

# Rapport

## Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering

**Dato:** 05.02.2020  
**U.off:** Offl. § 23. Vedlegg 13.1, 13.2 og 13.5: Offl. §13 jf. Forvl. §13,2  
**Sikkerhetsklasse:** Sensitiv /reklassifisert; åpen/open Sept. 2020  
**Dok.nr:** 19/245-3  
**Rev.nr:** 1.1

Utarbeidet av:	Kjersti K. Aarrestad, DNV GL  Aslak Viumdal, Gassnova	Sign.:  Sign.: 
Samfunnsøkonomisk analyse kvalitetssikret av:	Fredrik Einerkjær, DNV GL	Sign.: 
Godkjent av:	Tove Dahl Mustad, Gassnova	Sign.: 

## Endringer i versjon 1.1

I forbindelse med oppfølgingsarbeid ble det oppdaget noen feil i DNV GLs regneark for den oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen av fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge. Disse feilene gikk kort ut på følgende:

- CO<sub>2</sub>-prisen i beregningene for «Parisavtalen» for 2024 ble også lagt til grunn i 2025 og 2026. Dette skjedde i regnearket både for investeringsalternativ 1 og 2, og da implisitt også i investeringsalternativ 3.
- De siste oppdaterte fangstvolumene i «Dagens europeiske klimapolitikk» var ikke kommet med, årlig fanget og lagret CO<sub>2</sub>-mengde øker dermed med 700 tonn årlig i investeringsalternativene 1 og 2, og dermed 1400 årlig i investeringsalternativ 3.
- Drifts- og vedlikeholdskostnadene i investeringsalternativ 3 ble bare neddiskontert til og med 2048. Merk at denne feilen påvirket resultatene i tiltakskostnaden for fanget og lagret CO<sub>2</sub>.
- Noen mindre feil i tekst og tabeller er også oppdatert.

Ingen av feilene hadde store konsekvenser for vurderingen av den endelige estimerte prissatte samfunnsøkonomiske lønnsomheten av investeringsalternativene. Konklusjonene i rapporten er dermed uendret. Størrelsesordenen på tallene er omtrent de samme, men har noe høyere positiv verdi.

Endringene hadde noe større effekt på beregningen av fordelingseffekter der det er brukt lavere diskonteringsrente.

I versjon 1.1 er alle tall, og henvisninger til tall, oppdatert i tråd med de korrekte resultatene.

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Regjeringen har en ambisjon om å realisere en kostnadseffektiv løsning for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge, gitt at dette gir teknologiutvikling i et internasjonalt perspektiv. Med utgangspunkt i regjeringens strategi for CO<sub>2</sub>-håndtering er det siden 2015 blitt arbeidet med å modne frem et beslutningsgrunnlag for å kunne realisere denne ambisjonen. I tråd med en industriell tilnærming har de involverte industriaktørene videreutviklet sine prosjekter gjennom flere faser. Fortum Oslo Varme og Norcem har studert hvordan de kan bygge og drifte CO<sub>2</sub>-fangstanlegg ved sine industrianlegg, og Equinor, Shell og Total har i sitt samarbeidsprosjekt, Northern Lights, gjennomført studier for å bygge og drifte en transport- og lagringstjeneste for CO<sub>2</sub>.

Den oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen viser at lønnsomheten i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering<sup>1</sup> vil avhenge av om det i årene fremover føres en klimapolitikk internasjonalt i tråd med vedtatte mål. Alle investeringsalternativene kan bli samfunnsøkonomisk lønnsomme, men det avhenger av prissetting av CO<sub>2</sub>-utslipp, antall etterfølgende prosjekter, verdsetting av demonstrasjonseffekten og de øvrige ikke-prissatte virkningene. I scenariet hvor det legges til grunn at Parisavtalens målsetninger nås, viser den samfunnsøkonomiske analysen at god lønnsomhet kan oppnås. Ved en slik utvikling vil verdiene av prosjektet øke, sammenliknet med en situasjon med mindre ambisiøs klimapolitikk. Dette skyldes at utslippsreduksjonene fra prosjektet blir verdsatt høyere, og at flere etterfølgende prosjekter gir høyere verdi av læringen og stordriftsfordelene prosjektet bidrar til. I tillegg forventes det at næringsutviklingsmulighetene prosjektet legger til rette for vil ha en høyere verdi.

I en situasjon med mindre ambisiøs klimapolitikk, viser analysen negative netto prissatte virkninger for demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Hvis prosjektet skal vurderes som samfunnsøkonomisk lønnsomt i et slikt tilfelle, vil det være avgjørende hvordan de ikke-prissatte effektene verdsettes og vektlegges.

Både denne og tidligere samfunnsøkonomiske analyser av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering påpeker at den ikke-prissatte demonstrasjonseffekten er en viktig nytteeffekt av prosjektet. I denne oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen pekes det i tillegg på tilretteleggingseffekten prosjektet har for etterfølgende prosjekter samt mulighetene for næringsutvikling, som andre viktige ikke-prissatte nytteeffekter av prosjektet.

Klimapolitikken beveger seg allerede i en retning som vil gi bedre lønnsomhet for dette prosjektet sammenliknet med scenariet der dagens implementerte politikk og virkemidler ligger til grunn. Planer fra EU-kommisjonen, EU-parlamentets resolusjoner til COP25<sup>2</sup> og beslutningen i EUs rådsmøte i desember 2019 om et karbonnøytralitetsmål innen 2050 viser dette.

Arbeidet med demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er underlagt offentlig kvalitetssikring, og samfunnsøkonomiske analyser av prosjektet er tidligere gjennomført i Olje- og energidepartementets Konseptvalgutredning (KVU) og ekstern kvalitetssikrers KS1. I forbindelse med forberedelsene av finansieringsbeslutning for prosjektet har Olje- og energidepartementet bedt Gassnova gjennomføre en oppdatert samfunnsøkonomisk analyse. Denne bestillingen ligger til grunn for rapporten. DNV GL har gjennomført den samfunnsøkonomiske vurderingen og valgt

---

<sup>1</sup> «Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering» innebærer at inntil tre selvstendige delprosjekter gjennomføres av industriaktører. Disse vil samlet utgjøre en hel kjede for fangst, transport og geologisk lagring av CO<sub>2</sub>. I teksten omtales «Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering» også som «prosjektet».

<sup>2</sup>COP er årlige klimatoppmøter der alle parter er representert (Conferences of the Parties) for United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC eller FCCC). I desember 2019 ble COP25 avholdt i Madrid.

forutsetninger, som pris- og utbyggingsbaner knyttet til scenariene. Gassnova har gitt innspill til DNV GLs valg av forutsetninger. Arbeidet er koordinert med OED underveis.

Formålet med samfunnsøkonomiske analyser er å bidra til å bedre beslutningsgrunnlaget for offentlige tiltak. Analysen skal klarlegge og synliggjøre konsekvensene av tiltaket, slik at dette kommer tydelig frem for samfunnet som helhet og for enkeltgrupper. Den samfunnsøkonomiske analysen søker å avdekke om tiltakets nyttevirkinger er større enn summen av kostnadene. Dersom dette er tilfellet, defineres tiltaket som samfunnsøkonomisk lønnsomt. For at dette formålet skal oppnås er denne oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen gjennomført i henhold til retningslinjene i Direktoratet for økonomistyrings *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser (2018)* og *Rundskriv R-109/2014 Prinsipper og krav ved utarbeidelsen av samfunnsøkonomiske analyser* fra Finansdepartementet.

Dette prosjektet er i sin natur vanskelig å prissette i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Prosjektet er et demonstrasjonsprosjekt for industriell bruk av innovative klimaløsninger, som har internasjonal teknologiutvikling som hovedformål. De ikke-prissatte effektene vil dermed ha stor betydning for den samlede samfunnsøkonomiske vurderingen. Nytteeffektene fra prosjektet vil i ulik grad tilfalle Norge og/eller EU og andre land, i tråd med målene for prosjektet. Den samfunnsøkonomiske vurderingen må også sees i sammenheng med flere andre dokumenter og informasjon fra prosjektet.

Den samfunnsøkonomiske analysen gir en vurdering av følgende investeringsalternativer, i tillegg til nullalternativet:

- Investeringsalternativ 1: CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Norcem.
- Investeringsalternativ 2: CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Fortum Oslo Varme.
- Investeringsalternativ 3: CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Norcem og Fortum Oslo Varme.

Disse investeringsalternativene sees i lys av to ulike, men sidestilte scenarier som kan representere to ytterpunkter for utviklingen i klimapolitikken som lønnsomheten i prosjektet vil bli påvirket av over sin levetid:

Scenariet «**Dagens europeiske klimapolitikk**» legger til grunn at politisk vedtatte klimamål blir realisert<sup>3</sup>. Det innebærer at scenariet legger til grunn den konkretiserte politikken og virkemidlene som er implementert for å følge opp disse målene. På noen områder, og spesielt fremover i tid, vil det imidlertid være forskjell mellom vedtatte mål og vedtatt politikk, slik at det enda ikke er innført virkemidler for å oppnå de langsiktige målene. I denne sammenheng er særlig Eus politikk for å nå 2030-målene, og vedtatte mål for 2050 relevant.

Det andre scenarioet som legges til grunn i den samfunnsøkonomiske analysen kalles «**Parisavtalen**». I Parisavtalen står det at økningen i den globale gjennomsnittstemperaturen skal holdes godt under 2 grader sammenlignet med førindustrielt nivå, og at det skal tilstrebes å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader.

Da EUs nye mål om klimanøytralitet ble vedtatt i EUs rådsmøte i desember 2019, er ikke dette reflektert i scenariet «dagens europeiske klimapolitikk». Imidlertid betyr dette at det allerede er en

---

<sup>3</sup> For prissettingen i dette scenariet er det lagt til grunn et mål om 80 prosent utslippsreduksjon i 2050, da EUs nye mål om klimanøytralitet ble vedtatt i EUs rådsmøte i desember 2019.

bevegelse fra scenariet «dagens europeiske klimapolitikk» mot «Parisavtalen». I løpet av 2020 vil EU gi ytterligere detaljer med hensyn til hvordan dette målet skal følges opp.

I den samfunnsøkonomiske vurderingen belyses investeringsalternativenes prosjektkostnader, skattefinanseringskostnader, verdi av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp, læringseffekter og skalaeffekter som prissatte effekter. Skalaeffektene er beskrevet som prissatte opsjoner dersom tredjepartsvolumer kommer og bidrar til at transport- og lagringsinfrastrukturen utnyttes til å lagre CO<sub>2</sub>-mengder opp til 1,5 millioner og 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år.

Videre vil prosjektet ha ikke-prissatte effekter knyttet til demonstrasjon og tilrettelegging for næringsutvikling i tråd med prosjektets effektmål. Det er noe overlapp mellom de prissatte og de ikke-prissatte nytteeffektene i analysen. Alle de beskrevne nytteeffektene bør derfor sees på som en bruttoliste, der for eksempel noen nytteeffekter kan tas ut i form av lavere kostnader for etterfølgende prosjekter eller næringsutviklingsmuligheter.

En samlet vurdering av prissatte og ikke-prissatte effekter angir prosjektets samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Utover den rene samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvurderingen vil også tilleggsvurderingene være relevante. Disse vurderingene omfatter fordelingseffekter, større effekter for norsk næringsliv og andre effekter knyttet til prosjektet.

Den oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen tydeliggjør følgende hovedendringer fra KS1:

- Prosjektet dokumenterer en tilretteleggende effekt for andre prosjekter. Det innebærer at dersom ikke dette prosjektet gjennomføres, vil andre prosjekter forsinkes eller falle bort. Dette dokumenteres i første omgang gjennom arbeidet Northern Lights har gjort knyttet til tredjepartsvolumer. Dette er en betydelig endring siden KS1.
- Klimapolitikken er strammet inn, og ser ut til å bli strammet inn videre. Det gir grunnlag for en høyere prissatt verdi av utslippsreduksjonene. Denne analysen skiller også mellom kvotepliktig sektor og ikke-kvotepliktig sektor i et av scenariene. Spesielt kan utslippsreduksjoner i ikke-kvotepliktig sektor frem til 2030 ha høy verdi for Norge. Dette må sees i sammenheng med videre politikktutforming for denne sektoren som følge av Klimakur 2030, som etter planen skal offentliggjøres 1. februar 2020.
- Det vil være produktivetsgevinster (lærings- og skalaeffekter) i begge scenariene. Forsterket klimapolitikk og økt inkludering av CO<sub>2</sub>-håndtering som klimatiltak i EU og europeiske land gir isolert sett grunnlag for høyere produktivetsgevinster. I tillegg er det regnet på skalaeffekter som en del av prosjektets produktivetsgevinster.
- Verdien av prosjektet som tilrettelegger for næringsvirksomhet, for eksempel for norsk gass inkludert hydrogenproduksjon, øker sammenliknet med KS1. Spesielt dersom man legger scenariet «Parisavtalen» til grunn, vil det kunne være betydelig verdi knyttet til den næringsutviklingen prosjektet kan legge til rette for. Mulighetene knyttet til hydrogen er tydeligere dokumentert nå enn ved KS1.
- Kostnadene for investeringsalternativene har økt siden KS1. Dette gjelder for begge alternativene som også var relevante ved KS1 (investeringsalternativ 1 og 2). Den største kostnadsøkningen er for investeringsalternativ 2: CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Fortum Oslo Varme (I KS 1 ble dette alternativet kalt «avfall»). Denne kostnadsøkningen har sin årsak i både økte kostnader for fangstprosjektet hos Fortum Oslo Varme, og for Northern

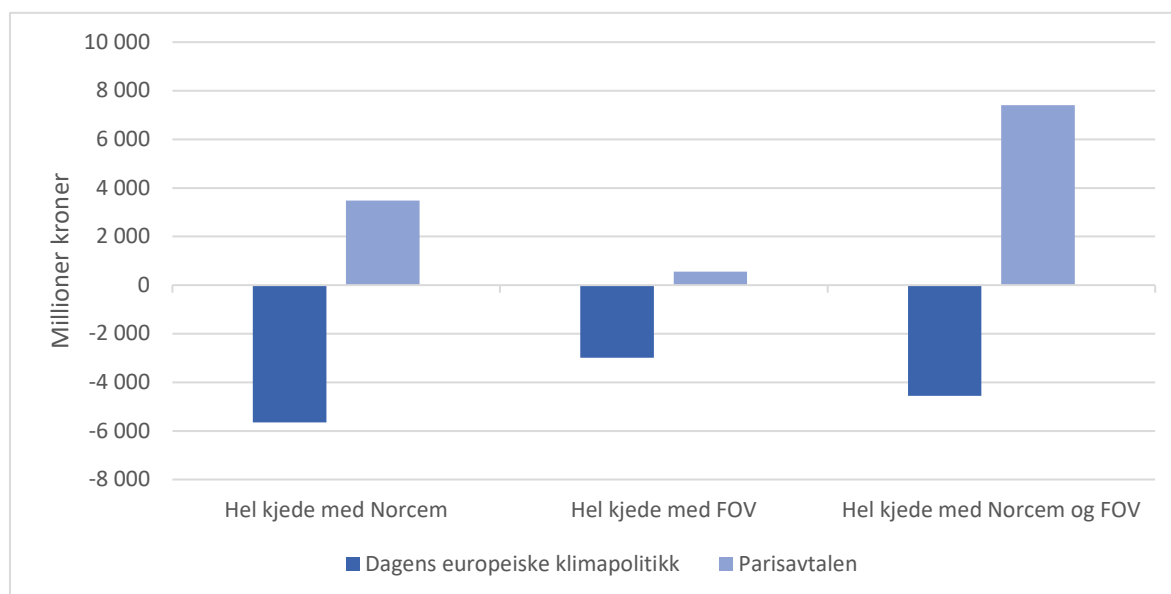
Lights' transport og -lagringsprosjekt. Imidlertid har dette alternativet også noe høyere mengde CO<sub>2</sub> lagret enn ved KS1.

Noen investeringsalternativer har falt bort, slik at de reelle investeringsalternativene som forelegges beslutningstaker nå, er færre enn i KS1.

### Prissatte effekter

Figur S.1 oppsummerer de viktigste prissatte effektene i den oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen. Figuren forutsetter at ved en fremtidig klimapolitikk som likner mest på «dagens europeiske klimapolitikk», vil den overdimensjonerte transport- og lagringskapasiteten bli utnyttet av tredjepartsvolumer opp til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år over prosjektets levetid. I «Parisavtalen» vurderes det til at transport- og lagringskapasiteten vil utvides til å håndtere 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. Disse antagelsene vurderes som sannsynlige basert på dokumentasjonen i prosjektet. For de estimerte prissatte verdiene av alle opsjonsalternativer, se kapittel 9.1.

Figuren viser at med forutsetningene gitt i «dagens europeiske klimapolitikk» vil alle investeringsalternativene ha en negativ prissatt samfunnsøkonomisk verdi, estimert til mellom 5,7 og 3 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ. Hvis forutsetningene i «Parisavtalen» legges til grunn, vil alle alternativene ha en positiv prissatt verdi, estimert til mellom 560 millioner og 7,4 milliarder avhengig av investeringsalternativ.



**Figur S.1 Oppsummering av prissatte effekter for investeringsalternativer og scenarier. Millioner kroner, 2020-tall**

“Dagens europeiske klimapolitikk” legger til grunn at tredjepartsvolumer bidrar til at en transport- og lagerkapasitet på 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år vil bli utnyttet over levetiden til prosjektet, mens «Parisavtalen» legger til grunn en tilsvarende kapasitet på 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. For de estimerte prissatte verdiene av alle opsjonsalternativer, se kapittel 9.1.

### Ikke-prissatte effekter

De ikke-prissatte effektene av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering består i hovedsak av nytteeffekter knyttet til demonstrasjonsverdien av prosjektet og verdien av den næringsutviklingen prosjektet kan legge til rette for. Oppsummert antas det at de ikke-prissatte effektene knyttet til at CO<sub>2</sub>-håndtering blir demonstrert, og at prosjektet kan ha en tilretteleggende

effekt på etterfølgende prosjekter, er særlig viktig. Den regulatoriske læringen et slikt prosjekt gir, er også viktig. Verdien dette prosjektet har for å legge til rette for næringsutvikling kan være spesielt stor dersom Parisavtalen legges til grunn.

De vurderte verdiene av de ikke-prissatte effektene er gjengitt i tabell S.1, med skala fra ----- (størst negativ nytteverdi) til +++++ (størst positiv nytteverdi).

**Tabell S.1 Oversikt over de identifiserte ikke-prissatte effektene og verdiene deres for begge scenarier og alle investeringsalternativer**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
Demonstrere CO <sub>2</sub> -håndtering som mulig og trygt klimatiltak	++++	++++	+++++	++++	++++	+++++
Prosjektets tilretteleggende effekt	+++	+++	+++	++	++	++
Regulatorisk læring	++	++	+++	+++	+++	++++
Kommersiell læring	+	+	++	++	++	+++
Utnyttelse av Norges geologiske ressurser	++	++	++	++++	++++	++++
Innovasjon og anvendelser av CO <sub>2</sub> -håndtering	+	+	++	++	++	+++
Kompetansebygging og leverandørindustri for CO <sub>2</sub> -håndtering	++	+	++	+++	++	+++
Økt verdi av norsk gass	+	+	+	++++	++++	++++
Miljøkonsekvenser	-	-	--	-	-	--

## Sensitiviteter

Verdien av læringseffektene knyttet til prosjektet er svært usikker. Kapittel 7.2.1 gir en gjennomgang av læringseffektene og beregner verdien av dem med sensitiviteter. Den totale verdien av læringseffektene fra prosjektet vil avhenge av videre global utbyggingstakt av CO<sub>2</sub>-håndtering, læringsraten innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi og av den initielle tiltakskostnaden per tonn CO<sub>2</sub>, som etterfølgende prosjekter må forholde seg til. Det er derfor tatt hensyn til hvordan ulike nivåer av disse elementene vil påvirke verdien av læringseffektene i prosjektet, samt hvordan de påvirker hverandre. Det vurderes også hvordan krav til deling av læring kan øke verdien av læringseffektene.

## Samlet vurdering

Et hovedfunn i den samfunnsøkonomiske analysen er at investeringsalternativene blir mer lønnsomme når klimapolitikken strammes inn. Dette gjelder både for de prissatte og ikke-prissatte effektene. I scenariet «Parisavtalen» vil det være sannsynlig at transport- og lagringsinfrastrukturen utnyttes og utvides. I en slik situasjon viser analysen at alle investeringsalternativer vil være samfunnsøkonomisk lønnsomme. Dette gjelder også når man kun ser på de prissatte effektene. I scenariet «dagens europeiske klimapolitikk» er ingen av investeringsalternativene lønnsomme uten å inkludere de ikke-prissatte effektene. Den prissatte negative nytten er estimert til mellom 5,7 og 3 milliarder kroner gitt en utnyttelse av transport- og lagerinfrastrukturen opp til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år.

KS1s vurderinger var at de ikke-prissatte effektene kunne gjøre et prosjektalternativ med en negativ prissatt verdi på 2 milliarder kroner samfunnsøkonomisk lønnsom. Imidlertid vurderte de at et prosjektalternativ med 12 milliarder kroner i negativ prissatt verdi, ikke ville være samfunnsøkonomisk lønnsomt<sup>4</sup>. For å vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten for alternativene i «dagens europeiske klimapolitikk», vil det være avgjørende hvordan demonstrasjonseffekten og prosjektets tilretteleggende effekt verdsettes. Verdien av den tilretteleggende effekten for etterfølgende prosjekter ble ikke inkludert i KS1.

Demonstrasjonseffekten prosjektet gir, og at prosjektet dokumenterer at det legger til rette for etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter internasjonalt, er vanskelig å veie mot prissatte effekter. Imidlertid er disse effektene svært viktige for utbredelsen av CO<sub>2</sub>-håndtering i Europa og oppnåelse av prosjektets målsetninger.

Hvilket scenario beslutningstager legger til grunn, samt vektingen av ikke-prissatte effekter vil påvirke hvilket alternativ som fremstår som mest optimalt ut fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Gassnova velger å ikke anbefale ett av alternativene foran et annet basert på denne analysen. Endelig valg av alternativ bør videre baseres seg på tilleggsvurderingene og øvrig informasjon fra prosjektet.

Forskjellene mellom investeringsalternativene i et samfunnsøkonomisk perspektiv er i hovedsak følgende:

- Investeringsalternativ 2 (CO<sub>2</sub>-håndteringskjede med fangst fra Fortum Oslo Varme) har høyere kostnader enn investeringsalternativ 1 (CO<sub>2</sub>-håndteringskjede med fangst fra Norcem), men med omtrent lik mengde CO<sub>2</sub> lagret og nytteeffekter relatert til prosjektets effektmål. Imidlertid vil verdien av de lagrede CO<sub>2</sub>-utslippene hos Fortum Oslo Varme være høyere i «dagens europeiske klimapolitikk» da de opererer i ikke-kvotepliktig sektor. I tillegg kan verdien av næringsutviklingseffektene i investeringsalternativ 2 være noe mindre

---

<sup>4</sup> Begge tallene er avrundet til nærmeste milliard og inflasjonsjustert til 2020 kroner



sammenliknet med investeringsalternativ 1, da Norcem har valgt flere norske leverandører til fangstprosjektet enn Fortum Oslo Varme.

- Investeringsalternativ 3 (CO<sub>2</sub>-håndteringskjede med fangst fra både Norcem og Fortum Oslo Varme) vil gi en høyere verdi av demonstrasjonseffekter og læringseffekter. Det skyldes blant annet at investeringsalternativet inkluderer to anlegg i to ulike bransjer og sektorer. I tillegg utnytter dette alternativet mer av skalaeffektene i transport- og lagringsdelen av prosjektet direkte. Det gir en økt verdi knyttet til unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp, men reduserer de potensielle skalaeffektene noe.

I løpet av 2020 vil ytterligere avklaringer komme knyttet til fremtidig klimapolitikk og hvilken rolle CO<sub>2</sub>-håndtering kan få. Resultater fra flere pågående prosesser vil kunne påvirke lønnsomhetsbetraktningene for dette prosjektet. Eksempler er på dette er informasjon knyttet til EUs «New Green Deal» samt nye virkemidler knyttet til karbonnøytralitetsmålet for 2050, Klimakur 2030, innspill fra Prosess21 og regjeringen hydrogenstrategi.

## Innhold

1	Innledning.....	13
1.1	Bakgrunn og historikk for prosjektet.....	13
1.2	Videre prosess med prosjektet.....	14
1.3	Samfunns- og effektmål for prosjektet .....	14
1.4	Mandat og mål for rapporten .....	15
2	Bakgrunn .....	17
2.1	Behovet for CO <sub>2</sub> -håndtering.....	17
2.2	Teknologistatus CO <sub>2</sub> -håndtering .....	17
2.3	Relevansen av prosjektet .....	19
2.4	Sannsynligheten for økte investeringer i CO <sub>2</sub> håndtering internasjonalt .....	20
2.4.1	Finansieringsmekanismer og drivere for CO <sub>2</sub> -håndteringsprosjekter i Europa.....	21
2.4.2	Økt erkjennelse fra EU og europeiske land av CO <sub>2</sub> -håndtering som et viktig klimatiltak .....	22
2.4.3	Tilgang til lagringstjenester .....	24
2.4.4	Lærings- og skalaeffekter gir reduserte kostnader forbundet med CO <sub>2</sub> -håndtering ....	26
2.4.5	Status for CO <sub>2</sub> -håndtering i verden i dag.....	27
2.4.6	Oppsummert vurdering av sannsynligheten for økte investeringer i CO <sub>2</sub> håndtering internasjonalt .....	28
3	Metode, forutsetninger og alternativer .....	29
3.1	Metode og forutsetninger .....	29
3.2	Alternativer.....	30
3.2.1	Nullalternativet.....	33
3.2.2	Investeringsalternativ 1: Hel CO <sub>2</sub> -håndteringskjede med Norcem .....	33
3.2.3	Investeringsalternativ 2: Hel CO <sub>2</sub> -håndteringskjede med Fortum Oslo Varme .....	34
3.2.4	Investeringsalternativ 3: Hel CO <sub>2</sub> -håndteringskjede med Norcem og Fortum Oslo Varme	35
3.3	Scenarier.....	35
3.3.1	Dagens europeiske klimapolitikk.....	36
3.3.2	Parisavtalen .....	36
4	Prosjektkostnader .....	38
4.1	Fangstkostnader .....	39
4.2	Transport og lagring .....	39
5	Skattefinansieringskostnader .....	41
6	Verdien av fanget og lagret CO <sub>2</sub> .....	42
6.1	Norsk og europeisk klimapolitikk .....	42

6.1.1	Kvotepiktig sektor.....	43
6.1.2	Ikke-kvotepiktig sektor .....	43
6.2	Prinsipper og retningslinjer for verdsetting av unngåtte CO <sub>2</sub> -utslipp.....	44
6.3	Prissetting av CO <sub>2</sub> -utslipp i den samfunnsøkonomiske analysen.....	46
6.3.1	«Dagens europeiske klimapolitikk».....	47
6.3.2	Parisavtalen .....	47
7	Verdi forbundet med prosjektets effektmål .....	49
7.1	Demonstrasjonseffekter.....	49
7.1.1	Demonstrere at fullskala CO <sub>2</sub> -håndtering er et mulig og trygt klimatiltak .....	50
7.1.2	Prosjektets tilretteleggende effekt.....	52
7.1.3	Demonstrasjon gir regulatorisk læring.....	53
7.1.4	Demonstrasjon gir kommersiell læring .....	54
7.2	Produktivitetseffekter .....	55
7.2.1	Læringseffekter .....	56
7.2.2	Skalaeffekter.....	63
7.3	Næringsutvikling.....	66
7.3.1	Næringsutvikling i Norge .....	66
7.3.2	Økt verdi av norsk gass, inkludert hydrogen-satsning .....	70
8	Andre Miljøkonsekvenser.....	72
9	Samlet samfunnsøkonomisk kostnad og nytte .....	73
9.1	Prissatte effekter og verdier.....	73
9.1.1	Nærmere om investeringsalternativene .....	75
9.2	Ikke-prissatte effekter og verdier.....	77
9.3	Samlet vurdering av investeringsalternativenes samfunnsøkonomiske verdi.....	78
10	Tiltakskostnad per tonn CO <sub>2</sub> lagret for investeringsalternativene.....	81
11	Tilleggsvurderinger.....	83
11.1	Fordelingseffekter .....	83
11.2	Effekter for norsk næringsliv .....	84
11.3	Andre effekter av prosjektet .....	86
12	Oppsummering.....	87
13	Vedlegg.....	90
13.1	Report by Northern Lights: Plan for long-term use of the Northern Lights infrastructure (Northern Lights, 2019) .....	90
13.2	Report by Northern Lights: Northern Lights Contribution to Benefit realisation (Northern Lights, 2019) .....	90

13.3	Teknologistatus CO <sub>2</sub> fangst, transport og lagring (Gassnova, 2019).....	90
13.4	Report by DNV GL: The Norwegian Full-Scale CCS Demonstration Project – Potential for reduced cost for carbon capture, transport and storage value chains (CCS). (DNV GL, 2019).....	90
13.5	Memo to Gassnova of 16th of desember 2019 “Equinor’s Low Carbon Solution strategy in the context of Northern Lights” .....	90
14	Referanser .....	90

# 1 Innledning

CO<sub>2</sub>-håndtering innebærer å fange, transportere og lagre CO<sub>2</sub>-utslipp fra eksempelvis energiproduksjon eller industriprosesser. Selv om utbredelsen av fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er begrenset i dag, har flere analyser fra IPCC, IEA og EU-kommisjonen dokumentert at en omfattende utbygging av CO<sub>2</sub>-håndtering vil ha en avgjørende rolle for at klimamålene i Parisavtalen skal nås.

I Norge er det blitt arbeidet med å forberede et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering siden 2015. Det innebærer å demonstrere en hel kjede av fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub> der flere industrielle aktører deltar.

I forbindelse med behandlingen av statsbudsjettet for 2021 skal Stortinget i henhold til planen beslutte om det skal gis tilskudd til realisering av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Denne oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen skal i hovedsak gi en oppdatering av lønnsomhetsbildet for prosjektet.

## 1.1 Bakgrunn og historikk for prosjektet

Regjeringen har en ambisjon om å realisere en kostnadseffektiv løsning for fullskala CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg i Norge, gitt at dette gir teknologiutvikling i et internasjonalt perspektiv.

Med bakgrunn i regjeringens strategi for CO<sub>2</sub>-håndtering, *Prop. 1 S (2014-2015)*, gjennomførte Gassnova i 2015 en idéstudie som identifiserte flere utslippskilder og lagerlokasjoner som kunne være teknisk egnet for fangst og lagring av CO<sub>2</sub>, samt industrielle aktører som var interessert i å delta i videre studier. Arbeidet ble videreført i flere mulighetsstudier. Innenfor fangst av CO<sub>2</sub> ble Fortum Oslo Varmes (da Energigjenvinningsetaten i Oslo) energigjenvinningsanlegg, Norcems sementfabrikk i Brevik, og Yaras ammoniakfabrikk i Porsgrunn studert videre. Gassco gjennomførte en skipstransportstudie med bistand fra Larvik Shipping AS og Knutsen OAS Shipping AS, mens Equinor (da Statoil) gjennomførte en mulighetsstudie av CO<sub>2</sub>-lagring ved tre ulike lokasjoner på norsk kontinentalsokkel. Mulighetsstudiene ble fullført sommeren 2016 og viste at CO<sub>2</sub>-fangst er teknisk gjennomførbart ved alle tre utslippslokasjonene. Videre ble skipstransport og en utbyggingsløsning med et landanlegg og en rørledning til en injeksjonsbrønn identifisert som den beste løsningen for transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Olje- og energidepartementet utarbeidet i 2016 en Konseptvalgsutredning (KVU) for prosjektet.

I forbindelse med statens eksterne kvalitetssikringsprosess ble det gjennomført en samfunnsøkonomisk analyse som del av KS1. Anbefalingen basert på denne analysen var at «*Det anbefales ikke å gå videre med prosjektet nå, før prosjektet i større grad kan sannsynliggjøre nyttesiden*». (Atkins og Oslo Economics, 2016). KS1 påpekte spesielt at nyttesiden var usikker, ikke minst knyttet til om det kom til å komme etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter som kunne dra nytte av det norske prosjektets læringseffekter. Det ble likevel bestemt å videreføre prosjektet, og det ble igangsatt et arbeid for å identifisere nytteeffekter av prosjektet og iverksette tiltak for å øke sannsynligheten for at prosjektets mål blir oppfylt. Dette arbeidet er referert til som gevinstrealiseringsarbeidet

Gassnova lyste i desember 2016 ut to konkurranser om statsstøtte til gjennomføring av konsept- og forprosjekteringsstudier; en konkurranse knyttet til studier av fangst av CO<sub>2</sub> fra industrielle anlegg og en konkurranse knyttet til studier av geologisk lagring av CO<sub>2</sub>. Gassnova inngikk våren 2017 avtaler om studier av CO<sub>2</sub>-fangst med Fortum Oslo Varme (FOV), Norcem Brevik og Yara. Tilsvarende avtale om studier av CO<sub>2</sub>-lagring ble inngått med Equinor. Etter at studieavtalen ble tildelt dannet Equinor, Shell og Total et partnerskap for studiefasen, kalt Northern Lights. Gassco fikk ansvaret for å utføre konseptstudier av CO<sub>2</sub>-transport med skip.

Konseptstudiene av CO<sub>2</sub>-fangst ble avsluttet høsten 2017. I Prop. 1 S (2017–2018) la regjeringen frem et helhetlig fremlegg om arbeidet med fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering for Stortinget. Fremlegget gav status i arbeidet med å realisere ambisjonen om et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Stortinget ba regjeringen sette i gang forprosjektering både på Norcem og FOV. Forprosjektering hos FOV var forutsatt at kvalitetssikringen av ny informasjon tilsa at dette. Det ble ikke tilrådd videre forprosjektering ved ammoniakfabrikken til Yara.

Konseptstudiene av transport ble ferdigstilt høsten 2017. Ansvaret for videre studier av transport ble da overført til Equinor. Konseptstudien av lagring ble avsluttet høsten 2018. Equinor konkluderte i konseptstudiefasen med at det ikke kunne dokumenteres at Smeaheia hadde tilstrekkelig lagringskapasitet, og det ble derfor besluttet å endre primærlokasjon for lagring av CO<sub>2</sub> til Aurora-lagerkomplekset i Johansen-formasjonen.

Forprosjekteringen av fangst fra FOVs og Norcems anlegg ble avsluttet høsten 2019. Forprosjekteringsfasen for transport og lagring hos Northern Lights ble i stor grad avsluttet høsten 2019, men på grunn av behovet for boring av en verifikasjonsbrønn er noen leveranser knyttet til undergrunnsarbeidet lagt til våren 2020.

## 1.2 Videre prosess med prosjektet

Regjeringen skal med bakgrunn i resultatene fra forprosjekteringsarbeidet og ekstern kvalitetssikring vurdere om et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bør realiseres. Regjeringens vurdering vil deretter legges frem for Stortinget. Det forventes at finansieringsbeslutning vil fattes i forbindelse med Stortingets behandling av statsbudsjettet for 2021.

Ved en positiv beslutning i Stortinget, vil staten bidra med investerings- og driftstilskudd til CO<sub>2</sub>-fangst hos Norcem Brevik og/eller Fortum Oslo Varmes avfallsforbrenningsanlegg, samt transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Tilskuddene vil være i samsvar med statsstøtteregulverkets retningslinjer for offentlig tilskudd til miljøtiltak.

## 1.3 Samfunns- og effektmål for prosjektet

Samfunnsmålet for statens satsing på fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er at «*Demonstrasjon av CO<sub>2</sub>-håndtering skal gi den nødvendige utviklingen av CO<sub>2</sub>-håndtering, slik at de langsiktige klimamålene i Norge og EU kan nås til lavest mulig kostnad*».

For at dette målet skal kunne virkeliggjøres og operasjonaliseres er det satt fire effektmål:

- 1 Prosjektet skal gi kunnskap som viser at det er mulig og trygt å gjennomføre fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering
- 2 Prosjektet skal gi produktivetsgevinster for kommende prosjekter gjennom lærings- og skalaeffekter

Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering

- 3 Prosjektet skal gi læring knyttet til regulering og insentivering av CO<sub>2</sub>-håndteringsaktiviteter
- 4 Prosjektet skal legge til rette for næringsutvikling

Oppsummert peker effektmålene på at prosjektet i hovedsak har tre ønskede verdier som skal oppnås:

- Prosjektet skal oppnå en *demonstrasjonseffekt*. Det inkluderer at prosjektet skal vise at CO<sub>2</sub>-håndtering både er mulig og trygt som klimatiltak, og at man får erfaringer knyttet til å regulere og legge til rette for denne type aktiviteter. (ref. effektmål 1 og 3)
- Prosjektet skal gi en *produktivitetseffekt*. Det innebærer at etterfølgende prosjekter skal bli mindre ressurskrevende på grunn av læringseffekter og skalaeffekter som oppstår på bakgrunn av prosjektet.
- Prosjektet skal legge til rette for en *næringsutviklingseffekt*. Det gjelder både gjennom å tilrettelegge for fremtidig verdiskapning gjennom CO<sub>2</sub>-håndtering, og å bidra til at norske aktører som kan bli leverandører til fremtidige CO<sub>2</sub>-håndteringskjeder.

Selv om målsetningen for prosjektet i hovedsak reflekterer at prosjektet skal demonstrere ny teknologi og legge til rette for videre kostnadsreduksjoner og læring innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi, vil prosjektet også kunne bidra til å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp fra fangstanleggene som velges. Reduksjonen i CO<sub>2</sub>-utslipp i prosjektet kan komme i både kvotepliktig sektor og i ikke-kvotepliktig sektor.

#### 1.4 Mandat og mål for rapporten

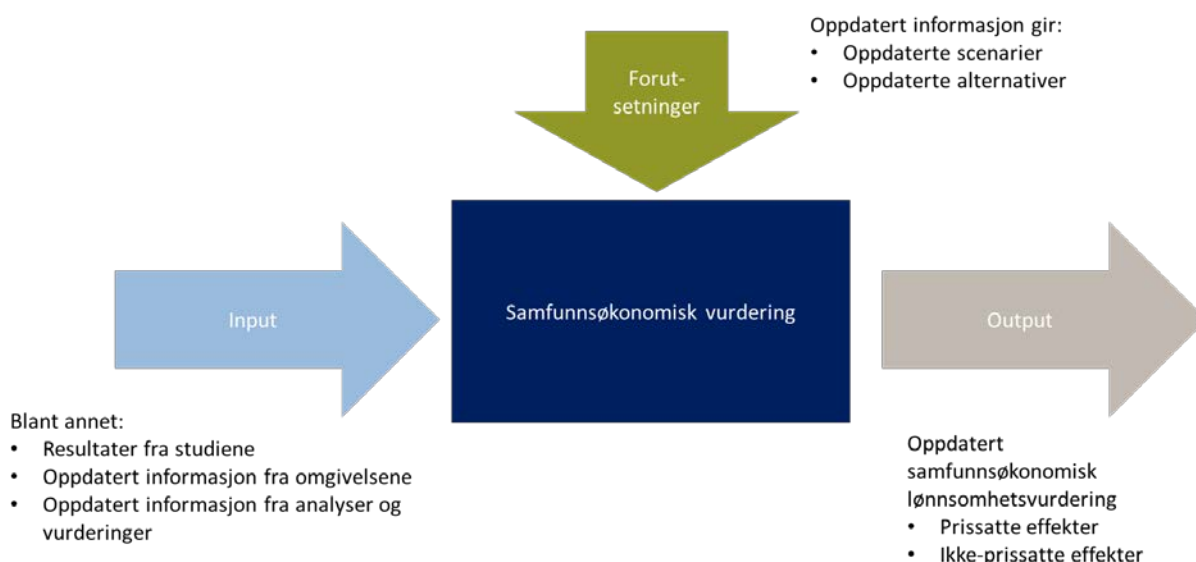
Formålet med denne rapporten er å gi en oppdatert vurdering av den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Formålet med samfunnsøkonomiske analyser er å bidra til å bedre beslutningsgrunnlaget for offentlige tiltak. Rapporten er ett av flere underlag som skal kvalitetssikres eksternt før en finansieringsbeslutning for prosjektet skal behandles i Stortinget. Det innebærer at denne rapporten må sees i sammenheng med flere andre dokumenter og informasjon fra prosjektet.

Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er den ekstra verdiskapning som de brukte ressursene genererer, sett i forhold til nullalternativet. For å identifisere den ekstra verdiskapningen, blir både prissatte og ikke-prissatte effekter av prosjektet vurdert. Nytte og kostnader forbundet med prosjektet blir gjennomgått og enten prissatt, eller beskrevet og vurdert som ikke-prissatte effekter.

Dette prosjektet er i sin natur vanskelig å prissette i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Prosjektet er et demonstrasjonsprosjekt for industriell bruk av innovative klimaløsninger, som har internasjonal teknologiutvikling som hovedformål. De ikke-prissatte effektene vil dermed ha stor betydning for den samlede samfunnsøkonomiske vurderingen. Nytteeffektene fra prosjektet vil i ulik grad tilfalle Norge og/eller EU og andre land, i tråd med målene for prosjektet. Den samfunnsøkonomiske vurderingen må også sees i sammenheng med flere andre dokumenter og informasjon fra prosjektet.

Arbeidet med den oppdaterte samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen gjennomføres på oppdrag fra Olje- og energidepartementet (OED) i henhold til bestilling datert 5. juli 2019. I bestillingen ber OED om at Gassnova utarbeider en oppdatert samfunnsøkonomisk vurdering av prosjektet som en del av gevinstrealiseringsarbeidet. DNV GL har gjennomført den samfunnsøkonomiske analysen og valgt forutsetninger, som pris- og utbyggingsbaner knyttet til scenariene, med innspill fra Gassnova. Gassnova har gitt innspill basert på selskapets kjennskap til CO<sub>2</sub>-håndtering og nærhet til dets

innovasjonssystem nasjonalt og internasjonalt, samt gitt innspill fra innsikten i industriaktørenes studierapporter. Miljødirektoratet har gitt kommentarer til tekst om ikke-kvotepliktig sektor frem mot 2030 og Klimakur 2030, men har ikke hatt anledning til å godkjenne endelige formuleringer.



**Figur 1-1 Illustrasjon av arbeidet som har blitt gjennomført i forbindelse med den oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen**

Arbeidet med den oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen er illustrert i figur 1.1. Analysen tar utgangspunkt i tidligere KVVU, gevinstrealiseringsplaner samt resultater fra ekstern kvalitetssikring. Investeringsalternativer er lagt til grunn, etter avsluttet studiefasen. Den samfunnsøkonomiske analysen er videre oppdatert med nytt tilgjengelig materiale som oppdaterte kostnadstall og annet materiale fra industriaktørene i forbindelse med fullført forprosjekt (DG3), dokumentasjon av regulatorisk utvikling i nasjonal og internasjonal klimapolitikk, samt eksterne analyser om utviklingen i CO<sub>2</sub>-håndtering og CO<sub>2</sub>-priser. Forutsetninger og antagelser i analysen har blitt koordinert med OED i tråd med bestillingen og Gassnovas oppdragsforståelse. Videre inneholder rapporten, i tråd med OEDs bestilling, også oppdatert beskrivelser og vurderinger knyttet til nåværende og fremtidig utvikling av CO<sub>2</sub>-håndtering i Europa og verden, samt tiltakskostnader for de ulike investeringsalternativene og aktuelle lagringsvolum.



## 2 Bakgrunn

### 2.1 Behovet for CO<sub>2</sub>-håndtering

Den avgjørende rollen CO<sub>2</sub>-håndtering har for å nå et 2-gradersmål, er godt dokumentert i både prosjektets konsekvensutredning (KVU) og den påfølgende samfunnsøkonomiske analysen fra KS1 (Atkins og Oslo Economics, 2016), som sier blant annet:

*«CO<sub>2</sub>-håndtering er mest sannsynlig nødvendig i stor skala internasjonalt dersom verden skal nå 2-gradersmålet»*

Nyere rapporter som inkluderer oppdatert forskning og Parisavtalens mål<sup>5</sup> gir et forsterket bilde av å realisere CO<sub>2</sub>-håndtering i stor skala for å nå klimamålene. Dette er dokumentert i en rekke analyser fra blant annet The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2018), International Energy Agency (IEA, 2019) og EU-kommisjonen (European Commission, 2018). Analysene viser gjennomgående at det vil bli mer kostnadskrevenende og svært vanskelig eller umulig å nå målsetningene uten CO<sub>2</sub>-håndtering. I FNs klimapanelers rapport om effekten av 1,5 graders temperaturøkning viser at CO<sub>2</sub>-håndtering vil være ett av mange tiltak som er nødvendig for å nå Parisavtalen temperaturmål. Den eneste illustrative utslippsbanen i rapporten som når 1,5 grader uten bruk av CO<sub>2</sub>-håndtering, inneholder en dramatisk omlegging av industri, energisystemer og forbruksmønstre. I dette scenariet må CO<sub>2</sub>-utslippene globalt reduseres med 58% innen 2030 sammenliknet med 2010. (IPCC, 2018)

I World Energy Outlook (WEO) anslår IEA at CO<sub>2</sub>-håndtering vil stå for 9 prosent av tiltakene for å oppnå deres «Sustainable Development» scenario sammenlignet med «Stated Policies» (IEA, 2019). I IEAs analyser fordeles behovet for CO<sub>2</sub>-håndtering likt i kraftsektoren og i industrien.

### 2.2 Teknologistatus CO<sub>2</sub>-håndtering

Fra et teknologisk perspektiv er alle ledd i CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden – fangst, transport og lagring – tilstrekkelige modne til å bli realisert i full skala. Allerede på 1930-tallet ble en prosess for å fange CO<sub>2</sub> ved hjelp av aminer patentert i USA. I Norge har for eksempel Yara i en årrekke fanget og transportert CO<sub>2</sub> på skip og med tankbiler for leveranser til næringsmiddelindustrien. Equinor har også flere tiår med erfaring knyttet til fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub> offshore. Likevel har delløsningene i CCS-kjeden et betydelig utviklingspotensial.

For CO<sub>2</sub>-fangst finnes det fem hovedtyper teknologier:

- CO<sub>2</sub>-fangst med væske
- Faststoff
- Membraner
- Forbrenning med rent oksygen
- Utfelling av fast CO<sub>2</sub> ved lave temperaturer

---

<sup>5</sup> I Parisavtalen står det at en skal holde økningen i den globale gjennomsnittstemperaturen godt under 2 grader C sammenlignet med førindustrielt nivå og tilstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader.

Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering

Det pågår en stadig utvikling innen disse teknologigruppene. Utviklingen fokuserer på å redusere kostnader, forstå og forbedre kunnskapen om helse-, miljø- og sikkerhetsaspekter, og redusere teknologisk risiko.

De forskjellige typer fangstteknologier kan i utgangspunktet benyttes innen alle bransjer med CO<sub>2</sub>-utslipp. Valg av teknologi vil bli bestemt ut fra egenarten til de ulike bransjer med hensyn til CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i utslippspunktet, tilgjengelig energiform for å drive fangstanlegget og andre steds spesifikke forhold. Om CO<sub>2</sub>-fangstanlegget skal ettermonteres eller om CO<sub>2</sub>-fangstløsningen skal bygges inn i selve industriprosessen, vil også avgjøre teknologivalg.

Transport av CO<sub>2</sub> skjer i stor skala og har stor grad av teknologisk og kommersiell modenhet. CO<sub>2</sub> brukes i dag som råvare i ulike industrier som for eksempel til økt oljeutvinning (Enhanced Oil Recovery/CO<sub>2</sub>-EOR), til næringsmiddelindustrien og til andre industrielle formål. CO<sub>2</sub> transporteres til forbrukere i rørledninger, på skip, med tankbil og på bane. Det største markedet for CO<sub>2</sub> er til CO<sub>2</sub>-EOR i Nord-Amerika der CO<sub>2</sub>-transporten hovedsakelig foregår i rør på land. Skipstransport av CO<sub>2</sub> til havner og videre transport med tankbiler er vanlig i næringsmiddelindustrien i Europa. Utviklingen innen CO<sub>2</sub>-transport fokuserer på å utvikle mer kostnadseffektive løsninger ved større volumer, bedre modellerings- og simuleringsverktøy og forbedringer innen materialteknologi.

CO<sub>2</sub> kan lagres dypt under bakken i porøse bergarter som sandstein. CO<sub>2</sub>-lagring kan skje i naturlige reservoarer som olje- og gassfelt og i saltvannsakviferer som har naturlige geologiske barrierer for å «forsegle» lageret. CO<sub>2</sub> som brukes til økt oljeutvinning (CO<sub>2</sub>-EOR) kan ansees som lagret fordi all CO<sub>2</sub> vil forbli i reservoaret når produksjonen av hydrokarboner avsluttes. En stor del av forsknings- og utviklingsarbeidet dreier seg om å utvikle teknologielementer som benyttes på flere av disse lagertypene, eksempelvis overvåkingsteknologi og simuleringsmodeller for CO<sub>2</sub>-utbredelse i lagerformasjonen, materialteknologi, brønnekomponenter og sikringstiltak ved lekkasje.

Løsningene som er valgt i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er i all hovedsak teknologiske modne, se kapittel 3.2. Fullskala demonstrasjon anses likevel som svært viktig fordi det kan legge til rette for kommersialisering, modning av nye løsninger og kostnadsreduksjoner.

Norge har mer enn 20 års erfaring med CO<sub>2</sub>-håndtering og Europas to eneste CO<sub>2</sub>-lager i drift er norske. Norske myndigheter har over tid satset målrettet på fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub> og har bygget opp solide fagmiljøer langs hele forsknings- og utviklingskjeden, samt finansiert viktig forskningsinfrastruktur i dette innovasjonssystemet for CO<sub>2</sub>-håndtering.

Den industrielle bruken av løsningene er på mange måter «drivstoffet» i et innovasjonssystem. Uten en videre kommersiell modning vil teknologiutviklingen gå glipp av de potensielt store kostnadsreduksjoner som videre kommersielle prosjekter utløser.

Denne kostnadsreduksjonen er ofte initiert med stadige tilbakekoblinger i innovasjonssystemet som gir mer målrettet forskning og utvikling for å optimalisere teknologien. Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering vil være en basis for ulike industrier og aktører, og med dette stimuleres teknologiutviklingen. Dette kan bidra til å utløse videre teknologimodning for eksisterende og nestegenerasjons teknologi.

Northern Lights skriver i vedlegg 13.1 «Plan for long-term use of the Northern Lights infrastructure» om hvordan demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bidrar til å gi drivkraft og retning for den videre forskningsinnsatsen. De argumenterer for at å gjøre FoU og reelle prosjekter i parallell, er den mest effektive måten å utvikle løsninger og redusere kostnader på, og viser til at denne

tilnærmingen har fungert i forbindelse med utvikling av andre teknologiske områder, som for eksempel sol- og vindenergi.

Aktørene i det norske innovasjonssystemet for CO<sub>2</sub>-håndtering understøtter realiseringen av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Prosjektet vil være en nyttig læringsarena for videreutvikling av CO<sub>2</sub>-håndtering.

Vedlegg 13.3 gir en gjennomgang av teknologistatus for CO<sub>2</sub>-håndtering, samt en beskrivelse av innovasjonssystemet for CO<sub>2</sub>-håndtering.

### 2.3 Relevansen av prosjektet

Som kapittel 2.1 viser er det et stort behov for å øke antall industrielle CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter dersom internasjonale klimaambisjoner skal nås. Derfor vil tidlige demonstrasjonsprosjekter være viktig. Selv om det finnes CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg i drift som til sammen lagret 25 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2019 (GCCSI, 2019), vil demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering likevel være et innovativt prosjekt, og gi helt spesielle demonstrasjonsbidrag.

Boks 2.1. gir en oversikt over hvilke spesielle bidrag prosjektet gir som kan være viktige dersom CO<sub>2</sub>-håndtering i større grad skal benyttes som et klimatiltak fremover. Verdien av demonstrasjonseffektene i prosjektet er nærmere vurdert i kapittel 7.1.

### **Boks 2.1: Hva demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bidrar med?**

Prosjektet skiller seg fra de fleste andre CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter nasjonalt (Sleipner og Snøhvit) og internasjonalt. Prosjektet skal bidra til læring og effektivisering slik at etterfølgende prosjekter kan realiseres til lavere kostnader. Følgende elementer kan andre prosjekter dra spesielt nytte av.

- **Organiseringen av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden:**
  - Statens rolle knyttet til prosjektet:
    - Staten avlaster hel-kjede risiko fra de industrielle aktørene, blant annet ved at det inngås separate avtaler med fangst- og lagringsaktører.
    - Bidra med tilskudd som dekker en stor del av kostnaden ved å ta i bruk CO<sub>2</sub>-håndtering. Høye kostnader er sett på som en barriere for CO<sub>2</sub>-håndtering og dette er derfor lovlig statsstøtte etter ESAs retningslinjer.
    - Etablering av infrastruktur, og regulatoriske avklaringer knyttet til CO<sub>2</sub>-lageret
- **Anvendelse av europeiske og norske reguleringer på prosjekter i en kjede bestående av ulike aktører:**
  - ETS-systemet for kvotehandel
  - Lagringsregelverk
  - Utslippsreguleringer
  - Mottaksterminal og lagringsløsning som er teknisk tilrettelagt for tredjepartsvolumer
- **CO<sub>2</sub>-fangst:**
  - Fangst fra potensielt flere industrielle kilder, innenfor sektorer med store CO<sub>2</sub>-utslipp som er vanskelige redusere på andre måter. Fortum Oslo Varme og Norcem har beskrevet relevansen av CO<sub>2</sub>-håndtering i sine bransjer i sine studierapporter.
  - CO<sub>2</sub> hovedsakelig fra røykgass, med ulik sammensetning
  - Fra industrielle CO<sub>2</sub>-kilder med hovedsakelig atmosfærisk trykk
  - Delvis av biogen CO<sub>2</sub>
- **Skipstransport:**
  - Fleksibel kjede, med muligheter for optimalisering og utvidelse
- **Mottaksterminal for CO<sub>2</sub> på land, og offshorelager med stor kapasitet**
  - Teknisk tilrettelagt for større volum, åpner også opp for fangst fra andre CO<sub>2</sub>-kilder

## 2.4 Sannsynligheten for økte investeringer i CO<sub>2</sub> håndtering internasjonalt

De samfunnsøkonomiske analysene i både KVU-en og KS1 synliggjorde viktigheten av at andre CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter følger etter for verdien av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Dersom ingen prosjekter følger etter, vil verdien av demonstrasjonen og muligheter for produktivitetstgevinster være lav. KS1 fremhevet derfor blant annet viktigheten av at det også ble jobbet med internasjonale finansieringsmuligheter for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter. Dette er blitt fulgt opp i arbeidet med demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering, sammen med øvrige arbeid for å bearbeide og tilgjengeliggjøre informasjon fra prosjektet for å øke Eus og andre lands

Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering

tillit til CO<sub>2</sub>-håndtering som klimaløsning. Videre er det arbeidet for å identifisere og etablere kontakt med nye prosjekter, spesielt som del av Northern Lights sitt arbeid med å tilby transport og lagringstjenesten for etterfølgende prosjekter.

#### 2.4.1 Finansieringsmekanismer og drivere for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter i Europa

Det har siden KVU-en og KS1 vært en positiv utvikling knyttet til utvikling av finansieringsmekanismer og andre drivere for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter i EU. Norge og aktørene i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har bidratt og bidrar til utforming av disse mekanismene, blant annet basert på erfaringer fra prosjektet i Norge. Norske myndigheter har hatt tett kontakt med Europakommisjonen og andre relevante aktører. Europakommisjonen har ønsket å høste erfaring fra norske aktørers tidligere erfaringer med støtteordninger. Aktuelle finansieringsmekanismer er beskrevet kort under.

##### **Støtteordninger i EU**

- Innovasjonsfondet, kan ha en størrelse på rundt NOK 100 milliarder for perioden 2021 til 2030 (fondet endelige størrelse er avhengig av CO<sub>2</sub> kvotepris).
- Eus Moderniseringsfond som kan være aktuelt for støtte til CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter i enkelte medlemsland (medlemsland med 60% lavere GDP per innbygger enn gjennomsnittet i EU)
- The Connecting Europe Facility (CEF) – Eus fond for infrastruktur på tvers av landegrenser kan støtte deler av fremtidige CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter. Northern Lights med europeiske partnere har fått status som «Project of Common Interest» og er dermed i posisjon til å søke om finansiering til infrastrukturelementer fra CEF.
- Andre finansieringsmekanismer kan også være aktuelle, for eksempel EØS-midler. I tillegg kan «the European Green Deal» gi nye relevante støttemekanismer, se nedenfor.

##### **Støtteordninger i medlemsland:**

- Land som Nederland og UK støtter og har planer for videre støtte til industrielle CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter nasjonalt. I Sverige vil det blant annet bli lagt frem en offentlig utredning innen utgangen av januar 2020, som blant annet ser på muligheter til å støtte bio-CCS-prosjekter for å innfri Sveriges lovfestede mål om å bli klimanøytral innen 2045. Det er allerede satt av penger i Sveriges statsbudsjett til å støtte utviklingen av slike prosjekter. Mer konkrete planer for støtteordninger for industrielle CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter i Storbritannia og Nederland er også ventet i løpet av 2020.
- Den tyske regjeringen annonserte 20. september 2019 en strategi for hvordan de skal møte sine klimamål mot 2030. Med denne strategien som utgangspunkt, presenterte regjeringen 9. oktober 2019 sitt utkast til en klimalov og en klimapolitisk handlingsplan mot 2030. Klimaloven skal lovfeste 2030-målet og det juridiske rammeverket som skal sikre måloppnåelse, mens handlingsplanen utgjør en samling av tiltak for å redusere utslipp i tråd med målet. Til sammen har disse to forslagene blitt referert til som den tyske regjeringens klimapakke som skal sikre 2030-målet, men også utgjøre grunnlaget for den langsiktige klimapolitikken i Tyskland. Industrielle utslipp skal reduseres med om lag 55 prosent sammenliknet med 1990-nivå. CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fremheves som et av tre satsningsområder innenfor forskning og utvikling. Det ventes at det vil settes av betydelige midler til å støtte fangst og lagring av CO<sub>2</sub>, men dette er til behandling i parlamentet.

- En rekke øvrige europeiske land, som blant annet Belgia, Sveits, Frankrike, Finland, Irland, har i økende grad aktiviteter knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering. Som et eksempel deltar ni europeiske land i forskningsprogrammet Acceleration CCS Technologies (ACT) sammen med Norge.

### **Forventninger til strengere klimakrav, samt høyere kostnader for CO<sub>2</sub>-utslipp**

Forslag om innstramning i klimapolitikken, innstramningene i kvotemarkedet og de stigende CO<sub>2</sub>-kvoteprisene de siste årene, har til tross for at de faktiske nivåene enda er relativt lave, bidratt til forventninger om høyere CO<sub>2</sub> priser fremover. Det påvirker industrien som må tenke langsiktig i forbindelse med CO<sub>2</sub>-håndtering, da slike investeringer har lang levetid.

Den europeiske klimapolitikken peker i retning av stadig strengere klimakrav og kvotemarkeder. Den 11. desember ble «the European Green Deal» presentert av den nye presidenten for EU kommisjonen, Ursula von der Leyen. (European Commission, 2019). Klimastrategien inkluderer at det vil foreslås et bindende europeisk klimamål for klimagassreduksjoner innen 2030 og klimanøytralitet i 2050. Klimanøytralitet har også blitt støttet av Rådet i EU, selv om det foreløpig er gjort unntak for Polen.

Videre inneholder klimastrategien planer om å etablere ytterligere finanseringsmekanismer, blant annet «Sustainable Europe Investment Plan». Planlagt lansering er 8. januar 2020. Totalt er målet å utløse 1 000 mrd euro i klimafinansiering over de neste ti årene. Innretningen på utlån fra Den europeiske investeringsbanken (EIB) er et viktig virkemiddel. EIB får som mål at 50 prosent av utlånsaktiviteten skal være rettet mot klimainvesteringer innen 2025. Det er også lansert planer om en «Just Transition Mechanism» det er foreløpig usikkert hvorvidt dette blir relevant for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter.

Strengere klimakrav kan også komme fra forbrukerne. Norcem og Fortum Oslo Varme, har i forprosjektfasen, sett på muligheter i sine respektive markeder for å høste en høyere pris på henholdsvis mer klimanøytrale sementprodukter og avfallsforbrenning. Lignende markedsvurderinger gjøres for eksempel knyttet til salg av hydrogen fremfor naturgass, og andre produkter fra industriprosesser hvor CO<sub>2</sub>-håndtering er aktuelt. Dette betyr at det jobbes med å finne måter å dekke merkostnader forbundet med CO<sub>2</sub>-håndtering i produktprisene. I kjølvannet av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har blant annet Multiconsult og Zero utarbeidet rapporter knyttet til hvordan CO<sub>2</sub>-håndtering kan gjøres mer bedriftsøkonomisk lønnsomt<sup>6</sup>.

I et økonomisk perspektiv har utviklingen i ETS-prisen og tilgangen til europeiske finanseringsmekanismer medført at realisering av flere CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter virker mer sannsynlig nå enn for få år siden. Imidlertid tar det tid å utvikle nye prosjekter, og viktige avklaringer knyttet til både reguleringer og forretningsmodeller gjenstår. Et eksempel på det er at Innovation Fund vil lanseres i løpet av 2020.

2.4.2 Økt erkjennelse fra EU og europeiske land av CO<sub>2</sub>-håndtering som et viktig klimatiltak  
Erkjennelsen av CO<sub>2</sub>-håndtering som viktig klimatiltak fra både industrien, EU og europeiske land har økt siden KVUen og KS1 ble skrevet. Flere rapporter nevnt i kapittel 2.1 har tydeligere pekt på

---

<sup>6</sup> Se: [https://www.multiconsult.no/assets/rapport-hvordan-gjore-CO<sub>2</sub>-fangst-og-lagring-lonnsomht.pdf](https://www.multiconsult.no/assets/rapport-hvordan-gjore-CO2-fangst-og-lagring-lonnsomht.pdf) og <https://zero.no/fagomrade/industri> <sup>7</sup> Se: [http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0079\\_EN.html](http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0079_EN.html) (se pkt 83 og 84)

behovet for en portefølje av tiltak for utslippsreduksjon og tilpasning for alle sektorer og nivåer. I dette bilde vil CO<sub>2</sub>-håndtering basert på forbrenning av fossilt materiale så vel som biologisk materiale (bio-CCS) være nødvendig.

Både Europakommisjonen og Europaparlamentet har omtalt CO<sub>2</sub>-håndtering som et av flere nødvendige tiltak for å nå egne målsetninger og forpliktelsene under Parisavtalen. I november 2018 presenterte den forrige Europakommisjonen sitt utkast til lavutslippsstrategi «A clean planet for all» (European Commission, 2018). CO<sub>2</sub>-håndtering listes opp som ett av flere nødvendige tiltak, uavhengig av scenariene rapporten ser på. Viktigheten av en mer strategisk satsning på CO<sub>2</sub>-håndtering i EU blir fulgt opp i andre analyser, blant annet «Strengthening Strategic Value Chains for a futureready EU Industry» (the Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest, 2019). To av de seks strategiske verdikjedene som blir omtalt i denne rapporten er relevant for CO<sub>2</sub>-håndtering, nemlig «Low-CO<sub>2</sub> emission industry» og «Hydrogen technologies and systems».

Langtidsstrategien og den tilhørende analysen har vært utgangspunktet for bred debatt i EU det siste året, og har trolig bidratt til at interessen for CO<sub>2</sub>-håndtering har økt. Det gjelder også for land som for få år siden ikke nødvendigvis anså CO<sub>2</sub>-håndtering som en del av løsningen nasjonalt, slik som Tyskland.

Europaparlamentet vedtok en resolusjon om en lavutslippsstrategi i mars 2019 og i forbindelse med sin resolusjon til klimaforhandlingene i Madrid, erkjenner også det nye Europaparlamentet behovet for CO<sub>2</sub>-håndtering<sup>7</sup>. Konklusjonen fra rådsmøtet i EU var at rådet ble enige om et klimanøytralitetsmål for EU i 2050, det ble imidlertid gitt unntak for Polen. Rådsmøtet i juni 2020 skal behandle dette på nytt<sup>8</sup>.

I den siste tiden har det også vært økt interesse fra de nordiske landene. Statsministrene fra de nordiske landene undertegnet den 25 januar 2019 «Declaration on Nordic Carbon Neutrality (Nordisk råd, 2019)» og sier blant annet at de vil:

*“...contributing to further development and deployment of carbon capture and storage (CCS), carbon capture and utilization (CCU), carbon capture and mineralisation (CCM), bioenergy with CCS (BECCS) technologies, conducting research to resolve the remaining technical challenges and developing business models for the implementation of CCS, CCU and CCM.”*

Også Gassnova og industriaktørene som arbeider med demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering, har erfart en økende interesse for CO<sub>2</sub>-håndtering, særlig det siste året. Interessen har både kommet fra industriaktører og fra myndigheter. Northern Lights, Fortum Oslo Varme, Norcem og Teknologisenteret på Mongstad (TCM) har tatt imot besøk fra en lang rekke aktører fra flere land. Gassnova blir i økende grad kontaktet av myndighetsaktører og andre som vil lære om Norges arbeid med CO<sub>2</sub>-håndtering. Som eksempel kan det vises til at Gassnova i 2018 arrangerte tre studieturer for ulike svenske og danske myndighetsaktører. I tillegg fikk en delegasjon med over 20 EU-ambassadører omvisning hos Fortum Oslo Varme og flere av disse besøkte også TCM.

Tidligere EU-kommisær for Climate Action & Energy, Miguel Arias Cañete tok initiativ til å avholde en europeisk CCS-konferanse i Oslo, i samarbeid med Olje- og energidepartementet i september 2019. Konferansen ble avholdt i Operaen og ble godt besøkt (400+ deltagere) fra mer enn 20 land i EU, samt blant annet Canada, USA og Japan. Bakgrunnen for arrangementet og deltagelsen gir et

---

<sup>7</sup> Se: [http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0079\\_EN.html](http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0079_EN.html) (se pkt 83 og 84)

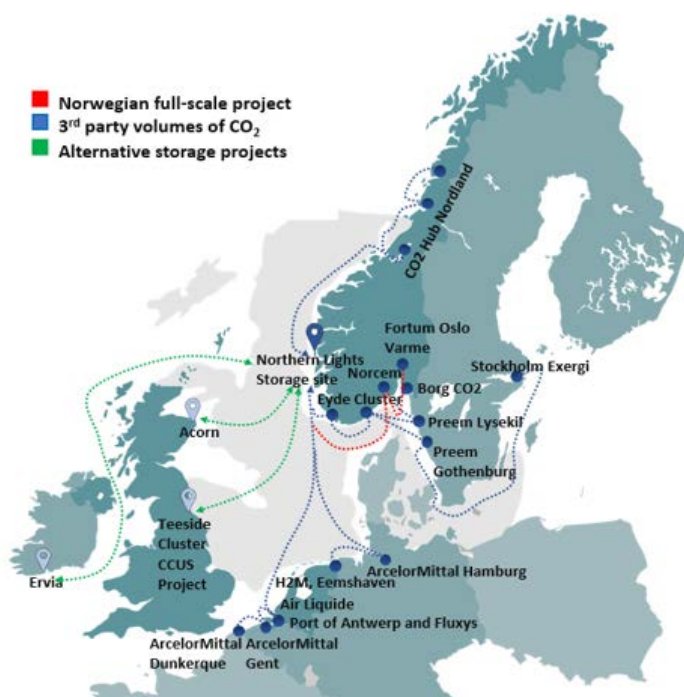
<sup>8</sup> Se: <https://www.bbc.com/news/world-europe-50778001>

eksempel på at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har spilt en viktig rolle for den økte erkjennelsen fra EU og europeiske land av CO<sub>2</sub>-håndtering som viktig klimatiltak.

### 2.4.3 Tilgang til lagringstjenester

Transport- og lagerinfrastrukturen i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering, Northern Lights, er planlagt med en fleksibel skipsbasert transportløsning samt en lagringsinfrastruktur med overkapasitet. Etableringen av en slik transport- og lagerløsning gir økt sikkerhet for tilgang på lagringstjenester for industri i Nord-Europa som vurderer CO<sub>2</sub>-håndtering som et aktuelt tiltak for å redusere utslipp.

Etter hvert som etterspørsel etter Northern Lights' transport- og lagerløsninger potensielt øker kan kapasiteten i infrastrukturen økes betydelig gjennom tilleggsinvesteringer. I vedlegg 13.1 «Plan for Long-term Use of the Northern Lights Infrastructure» (langsiktig plan for infrastrukturen) legger Northern Lights til grunn fire fremtidige scenarier for den potensielle videre ekspansjonen av lagringsinfrastrukturen til henholdsvis 1,5, 5, 20 og 100 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. Northern Lights arbeider aktivt med å identifisere og avklare interesse for industrielle prosjekter i Europa i tråd med disse scenariene. Som del av dette arbeidet er interessen fra etterfølgende prosjekter blitt formalisert. Det har skjedd ved at Northern Lights sammen med industrielle partnere i Europa har søkt om en Project of Common Interest (PCI) status av EU. PCI status gir adgang til å søke støtte til både studier og investeringer relatert til infrastrukturelementer fra Connection Europe Facility (CEF).



**Figur 2.4 Oversikt over partnerne som er med i en søknad om oppdatert PCI.**

Kilde: Northern Lights

De industrielle partnerne i denne PCIen har identifisert initielle CO<sub>2</sub>-volumer på mer enn 10 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år som kan være aktuelle startvolumer. Partnerne representerer dermed et potensial



for transport og lagring av en betydelig mengde CO<sub>2</sub> utover volumene i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering.

Videre har Equinor på vegne av Northern Lights formalisert et samarbeid med flere industrielle partnere som potensielt vil kjøpe lagringstjenester fremover i et Memorandum of Understanding (MoU), disse er delvis overlappende med PCI-partnerne. MoUer er inngått med følgende aktører:

- Air Liquide, Belgium
- ArcelorMittal, Luxembourg
- Ervia, Ireland
- Fortum Group, Finland
- HeidelbergCement Group, Germany
- Preem, Sweden
- Stockholm Exergi, Sweden

Northern Lights oppgir i den langsiktige planen for infrastrukturen at:

*“It is expected that some HoTs (vår kommentar: HoTs = “Heads of terms”) will be entered into during the first half of 2020, in time for the 3<sup>rd</sup> parties to strengthen their applications for support for the Innovation Fund””.*

Dette vil si at Northern Lights planlegger å etablere hoveddrammene for kommersielle avtaler med noen potensielle kunder for transport- og lagringstjenester frem mot sommeren 2020. Enkelte av de etterfølgende prosjektene som Northern Lights er i dialog med, vil ha tilgjengelig CO<sub>2</sub> som er enkel å fange. Disse CO<sub>2</sub>-volumene kan derfor være tilgjengelige raskere etter en investeringsbeslutning enn CO<sub>2</sub>-volumer hvor det må bygges CO<sub>2</sub>-fangstanlegg.

Videre sier Northern Lights i samme dokument at:

*«These 3<sup>rd</sup> parties have through requests for information (RFIs) for the development of a full-chain CCS solution, and/or through piloting capture technology, indicated to Northern Lights that their start of operation would fit with Northern Lights Phase 1.*

*The accumulated volumes of captured CO<sub>2</sub> by possible state-sponsored volumes and the 3<sup>rd</sup> parties communicated with an indicated start-up in 2025 hence amount to far more than 1.5 MTPA. Given sustained interest from the 3<sup>rd</sup> parties, this could result in a ‘first to store’ situation where several 3<sup>rd</sup> parties wish to utilize the spare capacity of Phase 1. This could also generate momentum for the expansion to Northern Lights Phase 2 (vår kommentar: nye investeringer fra Northern Lights for å øke kapasiteten til 5 MTPA)»*

Vedlegg 13.2 “Northern Lights Contribution to Benefit Realization” utdyper arbeidet med å identifisere etterfølgende prosjekter.

Equinor jobber også med hydrogenprosjekter. Vedlegg 13.5 beskriver viktigheten av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering for deres videre arbeid knyttet til hydrogen.

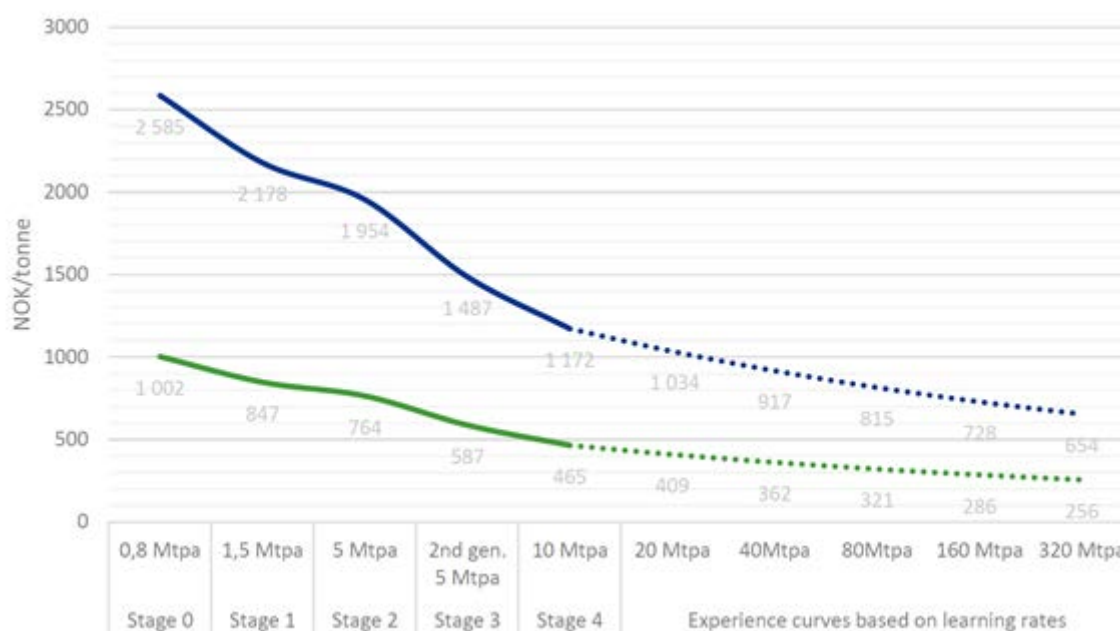
#### 2.4.4 Lærings- og skalaeffekter gir reduserte kostnader forbundet med CO<sub>2</sub>-håndtering

Et viktig mål for prosjektet er å bidra til reduserte kostnader for etterfølgende prosjekter, gjennom lærings- og skalaeffekter. DNV GL har gjennomført en studie for å identifisere potensielle kostnadsreduksjoner som følge av prosjektet, se vedlegg 13.4. Rapporten konkluderer blant annet med at:

*“The analysis shows that the Norwegian Full-Scale CCS Demonstration Project will contribute to cost reductions for future CCS projects and help accelerate the roll out of CCS. The NFSP (vår merknad: demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering) will also contribute to improved understanding of identified risks with manageable measures to reduce these risks, scale effects after demonstration volumes are proven, the establishment of predictable regulatory regimes, evolving market and business models, and learning effects from technology development”*

Analysen tar en teoretisk tilnærming hvor kostnadene synker som følge av ulike effekter. Analysen ser på disse effektene hver for seg. Disse effektene er: Skalaeffekter knyttet til økt utnyttelse av lagerkapasiteten, optimalisering av deler av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden, læringseffekter for de ulike elementene i kjeden.

Figur 2.5 illustrerer hvordan tiltakskostnadene for fangst, transport og lagring til sammen faller ettersom skalaeffekten blir utnyttet og at kostnadene fortsetter å falle med utgangspunkt i optimalisering. I praksis vil kostnadsreduksjonene forbundet med skalaeffektene, implementering av optimaliserte løsninger og/eller dra nytte av foregående prosjekter kunne skje samtidig.



**Figur 2.5 estimerte kostnadsreduksjoner fra skalaeffekter, optimalisering og læring av økt kapasitet. Investorperspektiv (høy), Mdir-metode (lav)**

Kilde: DNV GL, 2019

Kostnadsreduksjonene er illustrert ved fallende gjennomsnittlige tiltakskostnader. DNV GL sier i analysen at Northern Lights har identifisert interessenter med utslipp på 3,7 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år som har en betydelig lavere fangstkostnad enn disse kurvene gir uttrykk for. Et stort volum med lavere fangstkostnader gir økt sannsynlighet for at prosjekter kommer tidligere etter, selv uten vesentlig klimapolitisk innstramning.

Fallende kostnader for CO<sub>2</sub>-håndtering vil gi økt sannsynlighet for at prosjekter kommer etter generelt.

#### 2.4.5 Status for CO<sub>2</sub>-håndtering i verden i dag

Global CCS Institute legger hvert år frem en statusrapport over fullskala<sup>9</sup> CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter globalt. Hovedandelen av dagens prosjektportefølje er prosjekter med formål om å bruke CO<sub>2</sub> for økt oljeutvinning. Den 9. desember ble rapporten for 2019 lagt frem. Overordnet forteller denne rapporten at den globale porteføljen av CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter har vokst for andre året på rad, etter en negativ trend frem til og med 2017. Spesielt rapporteres det om en økning i antall prosjekter i USA.

I USA har revisjonen av den såkalte 45Q medført flere nye prosjekter under planlegging. 45Q gir et skatteincentiv til å fange og lagre CO<sub>2</sub> eller bruke CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning. Ytterligere informasjon om nye prosjekter forventes å komme når Internal Revenue Service (IRS) offentliggjør detaljene i denne ordningen, det er ventet i løpet av 2020.

Rapporten omtaler også en økende interesse for å ta i bruk CO<sub>2</sub>-håndtering i Europa. Ni industrielle prosjekter i Europa, utover Norge, er nå identifisert. Disse er i hovedsak i en mindre moden planleggingsfase.

Det rapporteres om følgende globale prosjektportefølje:

- 19 CCS prosjekter i drift
  - Av disse er 10 i USA, to i Canada, to i Norge, ett i Australia, ett i Kina, ett i Brasil, ett i de Forente Arabiske Emirater og ett i Saudi Arabia
- 4 CCS prosjekter under bygging
  - Av disse er to i Canada og to i Kina
- 10 CCS prosjekter i en avansert utviklingsfase
  - Av disse er seks i USA, ett i Nederland, ett i de Forente Arabiske Emirater, ett i Australia, i tillegg til demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge.
- 18 CCS prosjekter i en tidlig utviklingsfase
  - Av disse seks i Storbritannia, fem i Kina, tre i USA, ett i Nederland, ett i Australia, ett i Irland og ett Sør-Korea

---

<sup>9</sup> Global CCS Institute definerer et fullskalaprojekt som et kullkraftverk med CO<sub>2</sub> håndteringsanlegg fra omkring 800.000 tonn/CO<sub>2</sub> år og høyere, eller et CO<sub>2</sub> håndteringsanlegg i industrien eller på et gasskraftanlegg fra omkring 400.000 tonn/CO<sub>2</sub> år og høyere.

## 2.4.6 Oppsummert vurdering av sannsynligheten for økte investeringer i CO<sub>2</sub> håndtering internasjonalt

Det har vært en betydelig utvikling i utsiktene for CO<sub>2</sub>-håndtering siden KVVU-en og KS1 ble skrevet. Den internasjonale klimapolitikken har blitt strengere. Det er forventninger om ytterligere innstramninger, særlig i Europa, hvor det er en økende erkjennelse av at CO<sub>2</sub>-håndtering er et nødvendig klimatiltak. Northern Lights har etablert en portefølje av potensielle etterfølgende prosjekter og fremhever at det er flere prosjekter, med modenhet som tilsier at de kan levere CO<sub>2</sub> til Northern Lights allerede på midten av 2020-tallet. Dersom disse skal gjøre CO<sub>2</sub>-håndtering har mange av disse aktørene ingen andre realistiske alternativer på kort sikt enn å lagre CO<sub>2</sub> i Norge og som en del av Northern Lights. Det er derfor blitt tydeligere at Northern Lights har en tilretteleggende effekt på etterfølgende prosjekt, da infrastrukturen fjerner en vesentlig investeringsbarriere.

Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har allerede bidratt til å øke bevisstheten om CO<sub>2</sub>-håndtering og bidratt til å redusere regulatoriske barrierer, se kapittel 7.1 for ytterligere diskusjon om demonstrasjonseffekten.

Videre viser kostnadsreduksjonsanalysen fra DNV GL at kostnadene knyttet til CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter kan falle relativt raskt dersom etterfølgende prosjekter kommer ved å utnytte skalafordeler, optimalisere eksisterende løsninger, og etter hvert implementer nye løsninger.

Global CCS Institute rapporterer om en voksende portefølje av CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter for andre året på rad. Noen av de identifiserte prosjektene i Europa er linket til Northern Lights. Videre er det kartlagt en del nye prosjekter i USA basert på skatteincentiver for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter.

Det vurderes derfor som sannsynlig at det kommer etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter dersom demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering blir realisert. Antall prosjekter vil imidlertid fortsatt være avhengig av flere faktorer. Blant annet vil den videre utviklingen i klimapolitikken og muligheter for fremtidige kostnadsreduksjoner påvirke antallet og type CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter som vil følge etter.

## 3 Metode, forutsetninger og alternativer

### 3.1 Metode og forutsetninger

Formålet med samfunnsøkonomiske analyser er å bidra til å bedre beslutningsgrunnlaget for offentlige tiltak. Analysen skal klarlegge og synliggjøre konsekvensene av tiltaket slik at fordeler og nytteeffekter og ulemper og kostnader kommer tydelig frem, for samfunnet som helhet og for enkeltgrupper. Den samfunnsøkonomiske analysen søker dermed å avdekke om tiltakets nytteeffekter er større enn summen av kostnadene. Dersom dette er tilfellet, defineres tiltaket som samfunnsøkonomisk lønnsomt.

For at denne oppdaterte samfunnsøkonomiske analysen i størst mulig grad skal oppfylle dette målet er analysen med tilhørende scenarier gjennomført i henhold til retningslinjene i Direktoratet for økonomistyrings *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser (2018)* og *Rundskriv R-109/2014 Prinsipper og krav ved utarbeidelsen av samfunnsøkonomiske analyser* fra Finansdepartementet. Det er i tråd med bestillingen fra Olje- og energidepartementet.

Scenariene er utformet på grunnlag av retningslinjer og anbefalinger fra NOU 2012:16 «Samfunnsøkonomiske analyser», NOU 2009:16 «Globale miljøutfordringer – norsk politikk», NOU 2015:15 «Sett pris på miljøet» og NOU 2018:17 «Klimarisiko og norsk økonomi».

Prissatte effekter verdsettes etter nåverdimetoden med en kalkulasjonsrente som er bestemt i rundskriv R-109/2014. Da CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjektet er avhengig av subsidier for å bli realisert, er ikke prosjektet i direkte konkurranse med private aktører. Kalkulasjonsrenten er derfor satt til 4 prosent. Dette innebærer at nytte, inntekter og kostnader som oppstår i ulike år i analyseperioden diskonteres ned til et gitt år, sammenligningsåret. Sammenligningsåret i denne analysen er 2020.

Kostnadstallene i den samfunnsøkonomiske analysen er basert på usikkerhetsanalyser utført av de industrielle aktørene på deres egne kostnadsestimater. Tallene er oppdatert etter fullført forprosjekt og kostnadstallene er dermed mindre usikre, og er mer detaljerte enn i tidligere samfunnsøkonomiske analyser. Der de industrielle aktørene ikke oppgir forventet verdi er kostnadstallene basert på P50-tall. Usikkerheten i andre tall og prissatte effekter som skattefinansieringskostnader og prissatte nytteeffekter, er vurdert slik at basiskostnad er lik forventningsverdi. Det innebærer at det er like sannsynlig at tallene kan bli høyere eller lavere.

Ikke-prissatte effekter vurderes kvalitativt på en skala fra + + + + til - - - -, se tabell 3.1. I vurderingen inngår både effektens negative eller positive betydning for samfunnet samt omfanget av effekten. En ubetydelig konsekvens beskrives med 0.

**Tabell 3-1 Oversikt over vurderingen av ikke-prissatte effekter**

Omfang av effekten	Effektens betydning for samfunnet		
	Liten	Middels	Stor
Stort positivt	+++	++++	+++++
Middels positivt	++	+++	++++
Lite positivt	+	++	+++
Ubetydelig	0	0	0
Lite negativt	-	-	--
Middels negativt	--	---	----
Stort negativt	---	----	-----

I den samfunnsøkonomiske analysen er følgende andre forutsetninger lagt til grunn:

- Alle investeringsalternativenes nytte og kostnader sammenlignes med nullalternativet.
- Effekter verdsettes i norske 2020-kroner så langt dette er mulig.
- Prissatte effekter vurderes etter nåverdimetoden. Sammenlikningsåret er 2020.
- Effekter som ikke er egnet til å verdsettes i kroner beskrives kvalitativt som ikke prissatte effekter.
- Finansieringskostnader og konsekvenser for offentlige budsjetter vises så langt det finnes tilgjengelig informasjon. Informasjon knyttet til utfallet av OEDs forhandlinger med industriaktørene er ikke med i denne analysen.

Beskrivelsen av og forutsetningene som ligger til grunn i de ulike alternativene og scenariene er beskrevet nærmere i kapittel 3.2 og 3.3.

### 3.2 Alternativer

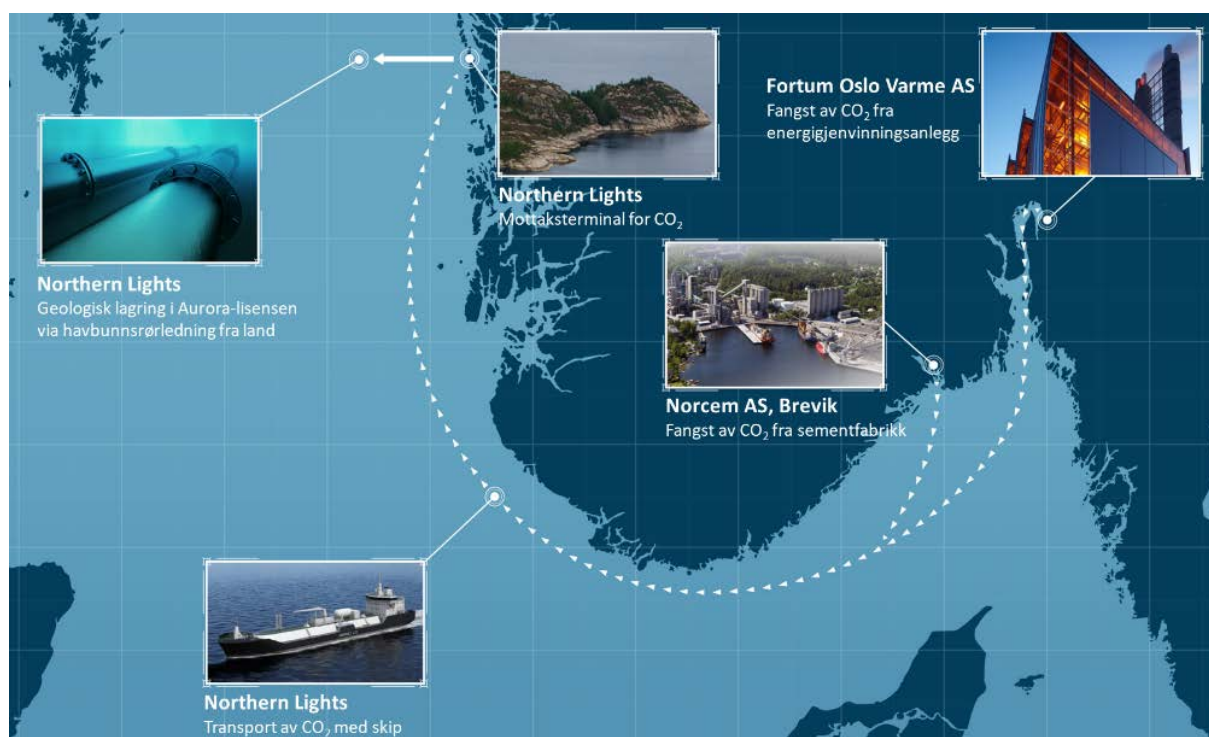
Siden mulighetsstudien, KVVU'en og kvalitetssikringen av disse ble gjennomført, har alternativene for gjennomføring av et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i ulike grad blitt justert eller eliminert. Den oppdaterte samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen legger derfor alternativene under til grunn, i tråd med bestillingen fra Olje- og energidepartementet:

- Null-alternativet: Ingen støtte til bygging av fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge.
- Investeringsalternativ 1: Hel CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Norcem.
- Investeringsalternativ 2: Hel CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Fortum Oslo Varme.
- Investeringsalternativ 3: Hel CO<sub>2</sub>-fangst, -transport og lagringskjede med Norcem og Fortum Oslo Varme.

Fangstleddet i kjeden vil kunne gjennomføres på to ulike steder med ulike fangstprosjekter. I investeringsalternativ 1 gjennomføres fangstprosjektet hos Norcems sementfabrikk i Brevik, eid av HeidelbergCement Group. Investeringsalternativ 2 innebærer å gjennomføre fangstprosjektet hos Fortum Oslo Varmes (FOV) avfallsforbrenningsanlegg på Klemetsrud i Oslo. I investeringsalternativ 3 vil begge fangstprosjektene inkluderes. Begge fangstprosjektene innebærer at røykgass fra sement- og avfallsforbrenning renses for CO<sub>2</sub>, før CO<sub>2</sub>-en gjøres flytende, mellomlagres og fraktes til et utskipningspunkt.

Transport- og lagringsleddet av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden vil bli håndtert av Northern Lights i alle tre investeringsalternativene. Northern Lights er et partnerskap og samarbeidsprosjekt mellom Equinor ASA, A/S Norske Shell og Total E&P Norge AS. Disse selskapene jobber med å opprette Northern Lights som et eget selskap som skal bygge, drifte, og eie transport- og lageranlegget. Transportdelen av kjeden innebærer at CO<sub>2</sub>-en fraktes med skip fra utskipningspunktet hos fangstaktøren til mottaksterminalen der CO<sub>2</sub>-en blir overført til et nytt mellomlager. Fra mellomlageret blir CO<sub>2</sub>-en pumpet gjennom en rørledning til en undervannsinstallasjon, hvor CO<sub>2</sub>-en injiseres i en brønn til reservoaret i Aurora-lisensen. Kraft- og kontrollkabler for styring og overvåking av undervannsinstallasjonen vil legges fra brønnen til Oseberg A-plattformen 35 km unna. Figur 3.1 gir en oversikt over leddene i investeringsalternativene.

For en fullstendig beskrivelse av de ulike delene CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden, samt kjeden som helhet, henvises det til de ulike aktørenes DG3-rapporter og Gassnovas rapport ved avsluttet forprosjekt (Gassnova, 2019).



**Figur 3-1 Oversikt over demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering.**

*Kilde: Gassnova*

I sin bestilling ber OED Gassnova å vurdere om det er andre investeringsalternativer som kan være relevante å vurdere. Nedenfor følger en beskrivelse av de alternativene som er vurdert som potensielt relevante, med forklaring til hvorfor de tas med videre i utredningen eller ikke.

### **Bruk og utvidelse av lagerkapasitet til 1,5 og 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år.**

De planlagte investeringene i lagringsdelen av prosjektet er dimensjonert for å ta imot og lagre opp mot 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> i året, mens rørledningen har kapasitet til å transportere 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. Mye av den eksisterende infrastrukturen vil derfor komme til nytte hvis økt utnyttelse eller en utvidelse blir aktuelt. Investeringsalternativene 1, 2 eller 3 vil ikke utnytte kapasiteten i

transport- og lagringsinfrastrukturen fullt ut. Alle investeringsalternativene vil derfor vurderes med opsjonsalternativer der mengden lagret CO<sub>2</sub> øker til henholdsvis 1,5 millioner tonn og 5 millioner tonn, se kapittel 7.2.2 om skalaeffekter. I slike situasjoner må det imidlertid gjennomføres noen tilleggsinvesteringer. Kostnadene for disse tilleggsinvesteringene er trukket fra i estimeringen av skalaeffektene.

### **Utbygging av transport- og lagringsinfrastruktur uten fangstanlegg**

Arbeidet med fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge har hatt som mål å demonstrere en hel kjede av fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>, jf. Effektmålene i kapittel 1.3. Staten har som utgangspunkt at staten dekker grensesnittrisikoen i hele kjeden, det vil si mellom fangstaktørene og transport- og lageraktøren. Dersom en av aktørene i kjeden ikke klarer å innfri sine forpliktelser så vil staten bære risikoen på vegne av den andre aktøren. Ved å gjøre dette kan transport- og lageraktøren investere i infrastruktur og kostnadsdekningen er uavhengig av hvor mye fangstaktørene leverer av CO<sub>2</sub> til lagring. Det reduserer risikoen de må bære betydelig. Tilsvarende kan også fangstaktørene investere i fangstanlegg uten å måtte ta på seg risiko for transport- og lagertjenestene som er av en helt annen natur. Dette har vært en forutsetning fra aktørenes side siden prosjektet startet.

Northern Lights har dokumentert et betydelig arbeid med å identifisere og modne frem etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter gjennom sine rapporter til Gassnova. Imidlertid gjenstår det enkelte kommersielle og regulatoriske avklaringer knyttet til å realisere disse etterfølgende prosjektene i dag, se vedlegg 13.1. Økt risiko for transport- og lageraktørene som følge av et bortfall av begge de norske fangstaktørene vil trolig vanskeliggjøre de kommersielle avklaringene for prosjektet og med etterfølgende prosjekter, og dermed kunne gjøre en investeringsbeslutning vanskeligere å forsvare for transport- og lageraktørene.

Dette potensielle investeringsalternativet er derfor ikke vurdert videre.

### **Trinnvis implementering av en fullskala CO<sub>2</sub>-håndteringskjede**

I KS1 gjennomgås også et investeringsalternativ der demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering blir trinnvis implementert (først ett fangstanlegg, så neste etter en tid), med formål å dele læring fra det første til det andre anlegget. Ved en slik trinnvis utbygging vil deler av prosjektet utsettes så lenge at gjennomført grunnlagsarbeid ikke lenger vil være relevant og viktig kompetanse vil gå tapt. Det medfører at en trinnvis utbygging ikke lenger vil ansees som en del av det samme prosjektet. Dette alternativet regnes derfor som å være utenfor mandatet gitt fra OED nå, og vil ikke vurderes videre i denne rapporten.

### **10 års driftsperiode**

I KS1 ble det lagt til grunn at prosjektet ikke ville leve videre utover den første tiårige driftsperioden, da den statlige støtten etter dette punktet ville opphøre. Vurderingen var basert på at de årlige kvotebesparelsene ikke ville overstige de årlige driftskostnadene. På grunn av høyere forventninger til fremtidige CO<sub>2</sub>-priser, europeiske og nasjonale støttesystemer, og industrielle forretningsmodeller for CO<sub>2</sub>-håndtering, legges det til grunn for analysen at den videre driften av prosjektet vil fortsette etter at den statlige støtten opphører. Anleggene i prosjektet er designet med levetid på 25 år. DNV GLs kostnadsreduksjonsanalyse utført på oppdrag fra Gassnova viser også at selv en relativt lav CO<sub>2</sub>-pris vil finansiere driftskostnadene så lenge investeringskostnadene er dekket. Dette alternativet vil derfor heller ikke bli vurdert.



### 3.2.1 Nullalternativet

Lønnsomheten for samfunnet av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er den ekstra verdiskaping som ressursene genererer i forhold til nullalternativet. Alle effekter blir derfor målt opp mot nullalternativet. I nullalternativet skal det ikke gjøres betydelige endringer sammenliknet med dagens situasjon. Det legges derfor til grunn at Stortinget ikke beslutter å støtte noen av de aktuelle investeringsalternativene i Norge.

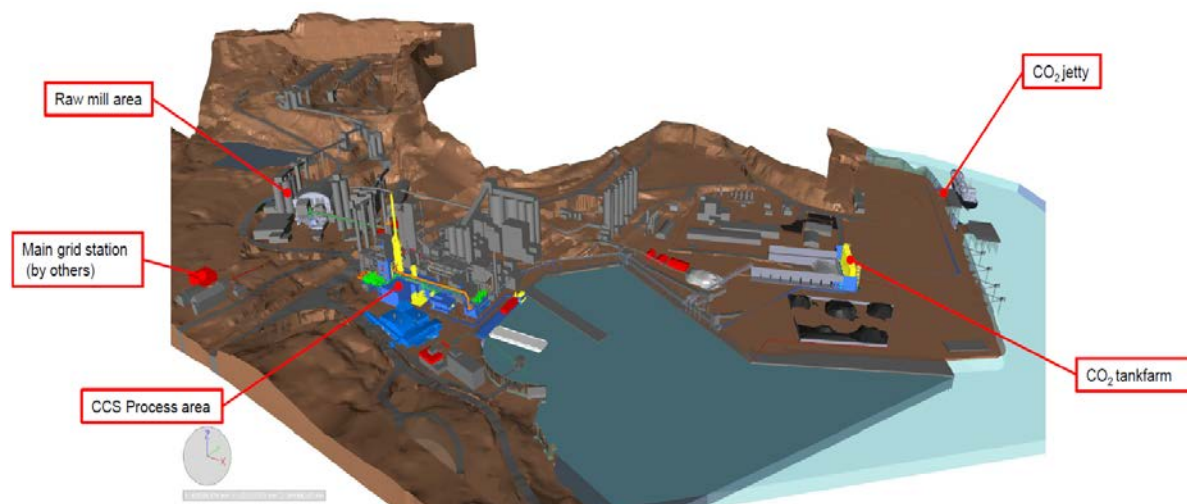
Det bevilges i dag penger til forskning knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering og teknologisenteret på Mongstad årlig. Da potensielle endringer i bevilgningene til dette er separate vurderinger fra hvorvidt et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering skal realiseres, sees det bort fra disse bevilgningene i denne analysen.

Nullalternativet settes derfor til ha en nåverdi til 0 NOK.

### 3.2.2 Investeringsalternativ 1: Hel CO<sub>2</sub>-håndteringskjede med Norcem

I investeringsalternativ 1 etableres det fangstanlegg på sementfabrikken Norcem i Brevik. I fangstdelen av kjeden vil det investeres i renseanlegg med amin-teknologi som kjemisk renser røygassen for CO<sub>2</sub>. Denne prosessen nyttiggjør overskuddsvarmen fra Norcems sementproduksjon. Videre bygges det anlegg som gjør CO<sub>2</sub>-en flytende, en prosess som delvis benytter seg av sjøvann til nedkjøling. Deretter fraktes den flytende CO<sub>2</sub>-en i rør til et kaianlegg der CO<sub>2</sub>-en kan lastes over til skip for videre transport.

Figur 3.2 gir en illustrasjon av hele denne prosessen og Norcems eksisterende anlegg samt hva som må bygges. De fargede delene av anlegget må bygges for å realisere fangstprosjektet. Selve fangstanlegget er blått og gult litt til venstre for midten i bildet, mens mellomlagringen og kaianlegget sees lengre mot høyre.



**Figur 3-2 Oversiktsbilde over Norcems fangstprosjekt**

*Kilde: Norcem*

Northern Lights vil være ansvarlig for transport og lagring av den fangede CO<sub>2</sub>-en. Skipet som skal frakte CO<sub>2</sub>-en planlegges med en lastekapasitet på 7 500 m<sup>3</sup> og vil frakte CO<sub>2</sub>-en til en mottaksterminal med kaianlegg lokalisert ved Naturgassparken i Øygarden kommune. Fra

kaianlegget vil CO<sub>2</sub>-en overføres til et mellomlager på land. Etter mellomlageret økes trykket og temperaturen på CO<sub>2</sub>-en før den går i en rørledning til en undervannsinstallasjon om lag 100 km vest for mottaksterminalen i Nordsjøen. Der føres CO<sub>2</sub>-en inn i en injeksjonsbrønn og til geologisk lagring i Aurora-lisensen. For å overvåke og styre CO<sub>2</sub>-injeksjonen vil det legges kraft- og kontrollkabler fra Oseberg A-plattformen 35 km unna. Selve lagerkomplekset og den lagrede CO<sub>2</sub>-en vil overvåkes gjennom seismikk og trykkmålinger. For analysen legges det til grunn at investeringen i transport- og lageranlegget dekker to skip og én brønn.

Northern Lights forventes også å ha en mulighet til å investere i et tredje skip og en ekstra brønn for å utnytte mottaksterminalens kapasitet på 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år, med noe statlig støtte. Den potensielle nytten denne overkapasiteten gir er nærmere omtalt i kapittel 7.2.2

I nytteberegningen av investeringsalternativet vil det legges til grunn at det vil bli lagret 376 700 tonn CO<sub>2</sub> per år. Dette tallet er et anslag på hvor mye CO<sub>2</sub> som faktisk vil bli lagret årlig, basert på en beregning av tilgjengeligheten av hele kjeden. Dette inkluderer planlagt og uplanlagt vedlikehold i hele kjeden, samt driftsproblemer som kan redusere mengden CO<sub>2</sub> fanget og lagret. Transport- og lageranlegget vil være klart til oppstart tidlig 2024, mens Norcems fangstanlegg vil være klart til oppstart i siste kvartal 2024. Drifts- og vedlikeholdskostnadene i 2024 beregnes derfor til en fjerdedel av de årlige kostnadene både i fangst-, og transport- og lageranleggene.

### 3.2.3 Investeringsalternativ 2: Hel CO<sub>2</sub>-håndteringskjede med Fortum Oslo Varme

I investeringsalternativ 2 etableres det fangstanlegg på avfallsforbrenningsanlegget hos Fortum Oslo Varme (FOV) på Klemetsrud i Oslo. Det vil investeres i renseanlegg med amin-teknologi som kjemisk renser røykgassen for CO<sub>2</sub>. Videre bygges det anlegg som gjør CO<sub>2</sub>-en flytende ved hjelp av en ekstern kjølekrets. For å utnytte den tilgjengelige varmen fra avfallsforbrenningsanlegget og det nye fangstanlegget best mulig vil det benyttes varmepumper.

CO<sub>2</sub>-en fraktes deretter til et lokalt bufferlager før lastebiler transporterer CO<sub>2</sub>-en til Oslo havn der kaianlegg og utskipningspunktet med mellomlager bygges. En illustrasjon av fangstanlegget på Klemetsrud kan sees i figur 3.3 under. Prosessanlegget sees til høyre i bildet.



**Figur 3-3 Illustrasjon av Fortum Oslo Varmes fangstanlegg på Klemetsrud**

Kilde: Fortum Oslo Varme

Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering

Transport og lagringsdelen av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden vil være lik investeringsalternativ 1. Northern Lights' prosjekt vil dermed være ansvarlig for å investere og drive skipstransporten, mottaksterminalen, og injeksjon av CO<sub>2</sub> i Aurora-lisensen. For analysen legges det til grunn at investeringen i transport- og lageranlegget dekker to skip og én brønn.

Northern Lights forventes også å ha en mulighet til å investere i et tredje skip og en ekstra brønn for å utnytte mottaksterminalens kapasitet på 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år, med noe statlig støtte. Den potensielle nytten denne overkapasiteten gir er nærmere omtalt i kapittel 7.2.2.

I nytteberegningen av investeringsalternativet vil det legges til grunn at det vil bli lagret 396 700 tonn CO<sub>2</sub> per år. Dette tallet er et anslag på hvor mye CO<sub>2</sub> som faktisk vil bli lagret årlig, basert på en beregning av tilgjengeligheten av hele kjeden. Dette inkluderer planlagt og uplanlagt vedlikehold i hele kjeden, samt driftsproblemer som kan redusere mengden CO<sub>2</sub> fanget og lagret. Transport- og lageranlegget vil være klart til oppstart tidlig 2024, mens Fortum Oslo Varmes fangstanlegg vil være klart til oppstart i siste kvartal 2024. Drifts- og vedlikeholdskostnadene i 2024 beregnes derfor til en fjerdedel av de årlige kostnadene både i fangst-, og transport- og lageranleggene.

### 3.2.4 Investeringalternativ 3: Hel CO<sub>2</sub>-håndteringskjede med Norcem og Fortum Oslo Varme

I investeringsalternativ 3 etableres det fangstanlegg både hos Norcem og hos Fortum Oslo Varme. Northern Lights vil også her være ansvarlig for transport og lagring av CO<sub>2</sub>-en. Det legges til grunn samme kostnadstall for transport og lagring som i investeringsalternativene 1 og 2.

I nytteberegningen av dette investeringsalternativet vil det legges til grunn at det vil bli lagret 773 400 tonn CO<sub>2</sub> per år. Transport- og lageranlegget vil være klart til oppstart tidlig 2024, mens fangstprosjektene vil være klar til oppstart i siste kvartal 2024. Drifts- og vedlikeholdskostnadene i 2024 beregnes derfor til en fjerdedel av de årlige kostnadene både i fangst-, og transport- og lageranleggene.

## 3.3 Scenarier

Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har som mål å gi verdi til etterfølgende prosjekter som beskrevet i effektmålene. I tillegg vil prosjektet gi betydelige utslippsreduksjoner i Norge, samt legge til rette for utenlandske utslippsreduksjoner. Antallet etterfølgende prosjekter, samt verdien av utslippsreduksjonene vil være avhengig av summen av alle lands og regioners klimapolitikk. Klimapolitikken vil også ha en innvirkning på næringsutviklingsmulighetene som prosjektet kan legge til rette for.

Gjennom Parisavtalen underskrev nesten alle landene i verden en avtale med en ambisjon om å nå et mål om å begrense den globale oppvarmingen til godt under 2 graders oppvarming, og etterstrebe 1,5 graders oppvarming sammenliknet med førindustriell tid. Imidlertid er ikke summen av verdens klimapolitikk i dag i tråd med denne temperaturambisjonen. Derfor har Parisavtalen etablert en mekanisme for at landene som har skrevet under avtalen skal stramme inn bidragene sine hvert 5. år, slik at man kan oppnå utslippsmålene over tid. Det er dermed stor usikkerhet knyttet til hva slags fremtidige CO<sub>2</sub>-priser, regulatoriske og andre klimapolitiske forhold demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering må forholde seg til over prosjektets levetid. Utviklingen virker å gå i en strammere retning, særlig i Europa, men hvor mye er usikkert. Det skaper usikkerhet for nyttesiden av prosjektet.

For å illustrere at fremtidig utvikling i nasjonal, europeisk og global klimapolitikk er usikker, er de ulike investeringsalternativene analysert ut ifra to ulike scenarier. Disse kalles for «dagens europeiske klimapolitikk» og «Parisavtalen» og er nærmere beskrevet under. Hvilket scenario som legges til grunn vil påvirke verdien av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp og utbyggingstakten av CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg. Dette vil igjen påvirke læringseffekten av prosjektet. Til sammen vil disse størrelsen utgjøre den prissatte nytteeffekten i alternativene som blir analysert. Mer informasjon om vurderingene som ligger til grunn for valg av CO<sub>2</sub>-prisbaner og utbyggingstakt for CO<sub>2</sub>-håndtering er gitt i henholdsvis kapittel 6 og 7.2.

Da både EU og enkeltland diskuterer å stramme inn klimapolitikken ytterligere enn det som er «dagens europeiske klimapolitikk», slik Parisavtalen legger opp til, er det grunn til å tro at forutsetningene i «dagens europeiske klimapolitikk» ikke er restriktive nok. Det er imidlertid heller ikke gitt at vi får en internasjonal klimapolitikk som muliggjør at Parisavtalens målsetninger oppfylles. De to scenariene kan derfor representere ytterpunkter for retningen i den videre utviklingen av nasjonal og internasjonal klimapolitikk. Scenariene likestilles derfor utover i rapporten.

### 3.3.1 Dagens europeiske klimapolitikk

«Dagens europeiske klimapolitikk» scenariet legger til grunn at politisk vedtatte klimamål blir nådd og fulgt opp. Det innebærer at scenariet legger til grunn den konkretiserte politikken og virkemidlene som er implementert for å følge opp målene, selv om det også på noen områder, og spesielt fremover i tid, vil være forskjell mellom vedtatte mål og vedtatt politikk. I denne sammenheng er særlig Eus politikk for å nå 2030-målene, og vedtatte mål for 2050 relevant. Da Eus nye mål om klimanøytralitet ble vedtatt i Eus rådsmøte i desember 2020 er ikke dette reflektert i dette scenariet. Politikken og målene vil blant annet påvirke utviklingen i CO<sub>2</sub>-priser, i tillegg til hvordan insentivordninger som infrastruktur- og innovasjonsfond for CO<sub>2</sub>-håndtering utformes.

Dette scenariet vil ha to ulike CO<sub>2</sub>-prisbaner, én for kvotepliktig sektor og én for ikke-kvotepliktig sektor. For investeringsalternativ 1, hel kjede med Norcem, er prisbanen i kvotepliktig sektor relevant, mens i investeringsalternativ 2 Hel kjede med Fortum Oslo Varme er ikke-kvotepliktig sektor relevant. Investeringsalternativ 3 der både fangstanlegg hos Norcem og Fortum Oslo Varme realiseres sammen med transport- og lagerdelen av kjeden, legges begge de to priskurvene til grunn for beregningen av verdien av de unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene i hvert av anleggene. Begrunnelse og valg av CO<sub>2</sub>-prisbaner er videre omtalt i kapittel 6.

I beregningen av teknologiske læringseffekter er det lagt til grunn IEAs «Stated Policies» scenario i 2019-versjonen av deres «World Energy Outlook» (IEA, 2019) som utbyggingsbane for CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg. Dette scenariet har om lag tilsvarende forutsetninger som i «dagens europeiske klimapolitikk», og er videre omtalt i kapittel 7.2

### 3.3.2 Parisavtalen

Det andre scenarioet som legges til grunn i den samfunnsøkonomiske analysen kalles «Parisavtalen». I Parisavtalen står det at en skal holde økningen i den globale gjennomsnittstemperaturen godt under 2 grader sammenlignet med førindustrielt nivå, og tilstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader. I forbindelse med diskusjonene om å ytterligere stramme inn ambisjonene i EU, EU-land og Norge, ser en allerede en bevegelse fra scenariet «dagens klimapolitikk internasjonalt» mot dette scenariet.

I dette scenariet anslås CO<sub>2</sub>-prisen å følge en marginal tiltakskostnad som angir hvor mye det vil koste å oppnå målene i Parisavtalen. Prisbanen er basert på medianen av scenariene i «Shared

Socioeconomic Pathways (SSP)» for OECD-landene som er forenlige med 1.5 og 2-gradersmålene frem mot 2100. Disse prisbanene er regionale og kan sees som et uttrykk for de regionale CO<sub>2</sub>-kostnadene forbundet med å nå klimamålene. Den globale verdien kan være noe lavere da det sannsynligvis er forventet at de rike landene må gjennomføre noe dyrere tiltak enn lav- og mellominntektsland. Valget av prisbane er ytterligere omtalt i kapittel 6.

I «Parisavtalen» er utbyggingsbanen for CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg fra IEAs «Sustainable Development» scenario lagt til grunn. Dette scenariet er også basert på at målene i Parisavtalen vil nås, og er videre omtalt i kapittel 7.2.

## 4 Prosjektkostnader

Prosjektkostnadene i investeringsalternativene fordeler seg på fangst og transport og lagring med investeringskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader i hvert av investeringsalternativene. Merverdiavgift er ikke inkludert i disse tallene. Tabell 4.1 under viser den samlede nåverdien av prosjektkostnadene fordelt på fangst, transport og lagring for de ulike investeringsalternativene. Hva som inngår i hvilken post er nærmere beskrevet under. For en mer detaljert gjennomgang av kostnadene i investeringsalternativene vises det til Gassnovas rapport for avsluttet forprosjekt (Gassnova, 2019)<sup>10</sup>. I tråd med Finansdepartementets anbefalinger vil ikke påløpte kostnader før endelig investeringsbeslutning regnes med. Northern Lights har gitt noe informasjon om pre-OPEX-kostnader og joint venture kostnader. Disse er ikke inkludert i kostnadsgrunnlaget for denne samfunnsøkonomiske analysen.

Tabellen viser at nåverdien av de totale prosjektkostnadene er estimert til å være mellom 13,9 og 21,4 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ. Differansen i totale prosjektkostnader mellom alternativene som bare har en fangstkilde og alternativ 3 som har to fangstkilder er mindre enn proporsjonalt. Det kommer av at kostnadene for transport og lagring er like i alle investeringsalternativene. Det er med andre ord stordriftsfordeler for Northern Lights transport- og lagringssystemer forbundet med alternativ 3.

Videre er det en forskjell i de totale prosjektkostnadene for investeringsalternativene 1 og 2 på om lag 3 milliarder kroner i nåverdi. Dette skyldes at Fortum Oslo Varmes fangstanlegg er dyrere å bygge og drifte enn Norcem's fangstanlegg.

**Tabell 4-1 Oversikt over nåverdi av investeringskostnader og drift og vedlikehold, samlet CAPEX og OPEX per år for investeringsalternativene. Millioner kroner, 2020-tall**

	Inv.alternativ 1	Inv.alternativ 2	Inv.alternativ 3
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Investeringer</b>	<b>8 955</b>	<b>10 328</b>	<b>13 229</b>
CAPEX	9 741	11 249	14 420
<b>Drift og vedlikehold, 25 år</b>	<b>4 985</b>	<b>6 528</b>	<b>8 140</b>
OPEX per år	368	481	600
<b>Totale prosjektkostnader</b>	<b>13 940</b>	<b>16 542</b>	<b>21 369</b>

Hvis disse tallene sammenliknes med tallmaterialet fra i KS1 viser at de totale kostnadene forbundet med investeringsalternativene har økt. I KS1 ble seks investeringsalternativer analysert hvorav to, «sement» og «avfall», likner ganske mye på investeringsalternativene 1 og 2 i denne analysen. Hvis man legger til grunn de totale prosjektkostnadene i KS1, fratrukket planleggingskostnader og justerer for prisstigningen fra 2016 til 2020, har de totale kostnadene økt med om lag 25 prosent i investeringsalternativ 1, og 45 prosent i investeringsalternativ 2. Imidlertid har investeringsalternativ 2 også noe høyere mengde CO<sub>2</sub> lagret enn ved KS1.

<sup>10</sup> Merk at kostnadene i den samfunnsøkonomiske analysen er presentert som nåverdi i 2020-kroner, mens estimatene i aktørens DG3-rapporter og i Gassnova rapport for avsluttet forprosjekt er presentert i konstante 2019-kroner. Disse kan derfor ikke sammenlignes direkte.

## 4.1 Fangstkostnader

Nåverdien av investerings, drifts- og vedlikeholdskostnadene for fangstanleggene er vist i tabell 4.2 under, og er estimert til 4,5 – 11,9 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ.

Fangstkostnadene i alternativ 3 er proporsjonale med kostnadene i alternativ 1 og 2, og utgjør dermed summen av fangstkostnadene hos Norcem og Fortum Oslo Varme.

Investeringskostnadene for alternativene 1,2 og 3 varierer mellom 2,9 og 7,2 milliarder kroner. Det fremkommer at investeringskostnadene for Fortum Oslo Varme er vesentlig høyere enn hos Norcem. Den totale investeringskostnaden (CAPEX) uten neddiskontering ligger mellom 3,2 og 7,9 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ.

Drifts- og vedlikeholdskostnader for fangstanleggene er knyttet til drift og vedlikehold av fangstanlegget, faste kostnader til bemanning, kontrakter og annet, samt for Fortum Oslo Varmes del, transport av CO<sub>2</sub> til Oslo Havn. De årlige drifts- og vedlikeholdskostnadene (OPEX per år) ligger mellom 119 og 351 millioner per år.

**Tabell 4-2 Oversikt over nåverdi av investeringskostnader og drift og vedlikehold, samlet CAPEX og OPEX per år for fangstprosjektene i investeringsalternativene. Millioner kroner, 2020-tall**

	Inv.alternativ 1	Inv.alternativ 2	Inv.alternativ 3
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Investeringer</b>	<b>2 902</b>	<b>4 275</b>	<b>7 176</b>
CAPEX	3 173	4 679	7 851
<b>Drift og vedlikehold, 25 år</b>	<b>1 612</b>	<b>3 151</b>	<b>4 767</b>
OPEX per år	119	232	351
<b>Totalt</b>	<b>4 513</b>	<b>7 430</b>	<b>11 943</b>

## 4.2 Transport og lagring

Investeringene i transport- og lagringsleddet er knyttet til bygging av skip, mottaksterminal, rørledning og kontroll- og kraftkabler samt brønn. Som en del av forprosjekteringen og boring av en undersøkelsesbrønn er det installert en undervannsinstallasjon. Undersøkelsesbrønnen vil også brukes til injeksjon av CO<sub>2</sub> i driftsfasen, men det må bores et sidesteg som en del av investeringene i prosjektet. Kostnadene forbundet med undervannsinstallasjonen og undersøkelsesbrønnen er ikke inkludert i denne analysen.

Drifts- og vedlikeholdskostnader er knyttet til bemanning på skipene, samt energikostnader, bemanning og vedlikehold i forbindelse med mottaksterminalen i Øygarden kommune.

Nåverdien av de totale transport- og lagringskostnadene er estimert til 9,4 milliarder kroner i alle investeringsalternativene, som vist i tabell 4.3.

Nåverdien av investeringskostnadene er estimert til 6,1 milliarder kroner for alle alternativene. Det vil med andre ord være stordriftsfordeler, se kapittel 7.2.2. Dette kommer av at mesteparten av investeringene som gjøres er dimensjonert for å kunne lagre opp mot 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. Alternativ 1, 2 og 3 inkluderer to skip. Uten neddiskontering beløper de estimerte investeringskostnadene seg til 6,6 milliarder kroner (CAPEX).

Nåverdien av driftskostnadene er estimert til 3,4 milliarder kroner. Drifts- og vedlikeholdskostnadene tar utgangspunkt i et CO<sub>2</sub>-lagringsvolum på om lag 800 000 tonn CO<sub>2</sub> per år, og er estimert til å være 249 millioner kroner.

**Tabell 4-3 Oversikt over nåverdi av investeringer og drift og vedlikehold, samlet CAPEX og OPEX per år for transport- og lagringsprosjektene i investerings-alternativene. Millioner kroner, 2020-tall.**

	<b>Inv.alternativ 1</b>	<b>Inv.alternativ 2</b>	<b>Inv.alternativ 3</b>
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Investeringer</b>	<b>6 053</b>	<b>6 053</b>	<b>6 053</b>
<b>CAPEX</b>	6 569	6 569	6 569
<b>Drift og vedlikehold, 25 år</b>	<b>3 373</b>	<b>3 373</b>	<b>3 373</b>
<b>OPEX per år</b>	249	249	249
<b>Totalt</b>	<b>9426</b>	<b>9426</b>	<b>9426</b>



## 5 Skattefinansieringskostnader

Skattefinansiering av offentlige tiltak innebærer kostnader for samfunnet som må inkluderes i den samfunnsøkonomiske analysen. Det kommer av at finansiering over offentlige budsjetter medfører at det må kreves inn skatt. Skatt kan vri privatpersoners og bedrifters ressursbruk bort fra hva som er økonomisk optimalt, noe som da vil resultere i et effektivitetstap for samfunnet. I tillegg vil det påløpe administrative kostnader i forbindelse med skatteinnkreving.

Det fremgår av Finansdepartementets rundskriv R-109/2014 at skattefinansieringskostnaden skal settes til 20 øre per krone.

Olje- og energidepartementet forhandler på vegne av staten med de industrielle aktørene om fordeling av kostnader og risiko i prosjektenes for bygge- og driftsfaser. Forhandlingene skal ta hensyn til at den statlige støtten vil gjelde for investeringskostnadene og de første ti driftsårene. Disse forhandlingene er ikke fullført enda, men det forutsettes i analysen en kostnadsfordeling der staten bærer 85 prosent av investerings- og driftskostnadene for de første ti årene, mens industriaktørene bærer de resterende 15 prosent av kostnadene. Dette er et totaltall, så den offentlige finansieringsandelen vil kunne variere mellom de ulike leddene i kjeden og over levetiden til prosjektet.

Nåverdien av skattekostnaden i de ulike investeringsalternativene er vist i tabell 5.1 under.

**Tabell 5-1 Oversikt over skattefinansieringskostnaden i de ulike investeringsalternativene.**  
 Millioner kroner, 2020-tall

	<b>Inv.alternativ 1</b>	<b>Inv.alternativ 2</b>	<b>Inv.alternativ 3</b>
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Skattefinansieringskostnad</b>	1 969	2 413	2978

## 6 Verdien av fanget og lagret CO<sub>2</sub>

Selv om målet med demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i første omgang ikke er å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp, men å demonstrere, gi kostnadsreduksjoner for etterfølgende prosjekter og legge til rette for næringsutvikling, kan prosjektet ansees som et betydelig klimatiltak da prosjektet vil gi store utslippsreduksjoner i seg selv. Verdien av CO<sub>2</sub>-reduksjonene vil også utgjøre en vesentlig størrelse i den samfunnsøkonomiske analysen.

Investeringsalternativene som vurderes i denne analysen vil redusere de direkte utslippene av CO<sub>2</sub> med mellom 376 700 og 773 400 tonn CO<sub>2</sub> per år. Legger man til grunn en driftsperiode på 25 år, vil demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering totalt bidra til å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp til atmosfæren med mellom 9,5 og 19,5 millioner tonn CO<sub>2</sub><sup>11</sup>.

Å verdsette de reduserte CO<sub>2</sub>-utslippene kan gjøres på flere måter og kan følge ulike prinsipper og prisbaner. Hvilken prisbane som blir valgt vil ha svært mye å si for nåverdien av de unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene. Det er ingen fastsatte retningslinjer for hvordan prisbanene bør beregnes. Det er stor usikkerhet knyttet til fremtidig utvikling i makroøkonomiske forhold, klima- og energipolitikk og teknologiutvikling. Hva slags forutsetninger som blir lagt til grunn på disse områdene i estimeringen av CO<sub>2</sub>-prisbaner er avgjørende for prisnivået, og gjør at prisbanene varierer betydelig.

### 6.1 Norsk og europeisk klimapolitikk

Norge har ratifisert Parisavtalen, og derigjennom forpliktet seg til å bidra til å holde den globale gjennomsnittstemperaturen til godt under 2 grader sammenliknet med førindustrielt nivå, og tilstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader. Parisavtalen inneholder også flere punkter om at de mer utviklede landene bør bidra til teknologiutvikling- og teknologioverføring som kan bidra til å redusere kostnadene forbundet med å kutte utslipp internasjonalt.

I 2018 ble lov om klimamål (Klimaloven) vedtatt. Den lovfester at Norge skal kutte utslippene med minst 40 prosent sammenliknet med 1990 innen 2030. Det er senere politisk besluttet at dette målet skal forsterkes. I regjeringens politiske plattform fra Granavolden har den norske regjeringen uttalt at den vil at Norges ikke-kvotepliktige utslipp skal reduseres med minst 45 prosent sammenliknet med 2005. Regjeringen har som mål at reduksjonen skjer gjennom innenlandske tiltak og planlegger for dette.

Ifølge Klimaloven skal Norge i 2050 ha som mål å være et lavutslippssamfunn der klimagass-utslippene er redusert med 80-95 prosent sammenliknet med 1990. I Granavolden-plattformen er 2050-målet videre definerte til kutt i utslippene med 90-95 prosent.

For at Norge skal klare å kutte i våre utslipp og bidra til å nå målene i Parisavtalen, vil Norge og EU inngå et juridisk bindende samarbeid for utslippsmålet for 2030. Både EU og Norge har et mål om å redusere utslippene med minst 40 prosent i 2030 sammenliknet med 1990. Utslippene deles inn i tre grupper; kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor, samt LULUCF-sektoren (land use, land-use change, and forestry) som omfatter utslipp og opptak fra skog og andre landarealer. De to første sektorene er nærmere beskrevet under.

EU har også et mål for 2050 om å kutte klimautslippene med 80 prosent eller mer. Imidlertid har hverken Norges eller Eus klimapolitikk og -virkemidler, frem mot 2050 blitt konkretisert slik som for 2030-målene. Det er for eksempel ikke klart om skillet mellom kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor

---

<sup>11</sup> Utslipp forbundet med investeringer og drift av investeringsalternativene er ikke inkludert i denne beregningen. Det forutsettes at det betales CO<sub>2</sub>-avgifter på disse utslippene der de oppstår.

vil videreføres på samme måte som det fungerer på nå, etter 2030. I tillegg har den nye EU-Kommisjonen (2019) samt Europaparlamentet (2019) og Rådet (2019) signalisert at de vil skjerpe Eus klimabidrag for å nå målene i Parisavtalen. EU-kommisjonen har lagt frem en «New Green Deal» der de forplikter seg til å legge frem en plan før sommeren 2020 for hvordan klimagassutslippene i EU kan reduseres med minst 50 prosent og mot 55 prosent sammenliknet med 1990 på en forsvarlig måte. Dette vil kunne påvirke priser som ulike industriaktører står ovenfor i ulike land i Europa i dette scenariet.

#### 6.1.1 Kvotepiktig sektor

Kvotepiktige utslipp er utslipp fra industri, petroleum, energiproduksjon, europeisk luftfart mm. Utslipp fra disse næringene er en del av det felleseuropeiske kvotemarkedet (EU ETS) og det må løses inn en kvote for hvert tonn CO<sub>2</sub>-utslipp. Utslippene fra denne sektoren utgjør om lag 45 prosent av Eus samlede utslipp, og frem mot 2030 skal det kuttes 43 prosent innenfor denne sektoren sammenliknet med 2005-nivå. EU ETS er designet slik at kvoteprisen skal reflektere det det koster å nå denne målsetningen. Imidlertid vil prisene påvirkes av politiske ambisjoner og andre politiske virkemidler for å kutte klimautslipp. Slike tiltak medfører at ETS-prisen ikke fullt ut reflekterer kostnaden av den grønne omstillingen i kvotepiktig sektor.

Frem til midten av 2017 var CO<sub>2</sub>-prisen i ETS svært lav. Det kom av at det var et overskudd på kvoter i markedet, som blant annet var et resultat av annen klima- og energipolitikk som støtte til fornybar energiproduksjon og energieffektiviseringstiltak, samt nasjonale CO<sub>2</sub>-priskulv.

For å begrense overskuddet av kvoter i ETS-markedet, har EU innført en markedsstabiliseringsreserve (MSR) med en tilhørende slettemekanisme. Den fungerer slik at om europeiske bedrifter sitter på mange ubrukte kvoter, vil en viss mengde nyutstedte kvoter overføres til reserven i stedet for å auksjoneres ut. Tilsvarende vil kvoter slippes ut av reserven hvis beholdningen av ubrukte kvoter blir mindre. Under visse forutsetninger vil deler av kvotene i reserven slettes. I så måte vil MSR balansere antallet kvoter i omløp, og i tur motvirke både ekstrem prisoppgang og – nedgang i CO<sub>2</sub>-prisen på kort sikt. Dette har medvirket til at prisen på ETS-kvoter har økt. Slettemekanismen medfører også at klimatiltak i kvotepiktig sektor ikke nødvendigvis vil føre til høyere CO<sub>2</sub>-utslipp andre steder i Europa.

MSR og målsetningene som er satt for ETS frem mot 2030 gir en viss forutsigbarhet for markedsaktører for hvordan CO<sub>2</sub>-prisen i ETS kommer til å utvikle seg. Imidlertid kan økte klimaambisjoner frem mot 2030 og 2050, i tråd med signalene fra EU-institusjonene, gi en strammere ETS-politikk. Det er ikke tatt hensyn til en slik innstramming i prisbanene for hverken kvotepiktig sektor eller ikke-kvotepiktig sektor i scenariet «gjeldende internasjonal politikk». En slik innstramming vil føre til at scenariet «gjeldende internasjonale politikk» vil bli mindre relevant og gi en bevegelse i retning av scenariet «Parisavtalen».

#### 6.1.2 Ikke-kvotepiktig sektor

Ikke-kvotepiktige utslipp omfatter utslipp fra i hovedsak bygg, jordbruk, transport og avfall.

Disse utslippene utgjør de resterende 55 prosent av europeiske utslipp som skal kuttes 40 prosent frem mot 2030 sammenliknet med 2005. Avtalen Norge har inngått med EU om felles måloppnåelse av kutt i ikke-kvotepiktig sektor er beskrevet i Stortingsmelding 41 (2016-2017).

Utslippskuttene fordeles mellom landene i Europa gjennom en innsatsfordeling slik at de rike landene må kutte mer, og de mindre rike landene må kutte mindre. Innsatsfordelingen er bygd opp slik at hvert land blir tildelt et visst antall utslippsenheter totalt for perioden 2021-2030, og per år. For at kuttene i CO<sub>2</sub>-utslipp kan gjøres på en mer kostnadseffektiv måte, er der lagt inn fleksibilitetsmekanismer landene kan benytte seg av. Disse mekanismene tillater at Norge til en viss

grad kan benytte kvoter fra kvotesystemet ETS og handle med ikke-kvotepliktig utslippsenheter i EU, spare og låne egne utslippsenheter innad i perioden, samt ta opp kreditt fra skog- og arealbrukssektoren istedenfor å kutte innenlandske utslipp i ikke-kvotepliktig sektor.

Regjeringens målsetning i ikke-kvotepliktig sektor er strengere enn målsetningen i EU-avtalen. I Granavolden-plattformen står det at:

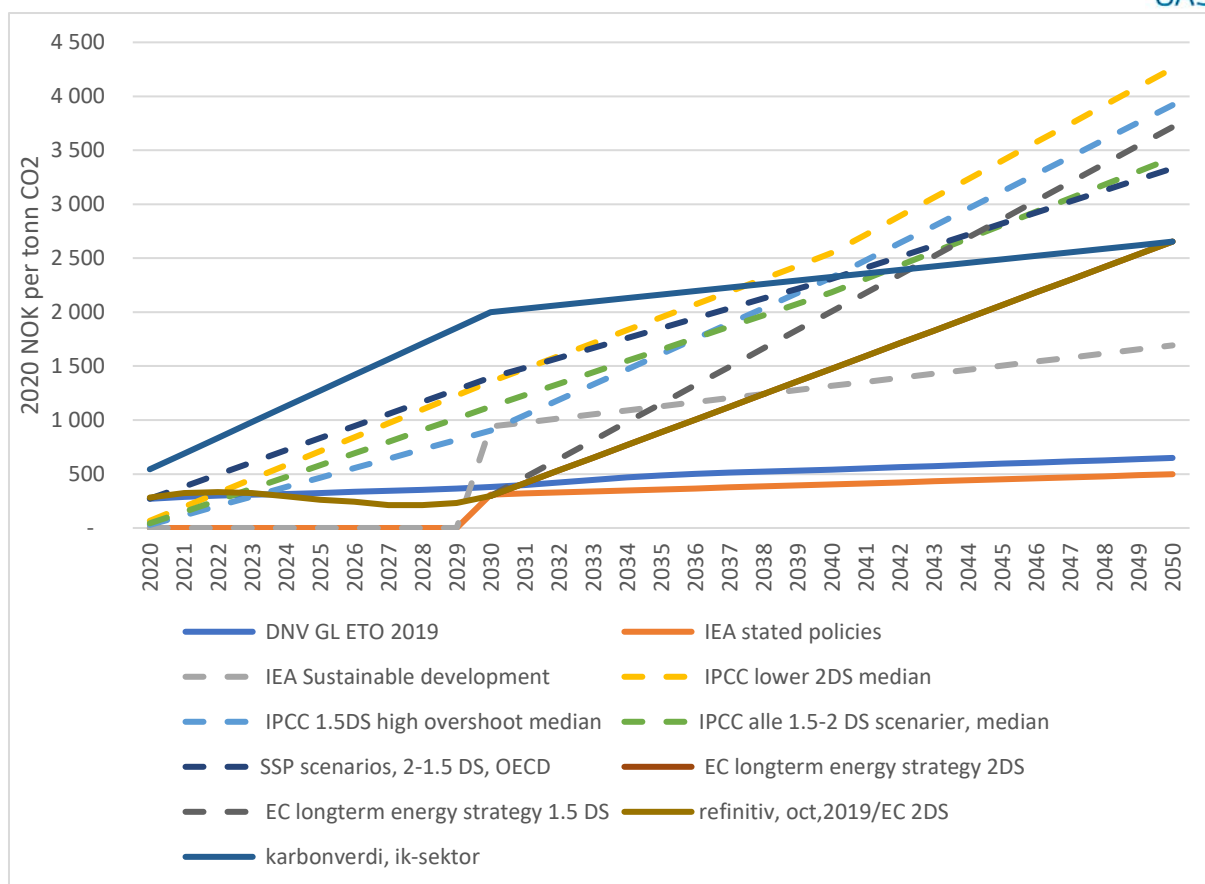
*«Norges ikke-kvotepliktige utslipp skal reduseres med minst 45 prosent sammenliknet med 2005. Regjeringen har som mål at reduksjonen skjer gjennom innenlandske tiltak og planlegger for dette. Om strengt nødvendig kan fleksibiliteten i Eus rammeverk benyttes.»*

Som kunnskapsgrunnlag for de norske utslippsmålene utarbeides det for tiden en utredning kalt Klimakur 2030. Klimakur 2030 skal synliggjøre mulige tiltak, virkemidler og barrierer knyttet til å redusere CO<sub>2</sub> utslipp med opptil 50 prosent i Norge frem til 2030. Mandatet for arbeidet med Klimakur 2030 er dermed å utrede større kutt i klimagassutslippene enn det som står i EU-avtalen om ikke-kvotepliktig sektor og regjeringens egen målsetning i dag. Klimakur 2030 vil offentliggjøres 1. februar 2020.

## 6.2 Prinsipper og retningslinjer for verdsetting av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp

Usikkerhet knyttet til fremtidig utvikling i CO<sub>2</sub>-priser og verdien av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp gjør det vanskelig å sette en pris på de reduserte utslippene i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Flere institusjoner, analysebyråer og energiselskaper har prøvd å anslå utviklingen i kvoteprisen på CO<sub>2</sub> i Europa, eller den globale verdien av reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp, se figur 6.1.

Det er verdt å merke seg at de ulike prisbanene ikke beskriver det samme. Noen prisbaner viser en anslått utvikling for verdien av CO<sub>2</sub>-utslipp i det etablerte europeiske CO<sub>2</sub>-kvotemarkedet EU ETS (heltrukne prisbaner). Andre CO<sub>2</sub>-prisbaner tar utgangspunkt i hva en global, europeisk eller norsk CO<sub>2</sub>-pris må være for å nå et spesifikt klimamål innen en viss dato (prikkete prisbaner). Eksempler på dette kan være å bli klimanøytral eller begrense global oppvarming til 2 eller 1,5 grader. Det kalles marginal tiltakskostnad.



**Figur 6-1 Oversikt over CO<sub>2</sub>-prisbaner**

Kilder: DNV GL, IEA, IPCC, EU-kommisjonen, Refinitiv, Argus Consulting

Beregningen av marginale tiltakskostnader kan ta utgangspunkt i svært ulike forutsetninger. Det medfører at det er stor variasjon mellom de ulike prisbanene og hva de egentlig viser. Hvilke mål som ligger til grunn, hvilket geografisk område tiltakskostnaden gjelder for, når og hvordan klimamålene oppnås, hva slags klimapolitikk og komplementære klimatiltak som blir igangsatt, samt forventningene til teknologiutvikling har svært mye å si for nivået og utviklingen i kurven for den marginale tiltakskostnaden.

Hva slags prisbaner og CO<sub>2</sub>-kostnader som skal legges til grunn ved verdsetting av CO<sub>2</sub>-reduksjoner i samfunnsøkonomiske analyser er ikke nevnt eksplisitt i verken «Veileder for samfunnsøkonomiske analyser» (Direktoratet for Økonomistyring, 2018) eller i «Rundskriv R-109/14» (Finansdepartementet, 2014). Førstnevnte veileder henviser imidlertid til anbefalinger blant annet i NOU 2012:16 (Hagen-utvalget). I NOU 2018:17 (2018) ble også temaet omtalt. Der ble det anbefalt å utarbeide en veileder for blant annet prisbaner som reflekterer ambisjonene i Parisavtalen. Slik kan offentlige investeringsprosjekter legge sammenliknbare forutsetninger til grunn, og ta tilstrekkelig hensyn til klimarisiko i sine analyser. Per i dag foreligger det ikke en slik veileder. I Stortingsmelding 2 (2018-2019) står det imidlertid at: «Regjeringen legger opp til å følge opp utvalgets anbefaling om å stressteste offentlige finanser og nasjonalformue. Det vil i den anledning etableres scenarier for olje-, gass- og CO<sub>2</sub>-priser, herunder et scenario som reflekterer ambisjonene i Parisavtalen»

Hagen-utvalget anbefalte at samfunnsøkonomiske analyser ikke skal korrigere ytterligere for eksterne effekter når produsentprisen i tilstrekkelig grad tar hensyn til disse, enten gjennom avgift

eller kvotepris. Imidlertid vil det være aktuelt å drøfte hvorvidt CO<sub>2</sub>-prisen i tilstrekkelig grad reflekterer de negative globale effektene av CO<sub>2</sub>-utslippene. Hagen-utvalget kommer i den forbindelse med blant annet følgende anbefalinger:

- Dersom Norge har definert bindende mål for innenlandske utslipp, er det den marginale renseskostnaden i Norge gitt dette målet som skal legges til grunn.
- Dersom norske bindende mål er knyttet til de globale utslipp Norge forårsaker, og norske utslipp er underlagt et internasjonalt kvotemarked, bør prisen for klimautslipp baseres på forventninger om den internasjonale kvoteprisen. Her vil den gjeldende prisen i Eus kvotemarked være relevant.
- For prosjekter der CO<sub>2</sub>-prisen er særlig viktig for lønnsomheten, dvs. klimaprojekter, skal det gjennomføres sensitivitetsberegninger der 2-gradersmålet legges til grunn for hele perioden.

På bakgrunn av disse vurderingene anbefaler Hagen-utvalget videre å bruke eventuelle future-priser så langt frem i tid som disse finnes, før prisbanen gradvis tilnærmer seg verdier som tilsvarer marginal tiltakskostnad for å oppnå 2-gradersmålet. Denne anbefalingen sammenfaller i stor grad med vurderingen i Hagen-utvalget og det Klimarisikoutvalget påpekte i sine rapporter. Det kan dermed legges et stort antall ulike prisbaner med svært ulikt prisnivå til grunn (se figur.6.1) innenfor det disse utvalgene anbefaler.

### 6.3 Prissetting av CO<sub>2</sub>-utslipp i den samfunnsøkonomiske analysen

I den samfunnsøkonomiske analysen er usikkerheten knyttet til utviklingen i CO<sub>2</sub>-prisen illustrert ved hjelp av de ulike scenarioene. Det forutsettes her at CO<sub>2</sub>-prisen vil reflektere den totale verdien av de lagrede unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene. Det har vært et mål i arbeidet med analysen at valget av prisbaner i de ulike scenariene skal gi et så nøytralt utgangspunkt for å belyse utfallsrommet i CO<sub>2</sub>-prisutvikling over anleggenes levetid som mulig. Valg av prisbane reflekterer anbefalingene i Klimarisikoutvalget og i Hagen-utvalget og er nærmere beskrevet under. Figur 6.1 over gir en oversikt over ulike prisbaner som har blitt hentet inn i forbindelse med arbeidet i den samfunnsøkonomiske analysen. Tabell 6.1 under viser utviklingen i prisbanene. Under følger en redegjørelse for CO<sub>2</sub>-prisbanene som er valgt i de to scenariene.

**Tabell 6-1 Oversikt over relevante CO<sub>2</sub>-prisbaner. Norske kroner**

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2050
<b>SSP scenarios</b>	272	384	496	608	721	833	945	1 057	1 169	1 281	1 393	3 332
<b>Refinitiv, EC 2DS</b>	283	323	333	323	293	263	242	212	212	232	297	2 654
<b>CO<sub>2</sub>-avgift, Argus</b>	544	690	835	981	1 126	1 272	1 418	1 563	1 709	1 854	2 000	2 654

### 6.3.1 «Dagens europeiske klimapolitikk»

I scenarioanalysen for «dagens europeiske klimapolitikk» er det lagt til grunn et skille mellom kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Det er begrunnet i at de norske kostnadene forbundet med å nå utslippsmålene vil være svært ulike i de to sektorene frem til 2030. Prisbanene skal med andre ord reflektere alternativkostnaden av å nå klimamålene som er satt i de respektive sektorene.

De unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene i kvotepliktig sektor prissettes med Refinitiv's fremskrivninger mot 2030. Unngåtte utslipp i ikke-kvotepliktig sektor frem mot 2030 prissettes til en estimert lineær prisurve som starter ved 544 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2020 og går mot 2000 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2030. 544 kr/tonn CO<sub>2</sub> er den generelle CO<sub>2</sub>-avgiften på fossile mineraloljer i 2020. Prisestimatet for 2030 er basert på Argus Consultings prisfremskrivning for avansert biodrivstoff, utført på oppdrag fra Miljødirektoratet. Bakgrunnen for at dette prisestimatet for 2030 er lagt til grunn er at økt bruk av biodrivstoff kan være et alternativ til de fleste tiltak for utslippskutt i ikke-kvotepliktig sektor.

Etter 2030 antas det at de kvotepliktige og ikke-kvotepliktige sektorene tilnærmer seg hverandre, og prisbanene konvergerer mot en felles prisbane. Den forrige EU-Kommisjonens forslag til «Long-term Strategy» (2018) legges her til grunn. Der estimeres det at den nødvendige CO<sub>2</sub>-prisen for at EU skal oppnå et kutt i klimautslipp på 80 prosent innen 2050 vil være 250 Euro (2010-tall).

Et moment ved verdsetting av de unngåtte utslippene i alle alternativene er at de delvis vil være biogene. Det innebærer at ikke alle unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp fra prosjektet kommer fra fossile kilder, og inngår ikke i klimaregnskapet som CO<sub>2</sub>-utslipp i dag. Det er estimert at fra de fangede utslippene hos Fortum Oslo Varme er om lag 50 prosent fra biogene kilder, også Norcem har en andel utslipp fra biogene kilder. I analysen er hele CO<sub>2</sub> volumet beregnet med samme verdi som fossil CO<sub>2</sub> i sektoren.

Tabell 6.2 under viser de totale unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene, samt de anslåtte nåverdiene av de unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene i investeringsalternativene.

**Tabell 6-2 Fanget og lagret CO<sub>2</sub> og nåverdien av dem i «dagens europeiske klimapolitikk». Millioner tonn og millioner kroner**

	Inv.alternativ 1	Inv.alternativ 2	Inv.alternativ 3
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp over levetiden</b>	9,5 Mtonn	10 Mtonn	19,5 Mtonn
<b>Verdi av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp (neddiskontert)</b>	4 906	11 030	15 936

### 6.3.2 Parisavtalen

I «Parisavtalen» legges det til grunn at alle de unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene verdsettes med en regional marginal tiltakskostnad basert på hva det vil koste å nå et mål om å begrense den gjennomsnittlige temperaturøkningen til godt under 1,5-2 grader innen 2100. Bakgrunnen for valget av en slik prisbane er at den i størst mulig grad vil reflektere hva den samfunnsøkonomiske kostnaden av å nå målene i Parisavtalen vil være.

Det er valgt en regional CO<sub>2</sub>-prisbane for OECD-landene for å gi en best mulig indikasjon på hva de norske kostnadene forbundet med å nå klimamålene vil være. Den globale verdien av de unngåtte

CO<sub>2</sub>-utslippene kan likevel være noe lavere. Det kommer av at med mindre det kommer på plass en omfattende og effektiv handelsordning for utslippskutt på tvers av landegrensler, vil noen land ikke ha midler eller mulighet til å gjennomføre tiltak der CO<sub>2</sub>-prisen er så høy som i denne prisbanen. Det medfører i praksis at høyinntektsland må gjennomføre noe dyrere tiltak enn lav- og mellominntektsland. En gjennomsnittlig global CO<sub>2</sub>-prisbane ville derfor fremvist verdien, men ikke kostnadene forbundet med å nå målene i Parisavtalen.

I analysen er det lagt til grunn medianen av alle SSPs (Shared Socioeconomic Pathways) (Riahi et. Al, 2017) scenarier som er forenlige med 1,5 og 2 gradersmålet. SSP scenariene følger fem mulige hovedretninger for den globale økonomiske utviklingen fremover, med ulike nivåer på utfordringer knyttet til klimatilpasning og klimatiltak. De fem SSPene er beskrevet på følgende måte:

- *SSP1 Sustainability – Taking the Green Road (Low challenges to mitigation and adaptation)*
- *SSP2 Middle of the Road (Medium challenges to mitigation and adaptation)*
- *SSP3 Regional Rivalry – A Rocky Road (High challenges to mitigation and adaptation)*
- *SSP4 Inequality – A Road Divided (Low challenges to mitigation, high challenges to adaptation)*
- *SSP5 Fossil-fueled Development – Taking the Highway (High challenges to mitigation, low challenges to adaptation)*

De valgte scenariene i SSP-kategoriene legger alle til grunn at den globale middeltemperaturøkningen holdes under 2 eller 1.5 grader i hele det 21. århundret med 66 prosent sannsynlighet. Det er totalt 25 scenarier med i utvalget. 15 er forenlige med et togradersmål og 10 er forenlige med et 1,5-gradersmål.

Tilsammen medfører prisbanen at over levetiden til prosjektet vil den anslåtte nåverdien av de unngåtte utslippene være mellom 9 og 19 milliarder kroner, se tabell 6.3.

**Tabell 6-3 Fanget og lagret CO<sub>2</sub> og nåverdien av dem i «Parisavtalen». Millioner tonn og millioner kroner**

	<b>Inv.alternativ 1</b>	<b>Inv.alternativ 2</b>	<b>Inv.alternativ 3</b>
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp over levetiden</b>	9,5 Mtonn	10 Mtonn	19,5 Mtonn
<b>Verdi av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp (neddiskontert)</b>	9 341	9 837	19 178



## 7 Verdi forbundet med prosjektets effektmål

Prosjektets samfunns mål og effektmål er beskrevet i kapittel 1.3. For å sannsynliggjøre at disse målene blir nådd har alle prosjektaktørene arbeidet med å sannsynliggjøre at prosjektets potensielle gevinster blir realisert. Utover verdien av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp som omtales i kapittel 6, fokuserer dette arbeidet på å oppnå nytteverdier av prosjektet i form av en positiv demonstrasjonseffekt, produktivitetsevinster, og prosjektets bidrag til å legge til rette for næringsutvikling. Gjennom disse effektene kan prosjektet tilføre samfunnsøkonomiske nytteverdier, ikke bare til Norge, men også til EU og i et globalt perspektiv. Imidlertid er disse effektene ofte vanskelig å prissette. Effektene er omtalt under, og prissatt når det er blitt vurdert som hensiktsmessig. De prissatte produktivitetseffektene baseres i stor grad på arbeid DNV GL har gjort i forbindelse med en rapport som analyserer kostnadsreduksjonspotensialet for CO<sub>2</sub>-håndtering med fangst, transport og permanent lagring av CO<sub>2</sub>, se vedlegg

Det kan være overlapp mellom noen nytteeffekter som beskrives i dette kapitlet. Som et eksempel kan produktivitetsevinster som oppnås tas ut delvis også i næringsutviklingsmuligheter for leverandører. Summen av nytte-elementer kan derfor sees på som en bruttoliste.

I utgangspunktet skal en samfunnsøkonomisk analyse bare ta hensyn til norske nytte- og kostnadseffekter. Siden samfunns målet for dette prosjektet er å bidra til internasjonal teknologiutvikling og kostnadsreduksjoner innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering, vil likevel de globale effektene forbundet med prosjektets mål knyttet til kostnadsreduksjoner og læring bli omtalt og estimert i denne analysen. En slik vurdering ble også lagt til grunn i KS1. Den ikke-prissatte verdien av næringsutvikling vil fortsatt vurderes utelukkende for Norge.

I KS1 la ekstern kvalitetssikrer i basisscenariet til grunn en antakelse om at det ikke blir noen fremtidig utbygging av CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg utover de som allerede er planlagt. Gitt den internasjonale utviklingene innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering som har funnet sted siden, finner vi ikke grunnlag for fortsatt å legge en slik antagelse til grunn for denne analysen. Begrunnelsen for dette er diskutert i kapittel 2.4. De ulike anslagene for CO<sub>2</sub>-utbygging mot 2050, beskrevet senere i kapitlet støtter også dette synet.

### 7.1 Demonstrasjonseffekter

Demonstrasjonseffekten henviser til at det er en verdi for samfunnet at noen går foran og tar en ekstra kostnad ved å ta i bruk nye løsninger. Teknologiene for CO<sub>2</sub>-håndtering er i mange tilfeller teknologisk modne for å bli tatt i bruk, men blir ikke tatt i bruk på grunn av investeringsbarrierer og mangel på tilstrekkelige kommersielle drivere. De første prosjektene vil også ha høyere kostnader og risiko, derfor vil industriaktører i liten grad være villige til å være først ute. Nyttens av å gå først handler til dels om at det skapes produktivitetsevinster (beskrevet i kapittel 7.3), men det handler også om andre nytteeffekter som er nærmere beskrevet i dette delkapitlet.

I KS1 beskrives demonstrasjonseffekten slik at «*et vellykket demonstrasjonsanlegg vil vise at CO<sub>2</sub>-håndtering som klimatiltak er mulig å gjennomføre i praksis.*» Selv om mye kunnskap om CO<sub>2</sub>-håndtering eksisterer allerede, vil ikke det nødvendigvis være relevant for CO<sub>2</sub>-håndtering som skal fungere som klimatiltak da slike tiltak er utsatt for andre typer risiko og investeringsbarrierer. En demonstrasjon kan derfor øke tilliten til CO<sub>2</sub>-håndtering også i en slik kontekst. Ved at prosjektet

øker tilliten til CO<sub>2</sub>-håndtering som klimatiltak, vil dette i større grad bli en del av det myndigheter legger til rette for og det industrien og selv investerer i.

I tråd med dette vurderte KS1 det til at det var tre typer ikke-prissatte nytteeffekter knyttet til demonstrasjonseffekten. Disse er:

1. Å demonstrere at fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak
2. Et demonstrasjonsprosjekt gir regulatorisk læring
3. Et demonstrasjonsprosjekt gir kommersiell læring.

Imidlertid heter det i KS1 videre at:

*«I beregningen av produktivetsgevinstene gjør vi en konservativ antakelse om at demonstrasjonsanlegget ikke vil påvirke hvor mange anlegg som kommer i etterkant av anlegget, men at anlegget vil bidra til læring som vil gi reduserte kostnader for fremtidige utbyggere.»*

Basert på oppdatert informasjon og dokumentasjon fra industriaktørene i prosjektet, se kapittel 2.4, så mener Gassnova at det er grunnlag for å forutsette at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan påvirke hvor mange etterfølgende prosjekter som kommer, og hvor raskt de kan komme. Dette behandles imidlertid ikke som en del av prosjektets produktivetsgevinster, men som en ny ikke-prissatt nytteeffekt som her kalles «prosjektets tilretteleggende effekt». Denne ikke-prissatte effekten er nært knyttet til «Demonstrere at fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak, men de vil omtales som to separate effekter. Forskjellen på disse effektene er at demonstrasjonseffekten er mer generell, mens den tilretteleggende effekten er knyttet til den reduserte investeringsbarrieren dette prosjektet vil gi da det i dag ikke finnes andre tilbydere av lagringstjenester for CO<sub>2</sub> i våre nærrområder.

#### 7.1.1 Demonstrere at fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak

Det er begrenset erfaring med CO<sub>2</sub>-håndtering som et rent klimatiltak, ikke minst under gjeldende regelverk i Norge og Europa. Kapittel 2.2 gjennomgår en del spesielle bidrag fra prosjektet som vil ha demonstrasjonseffekt for etterfølgende prosjekter. Internasjonalt stiller regulerende myndigheter, interesseorganisasjoner og industrien i ulik grad spørsmål knyttet til om CO<sub>2</sub>-håndtering er mulig og trygt som klimatiltak. Det handler blant annet om tekniske utfordringer gjennom en hel CO<sub>2</sub>-håndteringskjede, kostnader, CO<sub>2</sub>-fotavtrykk fra kjeden, hvordan en slik kjede skal reguleres i praksis og om det kan etableres en støttemodell som kan fordele kostnader og risiko på en slik måte at investeringsbeslutninger kan fattes.

Denne demonstrasjonseffekten handler i stor grad om å bygge tillit til nye løsninger og å dele kunnskap prosjektet gir til beslutningstagere og etterfølgende prosjekter. Grønn skattekomisjon (2015) påpekte at læring ofte er svært stor innenfor klima- og miljøteknologi, særlig når prosjektene er i en spredningsfase.

Et vellykket demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan gi mer positive holdninger til CO<sub>2</sub>-håndtering blant teknologileverandører, forskningsmiljøer, myndigheter og befolkningen generelt. KS1 sier at:

*«Å få kunnskap om at CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak vurderes å ha stor betydning for samfunnet, siden det er viktig å finne tiltak for å nå togradersmålet globalt.»*

*Anlegget kan slå positivt eller negativt ut for den videre utviklingen for CO<sub>2</sub>-håndtering. Interessenter vi har snakket med har tro på at anlegget vil ha en positiv effekt. Vi mener det er mest sannsynlig at anlegget gir en positiv demonstrasjonseffekt til kommersielle aktører, forskere, myndigheter og befolkningen.»*

Et viktig moment KS1 også nevner er at demonstrasjonseffekten kan slå negativt ut hvis demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering viser seg å bli svært dyrt, dyrere enn planlagt eller ikke vellykket. Det kan redusere andre nasjoners vilje til å investere i teknologien, samt at troen på at CO<sub>2</sub>-håndtering som hensiktsmessig klimatiltak kan reduseres både i Norge og i utlandet.

KS1 konkluderer likevel med at denne nytteeffekten er den som kan ha størst betydning for prosjektet. Det internasjonale energibyrået (IEA) skrev i sin evaluering av norsk energipolitikk (IEA, 2017) at Norge og demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har en viktig rolle globalt for utbygging av CO<sub>2</sub>-håndtering:

*“The state-of-the-art projects of Sleipner and Snøhvit are the testimony of Norway’s leadership in the CCS field and are likely to pave the way for new waves of CCS deployment in Norway and worldwide. Of particular interest will be how Norway sets up its next wave of fullscale CCS deployment and, specifically, how the government structures the development of CO<sub>2</sub> transport and storage. The reduction of the long-term risks of CO<sub>2</sub> capture projects and the role of Gassnova, a unique CCS-focused state enterprise, deserve to be highlighted. It is undeniable that Norway has led the world in CCS over the past 20 years achieving important milestones in many CCS fields. Provided that Norway continues its current effort, the country is in the best position to overcome future barriers to large-scale CCS deployment domestically and influence the CCS development globally.”*

Ved å gjennomføre en vellykket industriell demonstrasjon bidrar Norge til å vise at CO<sub>2</sub>-håndtering er mulig og trygt som klimatiltak, samt redusere barrierene slik at andre land raskere kan følge etter. Slik kan Norge ta en global lederrolle innen CO<sub>2</sub>-håndtering og bidra til at klimamålene nås på en kostnadseffektiv måte.

Denne lederrollen innebærer også at Norge og CO<sub>2</sub>-håndtering generelt, både globalt og særlig i Europa vil kunne oppleve et omdømmetap hvis demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering ikke gjennomføres. Dette vil være en negativ effekt av null-alternativet, men medregnes i stedet som et unngått tap i vurderingen av denne demonstrasjonseffekten.

Den ikke-prissatte verdien av å demonstrere at fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak i et globalt perspektiv vurderes å være like verdifull i dag som da KS1 ble gjennomført. Siden 2016 har det blitt gjennomført småskala piloter for fangst av prosessutslipp, samt at Boundry Dam og Petro Nova som fanger CO<sub>2</sub>-utslipp fra kullkraftverk har blitt satt i drift, men et tilsvarende demonstrasjonsprosjekt er enda ikke gjennomført noe annet sted i verden. Verdien av å demonstrere at CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak vurderes derfor å ha stor betydning for samfunnet. Siden alle de aktuelle investeringsalternativene inkluderer helkjede CO<sub>2</sub>-håndtering vurderes de til å ha et middels positivt omfang (++++) i begge scenarioene i alternativene med ett fangstanlegg, men stort positivt omfang i alternativet med begge fangstanleggene da det gir en ekstra effekt å demonstrere i to bransjer (++++). Tabell 7.1 under oppsummerer dette.

**Tabell 7-1 Ikke-prissatt verdi av å demonstrere CO<sub>2</sub>-håndtering som mulig og trygt klimatiltak**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Demonstrere CO<sub>2</sub>-håndtering som mulig og trygt klimatiltak</b>	++++	++++	+++++	++++	++++	+++++
<b>Begrunnelse</b>	Et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO <sub>2</sub> -håndtering som klimatiltak har ikke tidligere blitt gjennomført og kan redusere barrierer for etterfølgende prosjekter. Verdien øker med flere fangstanlegg og flere bransjer					

### 7.1.2 Prosjektets tilretteleggende effekt

Ved å investere i et demonstrasjonsanlegg for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan Norge være med å muliggjøre eller fremskynde andre prosjekter. Tilrettelegging for andre prosjekter vil i stor grad være et resultat av at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering inkluderer utbygging av et fleksibelt transportsystem og lagringsanlegg med overkapasitet. CO<sub>2</sub>-lagring er en betydelig investeringsbarriere for industri med store CO<sub>2</sub>-utslipp som ønsker å satse på CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi, men som ikke har geologisk kompetanse eller økonomi til å investere i lagerinfrastruktur. I dag finnes det ingen tilbydere av CO<sub>2</sub>-lagringstjenester i Europa som kan hjelpe disse aktørene. I tillegg er det en rekke land hvor CO<sub>2</sub>-lagring ikke er mulig da de ikke har tilgang på egnede geologiske ressurser.

I september 2019 underskrev Northern Lights intensjonsavtaler (Memorandum of Understanding, MoU) med syv europeiske industriaktører om å utvikle verdikjeder innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi. I tillegg har Northern Lights blitt godkjent som et «Project of Common Interest», se omtale i kapittel 2.4.3. Til sammen gir dette et godt bilde av at en etablering av et lagringsanlegg som har fleksibilitet og overkapasitet kan ha en tilretteleggende effekt på etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter. For ytterligere informasjon om dette se vedlegg 13.2, Northern Lights bidrag til gevinstrealisering.

Videre har Energimyndigheten i Sverige sendt et brev til Olje- og energidepartementet der de beskriver relevansen av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering for Sveriges arbeid med å nå sitt mål om å være klimanøytrale i 2045. Brevet med tittelen «Angående CCS-prosjekt i Norge», datert den 30. august 2019, sier blant annet:

*«Energimyndigheten stöder i dag et prosjekt som drivs av Stockholm Exergi som delägs av Fortum om att avskilja koldioxid från ett kraftvärmeverk och på sikt lagra i Norge för att åstadkomma negative utsläpp. De norska projekten skapar synergimöjligheter och kan utgöra en grund för ett utvecklat nordiskt CCS-samarbete. Även andra relevanta pågående svenska projekt med infångning av koldioxid sker i skrivande stund och bygger på lagring av koldioxid i Norge. Norge har genom offshoreverksamhet 52ygg tupp kompetenser som är nödvändiga för att lagra koldioxid och kan därigenom få en nyckelroll i att lagra utsläpp från andra länder i närområdet. Energimyndigheten anser att det är väsentligt att denne kompetens tas tillvara och användas för att 1,5 graders målet skal klaras.»*

Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering

Utover den mer generelle demonstrasjonseffekten synes det godt dokumentert at prosjektet har en tilretteleggende effekt på de identifiserte prosjektene i vedlegg 13.2.

Demonstrasjonseffekten knyttet til prosjektets tilretteleggende effekt vurderes å ha middels betydning for samfunnet da det er betydelig med interesse fra europeiske aktører, men det er lite sannsynlig at det vil ha en effekt utenfor Europa. Omfanget av effekten vurderes å være likt for alle investeringsalternativer da effekten først og fremst er knyttet til lageret. I «dagens europeiske klimapolitikk» er det mer usikkerhet knyttet til om etterfølgende prosjekter vil bli realisert og den tilretteleggende effekten vil dermed ha større betydning enn hvis CO<sub>2</sub>-håndtering ville kommet uansett. Prosjektets tilretteleggende effekt vurderes derfor i «dagens europeiske klimapolitikk» til å ha et middels positivt (+++) omfang. I «Parisavtalen» vurderes usikkerheten til å være mindre, og betydningen av prosjektets tilretteleggende effekt vurderes derfor til å være noe mindre, til lite positivt (++) , se tabell 7.2.

**Tabell 7-2 Ikke-prissatt verdi av prosjektets tilretteleggende effekt**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Prosjektets tilretteleggende effekt</b>	+++	+++	+++	++	++	++
<b>Begrunnelse</b>	Prosjektets tilretteleggende effekt og dets verdi vurderes å være betydelig for etterfølgende prosjekter i Europa. Verdien er større når det er mer usikkert om andre CO <sub>2</sub> -håndteringsprosjekter vil komme av seg selv.					

### 7.1.3 Demonstrasjon gir regulatorisk læring

Etablering av et demonstrasjonsanlegg vil gi erfaringer med bruk av relevante regelverk, samt vise eventuelle behov for justeringer for å overkomme regulatoriske barrierer. Det er ikke bygget lagringsprosjekter i Europa som fra starten av er hjemlet i regelverk som har innarbeidet Eus direktiv om geologisk lagring av CO<sub>2</sub>. Prosjektet vil derfor kunne gi viktige læringseffekter om oppsett og gjennomføring av lagring av CO<sub>2</sub> under direktivet og norsk lov. Prosjektet ventes å bli et eksempel på praksis innenfor de rammer og regelverk et CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekt opererer under.

I all hovedsak er regelverket relevant for CO<sub>2</sub>-fangst og lagring basert på EU-rettsakter. Overføringsverdien for andre europeiske lands myndigheter er dermed stor. Etablering av et demonstrasjonsanlegg vil gi særlige erfaringer med bruk av blant annet følgende regelverk:

- Lagringsdirektivet og lagringsforskriften – her er det svært begrenset praksis nå
- Kvotereguleringen – anvendelse av kvotereguleringen på en hel CO<sub>2</sub>-håndteringskjede vil gi nye og verdifulle erfaringer, ikke minst for skipstransport av CO<sub>2</sub> som er definert utenfor kvotesystemet
- Forurensningsforskriften
- Utslippsreguleringer
- Potensielt, reguleringer knyttet til grensekryssende transport av CO<sub>2</sub>

Industrien fremhever reguleringer som betydelige usikkerhetsmomenter der avklaringer i et første prosjekt vil kunne gi lavere risiko og kostnader i fremtidige prosjekter. Inntil de regulatoriske rammene blir avklart og man får erfaring med bruken av disse, vil myndigheter i større grad måtte være involvert.

Verdien av etablering og erfaring med reguleringer for CO<sub>2</sub>-håndtering ut fra et myndighetsperspektiv, er at det blir lettere å håndtere dette ved neste prosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Man vil også kunne justere der reguleringene ikke fungerer optimalt i praksis.

Norge og Nederland fikk høsten 2019 tilslutning til en midlertidig løsning på London-protokollen som gjør at det nå er tillatt å transportere CO<sub>2</sub> over landegrensener for lagringsformål. Dette er i stor grad muliggjort av at det er konkrete prosjekter å vise til. OED og EU kommisjonen har også tett dialog knyttet til reguleringer bl.a. av skipstransport innenfor EU ETS regelverket og prosjektet har resultert i at flere spørsmål knyttet til hvordan regelverk skal fortolkes blir klarlagt. Dette vil kunne ha betydelig verdi for etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter.

Gjennom det pågående prosjektarbeidet er Gassnovas oppfatning at verdien av den regulatoriske læringen i prosjektet er stor. Regulatorisk læring blir derfor vektet noe høyere i denne rapporten enn i KS1. Erfaringen med Londonprotokollen viser at reelle demonstrasjonsprosjekter ofte må til for å skape nok momentum og regulatorisk vilje til endringer. Avklaringer knyttet til reguleringer vil ha størst verdi dersom ambisiøse klimamål skal nås og vil kunne være bransjer- og sektorrelevant.

Regulatorisk læring vurderes dermed til å ha liten (dagens europeiske klimapolitikk) til middels (Parisavtalen) betydning for samfunnet. Omfanget vurderes å være middels positivt for alternativene med ett fangstanlegg, men stort i alternativet med to fangstanlegg da dette gir regulatoriske avklaringer relatert til to ulike bransjer i to ulike utslippssektorer, se tabell 7.3. Dette er en økning siden KS1.

**Tabell 7-3 Ikke-prissatt verdi av regulatorisk læring**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Regulatorisk læring</b>	++	++	+++	+++	+++	++++
<b>Begrunnelse</b>	Regulatorisk læring er viktig for å etablere, utvikle og forbedre rammevilkårene og redusere risikoen for CO <sub>2</sub> -håndtering fra dagens situasjon. Verdien av effekten vil være større der læringen kommer flere etterfølgende prosjekter til gode (Parisavtalen) og der flere bransjer og utslippssektorer er involvert (alt. 3).					

#### 7.1.4 Demonstrasjon gir kommersiell læring

KS1 viser til at et demonstrasjonsanlegg kan gi kommersiell læring på flere måter.

Myndighetene får erfaring med kontraktsutforming, forhandlinger og støtteordninger for CO<sub>2</sub>-håndtering som kan gjøre det enklere å fatte liknende beslutninger i fremtiden. Slik læring er også mulig å overføre og dele mellom aktuelle parter som for eksempel andre lands myndigheter. Erfaringer fra fordeling av kostnader og risiko knyttet til CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter kan gi sikrere

grunnlag for beslutningstakerne. En av de store utfordringene knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering er å finne kommersielle modeller for hvordan handel med CO<sub>2</sub> skal foregå. Prosjektet vil bidra til at det blir etablert priser for CO<sub>2</sub>-transport og -lagringstjenester og kan dermed bidra til å etablere et marked for denne type tjenester. Prosjektet kan også i seg selv stimulere markedet for CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologier, gjennom at leverandørmarkedet styrkes på konkurranse og kvalitet. Det gjelder særlig innenfor CO<sub>2</sub>-fangst der prosjektet allerede har økt etterspørselen etter fangstteknologi.

Kommersiell læring antas på bakgrunn av disse vurderingene å ha liten til middels betydning for samfunnet avhengig av scenario. Omfanget antas å være lite positivt for investeringsalternativene 1 og 2 (+ og ++) mens investeringsalternativ 3 ligger litt høyere (++ og +++). Det er begrunnet med at flere nybygde fangstanlegg vil gi faktiske priser fra flere anlegg, mer erfaring med anskaffelse av tjenestene og mer etterspørsel etter fangstteknologi sammenlignet med investeringsalternativene der bare et fangstanlegg blir bygd ut. For investeringsalternativ 3 vurderes derfor omfanget av verdien av den kommersielle læringen til middels positivt. Disse vurderingene gjelder i begge scenarier, men gi ulikt resultat på grunn av ulik vurdering av betydning per scenario, se tabell 7.4.

**Tabell 7-4 Ikke-prissatt verdi av kommersiell læring**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Kommersiell læring</b>	+	+	++	++	++	+++
<b>Begrunnelse</b>	Kommersiell læring kan gi myndigheter og aktører erfaring med kontraktsutforming, forhandlinger og støtteordninger for CO <sub>2</sub> -håndtering som kan deles mellom land og redusere priser og risiko i fremtidige prosjekter. Verdien av effekten vil være større der læringen kommer flere etterfølgende prosjekter til gode (Parisavtalen) og der flere bransjer og utslippssektorer er involvert (inv.alt 3).					

## 7.2 Produktivitetseffekter

Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan bidra til å senke kostnadene for etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter ved at prosjektet legger til rette for lærings- og skalaeffekter. Læringseffektene medfører at etterfølgende prosjekter får høyere produktivitet da prosjektet blant annet stimulerer til at ny teknologi utvikles, løsninger blir optimalisert og usikkerhet reduseres. I tillegg vil etterfølgende prosjekter kunne få reduserte kostnader som følge av skalaeffekter.

### 7.2.1 Læringseffekter

I forbindelse med gevinstrealiseringsarbeidet er følgende gevinster identifisert som vil bidra til læringseffekter.

#### **Demonstrasjonsprosjekter kan føre til økt kommersiell interesse for CO<sub>2</sub>-håndtering, som igjen bidrar til at bedre løsninger blir forsket frem og utviklet**

Fremtidige CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter vil kunne ha høyere produktivitet som følge av forskning som har tatt utgangspunkt i erfaringer fra planlegging, bygging og/eller driftsfasen av prosjektet. Nye teknologier kan også forskes frem basert på at prosjektet og infrastrukturen gir nye kommersielle muligheter, som aktualiserer kommersielle aktørers bidrag til teknologisk utvikling av CO<sub>2</sub>-håndteringsløsninger. Dermed vil prosjektet bidra til at risiko og/eller fremtidige kostnader for CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter reduseres da løsninger gjennomgår kontinuerlig forbedring eller ved at helt nye fangstteknologier og industrielle prosesser tas i bruk. Verdien av å ha en fungerende kjede å ta utgangspunkt i for videre forskning og utvikling i alle ledd, kan være stor, blant annet fordi det gir bedre forståelse av hvilke nye muligheter prosjektet åpner for.

#### **Optimalisering av løsninger og teknologi basert på erfaringer fra prosjektet**

Teknologier for CO<sub>2</sub>-fangst fra røykgass fra industrielle kilder er lite utprøvd som et klimatiltak, og anvendelsen er kommersielt umodent. Reell erfaring fra oppskalering og utprøving på de industrielle kildene i prosjektet kan derfor gi optimaliseringsgevinster for kommende prosjekter. Videre er en fleksibel lagerløsning med bygging og drift av en mottaksterminal for CO<sub>2</sub> med tilhørende kai, mellomlager og injeksjon, nytt. Dette betyr at prosjektet vil kunne gi betydelige læringseffekter og bidra til kunnskap om hvor i prosessen man kan gjennomføre forbedringer som reduserer investeringskostnader eller driftskostnader i flere ledd av kjeden. Verdien av optimalisering av teknologi basert på erfaringer fra prosjektet er potensielt stor, da dette kan påvirke en rekke kostnadselementer og gi en overordnet designbasis for kjeden som referanseramme for forbedringer.

#### **Redusert oppskaleringsrisiko**

Teknologileverandørene og industriaktørene i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering vil få erfaring med gjennomføring av prosjektet samt anvendelse av deres teknologier på et industribygg. Prosjektet vil etablere referanser med tanke på samarbeidsmodeller mellom myndigheter og industri og reguleringer rundt et slikt prosjekt. Dette vil redusere risikoavsetninger for kommende prosjekter og kapitalkostnader, da risikoen blir redusert.

#### **Utvikle leverandører**

Prisen på CO<sub>2</sub>-utslipp fra landbasert industri er lav og CO<sub>2</sub>-håndtering er kostbart. Eiere av store utslippspunkter har følgelig begrensede insentiver til å redusere utslippene sine i dag.

Det er derfor et begrenset marked for CO<sub>2</sub>-håndtering og leverandører. Prosjektet vil i seg selv stimulere markedet for CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologier, noe som også er omtalt under kommersiell



læring. Spesielt på fangst har prosjektet økt etterspørselen etter teknologi og således styrket konkurransen og kvaliteten i leverandørmarkedet. Utvikling og modning av leverandører vil gi en gevinst i form av at fremtidige industriaktører som ønsker å gjennomføre fangstprosjekter har tilgang til et mer utviklet teknologileverandørmarked. Omfanget av det totale potensialet for utvikling av leverandører kan bli mye større enn bare den læringen som kommer fra demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Det vil være en iterativ prosess, og handler dermed vel så mye om kostnadsreduksjoner over tid.

### Estimering av læringseffektene

På bakgrunn av modellen som ble utviklet i forbindelse med KS1, er en oppdatert estimering av læringseffektene ved de ulike investeringsalternativene gjennomført. Modellens hensikt er å verdsette kostnadsreduksjonene demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bidrar med for fremtidige CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg basert på tre hovedfaktorer. De er:

1. Kostnaden for CO<sub>2</sub>-håndtering i dag
2. Forventet global utbyggingsbane for fremtidige CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter
3. Forventet læringsrate innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi.

På bakgrunn av denne informasjonen, samt forutsetningene som er forklart under, modelleres den potensielle kostnadsreduksjonskurven innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi. Deretter legges et ekstra CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg (vårt anlegg) inn i modellen for å se hvilken effekt det vil ha på kostnadsreduksjonskurven. Denne effekten tilsvarer den totale kostnadsreduksjonen og læringseffektene fra prosjektet som vil oppgis i nåverdi.

For å skille på læringseffektene i de ulike investeringsalternativene antas det i modellen at den totale læringseffekten vil bestå av læring både i fangst og transport- og lagringsleddet i verdikjeden. Læringseffektene i modellen vil være uavhengige av sektoren prosjektet gjennomføres i, men det vil være forskjeller avhengig av antall fangstanlegg og volumet på CO<sub>2</sub>-fangst og lagring. På bakgrunn av identifiserte kostnadsreduksjonseffekter i DNV GLs rapport samt Gassnovas vurderinger, vektles læringseffekten knyttet til CO<sub>2</sub>-fangstprosjektet høyere enn læringen knyttet til transport og lagringsdelen. Det medfører at læringseffektene her antas å være omtrent de samme for investeringsalternativ 1, og 2. For investeringsalternativ 3 der CO<sub>2</sub>-fangst finner sted både hos Norcem og Fortum Oslo Varme, blir læringseffektene noe høyere.

Videre legges det til grunn følgende forutsetninger:

- Hvert anlegg er normert til å fange og lagre 1 million tonn CO<sub>2</sub> årlig.
- Hvert anlegg har 25 års levetid.
- Det legges til grunn 10 prosent læringsrate
- CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegget etableres i 2024. Læringseffekten kommer inn i 2025, ett år etter etablering.
- Den generelle kostnaden av CO<sub>2</sub>-håndtering antas i 2020 å være henholdsvis 1222 og 1550 kroner per tonn CO<sub>2</sub> fanget og lagret over anlegget livstid i «dagens europeiske klimapolitikk» og «Parisavtalen». Kostnaden er basert på tall fra kostnadsreduksjonsanalysen DNV GL har utført for Gassnova, samt fangstkostnader estimert av IEA og GCCSI. Bakgrunnen for denne vurderingen er nærmere beskrevet under.

- CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg i kraft og industrisektoren som til sammen fanger 25 tonn CO<sub>2</sub> antas å ha bidratt til teknologilæringen frem til 2020, etter tall fra GCCSIs 2019 rapport.
- Det er kun estimerte produktivetsgevinster frem til 2060. Etter dette antas teknologikostnadene å være uavhengig av prosjektet.
- Utbyggingsbanene for CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg vil følge IEAs «Stated Policies» og «Sustainable Development» scenarier fra «World Energy Outlook 2019» i henholdsvis «dagens europeiske klimapolitikk» og «Parisavtalen». Frem mot 2025 følger utbyggingen av CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg i begge scenariene den faktisk forventede utviklingen basert på hvilke fullskalaprosjekter som allerede er under planlegging. Informasjonen er hentet fra GCCSIs 2019-rapport.

I tabell 7.5 under viser de estimerte læringseffektene i de ulike scenariene for de tre investeringsalternativene. Læringseffektene utgjør en samfunnsøkonomisk verdi som vil komme fremtidige investorer i CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi til gode i form av reduserte investeringskostnader samt drifts og vedlikeholdskostnader.

**Tabell 7-5 Estimerte læringseffekter av investeringsalternativene gitt scenarier. Millioner kroner**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Læringseffekter</b>	737	740	1349	4808	4831	8803

Tabellen viser at det er en nivåforskjell i læringseffektene mellom scenariene. Verdien av læringseffektene vil være høyere i «Parisavtalen» på grunn av at det forutsettes at flere CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg vil bygges samt at de vil ha en høyere initiell kostnad per tonn CO<sub>2</sub> lagret. Det vil dermed være flere CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg som kan lære av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering og kostnadene vil falle relativt mer. Verdien av læringseffektene i «dagens europeiske klimapolitikk» er betydelig lavere da ikke like mange eller kostbare prosjekter blir gjennomført. På den annen side, da det ikke bygges ut så mange anlegg totalt, medfører dette at bidraget fra demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering blir relativt større.

Det er også noe forskjell på læringseffektene på tvers av investeringsalternativene. Læringseffektene i alternativ 3 vil være høyere enn i alternativ 1 og 2 da det har to fangstanlegg og dermed et større volum CO<sub>2</sub> som skal transporteres og lagres.

Inputdataene som har størst betydning for resultatene i analysen er den initielle kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret i 2020, læringsraten, og utbyggingsbanen for CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg frem mot 2050. På grunn av usikkerheten knyttet til fremtidig utvikling innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering er det lagt inn sensitivetsberegninger for disse parameterne. I tillegg undersøkes det hvordan krav til deling av læring kan bidra til mer innovasjon dermed påvirke verdien av læringseffekten i prosjektet.

### Endringer i læringsraten

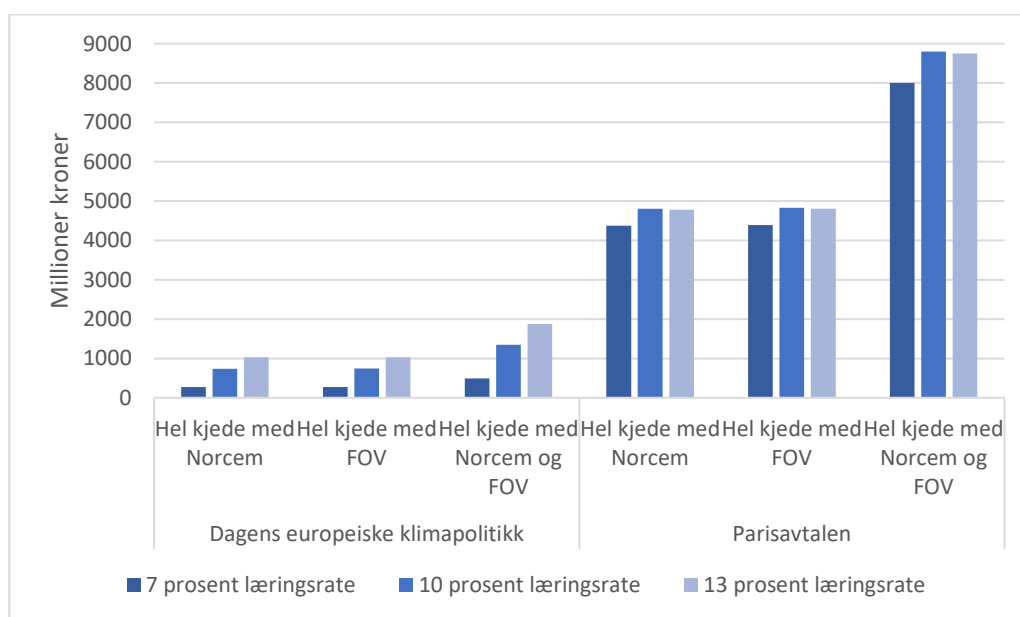
I DNV GLs rapport om kostnadsreduksjonspotensiale innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering adresseres læringsrater innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologier. Vurderingen av læringsrater baseres på en litteraturgjennomgang, og en kvalitativ analyse av hva som kan forventes av læring i både demonstrasjonsprosjekter som dette, samt for andre liknende fullskala CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg der alle leddene i CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden er optimalisert.

Rapporten estimerer at den aggregerte læringsraten for optimalisert CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi på sikt vil ligge på rundt 10 prosent. Det inkluderer 15 prosent læring i fangstleddet, 2 prosent i transportleddet, og 3 prosent i lagringsleddet. Da dette estimatet er basert på en mer omfattende teknologispesifikk analyse av fullskala verdikjeder enn det som ble lagt til grunn i KS1, justeres basisestimatet for læringsraten i estimeringen av læringseffekten av investeringsalternativene opp fra 8 til 10 prosent i denne analysen sammenliknet med KS1.

Likevel er det usikkert om læringsraten vil ligge på akkurat dette nivået. Det er usikkert hvor fort læringen vil komme, og graden av læring vil også avhenge av i hvilke sektorer etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter vil komme.

I figur 7.1 vises de estimerte læringseffektene for de ulike scenarioene og investeringsalternativene ved ulike læringsrater. Foruten 10 prosent læringsrate, analyseres også 7 og 13 prosent læringsrate.

Tallene viser at betydningen av endret læringsrate ikke vil være så stor, men redusert læringsrate vil ha en relativt større effekt enn økt læringsrate. Effekten av endret læringsrate vil være relativt størst der utbyggingsbanen av CO<sub>2</sub>-håndtering er lavest, siden de prosentvise endringene vil ha mest å si med færre anlegg. Med færre anlegg vil også demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering ha relativt mer å si for den totale kostnadsreduksjonen og læringen. Det gjenspeiles med motsatt fortegn i tallene for «Parisavtalen», der en økning i læringsraten til 13 prosent reduserer læringseffekten forbundet med å realisere investeringsalternativene, se figur 7.1.



**Figur 7.1 Teknologiske læringseffekter gitt ulike læringsrater. Millioner kroner**

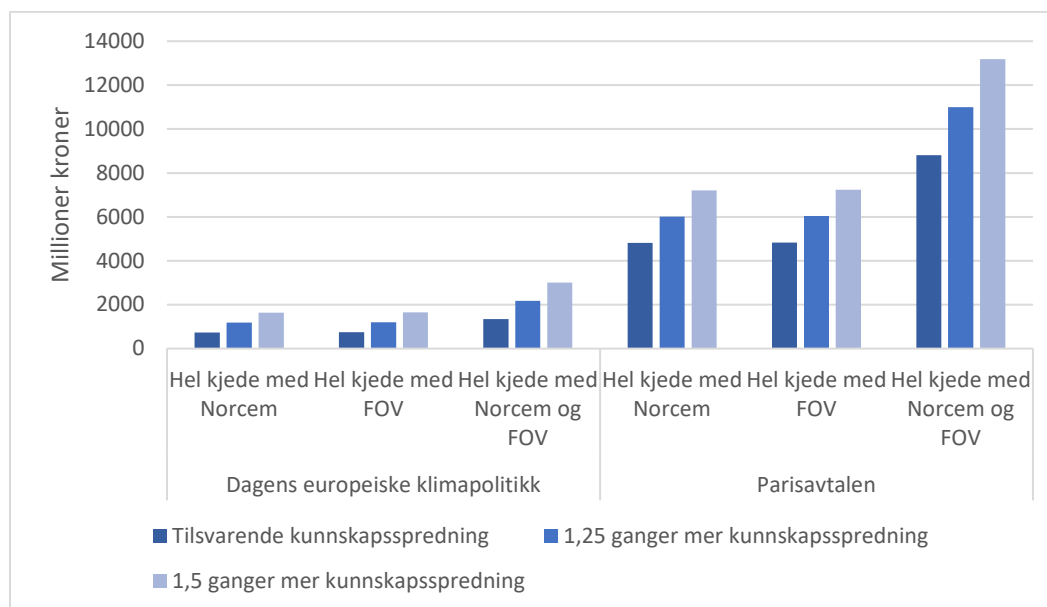
### Krav til deling av læring med etterfølgende prosjekter

I modellen er det benyttet samme læringsrate for alle CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjektene, inkludert demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Teoriene knyttet til læringsrater tar utgangspunkt i hvordan kostnader for en teknologi utvikler seg naturlig kun basert på økt utbygging. Teorien differensierer ikke på prosjekter med ulike målsetninger. Det vil si at demonstrasjonsprosjektet i modellen er ilagt samme læringsrate som et prosjekt hvis målsetning

er å tjene penger fremfor å dele kunnskap. Verdien av dette målrettede arbeidet med å dele kunnskap fra prosjektet vil derfor ikke være inkludert i modellen for produktivetsgevinster.

Prosjektet har som mål å redusere kostnaden for kommende prosjekter og opererer i samspill med en rekke aktører, ordninger, virkemidler og aktiviteter med sammenfallende formål innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering. Vedlegg 13.3, kapittel 4 beskriver det norske innovasjonssystemet. Det legges spesielt vekt på å oppnå målet om kostnadsreduksjoner, og det stilles derfor særlige krav til industriaktørene knyttet til dette. Vedlegg 13.2 «Northern Lights contribution to benefits realisation» fremviser en liste over konkrete forskningsprosjekter som Equinor, sammen med en rekke andre aktører, jobber med basert på Northern Lights og videreutviklingen av dette prosjektet. Norcem og Fortum Oslo Varme har også beskrevet hvordan de jobber og vil jobbe med å bruke sine prosjekter som basis for videre FoU-arbeid, samt hvordan de skal dele læring med etterfølgende prosjekter. Dette arbeidet gjøres for å øke sannsynligheten for at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bidrar mer til kostnadsreduksjoner for kommende prosjekter enn andre prosjekter uten tilsvarende rammer og fokus.

Hvis det legges til grunn at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bidrar med mer kunnskapsspredning enn andre tilsvarende prosjekter, vil det kunne øke læringseffektene fra prosjektet betydelig. I figur 7.2 under er forskjellene i læringseffekter vist tilsvarende at de ulike investeringsalternativene bidrar til like mye, 1,25, 1,5 ganger mer verdi av kunnskapsspredning og kostnadsreduksjoner enn i standardanlegget. Hvis prosjektet gjennom et aktivt arbeid for å bidra med læring for å redusere kostnader for prosjekter fremover bidrar til en 25 prosent økning i den prosjektspesifikke verdien av læringen vil det medføre en økning i læringseffekten på om lag 0,5-2 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ, som følge av en raskere kostnadsreduksjon for etterfølgende prosjekter.



**Figur 7-2 Teknologiske læringseffekter ved økt prosjektspesifikk kunnskapsspredning, millioner kroner**

## Endringer i initiell kostnad per tonn CO<sub>2</sub> lagret

DNV GLs rapport om kostnadsreduksjoner innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi estimerer kostnadene per fanget og lagret tonn CO<sub>2</sub> i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering og hvordan de kan falle over tid. Fra en investors perspektiv vil kostnaden for et tonn fanget og lagret CO<sub>2</sub> over prosjektets levetid koste 1652 kroner per tonn CO<sub>2</sub> med utgangspunkt på 0,8 millioner tonn lagring i året.<sup>12</sup> Den vil falle etterhvert som leddene i CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden blir bedre utnyttet, optimalisert og forbedres ved hjelp av skalaeffekter og teknologisk læring.

CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi omfatter en rekke ulike fangst-, transport- og lagringsteknologier som varierer svært mye i pris. Kostnadene forbundet med CO<sub>2</sub>-håndtering vil også variere betydelig avhengig av hvilke slike forutsetninger som legges til grunn i beregningen av kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret, samt i hvilken sektor og land anlegget bygges ut i. Utgangspunktet for denne analysen er avanserte fullskala CO<sub>2</sub>-håndteringskjeder. I en rapport fra IEA om CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi i industrisektoren (2019) oppgis det at kostnaden forbundet med fangstleddet av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden vil variere mellom 15 og 120 USD per tonn CO<sub>2</sub>. GCCSI viser også til liknende tall i sin 2019-rapport. Ved slik tall vil transport- og lagerkostnaden komme i tillegg. Dette viser at CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi omfatter mange ulike teknologier og prosesser med ulikt kostnadsnivå.

På bakgrunn av dette er det i estimeringen av læringseffektene lagt til grunn to ulike nivåer for kostnad per tonn CO<sub>2</sub> avhengig av scenario. Det er fordi det vurderes slik at sannsynligheten for at de dyreste CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologiene utvikles og realiseres i «dagens europeiske klimapolitikk» er begrensede. Det er imidlertid mer sannsynlig gitt en klimapolitisk utvikling i tråd med «Parisavtalen».

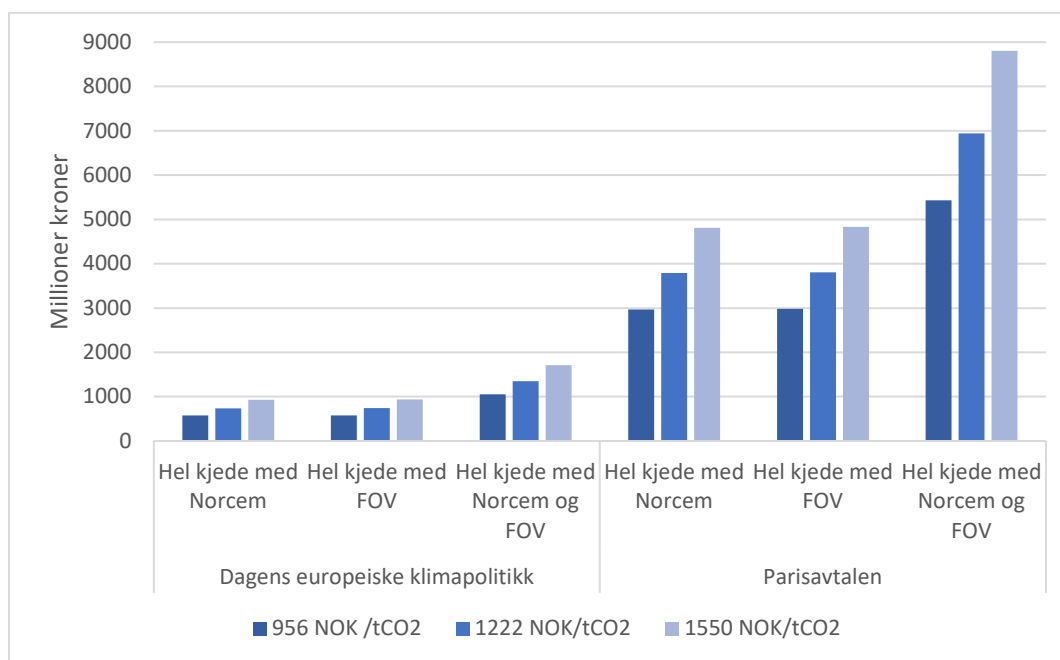
I tråd med en slik begrunnelse er det i «dagens europeiske klimapolitikk» lagt til grunn en kostnad per tonn CO<sub>2</sub> fanget og lagret på 1222 kroner (justert til 2020 kroner). I DNV GLs kostnadsreduksjonsanalyse representerer dette kostnadsnivået en fullt ut optimalisert CO<sub>2</sub>-håndteringskjede fra fangst, gjennom rørtransport til store lagersystemer. En noe høyere kostnad per tonn CO<sub>2</sub> lagret på 1550 kroner, representerer et noe mindre optimalisert fullskala anlegg med et gjennomsnitt av fangstkostnadene ved Norcem og Fortum Oslo Varme, et optimalisert skipstransportsystem samt et fullt utnyttet CO<sub>2</sub>-lager med kapasitet på 5 millioner tonn per år. Dette kostnadsnivået ligger nærmere flere av CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjektene som er under planlegging i Europa i dag. I Nederland, Belgia, Irland og USA finnes det potensielle fullskala CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter som ligger på omtrent dette prisnivået, eller noe lavere (DNV GL, 2019). Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering ligger til sammenlikning noe høyere da det blant annet er et demonstrasjonsprosjekt som inkluderer CO<sub>2</sub>-fangst fra prosessindustri. I et ambisiøst klimaregime vil mange slike fangstprosjekter måtte gjennomføres.

Utbyggingsprisen i modellen skal reflektere kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret for CO<sub>2</sub>-håndtering på et globalt nivå. I praksis er det stor variasjon i type CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg, og på grunn av usikkerheten knyttet til hva den mest representative kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret er i verden er i dag, estimeres også læringseffektene ved en kostnad som ligger 25-30 prosent lavere enn de allerede nevnte 1222 kroner per tonn CO<sub>2</sub>. En kostnad per tonn CO<sub>2</sub> på 1550 kroner blir også beregnet for begge scenarier.

Effekten av de ulike utbyggingsprisene er vist i figur 7.3 under. Tallene viser at læringseffekten vil være større jo høyere investeringsprisen i utgangspunktet er. Imidlertid vil dette også gi en høyere investeringspris i 2030 og 2050 når CO<sub>2</sub>-håndtering burde være en konkurransedyktig teknologi. Hvis investeringsprisen i 2030 og 2050 fortsatt er høyere enn verdien av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp er det lite sannsynlig at en storskala utbygging av CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg og tilhørende læring finne sted.

---

<sup>12</sup> Justert fra 2018 til 2020-tall



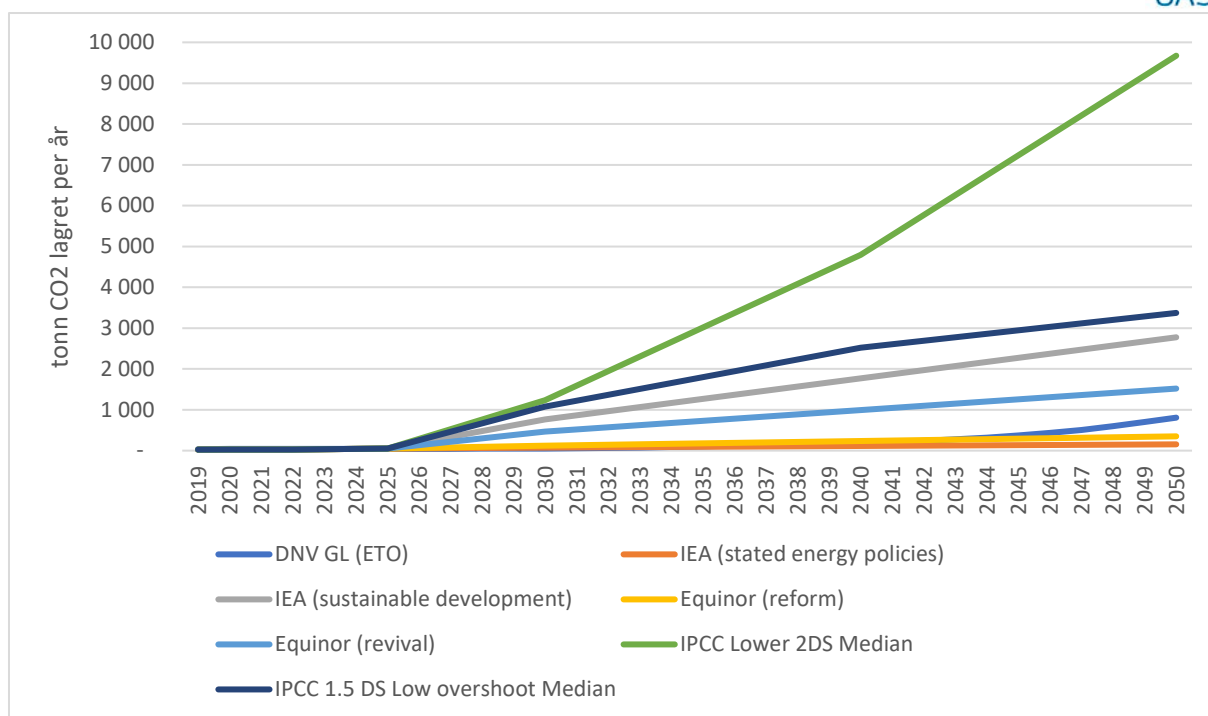
**Figur 7-3 Teknologiske læringseffekter gitt ulik kostnad per tonn CO<sub>2</sub> lagret prosent høyere og lavere initiell kostnad per tonn CO<sub>2</sub> lagret. Millioner kroner**

## Utbyggingsbaner

De to alternative investeringsbanene valgt i estimeringen av læringseffekter knyttes til de to scenariene i den samfunnsøkonomiske analysen. I «dagens europeiske klimapolitikk» legges utbyggingsbanen for CO<sub>2</sub>-håndtering fra IEAs «Stated Policies Scenario» til grunn. I tråd med beskrivelsen for «dagens europeiske klimapolitikk» legger «Stated policies»-scenarioet til grunn en fremtidig utvikling i energimarkedene som ikke er vesentlig endret fra i dag. Utviklingen i energimarkedene og CO<sub>2</sub>-utslipp følger de politiske målene og virkemidlene som er vedtatt, men at videre utvikling utover dette vil være teknologi- og markedsdrevet. Parisavtalens mål vil ikke nås i dette scenariet.

I «Parisavtalen» benyttes utbyggingsbanen fra IEAs «Sustainable Development Scenario». IEAs scenario legger i likhet med «Parisavtalen» til grunn at målet om å begrense temperaturøkningen til godt under 2 grader vil nås. For å få til dette må det bygges ut svært mye mer CO<sub>2</sub>-håndtering enn i «Dagens europeiske klimapolitikk». I «dagens europeiske klimapolitikk» vil det i 2050 være 154 millioner tonn CO<sub>2</sub> som blir fanget og lagret hvert år, mens det i «Parisavtalen» vil være hele 2776 millioner tonn per år, se figur 7.4

Tallene i IEAs «Sustainable Development Scenario» er basert på en kvalitativ vurdering av høyest mulig utvikling i CO<sub>2</sub>-håndtering fremover, men er ikke like offensiv i antall CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg som for eksempel IPCCs 2-gradersscenarier. Det kommer av at IPCC-scenariene forsøker å estimere det som er nødvendig heller enn det som nødvendigvis er realistisk. Hva som er nødvendig vil avhenge av hva slags annen klimapolitikk som føres i scenariene. Som illustrert i figuren ligger IPCCs 1.5-gradersscenario lavere enn 2-gradersscenarioet, fordi det er andre forutsetninger om klimapolitiske virkemidler. Valget av de to utbyggingsbanene fra IEA kan dermed vise ytterpunktene av hva som er et realistisk utbyggingsnivå av CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg.



**Figur 7-4 Ulike estimerte utbyggingsbaner for CO<sub>2</sub>-håndtering. Tonn CO<sub>2</sub> lagret per år.**

Kilder: DNV GL, IEA, Equinor, IPCC

Læringseffektene forbundet med de to valgte utbyggingsbanene vises i tabell 7.5 over. I figur 7.5 kan også utbyggingsbanene sees med lik utbyggingspris på tvers av investeringsalternativer. Tallene viser at læringseffekten varierer betydelig mellom utbyggingsbanene. De totale læringseffektene er imidlertid ikke proporsjonale med antall etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter. Det kommer av at i «dagens europeiske klimapolitikk» der det bygges ut relativt få etterfølgende anlegg, vil demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering bidra relativt mer til utviklingen innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi. I «Sustainable Development» er det så mange andre CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg som også bidrar til læringen at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering ikke har så mye å si for utviklingen og utbyggingen av CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi.

Dette bildet kan gi inntrykk av at det kan være fordelaktig om de etterfølgende CO<sub>2</sub>-håndteringsanlegg begrenses. Dette gir et feilaktig bilde, da den totale læringseffekten fra alle CO<sub>2</sub>-håndteringsanleggene med påfølgende kostnadsreduksjoner vil være mye høyere i «Sustainable Policies» enn i «Stated Policies». Det vil i sin tur redusere kostnadene knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering ytterligere slik at CO<sub>2</sub>-håndtering blir mer konkurransedyktig. Ved en for lav utbyggingstakt og for få etterfølgende prosjekter vil ikke investeringskostnadene bli lave nok til at en storskala utbygging av CO<sub>2</sub>-håndtering vil finne sted.

## 7.2.2 Skalaeffekter

Skalaeffektene i prosjektet er knyttet til at etterfølgende prosjekter kan ha nytte av å få tilgang til overkapasiteten i infrastrukturen, og stordriftsfordelene som oppstår gjennom prosjektet. Disse stordriftsfordelene kan oppstå både på investerings- og driftsstadiet, og gjør at transport- og lagerkostnaden for etterfølgende CO<sub>2</sub>-fangstprosjekter blir lavere.

Estimeringen av skalaeffektene ved utnyttelse av 1,5 og 5 millioner tonn transport- og lagringskapasitet i året baserer seg på verdien av komponentene og ressursene i investeringsalternativene 1-3 som er overdimensjonerte og ikke endres ved en oppskalering av CO<sub>2</sub>-volumet, og som vil komme til nytte ved eventuelle utvidelser. Tallene som er brukt i estimeringen kommer fra DNV GLs rapport om kostnadsreduksjonspotensialet i demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering<sup>13</sup>. Den er basert på kostnadstall fra DG2-rapporten som ble skrevet etter at konseptfasen ble avsluttet. Estimeringene tar utgangspunkt i at både investeringsalternativene 1-3 og de potensielle utvidelsene blir investeringsbesluttet i 2020. I og med at økt utnyttelse og eventuelle utvidelser sannsynligvis vil komme noen år senere, samt at kostnadstallene ikke er helt oppdaterte, vil ikke estimatene av skalaeffektene være helt nøyaktige. De kan likevel gi et godt bilde av størrelsesordenen på skalaeffektene i prosjektet.

Utvidelsene og nyinvesteringene som må til for at Northern Lights skal utvide sin transport- og lagringskapasitet fra om lag 0,4 eller 0,8 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år (mtpa), til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> i året er estimert til å være begrensede. I transportleddet må det investeres i et ekstra skip, noe som også vil føre til økte driftskostnader knyttet til drivstoff, mannskap og liknende. I lagerdelen av kjeden vil driftskostnadene øke noe på grunn av økte energikostnader, men kostnader forbundet med personell, servicekontrakter og liknende antas å ville være de samme. På investeringssiden har DNV GL i sin kostnadsreduksjonsanalyse lagt til grunn at det kreves en ekstra brønn for å håndtere 1,5 mtpa. Det er stor usikkerhet knyttet til nøyaktig hvor stort CO<sub>2</sub>-volum den første brønnen vil kunne ta imot per år, og for å være konservative har DNV GL derfor lagt inn den ekstrakostnaden for dette volumet. Akkurat hvilket volum som vil utløse behov for en ekstra brønn er usikkert, men antas å ligge rundt 1,5 mtpa.

Mesteparten av de initielle komponentene og ressursene knyttet til lageret i investeringsalternativene vil derfor medføre skalaeffekter for etterfølgende tredjepartsvolumer opp til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Den estimerte nåverdien av kostnadene ved å investere og drive transport- og lagring av om lag 0,4 til 0,8 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år er forutsatt å være like, og er anslått til 6,6 milliarder kroner. Tilsvarende nåverdi for transport og lagring av 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> i året er 8 milliarder kroner<sup>14</sup>. I kroneverdi utgjør forskjellen 1,3 milliarder kroner, se figur 7.8.a.

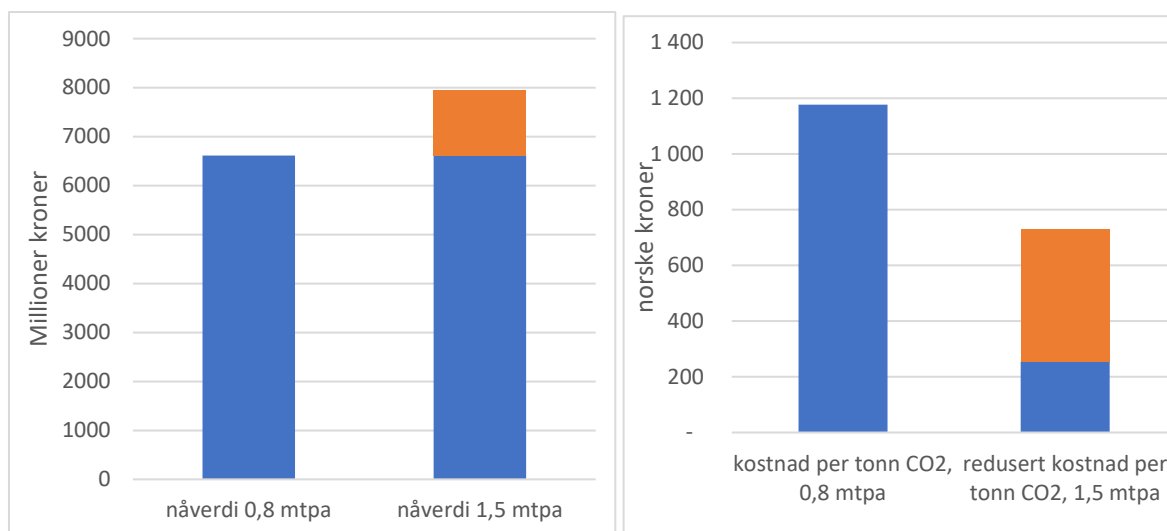
For å estimere verdien på skalaeffektene er først endringen i kostnader definert, før dette deles på endringen i CO<sub>2</sub>-enheter som blir transportert og lagret. Hvis dette tallet deretter trekkes fra kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret relatert til 1,5 mtpa transport og lagring, forteller den nye summen hvor mye lavere transport- og lagringskostnader per tonn de etterfølgende prosjektene vil få som følge av at det allerede er bygd ut tilgjengelig overkapasitet. Figur 7-8 illustrerer estimeringen av dette. Det oransje området i a) viser den begrensede merkostnaden ved å øke transport- og lagringskapasiteten til 1,5 mtpa. For de etterfølgende prosjektene vil det medføre en reduksjon i kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret tilsvarende det oransje området i b), noe som gir en ny og lavere kostnad tilsvarende det resterende blå.

---

<sup>13</sup> Rapporten er basert på DG2-tall fra 2018, noe som medfører at kostnadstallene senere har blitt oppdaterte og valuta- og inflasjonsjustert. Noen av investeringene i DG2-tallene vil også allerede være gjennomført i 2020.

<sup>14</sup> Beregningene er gjort med 25 års levetid for anlegget, samt 8 prosent diskonteringsrente da det sees i et investorperspektiv.





**Figur 7-8 Illustrasjon av verdien av overkapasitet i transport og lagerinfrastruktur for etterfølgende tredjepartsvolumer**

Figurforklaring: Felt a) til venstre viser forskjellen i kostnadene mellom en situasjon med 0,8 og 1,5 mtpa transport og lagringskapasitet. Felt b) til høyre viser hvor mye kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> lagret endres for etterfølgende volumer av at det er investert i overkapasitet ved 0,8 mtpa.

Hvis dette oransjefargede området i b) multipliseres med den totale CO<sub>2</sub>-kapasiteten som tjener på den overdimensjonerte transport- og lagerinfrastrukturen vil dette gi den totale verdien av skalaeffektene. Skalaeffektene for en utnyttelse av en kapasitet på 1,5 mtpa er estimerte til å utgjøre 2,5- 4,6 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ, se tabell 7.6

Hvis transport- og lagringskapasiteten utvides videre til 5 millioner tonn per år, endres regnestykket en god del. Noe av investeringene og driftskostnadene vil dekkes av Northern Lights' opprinnelige planer for lagerkapasitet, men det vil bli behov for betydelige tilleggsinvesteringer og en økning i driftskostnader. De eneste kostnadene som er dekket i sin helhet i investeringsalternativene 1-3 er knyttet til rørledningene som går fra mellomlageret ned til undervannsinstallasjonen der CO<sub>2</sub>en blir injisert i brønnen. Merkestøtten i nåverdi knyttet til å øke transport- og lagringskapasiteten til 5 mtpa fra kapasiteten i investeringsalternativene 1-3, utgjør 11,8 milliarder kroner. Ved en slik utvidelse vil imidlertid etterfølgende aktører fortsatt spare en god del på at investeringer allerede er gjennomført. Den estimerte verdien av dette er 3,8 til 5,2 milliarder kroner avhengig av investeringsalternativ, se tabell 7.6.

**Tabell 7-6 Estimerte skalaeffekter gitt utvidelse av lagerkapasitet. Millioner kroner**

	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Utvidelse av lagringskapasitet til 1,5 mtpa</b>	4 612	4 506	2509
<b>Utvidelse av lagringskapasitet til 5 mtpa</b>	5 235	5 162	3 774

De estimerte skalaeffektene over vil være de samme uavhengig av scenario. De vil imidlertid bare ha en verdi hvis økningen i lagringsvolumet i Northern Lights faktisk realiseres. Sannsynligheten for at

utvidelse av lagringsvolumet til 1,5 mtpa er større enn til 5 mtpa. Videre er det mer sannsynlig at begge utvidelsesalternativene vil finne sted i «Parisavtalen» enn i «Gjeldende internasjonal klimapolikk».

På bakgrunn av disse vurderingene er verdien av skalaeffektene vist som et opsjonsalternativ for de ulike investeringsalternativene i kapittel 9 der den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden og nytten er presentert. Det innebærer at skalaeffekten kan regnes med i den samfunnsøkonomiske verdien av prosjektet hvis man legger til grunn at økningen i lagringsvolumet vil finne sted.

### 7.3 Næringsutvikling

KS1 la til grunn at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan realisere potensielle gevinster knyttet til utnyttelse av opparbeidet kompetanse innen CO<sub>2</sub>-håndtering, etablering av en CO<sub>2</sub>-håndteringsnæring i Norge samt at prosjektet kan øke verdien av norsk gass.

I KS1s vurdering av potensiale for økt verdi av norsk gass, ble ikke hydrogenproduksjon fra naturgass med CO<sub>2</sub>-håndtering diskutert. Dette er et viktig element som denne analysen inkluderer da dette i større grad diskusjonen rundt prosjektet nå. I tillegg til de potensielle kildene til næringsutvikling som ble vurdert i KS1, har ny informasjon fra industriaktørene om nye muligheter for næringsutvikling blitt rapportert. De handler om videre utnyttelse av Norges geologiske ressurser, kompetansebygging og utviklingen av en leverandørindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering og innovasjon og videre anvendelse av CO<sub>2</sub>-håndtering. De er også blitt inkludert i denne analysen.

Basert på denne informasjonen vil de potensielle nytteeffektene innenfor næringsutvikling spesifiseres nærmere sammenliknet med KS1.

KS2, del 1 sier at «*Næringsutvikling et krevende tema i samfunnsøkonomisk analyse (...) Det er derfor ikke tilstrekkelig i seg selv at det skapes et potensial for ny næringsvirksomhet i Norge. Denne virksomheten må også være mer lønnsom enn alternativene dersom utviklingen skal medføre økt samfunnsnytte*». Dette kapitlet har derfor i stor grad unngått å vurdere mulighet for ny sysselsetting. Dette diskuteres i tilleggsvurderingen kapittel 11.2.

I dette kapitlet har vi derfor forsøkt å gi en vurdering av hvilke næringsutviklingsmuligheter prosjektet legger til rette for i bransjer vi har fortrinn i. Disse bransjene kan bli utfordret i fremtiden avhengig av om utviklingen i klima- og energipolitikken ligger nærmest «dagens europeiske klimapolitikk» eller «Parisavtalen».

#### 7.3.1 Næringsutvikling i Norge

I KS1 ble det skrevet følgende om nyttevirkingene forbundet med næringsutvikling i Norge:

«Effekten antas å være todelt:

- *Et demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan bidra til at Norge holder på kompetanse som er opparbeidet gjennom forskning og testing på Mongstad og CLIMIT*
- *Demonstrasjon kan bidra til å etablere en ny næring innen CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge*

*Den første effekten er kortsiktig, mens den andre effekten vil gjøre seg gjeldende på lang sikt. Norge har i dag kompetanse innen både fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Ressursene som er lagt ned i*

*forskning og testing på Mongstad og i CLIMIT er betydelige, og kan tilsa at Norge har et fortrinn innen fangstteknologi. Samtidig vil utenlandske aktører kunne ta opp konkurransen på fangstområdet. På områdene transport og lagring har Norge mer naturlige fortrinn. Skipstransport og offshore er allerede store næringer i Norge og man vil kunne utnytte fordelene av å være tidlig ute på et nytt område som CO<sub>2</sub>-håndtering. Dersom CO<sub>2</sub>-håndtering bygges ut i stor skala i verden på sikt, og det blir en etterspørsel etter lagerkapasitet i Nord-Europa, kan mottak av CO<sub>2</sub> for lagring på norsk sokkel tenkes å bli en ny næring i Norge».*

Utover dette vil særlig punktet om etablering av en ny CO<sub>2</sub>-håndteringsnæring i Norge bli nærmere vurdert i denne rapporten. Vurderingen er basert på industriaktørens rapportering om næringsutvikling knyttet til virksomhetene deres. I analysen er denne effekten delt opp i følgende ikke-prissatte effekter; «Videre utnyttelse av Norges geologiske ressurser», «Innovasjon knyttet til videre anvendelse av CO<sub>2</sub>-håndtering», samt kompetansebygging og utvikling av leverandørindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering».

### **Videre utnyttelse av Norges geologiske ressurser**

Norge har betydelig geologiske ressurser velegnet til lagring av CO<sub>2</sub>. Lagringspotensialet for CO<sub>2</sub> er ikke jevnt distribuert og mens Norge har en betydelig andel av Europas lagringskapasitet har andre land ingen mulighet for lagring av sine CO<sub>2</sub>-utslipp<sup>15</sup>.

Northern Lights prosjektet kan medføre muligheter for videre næringsutvikling knyttet til en oppskalering av lagringsvolumet. Slik kan Norges geologiske ressurser og kompetansebasen Norge har opparbeidet seg i forbindelse med demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering og i olje- og gassvirksomheten generelt, utnyttes på nye måter. Videre vil prosjektet kunne legge til rette for at det kan gjennomføres prosjekter for økt oljeutvinning gjennom CO<sub>2</sub>-injeksjoner i olje- og gassbrønner (EOR).

Lagring av CO<sub>2</sub> og utnyttelse av Norges geologiske ressurser kan derfor utgjøre en ny næring i Norge i tråd med fremtidige klimaforpliktelser i Parisavtalen. Den ikke-prissatte verdien av videre utnyttelse av Norges geologiske ressurser vurderes derfor å ha middels betydning for samfunnet. Verdien vil imidlertid være ulik for de to scenariene, og vurderes til å være lite positivt (++) i «dagens europeiske klimapolitikk, og stort positivt (++++) i «Parisavtalen». Da verdien først og fremst er knyttet til lagerdelen av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden vurderes effekten å være lik i alle tre investeringsalternativer.

---

<sup>15</sup> Norge har 25-30% av Europas lagringskapasitet i dype saline akviferer, EU GeoCapacity research project (2006-2009). Se tabell 4:

<http://www.geology.cz/geocapacity/publications/D42%20GeoCapacity%20Final%20Report-red.pdf>

**Tabell 7-7 Ikke-prissatt verdi av videre utnyttelse av Norges geologiske ressurser**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Utnyttelse av Norges geologiske ressurser</b>	++	++	++	++++	++++	++++
<b>Begrunnelse</b>	Utnyttelse av Norges geologiske ressurser kan bli en ny næring i Norge og bidra til at klimamålene kan nås. Verdien vil derfor være større jo strengere klimapolitikken er. Siden effekten er knyttet til lageret er alle alternativer vurdert likt.					

### Innovasjon og videre anvendelse av CO<sub>2</sub>-håndtering

Dersom prosjektet blir gjennomført vil det legge til rette for videre innovasjon knyttet til anvendelse av CO<sub>2</sub>-håndtering. Prosjektet gir en plattform for videre innovasjon knyttet til forretningsmodeller, teknologi og reguleringer, og dermed over tid legge grunnlag for blant annet produksjon av produkter med lavt eller negativt CO<sub>2</sub>-fotavtrykk.

Gjennom arbeidet Northern Lights har gjort for å identifisere interessenter til å utnytte transport og lagerdelen av prosjektet er aktører (se kapittel 2.4.3) innenfor en rekke bransjer identifisert. Det gjelder blant annet, biodrivstoff, fjernvarme, sement, metallurgisk industri, hydrogen eller annen industriell virksomhet. Muligheten tilgangen til transport og lagerinfrastrukturen gir danner et grunnlag for deres videre arbeid med tekniske, kommersielle og regulatoriske løsninger for sine potensielle prosjekter. Rundt Northern Lights' landanlegg er det industrielle aktører som ser på muligheter for å anlegge ny næringsvirksomhet, med bakgrunn i mulighet for å få enkel tilgang på CO<sub>2</sub>-lagringstjenesten fra Northern Lights. CO<sub>2</sub>-fangst fra drift av oljeplattformer vil og være en mulighet.

I veikart for prosessindustrien (Norsk Industri, 2016) pekes det også på rollen CO<sub>2</sub>-håndtering og hydrogen kan ha for at prosessindustrien kan bidra til at Norge når sine klimamål og bidra til økt verdiskapning frem mot 2050. Dette jobbes det videre med i Prosess 21, som er et forum etablert for å styrke samhandlingen mellom kompetansemiljøene i og rundt prosessindustrien og de ulike offentlige virkemiddelaktørene<sup>16</sup>. Ytterligere industriell satsning på CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge vil basere seg på at transport og lagringsløsninger for CO<sub>2</sub> etableres og at blant annet regulatoriske forhold avklares.

I sine DG3-rapporter har både Fortum Oslo Varme og Norcem begynt å vurdere hvordan CO<sub>2</sub>-fangst vil påvirke deres sluttprodukter og kundesegmenter. I Norge har også demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering gitt en bredere debatt om forretningsmodeller knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering.

I Sverige, Nederland og UK jobbes det også med å utvikle forretningsmodeller for CO<sub>2</sub>-håndtering basert på deres potensielle fullskalaprojekter. Den svenske CO<sub>2</sub>-håndteringssatsningen er avhengig av et norsk CO<sub>2</sub>-lager, som uttrykt i brev fra den Svenske Energimyndigheten (Energimyndigheten, 2019). Gjennom fangst og lagring av CO<sub>2</sub> kan industriaktørene tilby sine kunder produkter som har et

<sup>16</sup> Se: <https://www.prosess21.no/>

lavt, nøytralt eller negativt CO<sub>2</sub>-fotavtrykk. Nærheten til CO<sub>2</sub>-lagring kan også gjøre Norge mer attraktivt som lokasjon for nyinvesteringer i industri, og slik sett bidra til opprettholdelse og videreutvikling av norske industriell produksjon og verdiskaping.

Verdien av dette antas å ha større betydning jo høyere klimaambisjoner EU og verden har. Gjennom fangst og lagring av CO<sub>2</sub> som et biprodukt av deres produksjonsprosess kan fangstaktørene tilby sine kunder produkter som har et lavt, nøytralt eller negativt CO<sub>2</sub>-fotavtrykk. Nærheten til CO<sub>2</sub>-lagring kan også gjøre Norge mer attraktivt som lokasjon for nyinvesteringer i industri, og slik sett bidra til opprettholdelse og videreutvikling av norske industriell produksjon og verdiskaping.

Den ikke-prissatte verdien av innovasjon og videre anvendelse av CO<sub>2</sub>-håndtering vurderes å ha en liten betydning for samfunnet i «dagens europeiske klimapolitikk» og middels betydning for samfunnet i «Parisavtalen». I alternativ 1 og 2 vurderes effekten å ha et lite positivt omfang både i «dagens europeiske klimapolitikk» (+) og i «Parisavtalen» (++) . Da alternativ 3 demonstrerer CO<sub>2</sub>-fangstteknologi i flere sektorer, vil dette alternativet gi en litt høyere verdi i begge scenarier, se tabell 7.8

**Tabell 7-8 Ikke-prissatt verdi av innovasjon og videre anvendelse av CO<sub>2</sub>-håndtering**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Innovasjon og anvendelser av CO<sub>2</sub>-håndtering</b>	+	+	++	++	++	+++
<b>Begrunnelse</b>	CO <sub>2</sub> -håndtering gir et grunnlag for videre innovasjon knyttet til produksjon av produkter med lavt eller negativt CO <sub>2</sub> -fotavtrykk. Verdien vurderes litt høyere i «Parisavtalen» siden etterspørselen etter slike produkter vil være høyere. Inv.alternativ 3 rangeres høyere da den demonstrer fangst i flere bransjer					

### Kompetansebygging og utviklingen av en leverandørindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering

Norge sees i dag på som et foregangsland innen CO<sub>2</sub>-håndtering, blant annet fordi vi har forsknings- og utviklingsmiljøer, samt konkurransedyktige fangst og lagringsteknologileverandører på ulike modenhetsnivåer. Ser en langs hele CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden har også Norge naturgitte forutsetninger til å utvikle verdensledende leverandører knyttet til skipstransport og CO<sub>2</sub>-lagringstjenester.

Den ikke-prissatte verdien av kompetansebygging og utviklingen av en leverandørindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering, vurderes å ha en liten betydning for samfunnet i «Dagens europeiske klimapolitikk» og middels betydning for samfunnet i «Parisavtalen». I alternativ 1 og 3 vurderes effekten å ha et middels positivt omfang både i «dagens europeiske klimapolitikk» (++) og i «Parisavtalen» (+++) da disse har flere norske leverandører enn alternativ 2. Alternativ 2 vurderes derfor å gi en litt lavere verdi for samfunnet, se tabell 7.9

**Tabell 7-9 Ikke-prissatt verdi av kompetansebygging og utvikling av en leverandørindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Kompetansebygging og leverandørindustri for CO<sub>2</sub>-håndtering</b>	++	+	++	+++	++	+++
<b>Begrunnelse</b>	Norge har ledende FoU-miljøer på CO <sub>2</sub> -håndtering som kan utvikles til en leverandørindustri. Verdien av dette vil være størst med strengere klimapolitikk da etterspørselen vil være høyere. Investeringsalternativene 1 og 3 er rangert høyere siden disse har flere norske leverandører.					

### 7.3.2 Økt verdi av norsk gass, inkludert hydrogen-satsning

I vurderingen av nytteeffekten demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan ha verdien av norsk gass la KS1 kun CO<sub>2</sub>-håndtering av utslippene fra gasskraftverk til grunn. KS1s vurdering var at man var usikker på konkurransevnen til gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering i det europeiske kraftmarkedet. Siden 2016 har klimapolitikken blitt strammet inn og det ligger an til ytterligere forpliktelser om innstramning i løpet av 2020 fra blant annet EU.

Som del av diskusjonen om innstramning i EU har den europeiske investeringsbanken (EIB) fattet vedtak om at banken ikke lengre skal finansiere fossile energiprojekter etter 2021 (European Investment Bank, 2019). Equinor viser i denne sammenhengen til viktigheten av å satse på hydrogen produksjon fra naturgass med CO<sub>2</sub>-fangst og lagring.

CO<sub>2</sub>-lagringsløsninger kan bidra til at hydrogen bli en ny bærekraftig energikilde. Hydrogen kan fremstilles både ved hjelp av fornybar energi og elektrolyse, og ved hjelp av naturgass som råstoff. Dersom hydrogenet produseres ved hjelp av konvertering av naturgass kan CO<sub>2</sub>en fra produksjonsprosessen lagres og gi hydrogenet et lavt CO<sub>2</sub>-fotavtrykk.

Hydrogen brukes i store volumer på alle raffinerier for olje og gass, og storskala hydrogenproduksjon fra naturgass er dermed velkjent. Fra denne produksjonen slippes store volumer ren CO<sub>2</sub> rett ut i atmosfæren. Denne industrien kan utvides med CO<sub>2</sub>-fangst til en relativt lav kostnad. For at hydrogen fremstilt fra naturgass eller olje skal utvide sitt bruksområde og bli en viktig energibærer, må strengere utslippskrav og teknologiutvikling føre til at hydrogen blir et konkurransedyktig og etterspurt alternativ sammenliknet med andre energibærere. I såfall kan hydrogenproduksjon med CO<sub>2</sub>-håndtering ha stort potensial i årene fremover.

Gjennom planleggings- og forprosjektperioden for demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering har olje- og gassbransjen fremhevet verdien av prosjektet for en potensiell hydrogensatsing da det vil bidra til å legge vesentlige elementer av nødvendig infrastruktur på plass for en slik satsning.

Videre jobber regjeringen med en ny hydrogenstrategi som skal synliggjøre potensialet for næringsutvikling og utslippsreduksjoner forbundet med hydrogen i Norge. Equinor har gitt innspill til regjeringens hydrogenstrategi og sier blant annet (Equinor, 2019):

*«Storskala hydrogen fra naturgass med fangst og lagring av CO<sub>2</sub> er nøkkelen til å sikre at norsk gass er verdifull for Europa i et dekarbonisert 2050 perspektiv. Europa vil da kunne få en ren energibærer og kunne fortsette å bruke store deler av sin infrastruktur for energi, industri og samfunnsliv også i en fremtid uten utslipp. Strategien må bidra til dette»*

Equinor utdyper videre i innspillet viktigheten fullskala CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering vil ha for videre hydrogensatsning.

Equinors vurdering av viktigheten av fullskala prosjektet utdyper sammenhengen mellom Northern Lights og deres videre hydrogensatsning, se vedlegg 13.5.

Det er usikkerhet knyttet til potensialet for hydrogen i årene fremover selv om det er flere demonstrasjonsprosjekter knyttet til hydrogen med karbonfangst som pågår i dag, Equinor er partner i noen av disse. Ved en storstilt dekarbonisering av europeisk energibruk kan hydrogen fra naturgass være en sentral energikilde i både kraft- og transportsektoren. Sammenhengen mellom CO<sub>2</sub>-håndtering og økt verdi av norsk gass og hydrogen vurderes derfor til å ha liten til middels stor betydning for samfunnet avhengig av scenario. Omfanget av effekten er vurdert til å være stort positivt (++++) for alle investeringsalternativene i «Parisavtalen», mens for scenariet «dagens europeiske klimapolitikk» vurderes omfanget til å være lite (+).

**Tabell 7-10 Ikke-prissatt verdi forbundet med økt verdi av norsk gass**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Økt verdi av norsk gass</b>	+	+	+	++++	++++	++++
<b>Begrunnelse</b>	Hydrogenproduksjon kan potensielt bli en stor næring for Norge hvis strengere klimapolitikk krever omfattende dekarbonisering av global og europeisk energibruk. Det er stor usikkerhet knyttet til effekten, men den vil sannsynligvis ha høy verdi i «Parisavtalen». Alternativene er rangert likt da det er mest knyttet til transport- og lagerinfrastrukturen.					

## 8 Andre Miljøkonsekvenser

Utover de reduserte CO<sub>2</sub>-utslippene vil bygging og drift av et demonstrasjonsanlegg medføre konsekvenser for omgivelsene som annen industriell virksomhet. Fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub> vil redusere forurensingen fra enkelte kilder og stoffer, samtidig vil bygging og drift av CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden medføre nye kilder til forurensning og utslipp. Vurderingene i dette kapittelet er basert på de miljømessige vurderingene i konsekvensutredningene som er gjennomført for fangstprosjektene i Brevik og på Klemetsrud, og på naturgassparken i Øygarden. Videre er vurderingen som gis her basert på Gassnovas innsikt i prosjektene per i dag. Regulerende myndighet vil gjøre sine vurderinger basert på informasjon fra prosjektene. Gassnovas vurdering kan derfor ikke sees på som myndighetenes endelige vurdering av miljøkonsekvensene av prosjektet.

På Norcem vil utslipp av kvikksølv, støv, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> til luft reduseres, samtidig som CO<sub>2</sub>-fangst med amin-teknologi gir nye utslipp. På grunn av de strenge utslippskravene og tilhørende renseteknologi som FOV har allerede i dag, er ikke potensialet for utslippsreduksjoner så tydelige som hos Norcem.

Norcem vil få utslipp til vann de ikke har i dag. Utslipptet vil bli renset, blandet med brukt kjølevann og sluppet på dypt vann i fjorden utenfor anlegget. Dette antas å gi ubetydelig konsekvens for miljøforholdene i fjorden.

FOV har ikke sjøvann tilgjengelig for kjøling og vil benytte luftkjølere. Dette vil bidra til økt eksternstøy. Begge fangstanlegg har utfordringer med støy allerede i dagens situasjon men begge vil derfor gjøre tiltak i eksisterende anlegg, i tillegg til å sette strenge krav til støy fra det nye utstyret som skal installeres. Det forventes at det fra begge fangstanlegg ikke vil bli mer ekstern støyforurensning enn det som er tilfellet i dagens situasjon.

Andre miljørelaterte effekter av en fangst-, transport- og lagerkjede vil være avfallsproduksjon, fysiske inngrep i naturen, visuelle endringer, økt trafikk på vei og sjø, farer ved uhellsutslipp av CO<sub>2</sub> og kjemikalier. Det er særlig etablering av fangstanlegg som vil gi konsekvenser for miljøet. Transport og lagring vil til en viss grad medføre miljøkonsekvenser gjennom økt transport til havs. Etablering av kaianlegg og undervannsrør til injeksjonsbrønnen vil medføre direkte inngrep i naturen.

Som i KS1 vurderes miljøinngrep å ha liten betydning for samfunnet siden det bare er snakk om de direkte miljøeffektene ved å bygge og drifte CO<sub>2</sub>-håndteringskjeden. I investeringsalternativ 3 med to fangstanlegg er omfanget vurdert som middels negativ (--), mens det for alternativene med ett fangstanlegg er vurdert til lite negativ (-), se tabell 8.1 under. De ikke-prissatte effektene av miljøinngrepene vil være like i begge scenarier.

**Tabell 8-1 Ikke-prissatt verdi av miljøkonsekvenser**

Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen			
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Miljøkonsekvenser</b>	-	-	--	-	-	--
<b>Begrunnelse</b>	Prosjektet vil gi små ekstra utslipp til luft og vann, samt marginale endringer med hensyn på støy, trafikk og visuelle endringer. Effektene vil være størst med to fangstanlegg.					



## 9 Samlet samfunnsøkonomisk kostnad og nytte

Den samlede samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvurderingen oppsummerer både de prissatte og de ikke-prissatte effektene av prosjektet.

### 9.1 Prissatte effekter og verdier

For scenarioet «dagens europeiske klimapolitikk» er den samlede estimerte prissatte samfunnsøkonomiske verdien av de ulike investeringsalternativene vist i tabellen under. Den prissatte samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene 1-3 er alle negative og estimert til å ha en negativ verdi til mellom 10,3 og 7 milliarder kroner hvis den overdimensjonerte lagringskapasiteten ikke blir utnyttet av tredjepartsaktører. Dersom denne utnyttes vil den netto prissatte effekten bedres til mellom 5,7 og 2,4 milliarder negativ nytte for de ulike investeringsalternativene.

Tabellen viser at selv om kostnadssiden er høyest for alternativ 2 og 3, er det disse investeringsalternativene som har høyeste samfunnsøkonomisk prissatt nytte. Det kommer av at verdien av utslippsreduksjonene i ikke-kvotepliktig sektor mer enn veier opp for størrelsen på prosjektkostnadene i dette scenariet. For alternativ 3, hel kjede med Norcem og Fortum Oslo varme, vil også de nesten dobbelt så store anslåtte verdiene av de teknologiske læringseffektene redusere den negative samfunnsøkonomiske verdien.

Dersom det legges til grunn at overkapasiteten i Northern Lights' transport- og lagerinfrastruktur blir utnyttet eller videre utbygd, vil skalaeffektene og overkapasiteten i de opprinnelige utbyggingsplanene medføre at den prissatte samfunnsøkonomiske verdien av prosjektet øker. Den prissatte samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene vil imidlertid fortsatt være negative. Skalaeffektene for etterfølgende aktører som oppstår ved at transport- og lagerinfrastrukturen benyttes til å ta imot 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år vil være verdt mellom 2,5 og 4,6 milliarder kroner i nåverdi. Hvis transport- og lagerkapasiteten utvides til å håndtere 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> i året, vil skalaeffekten for etterfølgende aktører være verdt mellom 3,8 og 5,2 milliarder kroner i nåverdi.

**Tabell 9.1 Prissatt samfunnsøkonomisk verdi av investeringsalternativene 1-3 i «dagens europeiske klimapolitikk». Millioner, 2020 kroner**

	<b>Inv.alternativ 1</b>	<b>Inv.alternativ 2</b>	<b>Inv.alternativ 3</b>
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Prosjektkostnader</b>	<b>13 940</b>	<b>16 856</b>	<b>21 369</b>
Investeringskostnad	8 955	10 328	13 229
Drift og vedlikehold	4 985	6 528	8 140
<b>Skattefinansieringskostnad</b>	<b>1 969</b>	<b>2 413</b>	<b>2 978</b>
<b>Verdi av utslippsreduksjoner</b>	<b>4 906</b>	<b>11 030</b>	<b>15 936</b>
<b>Produktivitetsgevinster</b>	<b>737</b>	<b>740</b>	<b>1 349</b>
Læringseffekter	737	740	1 349
<i>skalaeffekt (1,5 mtpa)</i>	4 612	4 506	2 509
<i>skalaeffekt (5 mtpa)</i>	5 235	5 162	3 774
<b>Netto prissatt nytte før skalaeffekter</b>	<b>-10 266</b>	<b>-7 499</b>	<b>-7 062</b>
<b>Netto prissatt nytte med skalaeffekt tilsvarende 1,5 mtpa lagring</b>	<b>-5 653</b>	<b>-2 993</b>	<b>-4 553</b>
<b>Netto prissatt nytte med skalaeffekt tilsvarende 5 mtpa lagring</b>	<b>-5 030</b>	<b>-2 337</b>	<b>-3 288</b>

Tabell 9.2 viser de estimerte prissatte verdiene av investeringsalternativene i «Parisavtalen». Her vil også den samlede estimerte prissatte samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene 1 og 2 være negativ hvis overkapasiteten i lageret ikke blir utnyttet. De negative verdien vil imidlertid være betydelige mindre enn i «dagens europeiske klimapolitikk». Det henger sammen med at de estimerte teknologiske læringseffektene er entydig høyere i dette scenariet. For investeringsalternativ 2 er verdien av utslippsreduksjonene lavere i dette scenariet enn i «dagens europeiske klimapolitikk». Det kommer av at verdien av de unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene er høyere i starten av prosjektets levetid i «dagens europeiske klimapolitikk», mens verdien vil være høyere «Parisavtalen» utover i levetiden.

Investeringsalternativet «Hel kjede med Norcem og Fortum Oslo Varme» vil ha en positiv prissatt samfunnsøkonomisk nåverdi på om lag 3,6 milliarder kroner i dette scenariet. Det kommer av at både verdien av utslippsreduksjonene og de teknologiske læringseffektene er mye høyere her enn i «dagens europeiske klimapolitikk».

Videre ser man igjen at om overkapasiteten i Northern Lights' transport- og lagerinfrastruktur blir utnyttet eller videre utbygd, vil skalaeffektene medføre at den prissatte samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene øker, og til dels får positiv prissatt verdi.

Gitt en utnyttelse av lagerinfrastrukturen på 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år, vil den samfunnsøkonomiske prissatte verdien av investeringsalternativene 1 og 3 være positive og skape en estimert merverdi for samfunnet på 2,9 til 6,1 milliarder kroner sammenliknet med nullalternativet. Investeringsalternativ «Hel kjede med Fortum Oslo Varme» vil fortsatt være marginalt negativ. Ved en utvidelse av transport- og lagerkapasiteten til 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> transportert og lagret per år vil

alle de tre investeringsalternativene ha en positiv prissatt verdi på mellom 560 millioner og 7,4 milliarder kroner.

**Tabell 9-2 Prissatt samfunnsøkonomisk verdi av investeringsalternativene 1-3 i «Parisavtalen». Millioner, 2020 kroner**

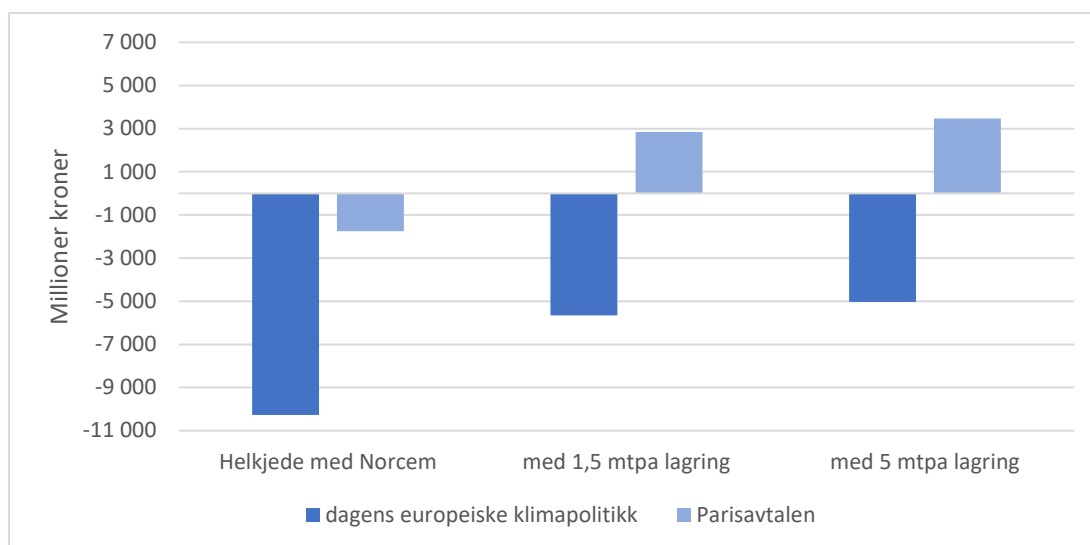
	<b>Inv.alternativ 1</b>	<b>Inv.alternativ 2</b>	<b>Inv.alternativ 3</b>
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
<b>Prosjektkostnader</b>	<b>13 940</b>	<b>16 856</b>	<b>21 369</b>
Investeringskostnad	8 955	10 328	13 229
Drift og vedlikehold	4 985	6 528	8 140
<b>Skattefinansieringskostnad</b>	<b>1 969</b>	<b>2 413</b>	<b>2 978</b>
<b>Verdi av utslippsreduksjoner</b>	<b>9 341</b>	<b>9 837</b>	<b>19 178</b>
<b>Produktivitetsgevinster</b>	<b>4 808</b>	<b>4 831</b>	<b>8 803</b>
Læringseffekt	4 808	4 831	8 803
<i>skalaeffekt (1,5 mtpa)</i>	4 612	4 506	2 509
<i>skalaeffekt (5 mtpa)</i>	5 235	5 162	3 774
<b>Netto prissatt nytte før skalaeffekter</b>	<b>-1 759</b>	<b>-4 601</b>	<b>3 634</b>
<b>Netto prissatt nytte med skalaeffekt tilsvarende 1,5 mtpa lagring</b>	<b>2 853</b>	<b>-95</b>	<b>6 142</b>
<b>Netto prissatt nytte med skalaeffekt tilsvarende 5 mtpa lagring</b>	<b>3 476</b>	<b>560</b>	<b>7 408</b>

### 9.1.1 Nærmere om investeringsalternativene

Figur 9.1 til 9.3 gir en nærmere sammenlikning av investeringsalternativene på tvers av scenario og CO<sub>2</sub>-lagringskapasitet.

Figur 9.1 viser den estimerte prissatte samfunnsøkonomiske verdien for ulike scenarier og CO<sub>2</sub>-lagringskapasitet for investeringsalternativ 1, «Hel kjede med Norcem». I dette investeringsalternativet vil den prissatte verdien av prosjektet være klart negativ i begge scenarier uten økt kapasitetsutnyttelse i transport- og lagerinfrastrukturen.

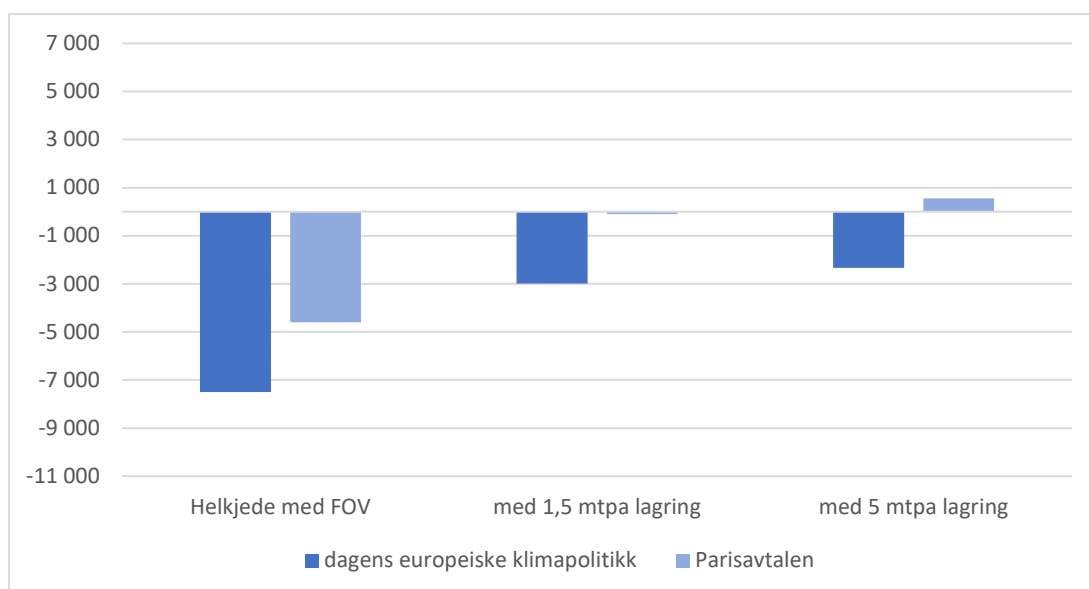
Ved økt utnyttelse av transport- og lagerkapasitet vil den negative verdien reduseres i «dagens europeiske klimapolitikk» og medføre en positiv prissatt verdi hvis den økte utnyttelsen eller utvidelsen skjer i «Parisavtalen». Det betyr at ved en sammenlikning på tvers av scenarier vil en endring i forutsetningene i retning «Parisavtalen» fra «Dagens europeiske klimapolitikk» snu lønnsomhetsbildet i prosjektet hvis det legges til grunn at transport- og lagerinfrastrukturen utnyttes og/eller utvides utover det initielle volumet fra Norcem Brevik.



**Figur 9-1 Samfunnsøkonomisk prissatt verdi av "Hel kjede med Norcem", gitt kapasitetsutnyttelse og scenario. Millioner, 2020-kroner**

En tilsvarende figur for investeringsalternativ 2, «Hel kjede med Fortum Oslo Varme», vises i figur 9.2. Dette investeringsalternativet vil også gi en negativ samfunnsøkonomisk prissatt effekt uten økt utnyttelse av transport- og lagerinfrastrukturen på mellom 7,5 og 4,6 milliarder kroner i de to scenariene. Hvis transport- og lagerkapasiteten som blir utnyttet øker til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år, vil prosjektet fortsatt ha en negativ verdi selv om den er betydelig lavere enn uten økt utnyttelse. Hvis transport- og lagringskapasiteten utvides til 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år vil verdien være marginalt positiv i «Parisavtalen», men fortsatt negativ i «dagens europeiske klimapolitikk».

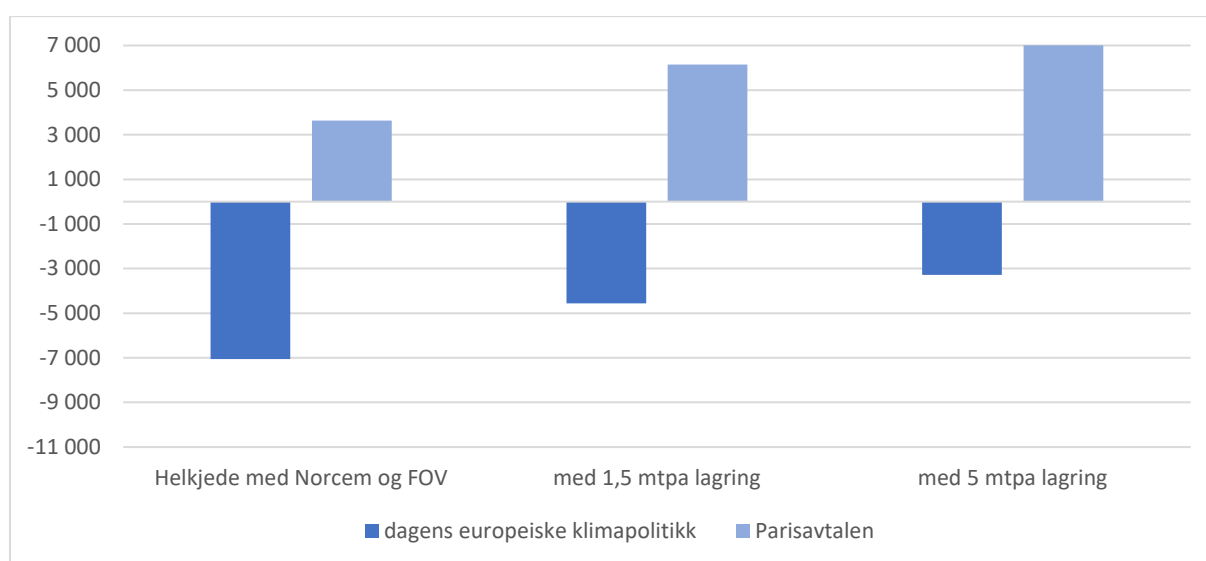
En endring av forutsetningene i retning «Parisavtalen» fra «dagens europeiske klimapolitikk» vil dermed redusere det prissatte samfunnsøkonomiske underskuddet ved prosjektet betydelig, men bare føre til en marginal positiv prissatt merverdi for samfunnet hvis transport- og lagerkapasiteten utvides til 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år.



**Figur 9-2 Samfunnsøkonomisk prissatt verdi av "Hel kjede med Fortum Oslo Varme", gitt kapasitetsutnyttelse og scenario. Millioner, 2020-kroner**

For investeringsalternativ 3, «Hel kjede med Norcem og Fortum» er resultatene på tvers av scenarier og kapasitetsutnyttelse gitt i figur 9.3. Dette er det eneste investeringsalternativet som vil ha en positiv samfunnsøkonomisk prissatt verdi uten økt utnyttelse eller utvidelse av transport- og lagerkapasiteten med forutsetningene gitt i «Parisavtalen». I «dagens europeiske klimapolitikk» vil investeringsalternativet gi en negativ samfunnsøkonomisk verdi uansett kapasitetsutnyttelse slik som i de andre investeringsalternativene.

En økt utnyttelse eller utvidelse av transport- og lagringskapasiteten vil ha mindre betydning i dette investeringsalternativet siden verdien av skalaeffekten er vil være lavere. Det kommer av at en større del av transport- og lagringsinfrastrukturen utnyttes av fangstprosjektene hos Norcem og Fortum Oslo Varme allerede. Det innebærer at økt kapasitetutnyttelse ikke vil snu regnestykket i noen av scenariene. Uansett utnyttelse vil prosjektet ha en negativ verdi i «dagens europeiske klimapolitikk» og en positiv verdi i «Parisavtalen». En bevegelse i forutsetningene fra «dagens europeiske klimapolitikk» mot «Parisavtalen» kan derfor gjøre ekstra store utslag i dette investeringsalternativet.



**Figur 9-3 Samfunnsøkonomisk prissatt verdi av "Hel kjede med Norcem og Fortum Oslo Varme", gitt kapasitetsutnyttelse og scenario. Millioner, 2020-kroner**

## 9.2 Ikke-prissatte effekter og verdier

Verdien av de ikke-prissatte effektene må vurderes i tillegg til de prissatte effektene. Tabell 9.3 under viser at det er betydelige positive ikke-prissatte konsekvenser i begge scenarier.

De største ikke-prissatte effektene uansett scenario er knyttet til demonstrasjon av at CO<sub>2</sub>-håndtering er et mulig og trygt klimatiltak, samt prosjektets tilretteleggende effekt. Disse effektene vil være særlig viktige i «dagens europeiske klimapolitikk».

I «Parisavtalen» er det flere store positive ikke-prissatte effekter som kan utløses av en strengere klima- og energipolitikk. Dette gjelder særlig for utnyttelsen av Norges geologiske ressurser og økt verdi av norsk gass.

Hvis de ulike investeringsalternativene sammenliknes vil alternativ 3, «Hel kjede med Norcem og Fortum Oslo Varme» ha noe høyere verdi knyttet til de ikke-prissatte effektene. Det kommer av at

det er forutsatt at flere fangstanlegg vil føre til mer kommersiell læring og innovasjon og anvendelser av CO<sub>2</sub>-håndtering, men miljøkonsekvensene antas også å være større.

**Tabell 9-3 Oversikt over de identifiserte ikke-prissatte effektene og verdiene deres for begge scenarier og alle investeringsalternativer**

	Dagens europeiske klimapolitikk			Parisavtalen		
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
Demonstrere CO <sub>2</sub> -håndtering som mulig og trygt klimatiltak	++++	++++	+++++	++++	++++	+++++
Prosjektets tilretteleggende effect	+++	+++	+++	++	++	++
Regulatorisk læring	++	++	+++	+++	+++	++++
Kommersiell læring	+	+	++	++	++	+++
Utnyttelse av Norges geologiske ressurser	++	++	++	++++	++++	++++
Innovasjon og anvendelser av CO <sub>2</sub> -håndtering	+	+	++	++	++	+++
Kompetansebygging og leverandørindustri for CO <sub>2</sub> -håndtering	++	+	++	+++	++	+++
Økt verdi av norsk gass	+	+	+	++++	++++	++++
Miljøkonsekvenser	-	-	--	-	-	--

### 9.3 Samlet vurdering av investeringsalternativenes samfunnsøkonomiske verdi

Bakgrunnen for den samlede vurderingen av den anslåtte samfunnsøkonomiske verdien av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge har endret seg siden KS1 ble skrevet. Investeringsalternativene har blitt begrenset og hver av de har fått mer nøyaktige anslag for investerings- og driftskostnader. På nyttesiden er det særlig en innstrammet og mer forutsigbar klima- og energipolitikk i EU, samt Parisavtalens ratifisering som gir utslag. Det har gitt et større

momentum for klimatiltak generelt og for CO<sub>2</sub>-håndtering spesielt. Videre ser en at forventninger til CO<sub>2</sub>-priser i både kvotepliktig og ikke kvotepliktig sektor har økt, samt at det er større vilje globalt, og særlig i Europa, til å satse på CO<sub>2</sub>-håndtering som klimatiltak. Størrelsen på nyttesiden i den samfunnsøkonomiske analysen er imidlertid fortsatt usikker, men usikkerheten antas å være i positiv retning fra det som analysen viser for scenariet «dagens europeiske klimapolitikk». Sammen med «Parisavtalen er de to scenariene ment å illustrere et utfallsrom for hvordan klima- og energipolitikken kan utvikle seg fremover, og derigjennom rammevilkårene for CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge, Europa og verden.

Kapittel 9.1 og 9.2 gir en gjennomgang av verdiene knyttet til de prissatte og ikke-prissatte effektene i hvert investeringsalternativ og per scenario. Analysen viser at alle investeringsalternativene vil kan bli samfunnsøkonomisk lønnsomme, men at det avhenger av prissetting av CO<sub>2</sub>-utslipp, antall etterfølgende prosjekter, verdsetting av demonstrasjonseffekten og de øvrige ikke prissatte virkningene.

Gjennomgangen viser at den samfunnsøkonomiske prissatte verdien av investeringsalternativene vil være negativ hvis tredjepartsvolumer ikke øker utnyttelsen av Northern Lights' transport og lagringskapasitet. Det gjelder for alle investeringsalternativer i begge scenarier unntatt for investeringsalternativ 3 i «Parisavtalen», se tabell 9.1 og 9.2. En økt utnyttelse og/eller utvidelse av transport- og lagringskapasiteten vil jevnt over medføre mindre negative prissatte samfunnsøkonomiske virkninger i «dagens europeiske klimapolitikk» og positive prissatte virkninger i «Parisavtalen».

I tillegg er det identifisert betydelige store og små ikke-prissatte effekter knyttet til alle investeringsalternativene. I scenariet «dagens europeiske klimapolitikk» er ingen av investeringsalternativene lønnsomme uten å inkludere de ikke-prissatte effektene. Den prissatte negative nytten er estimert til mellom 5,7 og 3 milliarder kroner gitt en utnyttelse av transport- og lagerinfrastrukturen opp til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. KS1s vurderinger var at den ikke-prissatte verdien av et prosjekt ville gjøre et prosjekt med om lag 2 milliarder kroner negativ prissatt samfunnsøkonomisk verdi lønnsomt, men ikke et prosjekt med 12 milliarder kroner negativ prissatt samfunnsøkonomisk verdi<sup>17</sup>.

For å vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten for alternativene i dette scenariet, vil det være avgjørende hvordan demonstrasjonseffekten og prosjektets tilretteleggende effekt verdsettes. Verdien av den tilretteleggende effekten for etterfølgende prosjekter ble ikke inkludert i KS1. Hvis «Parisavtalen»-scenariet legges til grunn vil verdien av de ikke-prissatte effektene være mindre utslagsgivende. Det vurderes imidlertid slik at de ikke-prissatte effektene vil være størst i «Parisavtalen», spesielt knyttet til næringsmulighetene prosjektet legger til rette for.

Størrelsen på nyttesiden i analysen er dermed i stor grad avhengig av en innstramning i den fremtidige klimapolitikken. I de prissatte effektene henger det sammen med høyere verdier av unngåtte utslipp. Videre vil flere etterfølgende prosjekter gi større verdi av læringseffektene og økt sannsynlighet for at alle skalaeffektene knyttet til Northern Lights' transport- og lagerinfrastruktur blir utnyttet. Blant de ikke-prissatte effektene vil demonstrering av at CO<sub>2</sub>-håndtering kan være et mulig og trygt klimatiltak, og prosjektets tilretteleggende effekt bli påvirket. De ikke-prissatte effektene knyttet til verdien av norsk gass som råstoff til hydrogenproduksjon og Norges geologiske ressurser antas å øke.

---

<sup>17</sup> Begge tallene er avrundet til nærmeste milliard og inflasjonsjustert til 2020 kroner

Kapittel 2.4 gir en grundig gjennomgang av hvorfor sannsynligheten for at andre CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter kommer etter har økt de siste årene, og at investeringer i CO<sub>2</sub>-håndtering vil øke i årene fremover. Basert på tilgjengelig informasjon legges det derfor til grunn at læringseffektene estimert i den samfunnsøkonomiske analysen vil realiseres og at det er sannsynlig at Northern Lights' overdimensjonerte transport- og lagerkapasitet vil bli utnyttet utover det volumet de norske fangstanleggene vil bidra med.

Hvis det som et minimum legges til grunn at skalaeffektene forbundet med transport- og lagring av 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år vil bli utnyttet, kan den samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene ifølge denne analysen være positiv. Ingen av investeringsalternativene vil ha en positiv prissatt samfunnsøkonomisk verdi i «dagens europeiske klimapolitikk», men i «Parisavtalen» vil alternativene «Hel kjede med Norcem» og «Hel kjede med Norcem og Fortum Oslo Varme» ha en positiv prissatt verdi på henholdsvis 2,9 milliarder og 6,1 milliarder kroner. Det siste alternativet «Hel kjede med Fortum Oslo Varme» vil i «Parisavtalen» scenario være marginalt negativt med om lag 100 millioner kroner. Ikke-prissatte effekter kommer i tillegg.

Hvis transport- og lagerkapasiteten utvides til 5 millioner tonn vil bildet i «Parisavtalen» bli enda mer positivt. Imidlertid er det sannsynlig at hvis slike skalaeffekter reelt skal legges til grunn, vil det avhenge av at klimapolitikken strammes inn og at rammevilkår for CO<sub>2</sub>-håndtering forbedres tilsvarende. Dette vil ligne på forutsetningene som finnes i «Parisavtalen». Hvis en legger til grunn en slik utvikling vil det totalt sett gi et mye mer positivt bilde av den samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene og den videre utbredelsen av CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi i Europa og verden.

Spesielt i Europa er det en tydelig trend mot strengere klimamål. De siste utspillene fra EU-kommisjonen, Europaparlamentet og Rådet bekrefter dette. En slik utvikling vil ikke bare ha en positiv effekt på verdien av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp, antallet etterfølgende prosjekter og de ikke-prissatte demonstrasjonseffektene, det vil også ha en vesentlig påvirkning på de ikke-prissatte effektene knyttet til næringsutvikling i Norge. Ved en strengere klima- og energipolitikk må energibruk dekarboniseres og CO<sub>2</sub>-utslipp kuttes. Det vil være udelt positivt for potensialet prosjektet legger til rette for i den videre utnyttelsen av Norges geologiske ressurser, muligheten for hydrogenproduksjon basert på naturgass og utviklingen av en kompetanseindustri rundt CO<sub>2</sub>-håndtering. Dette er illustrert i den samfunnsøkonomiske vurderingen av ikke-prissatte effekter ved at verdien av disse effektene vil være til dels betydelig større i «Parisavtalen» enn i «dagens europeiske klimapolitikk»



## 10 Tiltakskostnad per tonn CO<sub>2</sub> lagret for investeringsalternativene

Basert på samlede investerings- og driftskostnader er kostnadene av investeringsalternativene per tonn CO<sub>2</sub> lagret beregnet. En slik beregning kan brukes til å sammenlikne klimatiltak. Imidlertid er ikke dette prosjektet et rent klimatiltak da det vil ha andre nytteeffekter. Ved en beregning av tiltakskostnad vil ikke disse størrelsene komme med i beregningen.

Størrelsene som blir inkludert ved en beregning av tiltakskostnad per tonn CO<sub>2</sub> er den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden fra basisår til tiltakets slutt samt summen av de totale CO<sub>2</sub>-ekvivalentene som unngås som følge av tiltaket. Merk at kostnader knyttet til virkemiddelbruken slik som administrative kostnader og skattefinansieringskostnader vil holdes utenfor.

Beregningen av tiltakskostnad per tonn CO<sub>2</sub> vil her følge Miljødirektoratets veileder for «Metodikk for tiltaksanalyser» (2019). Den anbefaler at den netto nåverdien av den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden fra basisår til tiltakets slutt divideres på summen av totale CO<sub>2</sub>-ekvivalenter redusert fra basisår til tiltakets slutt, se brøken under.

$$\frac{\text{Netto nåverdi av samlet samfunnsøkonomisk kostnad fra basisår til tiltakets slutt}}{\text{Summen av totale CO}_2\text{ekvivalenter redusert fra basisår til tiltakets slutt}}$$

Det er noe faglig uenighet om summen av de totale CO<sub>2</sub>-ekvivalentene også burde neddiskonteres til en netto nåverdi. Tabell 10.1 under viser derfor tiltakskost per tonn CO<sub>2</sub> både med og uten neddiskontert sum av unngåtte CO<sub>2</sub>-utslipp. De unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene er neddiskontert med samme rente som kostnadssiden

Et annet spørsmål om summen av de unngåtte CO<sub>2</sub>-utslippene er hvilken sum det henvises til i brøken. Siden energi blir brukt og CO<sub>2</sub> slippes ut i prosessen med å fange, transportere og lagre CO<sub>2</sub>, vil det være en forskjell på hvor mye CO<sub>2</sub> som blir lagret og hvor mye CO<sub>2</sub>-utslippene faktisk reduseres. I tillegg kan produksjonen av innsatsfaktorene i investeringsfasen medføre betydelige utslipp. Imidlertid vil deler av disse utslippene allerede bli kompensert for ved at de må betales CO<sub>2</sub>-avgifter. Det vil for eksempel være tilfellet for transportskipene som må betale den innenlandske CO<sub>2</sub>-avgiften på LNG-bruken sin, og tilsvarende for lastebilene som frakter CO<sub>2</sub>en fra Klemetsrudanlegget til Oslo Havn i investeringsalternativ 2. Videre er det også sannsynlig at i den grad innsatsfaktorer er produsert i Europa, vil produsentene være underlagt ETS-systemet.

En annen faktor som kan komplisere bildet ytterligere, er at investeringsalternativene 2 og 3 inkluderer fangst og lagring av biogene utslipp. Hvis disse negative utslippene også regnes med kan det være at de totale CO<sub>2</sub>-utslippene lagret vil være større enn de faktisk reduserte CO<sub>2</sub>-utslippene.

For å holde estimeringen av kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> så enkel som mulig vil det derfor legges til grunn den mengden CO<sub>2</sub> som lagres over investeringsalternativenes levetid. Kostnaden per tonn CO<sub>2</sub> for investeringskostnadene er vist i tabell 10.1 under, og varierer mellom 1094 og 1683 kr per tonn CO<sub>2</sub>.

**Tabell 10.1 Tiltakskost per tonn CO<sub>2</sub> i investeringsalternativene.**

	<b>Inv.alternativ 1</b>	<b>Inv.alternativ 2</b>	<b>Inv.alternativ 3</b>
	Hel kjede med Norcem	Hel kjede med FOV	Hel kjede med Norcem og FOV
Samlet samf.øk kostnad (neddiskontert, millioner kroner)	13 940	16 856	21 369
Samlet CO <sub>2</sub> lagret over levetiden	9,5 Mtonn	10 Mtonn	19,5 Mtonn
Samlet CO <sub>2</sub> lagret over levetiden (neddiskontert)	5 Mtonn	5,5 Mtonn	10,5 Mtonn
<b>Tiltakskostnad per tonn CO<sub>2</sub> (uten nediskontering av CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1 466</b>	<b>1 683</b>	<b>1 094</b>
<b>Tiltakskostnad per tonn CO<sub>2</sub> (med nediskontering av CO<sub>2</sub>)</b>	<b>2 727</b>	<b>3 132</b>	<b>2 036</b>

Tiltakskostnaden for alternativene gitt en utnyttelse av 1,5 og 5 millioner tonn transport og lagring per år er ikke beregnet da det finnes for lite informasjon om fangstkostnadene forbundet med disse alternativene. Imidlertid estimerer DNV GL i sin kostnadsreduksjonsanalyse at tiltakskostnaden for et CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekt med samme fangstkostnader vil falle med om lag 24 prosent ved kun å øke utnyttelsen av lageret fra om lag 800.000 tonn til 5 millioner tonn.

## 11 Tilleggsvurderinger

### 11.1 Fordelingseffekter

Samfunnsøkonomiske analyser skal også redegjøre for eventuelle fordelingseffekter av tiltak som analyseres. Selv om et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt totalt sett kan det innebære at noen grupper kommer dårligere ut på grunn av tiltaket, mens andre får det verre. Målet med å adressere fordelingseffektene ved et tiltak er å tydeliggjøre hvordan nytte- og kostnadseffekter kan påvirke ulike grupper i samfunnet forskjellig.

For dette prosjektet vil fordelingseffekten først og fremst være generasjonsavhengig. Hvis det ikke gjennomføres utslippskutt som gjør at målene i Parisavtalen nås, vil senere generasjoner få økte kostnader knyttet til å redusere utslippene selv og til å tilpasse seg klimaendringene.

Hvis demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering realiseres og medvirker til lavere kostnader for fremtidig CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter kan det medføre at CO<sub>2</sub>-håndtering i større grad tas i bruk og klimaendringene kan begrenses med en mer kostnadseffektiv klimapolitikk.

I KS1 vises det til at Forurensningsloven er bygd opp rundt et prinsipp om at det er forurenser som skal betale. Ifølge en slik tankegang burde de forurensende generasjonene bære kostnadene forbundet med å redusere og motvirke skadevirkningene av forurensningen og ikke forskyve dem verken til andre land eller andre generasjoner.

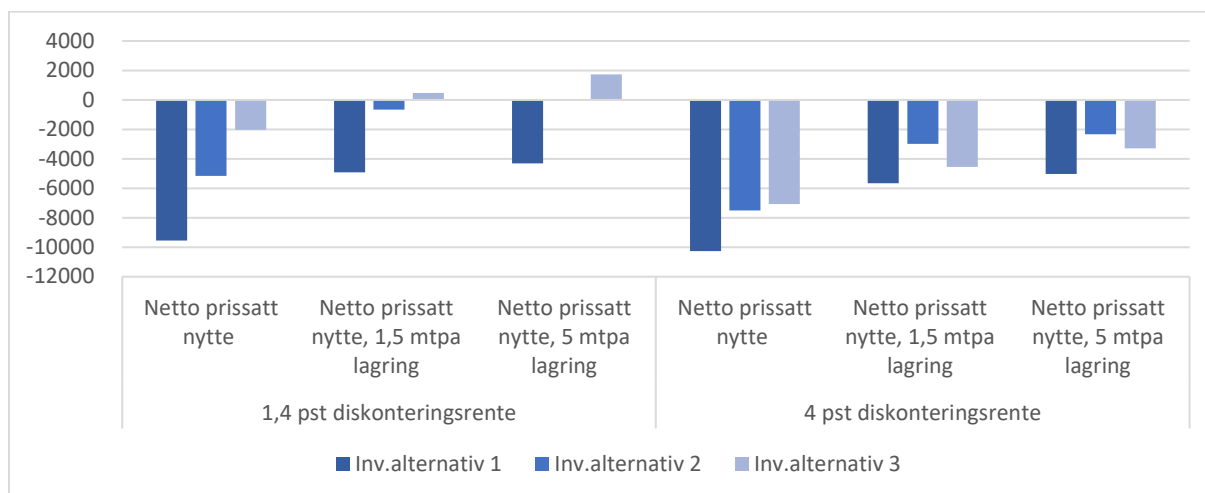
På bakgrunn av dette diskuterte KS1 om det var mulig å synliggjøre fordelingseffekter mellom generasjoner ved å vektlegge fremtidige generasjoners nytte høyere, ved å bruke en lavere diskonteringsrente i den samfunnsøkonomiske analysen. Forholdet mellom fordelingseffekter og diskonteringsrenter er omdiskutert faglig sett i samfunnsøkonomien, og er blant annet diskutert inngående i NOU 2012:16 «Samfunnsøkonomiske analyser». I et mikroøkonomisk perspektiv kan diskontering tolkes som et uttrykk for utålmodighet i konsum. I et mer makroøkonomisk perspektiv burde diskonteringsrenten falle over tid da den risikofrie renten i bunn skal være fallende dersom usikkerheten omkring vekstrater i økonomien akkumulerer over tid. Fordelingseffekter bør heller synliggjøres ved at miljøgoder som blir knappere burde prises høyere i takt med at knappheten øker. KS1 konkluderte likevel med at:

*«Vi mener at det er relevant i lys av diskusjonen i NOU 2012:16 å vise hvordan tiltakenes lønnsomhet endrer seg med en lavere kalkulasjonsrente for å synliggjøre fordelingseffekter. Dette er ikke nødvendigvis en optimal måte å prissette fordelingsvirkninger og klimatiltak, men er likevel en overkommelig tilnærming uten å måtte prissette relative priser på miljøgoder i 2050 eller modellere inn ulike eksogene betingelser som terskelverdier.»*

På bakgrunn av denne vurderingen ble den prissatte samfunnsøkonomiske analysen også gjennomført med en diskonteringsrente på 1,4 prosent istedenfor 4 prosent. En tilsvarende beregning gjennomføres her. Den lavere diskonteringsrenten påvirker størrelsen på både kostnads- og nyttesiden av analysen, se figur 11.1 og 11.2. Skalaeffektene verdsettes på samme måte som i den opprinnelige analysen.

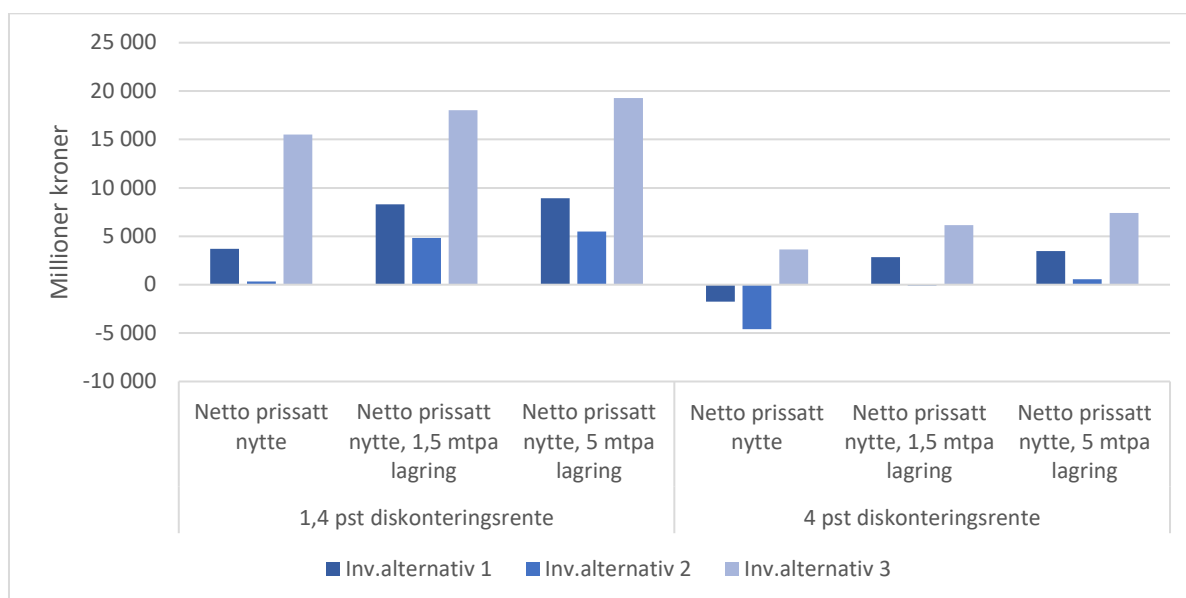
Figur 11.1 viser at den prissatte samfunnsøkonomiske verdien av investeringsalternativene øker betydelig i «dagens europeiske klimapolitikk», særlig for investeringsalternativ 2 og 3. Det er også verdt å merke seg at investeringsalternativ 3 vil ha en positiv samfunnsøkonomisk prissatt verdi gitt at Northern Lights' transport- og lagringskapasitet utnyttes til 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. Ikke-prissatte virkninger kommer i tillegg.

**Figur 11.1 Estimert samfunnsøkonomisk verdi i «dagens europeiske klimapolitikk» med 4 prosent og 1,4 prosent diskonteringsrente. Millioner kroner**



Figur 11.2 viser resultatene i «Parisavtalen». Her øker også nyttesiden betydelig, noe som medfører at samtlige investeringsalternativer vil ha positiv samfunnsøkonomisk prissatt lønnsomhet.

**Figur 11.2 Estimert samfunnsøkonomisk verdi i «Parisavtalen» med 1,4 prosent og 4 prosent diskonteringsrente. Millioner kroner**



Disse beregningene gir en indikasjon på at dersom fordelingsmessige hensyn ligger til grunn vil alle investeringsalternativer ha en større samfunnsøkonomisk verdi, og sannsynligvis være lønnsomme gitt at de ikke-prissatte effektene også regnes med.

## 11.2 Effekter for norsk næringsliv

I kapittel 8.3 er ikke-prissatte effekter knyttet til at dette prosjektet legger grunnlag for næringsutvikling beskrevet og vurdert. Våren 2018 lanserte Sintef og NTNU på oppdrag fra NHO, LO, Fellesforbundet, Norsk Industri, Norsk olje- og gass og Industri energi en rapport som søker å

dokumentere hvilken effekt en videre satsning på å ta CO<sub>2</sub> håndtering i bruk kan ha på norsk sysselsetting og verdiskaping (Sintef and NTNU, 2018). Med Parisavtalens målsetning som premiss viser rapporten at en tidlig satsning på CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge vil kunne bygge fremtidig konkurransekraft for norsk industri, både på fastlandet og sokkelen.

Noen spesielle muligheter som trekkes frem er at CO<sub>2</sub>-håndtering kan bidra til å øke verdien av norsk naturgass, gjennom å skape rammebetingelser for ren og storskala produksjon av hydrogen. Rapporten trekker også frem muligheter for å styrke konkurransekraft til norsk prosessindustri som har mål om nullutslipp i 2015.

I sin vurdering av hvilke muligheter en satsning på CO<sub>2</sub>-håndtering kan gi for Norge fremhever rapporten følgende:

«mulighetene vil være knyttet til:

- **Den norske prosessindustrien**, som har mål om nullutslipp i 2050, samtidig som produksjonen skal dobles. CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge er en forutsetning for å nå målet. Realisering av en slik ambisjon vil styrke konkurransekraften til mer enn 30.000 eksisterende jobber i Norge. Det vil også kunne bidra til økning av indirekte sysselsatte, fra om lag 60.000 i dag.
- **Norge som vertsnasjon for internasjonal industri**. Med nærhet til en infrastruktur for CO<sub>2</sub>-håndtering kan Norge være en attraktiv vertsnasjon for industri, fordi muligheten til å produsere utslippsfrie produkter styrkes. Sammen med tilgang på rimelig og fornybar kraft, vil dette kunne danne grunnlaget for nye industrietableringer i Norge i en tid hvor arbeidskraftens andel av kostnadene går ned.
- **Hydrogenproduksjon fra naturgass med CCS**. En satsing i Norge på hydrogen fra naturgass med CCS kan gi en omsetning på 220 milliarder NOK i 2050, og mellom 25.000 og 35.000 sysselsatte i Norge. En forutsetning for realisering av en hydrogen verdikjede er blant annet at det etableres tilstrekkelig lagerkapasitet for CO<sub>2</sub> i Nordsjøen.
- **Et marked for CO<sub>2</sub>-håndtering i Europa**, som vil kunne omfatte mellom 30.000 og 40.000 arbeidsplasser i 2030 og mellom 80.000 og 90.000 arbeidsplasser i 2050, direkte knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering. Norske aktører står godt rustet til å øke sin verdiskaping i et slikt marked.
- **Et sentrallager for CO<sub>2</sub> i Nordsjøen** bestående av flere lagringslokasjoner, som kan bidra vesentlig i olje- og gasssektoren hvor Norge allerede har investert mye, hatt store inntekter og det er behov for satsing for å opprettholde verdiskaping etter hvert som oljeproduksjonen faller. I 2050 kan Norge ha over 10.000 sysselsatte direkte knyttet til CO<sub>2</sub>-lagring i Nordsjøen, mens ringvirkningene av industrien vil kunne sysselsette 5.000 til 10.000 flere i Norge.
- **Transport av CO<sub>2</sub> på skip**, hvor det i 2050 kan være behov for en flåte på over 600 skip, som kan sysselsette 8.000 til 10.000 mennesker. Norske verft, rederier og tilliggende tjenestevirksomhet er godt posisjonert til å ta andeler i dette markedet.
- **Markedet for CO<sub>2</sub>-fangstteknologi og -anlegg**, som kan nå et omfang på over 450 milliarder NOK i Europa i 2050, og sysselsette over 40.000 mennesker. Norsk utviklet teknologi vil kunne konkurrere i dette markedet, og har også spredningspotensialt globalt.
- **Verdiskapingen i selve fullskalaprojektet**. I tillegg til ringvirkningseffekter vil det norske fullskalaprojektet i seg selv kunne sysselsette opp mot 5.000 årsverk, i hovedsak arbeidsplasser i Norge. Teknologiutvikling og -kvalifisering gjennom fullskalaprojektet vil kunne posisjonere norske aktører for det internasjonale markedet og gi dem konkurransefortrinn sammenliknet med aktører i land som ikke har et hjemmemarked. Potensialet for spredning av teknologi og kunnskap fra fullskalaprojektet er stort, og kan gi avgjørende læring for utvikling av neste generasjons CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter.»

Det har vært diskusjoner om resultatene i dette dokumentet. Slik vi forstår det, ikke minst hvilke forutsetninger Sintef og NTNU bygger på for eksempel med tanke på utviklingen i produsert gass fra norsk sokkel fremover. I tillegg vil resultatene i analysen være avhengig av en fortsatt satsning på CO<sub>2</sub>-håndtering fra industri og myndigheter i årene fremover. Likevel gir denne rapporten noen viktige perspektiver på hva prosjektet kan være med å legge grunnlag for med tanke på sysselsetting og verdiskaping i viktige sektorer for Norge. For beslutningen om realisering av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan det derfor være relevant å se dette i sammenheng med hovedlinjene i denne analysen.

### 11.3 Andre effekter av prosjektet

Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering vil måtte sees i sammenheng med en rekke andre forhold. I dette kapitlet er det nevnt noen relevante forhold, men omtalen er ikke uttømmende.

#### **Politiske valg knyttet til Parisavtalens temperaturmål under usikre omstendigheter.**

Dersom man ikke investerer i tråd med Parisavtalens målsetninger i dag vil ikke målsetninger nås. I den grad Parisavtalens temperaturmålsetning ikke er juridisk bindende vil ikke dette ligge inne som en absolutt føring for valg av prisbaner og utbyggingsbaner for CO<sub>2</sub>-håndtering. Imidlertid kan det sees på som et politisk valg hvorvidt de investeringene samfunnet skal gjøre i dag skal gjøres i tråd med temperaturmålet i Parisavtalen. Dersom samfunnets investeringer i størst grad skal følge Parisavtalen, selv om juridiske bindingen til denne avtalen er svak, vil dette være et argument for å vektlegge Parisavtale-scenariet i analysen.

#### **Anbefalinger fra grønn skattekommisjon**

I sine anbefalinger gir grønn skattekommisjon (Grønn Skattekommisjon, 2015) råd for støtte til miljøteknologi. Noen av disse er vurdert med utgangspunkt i at samfunnsøkonomiske analyser har utfordringer knyttet til å fange verdier av prosjekter som bidrar til utvikling av miljøteknologi. Deres anbefaling er derfor å

- En kombinasjon av miljøavgifter og økonomisk støtte til teknologiutvikling vil i de fleste tilfeller være den mest hensiktsmessige virkemiddelpakken for å fremme utvikling og bruk av miljøteknologi. Støtte alene er ikke tilstrekkelig. Uten støtte vil det være en nest-best-løsning å sette avgiften høyere enn marginal miljøskade.
- Liten kunnskapsbase kan tilsi at miljøteknologier står overfor større positive kunnskapseksternaliteter enn andre teknologier i forskningsfasen. I tillegg står aktørene overfor usikkerhet om fremtidig miljø- og klimapolitikk. Miljøteknologi bør derfor støttes spesielt.
- Positive læringseffekter og nettverkseksternaliteter er argumenter for å gi midlertidig støtte til miljøteknologier i spredningsfasen.
- Det innføres ikke særskilte avskrivningsregler for å fremme bruken av miljøvennlig teknologi.
- Norge bør delta i internasjonalt samarbeid om FoU innen miljøteknologi.

Denne analysen tar ikke stilling til disse anbefalingene, men mener disse anbefalingene er relevante å ta med i betraktningen for beslutningstager også for dette prosjektet.

### **Bidrag til Parisavtalens forpliktelser til å utvikle viktig klimateknologi**

I henhold til Parisavtalen er blant annet Norge forpliktet til å utvikle teknologi som er relevant for klimagassreduksjoner i mindre utviklede land. Analyser fra blant annet IEA/IPCC viser at blant annet CO<sub>2</sub>-håndtering er et viktig klimatiltak i slike land. Det vil være et politisk valg om Norge skal etterleve dette ved å utvikle CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi eller satse på andre teknologiområder. Norge har forutsetninger som følge av vår ressursbase og historikk som gjør CO<sub>2</sub>-håndtering til et område hvor vi har naturgitte forutsetninger og kan ha internasjonal påvirkning.

### **Arbeidet med Klimakur 2030**

I forbindelse med Klimakur 2030 skal det utredes ulike tiltak og virkemidler som kan utløse minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenliknet med 2005. Det skal også gjennomføres en barrieranalyse. Klimakur 2030-utredningen omfatter også CO<sub>2</sub>-håndtering i avfallsforbrenningsbransjen.

En viktig forutsetning for alle typer CO<sub>2</sub>-håndteringstiltak vil være at det etableres et CO<sub>2</sub> lager som muliggjør slike løsninger også i ikke-kvotepliktig sektor. Videre vil gjennomføringen av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering være en demonstrasjon av relevant fangstteknologi. Disse positive effektene vil komme uavhengig av hvilken fangstaktør som velges. Ved valg av alternativene som inkluderer Fortum Oslo Varmes fangstprosjekt vil det også demonstreres fangstteknologi i avfallshåndteringsbransjen, samt at det kan bidra til at relaterte regulatoriske forhold avklares. Rapporten for Klimakur 2030-arbeidet vil bli offentliggjort 1. februar 2020.

### **CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter kan være styringseffektive tiltak**

Dersom Norge skal nå sine klimamål vil en rekke tiltak måtte gjennomføres over en relativt kort tidsperiode. Tiltak som med stor grad av sikkerhet gir den ønskede effekten i form av reduserte CO<sub>2</sub> utslipp vil kunne være mer attraktive enn andre tiltak. En andel av CO<sub>2</sub> utslippene kommer en rekke enkeltstående kilder. Tiltak for å begrense disse vil være basert på at et stort antall enkeltstående beslutningstaker tilpasser seg ulike insentiver og føringer. En av fordelene CO<sub>2</sub>-håndtering har som klimatiltak er at et fåtall beslutninger kan redusere et betydelige volum med CO<sub>2</sub>-utslipp. Det betyr at CO<sub>2</sub>-håndtering kan vurderes som et styringseffektivt virkemiddel dersom man etablerer rammer som er tilstrekkelige for at slike tiltak blir utløst.

### **Biogene utslipp**

De unngåtte CO<sub>2</sub> utslippene fra biogene kilder er verdsatt på linje med unngåtte utslipp fra fossile kilder. I et Parisavtale scenario hvor karbonnøytralitet må oppnås rundt midten av dette århundre, vil bioCCS være et viktig klimatiltak. Dersom man skal oppnå karbonnøytralitet må ethvert utslipp av fossil CO<sub>2</sub> kompenseres med «lagret» CO<sub>2</sub> fra biogene kilder. Lagret CO<sub>2</sub> vil derfor antas å ha en stor verdi i fremtiden. Biogene utslipp har få drivere i dag og har regulatoriske utfordringer. I den samfunnsøkonomiske analysen er det antatt at lagring av biogen CO<sub>2</sub> har lik verdi som fossil CO<sub>2</sub>.

## 12 Oppsummering

Denne rapporten har gitt en grundig gjennomgang av status for CO<sub>2</sub>-håndtering i dag, potensialet det har fremover, og hvordan utviklingen i klima- og energipolitikken kan påvirke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten i et norsk demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering.

Det er tatt utgangspunkt i tre investeringsalternativer med helkjede CO<sub>2</sub>-håndtering. Investeringsalternativene innebærer CO<sub>2</sub>-fangst hos Norcems sementfabrikk i Brevik og/eller Fortum Oslo Varmes avfallsgjenvinningsanlegg på Klemetsrud, med en overdimensjonert transport- og lagerinfrastruktur drevet av Northern Lights. Alle investeringsalternativene innebærer høye investerings- og driftskostnader, men det medfører ikke nødvendigvis at de vil være samfunnsøkonomisk ulønnsomme. Hvorvidt de blir det vil i stor grad avhenge av nasjonal, europeisk og internasjonal klimapolitikk fremover. Politikken vil ha stor påvirkning på fremtidige CO<sub>2</sub>-priser, utbredelse av CO<sub>2</sub>-håndtering og om samfunns- og næringsutviklingen innretter seg mot et lavutslippssamfunn.

For å illustrere denne usikkerheten er den samfunnsøkonomiske analysen utført med to scenarier, «dagens europeiske klimapolitikk» og «Parisavtalen», som viser et utfallsrom for den videre utviklingen. Basert på signaler fra norske og europeiske myndigheter er det trolig at klima- og energipolitikken vil bli strengere i årene fremover. Spørsmålet er først og fremst hvor mye strengere, på hvilket tidspunkt, og hvordan det vil påvirke rammevilkårene for CO<sub>2</sub>-håndtering.

Den samfunnsøkonomiske analysen viser at lønnsomheten til demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering<sup>18</sup> spesielt vil avhenge av om det internasjonalt vil føres en klimapolitikk i tråd med vedtatte mål. Analysen viser at alle investeringsalternativene kan bli samfunnsøkonomisk lønnsomme, men at det avhenger av prissetting av CO<sub>2</sub>-utslipp, antall etterfølgende prosjekter, verdsetting av demonstrasjonseffekten og de øvrige ikke prissatte virkningene.

Antall prosjekter som kommer etter vil i stor grad påvirke læringseffektene og kostnadsreduksjonene prosjektet bidrar til, samt skalaeffektene som kan oppstå i forbindelse med det. Det er dokumentert i kapittel 2 at Northern Lights har gjort et betydelig arbeid for å sannsynliggjøre at overkapasiteten i transport- og lagerinfrastrukturen vil bli utnyttet, og at anlegget kan bli utvidet videre i fremtiden. Basert på det arbeidet, den positive utviklingen innenfor CO<sub>2</sub>-håndteringsprosjekter som er observert de siste årene, samt forventningene til utviklingen fremover, vurderes det til at det er sannsynlig at etterfølgende prosjekter vil komme, og at CO<sub>2</sub>-håndtering som klimatiltak vil vokse i omfang både i «dagens europeiske klimapolitikk» og i «Parisavtalen», men i ulik grad.

Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten i prosjektet vil også være avhengig av utviklingen i CO<sub>2</sub>-prisen. Prisnivået i både kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor må øke for at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering skal bli lønnsomt. Gitt de politiske signalene i Norge og EU er det sannsynlig at CO<sub>2</sub>-prisene vil gjøre det, men det er usikkert hvor mye og når økningen vil komme.

Videre vil verdien av de ikke-prissatte effektene knyttet til prosjektets demonstrasjonseffekt, tilretteleggende effekt og effekt på næringsutvikling i Norge være avgjørende. Både verdien av disse, samt de prissatte verdiene i prosjektet vil avhenge av at politikk og virkemidler innrettes mot at klimamålene skal nås.

---

<sup>18</sup> «Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering» innebærer at inntil tre selvstendige delprosjekter gjennomføres av industriaktører. Disse vil samlet utgjøre en hel kjede for fangst, transport og geologisk lagring av CO<sub>2</sub>. I teksten omtales «Demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering» også som «prosjektet».

Oppdatert samfunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering



Denne analysen har også vurdert tilleggseffekter av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering som fordelingseffekter, videre effekter for næringslivet samt andre mer politisk relevante effekter som kan tas hensyn til. Det er vår vurdering at i et samfunnsøkonomisk perspektiv bør særlig fordelingseffektene vurderes nøye før en finansieringsbeslutning. En utsettelse av utslippsreducerende tiltak vil medføre at senere generasjoner får økte kostnader knyttet til utslippsreduksjoner og klimatilpasning. Det kan være i strid med Forurensningslovens prinsipper om at det er forurenser som skal betale. Med bakgrunn i disse vurderingene er den samfunnsøkonomiske analysen gjennomført med en diskonteringsrente på 1,4 prosent, tilsvarende det som ble brukt i KS1. Med en lavere diskonteringsrente blir den samfunnsøkonomiske lønnsomheten i prosjektet betydelig forbedret med svært mye høyere og per positive prissatte verdier i alle scenarier og investeringsalternativer.

I månedene fremover vil det komme mange politiske dokumenter som kan påvirke vurderingen av demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering. Det inkluderer blant annet Klimakur 2030, regjeringens hydrogenstrategi og perspektivmeldingen. Den videre behandlingen av EU-kommisjonens forslag til «New Green Deal» vil også ha svært mye å si. Disse politiske dokumentene vil gi en indikasjon på om klima- og energipolitikken vil utvikle seg mer i retning av scenariet «dagens europeiske klimapolitikk» eller om den nærmer seg «Parisavtalen». Beveger politikken og virkemidlene seg mot «Parisavtalen» er det sannsynlig at demonstrasjonsprosjektet for fullskala CO<sub>2</sub>-håndtering kan styrke seg til å bli samfunnsøkonomisk lønnsomt for alle investeringsalternativene.

## 13 Vedlegg

- 13.1 Report by Northern Lights: Plan for long-term use of the Northern Lights infrastructure (Northern Lights, 2019)  
Unntatt offentlighet. Offl. §13 jf. Forvl. §13,2
- 13.2 Report by Northern Lights: Northern Lights Contribution to Benefit realisation (Northern Lights, 2019)  
Unntatt offentlighet. Offl. §13 jf. Forvl. §13,2
- 13.3 Teknologistatus CO<sub>2</sub> fangst, transport og lagring (Gassnova, 2019)
- 13.4 Report by DNV GL: The Norwegian Full-Scale CCS Demonstration Project – Potential for reduced cost for carbon capture, transport and storage value chains (CCS). (DNV GL, 2019)
- 13.5 Memo to Gassnova of 16th of desember 2019 “Equinor’s Low Carbon Solution strategy in the context of Northern Lights”  
Unntatt offentlighet. Offl. §13 jf. Forvl. §13,2

## 14 Referanser

- European Investment Bank. (2019, November 14). *EU Bank launches ambitious new climate strategy and Energy Lending Policy*. Retrieved from eib.org: <https://www.eib.org/en/press/all/2019-313-eu-bank-launches-ambitious-new-climate-strategy-and-energy-lending-policy>
- Klima- og miljødepartementet,. (2017). *Meld. St. 41 (2016–2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid*. Retrieved from Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-41-20162017/id2557401/>
- (2009). *NOU2009:16 Globale miljøutfordringer - norsk politikk*.
- Agency, I. E. (2019, mai). *Transforming Industry through CCUS*. Retrieved from iea.org: <https://www.iea.org/reports/transforming-industry-through-ccus>
- aniel Huppmann, E. K. (2019). *IAMC 1.5°C Scenario Explorer and Data hosted by IIASA*. Retrieved from [data.ene.iiasa.ac.at/iamc-1.5c-explorer](http://data.ene.iiasa.ac.at/iamc-1.5c-explorer)
- Atkins og Oslo Economics. (2016). *Kvalitetssikring (KS1) av KVVU om demonstrasjon av fullskala fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>*. Atkins og Oslo Economics.
- Atkins og Oslo Economics. (2018). *Kvalitetssikring (KS2) av demonstrasjon av fullskala fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>, Rapport fase 1 og 2*.
- Direktoratet for Økonomistyring. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. Oslo: Direktoratet for Økonomistyring.

- DNV GL. (2019). *The Norwegian Full-Scale CCS Demonstration Project - Potential for reduced cost for carbon capture, transport and storage value chains (CCS)*.
- Energimyndigheten. (2019, 08 30). Brev med tittel "Angående CCS-prosjekt i Norge". *Angående CCS-prosjekt i Norge*. Sverige: Energimyndigheten.
- Equinor. (2019).  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjXqO2Nu5rmAhVCplsKHTQYB90QFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.regjeringen.no%2Fcontentassets%2F0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df%2Fequinor---innspill-til-helhetlig-hydrogenstrategi.p>.
- EU-kommisjonen. (2019). *Communication on The European Green Deal*. Retrieved from ec.europa.eu: [https://ec.europa.eu/info/files/communication-european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/files/communication-european-green-deal_en)
- Europakommisjonen. (2018). *2050 long-term strategy*. Retrieved from ec.europa.eu: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en)
- Europaparlamentet. (2019). *The European Parliament declares climate emergency*. Retrieved from europarl.europa.eu: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20191121IPR67110/the-european-parliament-declares-climate-emergency>
- European Commission. (2018). *A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. European Commission.
- European Commission. (2019, Desember 11). Retrieved from [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_19\\_6691](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_6691)
- Finandepartementet. (2019). *Meld. St. 2 (2018–2019) Revidert nasjonalbudsjett 2019*. Retrieved from Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-2-20182019/id2645249/>
- Finansdepartementet. (2014). *Rundskriv R-109/14 Prinsipper og krav ved utarbeidelsen av samfunnsøkonomiske analyser*. Oslo: Finansdepartementet.
- Gassnova. (2019). *Rapport for avsluttet forprosjekt*. Porsgrunn.
- Gassnova. (2019). *Teknologistatus på CO2 fangst, transport og lagring*.
- GCCSI. (2019). *Global Status of CCS*.
- Grønn skattekommisjon. (2015). *NOU 2015:15 Sett pris på miljøet*.
- Grønn Skattekommisjon. (2015). *NOU 2015:15, Sett pris på miljøet — Rapport fra grønn skattekommisjon*.
- Hagen-utvalget. (2016). *NOU 2012:16, Samfunnsøkonomiske analyser*.
- IEA. (2015). *IEA Energy Technology Roadmap*.
- IEA. (2017). *Energy policies of IEA countries, Norway 2017*. IEA.
- IEA. (2019). *World Energy Outlook*. IEA.
- IPCC. (2018). *Special report: Global warming of 1.5 C*. IPCC.

- Joeri Rogelj, D. S. (2018). Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development,. *Special Report on Global Warming of 1.5°C (SR15)*, <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>. Retrieved from Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development,
- Klimarisikoutvalget. (2018). *NOU 2018:17 Klimarisiko og norsk økonomi*.
- Kywan Riahi, D. P. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change, volume 42*, pp. 153-168.
- Nordisk råd. (2019, Januar 25). *regjeringen.no*. Retrieved from contributing to further development and deployment of carbon capture and storage (CCS), carbon capture and utilization (CCU), carbon capture and mineralisation (CCM), bioenergy with CCS (BECCS) technologies, conducting research to resolve the remaining te
- Norsk Industri. (2016). *Veikart for prosessindustrien - økt verdiskapning med nullutslipp i 2050*.
- Northern Lights. (2019). *Northern Lights Contribution to Benefits Realisation*.
- Northern Lights. (2019). *Plan for long-term use of the Northern Lights infrastructure*.
- NRK. (2019). *EU-landene enige om klimanøytralitet innen 2050 – gjør unntak for Polen*. Retrieved from NRK.no: [https://www.nrk.no/urix/eu-landene-enige-om-klimanoytralitet-innen-2050-\\_gjoer-unntak-for-polen-1.14821575](https://www.nrk.no/urix/eu-landene-enige-om-klimanoytralitet-innen-2050-_gjoer-unntak-for-polen-1.14821575)
- Regjeringen. (2019). *Granavolden-erklæringen*. Retrieved from Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/politisk-plattform/id2626036/>
- regjeringen, D. t. (2019). *bundesregierung.de*. Retrieved from Climate Action Programme 2030: <https://www.bundesregierung.de/breg-en/issues/climate-action/klimaschutzprogramm-2030-1674080>
- Sintef and NTNU. (2018). *Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved storskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge*. Trondheim.
- the Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest . (2019). *Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry*.