

Effekter av Forskningsrådets målrettede aktiviteter innen petroleum



RYSTAD ENERGY

EFFEKTER AV FORSKNINGSRÅDETS MÅLRETTEDE AKTIVITETER INNEN PETROLEUM

23. januar 2020



Denne rapporten er laget på oppdrag for Forskningsrådet. Informasjonen og resultatene i dokumentet er basert på Rystad Energy's egen informasjonsinnhenting og analyse, samt data rundt prosjekttildelinger fra Forskningsrådet. Rystad Energy gir ingen garanti for at informasjon og synspunkter i rapporten er rettferdig, komplette eller korrekte. Synspunktene gjelder på utgivelsestidspunktet og vil være gjenstand for revisjon og forandring. Rystad Energy tar ikke noe ansvar for handlinger utført på basis av informasjonen i dette dokumentet.

INNHold

Innhold	2
1 Forord	3
2 Sammendrag.....	4
3 Bakgrunn	5
3.1 Mandat	5
3.2 Oppdragsbeskrivelse	5
4 Beskrivelse av Forskningsrådets målrettede aktivitetet innen petroleum i perioden 2008-2018	6
5 Metodikk	8
6 Effekter av Forskningsrådets tildelinger	13
6.1 Primæreffekter	13
Støtten har utløst store ressursvolumer og et rikelig fremtidig potensiale.....	13
Støtten har allerede spart det norske samfunn for 18 milliarder NOK med mer i vente.....	14
Støtten kan utløse CO2-kutt tilsvarende 10 år med totale norske utslipp.....	15
6.2 Sekundæreffekter	17
Sysselsetting: 5500 årsverk skapt.....	17
Solid kunnskapsoppbygging og bred spredning av denne	18
Klare positive effekter innen helse, miljø og sikkerhet (HMS).....	20
Støtten bidrar til nasjonalt og internasjonalt samarbeid gjennom nettverksbygging.....	20
Internasjonalisering av norsk olje- og gassteknologi.....	22
Sterke kommersielle resultater	22
7 Konklusjon	25

1 FORORD

Norges petroleumsressurser er det norske folks eiendom og skal komme hele samfunnet til gode. Dette har vært utgangspunktet for forvaltningen av petroleumsressursene de siste 50 år. Det finnes store gjenværende olje- og gassressurser på norsk sokkel, både i modne og umodne områder, som representerer stor verdiskaping og store inntekter til den norske stat. Et økende kostnadsnivå har i flere år vært en utfordring for petroleumssektoren, og det er fremdeles et stort behov for å øke produktiviteten i alle ledd. Menneskeskapte klimaendringer er en global utfordring, og i 2016 undertegnet Norge Parisavtalen som forplikter Norge til 40 prosent utslippsreduksjon i 2030 sammenlignet med 1990. Samtidig skal Norge være verdensledende på helse, miljø og sikkerhet innen petroleumsindustrien. Ny teknologi, kunnskap og innovasjon er helt nødvendig for å møte disse utfordringene og mulighetene. Det viser denne rapporten tydelig.

Et godt samarbeid mellom industri og myndigheter har vært viktig for forskning og utvikling på norsk sokkel. Næringen er og må være en pådriver, mens myndighetene har en viktig rolle ved å lage rammevilkår og incentiver som stimulerer til forskning og utvikling som kommer hele samfunnet til gode. Offentlig finansiert forskning og utvikling skal bidra til å utløse samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter som ellers ikke ville blitt gjennomført. Det er viktig for Norges forskningsråd å synliggjøre eksempler og historier om hvilke viktige effekter denne forskningen har bidratt til.

Generelt er det stor oppmerksomhet omkring dokumentasjon av nytte og effekter av offentlig finansiert forskning. I tildelingsbrevet for 2019 ba Olje- og energidepartementet Forskningsrådet om å gjennomføre en studie av effekter fra petroleumsforskningen. Vi er glade for at vi nå har fått gjennomført denne studien, som viser at vår forskningsinnsats lønner seg stort.

Et viktig mål med studien har vært å tallfeste oppnådde og/eller potensielle effekter, og i tillegg å beskrive noen av de spredte effektene som ikke lett kan tallfestes. Studien tar for seg effekter som økte verdier, reduserte kostnader, reduserte utslipp og i tillegg dokumenteres andre effekter som er viktige, men som ikke er helt åpenbare ved første øyekast.

Metoden som er brukt i denne studien er case-basert og omfatter utvalgte prosjekter delt inn i tolv ulike teknologiområder innen petroleum, som har blitt støttet av Forskningsrådet gjennom våre målrettede program: PETROMAKS2, DEMO2000 og PETROSENTER. Områdene utgjør bare en liten andel av petroleumsforskningen som er finansiert gjennom Forskningsrådet, og disse er ikke tilfeldig valgt; det er prosjekter som har gitt eller vil gi gode resultater og som i tillegg er relativt enkle å formidle. Vi har imidlertid grunn til å tro at det kan gjøres tilsvarende beregninger for en rekke av de andre prosjektene i porteføljen.

Studien er gjennomført av Rystad Energy AS, som har lang erfaring med denne type beregninger. Prosjektet har vært omfattende, og involvert en rekke personer i forskningsmiljøer og industri. Vi takker alle som har bidratt for innsatsen.

Siri Helle Friedemann
Avdelingsdirektør

Espen Forsberg Holmstrøm
Senior rådgiver

2 SAMMENDRAG

På bakgrunn av tildelingsbrevet fra Olje- og energidepartementet i 2019 ble Forskningsrådet anmodet om å «... gjennomføre en studie som undersøker effekter av de målrettede aktivitetene innenfor petroleumsforskning». Dette ble utlyst som en anbudskonkurranse i april 2019 som Rystad Energy vant. Oppdraget fokuserte i stor grad på å kvantifisere historiske og fremtidige effekter oppnådd innen petroleumssektoren gjennom Forskningsrådets bidrag i perioden 2008-2018, støttet av mer kvalitative observasjoner og diskusjoner. Den foreliggende rapporten er resultatet av Rystad Energys arbeid.

Hovedfunnene i rapporten er som følger:

- Forskningsrådets støtte har medført økte **reservevolumer** på nærmere 900 millioner fat oljeekvivalenter i støtteperioden, med ytterligere volumoppside på 11 milliarder fat frem mot 2050. Sistnevnte tilsvarer fire ganger totalvolumet i det nyoppstartede Johan Sverdrup-feltet.
- Støtten har også utløst **kostnadsbesparelser** på til sammen 18 milliarder NOK med ytterligere 1200 milliarder i fremtidig besparelspotensiale. Sistnevnte tilsvarer nesten et helt statsbudsjett.
- Fremtidig adopsjon av teknologi støttet i perioden vil kunne medføre **CO2-utslippskutt** på litt over 540 millioner tonn, noe som tilsvarer nåværende (2018) totale norske utslipp over en periode på omtrent ti år.
- Støtten har bidratt, direkte eller indirekte, til **sysselsetting** på 5500 årsverk i perioden.
- Arbeidet dokumenterer store effekter innen **kunnskapsoppbygging** og -spredning både nasjonalt og internasjonalt, noe som medfører bredt **samarbeid** gjennom **nettverksbygging**, samt tilhørende **internasjonalisering** av norsk olje- og gassteknologi gjennom åpning av nye markeder og tilgang til demonstrasjonsfasiliteter utenlands.
- Teknologiadopsjonen har klare positive effekter på **helse, miljø og sikkerhet** bl.a. ved at færre offshore arbeidstimer utføres i risikable arbeidsmiljø, og at man får tidligere varsel om lekkasjer og mulige farlige situasjoner før de inntreffer.

Arbeidet har vist at petroleumsforskning skaper store verdier for det norske samfunn, og at forskningen også bidrar til løsninger som hjelper Norge med å nå sine fremtidige klimaforpliktelser. Rystad Energys klare råd er å fortsette med bred støtte til petroleumsforskning slik at Norge kan fortsette å høste av petroleumsforekomstene på en trygg og karboneffektiv måte.

3 BAKGRUNN

3.1 Mandat

Forskningsrådet ble gjennom tildelingsbrevet fra Olje- og energidepartementet i 2019 anmodet om å «... gjennomføre en studie som undersøker effekter av de målrettede aktivitetene innenfor petroleumsforskning». Med de målrettede aktivitetene innenfor petroleumsforskning menes hovedsakelig den økonomiske støtten gitt til prosjekter gjennom programmene PETROMAKS/PETROMAKS2, DEMO2000 og PETROSENTER.

Forskningsrådet utlyste i april 2019 en konkurranse om å gjennomføre nettopp dette studiet, som Rystad Energy vant. Et team i Rystad Energy har gjennom våren, sommeren og høsten 2019 utarbeidet den foreliggende rapporten, samt et understøttende dokument med detaljer rundt funnene (appendiks).

3.2 Oppdragsbeskrivelse

Forskningsrådet ønsket med studien 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 i perioden, plukke cases 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. Det er prosjektstøttens effekt på verdiskapning i norsk petroleumssektor som ble undersøkt – ikke tildelingenes effekt på prosjektene.

4 BESKRIVELSE AV FORSKNINGSRÅDETS MÅLRETTEDE AKTIVITETET INNEN PETROLEUM I PERIODEN 2008-2018

PETROMAKS¹, DEMO2000 og PETROSENTER er Forskningsrådets målrettede programsatsinger for å følge opp OG21-strategien samt andre føringer fra bevilgende departementer inn mot petroleumsforskningen. Programmene finansieres gjennom bevilgninger fra tre departementer: Olje- og energidepartementet (OED), Kunnskapsdepartementet (KD) og Arbeids- og sosialdepartementet (ASD). OED står for brorparten av finansieringen mens KD bevilger penger til strategisk grunnforskning. ASD bevilger midler til forskning på helse og arbeidsmiljø, samt forebygging av storulykker.

PETROMAKS skal bidra til økt verdiskapning for samfunnet ved kunnskaps- og næringsutvikling slik at Norges petroleumsressurser «utnyttes optimalt innenfor miljømessig forsvarlige rammer»². PETROMAKS er et av Forskningsrådets «store programmer» som fronter satsningen på nasjonalt prioriterte områder, i dette tilfelle innenfor petroleum. PETROMAKS-programmet dekker prosjekter frem til demonstrasjon, inkludert grunnforskning.

DEMO2000-programmets målsetning er å øke næringslivets egen satsning på teknologiutvikling samtidig som midlene skal gå til prosjekter med høy samfunnsøkonomisk nytteverdi.³ Alle bevilgninger innenfor DEMO2000 går til demonstrasjons- og piloteringsprosjekter for kvalifisering av ny teknologi.

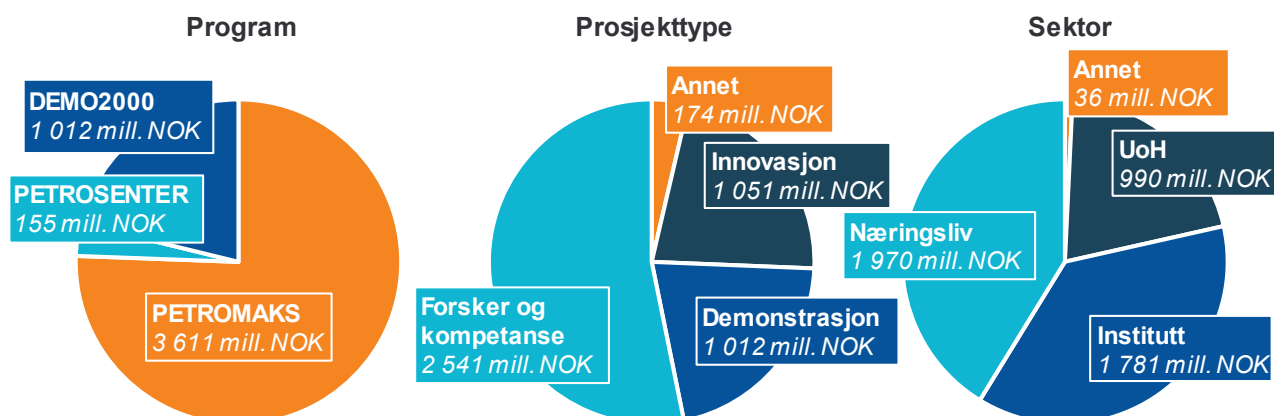
PETROSENTER er Forskningsrådets støtteordning for næringsrettede, tematiske forskningssentre. Det ble etablert to forskningssentre i 2013: ARCex (som fokuserer på petroleum i nordområdene) og National IOR Centre (som forsker på metoder og ny teknologi for økt utvinning). Fra 2019 utvides PETROSENTER-programmet med Lavutslippssenteret, som skal sørge for fokus på reduksjon av klimagassutslipp på norsk sokkel. Siden Lavutslippssenteret først ble opprettet i 2019 er det ikke inkludert i prosjektmengden som har blitt vurdert.

Figur 1 viser totalt tildelte midler gjennom PETROMAKS, DEMO2000 og PETROSENTER i perioden fra og med 2008 til og med 2018. Dette inkluderer den totale tildelingssummen for alle prosjekter som har pågått i minst ett år i perioden. Totalt er det tildelt 4,8 mrd. NOK. Det er tildelt midler til totalt 677 prosjekter.⁴ Fordelingen av prosjekter per program, prosjekttype og sektor vises i Figur 2.

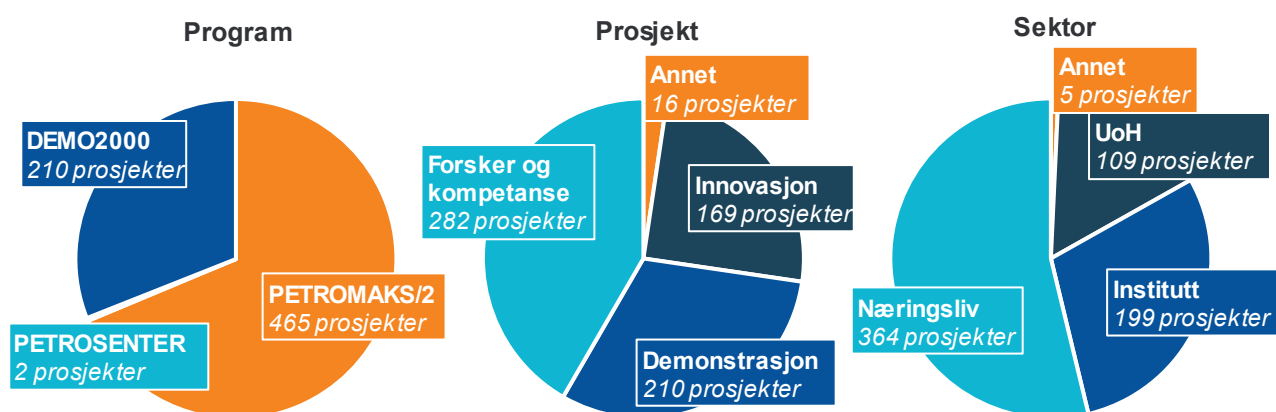
¹ PETROMAKS2 erstattet av PETROMAKS i 2013 etter at 10-års bevilgningen for PETROMAKS ble avsluttet.

² Kilde: Forskningsrådet, Programplan 2013-2022 Petroleumsforskning – PETROMAKS2

³ Kilde: Forskningsrådet, Programplan 2013-2018 DEMO 2000



Figur 1: Tildelte midler over perioden 2008-2018 er på totalt 4.8 mrd. NOK.⁴



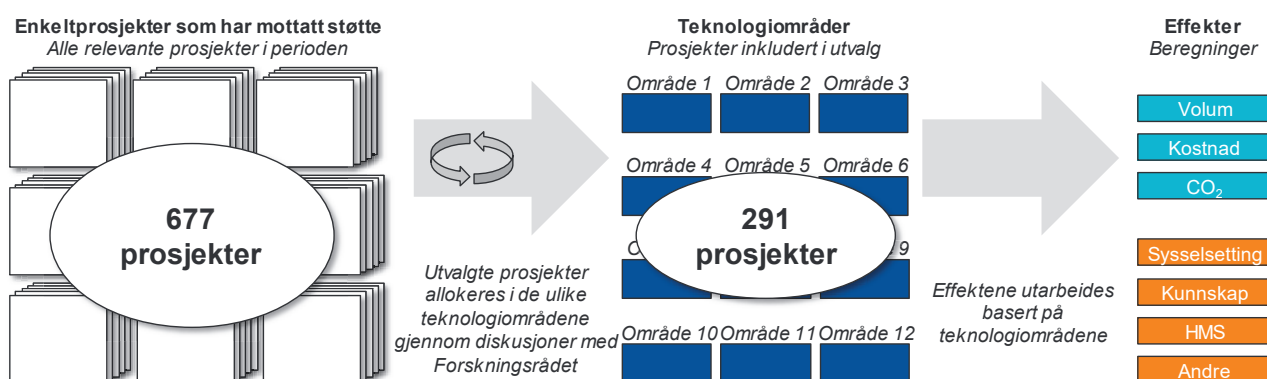
Figur 2: De tildelte midlene over perioden 2008-2018 fordeler seg på totalt 677 prosjekter.

⁴ Den totale tildelingssummen for hvert prosjekt er inkludert så lenge prosjektet har pågått i minst ett år i perioden 2008-2018. PETROSAM (70MNOK – 7 stk.), forprosjekter (20MNOK – 168 stk.) og prosjekter som ikke er direkte rettet mot petroleumssektoren (98 MNOK – 61 stk.) er ikke inkludert i totalen.

5 METODIKK

Som vist på forrige side er total tildelingssum over perioden 4,8 milliarder kroner fordelt på 677 prosjekter. På grunn av omfanget var det umulig å vurdere effektene fra hvert eneste prosjekt innenfor rammen av denne studien.

Figur 3 viser en skjematisk oversikt over metodikken som ble benyttet for å velge ut prosjekter og teknologier. Et utvalg på 291 prosjekter inndelt i 12 teknologiområder ble lagt til grunn. Både teknologiområdene og prosjektene innen hvert teknologiområde ble valgt ut på bakgrunn av Rystad Energys kjennskap til industrien, tyngdepunktene i tildelingene og etter innspill fra Forskningsrådet. De valgte teknologiområdene er områder som har hatt eller vil ha stor betydning for norsk sokkel og som til sammen dekker bredden av tildelingene. Prosjekter med ulik grad av måloppnåelse ble inkludert. Med et relevant prosjektutvalg som dekker bredden i Forskningsrådets tildelinger antas det at de viktigste effektene har fremkommet. Figur 4 viser en oversikt over de tolv teknologiområdene som ble vurdert, samt oppsummerende opplysninger om tilfanget av prosjekter innen hvert teknologiområde.



Figur 3: Metodikk for utvelgelse av prosjekter til teknologiområder, og utarbeiding av effekter basert på gruppering i teknologiområder.

Under metodikken referert til i Figur 3 ligger en casebasert fremgangsmåte som er beskrevet ytterligere i Figur 5. I dette studiet ble dypdykk i enkeltprosjekter brukt for å bygge opp antagelser for beregninger innen hvert teknologiområde. Deretter ble summen av alle teknologiområdene brukt til å trekke generelle konklusjoner om effektene av Forskningsrådets tildelte midler.

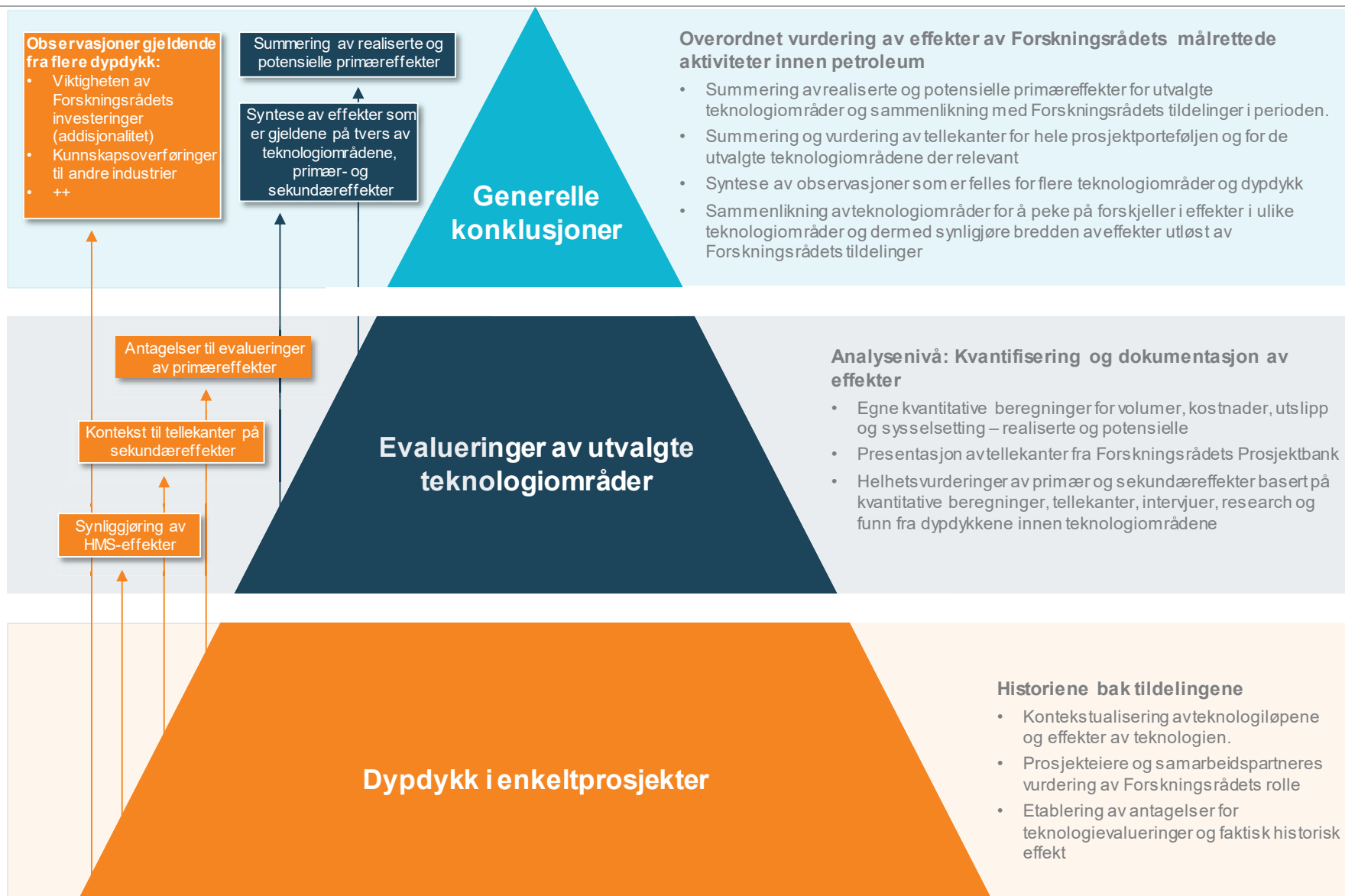
Dypdykk i enkeltprosjekter eller enkeltteknologier ble gjennomført for å fremheve spesielt viktige prosjekter eller prosjekter som illustrerer visse poenger godt innenfor hvert teknologiområde. Disse dypdykkene kontekstualiserer også resultatene fra de overordnede effektberegningene ved å vise konkrete applikasjoner som har ført til, eller kan komme til å føre til, verdiskapning.

Teknologiområdene skiller seg fra hverandre ved at noen består av modne teknologier som allerede har blitt applisert bredt, mens andre først og fremst består av teknologier som vil finne sin applikasjon i fremtiden. Således vil graden av realiserte versus potensielle (fremtidige) effekter variere mellom teknologiområdene. Teknologiområdene er også ulike hva gjelder typen effekter. For eksempel vil enkelte teknologiområder hovedsakelig ha effekt på produksjonsvolumer, mens andre først og fremst har effekter innenfor helse, miljø og sikkerhet.

RYSTAD ENERGY-RAPPORT:
EFFEKTER AV FORSKNINGSRÅDETS MÅLRETTEDE AKTIVITETER INNEN PETROLEUM

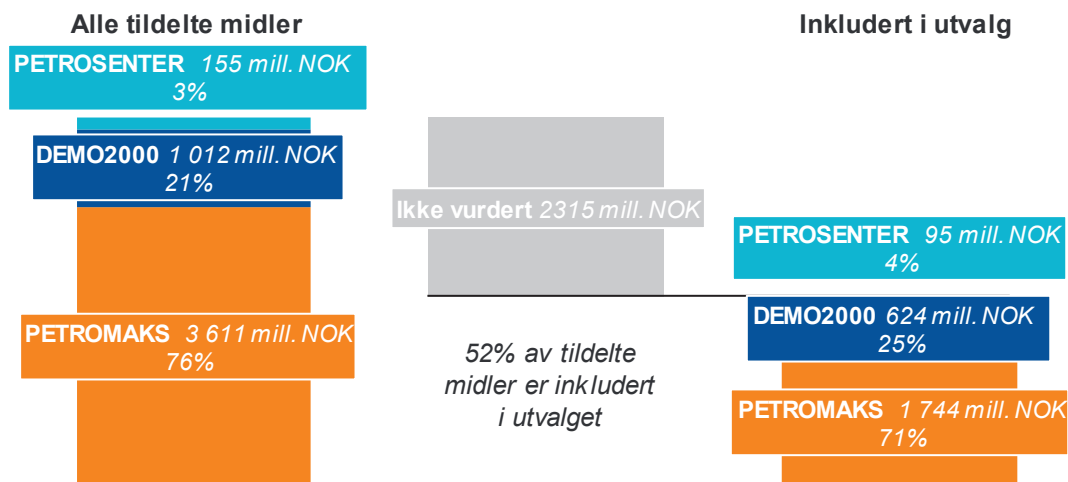
Oversikt over teknologiområder			Programmer				Temaområder					Prosjekttyper				Sektorer			
Valgte teknologiområder	Tildelte midler* [mill. NOK]	Antall tildelinger* [Antall prosjekter]	PETRO-SENER	PETROMAKS	PETROMAKS ₂	DEMO2000	TTA1	TTA2	TTA3	TTA4	HMS	Kompetanse-Prosjekt**	Innovasjons-prosjekt	Demonstrasjon-prosjekt	Annet	Universitet og høyskole	Instituttsektor	Næringsliv	Samarbeids-partnere***
Avanserte metoder for reservoarforståelse og økt utvinning	501	51	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	98
Avansert boreteknologi	456	49		●	●	●			●			●	●	●	●	●	●	●	87
Produksjonsoptimalisering	259	34		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	62
Oljevern og sikkerhet for offshorearbeidere	243	37	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	78
Teknologi for flerfasestrømning i rørledninger	212	32		●	●	●				●		●	●	●		●	●	●	85
Levetidsforlengelse av utstyr og tilstandsbasert vedlikehold	205	21		●	●	●			●	●		●	●	●	●	●	●	●	78
Subsea boosting/kompresjon	153	16		●	●	●	●		●	●		●	●	●			●	●	25
Energieffektivisering offshore	116	13			●	●	●	●		●		●	●	●		●	●	●	46
Nye metoder for innsamling/prosessering av seismikk	105	14		●	●	●		●				●	●	●		●	●	●	24
Effektivisering av P&A-operasjoner	104	10			●	●			●			●	●	●	●		●	●	34
Hel-elektriske undervannsanlegg	63	9			●	●	●			●	●		●	●				●	55
Hel- og delelektrifisering av plattformer med offshore vind	32	4			●		●	●					●					●	10

Figur 4: Utvalgelse av prosjektområder. Merket (●) angir at det har skjedd tildelinger innenfor kategorien i perioden. *Antall prosjekter innenfor utvalg. **Forsker- og kompetanseprosjekt. ***Antall unike navn på samarbeidspartnere.

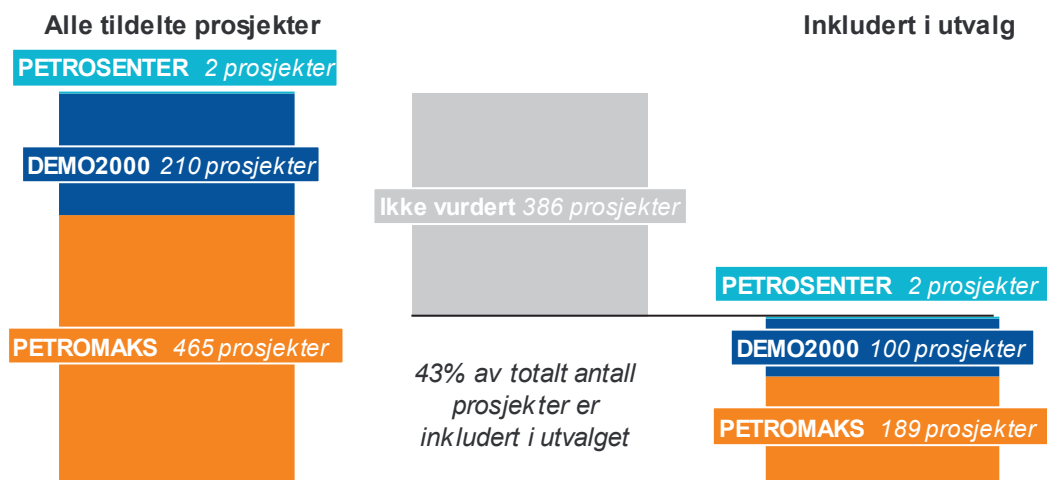


Figur 5: Beskrivelse av hvordan case er brukt som metodikk for å bygge opp under effekteneberegningene/-vurderingene i studien.

Å ta utgangspunkt i et subsett av prosjektene medfører risiko for at dette utvalget ikke representerer den totale prosjektmengden på en tilfredsstillende måte. Figur 6 og Figur 7 viser fordelingen mellom de ulike tildelingsprogrammene for den totale prosjektmengden og for prosjektutvalget som er lagt til grunn i studien. Her ser vi at prosjektutvalget er vektet noe mer mot DEMO2000-prosjekter enn den totale prosjektmengden (og PETROMAKS-andelen er lavere). Dette er som forventet ettersom DEMO2000-prosjekter gjennomgående er nærmere kommersialisering, og dermed ofte er enklere å definere inn i et bestemt teknologiområde.



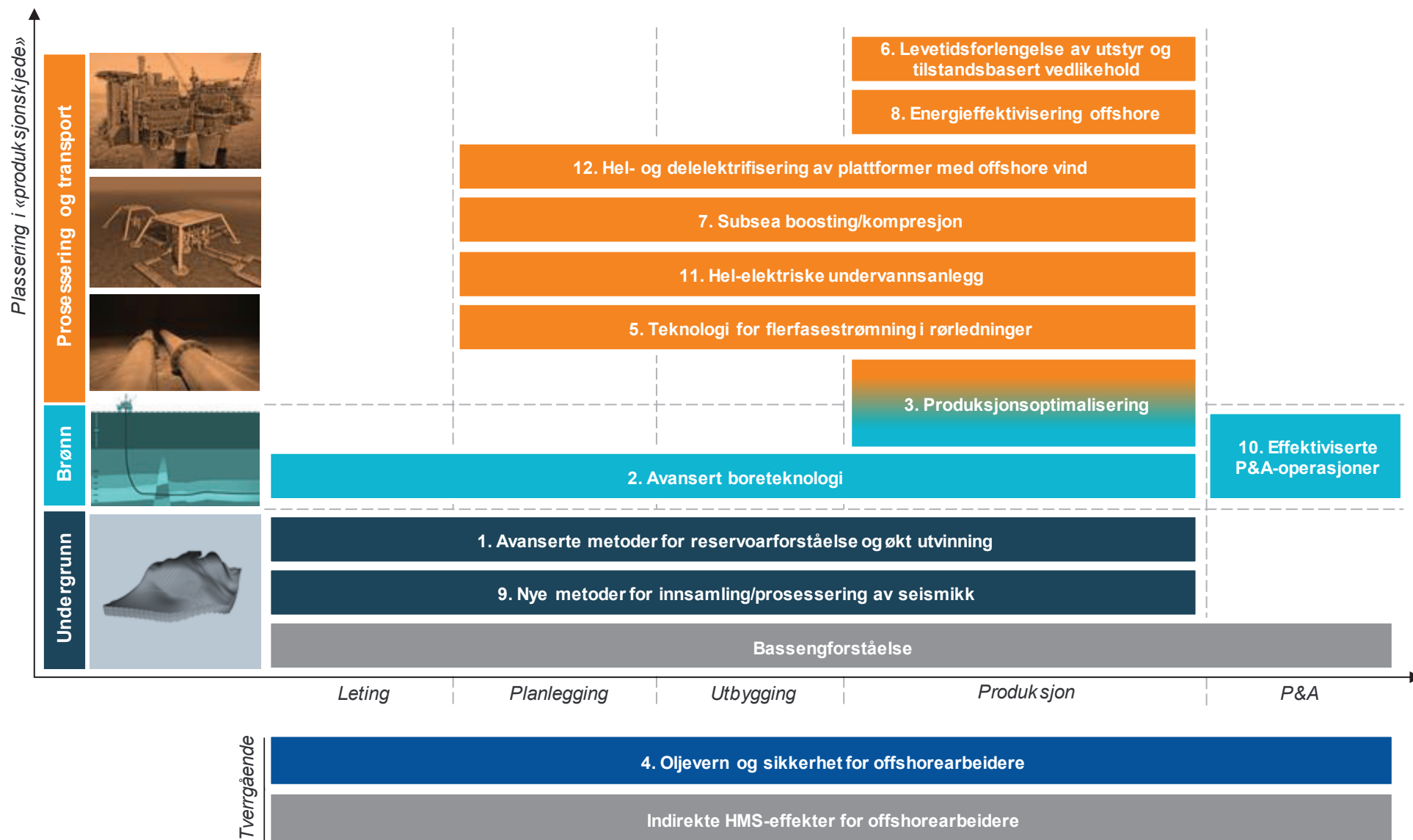
Figur 6: Sammenligning av programfordeling for prosjektutvalget og total prosjektmengde, tildelte midler.



Figur 7: Sammenligning av programfordeling for prosjektutvalget og total prosjektmengde, antall prosjekter.

Figur 8 illustrerer hvordan de ulike teknologiområdene er gjensidig avhengige av hverandre, og at bassengforståelse (en disiplin som ikke er inkludert i de tolv valgte teknologiområdene) utgjør fundamentet for all etterfølgende aktivitet. For eksempel er teknologi for flerfasestrømning i rørledninger over lang distance (teknologiområde 5) verdiløs dersom det ikke avdekkes nye ressursforekomster gjennom økt bassengforståelse og vellykkede seismiske undersøkelser (teknologiområde 9), med påfølgende reservoarforståelse (teknologiområde 1) som gjør utvinning mulig. Tilsvarende er det mindre verdifullt å påvise og forstå nye forekomster dersom det ikke finnes økonomiske og/eller miljømessig forsvarlige metoder for å utvikle funnene. Det ene legger grunnlaget for det andre, og man kan ikke forvente like høy verdiskapning gjennom å kun støtte utvalgte enkeltområder/-prosjekter («cherry picking») uten å samtidig støtte «forløpere» og «etterkommere».

RYSTAD ENERGY-RAPPORT:
EFFEKTER AV FORSKNINGSRÅDETS MÅLRETTEDE AKTIVITETER INNEN PETROLEUM



Figur 8: Plassering av valgte teknologiområder i produksjonskjede og livssyklus for et olje-/gassfelt.

6 EFFEKTER AV FORSKNINGSRÅDETS TILDELINGER

6.1 Primæreffekter

Forskningsrådets tildelinger innenfor de tolv teknologiområdene (se avsnitt 4) har blitt vurdert med tanke på de tre primæreffektene volum, kostnad og CO₂-utslipp. Kategorinavnet «primæreffekter» kommer av at alle tre er av direkte økonomisk betydning og er konkrete størrelser som kan kvantifiseres. Både realiserte og potensielle primæreffekter sporet av prosjekter støttet av Forskningsrådet har blitt vurdert. Med realiserte effekter menes de effektene som har inntruffet i perioden (2008-2018). Potensielle effekter er de effektene som er forventet i fremtiden (2019-2050).

Forskningsrådets tildelinger er vist å ha gitt positiv effekt på volumer gjennom teknologiutvikling som har ført til økte reserver, fremskyndede volumer / økt produksjonsrate, økt utvinningsgrad og flere funn. Konsekvensen av økte produksjonsvolumer/reserver er økte inntekter for oljeselskapene og dermed økt skatteinngang for myndighetene.

Man ønsker gjerne at applikasjon av ny teknologi skal gi kostnadsreduksjon, men mange gir faktisk økning i absolutte kostnadsnivåer. Sistnevnte type teknologier vil likevel kunne bli adoptert gjennom at de har andre positive effekter på for eksempel utvinningsgrad eller CO₂-utslipp og dermed bli implementert til tross for høye kostnader. Forskningsrådets tildelinger kan altså i noen tilfeller ha kostnadsøkende effekter uten at dette betyr at støtten ødelegger verdi.

Det har på norsk sokkel i lang tid blitt produsert olje og gass med lavere oppstrøms klimagassutslipp enn i de fleste andre regioner. Å ha et lavt CO₂-avtrykk per fat produsert er viktig både av økonomiske og ikke-økonomiske årsaker. Økonomisk fordi CO₂-avgifter er en direkte og økende kostnad for oljeselskapene. Ikke-økonomisk fordi aksept fra en stadig mer klimabevisst opinion er selve grunnlaget for å kunne opprettholde olje- og gassvirksomheten på norsk sokkel. Videre står oppstrøms olje- og gassvirksomhet for om lag en fjerdedel av Norges totale klimagassutslipp. Derfor er absolutte utslippskutt i olje- og gassindustrien (til forskjell fra utslipp per fat produsert som ofte fokuseres på av industrien) viktig for å nå de norske utslippsmålene.

Som indikert to avsnitt over må kostnader, volum og CO₂-utslipp sees i sammenheng med hverandre. For eksempel kan total effekt på kostnadsnivået ved implementering av en teknologi som gjør en gitt operasjon billigere være null fordi operasjonen til gjengjeld blir utført flere ganger (for å få ut mer volum). Denne typen avveininger av effekter langs kostnads-/volum-/CO₂-utslippsdimensjonene er en naturlig del av vurderingen for mange av teknologiområdene. I slike tilfeller har effekten blitt målt langs den dimensjonen som mest sannsynlig er hovedprioritet for oljeselskapet som bruker teknologien, slik at dobbelttelling av effekter unngås.

Støtten har utløst store ressursvolumer og et rikelig fremtidig potensiale

Prosjekter støttet av Forskningsrådet har i perioden 2008-2018 utløst reserveøkning i størrelsesorden 890 millioner fat oljeekvivalenter i tillegg til merproduksjon på omtrent 100 millioner fat. Reserveøkningen tilsvarer nesten det dobbelte av ressursene som forventes utvunnet på Johan Castberg, et stort felt for en relativt moden sokkel som den norske.

Disse realiserte volumgevinstene relaterer seg til tre teknologiområder: «Avanserte metoder for reservoarforståelse og økt utvinning», «Nye metoder for innsamling/prosessering av seismikk» og «Produksjonsoptimalisering». Innenfor førstnevnte område er det særlig utvikling og bruk av såkalt Ensemble Kalman Filter-metodikk (EnKF) som har vært utslagsgivende. EnKF-metodikk er et sett statistiske verktøy som muliggjør mer effektiv bruk av oljeselskapenes kjerneprogramvare innenfor reservoarmodellering og -simulering slik at man fattet bedre beslutninger rundt bore- og dreneringsstrategi. EnKF-teknologien er beregnet å stå for over halvparten av teknologiområdets realiserte reserveøkning på 540 millioner fat oljeekvivalenter. Forskningsrådet har støttet opp om utvikling av EnKF-verktøy siden 1990-tallet, også i den aktuelle tidsperioden for dette studiet (2008-2018). I tillegg til

reservetilvekst medfører EnKF også akselerert produksjon, noe teknologien har medført eksempelvis på Tor-feltet.

Innen teknologiområdet «Nye metoder for innsamling/prosessering av seismikk» har en viktig bidragsyter til den historiske reserveøkningen vært Forskningsrådets støtte til PGS' utvikling av fiberoptiske streamere. Støtten i dette prosjektet førte til viktig innsikt og kompetanseheving i organisasjonen som ble benyttet for å fremskynde utviklingen av GeoStreamer-konseptet, som igjen var viktig i arbeidet med å modne frem Johan Sverdrup-feltet. Dermed er det beregnet at Forskningsrådets støtte har vært bidragsytende til å utløse 350 millioner fat oljeekvivalenter på Johan Sverdrup.

Innen teknologiområdet «Produksjonsoptimalisering» er det beregnet en realisert merproduksjon på omlag 100 millioner fat oljeekvivalenter gjennom prosjekter støttet av Forskningsrådet i perioden. Dette er oppnådd gjennom applikasjon av teknologi som bedrer styringen av produksjonssystemet slik at regulariteten bedres og produksjonen øker pr. tidsenhet.

Fremover vil prosjekter støttet av Forskningsrådet i perioden totalt ha potensiale til å øke produksjonsvolumene på norsk sokkel med ca. 11 milliarder fat oljeekvivalenter sammenlignet med hva som ellers ville blitt produsert, eller ca. fire ganger reservene i Johan Sverdrup-feltet. Det er utvikling innen området «Avansert boreteknologi» som er beregnet å ha størst potensial for å øke produksjonsvolumene: 3,2 milliarder fat i perioden 2019-2050, hovedsakelig drevet av mer presis brønnplassering. Forskning innen automatiserte boreoperasjoner, eksempelvis NORCEs «E-centre laboratories for automated drilling processes»-prosjekt, er blant de viktige bidragsyterne til fremtidige volumeffekter. Like bak følger teknologiutvikling innen området «Avanserte metoder for reservoarforståelse og økt utvinning» med ca. 2,7 milliarder fat. De to nevnte teknologiområdene bidrar altså hver for seg med omtrent samme volumer som er ventet fra Johan Sverdrup-feltet.

Et tredje teknologiområde med stort volumpotensiale er «Levetidsforlengelse av utstyr og tilstandsbasert vedlikehold». Støtten til dette teknologiområdet er beregnet til å øke regulariteten på norsk sokkel med 3,5 prosentpoeng. Det vil si at implementering av denne teknologien har potensiale til å øke produksjonsvolumene med ca. 1,5 milliarder fat oljeekvivalenter fram mot 2050. Teknologiområdene «Produksjonsoptimalisering» og «Nye metoder for innsamling/prosessering av seismikk» har også, hver for seg, potensiale til å øke produksjonsvolumene i tilsvarende størrelsesorden framover.

De fem teknologiområdene diskutert over er de viktigste bidragsyterne til å øke produksjonsvolumene de neste 30 årene. Det er påvist potensielle volumeffekter også innen de resterende syv teknologiområdene, men disse teknologiområdene gjør seg mer gjeldende langs andre dimensjoner, dvs. kostnadsbesparelser, utslippskutt, eller kompetansebygging (sitnevnte er dekket under avsnittet om sekundæreffekter lenger ned i dokumentet).

Støtten har allerede spart det norske samfunn for 18 milliarder NOK med mer i vente

Analysene viser at Forskningsrådets midler har utløst realiserde kostnadsbesparelser på 18 milliarder NOK i perioden 2008-2018 som følge av at ny teknologi har blitt applisert. Avansert boreteknologi, særlig digitalisering, står for omtrent halvparten av de beregnede besparelsene. Den andre halvparten er i hovedsak drevet av forbedret reservoarforståelse. Herunder er bruk av EnKF, som tidligere er nevnt som et viktig bidrag til realisert reservetilvekst, viktig for effektivisering av boreplaner og relaterte brønnbesparelser for feltutbygginger. Et konkret eksempel på dette er at man på Johan Sverdrup klarte å redusere antall utviklingsbrønner fra 120 til 80 gjennom forbedret reservoarforståelse der applikasjon av EnKF var sentral, uten at utvinningsgraden ble redusert.

Fremover (2019-2050) vil støtten i perioden kunne føre til besparelser i størrelsesorden 1200 milliarder NOK. Dette tilsvarer nesten et helt statsbudsjett, og er 250 ganger de totale midlene Forskningsrådet har tildelt gjennom programmene PETROMAKS, DEMO2000 og PETROSENTER i perioden 2008-2018. Over 500 milliarder av disse fremtidige besparelsene kommer fra potensialet som ligger i økt borehastighet og redusert nedetid («Non-Productive Time» - NPT) gjennom ny boreteknologi. De store effektene som kan oppnås gjennom applikasjon av avansert boreteknologi kommer til dels av at det er svært lønnsomt for næringslivsaktørene å investere i denne typen teknologiutvikling fordi det er kort vei fra utvikling til applikasjon, samt at utviklingskostnaden ofte nedbetaler seg raskt i form av økte volumer, reduserte kostnader og/eller reduserte CO2-utslipp.

En annen vesentlig driver for potensielle kostnadsbesparelser over de neste 30 årene er innføring av tilstandsbasert vedlikehold. Ved bruk av denne teknologien vil behovet for vedlikehold reduseres, noe som medfører økt levetid for utstyr og mindre behov for offshorepersonell ettersom vedlikeholdsrutinene optimaliseres. Dette er ventet å føre til besparelser i størrelsesorden 400 milliarder NOK. Videre er teknologi for flerfasestrømning og hel-elektriske undervannsanlegg hver for seg drivere av kostnadsreduksjoner på rundt 120 milliarder NOK. Teknologi for flerfasestrømning tilrettelegger for økt tie-back-distanse som medfører at mange mindre funn som i dag krever nye plattformer for å kunne utvikles i stedet kan kobles til eksisterende infrastruktur. Dette gjør utviklingen mindre kostbar og mer CO₂-effektiv. Hel-elektrifisering av undervannsanlegg medfører full utskiftning av hydrauliske aktuatorer med elektriske. Dette vil senke kostnadene betydelig fordi kostanden ved installasjon av elektrisk infrastruktur er lavere enn ved bruk av hydraulisk utstyr med egen kontrollkabel for tilførsel av hydraulikkvæske. Videre vil kostnadene også være lavere i driftsfasen gjennom mindre bruk av hydraulikkvæske, samtidig som man øker fleksibiliteten med tanke på å koble på flere tie-backs i fremtiden.

Samtlige midler Forskningsrådet har tildelt innen effektivisering av P&A-operasjoner har gått til forskning og utvikling av rigguavhengige løsninger. Dette har et større potensiale enn «bare» å effektivisere riggbasert P&A med tanke på reduserte kostnader, men er samtidig mer komplisert å få til. Dette er et godt eksempel på at Forskningsrådet, ved å gå inn med midler, gir industrien mulighet til å ta større risiko enn den kanskje ellers ville gjort, og dermed drive frem de optimale løsningene. Riggavhengig P&A-teknologi er foreløpig umoden og antas ikke å kunne implementeres for fullt før rundt år 2030. P&A har historisk utgjort en liten prosentandel av det totale kostnadsbildet til en olje- og gassinstallasjon, men vil bli viktigere fremover ettersom mange brønner skal stenges ned på norsk sokkel de neste 30 årene. Det er beregnet at rigguavhengige P&A-operasjoner kan redusere kostnadene relatert til P&A med hele 50-90%, avhengig av type brønnhode.

Teknologiområder som utelukkende har som mål å redusere CO₂-utslipp, spesifikt «Hel- og delelektrifisering av plattformer med offshore vind» og «Energieffektivisering offshore», medfører vesentlige kostnadsinkrement sammenlignet med nåværende løsninger. Samtidig vil disse kunne redusere utslippene fra gassturbiner på norsk sokkel med rundt 80%, noe som ved full implementering tilsvarer å kutte Norges totale årlige CO₂-utslipp med rundt 20% (se neste avsnitt for mer diskusjon av effekter på oppstrøms CO₂-utslipp).

Støtten kan utløse CO₂-kutt tilsvarende 10 år med totale norske utslipp

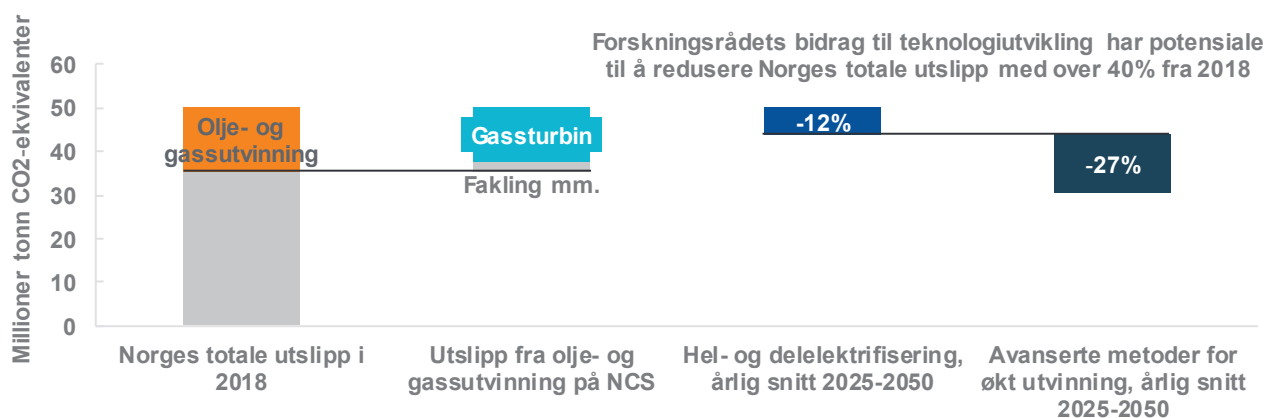
Fokuset på å redusere klimagassutslipp øker stadig, og med økt fokus på klimagassutslipp har også fokuset på Norges olje- og gassutvinning og tilhørende karbonavtrykk økt. Til tross for at dette er noe som for alvor har fått spalteplass først i nyere tid, har Forskningsrådet bevilget store midler til teknologiutvikling på dette området de siste 10 årene. Samtidig er det veldig få utslippsreducerende tiltak basert på disse teknologiene som er implementert hittil. Analysene viser at det foreløpig kun er applikasjoner innen teknologiområdet «Avansert boreteknologi» som har medført reduksjon i CO₂-utslipp historisk. Reduksjonene har blitt oppnådd ved å innføre effektiviserende, teknologidrevne tiltak på boreriggene. Ettersom boreriggene historisk kun står for rundt 5% av utslippene på norsk sokkel har ikke effektiviseringen realisert hittil ført til betydelige CO₂-utslippskutt; det er beregnet at effektiviseringen har medført reduksjoner på omtrent 80 000 tonn CO₂ i perioden, sammenlignet med 14 millioner tonn oppstrømsrelaterte utslipp i 2018.

Til tross for de begrensede realiserede utslippskuttene er det flere teknologier i Forskningsrådets prosjektportefølje som har stort potensiale for utslippskutt framover. Det er spesielt to teknologiområder som utmerker seg, og som på lang sikt kan være sterke bidragsyterne til at Norge kan nå klimamålene i Parisavtalen. Teknologiområdet med størst potensiale er «Avanserte metoder for reservoarforståelse og økt utvinning», spesifikt teknologi for å øke utvinningsgraden ved å pumpe CO₂ inn i reservoaret under produksjon. Norsk oljeindustri har lagret CO₂ i undergrunnen siden 1996 da man begynte med reinjeksjon av CO₂ på Sleipner-feltet. Senere har denne typen teknologi også blitt implementert på Gudrun og Snøhvit. I disse tilfellene lagres ikke CO₂ i det produserende reservoaret, men i egne formasjoner i undergrunnen.

Utfordringen her er at det trengs enorme volumer CO₂ for at injeksjonen skal ha positiv effekt på utvinningsgraden. CO₂ som produseres ved oppstrøms olje- og gassutvinning er på langt nær nok til å dekke volumbehovet, og utfordringen er å fange, frakte og injisere nok CO₂ fra andre kilder. Dersom disse utfordringene løses har teknologien alene potensiale til å redusere oppstrøms CO₂-utslipp med 340

millioner tonn CO₂ frem mot 2050. Dette tilsvarer de totale norske utslippene over en periode på sju år, eller 23 år med olje- og gassutvinningsrelaterte utslipp gitt dagens nivåer. Forskningsrådet har spilt en viktig rolle i støtte til forskning på CO₂-injeksjon i lang tid.

Det andre teknologiområdet med særlig stort potensiale er «Hel- og deelektrifisering av plattformer med offshore vind». Gassturbiner er installert på de aller fleste plattformene på norsk sokkel i dag, hovedsakelig for å dekke kraftbehovet. 85% av utslippene relatert til oppstrøms olje- og gassutvinning på norsk sokkel kommer fra gassturbiner. Havvind, i kombinasjon med lagringsløsninger for overskuddsenergi, kan bli et klimavennlig alternativ til gassturbiner. Deep Purple-konseptet til TechnipFMC er et godt eksempel på dette. Denne teknologien kombinerer havvind med lagringsceller for hydrogen. TechnipFMC anslår selv at konseptet vil kunne redusere CO₂-utslipp fra gassturbiner med 80% der konseptet blir realisert, og konkurrere kostnadmessig med landstrøm på de fleste plattformer. Idéen til Deep Purple-konseptet ble unnfanget på en idémyldringskonkurranse i regi av Forskningsrådet i 2016 kalt «Idélab for havbaserte næringer». Idéen vant konkurransen, og fikk støtte til et forprosjekt. I dag mottar teknologien støtte til videreutvikling gjennom PETROMAKS-programmet. Ambisjonen er at løsningen skal være kommersiell innen 2023. Dersom Deep Purple og andre løsninger innen dette teknologiområdet realiseres, kan utslippene på norsk sokkel reduseres med 150 millioner tonn CO₂ over de neste 30 årene, noe som tilsvarer omtrent tre år med totale norske utslipp.



Figur 9: Forskningsrådets midler har blant annet bidratt til prosjekter innen to teknologiområder som hver for seg i snitt har potensiale til å redusere Norges totale årlige CO₂-utslipp med henholdsvis 12% og 27% mellom 2025 og 2050. Til sammen kan de redusere Norges totale årlige utslipp med over 40% sammenlignet med 2018, og gjøre olje- og gassektoren til et «CO₂-sluk» gjennom injeksjon.

6.2 Sekundæreffekter

Effekter som ikke er direkte verdiskapende kalles *sekundæreffekter* i dette studiet. Det at sekundæreffektene ikke er *direkte* verdiskapende betyr på ingen måte at de ikke er verdifulle – det betyr bare at verdien ikke kan måles som direkte endring i volumer, kostnader og/eller CO₂-utslipp for feltene på norsk sokkel. Sekundæreffekter er viktige fordi de *indirekte* kan føre til positiv verdiskapning, til tross for at det er svært komplisert å kvantifisere dette. Sekundæreffektene er delt inn i ulike grupper, eksempelvis kunnskap, sysselsetting og internasjonalisering.

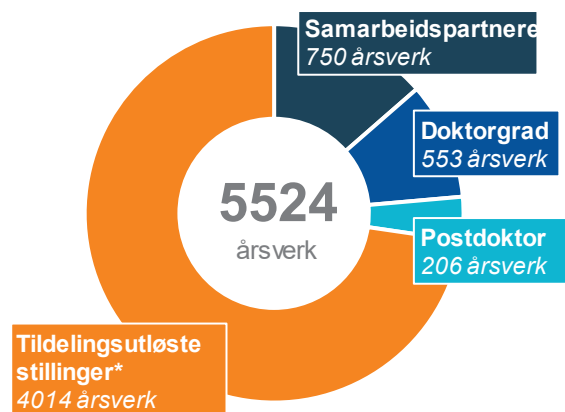
Forskningsrådets egne datasett med «telleanter» er, i tillegg til intervjuer, brukt for å dokumentere sekundæreffektene i denne rapporten. Som for primæreffektene er også sekundæreffektene vurdert og, om mulig, kvantifisert for hvert av de 12 teknologiområdene.

Sysselsetting: 5500 årsverk skapt

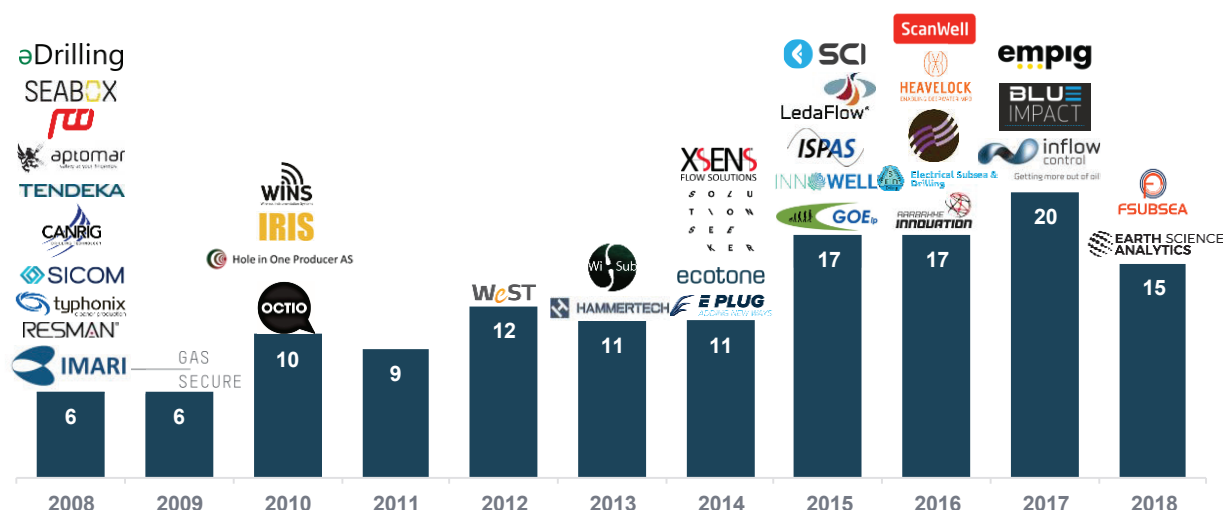
Sysselsettingseffekter er kvantifiserbare, og kan relateres til antall samarbeidspartnere, antall stipendiater og tildelte midler fra Forskningsrådet. Det er beregnet at prosjektutvalget undersøkt i denne studien har bidratt til omtrent 5500 årsverk i perioden 2008-2018 (se Figur 10). Disse består av årsverk fra doktorgrads- og postdoktorgradsstipendiater, deltakelse fra samarbeidspartnere og tidelingsutløste stillinger. Sistnevnte er beregnet ved bruk av prosjektbudsjetter og årsverk i bedrifter hvor de årlige tildelingene i ett eller flere år i perioden har utgjort en betydelig andel av omsetningen. Nærmere 75% av de totale årsverkene kommer fra tidelingsutløste stillinger.

De tildelte midlene kan også føre til positive ringvirkninger for sysselsetting innad i en bedrift dersom prosjektet lykkes i å skape nye forretningsområder. Dette er ikke tatt hensyn til i beregningen av antall årsverk generert av Forskningsrådets midler. Det er derfor grunn til å tro at anslaget er konservativt.

Figur 11 viser hvor mange selskaper som har fått støtte tilsvarende mer enn 20% av selskapets omsetning i minimum ett år i perioden. Ut fra denne metodikken er det totalt 38 selskaper som faller i denne kategorien og som dermed anses å ha mottatt «betydelig støtte». For disse selskapene antas Forskningsrådets støtte som avgjørende for selskapets drift. Videre gjelder dette spesielt nyoppstartede selskaper, enkelte av disse spin-offs fra tidligere prosjekter Forskningsrådet har støttet. Gjennom intervjuer har det også kommet fram, både fra forskningsinstitutter og store næringslivsaktører, at støtten fra Forskningsrådet har vært utslagsgivende for å kunne opprettholde aktiviteten i forskning- og utviklingsmiljøene. Spesielt har dette gjort seg gjeldende gjennom nedgangskonjunkturen i oljeindustrien de siste 5 årene.



Figur 10: Sysselsettingseffekter innen prosjektutvalget i antall årsverk i perioden 2008-2018.



Figur 11: Årlig antall selskaper med en betydelig andel av omsetningen gjennom Forskningsrådets støtte, markert med logo for første år dette er gjeldende. Grunnen til de mange selskapslogoene i 2008 er at flere av prosjektene som er inkludert startet opp i perioden 2005-2007. Logoene i 2008 er dermed en oppsamling som inkluderer prosjektene som hadde oppstart i årene før.

Solid kunnskapsoppbygging og bred spredning av denne

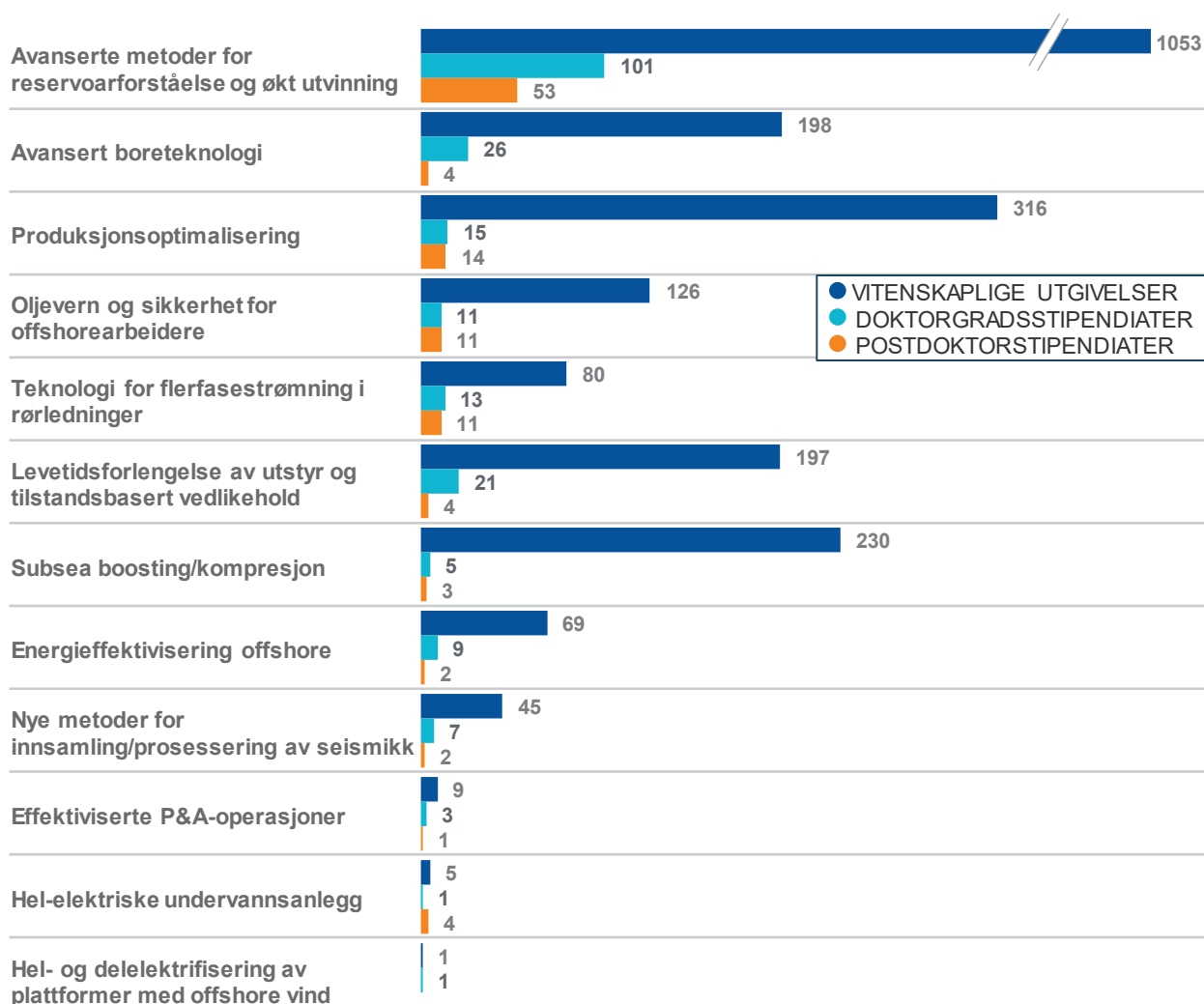
Under kunnskap inngår forskning, kompetansebygging og kunnskapsspredning. Kompetansebygging er en viktig effekt av forsknings- og utviklingsprosjekter. Utfordringen er at det kan være komplisert å spore kompetansen som utvikles tilbake til ett bestemt prosjekt som Forskningsrådet har støttet ettersom kompetansebyggingen gjerne skjer over lang tid. Forskningsinstitutter, universiteter og høyskoler spiller en viktig rolle i kompetansebygging fordi de kan ta risiko i form av forskningsløp og grunnforskning som pågår over en lengre tidsperiode. Når Forskningsrådet støtter disse bidrar de til utvikling av sterkere nasjonale forskningsmiljø. Næringslivet prioriterer i større grad midler til teknologiutvikling som raskt kan føre til økt omsetning eller lavere utgifter, men også denne teknologiutviklingen kan bidra til videre kompetansebygging innad i bedriften.

Vi ser fra flere av dypdykkene at kompetanse deles på tvers av industrier. Teknologiutvikling i én industri kan gi kommersialisering i en annen. Et eksempel er Badger, et selskap som utviklet en borerobot, som fikk betydelig støtte gjennom perioden. Teknologien var aldri i nærheten av å bli kommersialisert innenfor olje- og gasssektoren og virksomheten er nå avvirket. Kompetansen har imidlertid blitt videreført til andre industrier, deriblant i elbilladere (Zaptec) og som ny teknologi til gruvedrift (Ravel). Flere av de ansatte har også gått videre til andre boreteknologiselskaper der de nyttiggjør seg av kunnskapen tilegnet gjennom Badger-prosjektene. Andre eksempler er Interwells P&A-teknologi som har hentet termittkunnskap fra tysk jernbanedrift der den brukes til å sammenføye jernbaneskinner, og ISPAS (som har sitt utspring fra Forsvarets Forskningsinstitutt) med sin radarteknologi for å oppdage oljesøl.

Når Forskningsrådet støtter prosjekter kan det settes krav om åpenhet rundt funn og resultater. Det finnes flere eksempler på at dette er viktig for kunnskapsspredning. Et tilfelle er (igjen) EnKF-metodikk som i dag benyttes innen reservoarmodellering og -simulering i hele petroleumsbransjen. Da Geir Evensen, med støtte fra Forskningsrådet, skrev doktorgrad hos Nansensenteret i 1994 startet utviklingen av EnKF-applikasjon som senere havnet i olje- og gasssektoren. Formålet med doktorgraden var å utvikle EnKF for operasjonell oseanografi, men Geir Evensens arbeid ble raskt fanget opp av (det som nå er) Equinor som ønsket å implementere EnKF i reservoarmodellering. Samtidig startet NORCE (tidligere IRIS) et forskningsløp støttet av Forskningsrådet relatert til EnKF-bruk for petroleum. Etter 20 år med videreutvikling og kontinuerlig støtte fra Forskningsrådet har EnKF blitt en fundamental del av reservoarmodellering over hele verden. En av grunnene til den raske spredningen er at Forskningsrådet satte krav om åpenhet. Hele kildekode som Equinors EnKF-verktøy er basert er åpent tilgjengelig. Geir Evensen jobber i dag hos NORCE med videreutvikling og nye applikasjoner av EnKF. Det nyetablerte selskapet Resoptima har fra 2010 kommersialisert et reservoarmodelleringsverktøy basert på EnKF. Dette har ført til ytterligere spredning og kommersialisering av teknologien. Siden reservoarforståelse er grunnleggende for olje- og gassutvinning kan man argumentere for at EnKF-metodikken har vært viktig

for sektorens videre teknologiutvikling i den forstand at mange av de andre teknologiområdene direkte eller indirekte har basseng- og reservoarforståelse som sine fundament.

Stipendiater og publikasjoner er også viktig for kunnskapsspredning og kompetansebygging. Antall stipendiater, fordelt på doktorgrad og postdoktor, og antall vitenskapelige utgivelser prosjektutvalget har generert i perioden (per teknologiområde) er oppsummert i Figur 12. Her kommer det tydelig fram hvilke teknologiområder som har høy andel grunnforskning og som dermed har høyt antall stipendiater og publikasjoner. I utvalget ble det identifisert totalt 92 artikler publisert i tidsskrift klassifisert som nivå 1 og 2 etter NSD-skalaen. Av disse er 23 klassifisert etter NSD nivå 2 og 69 etter NSD nivå 1. Det kan forventes at antallet publiseringer i fagnivåvurderte tidsskrift hadde vært vesentlig høyere dersom forskning relatert til blant annet bassengforståelse og geofag hadde vært inkludert i prosjektutvalget. De valgte teknologiområdene er noe vektet mot demonstrasjonsprosjekter, som typisk har lavere publiseringsgrad enn forskningsprosjekter.



Figur 12: Kunnskapseffekter for prosjektutvalget per teknologiområde, dokumentert for antall vitenskapelige utgivelser, doktorgradsstipendiater og postdoktorgradsstipendiater.

Klare positive effekter innen helse, miljø og sikkerhet (HMS)

Effekter innen helse, miljø og sikkerhet (HMS) kan være en direkte målsetning for forskning og utvikling, men kan også komme som en indirekte effekt av implementering av ny teknologi. I enkelte tilfeller finnes det konkrete eksempler på at teknologiutvikling fører til økt kunnskap og forståelse for det helhetlige systemet, noe som igjen reduserer risikoen for personell betydelig. Fra et risikoperspektiv er en effektiv måte å oppnå HMS-effekt å redusere antall arbeidstimer i risikoutsatte soner. Teknologiutviklingen som har skjedd innenfor mange av de valgte teknologiområdene de siste ti årene peker mot robotisering, automatisering og optimalisering som neste generasjons løsninger. Når disse teknologiene implementeres vil antall arbeidstimer offshore reduseres, noe som fører til færre timer i risikoutsatte områder for offshorearbeidere. Et eksempel på dette er avansert boreteknologi relatert til automatiserte, robotiserte og digitaliserte operasjoner, der HMS-effekt også oppnås gjennom økt kunnskap og forståelse for brønnen mens man borer, slik at man blir klar over risikosoner (som for eksempel gasslommer) før man treffer disse, og dermed unngår brønnsparke og andre situasjoner som utsetter personell for fare.

Teknologiområdet «Oljevern og sikkerhet for offshorearbeidere» er det eneste valgte teknologiområdet med direkte fokus på HMS. Tilfredsstillende oljevern og sikkerhet for offshorearbeidere er en forutsetning for fortsatt olje- og gassvirksomhet langs norskekysten. Innenfor dette teknologiområdet er det to fokusområder. Det ene er styrt av instituttsektoren med fokus på grunnforskning, mens næringslivet utvikler konkrete løsninger for å møte gjeldende krav til sikkerhet. Innenfor sistnevnte område er det de siste årene kommersialisert teknologi innen gassdeteksjon, oljedeteksjon og utslippshåndtering støttet av Forskningsrådet. Teknologiutviklingen bidrar ellers til å redusere risikoen for storulykker på norsk sokkel, noe som er viktig ettersom en eventuell storulykke kan få enorme konsekvenser både miljø- og kostnadsmessig.

Støtten bidrar til nasjonalt og internasjonalt samarbeid gjennom nettverksbygging

I de fleste prosjektene Forskningsrådet har støttet er det samarbeid på tvers av næringsliv, forskningsinstitusjoner, universiteter og høyskoler i både inn- og utland. I utviklingsløp der en bedrift har fått støtte til flere etterfølgende prosjekter som bygger på hverandre er det gjerne også gjentagende deltakelse fra samarbeidspartnerne. Det vil si at prosjekteierne har mulighet til å bygge et godt nettverk gjennom flere år med samarbeid på tvers av både selskaper og sektorer. Dette skaper viktige kunnskapsklynger.

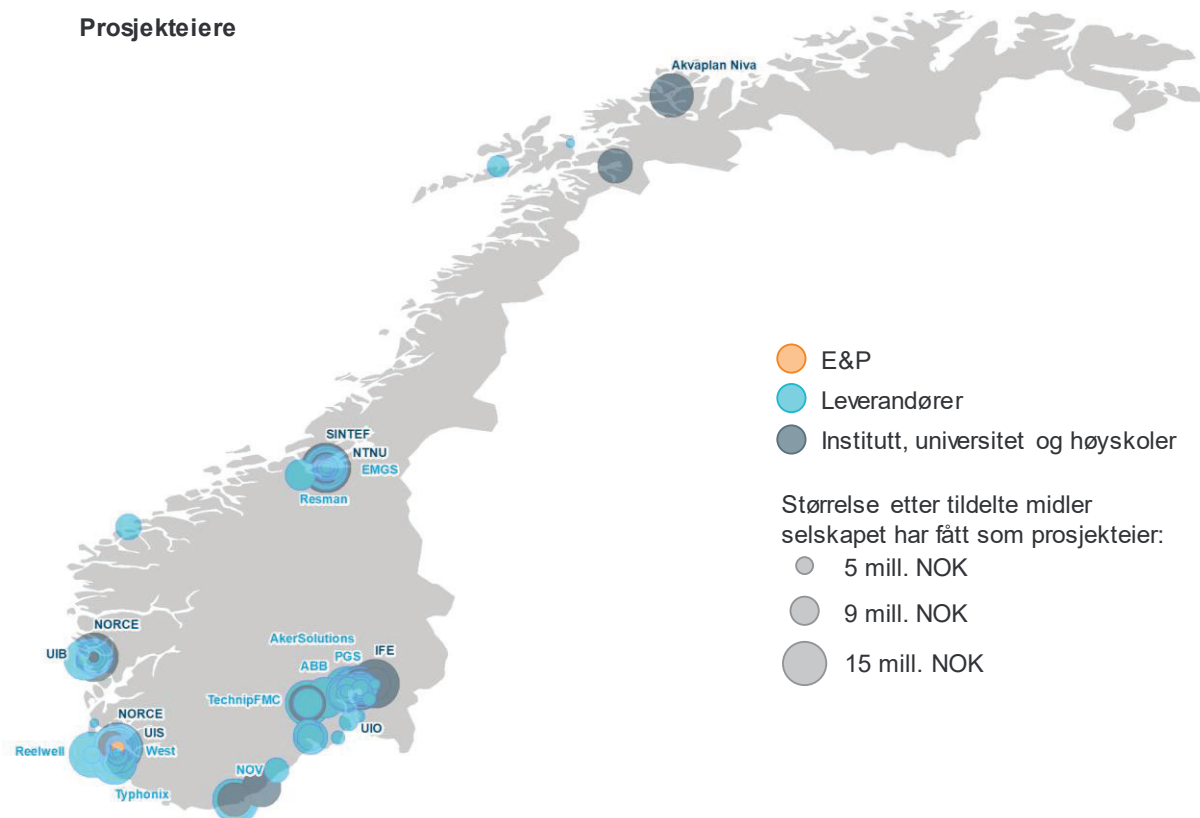
I prosjekteierens søken etter samarbeidspartnere i næringslivet kan støtte fra Forskningsrådet fungere som et kvalitetsstempel. Flere av intervju kandidatene har uttalt at en godkjent søknad fra Forskningsrådet gjør det enklere å få støtte fra næringslivet. Forskningsrådet spiller dermed en viktig rolle for nettverksbygging.

Fra kartet i Figur 13 kan man se at de største⁵ prosjekteierne er lokalisert i de store byene, hovedsakelig i Oslo og Stavanger. Det kommer tydelig fram at oljeselskapene ikke er prioritert som prosjekteiere, men at de i noen tilfeller, der fokuset er innovativ og utslippsreducerende teknologi, kan få støtte. Forskningsinstituttene eier de største prosjektene mens leverandørselskapene eier flest prosjekter. Største prosjekteiere totalt er SINTEF, NORCE, IFE og NTNU. Største prosjekteiere blant leverandørene er ABB, Typhonix, TechnipFMC (inkludert forløperne Technip og FMC) og Aker Solutions.

Når det gjelder norske samarbeidspartnere er det tydelig ut fra Figur 14 at mye av teknologiutviklingen er interessant for oljeselskapene da de største internasjonale oljeselskapene går igjen som aktive samarbeidspartnere. Equinor er den desidert største samarbeidspartneren totalt med deltakelse i 165 av prosjektene i utvalget, noe som utgjør mer enn halvparten. Deretter kommer SINTEF og NTNU i Trondheim med over 60 samarbeid hver. Oljeselskapene ConocoPhillips og Total, lokalisert i Stavanger, følger etter disse.

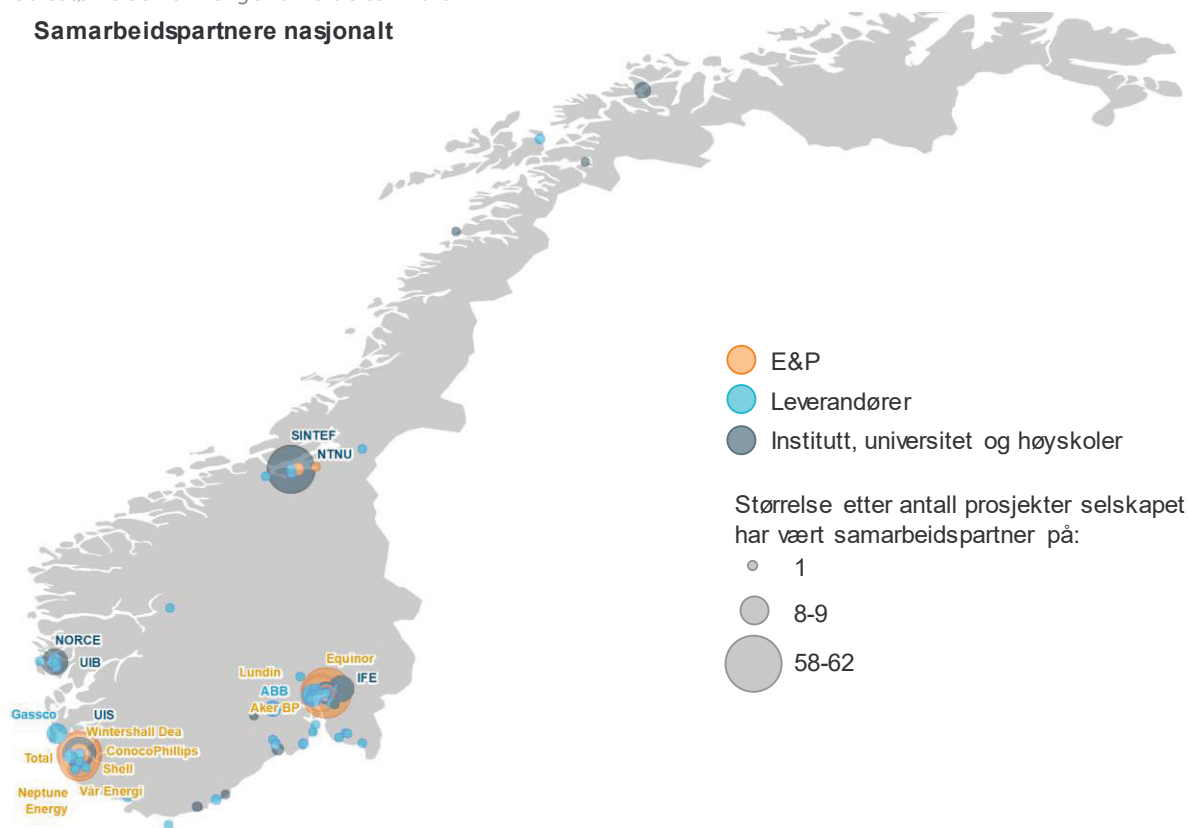
⁵ I form av prosjekteierne som har mottatt mest midler i perioden.

Prosjekteiere



Figur 13: Oversikt over prosjekteiere fordelt på institutt, universitet og høyskole, oljeselskap og leverandørselskaper. Boblestørrelsen avhenger av tildelte midler.

Samarbeidspartnere nasjonalt



Figur 14: Oversikt over samarbeidspartnere fordelt på institutt, universitet og høyskole, oljeselskap og leverandørselskaper. Boblestørrelsen avhenger av antall prosjekter samarbeidspartneren har deltatt i per lokasjon.

Internasjonalisering av norsk olje- og gassteknologi

Eksempler på internasjonalisering kan være samarbeid på tvers av land eller eksport av norsk teknologi til resten av verden. Figur 15 viser en oversikt over internasjonale samarbeidspartnere. Oljeselskapene går igjen som de desidert mest aktive samarbeidspartnere. 13 av de 15 mest deltakende samarbeidspartnere internasjonalt er oljeselskaper med Petrobras som den desidert største. Petrobras har deltatt i totalt 18 prosjekter på tvers av teknologiområdene. Utenfor Europa er også Chevron aktiv, mens det i Europa er oljeselskapene Total, Wintershall DEA og BP som oftest er samarbeidspartnere. Totalt har samarbeidspartnere fra 25 land deltatt i ett eller flere av prosjektene i utvalget. Det er i tillegg deltakelse fra over 50 universiteter og forskningsinstitutter internasjonalt.

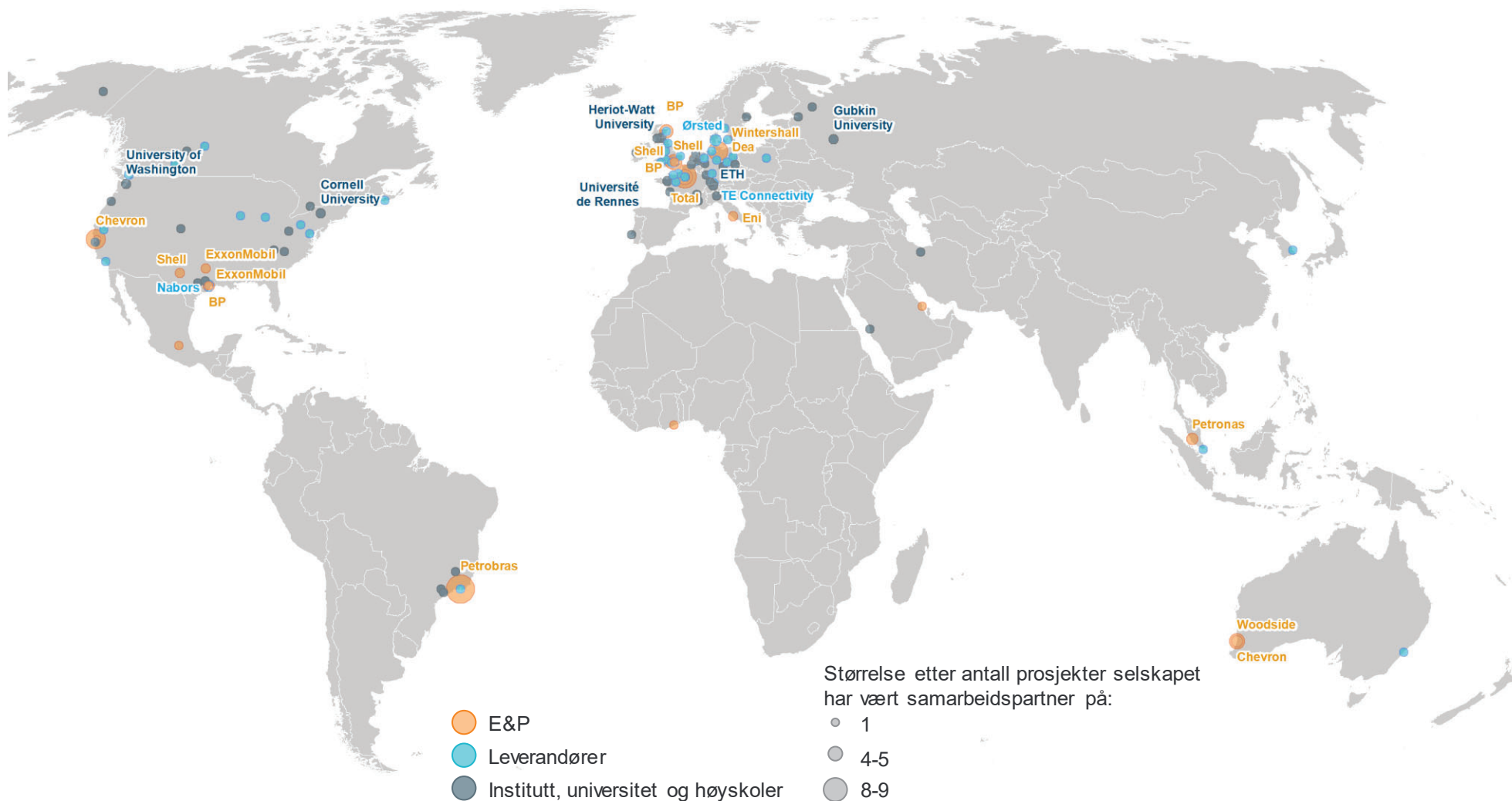
Samarbeid med internasjonale selskaper kan medføre muligheter for pilotering og forsøk som ofte er kostnadsbesparende å gjennomføre i utlandet. Dessuten er det rimeligere å gjennomføre pilotering på landanlegg enn offshore. Pilotering av Interwell sin termittplugg er et eksempel på dette med 15 pilotbrønner plugget onshore i Canada i samarbeid med ExxonMobil, Shell og Centrica.

Sterke kommersielle resultater

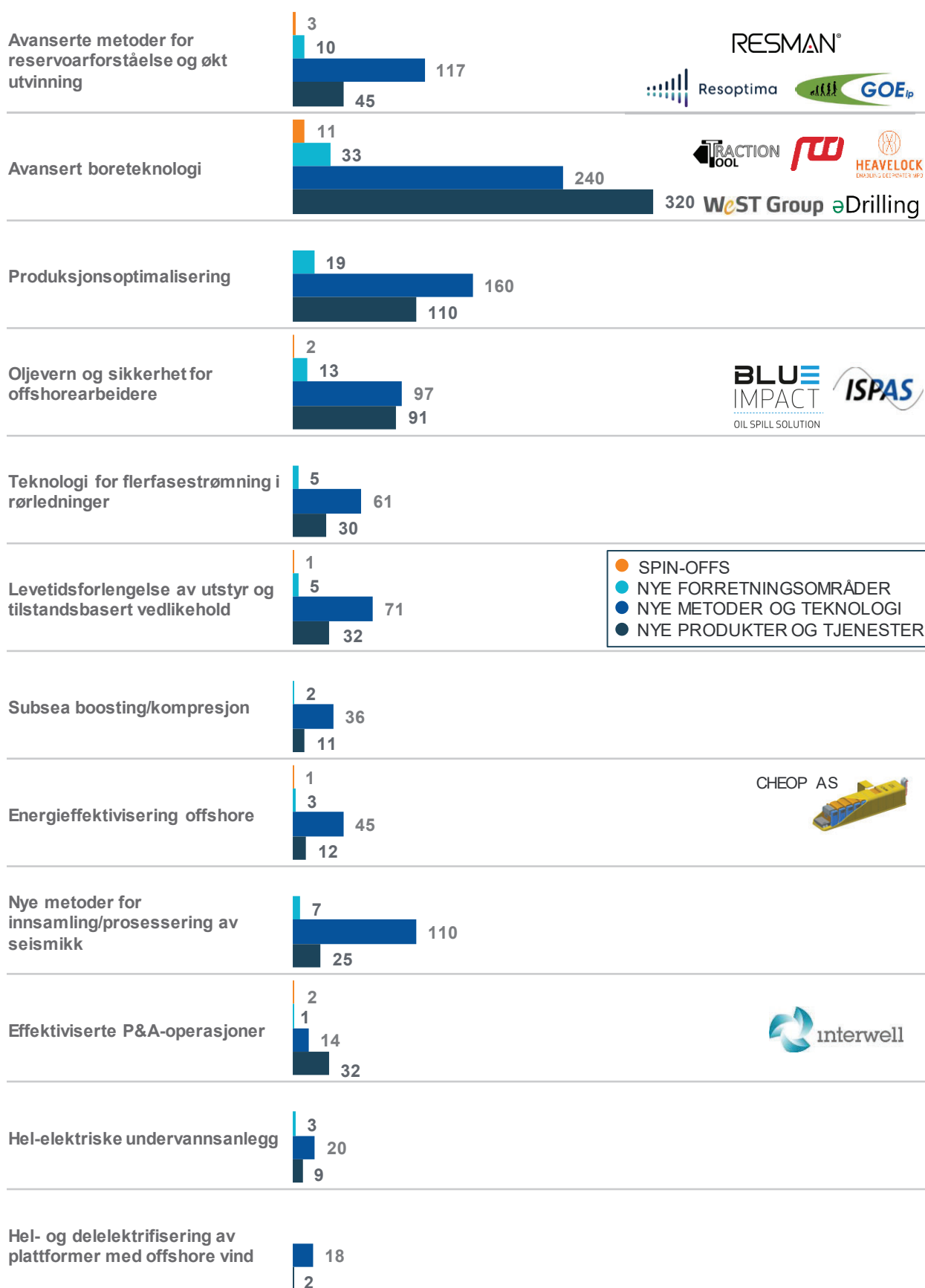
Kommersielle resultater kan relateres til flere av sekundæreffektene som en effekt av økt sysselsetting, kunnskapsspredning og kompetansebygging. Forskningsrådets dokumentasjon av realiserte effekter fra prosjektene inneholder tellekanter for kommersialiseringer. I disse er det blant annet dokumentert etableringer av nye foretak (spin-offs) og nye forretningsområder.⁶ I Figur 16 er kommersialiseringer per teknologiområde presentert. Det kommer tydelig fram at avansert boreteknologi er teknologiområdet med desidert flest kommersialiseringer i perioden. Halvparten av alle spin-offs er innen dette teknologiområdet, i tillegg til at det er over dobbelt så mange andre kommersielle resultater som for noen av de andre teknologiområdene. Spin-offs fra tidligere prosjekter og oppstartsselskaper som har fått støtte er listet med bedriftslogo i kolonnen til høyre for teknologiområdet i Figur 16. Totalt er det registrert 20 spin-off-selskaper og 100 nye forretningsområder i perioden. Flere av spin-off- og oppstartsselskapene går igjen fra Figur 11, som viser selskaper som har fått en betydelig andel av omsetningen i støtte i løpet av perioden. Dette viser igjen at Forskningsrådets midler er utslagsgivende for bred forskning og utvikling fordi midlene tilrettelegger for at mindre selskaper kan ta større risiko.

⁶ Metodikk for framstilling av kommersielle resultater gjennom bruk av Forskningsrådets tellekanter er presentert i bakgrunns materialet (se appendiks).

Samarbeidspartnere internasjonalt



Figur 15: Oversikt over samarbeidspartnere internasjonalt fordelt på institutt, universitet og høyskole, oljeselskap og leverandørselskaper. Boblestørrelsen avhenger av antall prosjekter samarbeidspartneren har deltatt i per lokasjon.



Figur 16: Kommersielle resultater per teknologiområde fordelt på spin-offs, nye forretningsområder, nye metoder og teknologier, samt nye produkter og tjenester. Bedriftslogoer viser selskaper som oppgir å ha utviklet nye forretningsområder som følge av prosjektene.

7 KONKLUSJON

Arbeidet har vist at petroleumsforskning skaper store verdier for det norske samfunn, og at forskningen også bidrar til løsninger som hjelper Norge med å nå sine fremtidige klimaforpliktelser. Totalt i perioden 2008-2018 har Forskningsrådet tildelt 4,8 milliarder NOK. Rystad Energy har gjennom sin tilnærming evaluert rundt halvparten av disse tildelingene, og funnet realiserte reservevolumeffekter på 900 millioner fat oljeekvivalenter og kostnadsbesparelser på 18 milliarder NOK. I tillegg har støtten bidratt til betydelige sysselsettingseffekter, god kunnskapsoppbygging og –spredning, og positive effekter på helse, miljø og sikkerhet.

De fremtidige effektene er naturlig nok større ettersom det tar tid å modne frem og adoptere ny teknologi. Det er påvist en volumoppside på 11 milliarder fat oljeekvivalenter frem mot 2050, tilsvarende fire ganger totalvolumet i det nyoppstartede Johan Sverdrup-feltet. På kostnadssiden forventes ytterligere besparelser på 1200 milliarder NOK, tilsvarende nesten et helt statsbudsjett. Fremtidig adopsjon av teknologi støttet i perioden vil kunne medføre CO₂-utslippskutt på litt over 540 millioner tonn, noe som tilsvarer nåværende (2018) totale norske utslipp over en periode på omtrent ti år.

Den realiserte avkastningen på investeringene har vært svært god, og den fremtidige avkastningen ser formidabel ut også med tanke på miljøgevinster. Rystad Energys klare råd er å fortsette med bred støtte til petroleumsforskning slik at Norge kan fortsette å høste av petroleumsforekomstene på en trygg og karboneffektiv måte.

Norges forskningsråd

Drammensveien 288
Postboks 564, 1327 Lysaker

Telefon: +47 22 03 70 00
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Publisert: Oktober 2019

ISBN 978-82-12-03841-7 (PDF)

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

