



Energieffektivisering og reduksjon av klimagasser

En analyse av offentlig petroleumsforskning
2022 – 2025
Norges forskningsråd

Forord

Petroleumsvirksomheten på norsk sokkel spiller en stor rolle i norsk økonomi og vil fortsette med det i flere tiår fremover, både via statlige inntekter, industriell aktivitet, sysselsetting og teknologisk utvikling. Et helhetlig ansvar for best mulig forvaltning av de norske petroleumssressursene på en miljømessig bærekraftig måte er derfor svært viktig.

Petroleumssressursene tilhører fellesskapet, og virksomheten er viktig for finansieringen av velferdsstaten. Norge dekker 2–3 prosent av olje- og gassbruken i verden, spesielt Vest-Europa. Produksjonen på norsk kontinental-sokkel, fra norske olje- og gassfelt, er derfor viktig for europeisk energisikkerhet. Samtidig peker *Klimamelding 2035 – på vei mot lavutslippssamfunnet* på at utslippene fra sokkelen skal ned. Regjeringen vil jobbe for at utslippene

fra olje- og gassproduksjonen blir kuttet med 50 prosent innen 2030 og til netto null i 2050. Hovedmålet i petroleumspolitikken er å legge til rette for lønnsom produksjon av olje og gass i et langsiktig perspektiv, samtidig skal produksjonen skje effektivt og med lave utslipp.

Derfor er det viktig med forskningsbasert kunnskap om virksomhetens betydning – nå og i fremtiden, spesielt rettet mot å minimere fotavtrykket på miljøet. Sektoren er en av de største utslippskildene av klimagasser fra norsk territorium, og forskning og teknologiutvikling som fører til reduksjon av utslipp til luft er en viktig forutsetning for ressursforvaltningen på norsk sokkel og av stor betydning for å nå regjeringens klimamål.

Viktige mål med den offentlig finansierte petroleumsforskningen er å bidra med

ny kunnskap og teknologi for god forvaltning av olje- og gassressursene. I dette ligger også å stadig forbedre energieffektiviteten og minimere utslipp til luft og sjø. For å nå målene er det også viktig og nødvendig at tiden fra forskning til resultatene tas i bruk, kortes ned så mye som mulig til sektorens og miljøets beste både i Norge og globalt.

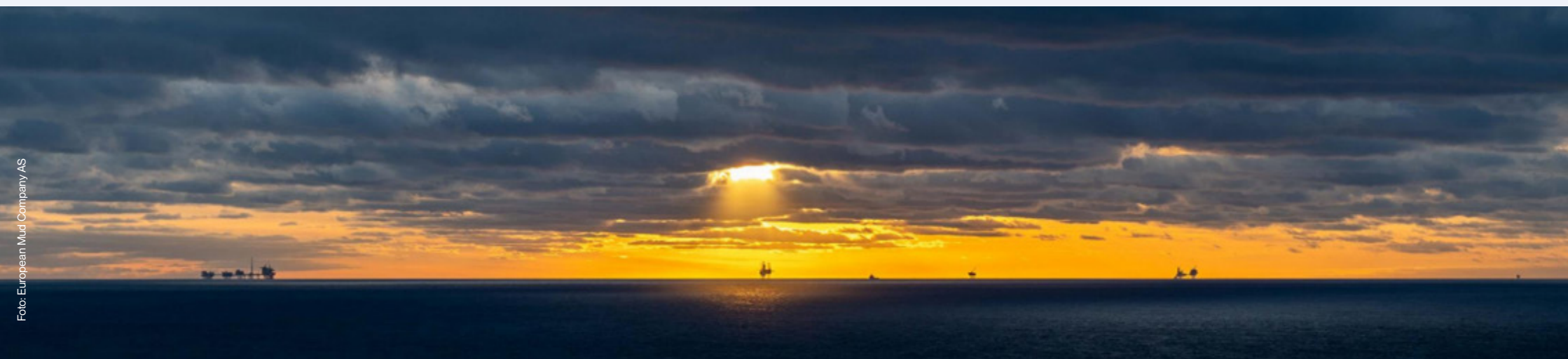
Analysen som ligger til grunn for denne brosjyren viser at Forskningsrådets midler til petroleumsforskning i perioden 2022–2025 har gitt støtte til 45 nye prosjekter, både hos forskningsmiljøene og i næringslivet, som vil få positive effekter for miljøet når de blir tatt i bruk. Mange av forskningsresultatene vil bidra til redusert utslipp av klimagasser, både direkte – ved å redusere antall tonn produsert CO₂

fra en utslippskilde, eller indirekte – ved mer energieffektive prosesser.

Prosjektene dekker hele verdikjeden fra grunnforskning, via industriell forskning til eksperimentell utvikling og pilotering. De treffer både teknologi som kan implementeres raskt, og langsiktig forskning mer rettet mot 2050-målene. I denne brosjyren presenterer vi noen av prosjektene. En fullstendig oversikt over prosjekter som har bekreftet at de vil kunne bidra til energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp er listet bakerst i brosjyren. Dette er femte utgivelse av denne rapporten. Lignende analyser ble utført i 2012, 2015, 2018 og 2022.

God lesning!

Kimberly C. Mayes
Seniorrådgiver Forskningsrådet



Prosjekter som åpner nye muligheter

Offentlig petroleumsforskning bidrar til at Norge når sin del av verdens klimamål. En analyse viser at 61 prosent av petroleumsrettede prosjekter bevilget av Forskningsrådet de siste 4 årene utvikler kunnskap og teknologi som kan bidra til energieffektiviseringstiltak og lavere utslipp av klimagasser på eksisterende og nye installasjoner på norsk sokkel.

Forskningsrådet har utført en kartlegging av prosjekter innen forskning og utvikling rettet mot olje og gasssektoren, for å få en klar oversikt over prosjekter som kan føre til energieffektivisering og/eller reduksjon av utslipp til luft. Analysen bygger på prosjekter rettet mot problemstillinger knyttet til petroleumsvirksomheten i åpne områder på norsk sokkel. Alle petroleumsrettede prosjekter med oppstart i perioden 2022 til 2025 er kontaktet, totalt 74, og 64 prosjekter har svart. Dette gir en svarprosent på 87. Tallgrunnlaget i analysen baserer seg på tilbakemeldinger fra prosjektene. Prosjekter som ikke har besvart henvendelsen har blitt satt til «ikke relevant».

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 prosesser. Analysen ser også på om prosjektene er målrettet mot eller relevant

for lavere utslipp til luft. I de målrettede prosjektene er lavere utslipp av CO₂ hovedmålet med prosjektene. Analysen viser at 15 prosent av prosjektene er direkte målrettet mot lavere utslipp av klimagasser, mens 46 prosent av prosjektene har relevans når teknologien tas i bruk. I de sistnevnte prosjektene er ikke energieffektivisering hovedmålet med prosjektet, men utløses gjennom forskning og innovasjoner som i utgangspunktet er laget for helt andre formål, som robotisering, automatisering eller optimalisering av metoder og prosesser.

Totalt har 45 av prosjektene (61 %) bekreftet at deres prosjekt har potensial for energieffektivisering eller mindre utslipp til luft. 38 av prosjektene (51 %) oppgir at de har potensial for energieffektivisering og 21 prosjekter (28 %) potensial for mindre utslipp til luft – på tvers av prosjekttyper og fagområder. I tillegg svarer 43 prosent at de også har annet positivt miljøpotensial, som lavere utslipp til sjø, CO₂ fangst og

lagring, mindre bruk av kjemikalier og fornybar energi. Prosjektene dekker store deler av TRL-skalaen, der noen prosjekter relativt raskt kan gi resultater, mens andre først vil gi resultater på lengre sikt. Mange av prosjektene har potensial for flere miljøgevinster, slik at summen av antallet oppgitt per tema er større enn antall besvarelser.

Eksempler på forskning og teknologiutvikling som vil bidra til lavere utslipp fra produksjon av olje og gass er vist etter hvert tematisk delkapittel. En oversikt over prosjektene som har bekreftet relevans til energieffektivisering og/eller mindre utslipp til luft er listet bakerst i brosjyren. Dere kan også lese mer om prosjektene i Forskningsrådets prosjektbank ved å søke på prosjektnummer eller deler av tittelen: prosjektbanken.forskningsradet.no.

Målrettet forskning på miljøvennlig ressursutnyttelse

Utslippene fra olje- og gassvirksomheten utgjør rundt en fjerdedel av de samlede norske klimagassutslippene. Litt over 80 prosent av CO₂-utslippene kommer fra lokal strømproduksjon offshore ved bruk av gassturbiner. Behovet for kraft til offshore operasjoner og drift er stort, så det er et stort behov for økt kompetanse og ny teknologi for nye eller forbedrede måter å generere kraft.

Eksempler på dette er gassturbiner med høyere effektivitet, videreutvikling av kombikraftanlegg (varmegjenvinningsenheter og dampsturbiner), hydrogen til innblanding i naturgass og forbrenning av andre gasser som gir mindre eller ingen klimagassutslipp. Effektivisering av kraftproduksjon er et av de viktigste og mest miljøvennlige virkemidlene for energisparing og reduksjon av utslipp.

15 prosent av petroleumsprosjektene med oppstart 2022–2025 er direkte målrettet mot å utvikle teknologier for lavere utslipp av klimagasser på norsk sokkel. En tilsvarende analyse utført i 2022 viste at 14 prosent av petroleumsporteføljen var målrettet, så dette viser at lavere utslipp av klimagasser fortsatt har høy prioritet i petroleumsindustrien.

Mange ulike teknologier og metoder vil kunne bidra til lavere utslipp, både ved å redusere behovet for kraft, og ved at energiproduksjonen først kan bli hybrid (med både fossile og fornybare kilder) og etter hvert helt fornybar. Hovedandelen av de målrettede prosjektene er innen kraftgenerering med mindre utslipp til luft. De adresserer spesielt teknologi som bidrar til mindre behov for tilført kraft, bruk av hydrogen til innblanding i naturgass og ammoniakk som drivstoff.

I tillegg arbeider to PETROSENTRE målrettet med å redusere klimagass-utslipp og øke energieffektiviteten innen olje og gassvirksomheten. Senterne utvikler nye teknologier og konsepter for offshore energisystemer, energieffektivisering og integrasjon av eksisterende infrastruktur for fornybar kraftproduksjons-teknologi for implementering på norsk sokkel.

► **SINTEF ENERGI** vil bidra til reduksjon av klimagassutslipp og miljøpåvirkninger fra offshore varme- og kraftproduksjon. Gassturbiner som bruker naturgass som drivstoff er hovedkilden for å generere elektrisk og mekanisk kraft, samt varme, i offshore olje- og gassutvinningsanlegg. På norsk sokkel er gassturbiner fortsatt hovedkilden til klimagassutslipp. Ammoniakk (NH_3) og hydrogen (H_2) produserer ikke CO_2 når de forbrennes, og regnes derfor som potensielle alternative drivstoff for å fullstendig avkarbonisere både nye og eksisterende offshore olje- og gassanlegg, spesielt på avsidesliggende steder hvor det ikke er mulig å implementere andre løsninger, som elektrifisering. Blå og grønn NH_3 har svært lave utslipp oppstrøms, sammenlignet med forbrenning av naturgass (metan), og det er derfor potensial for å redusere de totale CO_2 -utslippene med rundt 94 % ved å bytte drivstoff. Prosjektet skal bidra til å

overvinne eksisterende viktige tekniske barrierer for å ta dette i bruk offshore, inkludert en kompakt reaktor og prosess designet med tanke på offshore-krav og operasjonelle behov (336549).

► **TECHHOUSE AS** skal bidra til energieffektivisering og reduserte utslipp til luft fra kraftproduksjon offshore. Enkelt forklart: En gassturbin er i prinsippet en jetmotor som driver en generator, og eksosen som kommer ut er svært varm. Dette er varme som normalt går rett til værs. I et kombikraftanlegg (Combined Cycle Power Plant) utnyttes denne varmen til å koke vann til damp i en dampkjele, og dampen driver en ekstra turbin som lager mer strøm uten å bruke mer gass. Prosjektet tester en ny, kompakt utgave av en slik dampkjele, en gjennomstrømningskjele (Once Through Steam Generator, OTSG), der vannet varmes opp, fordampes og overhetes i et kontinuerlig løp gjennom rørene. Grunnen til at dette ikke allerede gjøres på de fleste plattformer, er at konvensjonelle dampkjeler er for store og tunge. Techhouse har derfor utviklet en kjele med mye tynnere rør (ned mot 14 mm mot normalt 24-42 mm), som kan gi opptil 50 % vektreduksjon. Tynne rør er imidlertid mer utsatt for vibrasjoner og materialtretthet (utmattning), og dette må dokumenteres før industrien tør å ta teknologien i bruk.

Ved å gjenvinne varme som i dag slippes ut i atmosfæren vil Techhouse AS produsere mer strøm fra samme mengde gass.



Foto: Techhouse AS

I prosjektet testes derfor en pilot mot eksosen fra en 5 MW gassturbin hos Sustainable Energy / Norsk Katapult-senter, sammen med SINTEF Energi og TotalEnergies, ConocoPhillips og Equinor. Et kombikraftanlegg øker virkningsgraden i kraftproduksjonen med opptil 33 % og reduserer CO₂-utslippene med opptil 25 % sammenlignet med dagens konvensjonelle løsning (gasturbin i enkel syklus). For et typisk dimensjonert anlegg offshore tilsvarer dette en gjennomsnittlig reduksjon på ca. 100 000 tonn CO₂ per år, i tillegg til redusert NOx-utslipp og brenngassforbruk (346573).

► **SINTEF** skal bygge kunnskap og teknologi for å redusere utslipp fra naturgassutvinning. De skal utvikle neste generasjons polymermembran for fjerning av CO₂ fra naturgass, for å redusere metanutslipp og fakling. Robuste membraner med høy ytelse vil gi betydelige kostnadsreduksjoner for CO₂-fangst og redusert metantap. Membransystemene er kompakte og modulære systemer med lav vekt, og er ekstremt egnet for plassering på oljeplattformer til havs for CO₂-fangst på stedet og umiddelbar reinjeksjon i akviferer (grunnvannsmagasiner) eller tømte oljereservoarer. Resultatet vil være nye, stabile og høytytende CO₂-

separasjonsmembraner som kan gi betydelige kostnadsreduksjoner sammenlignet med eksisterende membraner og absorpsjonsteknologi (352544).

► **ZEG POWER AS** har utviklet en teknologi for produksjon av hydrogen fra naturgass eller biogass med integrert CO₂ fangst. Prosessen er basert på såkalt «sorption enhanced reforming» (SER). Her tilføres naturgass og vanddamp til en reaktor hvor metan spaltes til hydrogen og CO₂. Samtidig brukes et fast sorbentmateriale som binder CO₂ direkte i reaktoren. Dette gir en høyere andel hydrogen sammenlignet med annen teknologi. Sorbenten overføres til en regenerator hvor ren CO₂ frigjøres og som deretter kan lagres. En viktig egenskap ved ZEG-prosessen er at den kombinerer reformering og karbonfangst i ett og samme system. I tradisjonelle anlegg skjer hydrogenproduksjon og CO₂-separasjon i flere separate prosessstrinn, noe som øker både energiforbruk og kostnader. Ved å integrere disse funksjonene reduserer ZEG antall prosessledd, noe som gir en mer kompakt løsning og høyere energieffektivitet. I perioden 2022–2024 testet ZEG teknologien sin i et demonstrasjonsanlegg på Kollsnes.

Nå arbeider selskapet med å videreutvikle teknologien slik at den kan skaleres opp til større anlegg. Målet er å gjøre det mulig å produsere store mengder hydrogen med lave utslipp og dermed bidra til å redusere klimabelastningen fra bruk av naturgass i Norge (332335).

Stort potensial for miljøgevinst innen mange teknologiområder

Hovedandelen av prosjektene som har oppgitt potensial for energieffektivisering eller redusert utslipp til luft, har ikke reduksjon av klimagasser som hovedmål. Potensialet utløses når man tar i bruk kunnskap og teknologi rettet mot innovasjoner som i utgangspunktet er laget for helt andre formål. En indirekte måte å oppnå lavere utslipp til luft på er å effektivisere prosesser, slik at det går raskere å utføre oppgaven. Når en bruker kortere tid på samme operasjon, betyr det lavere utslipp til luft. Redusert gjennomføringstid for energikrevende prosesser og forbedrede arbeidsprosesser ved produksjon og drift, er eksempler på dette. Bedre utnyttelse av produksjonsdata, økt kunnskap for bedre beslutningsstøtte, optimal drift og automatisering av prosesser vil gi en mer effektiv produksjon av olje og gass. En viktig del av disse prosjektene er å redusere risiko for uønskede hendelser,

som igjen vil gi økt driftssikkerhet, redusert fakling, lavere risiko for lekkasjer og sikrere arbeidsmiljø. Mange offshore operasjoner er avhengige av støttefartøy eller rigg. Ved å utføre slike operasjoner raskere, eller ved bruk av mindre støttefartøy, vil en oppnå et betydelig kutt i utslipp av klimagasser fra drivstoff. Majoriteten av prosjektene er rettet mot boring og brønnteologi, flerefasetransport, subsealøsninger, optimalisert produksjonsstrategi, levetidsforlengelse av infrastruktur, mer autonome prosesser, bedre overvåking og økt kunnskap om undergrunn og reservoar.

Boring og brønntechnologi

Kostnadene for boring og brønn utgjør en stor del av totalkostnadene ved utbygging av olje- og gassfelt. Operatørene ønsker forskning og teknologi som kan gi mer kostnadseffektive operasjoner og mer energieffektive prosesser. Energieffektivisering kan komme gjennom raskere og smartere bore- og brønnoperasjoner, at enkelte operasjoner flyttes fra store borerigger til lettere fartøyer eller at behovet for støttefartøy reduseres. Robotisering og automatisering reduserer den totale operasjonstiden, som igjen bidrar til å redusere det totale energiforbruket og gir lavere utslipp av CO₂ per produsert oljeenhet. I tillegg gir forskningen større innsikt i kompleksiteten i operasjonene og bedre beslutningsstøtte, som

bidrar til både sikrere og mer effektive operasjoner.

► **COREAL AS** sin eXRES teknologi gir overføring av kritiske loggedata underveis i kjernebore-prosessen. Sammen med CoDril nedihulls konverterbar borekrone kan både boreintervaller og kjernebore-intervaller gjennomføres uten rundtur til overflaten for å bytte utstyr. Med denne teknologien kan geologen bestemme når det skal kuttet kjerneprøve basert på nedihullsdata. eXRES vil gi geologen «øyne» for å se formasjoner og geologiske lag i undergrunnen. Undersøkelser viser en besparelse på 38 timer i snitt for letebrønner. Det gir betydelige besparelser i tid, kostnad og utslipp for leteboring. Analyser viser besparelser på opptil 150 tonn CO₂

per letebrønn. Analyser viser også at besparelser i tid, energiforbruk og utslipp bidrar til mellom 35% og 40% besparelse for boring av reservoarseksjonen på olje og gass letebrønner. Analyser av letebrønner for CO₂-lagring viser et enda høyere potensiale, som skyldes at CCS letebrønner typisk inkluderer enda flere kjerneprøver, det inkluderer også kjerneprøver fra bergarten over reservoaret for å dokumentere forseglings egenskaper (356002).

► Uventet høyt poretrykk i undergrunnen er fortsatt en utfordring på norsk sokkel, til tross for olje- og gassleting og produksjon over mange tiår. Uventede høye trykk kan føre til tap av bore-slam, gassinntrengning og i verste fall utblåsning og tap av brønn. Et prosjekt ved **SINTEF** skal kombinere fysikkbasert

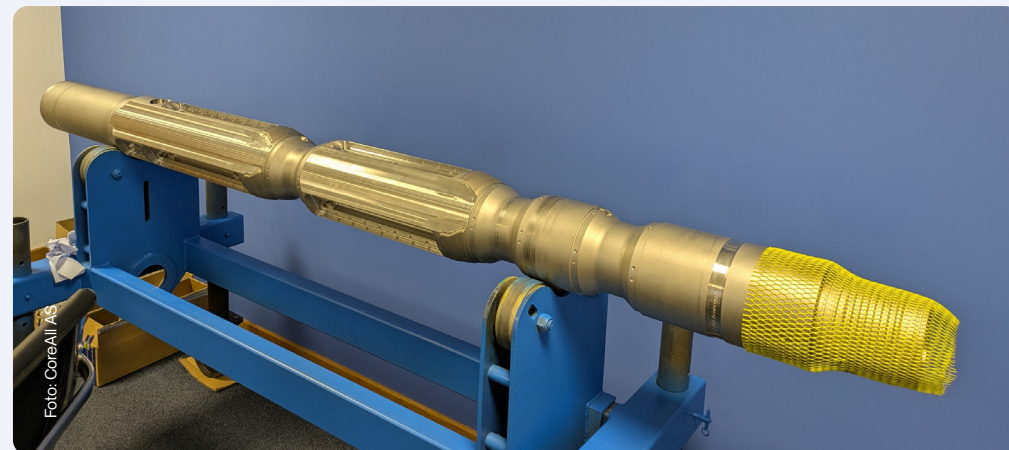
modellering og 3D usikkerhetsmodelleringer av vanntrykk med maskinlæring for å kunne bedre forutsi poretrykk langs en planlagt brønnbane. Dette vil resultere i bedre predikeringer av poretrykk i undergrunnen, robuste oppdateringer av trykk og boreslam under boring, sikre og kosteffektive boreoperasjoner, redusert nedetid, samt mindre energibruk og mindre utslipp av klimagasser. Prosjektet vil også kunne bidra til raskere boreoperasjoner (344455).

► **APITEQ AS** har utviklet en kamera-basert 3D skanner-løsning for skanning av borekroner. Skanneren gir meget presise 3D modeller av borekrone, som kan benyttes til digital inspeksjon. Med en spesiell AI-basert software analyseres 3D modellen automatisk og

Lab Prototype tool av CoreAll eXRES teknologi



Felt Prototype av eXRES collar (External Resistivity Logging While Coring)



gir en detaljert beskrivelse av slitasje ned til hver enkelt PDC kutter. Bruk av analyseverktøyet gir økt forståelse av bore-prosessen og bedre utnyttelse av bore-ressurser gjennom redusert slitasje, samt redusert bore-tid og derigjennom reduserte kostnader og CO₂ avtrykk. APIteq har også tatt teknologien et skritt videre og utviklet en eksperimentell prototype for 3D skanning av borerør i bevegelse. Teknologien er annerledes, her brukes laser-sensorer. Formålet er tilsvarende, nemlig å muliggjøre digital inspeksjon av boreutstyr på rigg. Det vil forbedre utnyttelsen av boreutstyr, hindre at skadet utstyr kjøres på nytt med potensielle store negative konsekvenser, men også optimalisere utstyrs-bruk ved at utstyret kan brukes lenger uten å måtte sendes på land for manuell inspeksjon. I Norge brukes boreteknologi hovedsakelig innen olje og gass, og karbon-fangst og lagring. Teknologien har imidlertid et stort internasjonalt potensial, ikke minst i forbindelse med geotermiske brønner, hvor hardt fjell og krevende boring er vanlig (337141).



Foto: APIteq AS

APIteq AS pilot-testing av 3DRILL borekrone-skanner

APIteq AS prototypetesting av 3DRILL G2 borerør-skanner i verksted

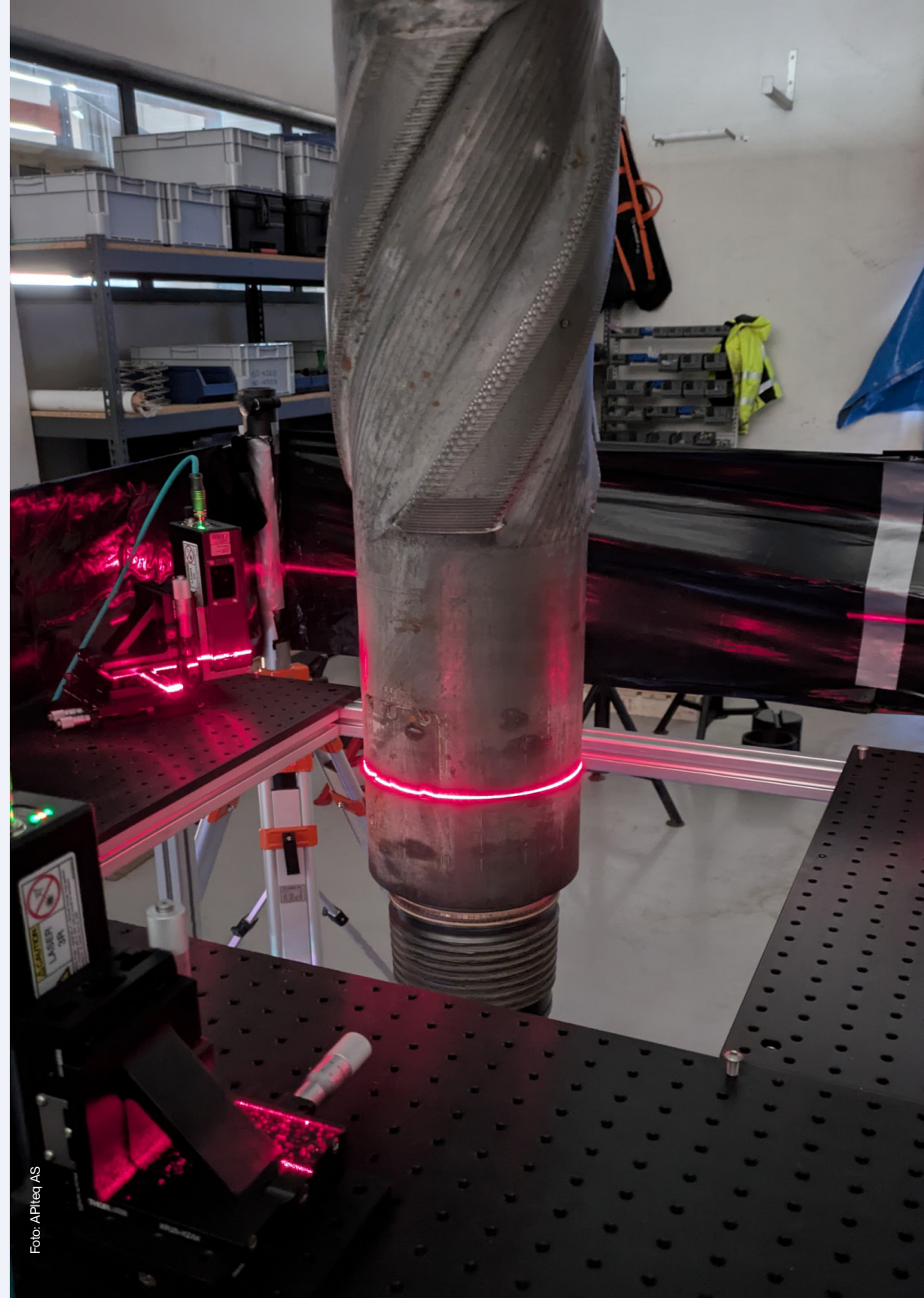


Foto: APIteq AS

► RISAVIKA GJENVINNING AS

har som mål å nyttiggjøre betydelige mengder avfall fra boreindustrien som tidligere har måttet deponeres. Dette skal skje ved at borekaks behandles og tilsettes som råstoff eller innsatsfaktor i produksjon av betong. Målet er at gjenvinningsgraden økes fra dagens 25% til rundt 95%, og bidra til å gjøre store mengder avfall om til en ressurs. En vesentlig utfordring er at borekaks normalt består av svært variable masser. En vesentlig del av prosjektet omhandler metoder for å separere, behandle og spalte fraksjoner, slik at en oppnår mer homogene og enklere nyttbare masser. Dagens deponeringsløsninger krever betydelig transport fra ilandføringssted til deponier. Prosjektet viser at denne transportinnsatsen også kan minimeres ved større nærhet mellom ulike prosesselementer og en integrert logistikk (346775).

► **NORCE** vil bidra til reduserte CO₂-utslipp fra petroleumsindustrien ved å gjøre offshore kveilerørsoperasjoner (coiled tubing) mer effektive, presise og sikre. Kveilerør er kontinuerlige stålrør på trommel som brukes til brønnintervensjon, boring og plugging av brønner. Det ligger et stort potensial i å øke anvendelsen av slike kveilerør fremfor tradisjonelle metoder til en del

operasjoner og dermed muliggjøre bruk av lettere fartøy med betydelig lavere utslipp. I dag begrenses bruken av usikkerhet, begrenset måldata og behov for konservative sikkerhetsmarginer. Prosjektet utvikler derfor avanserte simuleringsmodeller, bedre instrumentering og mer automatiserte beslutningsstøttesystemer som kan overvåke brønntilstanden i sanntid og justere operasjonen underveis. Dette er med på å redusere ikke-produktiv tid, forebygge driftsproblemer, redusere risikoen for menneskelige feil og gjøre det mulig å gjennomføre flere operasjoner med lettere fartøy i stedet for store borerigger. Samlet vil dette gi lavere energibruk, redusert drivstoff-forbruk og lavere utslipp per operasjon. Prosjektet er særlig relevant for de flere tusen norske brønner som skal plugges permanent i årene som kommer (352740).

► **NORCE** skal bidra til å redusere geologisk usikkerhet rundt og litt foran borekronen under boring. Teknologien kan «se» elektriske kontraster i bergartene flere titalls meter rundt brønnen og noe fremover i bore-retningen. Dette gjør det mulig å oppdage lag-grenser, forkastninger, væskekontakter og uønskede geologiske endringer tidligere enn

med konvensjonelle boremålninger. Ved å gi et mer pålitelig bilde av undergrunnen i sanntid, kan man støtte bedre geosteering-beslutninger og redusere risikoen for at brønnen bores ut av målsonen. Dette kan igjen redusere behovet for kostbare sidetracks (omdirigering av brønnen), redusere ikke-produktiv tid og bidra til lavere energibruk og utslipp per brønn. Bruk av teknologien forventes å redusere geologisk usikkerhet ved å oppdage formasjonsgrenser, forkastninger og væskekontakter tidligere enn konvensjonelle arbeidsflyter. Den kvantitative effekten på lavere CO₂-utslipp gjennom en mer energieffektiv prosess kan estimeres gjennom redusert sidesporing, kortere ikke-produktiv boretid og forbedret brønnplassering (336385).

► **NORCE RESEARCH** bidrar til utslippsreduksjon ved å gjøre boring mer presis og gi bedre beslutningsgrunnlag. Prosjektet utvikler metoder som bruker sanntidsdata fra boreoperasjonen til å si mer om geologien foran borekronen. Det gjør det lettere å styre brønnen riktig mens den bores, og kan redusere behovet for tekniske sidesteg, omboring og andre unødvendige operasjoner. Kortere og mer treffsikker boring betyr færre brønner, mindre riggtid og

dermed lavere CO₂-utslipp. Prosjektet bruker og utvikler spesialiserte generative nettverksmodeller, og kunstig intelligens som raskt kan lage realistiske forslag til hvordan geologien kan se ut. Målet er å gi boreteamet et godt usikkerhetsbilde av hva som ligger foran borekronen uten modellering av full kompleksitet. Slike raske, spesialiserte modeller kan redusere behovet for tunge beregninger på store datamaskiner eller i skyen, og dermed redusere både beregningskostnader og energibruk. Utover optimalisering av sivile boreoperasjoner ligger det viktigste grønne potensialet i bedre geotermisk energiproduksjon. Geotermiske brønner er avhengige av å treffe riktige geologiske soner for å gi varme og gjennomstrømning. Prosjektet kan bidra til billigere og mer presis brønnplassering og bedre håndtering av usikkerhet også her, og dermed gjøre geotermiske prosjekter mer forutsigbare, mindre risikofylte og mer attraktive som lavutslipps energiløsning (344236).

► Sement og jern har spilt en viktig rolle i historien. Fra jernalderen og fram til i dag finner vi disse materialene overalt, i turistattraksjoner som pyramidene i Egypt og på Troll A-plattformen i Nordsjøen. Portland-sement er den mest brukte sementtypen. Produksjon av sement, inkludert brønnsement for olje- og gassindustrien, er en betydelig kilde til klimagassutslipp. Den bidrar til hele 6-8 prosent av de globale CO₂-utslippene. Til sammenligning bidrar stålindustrien med 8-10 prosent. **UNIVERSITETET I STAVANGER** forsker på alternative bindemidler, som geopolymerer, og resultatene fra prosjektet viser at dette potensielt kan redusere CO₂-utslippene med opptil 80 % sammenlignet med tradisjonell sement (357903).

► **MUDSIM AS** utvikler algoritmer for best mulig beslutningsstøtte for valg av borevæske, slik at tilgjengelig informasjon og erfaringer kan brukes for å velge borevæsker for fremtidige brønner, med mindre utslipp av kjemikalier og mindre CO₂-utslipp. Målet er å oppnå 5 % redusert NPT (Non-Productive Time), 50 % redusert miljøpåvirkning og 50 % mer effektiv planlegging av borevæsker, ved å samle flere kritiske boreparametere i én helhetlig simuleringsplattform. NPT betyr tid i boreoperasjonen hvor man ikke produserer verdi, for

eksempel ved tap av sirkulasjon, dårlig hullrensing eller ustabilt brønnhull. MudSim samler erfaringstall, geologiske data og operasjonelle input i én digital arbeidsflyt. Ved å simulere forhold som ECD (Equivalent Circulating Density - trykket borevæsken utøver under sirkulasjon), hullrensing, tap av væske til formasjonen og hullstabilitet før operasjonen starter, kan man identifisere risiko tidligere og velge mer robuste borevæskeparametere. Det gjør at ingeniørene raskere kan teste alternative løsninger og se konsekvensene direkte, i stedet for å bruke tid på manuelle beregninger og flere iterasjoner. Dette reduserer sannsynligheten for driftsforstyrrelser og gir færre uforutsette hendelser i gjennomføringen. Når det gjelder miljøpåvirkning, gjør MudSim det mulig å sammenligne borevæsker. Ikke bare teknisk, men også ut fra klima- og avfallsprofil. Systemet vurderer blant annet kjemisk sammensetning, forventet væskeforbruk, avfallsmengde og behov for utskifting eller transport av væske. Dette gir grunnlag for å velge løsninger med lavere utslipp, mindre avfall og bedre mulighet for gjenbruk av borevæske (346639).

► **NORCE** studerer primærsementering av foringsrør i brønner som har uregelmessige geometrier langs åpen hull-seksjonen, med mål om å bidra til mer effektive sementeringsoperasjoner, forbedret sikkerhet, reduserte miljømessige risikoer og styrket brønnintegritet i brønner for hydrokarbon-produksjon og underjordisk lagring. Prosjektet kombinerer grunnleggende og anvendt forskning ved bruk av numeriske, analytiske og eksperimentelle metoder. Nye teknologiske fremskritt innen brønnabbildning og kaliperlogging muliggjør nå høyoppløselig kartlegging av den faktiske geometrien, og i nær fremtid forventes det at slike data vil være tilgjengelige for operatører nær sanntid ved bruk av wired-pipe-løsninger. Den nye kaliperteknologien, 4D Caliper-verktøyet, er allerede tatt i bruk av prosjektets industrielle partnere, og geometrimålinger fra brønner boret på norsk sokkel viser et bredt spekter av uregelmessige strukturer, inkludert spiralformasjoner i brønnløpet, avsatser og hulrom. Målet er å gjøre operatører i stand til å ta proaktive beslutninger knyttet til foringsrørsetting og sementering i uregelmessige brønner, og dermed forbedre fremtidig brønnintegritet. Forventede effekter inkluderer forbedret sementeringskvalitet

(tett og ukontaminert sementkappe med sterk binding), opprettholdelse av soneisolasjon og reduksjon av negative miljøeffekter som potensielt kan oppstå som følge av gassmigrasjon, lekkasje eller utblåsning. Et eksempel på sistnevnte er Deepwater Horizon-hendelsen (352936).

► **PRORES AS** vil bidra til tryggere og mer effektiv boring. «At-the-Bit Mud Loss Control» er en kostnadseffektiv bore- og brønnkonstruksjonsteknologi med lavere miljøavtrykk ved mindre behov for LCM-materialer og ved å unngå alvorlige oljesøl fra en potensiell ulykke. LCM (lost-circulation material) er en fellesbetegnelse på partikler som tilsettes borevæske. Under boring kan brønnen begynne å lekke og partiklene fylle porer i bergarten, slik at ikke borevæsken lekker ut fra borehullet. Lavere CO₂-utslipp vil oppnås ved mindre tid brukt på feilsøking i tilfelle alvorlige slam-tap. De nye teknikkene kan også brukes i brønner for sikker CO₂-lagring ved å forsegle potensielle lekkasjeveier, og som en alternativ metode for plugging og forlatelse av det store og økende antallet gamle brønner (346594).

Permanent plugging av brønner

Permanent plugging av brønner (P&A – plugging and abandonment) utgjør mer enn halvparten av kostnadene ved avslutning og fjerning av gamle olje- og gassinstallasjoner. Ifølge Sokkeldirektoratet er det rundt 2900 brønner på norsk sokkel som skal stenges ned og plugges i tiden framover. Det er derfor viktig at det utvikles teknologi for å redusere både miljøskadelige utslipp og kostnader for disse nedstengingsprosessene. For petroleumsrettede utlysninger rettet mot næringslivet, har Forskningsrådet derfor også prioritert prosjekter rettet mot kostnadseffektiv nedstenging av olje- og gassbrønner på norsk sokkel, i tillegg til lavere klimagassutslipp. Her ser vi utvikling av ny teknologi som vil gjøre det mulig å utføre mange av operasjonene for P&A raskere, tryggere og mer energieffektivt. Flere helt uten bruk av borerigg.

► For permanent nedstenging av en brønn er det krav om at det foreligger en barriere/plugg gjennom hele tverrsnittet av brønnen. Hensikten med pluggen er å sikre avisolering av porøse formasjoner, reservoaret og eventuelle andre tilsig som kan føre til forurensing av vannreservoar og utlekking av hydrokarboner til omgivelsene. For å få

tilgang til hele tverrsnittet av brønnen, må det lages et vindu i foringsrøret, enten ved kutting, fresing eller i noen tilfeller ved å trekke røret helt ut av brønnen. Tradisjonelt er dette utført ved bruk av en borerigg, med de miljømessige konsekvensene dette medfører.

DSOLVE AS utvikler teknologi som muliggjør en riggløs P&A-operasjon og derved betydelig redusere CO₂-utslippene. dSolve AS benytter en elektrolysecelle for å akselerere korrosjonshastigheten av stål i foringsrøret for å åpne et tverrsnitts-vindu uten bruk av borerigg. Teknologien er basert på mer enn 6 års forskning ved **SINTEF**. Undersøkelser i tilnærmet reelle miljø har vist at metoden er konkurransedyktig og kan brukes for stålrør av varierende design. Prosjektet skal konstruere og produsere et kabelbasert brønn-verktøy inkludert en elektrolysecelle, og demonstrere bruk av dette i et relevant miljø. Denne elektrolysecellen skal benyttes for å løse opp hele seksjoner av metallrør på den mest pålitelige og effektive måten for P&A anvendelser (340943).

dSolve benytter en elektrolysecelle for å akselerere korrosjonshastigheten av stål i foringsrøret uten bruk av borerigg

Foto: DSOLVE AS / INNOVATION ENERGY AS



► Norsk sokkel vil de neste tiårene måtte plugge totalt ca. 3000 brønner. Globalt anslås det at mellom $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{3}$ av pluggede brønner lekker. En utfordring er at det ikke finnes en kostnads-effektiv testemetode for å verifisere at de permanente barrierene som settes faktisk er helt tette. I mangel av en effektiv testemetode, er det vanskelig for industrien å ta i bruk nye, kostnads-effektive plugge-løsninger. **EXEDRA AS** har utviklet en metode for å løse denne utfordringen. Metoden innebærer å installere et verktøy under barrieren som skal testes. Dette verktøyet slipper ut en sporgass. Hvis det er lekkasje over barrieren, vil sporstoffet trenge gjennom og bli sirkulert tilbake til overflaten. Der vil en svært følsom sporgassdetektor slå ut dersom det er lekkasje. Teknologien vil hjelpe industrien til å redusere lekkasjer av primært metan til det ytre miljø (sjø og luft). Metan er en svært kraftig klimagass, ca. 80 ganger kraftigere enn CO_2 i et 20-års perspektiv. I tillegg til å redusere lekkasjer, vil teknologien indirekte redusere CO_2 utslipp ved at plugge-operasjonen kan gjennomføres raskere, og dermed redusere CO_2 utslippene fra boreriggen som benyttes (356060).

► **WELLSTRØM** utvikler en ny metode for permanent avstenging av oljebrønner. Løsningen erstatter bruk av sement som tetningsmateriale med en bismut-tin legering som er 100% tett og ikke permeabel, slik sement er. Kjernen i løsningen er et verktøy som muliggjør kontrollert oppvarming av bismut-legeringen. Dette representerer et viktig skritt mot fullstendig riggløs P&A (plugging og avvikling) som vil gjøre det mulig å flytte subsea brønn-nedstigning fra borerig til en mye mer kostnadseffektiv løsning, som båt med mindre utslipp til både luft og sjø. Metoden gir samtidig økt sikkerhet mot fremtidige lekkasjer og reduserer behovet for håndtering av spesialavfall. En viktig egenskap ved teknologien er muligheten for å flytte brønnpluggen på en kostnadseffektiv og miljøbesparende måte dersom brønnen i fremtiden skal tas i bruk igjen – for eksempel til CO_2 -lagring eller produksjon av blå hydrogen. Potensialet for reduserte kostnader og utslipp er betydelig (346341).



Foto: EXEDRA AS

Flerfaseteknologi

Flerfaseteknologi handler om å transportere olje, gass og vann i samme rør fra borestedet til en oljeplattform eller et anlegg på land. Transportetappen kan være mange titalls kilometer lang over kupert havbunn, sprekker og steiner. Særlig oppover og nedoverbakkene, der blandingen av olje, gass og vann bremser opp eller skyter fart, byr på en rekke utfordringer. Disse utfordringene håndteres ved bruk av simuleringsverktøy for å kunne velge best mulige tekniske løsninger. Mange nye feltutbygginger vil realiseres som såkalte «tie-backs». Dette er installasjoner på havbunnen der nye brønner kobles til eksisterende infrastruktur. Det gjør det mulig å produsere fra nye reservoarer uten å bygge nye plattformer. Rør som transporterer olje og gass langs havbunnen må isoleres og ofte tilføres varme for å sikre at rørene ikke tetter seg. Mer nøyaktige prediksjoner kan gi betydelige besparelser. Det er derfor viktig å ha så nøyaktige simuleringsverktøy som mulig for feltdesign og operasjonelle beslutninger. Prosjektene ser på hvordan flerfasetransport kan utføres mer optimalt med økt kunnskap om egenskapene til flerfaseblandinger, bedre modeller for flerfasetransport over lange avstander og at tie-backs kan

gjennomføres med lavere kostnader, redusert behov for tilført energi og mindre bruk av materialer.

► INSTITUTT FOR ENERGITEKNIKK

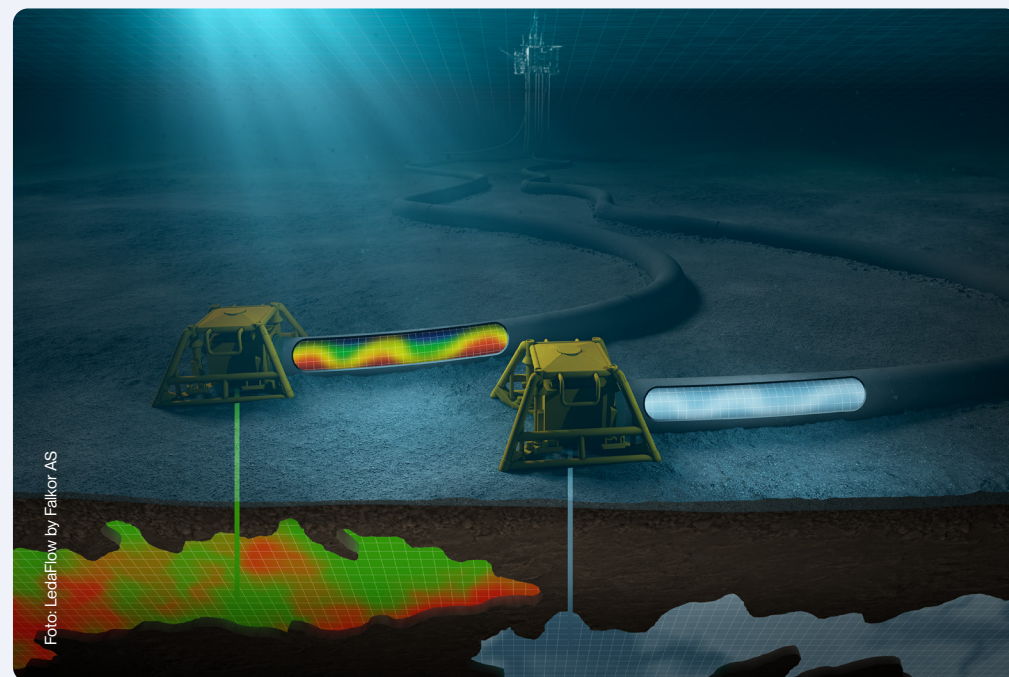
studerer flerfasestrømning i rør som er vinklet, og ikke kun horisontale eller vertikale. For slike strømningstilstander finnes det begrenset tilgjengelig data, noe som skaper et tydelig kunnskaps- og datagrunnlagshull for utvikling av mer presise numeriske modeller. Nye data vil bidra til et bedre fundament for modellering og forståelse av væskestrømning i rør. Dette forventes å redusere driftsavbrudd på installasjoner, forlenge levetiden til plattformer og forbedre kvaliteten på simuleringsverktøy som brukes i planlegging og drift. Implementering av forbedrede operasjonelle modeller kan bidra til reduksjon i behovet for offshoreplattformer og samtidig gi mer effektiv drift gjennom økt tilgjengelighet og stabilitet i produksjonen. Slike forbedringer forventes å bidra til målbare reduksjoner i klimagassutslipp og en mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur på norsk sokkel. De forbedrede modellene vil også styrke ytelsen til kommersielle simuleringsverktøy ved å redusere usikkerhet og støtte tryggere og mer kostnadseffektiv drift. Bedre

modellgrunnlag kan gi lavere energi-forbruk per produsert enhet og bidra til redusert miljøbelastning. Samlet sett vil prosjektet støtte mer bærekraftig ressursutnyttelse, økt driftssikkerhet og bedre beslutningsgrunnlag for fremtidig utvikling og drift på norsk sokkel (336217).

► Å hente opp og transportere olje og gass krever mye energi. Derfor er det viktig å gjøre systemene så effektive som mulig. **KONGSBERG DIGITAL AS** skal forbedre dataverktøyet **LedaFlow**, som kan simulere hva som skjer inne i rørene

LedaFlow ChemFlow Project - et skritt nærmere NetZero energiproduksjon

på havbunnen. Med den nye teknologien kan man mer nøyaktig forutsi problemer som ujevn strømning («slugging»), som ellers kan føre til at man må bruke ekstra energi for å holde systemet stabilt. En stor gevinst er at man kan koble nye olje- og gassfelt til eksisterende anlegg (såkalte «tie-backs») i stedet for å bygge nye plattformer. Det er mye mer miljøvennlig, fordi man unngår store utslipp knyttet til bygging og drift av nye installasjoner. Kort sagt gjør prosjektet det mulig å transportere olje og gass mer effektivt og utnytte eksisterende anlegg

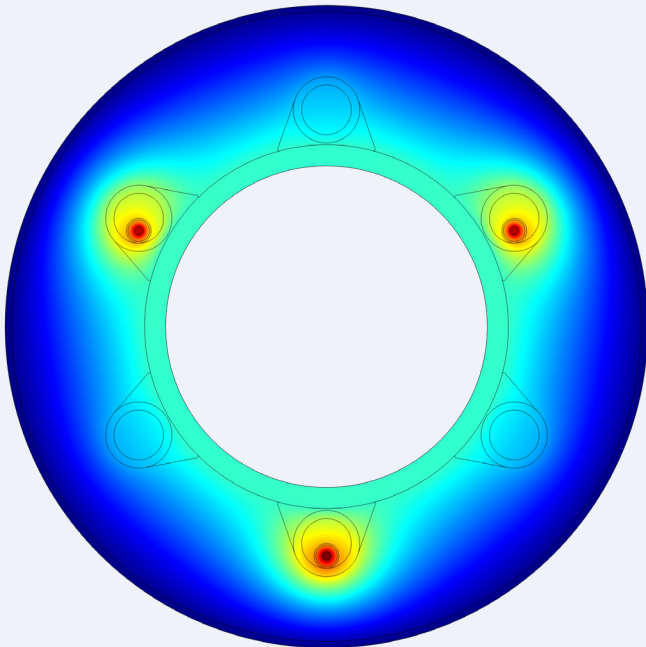


bedre, noe som fører til lavere energibruk og dermed mindre CO₂-utslipp. I tillegg gir mer presise simuleringer mer energieffektiv drift, som igjen kan redusere utslippene med flere tusen tonn CO₂ per år per installasjon (332060).

► **DEEPOCEAN AS** utvikler teknologi rettet mot oppvarming av undersjøiske rørledninger for brønnstrøm. Spesielt i dype, kalde farvann. Tradisjonelle metoder som kjemiske inhibitorer eller elektriske systemer som direkte elektrisk oppvarming (DEH) og elektrisk sporvarme (ETH) har begrensninger, inkludert høye kostnader, ineffektivitet

og komplekse installasjoner. Løsningen baserer seg på wet insulation med integrerte trekkerør i coatingen (i rørledningens isolasjon). I disse trekkerørene plasseres varmekabler. Dette er et avansert system hvor varme- og optiske kabler kan installeres etter at rørledningen er lagt, noe som muliggjør effektiv kabelinstallasjon med minimalt ressursbruk. Teknologien gir økt energieffektivitet gjennom en forbedret U-verdi i isolasjonen, og representerer samtidig en mer energieffektiv løsning sammenlignet med DEH. Dette kan spare opptil 600 kg CO₂ eq. per time for en typisk rørlinje, når varmen er i bruk (355816).

Finite Element Analysis av temperatur som viser varmfordeling i et FlowHeat rør



Foto/illustrasjon: TenarisShawcor AS

FlowHeat har innebygde rør slik at varmekabler kan installeres etter at rørledningen er lagt på havbunnen



Foto: TenarisShawcor AS

FlowHeat varmekabler installeres på havbunnen av ROV

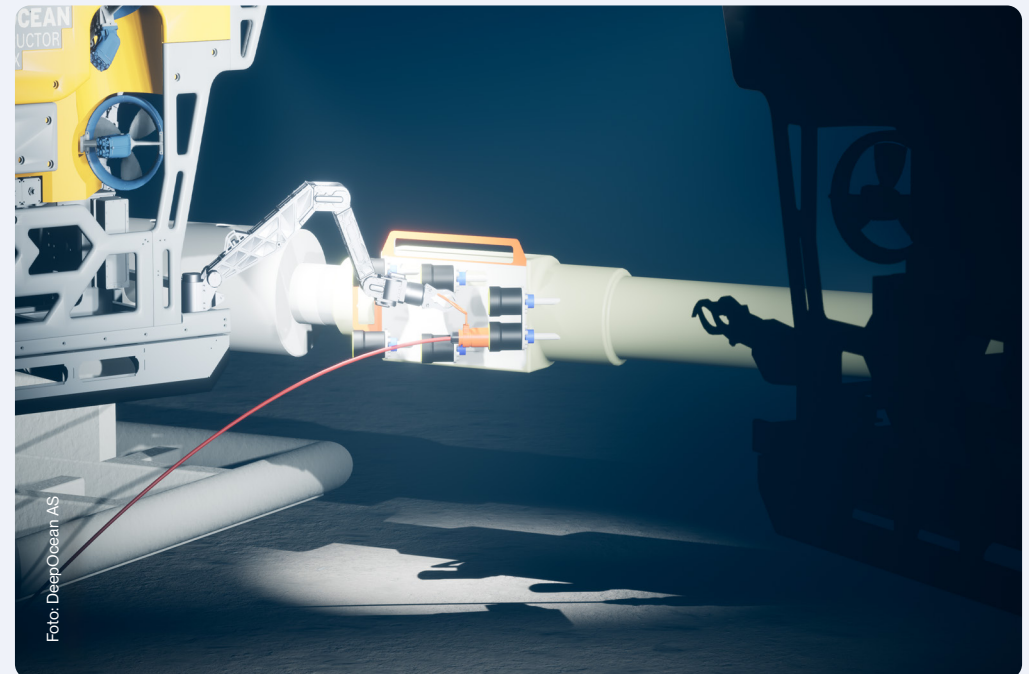


Foto: DeepOcean AS

Subseateknologi

Flytting av olje og gassproduksjon fra en plattform til havbunnen vil gi store besparelser i materialer, reduksjon i driftspersonell og mer energieffektiv prosessering og transport av brønnstrøm. Til gjengjeld må utstyr som settes på havbunnen være robust og driftssikkert. Prosjektene her forsker på prosessutstyr og materialer tilrettelagt for drift på havbunnen, som pumper, ventiler, måleteknologi, elektrifisering (subsea all electric), ubemannede operasjoner og autonome systemer som undervannsfartøy.

► **NORTEK AS** utvikler mer presis og robust undervannsnavigasjon for autonome og fjernstyrte undervannsfarkoster. Under vann er ikke GPS tilgjengelig, og farkoster må derfor bruke andre sensorer for å vite hvor de er og hvordan de beveger seg. Teknologien kombinerer akustiske målinger fra en DVL (Doppler Velocity Log) med visuell informasjon fra kamera. En DVL er et instrument som sender lydsignaler mot sjøbunnen og bruker ekkoet til å måle fart relativt til bunnen. Kameraet kan samtidig gi informasjon om strukturer, mønstre og endringer i omgivelsene. Prosjektet kan beskrives som et system der undervannsfarkosten bruker både lyd og bilder for å forstå bevegelsen

sin bedre. Lydmålingene gir robuste hastighetsdata, mens kameraet kan bidra med ekstra informasjon når sjøbunnen eller objekter i miljøet kan gjenkjennes. Ved å kombinere disse informasjonskildene kan navigasjonssystemet bli mer pålitelig enn ved bruk av én sensor alene, særlig i krevende undervannsmiljøer der sikt, bunnforhold og avstand til sjøbunnen varierer. Bedre undervannsnavigasjon kan gjøre det enklere å bruke autonome farkoster til inspeksjon, kartlegging, miljøovervåking og operasjoner knyttet til blant annet havvind, havbruk, forskning og offshoreinfrastruktur. Dette kan gi mer effektive operasjoner, redusere behovet for større støttefartøy og dermed bidra til lavere kostnader og redusert miljøavtrykk (346734).

► I løpet av de siste årene har den geopolitiske situasjonen utviklet seg slik at kritisk infrastruktur i større grad har blitt et utsatt mål. Angrep på gassrørledningene North Stream og Balticconnector i Østersjøen viste tydelig hvor alvorlige følger slike hendelser kan få for energiforsyningen til Europa. **NTNU** utvikler et system for overvåking og inspeksjon av offshore infrastruktur som vil forbedre mulighetene for å oppdage og forhindre hydrokarbonutslipp i havet. Optimalisering av sensorinformasjon

Visuelt støttet akustisk undervannsnavigasjon for bedre navigasjonssystem til undervannsfartøy

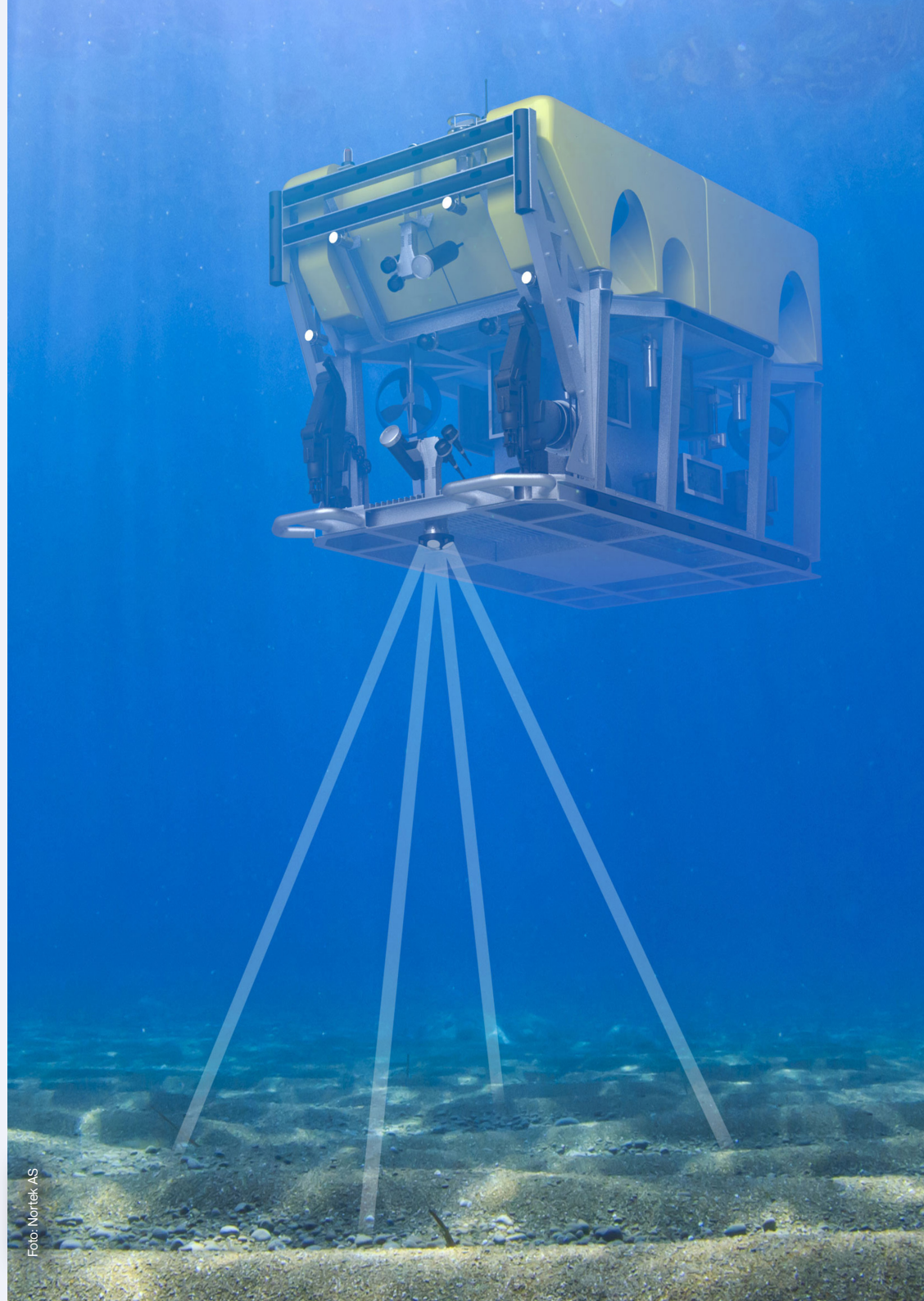


Foto: Nortek AS

og energistyring er viktig for sikker beslutningstaking i autonome systemer. Prosjektet utvikler selvstendige roboter som holder til på havbunnen for å overvåke undervannsinstallasjoner. Robotene skal kunne varsle både menneskelige operatører og andre autonome system om avvik og mulige trusler. Bruk av ulike autonome system i samspill gjør det mulig å samle store mengder data, gjennomføre inspeksjoner mer kostnadseffektivt og overta oppgaver for menneskelige operatører. Et sentralt mål er at systemene raskt skal identifisere uønskede hendelser, formidle presise rapporter og bidra til samordnet respons. Disse systemene har ingen utslipp i drift og vil redusere behovet for intervensjonsskip, og dermed redusere skipenes drivstofforbruk og karbonutslipp (344166).

► **ONESUBSEA / AKER SOLUTIONS AS** skal erstatte tradisjonelle elektrohydrauliske undervannssystemer, som bruker trykksatt olje til å bevege ventiler og utstyr, med en hel-elektrisk subsea produksjonsplattform. Enkelt sagt fjerner man oljefylte rør og pumper, og kjører alt på elektrisitet og digital kontroll. På samme måte som å erstatte en hydraulisk maskin med en fullstendig elektrisk, smart enhet. Dette

muliggjør direkte elektrisk kontroll av reservoaret. Utstyr som elektriske ventiler og nedihulls-sensorer kan overvåkes og justeres i sanntid. Avansert programvare som modellprediktiv kontroll (en algoritme som kontinuerlig forutsier og optimaliserer system-atferd) bruker høyfrekvente data for å forbedre produksjonsbeslutninger automatisk. Fra et utslippsperspektiv er effekten betydelig. Å eliminere hydrauliske systemer fjerner behovet for energikrevende pumper og forhindrer potensielle lekkasjer av hydraulisk væske. Enklere infrastruktur og færre vedlikeholdskampanjer betyr færre turer med offshorefartøy, noe som reduserer drivstofforbruket og tilhørende CO₂-utslipp. Forbedret reservoarkontroll, som bedre styring av vannproduksjon via elektriske ventiler og flerfasemålere øker effektiviteten, slik at mer ressurser utvinnes med mindre energi og færre kjemikalier per fat. I hverdagen gjør prosjektet undervannsproduksjon til et smart, energieffektivt system. Den produserer de samme energiressursene, men med mindre avfall, lavere utslipp av klimagasser og bedre kontroll (332104).

► **OTECHOS LEGACY AS** skal utvikle og demonstrere en nedihullspumpe til bruk i oljebrønner for å øke utvinningen fra felt og redusere energiforbruk og CO₂-utslipp i forhold til produsert mengde. Pumpen utnytter elektrisk kraft fra land, erstatter mer ressurskrevende metoder som f.eks. gassløft og vil spille en avgjørende rolle i produksjon i senfase på norsk sokkel. Den patenterte motorstyringen utnytter sanntids tilpasning til endrede produksjonsforhold og kan derfor oppnå effektiv ressursutnyttelse ved hjelp av AI. Aker BP er prosjektpartner og vil stå

for testing på felt. Utvikling og bruk av OTECHOS dCRP har som mål å øke ressursutnyttelse og utvinning ved å redusere energiforbruk med opptil 35 % og dermed tilsvarende reduksjon i CO₂-utslipp (356009).

Nedihulls fortrenningspumpe (dCRP) for økt utvinning

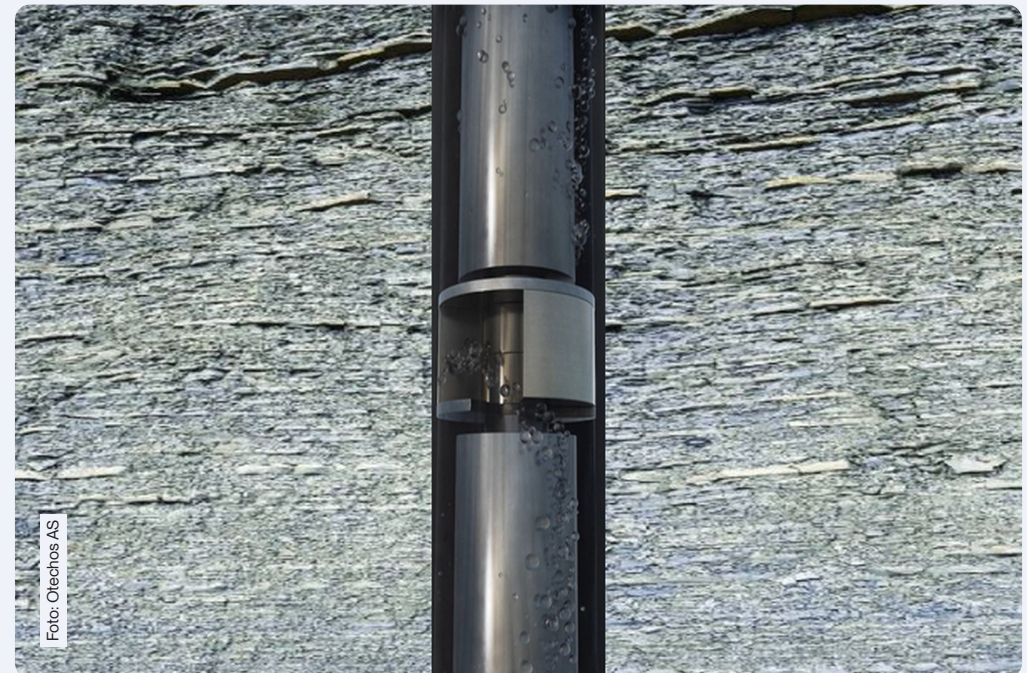


Foto: Otechos AS

► **ONESUBSEA PROCESSING AS** har utviklet en ultralyds strømningsmåler for bruk på sjøbunnen. Ultralyds strømningsmålere kan erstatte andre typer strømningsmålere i alle rørsystemer for transport av gass- og væskestrømmer. De er mer presise og har bedre stabilitet over tid. Dette bidrar til bedre utnyttelse av rørsystemene, noe som gir en generell effektiviseringsgevinst. I motsetning til andre strømningsmålere er det ikke noe trykktap i en ultralyds strømningsmåler. Det reduserer energibruken for å transportere olje, gass, CO₂ og andre typer gass og væske i rørsystemene. Teknologien har ikke vært tilgjengelig for bruk subsea før nå. Prosjektet har bygget en fullskala prototype og testet ved et akkreditert kalibreringslaboratorium. Strømningsmåleren tilfredsstilte de måletekniske kravene for fiskalmåling og allokeringmåling, definert av Sokkel-direktoratet. Lagringsbrønner for CO₂, for eksempel i Northern Lights prosjektet, er i dag utstyrt med venturimålere på hver enkelt brønn. Det er planlagt tusenvis av slike lagringsbrønner, så potensielt kan utslippene reduseres med flere tusen tonn per år hvis ultralyds strømningsmåleren erstatter venturimålere (332137).

Levetidsforlengelse, autonomi, integritetsovervåking og smarte sensorer

Av kostnads og miljøhensyn vil selskapene heller utnytte eksisterende infrastruktur i stedet for å bygge nytt. I tillegg vil bedre måleteknologi og simuleringmodeller gi økt kunnskap og mer optimal drift. Flere av prosjektene vil bidra til at infrastruktur trygt kan benyttes utover prosjektert levetid ved f.eks. bruk av autonomi for ubemannede operasjoner, smartere sensorer og bedre metoder for inspeksjon og overvåking. De ser også på hvordan prosessene kan gjøres tryggere for de som jobber ute på plattformene.

► MonkeyBot 2.0 er en smart robot utviklet av **KAEFER BLU AS** for å sjekke rør for rust og skader på olje- og gassanlegg. I dag må slike kontroller ofte gjøres ved å bygge stillas, sende opp folk i høyden og noen ganger stoppe deler av produksjonen. Det tar tid, koster mye penger og gir ekstra utslipp fra transport, utstyr og energibruk. MonkeyBot fungerer som en liten klatre-robot som beveger seg direkte på rørene, litt som en ape i et tre. Den styres fra trygg avstand og kan bruke røntgen for å se gjennom isolasjonen rundt rørene og finne problemer tidlig. Når roboten gjør inspeksjonen, trengs det mindre stillas, færre løft og mindre transport av folk

og utstyr. Det betyr lavere CO₂-utslipp. Samtidig utføres jobben både raskere og tryggere, fordi færre personer må jobbe i høyden eller nær farlige områder. Ved å oppdage rust tidlig kan selskapene reparere små problemer før de blir store. Da varer rørene lenger, og man slipper å bytte ut utstyr unødvendig. Det sparer både penger, materialer og utslipp. Kort sagt: MonkeyBot er en robot som gjør en tung, dyr og risikabel jobb smartere, sikrere og grønnere. Per i dag fører tradisjonelle inspeksjonsmetoder ofte til at rør på olje- og gassanlegg skiftes ut unødvendig, fordi man mangler gode

løsninger for prediktivt vedlikehold. Det anslås at opptil 90 % av rørene som erstattes fortsatt er i tilfredsstillende stand og kunne vært brukt videre. Ved bruk av teknologien kan tilstanden dokumenteres mer presist, slik at rør kun skiftes når det faktisk er nødvendig. Dette kan bidra til at opptil 90 % av rørene som ellers ville blitt byttet ut, kan beholdes i drift lenger. Samtidig reduseres en rekke andre kostnader, siden det krever færre personellressurser, eliminerer behovet for stillasbygging og kan utføre inspeksjon uten stans i produksjonen (355704).

MonkeyBot roboten klatrer på rør og gjennomfører røntgenskanning for å avdekke korrosjon under isolasjon



► Havet, med sine ustanselige bølger, sterke strømmer og flytende plattformer, utgjør betydelige utfordringer for slanke marine konstruksjoner som stigerør og dynamiske strømkabler. Et kritisk problem er virvelinduserte vibrasjoner (VIV), som kan påvirke sikkerheten og levetiden til konstruksjonene. VIV oppstår når vann strømmer rundt konstruksjonene og danner virvler som skaper rytmiske vibrasjoner, noe som potensielt kan føre til utmattelse og skader over tid. Mange av disse konstruksjonene, nærmer seg slutten av sin planlagte levetid. Prosjektet ser på hvordan operasjonell levetid trygt kan forlenges uten at konstruksjonene byttes ut fullstendig. Tradisjonelle tilnærminger skiller effektene av bølger og VIV, noe som resulterer i usikkerhet i sikkerhetsfaktorene. Overdrevent konservative faktorer fører til kostbare design, mens undervurdering kan resultere i feil og operasjonsstans. Metodene tar heller ikke hensyn til de kombinerte effektene av bølger, strømmer og bevegelser i flytende plattformer, som ofte opptrer samtidig. **SINTEF OCEAN** skal kombinere data fra både laboratorieeksperimenter og reelle målinger for å forbedre nøyaktigheten av levetids-estimer, redusere usikkerhet og muliggjøre tryggere, mer kostnads-effektive design. Tilnærmingen vil øke

forståelsen av den underliggende fysikken, optimalisere sikkerhetsfaktorene og gjøre operasjonene mer effektive, samtidig som behovet for dyrt og unødvendig avansert design reduseres. Det vil redusere det totale CO₂-avtrykket ved å redusere dagens overkonservative design med redusert materialbruk, installasjon, vedlikehold og levetidsforlengelse (353114).

► **XSENS AS** Clamp-on Wet Gas Flow Measurement skal muliggjøre måling av våtgass under høyt trykk med sensorer montert på utsiden av offshore prosessrør. Hittil tilgjengelige målesystemer har sensorer som er i kontakt med prosessen og medfører mulige lekkasjepunkter for naturgass til atmosfære. De potensielle lekkasjepunktene krever inspeksjon og bidrar derfor negativt i forhold til å oppnå ubemannede gassproduksjonsplattformer. Dagens tilgjengelige målesystemer for produksjon under høye trykk har sikring av lekkasjepunkter som medfører betydelig størrelse og vekt, som øker plattformens totale CO₂-avtrykk ved bygging, samt måleutstyrets kostnad betraktelig. Prosjektet søker å implementere måling av prosessparametere som ikke er tilgjengelig i dagens løsninger for bedre reservoarforståelse og lede til mer effektiv

produksjon (typisk måling av salinitet i vannfraksjon i våtgass). I forhold til dagens konvensjonelle teknologi bidrar målesystemet med 8 tonn (50%) vektreduksjon, som representerer 16 tonn CO₂ utslipp ved bygging eller modifisering av offshore-installasjon. Videre vil eksternt monterte sensorer fjerne behov for stans av målesystem ved inspeksjon og vedlikehold og dermed fjerne all risiko for utslipp av HC-gass til atmosfæren (337055).

► Mange olje og gass-separatorer på sokkelen har i dag dårlig nivåmåling av eldre type. Det er utfordrende å oppgradere nivåmålingen med teknologien som finnes på markedet i dag, da det medfører stans i produksjon. **NICOUSTIC AS** utvikler nivåmåling basert på måleprinsipper som gjør det mulig å måle nivå fra utsiden av separatoren. Det vil si installasjon og vedlikehold uten å stoppe produksjonen. Det vil gi mulighet å oppgradere nivåmåling på alle eldre installasjoner. Oppgradert nivåmåling vil gi bedre nøyaktighet og økt effektivitet i produksjon siden man kan ligge nærmere grenser i operasjonell vindu for separasjon. Det vil også gjøre det mulig å måle nivå av fraksjoner i separatoren, som det ikke er mulig å måle med eldre instrumenter, for

eksempel sand og emulsjon. Nøyaktig måling av emulsjonsnivå vil bidra til at man dosere emulsjonsdempende kjemikalier mye mer nøyaktig, de blir ofte overdosert i dag basert på dårlig eller ikke-eksisterende måling. Alt dette vil føre til mindre utslipp, både CO₂-utslipp, grunnet mer effektiv drift, men også direkte utslipp til sjø via produsert vann og utslipp fra emulsjonsdempende kjemikalier (340865).



Dmitri Gorski utfører lab-test av ny non-intrusive sensor for nivåmåling i separator

Undergrunnsforståelse

Med dagens produksjonsplaner blir mer enn halvparten av de påviste oljeressursene i norske felt liggende igjen. Det er et mål å øke utvinningsgraden fra eksisterende felt, men dagens metoder er energikrevende. Prosjektene forsker på hvordan forbedre effektivitet og sikkerhet ved oljeutvinning og CO₂ lagring, bedre overvåking av reservoarer og bedre seismiske metoder. Å forstå mer av undergrunnen vil gi bedre treffsikkerhet for letebrønner (færre letebrønner og færre “tørre” brønner), samt bedre kunnskap og forståelse knyttet til utvikling av letemodeller relevant for norsk sokkel.

► **QWAVE AS** utvikler ny teknologi for å måle «styrken» i en bergart. En slik måling foretas i en brønn på det dypet man ønsker å måle bergarten. Det er viktig å forstå undergrunnen når man borer nye lete- og produksjonsbrønner innen olje og gass, men det er også viktig i forståelsen av takbergarter i et CO₂ lager. Prosjektet er derfor også relevant for CO₂-lagring, hvor samme metode og teknologi vil bli brukt til å forstå bergarten som ligger over et fremtidig CO₂-lager, slik at operatøren bedre kan forstå og mer nøyaktig modellere CO₂-lagerets karakteristikk. Økt forståelse vil f.eks. resultere i at færre brønner må bores,

noe som gir lavere utslipp av CO₂ og bedre prosjektøkonomi, og sikrere lagring av CO₂. Metoden er basert på en patentert teknologi som genererer akustiske sjokkbølger i brønnen, hvor det viktigste er å lage en perforering før selve operasjonen for å gjøre målingen starter. Denne metoden er forventet å forbedre kvaliteten og påliteligheten av målinger og øke forståelsen av undergrunnen innen olje og gass, samt CO₂-lagring (355679).



Foto: qWave AS

Illustrasjon av qWave sjokkbølge-teknologi for in-situ spenningsmåling

Testing av qWave prototype på Ullrigg Test Senter Stavanger 2025



Foto: qWave AS

► PRE STACK SOLUTIONS-GEO AS

introduserer en ny måte å utforske hva som er skjult under bakken, ved hjelp av avanserte matematiske metoder. Kjerneteknologiene er utviklet for å gjøre undergrunns-utvikling dramatisk billigere, raskere og mer energieffektiv. Tradisjonelt krever utforskning av undergrunnsressurser, som mineraler, grunnvann eller energi, dyrt utstyr, store mengder data og betydelig strømforbruk. Disse metodene involverer ofte tunge feltoperasjoner og kompleks prosessering, noe som gjør leting kostbar og tidkrevende. I stedet ser prosjektet på en matematisk tilnærming kalt «inversjon», som betyr å rekonstruere hva som ligger under bakken ved å tolke målte signaler. Enkelt sagt er det som å løse et puslespill: i stedet for å grave overalt, beregner systemet den mest sannsynlige strukturen i undergrunnen basert på begrensede målinger. Et viktig gjennombrudd i prosjektet er at metodikken løser problemer som tidligere ble ansett som umulige å løse. Ved å overvinne begrensninger, reduserer teknologien dramatisk behovet for kostbar datainnsamling og tunge beregninger. Dette muliggjør en reduksjon i leteteknisk kostnader med opptil 100-1000 ganger sammenlignet med tradisjonelle metoder, samtidig

som det reduserer energiforbruket betydelig. Ved å kombinere avansert matematikk med «lettvekts-teknologi», forvandles leting fra en tung prosess til en presis og energieffektiv digital løsning. Resultatene viser en betydelig reduksjon i beregningstid, kostnader og energiforbruk sammenlignet med konvensjonelle metoder for utforskning av undergrunnen (341352).

► **RESOPTIMA AS** har utviklet et programvareverktøy som gjør det mulig å utføre optimaliseringsstudier rettet mot flere mål, som for eksempel å kvantifisere og redusere karbonavtrykket på planlagte eller produserende felt, samtidig som bidraget til energimiksen opprettholdes eller økes. Målet er å optimalisere lønnsomheten og redusere CO₂-utslipp i oljeproduksjon gjennom styring av injeksjons- og produksjonsbrønner. I stedet for å bruke vannproduksjon som en indikator for energibruk, implementeres en utslippskalkulator for å ta direkte hensyn til energieffektiviteten til injeksjons- og kompresjonssystemer. Tilnærmingen integrerer usikkerhet i geologiske data og bruker operasjonelle feltmodeller. Resultatene viser at moderate reduksjoner i CO₂-utslipp kan oppnås med små reduksjoner i lønnsomhet, mens større utslippskutt

medførte høyere kostnader. Dette fremhever det høye energibehovet og CO₂-utslippene fra offshore oljeproduksjon, spesielt fra vanninjeksjonspumper og gasskompressorer. Reduksjon av CO₂-utslipp i modne felt kan oppnås gjennom driftseffektivitet og optimalisert reservoarforvaltning, selv når oppgraderinger av fysiske anlegg ikke er gjennomførbare. Studien viser at å innlemme et samfunns mål fokusert på CO₂-utslipp gir konkrete fordeler, ettersom det å straffe totale utslipp direkte (uten diskontering, som med en karbonavgift) gir klarere innsikt i optimale utslippsnivåer for NPV-avveininger. Verktøyet lar olje- og gasselskap selv finne optimale utviklingsstrategier, der selskapet selv må definere hva de skal optimalisere mot (336959).

Økt sikkerhet mot uønskede hendelser

Viktigheten av å opprettholde en trygg, effektiv og pålitelig energisektor har blitt stadig tydeligere. Store endringer har skjedd både i petroleumssektoren og samfunnet for øvrig de senere årene. Endringene omfatter blant annet en svært endret geopolitisk situasjon. Energisikkerhet, inkludert økt risiko, cybertrusler og ekstremvær, gjør robusthet på norsk sokkel til en kjerneprioritet. Flere angrep og

overvåking av energi-infrastruktur, samt politisering og press på energiverdikjeder, bekrefter dette. Det er økt behov for kunnskap knyttet til utviklingen av motstandsdyktige systemer og infrastruktur som er tilstrekkelig sikker til en akseptabel kostnad. Analysen viser at dette også har økende fokus i petroleumsforskningen. Disse prosjektene er rettet mot økt sikkerhet. Majoriteten vil ikke bidra til lavere utslipp av klimagasser, men til økt sikkerhet mot uønskede hendelser på norsk sokkel.

► Sikkerhet kan også forstås som en forutsetning for å forebygge utslipp, ved at risiko reduseres gjennom etablering av robuste sikkerhetsbarrierer som hindrer uønskede hendelser. Funksjonell sikkerhet sikrer at instrumenterte barrierer fungerer som tiltenkt når det virkelig gjelder, og er derfor avgjørende. Ikke bare for å unngå ulykker, men også for å forhindre utslipp til miljøet. Selv om det er krevende å kvantifisere kostnadsbesparelser knyttet til utslipp som aldri skjer, er betydningen av forebygging åpenbar. For både nye industrier som hydrogen og mer etablerte sektorer som olje og gass, er evnen til å unngå utslipp avgjørende for tillit og aksept i samfunnet. Uønskede hendelser kan føre til direkte

miljøpåvirkning, men også redusert operasjonell regularitet og oppetid. Ved å utvikle ny forskningsbasert kunnskap og ta i bruk innovative sikkerhetsløsninger, kan man derfor både redusere risikoen for utslipp og styrke driftssikkerheten.

KONGSBERG MARITIME AS skal hjelpe energisektoren med å forbedre oppfølging av sine sikkerhetssystemer gjennom å innføre digitale løsninger som tilrettelegger for deling og utveksling av nødvendig sikkerhetsinformasjon fra design til drift. Prosjektet utvikler nye digitaliseringsløsninger for funksjonell sikkerhet gjennom distinkte, men nært relaterte piloter for å tilrettelegge for deling av informasjon på tvers av systemer og selskaper. Samtidig vil prosjektet evaluere hvordan mennesker og arbeidsprosesser påvirkes av innføring av åpne digitale plattformer og løsninger. Løsningene vil gi norsk industri konkurransefortrinn og legge grunnlag for innspill til og påvirkning av internasjonale standarder. Et hovedspørsmål vil være hvordan man kan tilrettelegge for digitalisert design og drift av interoperable sikkerhetssystemer samtidig som man tilfredsstiller sentrale myndighetskrav, cybersikkerhet, etablert industripraksis og refererte standarder (341194).

► Naturfareutløste teknologiske ulykker (NATECH) har blitt identifisert som

betydelige trusler mot offshoreanlegg. NATECH-ulykker er forskjellige fra rent tekniske ulykker, og truslene deres forsterkes når f.eks. offshore olje- og gassindustrien introduserer nye teknologier for grønn omstilling. **NTNU** studerer utfordringene rundt NATECH-risikoer i industrien ved å gjennomføre faktor- og sannsynlighetsanalyse av NATECH-ulykker, persepsjons- og bekymringsanalyse for NATECH-ulykker og grønne overgangsteknologier (spesielt for elektrifiserte teknologier og hydrogen-/batteribasert energilagring), og konsekvens- og responsanalyse av NATECH-ulykker. Forskningsresultatene kan øke potensialet for å utvikle mer klimarobuste grønne overgangsteknologier og beredskapen til olje- og industrien. Dette prosjektet er ikke direkte relatert til utslippsreduksjon eller økning av energieffektivitet, men forsøker å redusere ulykker knyttet til teknologiene ovenfor (352375).

► **OPTOX AS** utvikler en teknologi-plattform som skal detektere gasslekkasjer. En signifikant andel av gassutslipp skjer ved produksjon av gass omkring brønnene og ved raffineri. Gassdeteksjon benyttes også for å monitorere giftige og forurensende utslipp fra andre industrielle kilder. I tillegg benyttes gassdetektorer for å overvåke batteripakker og forhindre

ulykker med disse. Ved å erstatte utdatert teknologi med nyskapende gassdeteksjonsløsninger, kan utslipp oppdages raskere og med høyere presisjon. Dette bidrar til sikker og effektiv drift ved å avdekke usynlige gasslekkasjer, på ett stadium der man kan gjøre noe med det. Dette reduserer risikoen for ulykker, forurensning og unødvendige

utslipp av farlig gass. For å realisere dette potensialet er det nødvendig med et tett samspill mellom myndigheter, industri og forsknings- og utviklingsmiljøer som utvikler fremtidens deteksjonsteknologi. Teknologien vil kunne bidra til reduserte utslipp, selv om hovedfokus for applikasjonene er rettet mot å unngå storulykker (346389).

OptoX AS bygger teknologi-plattform for deteksjon av giftige gasser -
Saving the canary in the coal mines



Figur: AI-generert av Preben Storås, Optronics Technology AS

Andre miljøeffekter og relevans til andre næringer

Teknologier fra petroleumsnæringen kommer til nytte langt utover sine opprinnelige formål. Mye av petroleumsforskningen har overføringsverdi til andre næringer, spesielt innen fornybar energi, som CO₂-fangst og lagring, havvind, geotermisk energi, grønt hydrogen og fornybar kraftproduksjon. Andre formål er energikrevende industri på land, drivstoff som ammoniakk og metanol for transport, maritim industri, kjemisk prosess industri, batteriteknologi, havbunnsmineraler, fjerning av klimagasser fra sement industri og konstruksjoner for akvakultur. Over 40 prosent av prosjektene har andre positive miljøeffekter, i tillegg til energieffektivisering eller lavere utslipp til luft, som mindre utslipp sjø, mer miljøvennlige kjemikalier, CCS og fornybar energi. Analysen viser at 8 prosent av prosjektene har relevans til offshore vind, 14 prosent for geotermisk energi og 19 prosent for CO₂-fangst og/eller lagring. 15 prosent har relevans til mindre utslipp til sjø.

► Ved produksjon av olje og gass separeres vann og sand ut i prosess-anlegget på plattformene. Dette gjøres for å bringe produsert olje opp til høy kvalitet, slik at det kan sendes til raffineri.

Samtidig reduseres volumet av væske som transporteres til land. Produsert vann er betegnelsen på vannet som separeres ut av oljen som strømmer opp fra brønnen. Vannet fra separasjonsprosessen inneholder fremdeles olje og partikler og må behandles for å oppnå kravet om maksimal tillatt oljeinnhold før det kan slippes ut i havet. Separasjon av avfallsvann kan gjøres ved gravitasjon. Dette kalles også flotasjon da oljen, som er lettere enn vann, flyter opp. Dette tar tid og det krever lagring av store volum, noe som er plasskrevende og utstyret har høy vekt. Om bord på plattformer offshore er vekt og plass en begrensning. Teknologi som floterer ut olje på kortere tid kalles som et samlebegrep kompakt flotasjons enhet (CFU - Compact Flotation Unit). Tilgjengelig teknologi har begrenset virkningsgrad på mindre olje-partikler. **ALLUM TECHNOLOGY AS** skal videreutvikle flotasjons-teknologien og utvikle en løsning for å fjerne de minste oljepartiklene via hydrodynamisk separasjon. I tillegg tas det også sikte på å kunne fjerne andre små partikler som ikke fanges i prosess-systemet og dermed slippes videre ut i det produserte vannet. Teknologien skal redusere utslipp til sjø av olje, partikler og kjemikalier og samtidig tar vare på energi-resursene (346379).

Test av Allum CFU ved Equinor laboratorium på Herøya



Foto: Allum AS

► Mange norske bedrifter vet ikke nøyaktig hvor mye klimagasser de slipper ut, verken i egen drift eller i leverandørkjeden. Uten pålitelige tall er det vanskelig å vite hva som bør gjøres, eller å dokumentere fremgang overfor kunder, investorer og myndigheter.

COMPERA AS utvikler og tester løsninger for måling og rapportering av klimagassutslipp på tvers av verdikjeder. Prosjektet består av en utviklingsfase der verktøy og metodikk etableres, etterfulgt av en fase med faktisk datainnsamling fra norske virksomheter. Forskning viser at bedrifter med god tilgang på egne utslippsdata tar bedre klimabeslutninger og oppnår raskere fremgang mot sine klimamål. GrønnPuls-prosjektet bidrar til dette ved å gjøre utslippsdata mer tilgjengelige og pålitelige, for å legge til rette for energieffektivisering og reduserte utslipp i norsk næringsliv (346852).

► **SINTEF OCEAN** utvikler et nytt digitalt verktøy for bedre forstå og redusere utslipp av metan og andre VOC-gasser ved lagring, lasting og transport av råolje og kondensat. Disse utslippene er vanskelige å måle og varierer betydelig over tid, og dagens praksis er ofte basert på grove gjennomsnitt og generiske utslippsfaktorer. Dette skal forbedres ved å kombinere fysiske modeller

med måledata i en moderne simulator. Enkelt forklart gir prosjektet et digitalt verktøy for simulering og analyse som støtter bedre beslutninger i planlegging og drift, og gjøre det mulig å vurdere utslippsreducerende tiltak uten direkte inngrep i operasjonen. Dette gir bedre beslutningsstøtte og mer målrettede tiltak for å redusere faktiske utslipp til luft. Metan- og VOC-utslipp fra lagring, lasting og transport av råolje og kondensat anslås å utgjøre rundt 4 % av klimagassutslippene fra norsk petroleumssektor i dag. Prosjektet innfører ikke utslippsreducerende teknologi i seg selv, men legger til rette for mer presis kvantifisering og optimalisering av tiltak. Økt kunnskap, forbedret kvantifisering og bedre beslutningsgrunnlag vil muliggjøre reduksjon i metan- og VOC-utslipp. En viktig gevinst er også redusert metodisk usikkerhet i utslippsanslag, noe som bidrar til mer kostnadseffektive tiltak, riktigere dimensjonering og indirekte mer effektiv energibruk (358909).

SINTEF Ocean bidrar til reduksjon av metan- og VOC-utslipp fra lasting, lagring og transport av råolje og kondensat



Foto: Ole Oldervik, SINTEF Ocean

Offentlige og utløste midler til petroleumsforskning med potensial for energieffektivisering og lavere utslipp av klimagasser

Minst 35 millioner kroner av Energidepartementets årlige tildeling til Forskningsrådet skal settes av til forskning rettet mot energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp tilknyttet olje- og gassproduksjon på norsk sokkel. Resultatene viser at det er bevilget midler langt utover dette til formålet.

Petroleumssektoren er en stor inntektskilde for staten. Netto kontantstrøm til staten fra petroleumsvirksomheten i 2025 var 664 mrd. kroner (Fakta: SSB). Den framtidige verdiskapingen innen olje- og gassektoren avhenger av hvor effektivt vi klarer å utnytte ressursene som er igjen på norsk kontinentalsokkel. Med dagens planer vil rundt halvparten av oljen bli liggende igjen under havbunnen. Samtidig er potensialet for nye funn fremdeles betydelig. En økning i utvinningsgraden vil gi store inntekter til staten. Det er derfor nødvendig med en målrettet innsats for å øke utvinningen fra eksisterende felt og videreutvikle kompetanse som setter oss bedre i stand til å drive petroleumsvirksomheten på en bærekraftig måte. Samtidig må utslippene fra norsk sokkel reduseres. Derfor legger regjeringen vekt på FoU som kan bidra til økt energieffektivisering og reduserte klimagassutslipp fra virksomheten på norsk sokkel.

Forskningsrådet investerer i forskning og innovasjon som skal bygge kunnskap for en bærekraftig fremtid, og som møter de store samfunnsutfordringene. Forskning blir stadig viktigere for innovasjon, og er helt avgjørende for utviklingen av norsk næringsliv i en økt internasjonal konkurranse.

Regjeringens hovedmål for satsingen på forskning, teknologiutvikling og demonstrasjon innenfor energi- og petroleumssektoren er at den skal bidra til økt verdiskaping og sikker, kostnadseffektiv og bærekraftig utnyttelse av energi- og petroleumsressursene i et lavutslippssamfunnsperspektiv. Forskningsrådet har over lang tid investert i FoU rettet mot petroleum, i tråd med hovedmålet. Den nasjonale OG21-strategien har gitt et strategisk grunnlag for FoU-prioriteringene, slik disse har vært beskrevet i program- og porteføljeplaner.

Petroleumsforskning finansiert av Forskningsrådet er avgrenset til oppstrøms virksomhet og alle prosjekter skal ha tydelig kobling til problemstillinger tilknyttet petroleumsressurser på åpne områder på norsk kontinentalsokkel. Prosjektene skal ha et helhetlig ansvar for forskning og utvikling som fører til en forsvarlig og best mulig forvaltning av de norske petroleumsressursene og en framtidsrettet næringsutvikling i sektoren. Målet er ny kunnskap og teknologi som gir optimal utnyttelse av de norske petroleumsressursene og gjør norsk sokkel konkurransedyktig på kostnad, klimagassutslipp og miljø sammenlignet med andre petroleumsprovinser. Prosjektene skal også bidra til å fremme langsiktig konkurransedyktighet i petroleumsnæringen og fortsatt lønnsom og bærekraftig utvinning av ressursene på norsk sokkel. I petroleumsrettede utlysninger av midler til forskning og utvikling prioriteres prosjekter som er rettet mot energieffektivisering og reduksjon av klimagassutslipp på norsk sokkel.

Forskningsrådet har bevilget til sammen 713 millioner kroner til 74 nye petroleumsprosjekter i perioden

2022–2025. Prosjektene har i tillegg utløst til sammen 804 millioner kroner i kontantfinansiering og egeninnsats fra prosjektene og deres partnere. Av disse har 45 prosjekter oppgitt potensial for energieffektivisering og / eller mindre utslipp til luft når teknologien tas i bruk. Disse prosjektene har mottatt 434 millioner kroner i offentlige midler og utløst 594 millioner kroner. Det totale budsjettet benyttet til forskning med potensial for energieffektivisering og/eller lavere utslipp av klimagasser bevilget de siste fire årene blir derfor over en milliarder kroner.

Analysen viser klart at kontinuerlige investeringer i FoU for energieffektivisering og reduksjon av klimagasser gir resultater. Spesielt gir investeringer i den industrinære delen av porteføljen resultater som raskt kan komme til markedet og bidra til sektorens ambisiøse mål på dette feltet. Analyser viser at siden 2004 har rundt 435 prosjekter med potensial for energieffektivisering og / eller lavere utslipp av klimagasser blitt bevilget i petroleums-programmene.

Dere kan lese mer om prosjektene ved å søke på prosjektnummer, deler av tittelen eller en spesifikk tematikk, i Forskningsrådets prosjektbank: prosjektbanken.forskningsradet.no



Foto: Optronics Technology AS

Produksjon av eksplosjonssikker, optisk
gassdetektor med rask responstid.



Foto: Allum AS

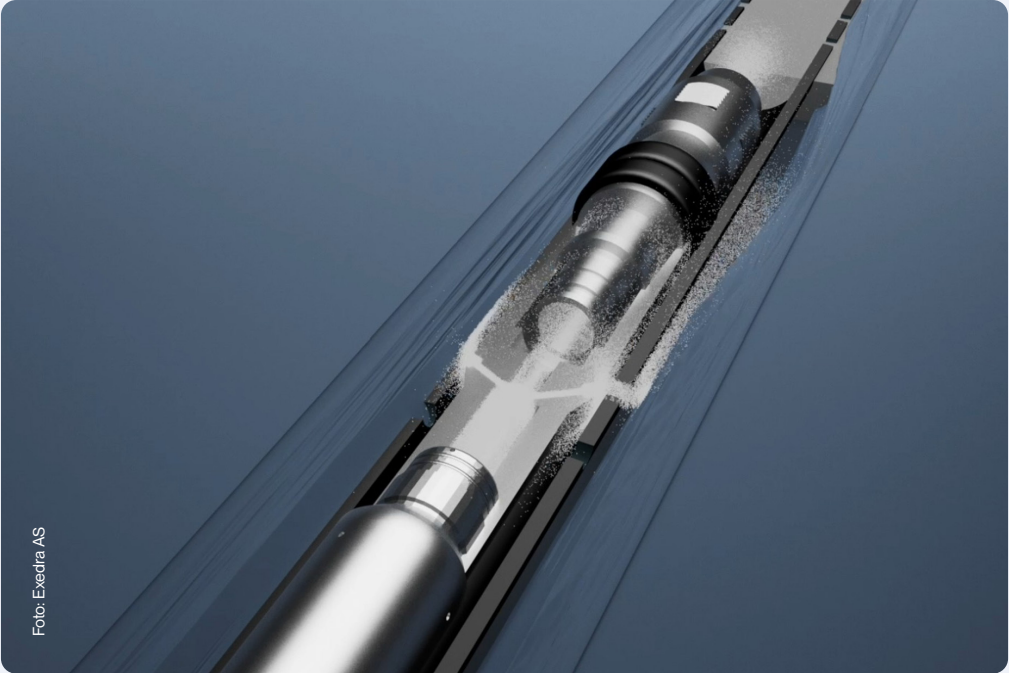
Installasjon av Allum CFU pilot ved OMV Water treatment
plant in Gänserndorf, Østerrike 2025

Prosjekt-nummer	Prosjektansvarlig	Tittel
332060	KONGSBERG DIGITAL AS	New explicit solver for pipeline networks
332061	NEOMARE AS	Acquisition of zero to negative offset seismic data – proof of concept
332086	DYNAMIC WELL SOLUTIONS AS	Dynavac Separator - A sustainable and responsible system to handle offshore drilling waste
332104	ONESUBSEA	All Electric XT Pilot
332137	ONESUBSEA PROCESSING AS	Ultrasonic flowmeter for subsea fiscal gas metering, subsea liquid metering, and subsea flow metering of dense-phase CO2
332335	ZEG POWER AS	System & tech. development enabling large-scale clean hydrogen and power prod. by the ZEG ICC™ technology, including offshore applications
336217	INSTITUTT FOR ENERGITTEKNIKK	MUST: Multiphase flow in STEEPLY inclined pipes.
336240	NORCE	REMEDY
336385	NORCE	3D geological interpretation for geosteering of wells
336549	SINTEF ENERGI	DECAMMP
336959	RESOPTIMA	Reducing CO2-emissions in petroleum production by constraining optimal depletion strategy through inclusion of emission-costs
337048	ALTUS INTERVENTION GROUP AS	Contextualised Digital Well Intervention
337055	XSENS AS	Clamp-on Wet Gas Flow Measurement
337141	APITEQ AS	3Drill
340780	EUROPEAN MUD COMPANY AS	Data capture by field test of environmentally friendly fiber-products in well fluids for reduced emissions and increased production
340865	NICOUSTIC	Non-intrusive separator level monitoring
340943	DSOLVE AS	Demonstration of a downhole electrolytic cell to reduce the environmental footprint during Plugging & Abandonment of oil & gas wells

Prosjekt-nummer	Prosjektansvarlig	Tittel
341352	PRE STACK SOLUTIONS-GEO AS	Pre-stack implementation of the AI-based seismic inversion algorithm with artificial constraints
344166	NTNU	Intelligent autonomous systems for safeguarding operations and infrastructure at sea
344236	NORCE RESEARCH	DISTINGUISH: Decision support using neural networks to predict geological uncertainties when geosteering
344364	SINTEF OCEAN	Towards sustainable zero-emission offshore logistics
344455	SINTEF INDUSTRI	Hybrid modelling with machine learning for overpressure and mudweight prediction
346341	WELLSTRØM AS	T-3000 - Thru-tubing, riggløs plugging av brønner med Bismuth Alloy (M3)
346379	ALLUM TECHNOLOGY AS	CFU generasjon 5 for olje og partikler
346383	FLAPUMP AS	Phase 3: Pilot Testing of Flapump Hydraulic Down-hole Oil Well Pump
346430	FISHBONES AS	Fishbones Drilling, Extended Reach Laterals
346573	TECHHOUSE AS	Demonstrate and test a new Compact Once Through Steam Generator (COTSG) as a core component of offshore Combined Cycle Power Plants (CCPP)
331758	PRORES	At-the-Bit Mud Loss Control - well piloting of a new drilling tool to combat severe mud losses by converting mud to a downhole pill
346594	PRORES	At-the-Bit Piggyback Drilling Solution - an integrated while drilling solution for mud loss control
346639	MUDSIM AS	Tool to select optimal and more environmental friendly drilling fluid for drilling of exploration-, production-, P&A-, and geothermal wells
346734	NORTEK AS	Visually-augmented acoustic subsea navigation
346775	RISAVIKA GJENVINNING AS	Pilot gjenvinningsanlegg til behandling og nyttiggjøring av petroleumsavfall med borekaks som råvare i tilslags masse til mørtel og betong
346852	COMPERA AS	GrønnPuls: Digitalt visualiseringsverktøy for måling og rapportering av bærekraft i verdikjeden.
352544	SINTEF AS	Robust and high-performance membranes for CO2 separation and sequestration from natural gas (MEMCO2)

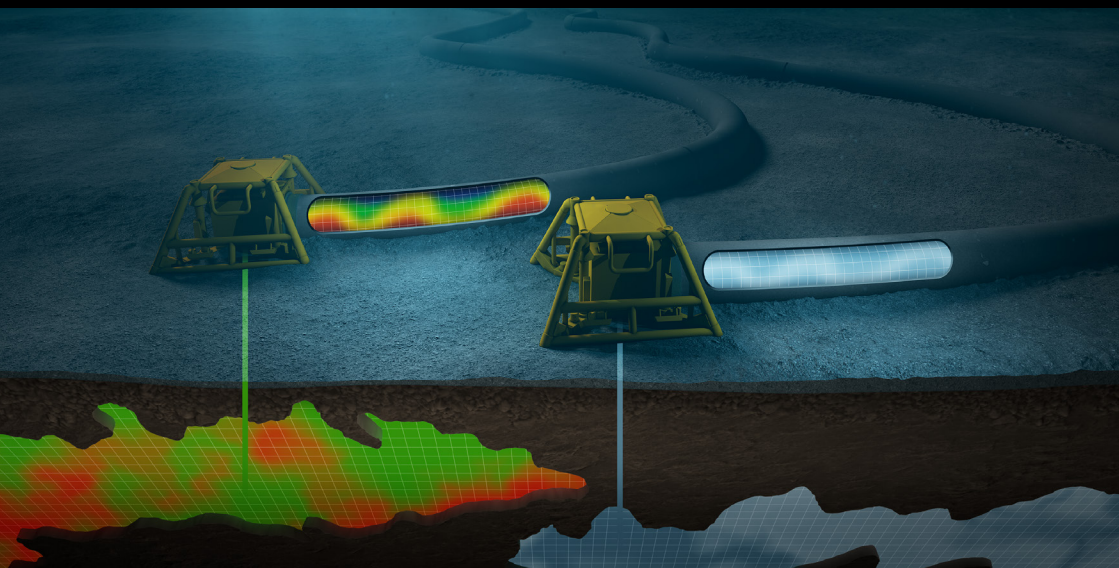
Prosjekt-nummer	Prosjektansvarlig	Tittel
352740	NORCE RESEARCH	Towards Autonomous Coiled Tubing Operations
352936	NORCE	Cement Placement in Irregular Wellbores
353114	SINTEF OCEAN	MAPLES: Multi-fidelity and Probabilistic Lifetime Estimation for Slender Marine Structures
355679	QWAVE AS	Akustisk sjokkbølge teknologi for in-situ spenningsmåling i 8 ½ brønn seksjon
355704	KAEFER BLU AS	MonkeyBot 2.0 - Automatisert Rørinspeksjon for Økt Effektivitet, Sikkerhet og Bærekraft
355816	DEEPOCEAN AS	FlowHeat - An innovative solution for subsea pipeline heating
356002	COREALL	eXRES Demo
356009	OTECHOS LEGACY AS	Downhole Centric Reciprocating Pump (dCRP)
356060	EXEDRA AS	Tracer-gas verification of P&A barriers
357903	UNIVERSITETET I STAVANGER	Development of Just-Add-Water Geopolymers for Well Cementing Applications
358909	SINTEF OCEAN AS	Improved quantification and abatement of methane and VOC emissions

Nedihulls tracer teknologi for sporgass-verifisering av P&A barrierer



Pilottest av gassdetektor for overvåking og deteksjon av lekkasjer





Billedtekst forside: Måltettet sensorsystem for å oppdage korrosjon under isolasjon

Kreditering forside: Kaefer blu AS

Billedtekst bakside: LedaFlow ChemFlow Project - ett skritt nærmere NetZero energiproduksjon

Kreditering bakside: LedaFlow by Falkor AS

Norges forskningsråd

Postboks 564, 1327 Lysaker, Norway

Telefon: +47 22 03 70 00

post@forskningsradet.no

forskningsradet.no

Publikasjonen kan lastes ned fra
forskningsradet.no/publikasjoner

ISBN: 978-82-12-04250-6 (trykksak) Energieffektivisering
og reduksjon av klimagasser En analyse av offentlig petro-
leumsforskning 2022 - 2025 Norges forskningsråd

ISBN: 978-82-12-04251-3 (PDF) Energieffektivisering og
reduksjon av klimagasser En analyse av offentlig petrole-
umsforskning 2022 - 2025 Norges forskningsråd