transport og lavutslipp. <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/portefoljer/energi-transport-og-lavutslipp/portefoljeplanen-for-energi-transport-og-lavutslipp/>

³ Porteføljeplan for hav. <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/portefoljer/hav/portefoljeplanen-for-hav/>

⁴ Konkraft (2020) Framtidens energinæring på norsk sokkel. Klimastrategi mot 2030 og 2050: <https://www.norskoljeoggass.no/contentassets/0c47e30b92a343d3a27d1742c803c1ff/framtidens-energinæring-paa-norsk-sokkel-konkraftrapport-2020-1.pdf>

Klimastrategi for norsk sokkel

Totale utslipp av klimagasser fra norsk sokkel og landanlegg under petroleumskatteloven i 2019 var 13,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter⁵. Kraftproduksjon med bruk av naturgass og diesel som brensel er hovedkilden til utslippene av CO₂ og NO_x. Disse utslippene er hovedsakelig avhengig av energiforbruket på innretningene og av hvor effektiv kraftproduksjonen er. Den nest største kilden er gassfakling. Fakling foregår i begrenset omfang etter bestemmelser i petroleumsløven, men er tillatt av sikkerhetsmessige årsaker i drift og i forbindelse med visse operasjonelle problemer.

En klimastrategi for norsk sokkel utarbeidet av Konkraft (2020) setter mål om å redusere klimagassutslippene med 40 % innen 2030 til nært null innen 2050 (referanseår 2005).

En absolutt utslippsreduksjon på 40 prosent krever en stor omstilling av næringen over en tiårsperiode, og arbeidet med å utvikle og implementere lav- og nullutslippsløsninger gjennom energieffektivisering, elektrifisering, lav- og nullutslippsdrivstoff som hydrogen, ammoniakk og biodrivstoff samt CO₂ fangst og -lagring må intensiveres.

I tillegg til å kutte utslippene fra egen virksomhet og tilknyttet offshore maritim aktivitet, skal olje- og gassindustrien i Norge gradvis skape en ny og fremtidsrettet energinæring på norsk sokkel som inkluderer havvind, hydrogen og CO₂-fangst og -lagringsprosjekter som tilrettelegger for store utslippskutt i Norge, Europa og resten av verden.

Forskningsrådets relevante FoU aktiviteter

Budsjettformål og portefølje

Søknadstyper

Porteføljene omfatter forskjellige søknadstyper som er rettet mot forskjellige deler av FoU verdikjeden fra grunnforskning, anvendt forskning og innovasjon til demonstrasjon av ny teknologi. Søknadstypene ble definert i 2019, men definisjonene er modifikasjoner av tidligere søknadstyper, og klassifisering av eldre prosjekter etter disse definisjonene er derfor relevant og sammenlignbart. Følgende søknadstyper er representert i porteføljene:

Forskerprosjekt – Formålet med søknadstypen er å fremme fornyelse og utvikling i forskningen innenfor alle fag og tematiske områder. Prosjektene skal bidra til viktig ny innsikt i den internasjonale kunnskapsfronten, og kan være med eller uten ambisjoner om anvendelse på kort eller lang sikt. Godkjente forskningsorganisasjoner kan søke.

Kompetanse og samarbeidsprosjekt – Formålet med søknadstypen er å utvikle ny kunnskap og bygge forskningskompetanse som samfunnet eller næringslivet trenger for å møte viktige samfunnsutfordringer. Prosjektene skal stimulere og støtte samarbeid mellom forskningsmiljøer og aktører utenfor forskningssektoren som representerer samfunnets og/eller næringslivets behov for

⁵ Norsk olje og gass: Klima og miljørapport 2020. [norog-klima--og-miljorapport-2020.pdf \(norskoljeoggass.no\)](https://www.norskoljeoggass.no/norog-klima--og-miljorapport-2020.pdf)

kunnskap og forskningskompetanse. Godkjente forskningsorganisasjoner i samarbeid med offentlig sektor, næringsliv, andre offentlige organisasjoner og/eller private organisasjoner kan søke.

Innovasjonsprosjekt – Formålet med søknadstypen er verdiskaping og fornyelse i næringsliv og offentlig sektor. Prosjektene skal bidra til økt konkurranseevne i nytt og eksisterende næringsliv, styrke omstillingsevne i norsk økonomi og offentlig sektor, samt å bedre samspill og kunnskapsoverføring på tvers av aktører. Bedrifter/næringsliv og offentlig sektor kan søke.

Innovasjonsprosjektene har flere underkategorier avhengig av hvor langt forskningen og teknologiutviklingen har kommet og om innovasjonsprosjektene er rettet mot privat eller offentlig sektor. For petroleums- og energisektoren, er det spesielt tre underkategorier som er relevante:

- Innovasjonsprosjekt i næringslivet, hovedsakelig industriell forskning
- Demonstrasjonsprosjekt, hovedsakelig eksperimentell utvikling
- PILOT-prosjekt, hele løpet fra idé til fullskala demonstrasjon av nye konsepter eller innovative løsninger under reelle driftsforhold, inkludert nødvendige forsknings- og utviklingsaktiviteter.

Nærings- eller samfunnsrettet forskningssenter – Representerer konsentrerte og langsiktige satsinger på høyt internasjonalt nivå som styrker forskning og innovasjon med sikte på verdiskaping og samfunnsnytte. Sentrene skal styrke kapasitet og kompetanse gjennom langsiktig forskning og/eller innovasjon. Det stilles krav om faktisk samarbeid mellom fremstående forskningsmiljøer og aktører utenfor forskningssektoren, f.eks. innenfor næringsliv, offentlige virksomheter eller frivillige organisasjoner.

Portefølje for petroleum

Søknadstypen Nærings- eller samfunnsrettet forskningssenter finansieres gjennom budsjettformålet PETROENTER. Porteføljen består i dag av tre forskningssentre, der ett av dem er målrettet mot reduksjon av klimagassutslipp. Visjon og målsetting i utlysningen av dette forskningssentret i 2018 var rettet mot utslippsfri produksjon av olje og gass fra norsk sokkel:

1. Utvikle lavutslipps- eller nullutslippsteknologi som muliggjør at fremtidig utbygging og drift av petroleumsføremønstre kan skje med lavest mulige utslipp av klimagasser
2. Utvikle teknologi som kan bidra til en betydelig reduksjon av utslipp fra eksisterende petroleumsinretninger/installasjoner.

Utlysningen resulterte i tildelingen til prosjektansvarlig SINTEF Energi av senteret 296207 Research Centre for a low-emission petroleum industry on the Norwegian continental shelf^{6,7}. Senteret skal utvikle teknologi og løsninger som er nødvendige for å redusere utslippene av klimagasser på norsk sokkel for en betydelig reduksjon innen 2030 og bevege seg mot nullutslipp innen 2050. Forskningen i senteret angriper utfordringene på bred front, og senteret har et bredt samarbeid mellom forskningsorganisasjoner og oljeselskap og leverandørindustri på norsk sokkel. Litt over 80 prosent av CO₂-utslippene fra petroleumsvirksomheten kommer fra turbiner. Økt effektivitet og nytt design av turbiner og forbrenningsteknologi med CO₂-fritt drivstoff er viktige arbeidsoppgaver. Likeledes skal forskningen i senteret bidra til reduserte kostnader for elektrifisering. Utslippsfri energi fra brenselceller

⁶ Prosjektbanken: <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/296207>

⁷ Senterets nettside: www.lowemission.no

kan også bli et viktig bidrag i offshore energiproduksjon. Senteret har fokus på energisystemer og digitale løsninger for dette, samt redusert energiforbruk i drift av reservoarer, brønner og installasjoner.

De øvrige søknadstypene finansieres av PETROMAKS 2 (forskerprosjekt, kompetanse- og samarbeidsprosjekt og innovasjonsprosjekt i næringslivet) og av DEMO 2000 (Demonstrasjonsprosjekt). Så langt har ikke porteføljen omfattet PILOT-prosjekter. Men ved at budsjettformålene til sammen dekker hele FoU verdikjeden fra grunnforskning, anvendt forskning til demonstrasjon av ny teknologi er det en god sammenheng i porteføljen. Følgende tema har inngått som en del av prioriteringene i begge budsjettformål:

Reduksjon av klimagasser, energieffektivisering og miljø: Teknologi og kompetanse som bidrar til mer energieffektive prosesser, sikrere drift og/eller mindre utslipp til sjø og luft ved leting, utvinning eller produksjon av petroleumssressursene på norsk sokkel.

Siden 2010 har det vært en målsetting at minst 25-35 millioner kroner årlig skal gå til reduksjon av klimagasser og energieffektivisering (videre omtalt under).

Portefølje for energi, transport og lavutslipp

Portefølje for energi, transport og lavutslipp omfatter temaområdene energi, transport, lavutslipp og by. Sektorene denne porteføljen omfatter er kjennetegnet av store og samfunnskritiske infrastrukturer. Porteføljen inneholder i likhet med Portefølje for petroleum en stor bredde av søknadstyper. Søknadstypen Nærings- eller samfunnsrettet forskningssenter finansieres gjennom budsjettformålet Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME). Andre søknadstyper har vært finansiert gjennom ENERGIX og CLIMIT. PILOT-E gjennomføres som et samarbeid mellom Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge for at det offentlige virkemiddelapparatet skal være sømløst for brukerne. Målet med ordningen er at helt nye produkter og tjenester innen miljøvennlig energiteknologi skal bli raskere utviklet og tatt i bruk for å bidra til utslippskutt både i Norge og internasjonalt. Så langt har porteføljen omfattet prosjekter med fokus på blant annet utslippsfri maritim og landbasert transport, samt etablering av hydrogenverdikjeder.

Tematikk som omtales i Klimastrategien fra Konkraft, eksempelvis elektrifisering, havvind, hydrogen og CO₂-fangst og -lagringsprosjekter, er av særlig betydning for petroleum. Helt siden klimaforliket i 2008 har det vært en stor FoU-satsing på havvind⁸. Forskningsrådet har i perioden 2009–19 bevilget over 500 millioner kroner til forskning på havvind. Forskningsrådet har nær 20 års historie med hydrogenforskning⁹. De siste årene har interessen fra industrien vært sterkt økende. Samlet årlig forskningsfinansiering ligger på nesten 50 millioner kroner. Betydelig FoU innsats har også vært rettet mot karbonfangst, transport og lagring gjennom de samme budsjettformålene¹⁰.

Portefølje for hav

Den maritime delen av porteføljen er rettet mot rederinæringen, verftsindustrien, tjenesteleverandører og utstyrsleverandører til alle typer skip og fartøy for utnyttelse av havrommet, inkludert fartøy og maritim teknologi knyttet til andre havnæringer (herunder havbruk, fiskeri, offshore olje- og gassutvinning og offshore fornybar energi). Porteføljen er også rettet mot problemstillinger som

⁸ <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/temaer/energi/case/case-havvind/>

⁹ <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/temaer/energi/case/case-hydrogen/>

¹⁰ <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/temaer/energi/case/case-ccs/>

inkluderer næringsaktører som inngår i logistikk- og verdikjeder knyttet til sjøtransport og marine operasjoner. Porteføljen er også rettet mot forskningsmiljø på teknologiske og samfunnsvitenskapelige temaer av betydning for norsk maritim næring. Myndighetsorganer av betydning for maritim sektor er også viktige aktører i prosjekter som inngår i porteføljen. For den målrettede satsingen er Innovasjonsprosjekt i næringslivet det viktigste virkemiddelet for å bidra til økt verdiskaping. Kompetanseprosjekt og samarbeidsprosjekt skal bidra til å bedre samspillet og kunnskapsoverføringen mellom FoU-miljøene og næringen og bidra til utdanning av nye forskere.

Det er skapt et sterkt engasjement for å redusere miljø- og klimaeffekter fra transportsektoren. Alternative energikilder som LNG, batteri og hydrogen, og kombinerte hybridløsninger for fremdrift av skip, er et viktig satsingsområde. Grønn skipsfart vil gi et viktig bidrag til å redusere Norges klimautslipp. En omstilling til null- og lavutslippsløsninger er nødvendig for at den norske maritime næringen fortsatt skal være konkurransedyktig.

Effektstudier og tidligere analyser

Effekter av Forskningsrådets målrettede aktiviteter innen petroleum

Etter en åpen anbudskonkurranse, gjennomførte Rystad Energy i 2019 en studie av effekter av Forskningsrådets petroleumsforskning¹¹. Forskningsrådet ønsket å få en tydelig oversikt over potensielle og realiserte effekter av FoU-investeringene rettet mot petroleum i perioden 2008-2018, både kvantifiserbare og ikke-kvantifiserbare. Effektene ble utredet ved å undersøke prosjektene som fikk pengestøtte fra PETROMAKS 2, DEMO 2000 og PETROSENTER i perioden, plukke eksempler for videre undersøkelse blant disse, og å gå i dybden på disse. Størst vekt ble tillagt kvantifiserbare effekter som volumer, kostnader, CO₂-utslipp og sysselsetting, mens mindre kvantifiserbare effekter som kunnskapsoppbygging og forbedringer innen helse, miljø og sikkerhet også ble vurdert.

Studien til Rystad Energy viser at så langt er det bare avanserte boreteknologier av flere mulige nye utslippsreducerende teknologier som har blitt implementert på norsk sokkel. Realisert utslippsreduksjon som følge av denne forskningen er derfor beskjeden. Det er imidlertid flere nye teknologier som kan gi betydelige utslippskutt framover, dersom de kommer i bruk. Rapporten peker særskilt på to teknologiområder: Avanserte metoder for reservoarforståelse og økt utvinning og hel- og delelektrifisering av plattformer med offshore vind. Mulige utslippskutt er estimert til 490 millioner tonn CO₂ over de neste 30 årene for disse to teknologiområdene. CO₂ håndtering i form av bruk både til å øke utvinningsgraden og til lagring av CO₂ er en viktig del av løsningen for det førstnevnte området.

Tidligere undersøkelser av energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp

Siden 2010 har det i tildelingsbrev fra OED til Forskningsrådet vært krav om at minst 25 millioner kroner skal settes av til forskning rettet mot energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp tilknyttet olje- og gassproduksjon på norsk sokkel. Dette beløpet ble oppjustert til 35 millioner kroner i 2019. Forskningsrådet har utført tre studier for å kartlegge prosjekter innen petroleumsforskning, for å få en

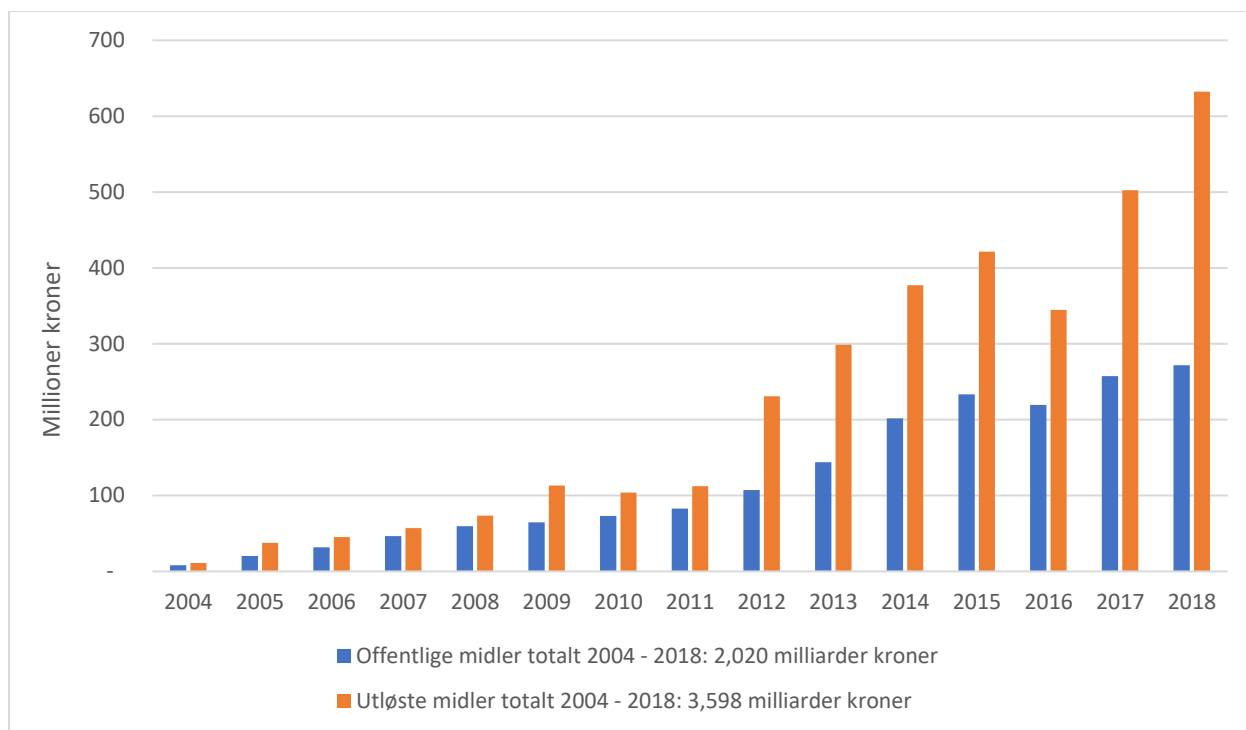
¹¹ Rystad Energy (2020): Effekter av Forskningsrådets målrettede aktiviteter innen petroleum
<https://www.forskningsradet.no/nyheter/2020/1-krone-til-petroleumsforskning-gir-30-kroner-tilbake-til-staten/>

oversikt over prosjekter som kan føre til energieffektivisering og/eller reduksjon av utslipp til luft ved å ta i bruk ny teknologi¹².

Resultatene viser at det er bevilget midler langt utover dette til prosjekter med potensial for energieffektivisering og reduksjon av utslipp til luft. Analysene (2012, 2015, 2018) viser at siden 2004 har over 250 prosjekter med potensiale for energieffektivisering og/eller lavere utslipp av klimagasser blitt bevilget i de to petroleumsprogrammene PETROMAKS/PETROMAKS 2 og DEMO 2000. Analysene viser at 60 prosent av prosjektene i PETROMAKS 2 og DEMO 2000 kan bidra til energieffektivisering og/eller mindre utslipp til luft, hvis teknologien tas i bruk. Forskning og teknologiutvikling kan bidra til reduserte utslipp til luft, både direkte – for eksempel ved å redusere antall tonn produsert CO₂ fra en utslippskilde, eller indirekte – ved mer energieffektive produksjonsløsninger. For mange av disse prosjektene er ikke reduksjon av klimagassutslipp et hovedmål med prosjektet, men utløses gjennom forskning og innovasjoner som i utgangspunktet er laget for helt andre formål, som robotisering, automatisering og optimalisering av metoder og prosesser. Det er høyt fokus på å få ned utslippene fra olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel på tvers av fagdisipliner.

Figur 1 viser en oversikt over offentlige støtte og utløste midler til prosjekter med potensiale for positiv miljøgevinst, bevilget i årene 2004 - 2018. I denne perioden har programmene bevilget 2,020 milliarder kroner til prosjekter med potensiale for energieffektivisering og/eller lavere utslipp til luft fra petroleumssektoren. Disse midlene har igjen utløst 3,598 milliarder i kontantfinansiering og egeninnsats fra prosjektene og deres partnere, slik at det totale budsjettet benyttet til forskning relevant for klimaforliket er over 5,6 milliarder kroner i denne tidsperioden.

¹² Energieffektivisering og reduksjon av klimagasser, En analyse av offentlig petroleumsforskning.
<https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/publikasjoner/2018/energieffektivisering-og-reduksjon-av-klimagasser2/>



Figur 1 Offentlige og utløste midler bevilget petroleumsforskning med potensial for energieffektivisering og/eller lavere utslipp av klimagasser

Effekter av energiforskningen

I 2018 ble det gjennomført en effektstudie av energiforskning finansiert av ENERGIX, CLIMIT og FME¹³. Studien dekket hele ansvarsområdet til disse budsjettformålene, med unntak av geotermisk- og vindenergi.

Karbonfangst og lagring

Effektstudien av energiforskningen viser at forskningen i Norge innen karbonfangst og lagring (CCS) bidrar med løsninger som er "kritisk viktig for å realisere en komplett kjede for CO₂-håndtering, og dermed for å realisere CCS som sikker og kostnadseffektiv teknologi for betydelig reduksjon av globale CO₂-utslipp". Mange av innovasjonene fra prosjektene som har blitt finansiert gjennom offentlige virkemidler har imidlertid ikke blitt tatt i bruk enda på grunn av det begrensede antall kommersielle CCS prosjekter som finnes. Rapporten sier imidlertid at "norske industribedrifter og leverandører er i dag godt posisjonert for å ta andeler i stort, internasjonalt marked når dette kommer", og det trekkes frem en rekke ulike resultater med relevans for petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, som f.eks.:

- Ny fangstteknologi for CO₂ (TRL 8-9, se definisjon på neste side) som fører til 35 % lavere energibruk, mer kompakte løsninger, miljøvennlige væskeblandinger og prosessløsninger
- Avkarbonisering av norsk naturgass gjennom hydrogenproduksjon (TRL 6) kombinert med CCS
- Reduserte kostnader og usikkerhet knyttet til rørtransport av CO₂ frem til en brønn for lagring (TRL 4)

¹³ <https://www.forskningsradet.no/contentassets/34f1915b642c47d4b37420710ff61e0f/2018-hovedrapport-effektstudie---impello-menon.pdf>

- Ved injeksjon av CO₂ til lagring i undergrunnen (TRL 5) er det utviklet metoder som gir 50 % reduksjon i kostnader for innsamling av geofysiske data, 30 % reduksjon i kostnader for uforutsette hendelser, redusert risiko for CO₂-lekkasje og nye markeder for leverandørindustrien.
- Bedre sementering av CO₂-brønner (TRL 5-6) er en forutsetning for sikker lagring av CO₂, og det er utviklet resultater som gir redusert risiko for lekkasje, økt levetid for brønner, reduserte vedlikeholds- og pluggekostnader, og økt aksept i samfunnet for at CO₂-lagring er trygt.

Havvind

Forskningscenteret 193823 FME-NOWITECH- Research Centre for Offshore Wind Technology¹⁴ var en satsing for blant annet å bidra til realiseringen av stor-stilt bruk av offshore vindturbiner. Senteret satte søkelys på en rekke faktorer som vil være forutsetninger for at offshore vindturbiner vil kunne tas i bruk for energiforsyning til petroleumsvirksomheten, og gjennomførte en egen undersøkelse av muligheten for å benytte vindturbiner til dette formål. Flere utfordringer ble identifisert, og løsningsstrategier ble utviklet for å implementere offshore vindturbiner som kraftkilde til petroleumsvirksomheten på en sikker og økonomisk bærekraftig måte. Resultatene fra NOWITECH har generert videre interesse fra industrien, og spesielt DNV GL og Equinor har videreutviklet konseptene fra senteret.

Senteret kartla ulike industrirelevante resultater¹⁵ (totalt 40 stykker) i henhold til skalaen for Technology Readiness Level (TRL) brukt innen EU. I rapporten betraktes TRL-nivå 1-5 som forskning og utviklingsstadiet (FoU), mens TRL 6-9 er vurdert som industridrevet mot demonstrasjon og kommersialisering. Ifølge kartleggingen er 7 av 40 resultater (17,5 %) klare til å tas videre av industriaktører. Ytterligere 10 resultater (25 %) er på stadiet før demonstrasjon/testing innen relevante miljøer kan foretas. De gjenværende resultatene forutsetter mer FoU før testing og demonstrasjon kan gjennomføres.

Blant resultatene som er vurdert høyest opp på TRL-skalaen finner man blant annet Seawatch Wind Lidar Buoy til Fugro (angitt i rapporten som TRL 9), som er en kostnadseffektiv teknologi for å samle inn viktig data om strøm-, bølge- og vindforhold til havs. Dette er en teknologi tilpasset overvåking og effektiv drift av blant annet offshore vindturbinressurser. Et annet resultat er programvaren 3DFloat (angitt i rapporten som TRL 7) utviklet i regi av IFE, som kan simulere offshore vindturbiner (flytende og bunnfaste) og flytestrukturene, i tillegg til andre strukturer påvirket av vind og/eller bølger. Modellen er i dag i kommersiell bruk.

Spørreundersøkelse vedrørende reduksjon av utslipp på norsk sokkel

Om undersøkelsen

En spørreundersøkelse er utført for å få en oversikt over hvordan dagens virkemiddelbruk kan bidra til at utslippene fra olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel kan reduseres med 50 pst. innen 2030, sammenlignet med 2005. De som har blitt forespurt er personer som har ledet eller hatt administrativt ansvar for prosjekter i den målrettede petroleumsp porteføljen til Norges Forskningsråd. Det er valgt ut prosjekter som har vært aktive fra og med 2009 frem til i dag, og som antas direkte eller indirekte relevant for Klimaforliket. Alt i alt ble spørreundersøkelsen sendt ut til personer som til sammen

¹⁴ Prosjektbanken: <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/193823>

¹⁵ [NOWITECH: Results from 8 years of research on offshore wind \(final report: download available\) - #SINTEFblog](#)

representerer om lag 270 prosjekter fra den målrettede petroleumsp porteføljen. Noen prosjektseksempler er beskrevet i Vedlegg.

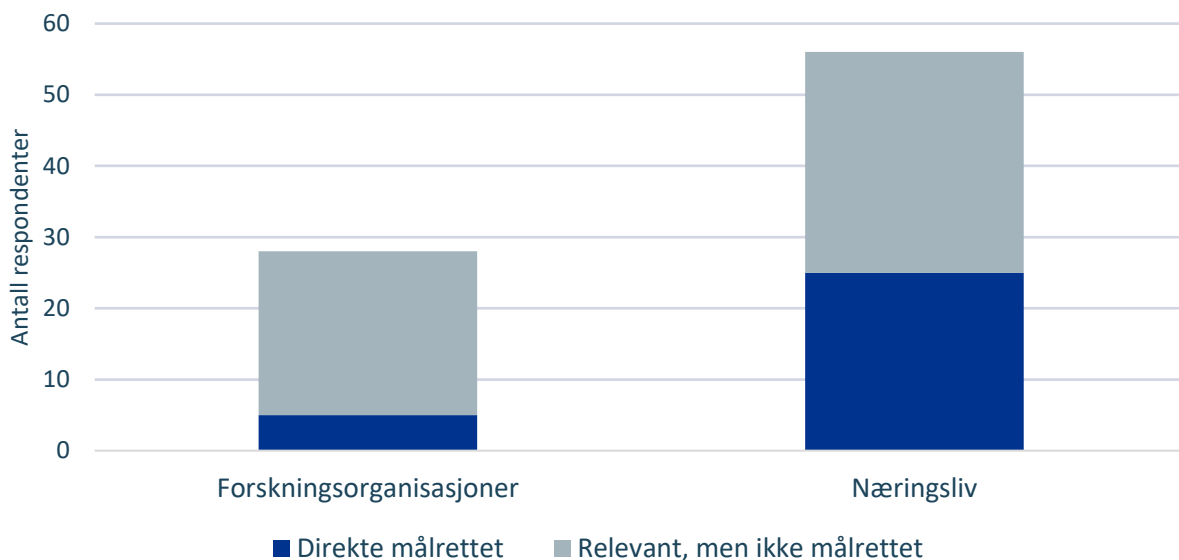
Spørsmålene omhandlet følgende punkter:

- Om teknologien/metoden/kunnskapen
 - Om den er direkte eller indirekte relevant for reduksjon av klimagassutslipp og energieffektivisering
 - Beskrivelse av teknologien/metoden/kunnskapen
 - Hva slags type bidrag den vil gi (elektrifisering, bruk av fornybare energikilder, mer effektiv bruk av energi m.fl.)
- Status for forskningen
 - Hvilket TRL-nivå som teknologien befinner seg på
 - Hvor lang tid med FoU gjenstår for at teknologien skal nå TRL 9
 - Kritiske elementer for at forskningen skal lykkes
- Status for implementering eller kommersialisering
 - Hvordan skal FoU-resultatene bli tatt i bruk
 - Når vil teknologien/metoden/kunnskapen være tilgjengelig
 - Kritiske elementer for implementering
- Anvendelse på norsk sokkel
 - Periode av levetiden til et felt som teknologien/metoden/kunnskapen kan benyttes
 - Om teknologien innebærer radikale endringer, om den kan etterinstalleres og om utbyggingsløsninger
 - Kritiske elementer for at den skal få bred anvendelse på norsk sokkel
- Kvantitative estimat for CO₂ reduksjoner
 - For teknologien alene
 - For integrering der flere teknologier implementeres

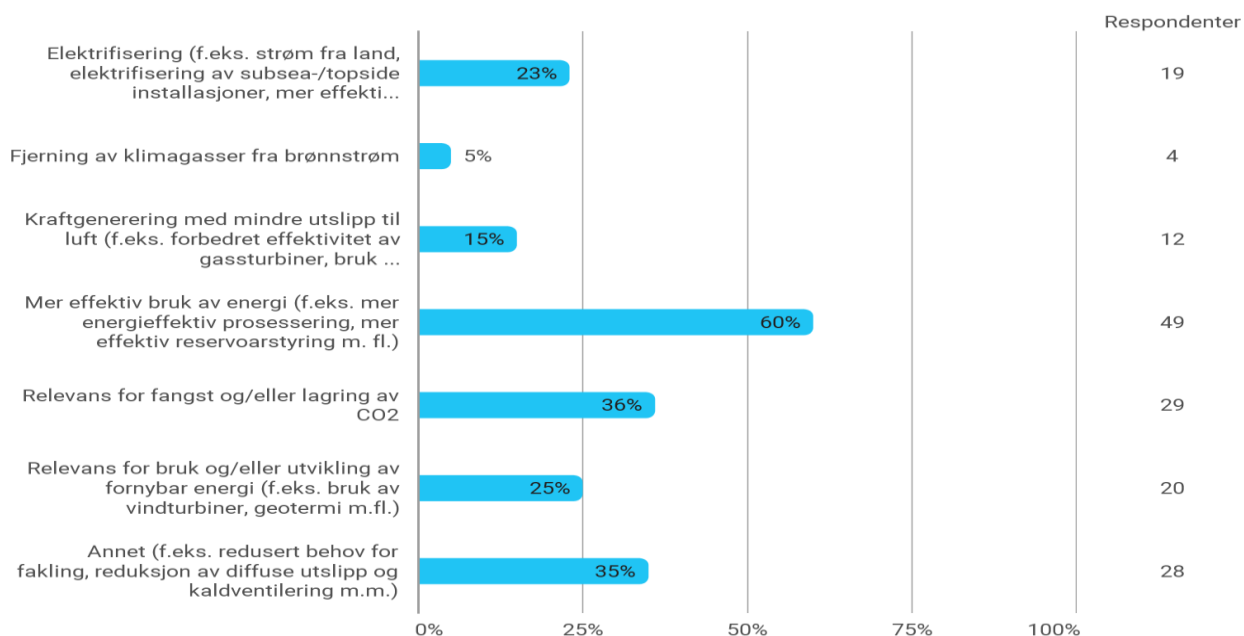
Det ble i alt sendt inn 92 besvarelser som totalt omtalte om lag 100 prosjekter med offentlig støtte fra Forskningsrådet. Det er noen få besvarelser som dekker prosjekter finansiert utenom den målrettede petroleumsp porteføljen, men i hovedsak er prosjektene finansiert av DEMO 2000, PETROMAKS 2 og PETROSENTER. Det er flere tilfeller der man har fått støtte til å utvikle samme teknologi/metode/kunnskap gjennom flere prosjekter. En mindre andel av besvarelsene har indikert liten eller ingen relevans for reduksjon av klimagassutslipp, og inkluderes derfor ikke i den videre analysen. Hovedvekten av de innsendte besvarelsene kommer fra relativt ny-oppstartede prosjekter. Anslagsvis tre fjerdedeler av besvarelsene kommer fra prosjekter som startet i 2017 eller senere. I tillegg til de 92 besvarelsene, har Lavutslippssenteret sendt svar for en rekke forskjellige teknologier. Dette er omtalt i eget avsnitt, og ikke inkludert i beskrivelsen av resultatene fra spørreundersøkelsen.

Resultater fra spørreundersøkelsen

Blant respondentene som har indikert at prosjektene har målrettet eller indirekte relevans for reduksjon av klimagassutslipp og energieffektivisering er om lag en tredjedel gjennomført av forskningsorganisasjoner, ofte med samarbeidspartnere fra næringslivet (Figur 2). Resten er gjennomført av aktører i næringslivet.



Figur 2 Antall besvarelser fra forskningsorganisasjoner og næringsliv som har indikert om deres teknologi/metode/kunnskap har som hovedformål å redusere klimagassutslipp eller forbedre energieffektiviteten, eller om dette er en positiv bi-effekt av deres teknologi/metode/kunnskap.



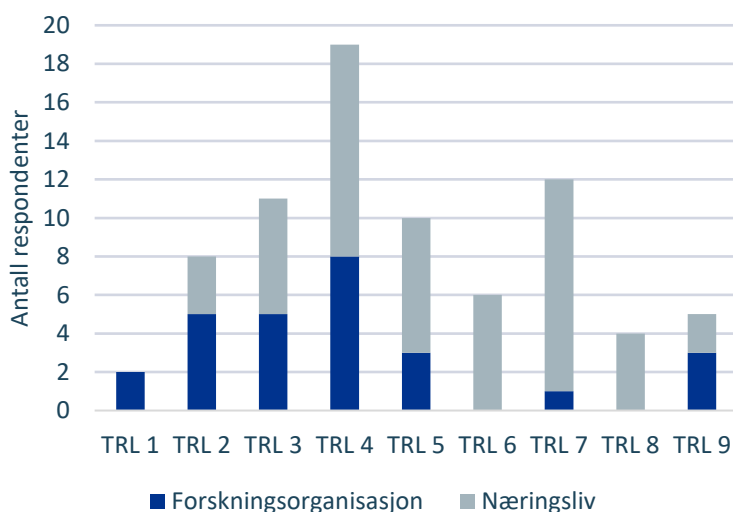
Figur 3 Type bidrag som kan medføre reduksjon i klimagassutslipp (det var mulig for respondentene å krysse av for flere svar).

Som Figur 3 viser, vil prosjektene bidra til lavere klimagassutslipp på flere ulike måter. Det var mulig å krysse av for flere typer bidrag for sin teknologi/metode/kunnskap. Om lag en tredjedel av respondentene som svarte på spørsmålet har indikert at bidraget til reduksjon av klimagassutslipp og energieffektivisering vil være av typen "Annet". De fleste av prosjektene forklarer i denne sammenheng at kunnskapen/teknologien vil medføre at dagens operasjoner og prosesser kan gjennomføres med et lavere energibehov enn dagens praksis. En stor andel av disse prosjektene (85 prosent) rapporterer også

at FoU-aktivitetene som er nødvendige for å løfte teknologiene til TRL 9 allerede er utført, eller vil være utført innen 2025.

Status for FoU og implementering/kommersialisering

Figur 4 viser hvor langt besvarelsene anslår at forskning og utvikling av teknologien/metoden/kunnskapen er kommet. For å anslå dette, er EUs skala Technology Readiness Level (TRL) benyttet. For definisjoner av TRL skalaen, se tekstboks. Hovedtyngden av teknologier befinner seg på forskningsstadiet (TRL 1-5). Forskningsorganisasjoner har i liten grad teknologier/metoder/kunnskap som befinner seg på høyere TRL nivå. De høyeste TRL nivåene (TRL 6-9) dekkes i hovedsak av næringslivet.



Figur 4 TRL nivå

En relativt høy andel svarer at FoU allerede er utført eller anslås ferdig før 2023, og en enda høyere andel oppgir at teknologien allerede er tilgjengelig for sluttbruker (Figur 5). Ved sammenligning mellom TRL nivå, tidsestimat for gjenstående FoU fram til TRL 9 og tilgjengelighet for sluttbruker (Figur 6), synes det klart at mange svar ikke reflekterer et estimat for et ferdig tilgjengelig kommersielt produkt eller tjeneste, men heller at teknologien/metoden/kunnskapen er tilgjengelig for sluttbruker før FoU og kommersialisering er ferdigstilt. Dette indikerer aktiv deltagelse av sluttbruker i utviklingen, som er i tråd med ønsket (og til dels krav) om samarbeid i de ulike søknadstypene.

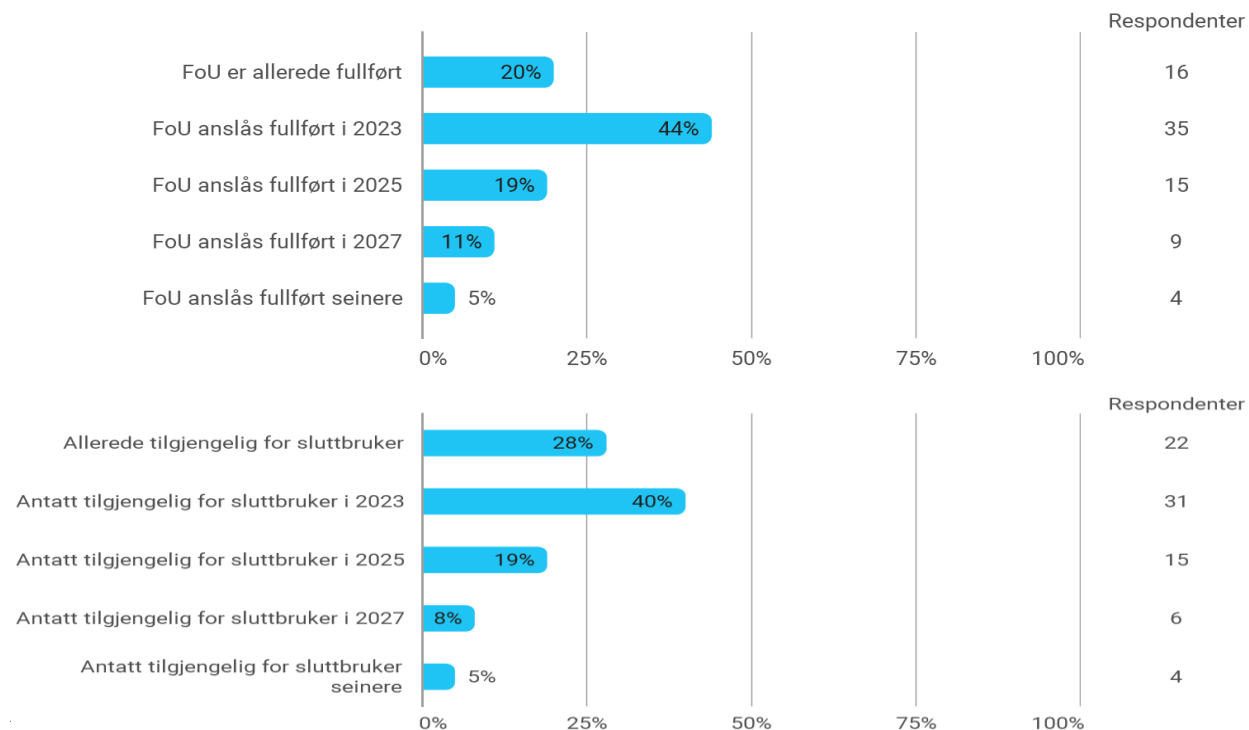
For å utdype estimatene av status for FoU og implementering/kommersialisering har mange av respondentene beskrevet kritiske elementer for å lykkes. Den klart viktigste faktoren synes å være felt-tester eller tilgang på felldata. Kvalifisering av

Technology Readiness Level

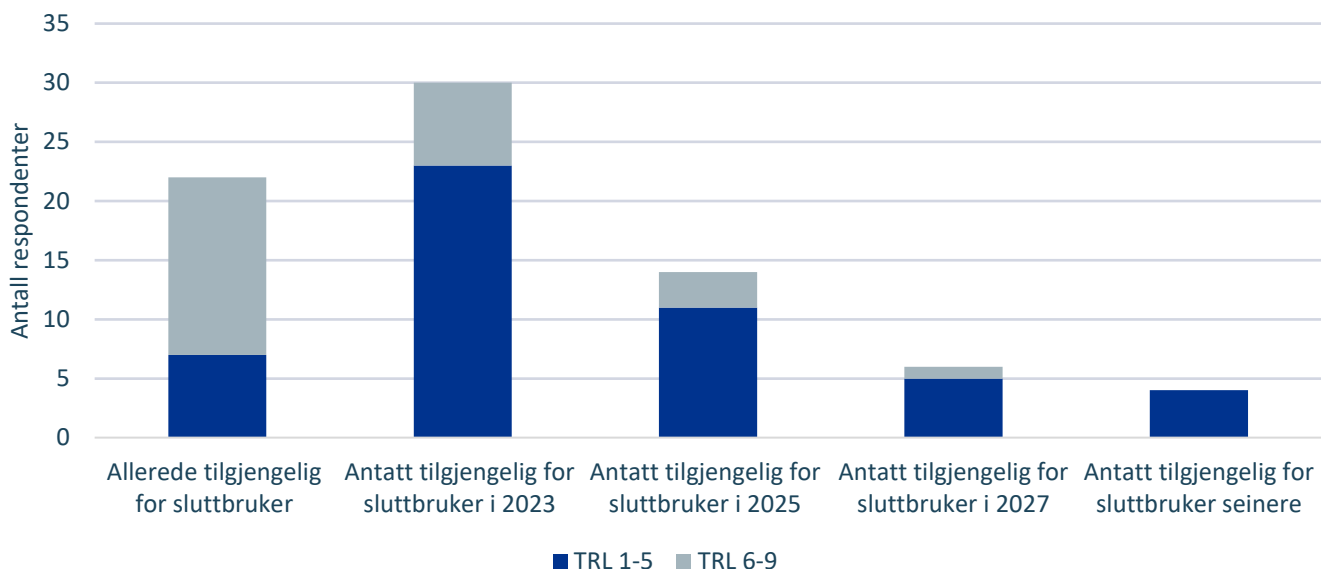
- TRL 1 – basic principles observed
- TRL 2 – technology concept formulated
- TRL 3 – experimental proof of concept
- TRL 4 – technology validated in lab
- TRL 5 – technology validated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)
- TRL 6 – technology demonstrated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)
- TRL 7 – system prototype demonstration in operational environment
- TRL 8 – system complete and qualified
- TRL 9 – actual system proven in operational environment (competitive manufacturing in the case of key enabling technologies; or in space)

EUs definisjon av TRL-skalaen

teknologiene under reelle betingelser er avgjørende for at de skal kunne ferdigstilles til kommersiell bruk. Høye kostnader ved utprøving og finansiering av disse kostnadene blir også omtalt av flere respondenter. Både den offentlige og ikke minst den private finansieringen er av stor betydning i fasen med utprøving og demonstrasjon av førstegangsbruk. Andre faktorer med betydning for suksess omhandler villighet til endring, regelverk og kvalitetskrav hos sluttbruker.

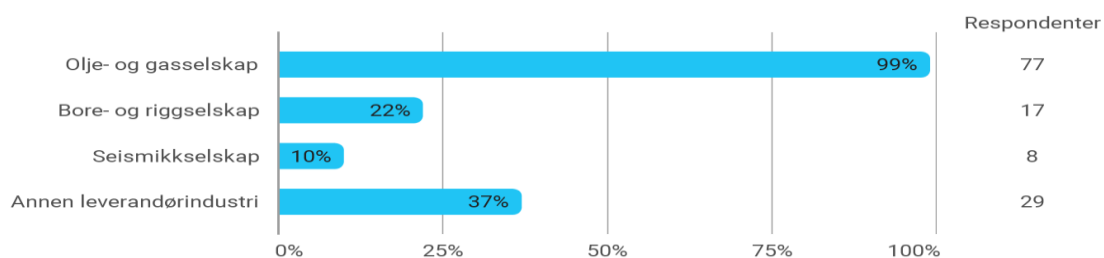


Figur 5 Tidsestimater for når FoU fram til TRL 9 vil være slutført og når teknologien/metoden/kunnskapen vil være tilgjengelig for sluttbruker (det var mulig for respondentene å krysse av for flere svar)



Figur 6 Antall besvarelser fordelt på anslag for hvor lang tid som gjenstår før teknologien/metoden/kunnskapen er tilgjengelig for sluttbruker, og hvilket TRL-nivå den befinner seg på per i dag. TRL-nivåene er slått sammen slik at TRL 1-5 dekker i hovedsak FoU-fasen, mens TRL 6-9 dekker i hovedsak demonstrasjon- og kommersialiseringsfasen.

Med ett unntak, svarer alle respondenter at teknologien/metoden/kunnskapen skal anvendes av olje- og gasselskap, og i tillegg vil den i mange tilfeller kunne anvendes av bore- og riggselskap, seismikkselskap eller annen leverandørindustri (Figur 7). Dette innebærer at sluttbruker i siste instans alltid er olje- og gasselskap ved at de enten kjøper tjenester, som er basert på den nye teknologien/metoden, eller implementerer teknologien/metoden som del av egne installasjoner eller arbeidsprosesser.



Figur 7 Aktører som skal anvende den nye teknologien/metoden/kunnskapen (det var mulig for respondentene å krysse av for flere svar)

Anvendelse på norsk sokkel

Denne delen av undersøkelsen omhandler forskjellige spørsmålstillinger som kan gi kunnskap om hvor bred anvendelse den nye teknologien/metoden/kunnskapen på norsk sokkel kan få.

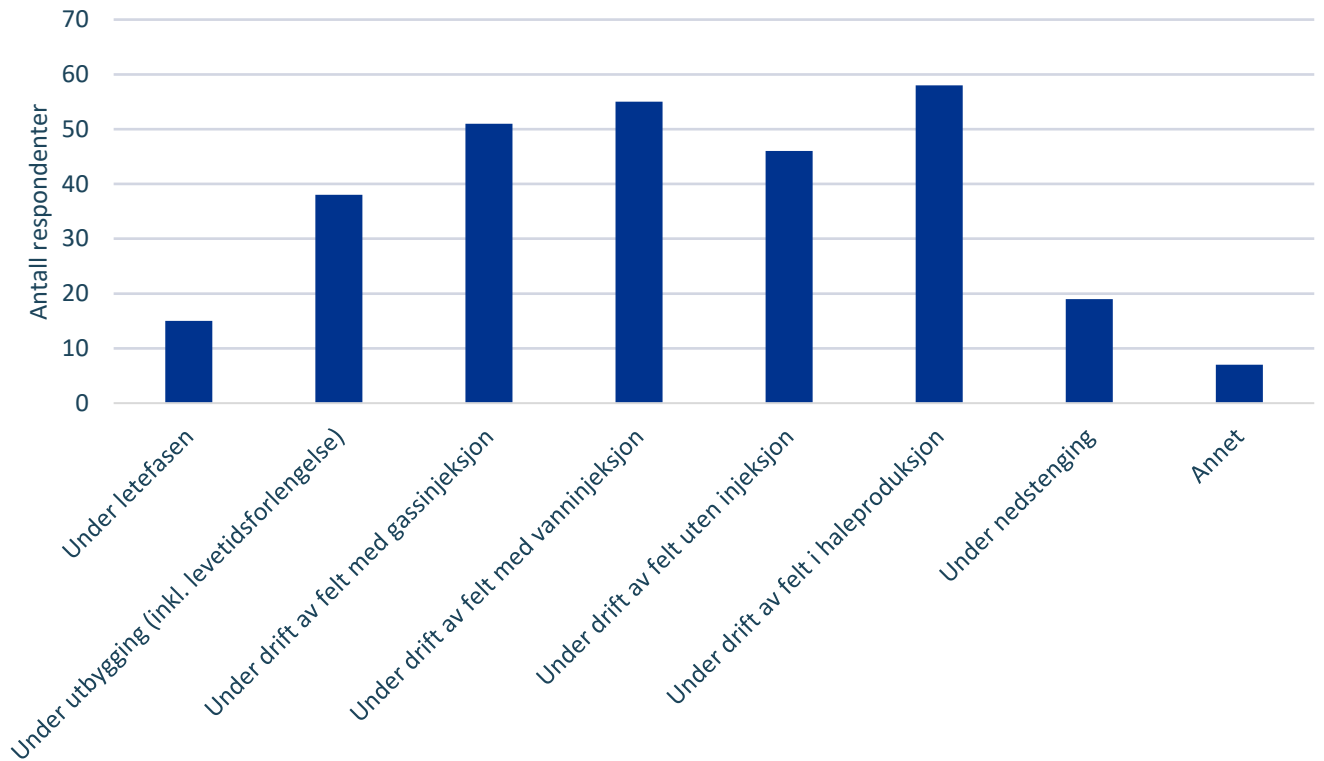
Figur 8 viser aktuell bruk av teknologien/metoden/kunnskapen i forhold til de forskjellige fasene av feltenes levetid. Besvarelsene viser at de aller fleste er aktuelle for bruk i flere faser av levetiden.

Letefasen – omfatter teknologier som karakteriserer undergrunnen bedre og mer effektivt, som f.eks. geofysiske metoder eller loggeverktøy for brønner, metoder for planlegging av brønner, teknologi som kan anvendes i avgrensingsbrønner og teknologi som kan gi energibesparelser under operasjoner som er tilknyttet letefasen. Energibesparelser kan også oppnås, dersom ny teknologi kan redusere antall lete- og avgrensingsbrønner. Det aller meste av teknologiene/metodene er også aktuelle for bruk i seinere faser av feltenes levetid.

Utbygging, inkl levetidsforlengelse – omfatter ny metodikk for planlegging og design av utbyggingsløsninger, teknologier og metoder som gir bedre forståelse av undergrunnen på tidlig tidspunkt og derved et bedre utgangspunkt for produksjon, teknologier som muliggjør enklere og mer effektive utbyggingsløsninger, som for eksempel tie-ins til eksisterende infrastruktur. Det sistnevnte kan dreie seg om nye løsninger for lengre distanser (for eksempel lange produksjonsbrønner) eller spørsmål som omhandler integritet og materialegenskaper. Mye av disse nye teknologiene legger til rette for reduksjon i klimagassutslipp på et seinere stadium i feltenes levetid, men noe utslippsreduksjon kan også knyttes til operasjoner under utbyggingsfasen, eksempelvis mer effektiv boreteknologi, eller ved at nye og enklere utbyggingsløsninger krever mindre stål.

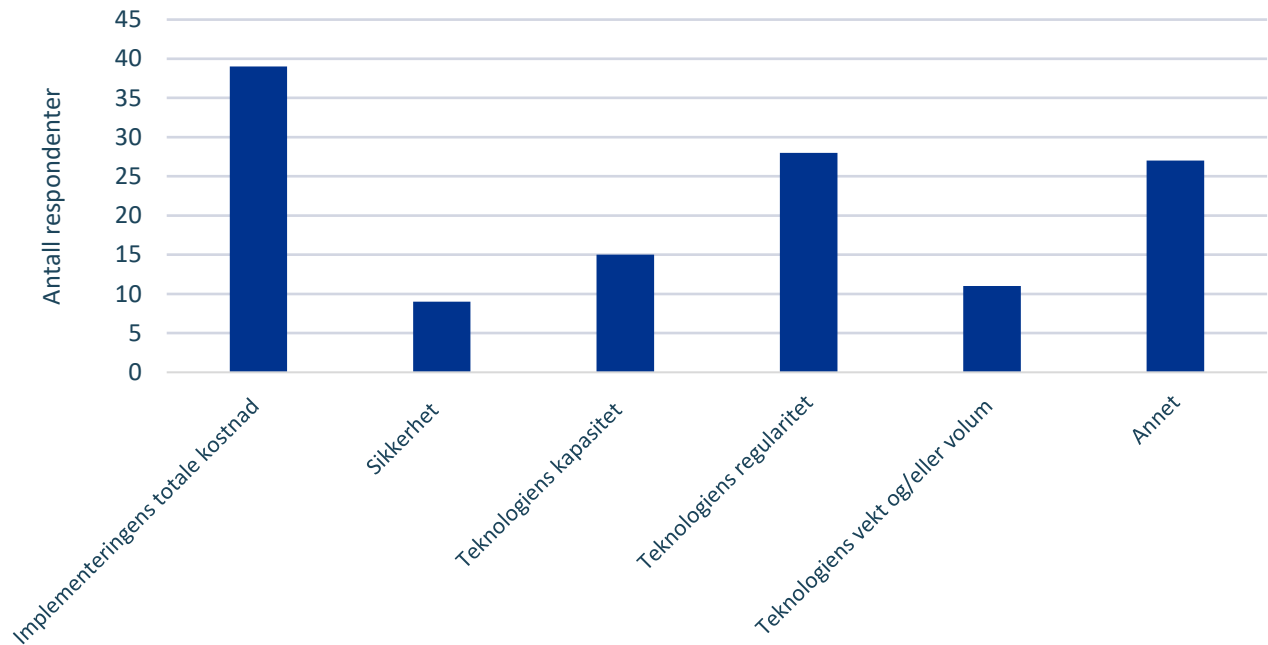
Drift av felt – spørsmålene omfattet forskjellige driftsløsninger for reservoarene (type injeksjon, haleproduksjon). Mer enn 2/3 av respondentene svarte at den nye teknologien/metoden/kunnskapen kunne anvendes i denne fasen, og var aktuell for flere typer drift av reservoaret. Teknologier som benyttes i lete- og utbyggingsfasen kan i mange tilfeller også benyttes til overvåking/monitorering av drift, eksempelvis geofysiske metoder. Det er en rekke forskjellige teknologier/metoder som kan gi utslippsreduksjon i denne fasen. Dette omfatter mindre utslipp fra energiproduksjonen, blant annet ved varmegjenvinning fra gassturbiner, elektrifisering av en rekke forskjellige systemer og enheter og integrasjon av fornybare energikilder, eksempelvis havvind. Det er også en lang rekke muligheter for redusert energiforbruk ved ny produksjonsteknologi (ventiler, pumper, separasjoner, rensing, temperaturkontroll etc.), autonomi og undervannsroboter, produksjonsoptimalisering og bedre forståelse og mer effektiv drift av reservoarene.

Nedstenging – det har vært mye fokus på kostnader for denne fasen for norsk sokkel, men energiforbruk som medfører klimagassutslipp er også en del av regnskapet. Det er også for denne fasen sammenheng med de tidligere fasene. Blant annet kan nye løsninger som gir mindre utslipp fra operasjoner i utbyggingsfasen, spesielt mer effektiv bore og brønnteknologi, kan også føre til utslippsreduksjon under nedstenging. Likeledes kan metoder overvåking/monitorering være viktig i kvalifisering av ny teknologi.



Figur 8 Oversikt over når de ulike teknologiene/metodene/kunnskapen er aktuelle for anvendelse sammenliknet med fasen til et felt (det var mulig for respondentene å krysse av for flere svar).

Av de som svarte på spørsmålet om teknologien/metoden/kunnskapen er aktuell for etterinstallasjon på felt i drift, svarte et flertall (84 prosent) positivt.



Figur 9 Mulige risikoelementer/barrierer for implementering av teknologien/metoden/kunnskapen (det var mulig for respondentene å krysse av for flere svar).

Det er tydelig fra Figur 9 at kostnader er en utfordring for implementering av mange av teknologiene og metodene under utvikling.

Estimat over CO₂ reduksjoner

Om lag 56 prosent av respondentene som har svart på dette spørsmålet, indikerte at deres teknologi/metode/kunnskap kan gi utslippsreduksjon dersom den implementeres som et enkeltstående tiltak. De gjenværende respondentene svarte at utslippsreduksjon kun ville være aktuelt dersom teknologien/metoden/kunnskapen implementeres sammen med andre teknologier/metoder.

De fleste respondentene hadde vanskelighet med å gi et kvantitativt estimat over hva en bred implementering av deres teknologi vil bety. Det er nesten bare gitt estimater for teknologier/metoder som kan gi utslippskutt som et enkeltstående tiltak. Det er ikke mulig å sette opp et totalt anslag over utslippskutt for norsk sokkel med utgangspunkt i undersøkelsen, men svarene gir et innblikk i hvilke faktorer som spiller inn. Eksempler på nye muligheter for utslippskutt og metoder for estimater er gitt under:

Energieffektivisering i forbruksleddet

- Ny teknologi kan gjøre bruk av eksisterende teknologi på felt mindre viktig eller overflødig, og energibesparelsen kan beregnes ved sammenligning mellom teknologiene. Eksempler på dette kan være behov for oppvarming av rør og utstyr som reduseres eller behov for produksjonskjemikalier som følge av mer effektiv prosessering eller bedre materialer.
- Ny teknologi kan redusere tidsbruk i operasjoner. Utslippsreduksjonen estimeres utfra anslått innsparing av tid med tilhørende estimert energiforbruk.
- Ny teknologi, eksempelvis vedlikehold og bedre prediksjonsverktøy, kan redusere både planlagte og uforutsette produksjonsavbrudd.

- Ny teknologi kan muliggjøre flytting av prosessutstyr nærmere reservoaret (subsea eller nedihull). Kan beregne effektivisering utfra volumer og transportdistanser som unngås.

Energieffektivisering i produksjonsleddet

- Mer effektiv kraftproduksjon, blant annet ved elektromotorer og forbedret turbinteknologi
- Reduksjon av overkapasitet

Utslippsfri kraftproduksjon

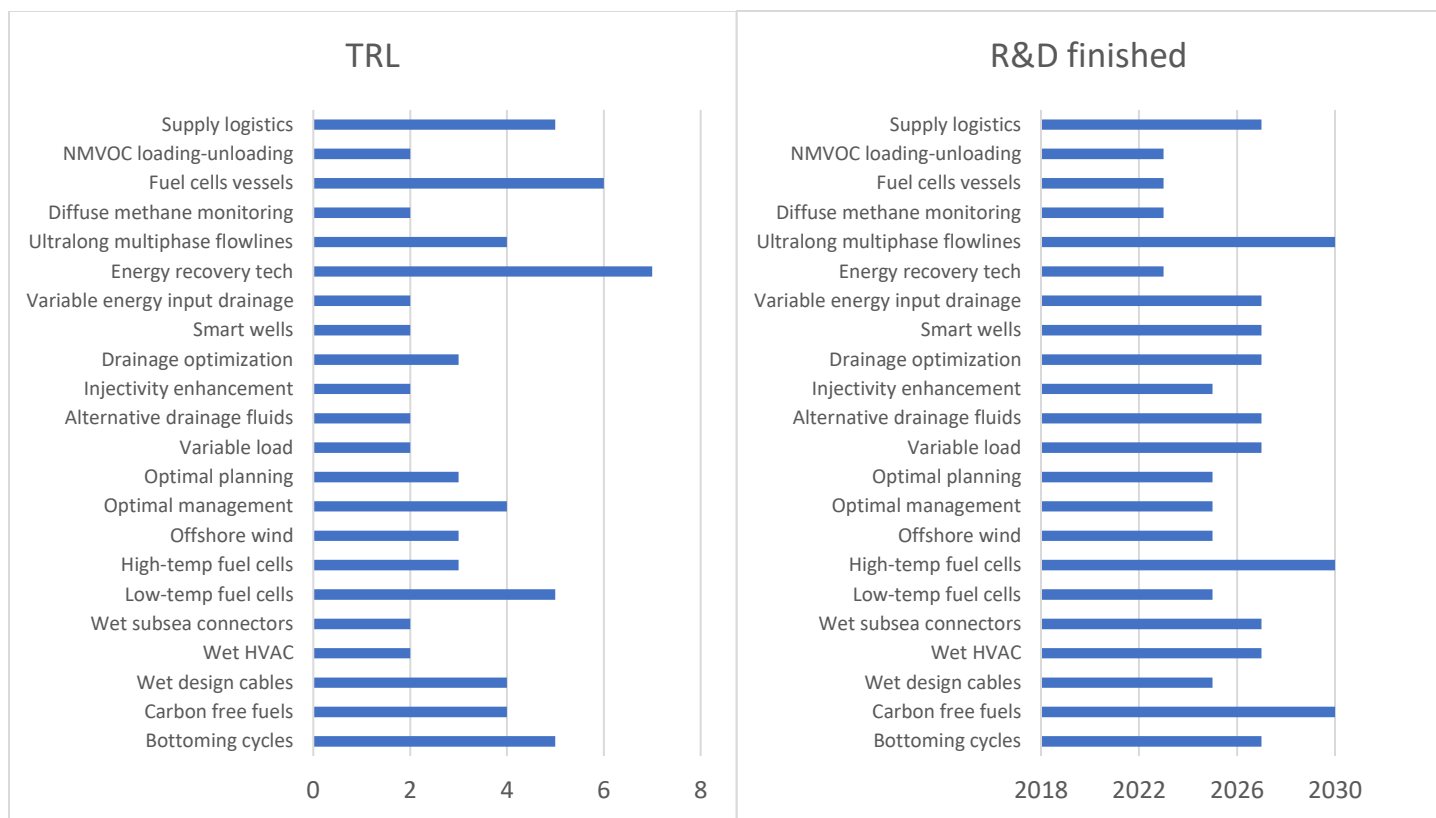
- Utslippsfrie brennstoff
- Elektrifisering
- Inkludere fornybare energikilder

Det er sannsynlig at store utslippskutt kan komme ved at flere nye teknologier tas i bruk i en samlet løsning. Her må estimatene gjøres ut fra den helhetlige løsningen, som kan være vanskelig å gjøre for de som utvikler enkeltstående teknologier. Dette kommer også til syne i undersøkelsen ved få svar fra de som har rapportert at teknologien må implementeres sammen med andre teknologier for å kunne gi utslippskutt.

296207 Research Centre for a low-emission petroleum industry on the Norwegian continental shelf

Et av sentrene ved PETROSENTER, Lavutslippssenteret, arbeider målrettet med å redusere klimagassutslippene og øke energieffektiviteten innen petroleumsvirksomheten på norsk sokkel. Senterets aktiviteter og arbeidspakker dekker en stor bredde av teknologi- og kunnskapsområder, og har i denne sammenheng sendt inn en rekke besvarelser på spørreundersøkelsen som er omtalt nærmere ovenfor.

Lavutslippssenterets aktiviteter er organisert i 9 arbeidspakker som overordnet kan kategoriseres som varme- og kraftproduksjon, systemintegrasjon og redusert energibruk/-behov.

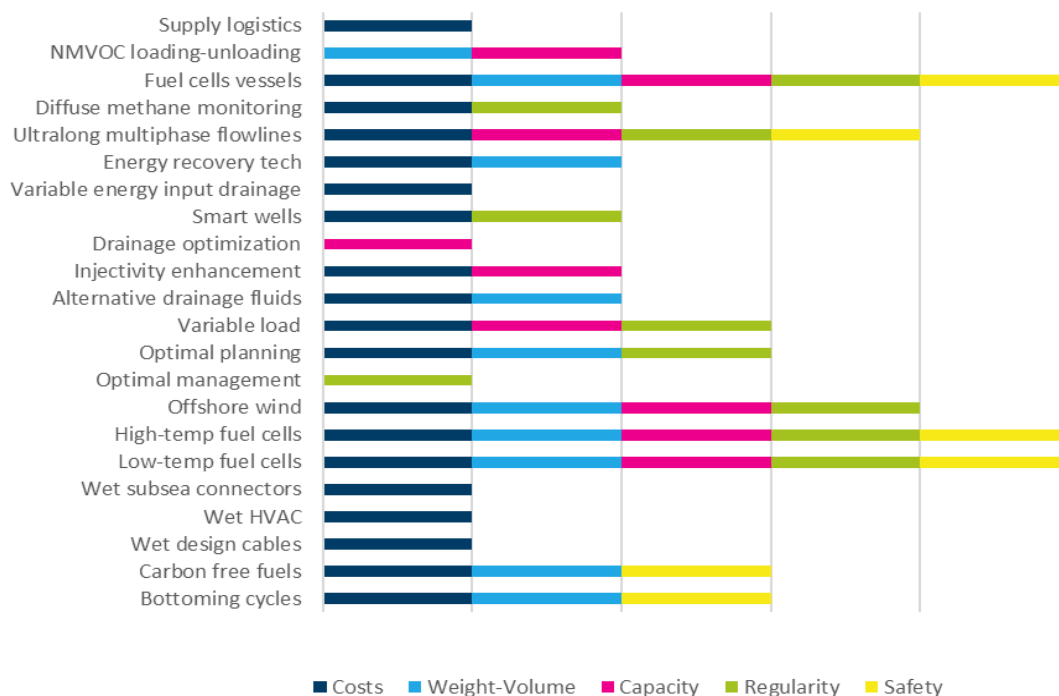


Figur 10 De ulike teknologikategoriene som Lavutslippssenteret arbeider med fordelt på TRL-nivå, og gjenstående tidsbruk for FoU før TRL 9 er oppnådd.

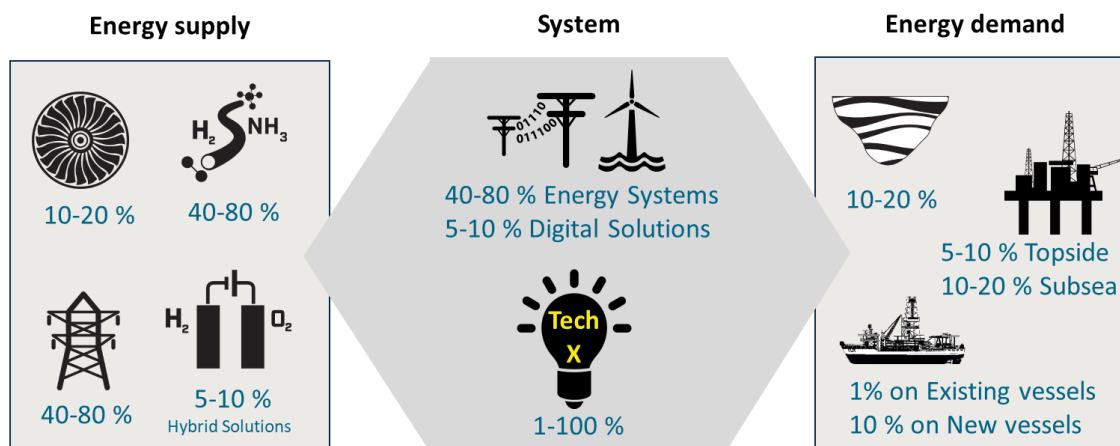
Figur 10 ovenfor indikerer at aktivitetene i senteret spenner over ulike teknologier og metoder som har nokså ulik modningsgrad, og som kan bidra til utslippsreduksjoner både på kort og lang sikt. Noen få kategorier, som f.eks. "ultralong multiphase flowlines", "high-temperatur fuel cells" og "carbon free fuels" er anslått å være ferdig utviklet etter 2030. Ellers er det anslått at flere av teknologikategoriene som potensielt kan gi svært positive bidrag til utslippsreduksjoner kan ha oppnådd et TRL-nivå 9 i løpet av 2020-2030.

Det er imidlertid viktig å legge merke til at det også anslås flere mulige barrierer mot implementering i tillegg til utfordringer knyttet til forskningen og teknologiutviklingen. I Figur 11 nedenfor har Lavutslippssenteret gjort en evaluering av mulige barrierer. Én av barrierene som går igjen for de aller fleste kategoriene er kostnader.

Obstacles towards implementation



Figur 11 De ulike teknologikategoriene som Lavutslippssenteret arbeider med mulige barrierer for implementering av teknologiene/metodene.



Estimated by scientists (weighted by "implementability").

A major task for 2021 is to set up a generic methodology (where industry helps on the cost/implementability side)

Figur 12 Figuren viser hvordan teknologi innen de ulike kategoriene kan bidra til reduksjon i klimagassutslipp

I Figur 12 gis det anslag for hvor store bidrag til klimagassutslippsreduksjoner teknologier innen ulike segmenter vil kunne ha. Aktivitetene i Lavutslippssenteret fokuserer både på forsynings- og forbrukssiden med tanke på energi, og det kan være betydelig muligheter for utslippskutt på begge (Figur 12). Digitalisering er sentralt for knytte de ulike mulighetene sammen. Å erstatte gassturbiner

med fornybare eller utslippsfrie kraft- og varmekilder er det største enkeltbidraget til reduserte klimagassutslipp, men Figur 11 indikerer at det er mange utfordringer for å oppnå dette.

Diskusjon/oppsummering

Klimastrategien for norsk sokkel peker på implementering av lav- og nullutslippsløsninger gjennom energieffektivisering, elektrifisering, lav- og nullutslippsdrivstoff som hydrogen, ammoniakk og biodrivstoff samt CO₂ fangst og -lagring som mulig løsninger for å nå det tidligere målet om 40 % reduksjon i 2030 sammenlignet med 2005. Arbeidet med dette må intensiveres for å nå et mer ambisiøst mål om 50 % reduksjon.

Forskningsrådets prosjektportefølje viser en stor bredde av teknologier som har potensial for utslippsreduksjon, og omfatter tematikken som omtales i Klimastrategien. Utslippsreduksjon fra energiproduksjonen er det enkeltbidraget som kan ha størst effekt, og porteføljen omfatter prosjekter som blant annet utvikler mer effektiv turbinteknologi, brennstoff med lav- eller nullutslipp, elektrifisering av en rekke forskjellige enheter og integrasjon av havvind. I tillegg kan sannsynlig en rekke forskjellige nye teknologier og metoder bidra til energieffektivisering både av reservoardrift og prosess. Redusert energiforbruk er sannsynlig en helt nødvendig bidragsyter for å kutte utslipp på kort sikt, og nå målet for 2030. Dessuten er digitalisering en forutsetning for å knytte alle deler av prosessene sammen.

Prosjekter med støtte fra Forskningsrådet dekker hele spennet av TRL-skalaen og har realiserte FoU-resultater både per i dag, og langt frem i tid. Teknologiene og metodene utvikles av forskningsmiljøer og leverandørindustri i tett samarbeid med sluttbrukerne som er olje- og gasselskaper. Spørreundersøkelsen viser at teknologiene/metodene er tilgjengelig for sluttbruker en god stund før de er ferdig utviklet. Den klart viktigste faktoren som kan være til hinder for å nå et ferdig utviklet produkt synes å være felt-tester eller tilgang på felldata. Kvalifisering av teknologiene under reelle betingelser er avgjørende for at de skal kunne ferdigstilles til kommersiell bruk. Respondentene nevner blant annet også villighet til endring, regelverk og kvalitetskrav hos sluttbruker som mulig utfordring. Ettersom spørreundersøkelsen ikke har gått til sluttbrukere, vet vi ikke om det kan være andre utfordringer relatert til blant annet hvordan den nye teknologien kan innpasses i allerede eksisterende verktøy og arbeidsprosesser hos sluttbruker.

De nye teknologiene vil bidra i alle faser av feltenes levetid, og de er tett integrert i daglig virksomhet på sokkelen i alle ledd. For en bred implementering på sokkelen er det mange potensielle barrierer for de nye teknologiene. Kostnad synes å være den viktigste av disse.

Selv om mange respondenter har gitt estimater for mulige utslippskutt dersom deres teknologi blir implementert, er det likevel vanskelig å estimere mulige utslippskutt totalt for norsk sokkel innen 2030. I 2019 foreslo Oljedirektoratet en rekke tiltak som kunne øke teknologiopptaket i næringen¹⁶. Flere av disse tiltakene kan legge til rette for at FoU miljøer og leverandører lettere kan se de helhetlige behovene på norsk sokkel, der både verdiskaping og hensyn til klima og miljø inngår.

¹⁶ [Teknologi bruk og myndighetsinvolvering \(npd.no\)](https://www.npd.no/tema/teknologi/teknologi-og-myndighetsinvolvering)

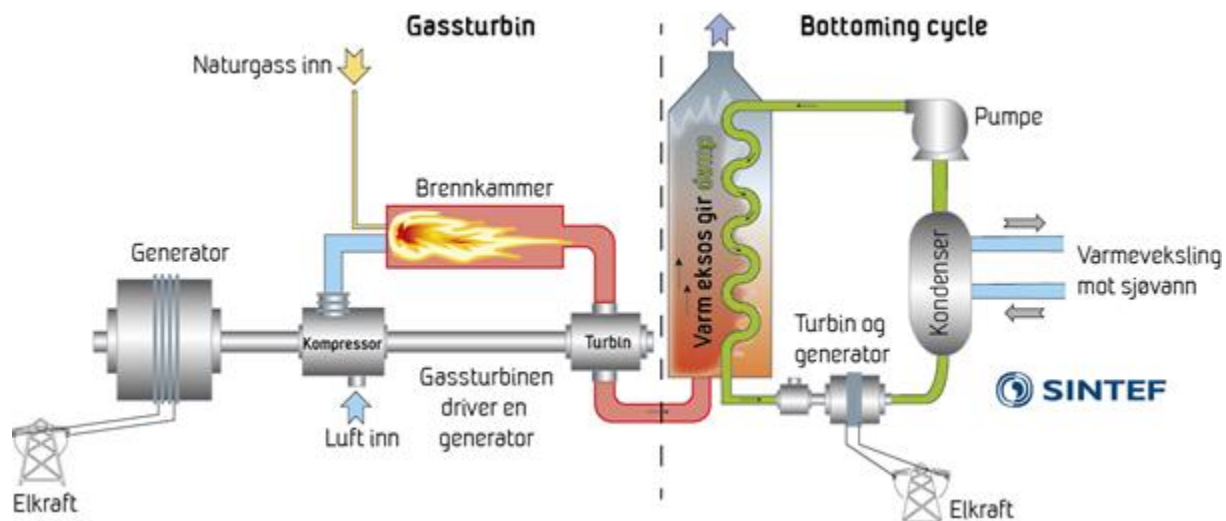
Oppsummert, porteføljen omfatter en lang rekke nye teknologier/metoder som kan bli tett integrert i virksomheten på norsk sokkel, og som har potensial for å kutte klimagassutslipp både på kort og lang sikt.

Vedlegg: Prosjekteksempler

COMPACTS - SINTEF ENERGI AS - "Kompakt bunnsyklus for offshore gassturbin"

Få klimatiltak gir større CO₂ kutt per brukte krone enn energieffektivisering. Utstyrs kostnad er ofte tjent inn innen et par år grunnet sparte driftskostnader fra mindre energibruk. Prosjektet COMPACTS hos SINTEF ENERGI AS legger til rette for mer effektiv energibruk på norsk sokkel, en sektor med et CO₂-utslipp som utgjør hele 29 prosent av Norges samlede utslipp av klimagasser. Åtte av ti kilo CO₂ som slippes ut fra plattformene, kommer fra gassturbiner på dekk. Disse forsyner plattformen med kraft. Men i eksosen er mye nyttig varme igjen. Ved å "hekte" på en dampturbin som kan utnytte restvarmen, kan "kombi-anlegget" produsere kraft av forbrenningsvarmen to ganger. Slik kan det dekke plattformers kraftbehov med et langt lavere gassforbruk enn det som går med i dag og med et CO₂-utslipp som blir fra 17 til 21 prosent mindre enn plattformene har nå.

Dampsystemer som kan brukes på denne måten, finnes allerede. Men de er for tunge og store til at de kan brukes på mange av plattformene. Formålet med COMPACTS har derfor vært å redusere vekten av kombi-anlegget eller bunnsyklusen så mye at den kan lettere implementeres og dermed føre til lavere CO₂ utslipp på norsk sokkel. Hvis bunnsyklusen blir kompakt nok, kan den implementeres offshore og gi direkte reduksjon i utslipp på opptil 25%.



Figur 13 SINTEF AS

Kilde: Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/233947>)

Wind-powered Water Injection (WIN WIN) - DNV GL AS

WIN WIN (WIND-powered Water INjection) representerer et nytt og unikt konsept, som integrerer havvind og petroleumsteknologier. Teknologien er utviklet av DNV GL i et samarbeid med aktører fra industrien. WIN WIN er et vinddrevet vanninjeksjonssystem som tilfredsstillende tekniske, funksjonelle og kommersielle krav, og som representerer et realistisk alternativ til konvensjonelle systemer. Prosjektet kombinerer kjent teknologi anvendt på en ny måte med formål å øke oljeutvinning ved å ta i bruk et vinddrevet vanninjeksjonssystem. Målet er å redusere CO₂-utslipp, øke fleksibiliteten og redusere kostnader.

Den første fasen av prosjektet (2015-2016) konkluderte med at det er teknisk gjennomførbart å drive en vanninjeksjonsprosess med kraft fra en flytende vindturbin. Ingen tekniske barrierer ble identifisert. En slik løsning oppfylder ytelsesmål og kan være et konkurransedyktig alternativ til konvensjonelle løsninger. I tillegg til å tilby olje- og gassoperatører et fleksibelt alternativ for å redusere kostnader, vil en slik enhet kunne bidra til betydelige CO₂-reduksjoner sammenlignet med dagens praksis. Under visse forutsetninger viser foreløpige beregninger i prosjektet at basert på et WIN WIN system med en 6MW vindturbin, antas det en årlig reduksjon av 16500 tonn CO₂ per år sammenlignet med bruk av kraft fra gastubiner.



Figur 14 DNV GL AS

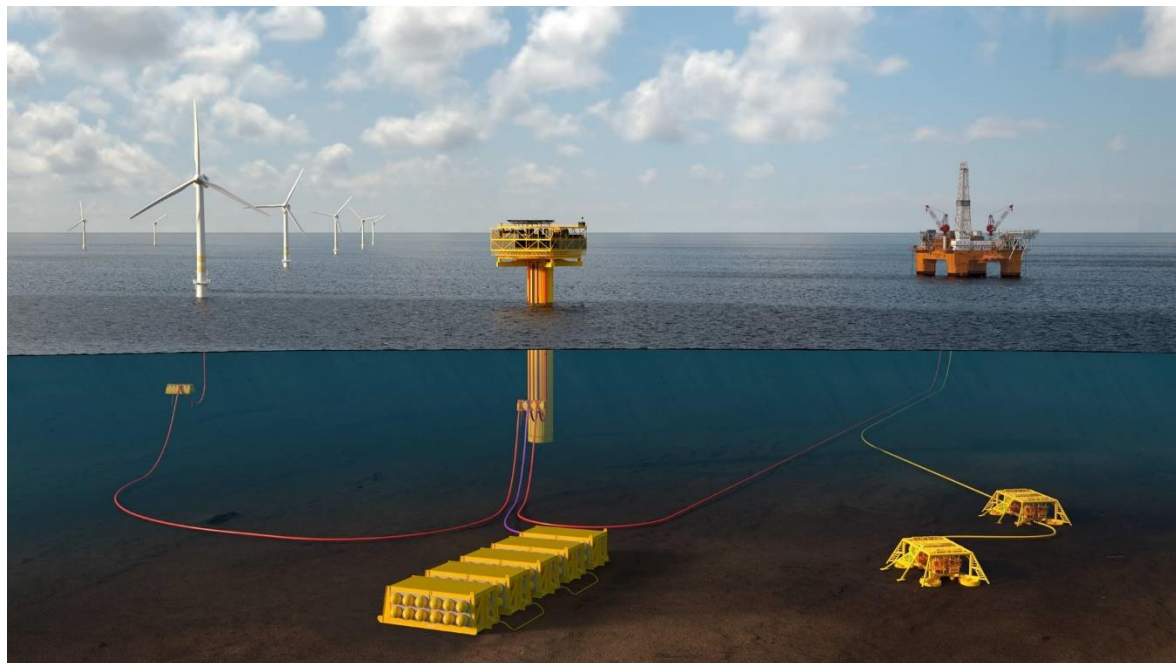
Kilde: Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/269193>)

Deep Purple, TechnipFMC/FMC Kongsberg Subsea AS

TechnipFMC utvikler løsninger for stabil offshore energiproduksjon basert på hydrogenteknologier i kombinasjon med flytende havvind. Deep purple-prosjektet har utviklet to hovedanvendelser av systemløsningen; fornybar kraft til olje&gass installasjoner og offshore storskala hydrogenproduksjon. Fornybar kraft til olje&gass installasjoner er et alternativ til bruk av gassturbiner og konseptet består av vindturbiner (flytende eller bunnfast), separat installasjon med vannbehandling, elektrolyse, kompressorer, brenselceller, kraftsystemer og tilhørende støttesystemer, samt et sesonglager for energi i form av et undervannssystem for trykksatt hydrogen. Dette off-grid energisystemet kan levere kraft i perioder uten vind og har potensiale til å redusere CO₂-utslipp med 80-100%.

Storskala offshore hydrogenproduksjon med eksport av hydrogen i rørledning til land har potensiale til å integrere store mengder variabel energi fra havvind inn i det europeiske energisystemet. Konseptet integreres med havvindparker på en egen installasjon med vannbehandling, elektrolyse, kompressorer, kraftsystemer og tilhørende støttesystemer, samt en rørledning til land som både transporterer hydrogenet til markedet og bufrer den variable hydrogenproduksjonen.

I tillegg er det identifisert en rekke andre potensielle anvendelser for Deep Purple systemløsning: komplett off-grid energisystem til øysamfunn, offshore fyllestasjon for maritim sektor og subsea hydrogeninfrastruktur (lager og rørledninger) for havneområder. Basert på resultatene i Deep Purple prosjektet har TechnipFMC etablert et eget satsingsområde innen offshore hydrogenløsninger som en del av selskapets Energy Transition strategi. Deep Purple prosjektet har resultert i en rekke nye prosjekter og muligheter for TechnipFMC og samarbeidspartnere.



Figur 15 TechnipFMC

Kilde: Energieffektiviseringsbrosjyren (Energieffektivisering og reduksjon av klimagasser 2018) og Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/282311>)

Green Ammonia fuelled four-stroke Engines on the Norwegian Continental Shelf, Wärtsilä Norway

En nøkkel til utslippsfri skipsfart er å kunne benytte nye og allerede installerte forbrenningsmotorer i en nullutslippsløsning. Wärtsilä har sammen med Nordiske industripartnere studert ammoniakk som et fremtidig karbonfritt brensel gjennom ZEEDS-initiativet som beskriver en produksjon og distribusjonsinfrastruktur for utslippsfritt drivstoff til skipsfarten. Hovedmålet er å utvikle systemer og kunnskap for å kunne benytte Grønn Ammoniakk som drivstoff i forbrenningsmotorer. Dersom ammoniakk kan framstilles uten utslipp av CO₂, vil det være et viktig skritt mot å gjøre shipping utslippsfri. Ammoniakk er mye enklere å håndtere i flytende form for store, havgående skip.

Katapultsenteret på Stord skal gjennomføre fullskala test av forbrenningsmotor som benytter ammoniakk som drivstoff. Er motortestene vellykket, kan den bli plassert om bord på et Knutsen-tankskip eller en Repsol-plattform og tatt i bruk om to-tre år.



Figur 16 Foto: Wärtsilä (Egil Hystad, Willy Vågen, Kjell Storelid) – www.wartsila.com

Kilde: Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/314691>)

Elektrisk stenging av produksjonsbrønner subsea - Aker Solutions

Aker Solutions og en rekke samarbeidspartnere jobber med å utvikle elektriske systemer som kan stenge olje- og gassproduksjonsbrønner på havbunnen like sikkert, mer energieffektivt og billigere enn tradisjonelle hydrauliske løsninger. De vil også bidra til høyere tilgjengelighet på brønnene.

I dag styres ventilene på undervannssystemer med hydraulikk levert og kontrollert fra en plattform via kabler (umbilicals). Ved en nedstengning faller hydraulikktrykket og mekaniske fjærpakker installert på ventilene vil tvinge ventilen til stengt posisjon. Undervannssystemene plasseres nå dypere og lengre vekk fra de plattformbaserte prosessanleggene. Dette krever lengre kabler, større plattformer og større mekaniske fjærpakker på undervannsventilene, i tillegg til at mengden hydraulisk væske som må lagres under vann øker.

Industrien er i økende grad fokusert på å finne elektriske løsninger for havbunnsutviklingen. Aker Solutions' elektriske aktuatorer er designet for å operere undervannsventiler med bruk av energi lagret lokalt i batterier. Systemene inneholder også et kontrollelement som forbedrer overvåkning, pålitelighet og respons, samtidig som kostnadene reduseres ved olje- og gassinstallasjoner på havbunnen. Ved bruk av elektriske aktuatorer vil Aker Solutions redusere kompleksiteten i systemet for stenging av undervannsventiler. En elektrisk løsning vil redusere behovet for hydraulikkssystemer på en plattform og fjerne behovet for hydraulikklinjer i kabelen, som i sum reduserer materialbehovet.



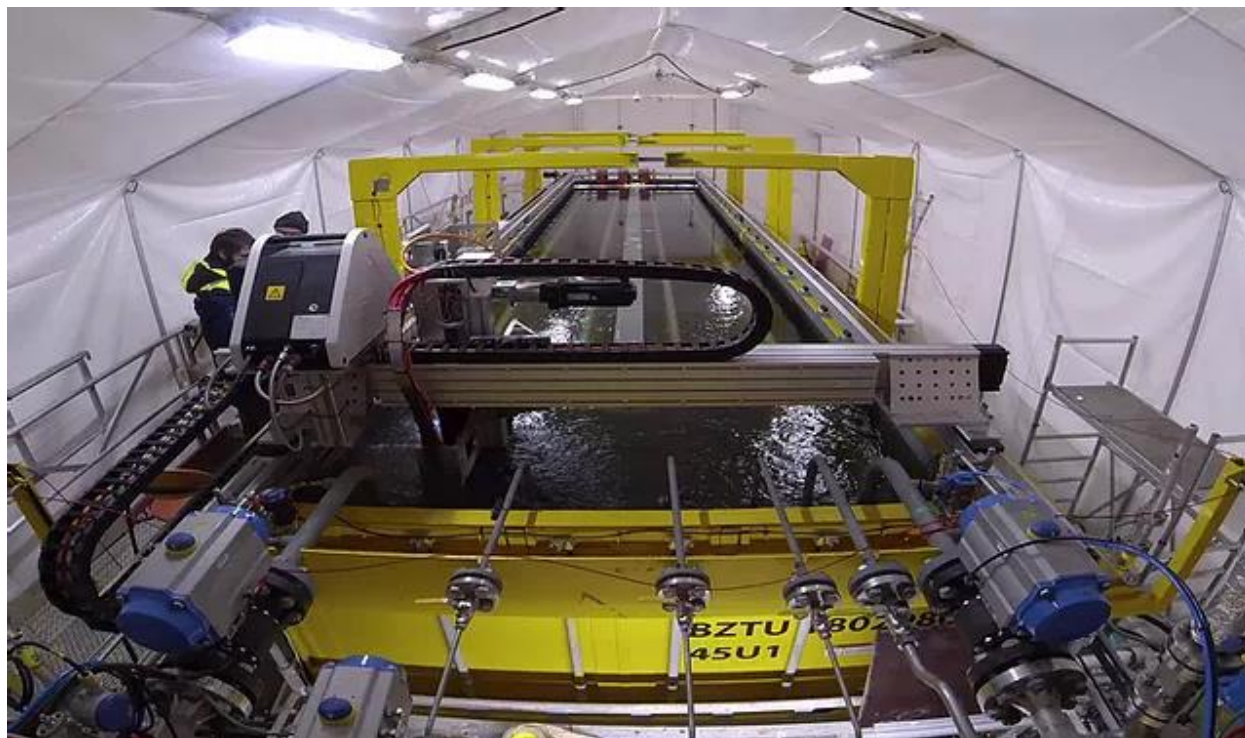
Figur 17 Foto: Aker Solutions AS

Kilde: Energieffektiviseringsbrosjyren (Energieffektivisering og reduksjon av klimagasser 2018) og Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/281917>)

ACS: Always-clean Cooling System - Empig AS

I dag benyttes svært dyre tiltak for å unngå voks og hydrat (isplugg), dette er isolasjon eller oppvarming og tilførsel av kjemikalier. Empig AS, i samarbeid med SINTEF AS, utvikler Flow Assurance teknologi som muliggjør transport av kald olje/gass over svært lange avstander. Dette uten bruk av miljøskadelige kjemikalier, termisk isolasjon eller varmesystemer som "electrical heat tracing/EHT" og "direct electrical heating/DEH). De har utviklet en subsea cooler som kontrollert kan kjøle ned brønnstrømmen til sjøvannstemperatur på havbunnen, og samtidig håndtere voks- og hydratavsetninger som vil dannes i kjøleren i nedkjølingsprosessen. Oljen som forlater kjøleren er kald og har ingen potensiale for voks- eller hydratdannelse nedstrøms => Cold Flow er nå mulig. Avsetningene i kjøleren fjernes kontinuerlig og følger rørstrømmen i fast stabil form helt til plattform/land.

Ved å oppheve dagens rekkeviddebegrensning kan oljen transporteres helt til land, og tilgjengelig kapasitet i eksisterende infrastruktur til sjøs (plattformer) kan utnyttes. Dette fører til betydelige kostnadsbesparelser (inntil 50% CAPEX/OPEX) og samtidig meget høyt kutt i CO₂-avtrykk – i størrelsesorden 100 tusen tonn CO₂ per prosjekt. I nye områder uten eksisterende infrastruktur kan produksjonen knyttes til land. Forbruket til offshore turbiner representerer rundt 85% av i CO₂-utslippene offshore. Ved å produsere til land muliggjør vi kostnadseffektiv elektrifisering som for ett felt potensielt kan spare flere hundre tusen tonn i CO₂ i året. Dersom bransjen tar i bruk metoden, som tillater transport av kald olje/gass, kan det gi store reduksjoner i CO₂-avtrykket fra hele O&G-industrien. Samt gjøre det mulig å utvikle Arktis og Barentshavet på en bærekraftig og kostnadseffektiv måte.



Figur 18 Foto: Empig AS

Kilde: Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/269246>)

Kvalifisering og demonstrasjon av MTR for muliggjøring av riggløs P&A - Aarbakke Innovation AS

Plugging og forlating av brønner er en kjent utfordring i O&G-bransjen. Ved hjelp av forskning utvikler Aarbakke Innovation nå et banebrytende verktøy som kan kutte kostnader og samtidig redusere miljøavtrykket. Plugging er et «nødvendig onde» for alle verdens operatørselskaper. Med dagens metode regner norske selskaper med å bruke 570 milliarder kroner på brønner som hittil ikke er plugget.

Ny teknologi skal muliggjøre riggless plugging av brønner med kontroll linje. MTR-teknologien omfatter i korte trekk et nedihullsverktøy som skal kjøres ned med kabel (wireline) til reservoaret hvor en tenker å sette permanent plugg (sement e.l). Der skal verktøyet fjerne en «kontrollinje» som ligger utenpå produksjonsrøret. Linja («MicroTube») ble installert før brønnen ble satt i produksjon og inneholder gjerne signalkabler (for overvåkning av trykk i reservoaret), eller brukt til kjemikalieinjeksjon. Poenget er at den må trekkes ut før brønnen kan støpes igjen og forlates, da linja vil være en potensiell lekkasjekilde om den forblir innstøpt. I dag brukes store krefter fra en rigg for å få produksjonsrøret (med linja utenpå) trukket opp til overflaten. Dette er kostbart. Både ift. transport og lagring / deponering.

MTR-verktøyet skal kjøres inn som et intervensjonsverktøy (uten bruk av rigg) og ultrasonisk lokalisere plasseringen av linja, maskinere et vindu gjennom produksjonsrøret, og dernest gripe tak i linja (i ringrommet - mellom produksjonsrøret og foringsrøret). Linja kuttet i ønsket lengde og trekkes så inn i produksjonsrøret og opp til overflaten. Dermed kan brønnen i etterkant støpes igjen og forlates, med produksjonsrøret stående igjen. Alle disse verktøymodulene har Aarbakke Innovation utviklet selv. Noen konsept er brukt i maskineringsteknologi fra andre kjente applikasjoner, noe er utviklet helt fra scratch. Prosjektet sikter nå mot å få bygget en pilot i løpet av 2021. Denne skal etter planen testes offshore for Aker BP.



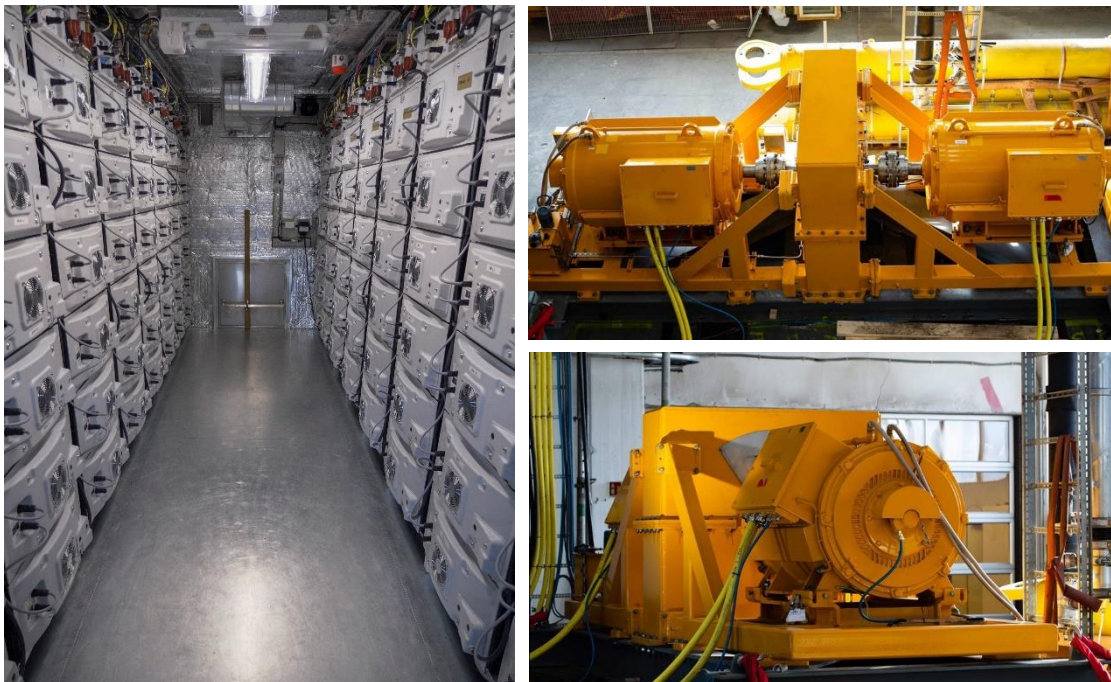
Figur 19 Illustrasjon: Aarbakke Innovation AS

Kilde: Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/313803>)

PowerBlade Hybrid - National Oilwell Varco Norway AS

Et av de største potensialene for offshoreinstallasjoner og -fartøy for å redusere både utslipp og driftskostnader er ved å redusere drivstofforbruket. Dette prosjektet har til hensikt å utvikle et kompakt og pålitelig høyeffektivt hybrid energilagringssystem som muliggjør betydelig drivstoffbesparelse på flytende borefartøy, og med et beskjedent krav til plass.

Systemet består av et svinghjul og en batteripakke, og disse to teknologiene komplimenterer hverandre i utførelsen av de ulike oppgaver som krever energitilgang, samt at begge har muligheten til å motta og lagre overskuddsenergi. Innføringen av dette systemet vil minimere behovet for et gitt antall dieselgeneratorer, samt muliggjøre en mer optimal drift av de generatorene som det fortsatt er behov for etter at PowerBlade systemet har startet å yte sin støtte. Til sammen vil dette føre til betydelige besparelser i drivstoff forbruk og utslipp av skadelige miljøgasser.



Figur 20 Foto: National Oilwell Varco Norway AS

Kilde: Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/282016>) og <http://www.nov.com>)

Norges forskningsråd

Postboks 564, 1327 Lysaker

Telefon: +47 22 03 70 00

post@forskningsradet.no / www.forskningsradet.no

Januar 2021

Foto omslag: Aker Solutions AS.

978-82-12-03881-3 (PDF)

Publikasjonen kan lastes ned fra
www.forskningsradet.no/publikasjoner

