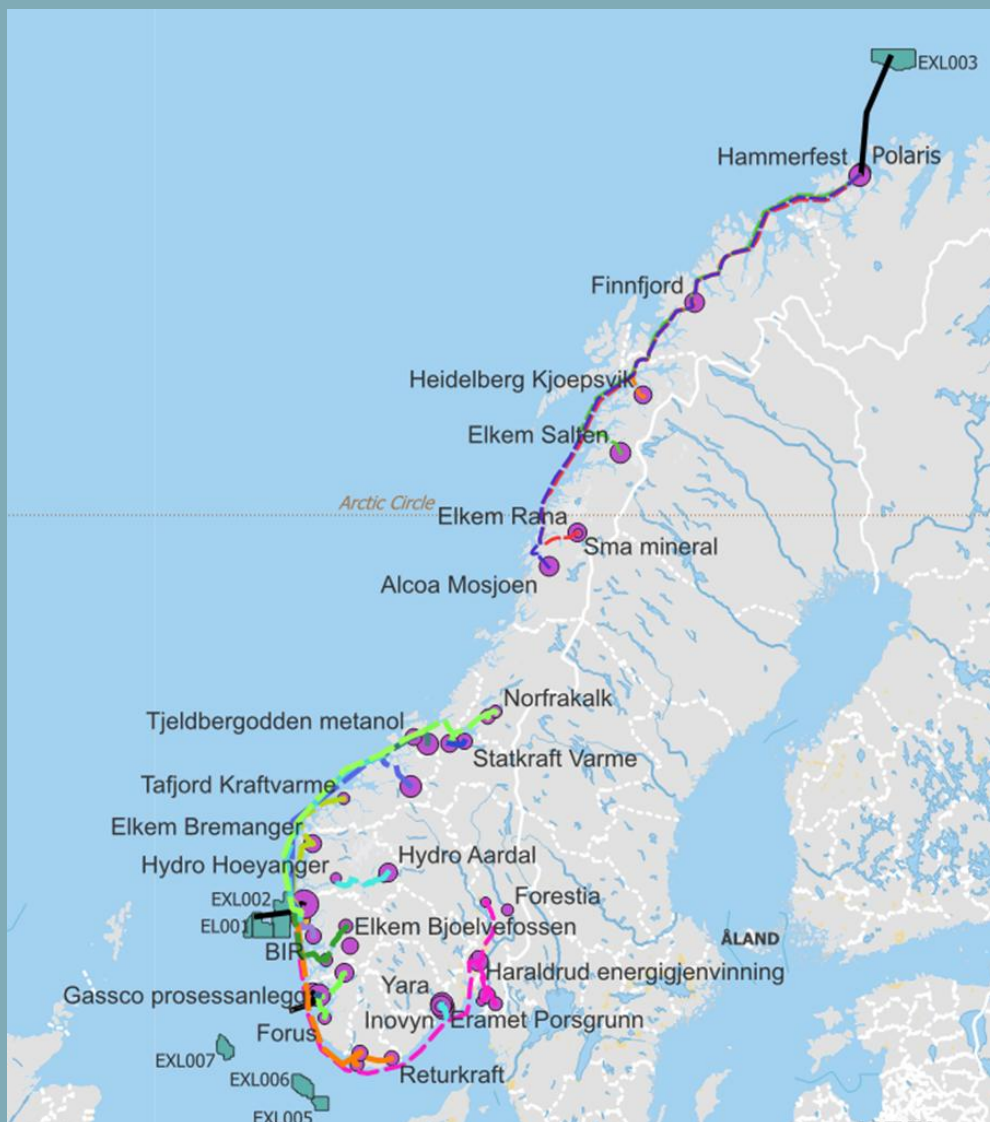


CCS-Norge 2035



Store norske punktutslipp og deres vei til permanent lagring

Kort om Bellona

Miljøstiftelsen Bellona er en uavhengig ideell stiftelse med mål om å løse klima- og miljøproblemene. Siden 1986 har Bellona vært engasjert i de viktigste miljøspørsmålene nasjonalt og internasjonalt, og er anerkjent for sin teknologiforståelse og løsningsorienterte tilnærming. I dag jobber ca. 60 ingeniører, biologer, økonomer, jurister, statsvitere og journalister på våre kontorer i Oslo, Brussel, Berlin og Vilnius, og vi har representanter i flere EU-land og i USA. Våre nettsider er på [norsk](#), [engelsk](#), [tysk](#) og [russisk](#).

Disclaimer:

Ansvarsbegrensninger: Miljøstiftelsen Bellona bestreber seg på å sikre at informasjonen i denne rapporten er korrekt, og at innholdet ikke strider mot tredjeparts opphavsrett. Vi kan imidlertid ikke garantere at så er tilfelle, og vi påtar oss intet ansvar for feil, uklarheter eller mangler ved informasjonen den inneholder. Videre påtar vi oss ikke juridisk eller økonomisk ansvar for konsekvensene av feil, mangler, unøyaktigheter eller uklarheter som følger av andres bruk eller fortolkning av innholdet i denne rapporten.

Ansvarlig utgiver: Bellona

ISBN-nummer: ISBN 978-3-16-148410-0

**Mats Rongved**

Rådgiver CCS - Bellona

18.04.24

CCS Norge 2035

Store norske punktutslipp og deres vei til permanent lagring

Sammendrag

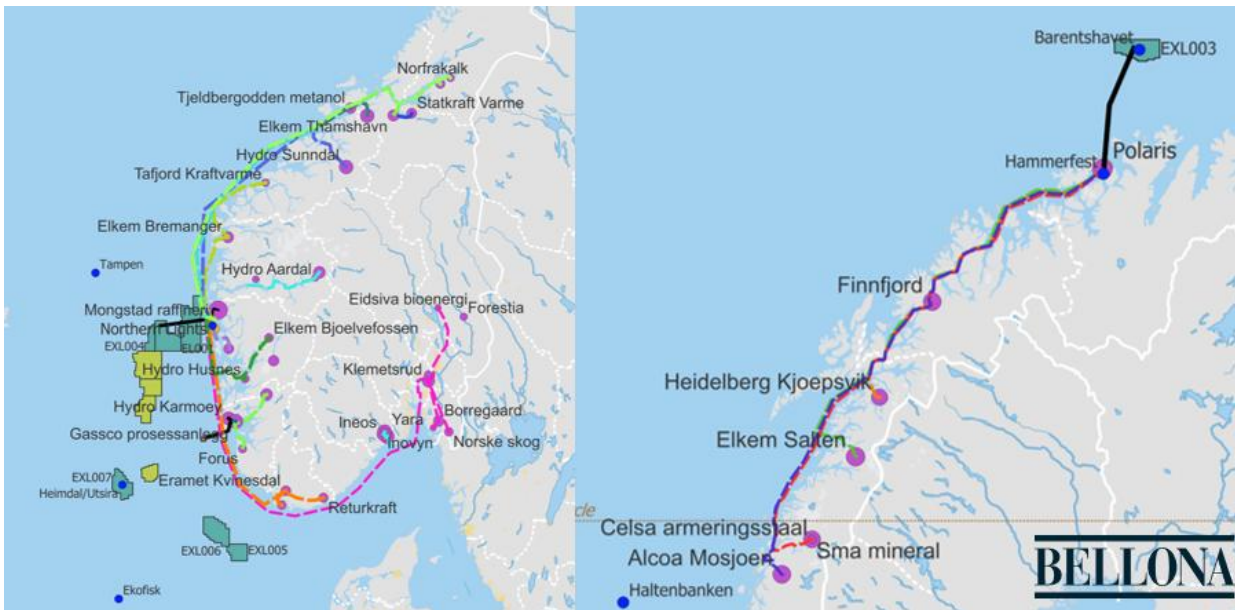
Karbonfangst- og lagring (CCS) er det viktigste klimatiltaket i Norge. Formålet med denne rapporten er å vise potensialet for CCS innen 2035, og skissere transportbehovet dette medfører.

Miljødirektoratet anslår at det kan fanges og lagres om lag 4,5 millioner tonn (Mt) CO₂ årlig fra industri og avfallsforbrenning i 2035. Men potensialet er vesentlig større enn dette. I denne analysen inkluderes 42 utslippskilder som til sammen står for over 12,2 millioner tonn CO₂-utslipp årlig. Ved en fangstgrad på 90% vil det medføre ca. 11 millioner tonn CO₂ som kan transporteres til permanent lagring.

Denne overordnede analysen har delt Norge inn i fem regioner. Analysen viser at det er behov for 17 skip av størrelsen som benyttes i Langskip-prosjektet, samt 11 bilruter. Tabell 1 oppsummerer årlige utslipp og antall foreslåtte skip og bilruter for hver region. Figur 1 viser et kart over hvordan CCS-infrastrukturen i Norge kan se ut i 2035.

Tabell 1: Oppsummering av hver region sine total utslipp og antall skip og bilruter som er beregnet for å transportere CO₂ til permanent lagring.

Region	Utslipp [Mt CO ₂ per år]	Antall skip	Antall Bilruter
Oslofjorden + Porsgrunn	3	7	9
Sør-Vestlandet	2.5	—	—
Nord-Vestlandet	3.2	3	—
Midt-Norge	1.5	3	2
Nord-Norge	2.2	4	—
Norge totalt	12.2	17	11



Figur 1: Oversikt over forslag til CO₂-infrastruktur fra punktutslipp i Norge. Hver foreslått samarbeidsklynge har sin egen farge på den stiplede linjen. Grønne og gule felter viser tildelte CO₂-lisenser. De blå punktene representerer potensielle gasskraftverk med CCS på sokkelen.

For noen industrier kan andre utslippsreducerende tiltak enn CCS bli mer aktuelt, samt at noen industrianlegg kan bli lagt ned. Det er derfor usikkerhet knyttet til omfanget av CCS i Norge i 2035. Denne analysen inkluderer industrier som i dag, og sannsynligvis også i 2035, vil være avhengig av CCS for å oppnå betydelig reduksjon av CO₂-utslipp.

Anbefalinger

En rekke aktører og tidslinjer må samordnes dersom industrien skal realisere CCS-potensialet på kort og mellomlang sikt. Både industrien selv og virkemiddelapparatet må ha en tydelig forventning om infrastrukturbehov. På bakgrunn av kompleksiteten aktørene står ovenfor, anbefaler Bellona regjeringen å gjøre følgende i løpet av 2025:

- 1) Be industrien melde inn *hvor mye og når* de trenger CO₂-transport og -lager.
- 2) Ta hovedansvar for samarbeid og koordinering av fangst, transport og lagring av CO₂ i Norge. Gassnova og Gassco sin rolle må spesifiseres ytterligere.
- 3) Etablere et langsiktig støtteprogram for å kutte store utslipp innen industri og avfallshåndtering, som utløser minimum 10 millioner tonn utslippskutt årlig innen 2035. Dette kan for eksempel gjøres innenfor rammene av Enovas punktutslippsprogram.

Introduksjon

Denne rapporten undersøker hvordan karbonfangst og -lagring (CCS) kan bidra til å redusere utslipp fra norsk industri og avfallsforbrenning innen 2035. Landbasert industri står samlet for mer enn 14 millioner tonn (Mt) CO₂-utslipp årlig, inkludert CO₂ fra biomasse (biogene utslipp)¹. For mange av disse utslippskildene vil CCS være avgjørende for å oppnå betydelige utslippsreduksjoner, og dermed oppfylle Norges klimaforpliktelser.

Miljødirektoratet anslår at CCS kan redusere utslipp med om lag 4,5 millioner tonn CO₂ i 2035, fra industri, avfallsforbrenning og direktefangst av CO₂ fra omgivelsesluft², men potensialet er vesentlig større. Formålet med denne rapporten er å skissere potensiale for CCS fra punktutslipp i Norge, og legge grunnlag for en diskusjon om veien videre, inkludert større klarhet om hvilke utslippspunkt (og hvor stor andel) som i praksis skal løses med CCS.

Til tross for et relativt høyt CCS-potensial og mangel på andre løsninger finnes det betydelige utfordringer knyttet til implementeringen av CCS i Norge. Dette inkluderer teknologisk og operasjonell kompleksitet, usikkerhet og betydelige kostnader i verdikjeden – fra fangst og transport til lagring av CO₂. En spesielt fremtredende utfordring i Norge er at mange av utslippskildene er små og geografisk spredt. Denne strukturen reduserer mulighetene for stordriftsfordeler i fangstanleggene og i transportløsningene. Dette resulterer i høyere kostnader per tonn CO₂ sammenlignet med større utslippskilder som ligger nær eksisterende CO₂-infrastruktur.

Videre utvikling hemmes også av mangelen på et modent marked for CO₂-lagring. Selv om flere lagringslisenser er tildelt med planlagte oppstartsdatoer, er norske utslippskilder ofte for små til å utløse finansieringsbeslutninger for lageret (se «Status på CO₂-lagringslisenser i Norge³» for mer informasjon om lisensene). Dette gjør situasjonen krevende for norske aktører som ikke bare må håndtere usikkerhet knyttet til etablering av karbonfangst på sine anlegg, men som også må koordinere transportløsninger med andre utslippskilder og forhandle om lagringskapasitet i et umodent marked. Denne rapporten belyser disse utfordringene, og foreslår mulige løsninger.

¹ [Miljødirektoratet, «Karbondioksid \(CO₂\)» \(2023\)](#)

² [Miljødirektoratet «Et 2035 bidrag som sikrer omstilling nasjonalt» \(2023\)](#)

³ [Bellona, «Status på CO₂-lagringslisenser i Norge» \(2024\)](#)

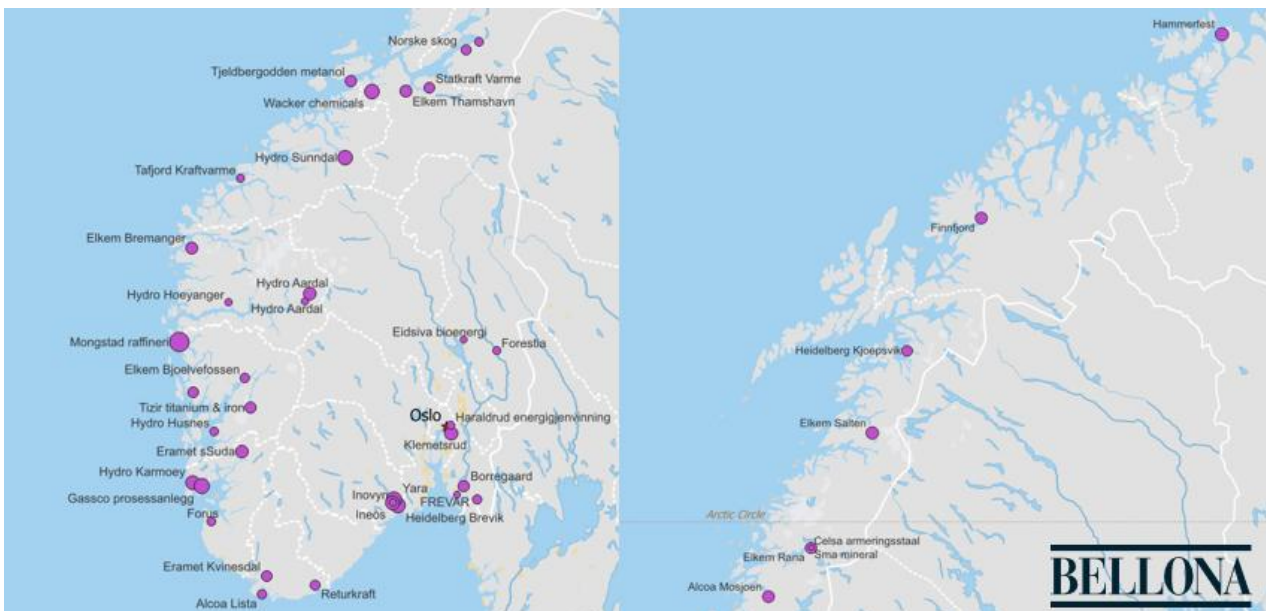
Metode

Analysen av en fremtidig transportinfrastruktur i Norge er bygget på vurderinger av lokasjon og volum av utslippskilder og mulige CO₂-lagringsterminaler (som Northern Lights-terminalen).

Studien fokuserer på potensialet for CCS i Norge, og går ikke i detalj på hvilke aktører som er særlig egnet eller avhengig av CCS for å kutte utslipp. Faktorer som CO₂-konsentrasjon i avgass, tilgang på overskuddsvarme, alder på anlegg, plass og alternativer til CCS er ikke inkludert i denne analysen. Staten og industriaktørene må sammen starte arbeidet med å finne ut hvor mye av potensialet som kan utløses i løpet av de neste ti årene.

Utslipp

Figur 2 viser en oversikt over norske punktutslipp på over 70 000 tonn (0.07 Mt) CO₂ årlig. Som vist er utslippspunktene mange, relativt små, og spredt over hele landet. De fem største utslippspunktene av fossil CO₂ i 2023 er Mongstad-raffineriet (1.7 Mt årlig), Hammerfest LNG (0.88 Mt årlig), Yara Porsgrunn (0.76 Mt årlig), Kårstø gassprosessering (0.73 Mt årlig) og Heidelberg Materials Brevik sementfabrikk (0.72 Mt årlig). Utslippetsdata er hentet fra Miljødirektoratet⁴.



Figur 2: Store punktutslipp fra industri og avfallsforbrenning i Norge (>70kt årlig). Størrelsen på prikken representerer størrelsen på utslippene, med Mongstad-raffineriet som den største på ca. 1.7 millioner tonn årlig.

⁴ Miljødirektoratet (2023): www.norskeutslipp.no

Under er en kort beskrivelse av CCS-vurderinger ved de fem største punktutslippene i tillegg et avfallsforbrenningsanlegg i Oslo, Hafslund Celsio som er en del av Langskip-prosjektet.

Mongstad-raffineriets CCS-prosjekt ble i sin tid skrinlagt grunnet for høye kostnader. Det er betydelig usikkerhet om hvorvidt det vil bli investeringer i lavutslippsløsninger på Mongstad-raffineriet, eller om det vil bli lagt ned.

Hammerfest LNG har besluttet å elektrifisere driften med strøm fra nettet for å kutte majoriteten av utslippene fra dagens kraftvarmeverk. Det er derimot usikkert hvor kraften skal komme fra, og hvis det ikke blir bygget ut ny fornybar kraft, er det planlagt at dagens gasskraftverk skal fortsette driften. Det kan være aktuelt med gasskraftverk med CCS for å kutte utslipp og levere kraft til Hammerfest LNG.

Kårstø gassprosessering mottok i 2024 50 millioner fra Enova til et CCS-prosjekt med mål om å redusere anleggets utslipp med ca. 20%. Det er anslått at Kårstø kan kutte ytterligere nærmere 0.5 Mt årlig ved å del-elektrifisere anlegget.

Yara i Porsgrunn ønsket å elektrifisere, men vurderer nå igjen CCS som alternativ. Yara er Norges største produsent av CO₂ til kommersielt bruk, blant annet i brus og øl. Denne inntektskilden kan redusere insentivene for å redusere utslippene på kort sikt.

Heidelberg Materials i Brevik har tatt finansieringsbeslutning på CCS, som del av Langskip-prosjektet⁵. Av 800 000 tonn årlige utslipp, skal 400 000 tonn leveres til Northern Lights for permanent lagring. Forventet oppstart er i midten av 2025.

Hafslund Celsio er også en del av Langskip-prosjektet, og har mål om å fange og lagre over 300 000 tonn årlig.

⁵ [Regjeringen \(2024\): «Spørsmål og svar om Langskip-prosjektet»](#)

Fordeler og ulemper ved delt transportløsning

Ettersom mange av punktutslippene i Norge er relativt små og ikke fyller et stort CO₂-skip alene, er det potensielt besparelser knyttet til å dele transportinfrastruktur.

Delt og optimalisert infrastruktur vil redusere kostnader for alle parter. Fordelen med å dele et skip mellom flere utslippskilder er at samarbeid kan redusere både kapitalutgifter (CAPEX) og driftsutgifter (OPEX) for CO₂-transport ved å fylle skipene. Likevel er det ikke nødvendigvis enkelt å gjennomføre. Hvert ekstra stopp for skipet forlenger antakelig rundturens varighet med opptil 12 timer, noe som krever større mellomlagre. Samarbeid kan også resultere i behov for større skip. Dette kan øke kapitalutgiftene både for mellomlagrene og skipet, samtidig som det kompliserer logistikkplanleggingen og øker risikoen for forsinkelser.

Ulike industriaktører kan også ha ulike tidslinjer for investeringer, og utsettelse eller pauser i prosjektutviklingen hos én aktør vil påvirke de andre. Ulike tidslinjer eller endringer underveis kan føre til situasjoner der enkelte må dekke kostnadene for "halvfulle" skip eller manglende leveranser til lageroperatører før alle aktørene er fullt operative. Risikoen for forsinkelser eller kanselleringer i planene kan dessuten resultere i en overdimensjonert og kostbar transportløsning for de gjenværende aktørene.

Sammensetningen av gassen kan også variere mellom utslippskildene. Dette kan føre til operasjonelle utfordringer, med urenheter og variasjoner i gassens sammensetning når ulike komposisjoner blandes. Det er også en risiko for at urenheter fra én aktør kan komme inn i andre industrianlegg som de samarbeider med om CO₂-infrastruktur, og dermed påvirke driften.

Det er også betydelige utfordringer knyttet til forståelsen og håndteringen av risiko i et umodent marked, spesielt når det gjelder juridiske aspekter. Det er foreløpig risiko for at disse utfordringene er så omfattende at de hemmer samarbeid, og at virksomheter i mange tilfeller vil finne det enklere og mindre risikofyllt å håndtere slike problemer internt og hver for seg.

Analyse av transportløsningen

Det antas at den primære CO₂-transportløsningen vil være med skip, mens enkelte kortere distanser over land gjøres ved bil. Tog kan også være mulig for enkelte prosjekter, men er ikke inkludert i denne studien. Rør er vurdert for transport av CO₂ fra Mongstad-raffineriet til CO₂-terminal i Øygarden, og tilsvarende fra Hydro Karmøy og Gassco Kårstø til CO₂-terminal i Gismarvik.

Det har blitt foretatt en forenklet beregning, hvor det antas at 90% av dagens CO₂-utslipp fra industri og avfallshåndtering fanges og lagres. Deretter ble avstanden fra utslippspunktet til CO₂-lager og

antall stopp på ruten analysert. Dagsrater og seilingstid tur-retur ble så beregnet med skippo.no, som sammen med utslippsdata gir grunnlaget for å gjøre et minimum estimat av mellomlager- og skipsbehov.

Det antas standard skipsstørrelse på 7 500 m³ (tilsvarende Northern Lights-skipene) og en varighet på 12 timer for både lasting og lossing. I tillegg til gjennomsnittlig fangstgrad på 90% av totalutslippet til anlegget, ble det lagt til en buffer på 25% på den gjennomsnittlige dagsraten for å ta hensyn til variasjoner i aktivitet på anlegget. Dette er trolig konservativt for noen anlegg og for lavt for andre. Det er lagt til en buffer på 20% kapasitet på mellomlager for å ta hensyn forsinkede skip. Tabell 2 oppsummerer input-verdiene til analysen.

Tabell 2: Input-verdier til analyse av skips-behov.

Input	Verdi
Seilingshastighet	14 knop
CO ₂ -kapasitet på skipene	7500 m ³
Fangstgrad av CO ₂	90 %
CO ₂ -tetthet	1,06 tonn/m ³ CO ₂
Buffer produksjonsvariasjon	25 %
Buffer transportvariasjon	20 %

Resultater

I dette avsnittet presenteres resultatene fra analysen og er delt opp i regionene Oslofjorden og Porsgrunn, Sør-Vestlandet, Nord-Vestlandet, Midt-Norge og Nord-Norge. Resultatene **Error! Reference source not found.** viser CO₂-utslipp i hver region, samarbeidskonstellasjoner, mellomlager- og skips-behov, og transportrutene.

Oslofjorden og Porsgrunn

Utslipp i 2023 [Mt CO ₂]	2.95
Antall skip	4
Antall bilruter	3

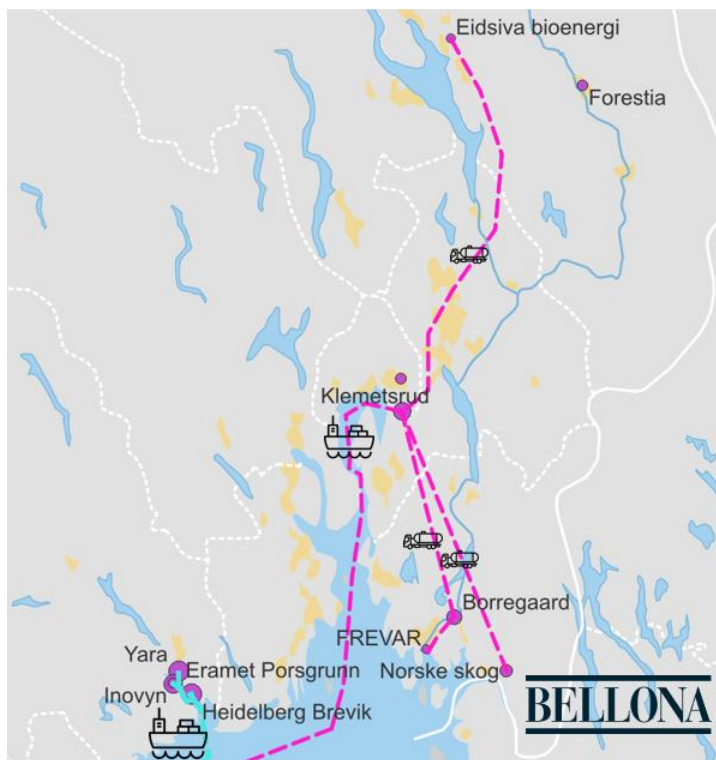
Området dekker alle utslippspunkter fra Oslo og Innlandet som skal fraktes ut fra Oslofjorden til og med Porsgrunn. Regionen har årlige CO₂-utslipp på ca. 3 Mt CO₂ per år fra ti store punktutslipp. Flere mindre utslippskilder, særlig biogass-anlegg, vurderer også CCS, men disse er ikke inkludert i denne rapporten.

Porsgrunnområdet med Yara, Eramet, Ineos, Heidelberg og Inovyn: Dette området har Norges største konsentrasjon av CO₂-utslipp fra punktkilder (totalt ca. 2 Mt CO₂ årlig). Heidelberg Materials sementfabrikk i Brevik er en del av Langskip-prosjektet og ferdigstiller et fangstanlegg med kapasitet på ca. halvparten av utslippene med forventet oppstart i 2025. To millioner tonn CO₂ fra fem utslippskilder gir et godt grunnlag for samarbeid og stordriftsfordeler. Det er mulighet for felles havn og tre Northern Lights (NL)-standard skip, eller potensielt ett større skip. Det kan være relevant med flere mindre havner grunnet kostnader for rør-infrastruktur og kompleksitet knyttet til samkoordinering.

Oslo og omegn med Hafslund Celsio, Borregaard Spesialcellulose, Frevar avfallsforbrenning, Norske Skog Saugbrugs, og Eidsiva Trehjørningen: Hafslund Celsio er en del av Langskip-prosjektet og skal sende CO₂ fra Oslo havn. Andre utslippskilder i regionen kan levere til samme havn med bil. Det er totalt over 0,78 millioner tonn CO₂ årlig som kan fraktes med ett eller to skip fra Oslo havn. Dersom maksimalt CCS-potensial realiseres i regionen vil kapasiteten til ett NL-skip overstiges, men det anses realistisk å starte med ett skip og utvide etter behov.

Tabell 3: CO₂ punktutslipp for Oslofjorden og Porsgrunn samt data knyttet til foreslått transportløsning illustrert i Figur 3.

REGION Oslofjorden og Porsgrunn	Utslipp i 2023 [tonn CO ₂]	Utslipp til fangst [m ³ /dag]	Samarbeids- klynge	Antall stopp skip	Lengde rute t/r [nautiske mil]	Tid t/r inkl. lasting [timer]	Mellomlagrings- behov [m ³]	Skipsbehov [m ³]	Skipsbehov inkl. buffer [m ³]
Ineos Rafnes	402 590	1173	Båt 1,2 og 3	1	302	67.1	3821	17009	20410
Yara Porsgrunn	755 020	2200					6154		
Heidelberg Materials Brevik	719 990	2098					5869		
Eramet Porsgrunn	121 860	355					993		
Inovyn Rafnes	87 270	254					711		
Norske Skog Saugbrugs	86 650	252	Båt 4	1	380	78,3	823	8187	9824
Borregaard Spesialcellulose	263 750	768					2507		
Frevar avfallsforbrenning	96 300	281					915		
Hafslund Celsio	369 560	1077					3512		
Eidsiva Trehjørningen	45 180	132					429		
SUM	2 948 170								



Figur 3: Foreslått transportløsning for Oslofjorden og Porsgrunn. Hver farge representerer et forslag til samarbeidsklynge. Bilruter og båtruter er representert med symboler.

Sørvest-Norge

Utslipp i 2023 [Mt CO ₂]	2.51
Antall skip	3
Antall rør/bilruter	6

Sørvest-Norge dekker alle utslippspunkter langs kysten sør for Bergen, til og med Kristiansand. Regionen har årlige CO₂-utslipp på ca. 2,5 Mt CO₂ per år fra 10 store punktutslipp. Det er antatt at all CO₂, unntatt fra Rogaland, transporteres til Øygarden utenfor Bergen. Samtidig utvikles det en CO₂-terminal ved Gismarvik på Haugalandet, som vil være et naturlig valg for lokale utslippspunkter i Rogaland, og potensielt for hele Sør-Norge.

Bergen og Hardangerfjorden med BIR, Hydro Husnes og Elkem Bjølvefossen:

Avfallsforbrenningsanlegget BIR kan transportere CO₂ med biler til Øygarden, mens Hydro Husnes og Elkem Bjølvefossen kan samarbeide om ett CO₂-skip.

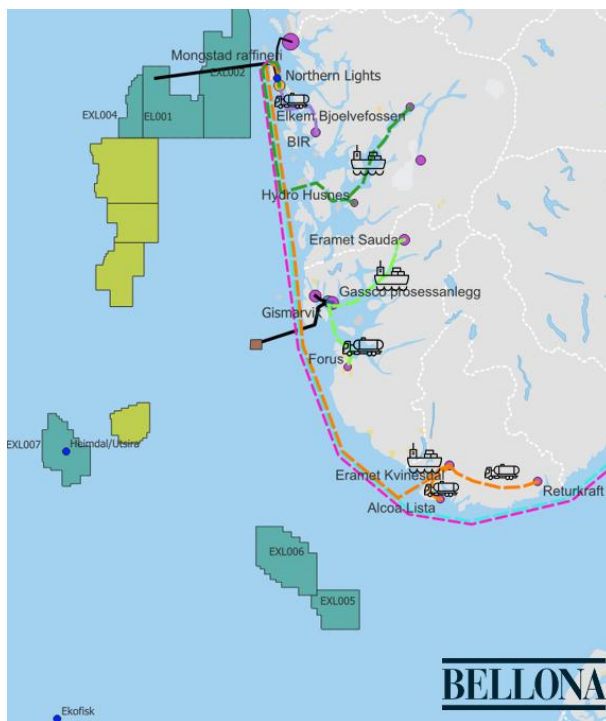
Rogaland med Hydro Karmøy, Forus Energigjenvinning, Gassco Kårstø og Eramet Sauda:

Hydro Karmøy og Gassco Kårstø kan transportere CO₂ med rør eller biler til Gismarvik. Forus Energigjenvinning kan bruke biltransport, mens Eramet Sauda vil trolig trenge et eget skip. Dette skipet vil sannsynlig være mindre enn Northern Lights-standard og skal gå innaskjærs, så det er mulig med et annet design.

Sørlandet med Eramet Kvinesdal, Alcoa Lista og Returkraft Eramet Kvinesdal og Alcoa Lista kan dele en felles havn, men har behov for en bilrute fra Alcoa til Kvinesdal. Returkraft har vurdert muligheten for å frakte CO₂ til Kristiansand havn via rør, men dette anses som kostbart på grunn av byens infrastruktur. CO₂ kan alternativt transporteres til samme havn som Alcoa og Eramet i Kvinesdal, slik at de tre aktørene kan dele havn og skip, men med to bilruter for å bringe CO₂ til havn. Det er mulig at Returkraft vil vurdere en egen løsning, ettersom Returkraft har kommet lenger i prosessen for å realisere CCS enn de to andre.

Tabell 4: CO₂ punktutslipp for Sørvest-Norge samt data knyttet til foreslått transportløsning illustrert i Figur 4.

REGION Sørvest-Norge	Utslipp i 2023 [tonn CO ₂]	Utslipp til fangst [m ³ /dag]	Samarbeids- klynge	Antall stopp skip	Lengde rute t/r [n]	Tid t/r inkl. lasting [timer]	Mellomlagrings- behov [m ³]	Skipsbehov [m ³]	Skipsbehov inkl. buffer [m ³]
Forbrenningsanlegget BIR	241 000	702	Bil						
Elkem Bjølvfossen	150 280	438	Båt 5	2	100	50.3	1017	3430	4116
Hydro Husnes	142 308	415					2413		
Eramet Sauda	337 700	984	Båt 6	1	39	29.6	2214	2214	2657
Gassco Kårstø Prosessanlegg	729 170	2124	Bil/rør						
Hydro Karmøy	323 000	941	Bil/rør						
Forus Energigjenvinning	111 840	326	Bil						
Eramet Kvinesdal	221 250	645	Båt 7	1	172	48.6	1305		3375
Alcoa Lista	113 400	330					669		
Returkraft	142 290	415					839		
SUM	2 512 238								



Figur 4: Foreslått transportløsning for Sørvest-Norge. Hver farge representerer et forslag til samarbeidsklynge. Bilruter og båtruter er illustrert. CO₂-lagringslisensene er tegnet inn grønn og gul, hvor de gule lisensblokkene er fra 2024-tildelingen og de grønne er eldre tildelingen. De blå prikkene representerer forslag til gasskraft med CCS på sokkelen.

Nordvest-Norge

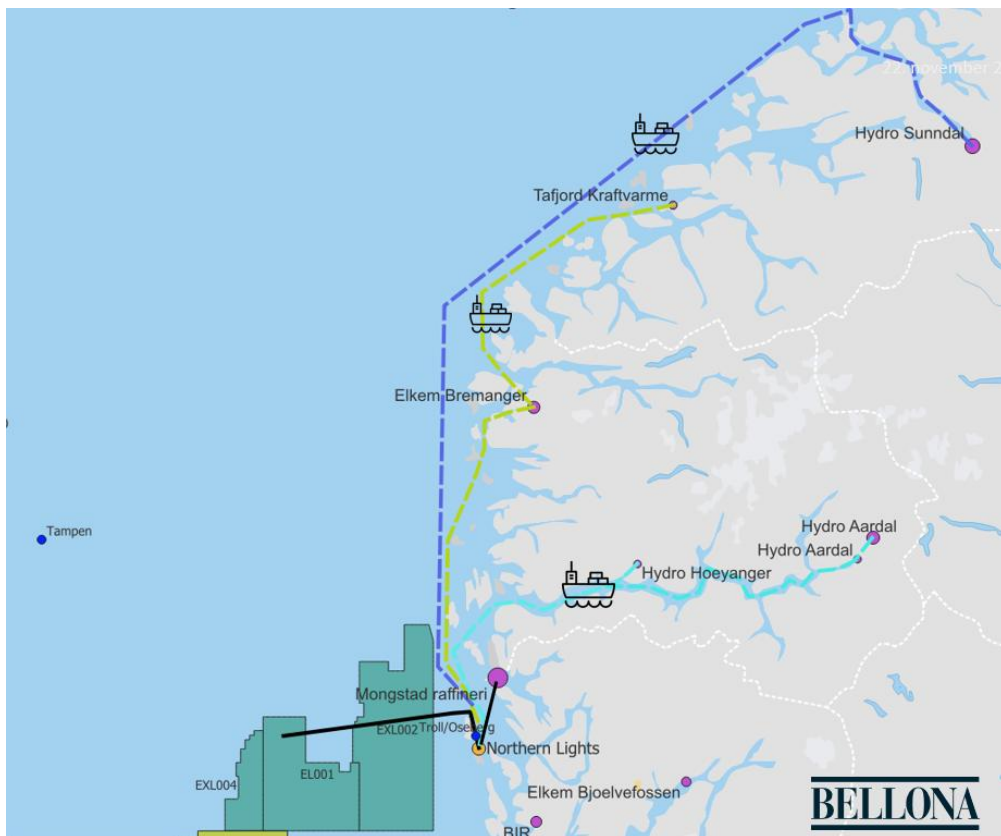
Utslipp i 2023 [Mt CO ₂]	3.20
Antall skip	3
Antall rør	1

Nordvest-Norge, nord for Bergen, har årlige CO₂-utslipp på ca. 3,2 millioner tonn CO₂ fra syv store punktutslipp. Norges største utslippspunkt er Mongstad-raffineriet med 1,7 millioner tonn CO₂ årlig. Det er uklart om Mongstad som et raffineri av fossile drivstoff kommer til å investere i et CCS-anlegg, eller legge ned driften. Hydro har tre anlegg i Sognefjorden med til sammen 0,53 millioner tonn årlig, mens resten av utslippene er spredt i Møre og Romsdal. Det antas at CO₂ transporteres til Øygarden for permanent lagring.

CO₂ kan håndteres med 3 skip og én rørledning, hvor Mongstad kan bruke eksisterende gassrørledninger eller legge en ny dedikert CO₂-rørledning. Det virker naturlig at Hydro koordinerer utslippene fra sine anlegg med ett skip i Sognefjorden fordelt på to havner. Elkem Bremanger kan dele skip med Tafjord Kraftvarme, mens Hydro Sunndal vil trenge et eget skip.

Tabell 5: CO₂ punktutslipp på Nordvest-Norge samt data knyttet til foreslått transportløsning illustrert i Figur 5.

REGION Nordvest-Norge	Utslipp i 2023 [tonn CO ₂]	Utslipp til fangst [m ³ /dag]	Samarbeids- klynge	Antall stopp skip	Lengde rute t/r [n]	Tid t/r inkl. lasting [timer]	Mellomlagrings- behov [m ³]	Skipsbehov [m ³]	Skipsbehov inkl. buffer [m ³]
Hydro Sunndal	646 900	1885	Båt 8	1	230	56.9	4465	4465	5358
Tafjord Kraftvarme	80 030	233	Båt 9	2	160	58.9	1862	2559	3071
Elkem Bremanger	260 560	759					697		
Hydro Årdal Karbon	97 600	284	Båt 10	2	126	54.0	640	3533	4239
Hydro Årdal Metalverk	336 000	979					2203		
Hydro Høyanger	105 280	307					690		
Mongstad raffineri	1 671 300	4869	Rør						
SUM	3 197 670								



Figur 5: Foreslått transportløsning for Nordvest-Norge. Hver farge representerer et forslag til samarbeidsklynge. Båtruter er representert med et symbol. De forskjellige CO₂-lisensene er tegnet inn i grønt. Blå prikk representerer forslag til gasskraft med CCS på sokkelen.

Midt-Norge

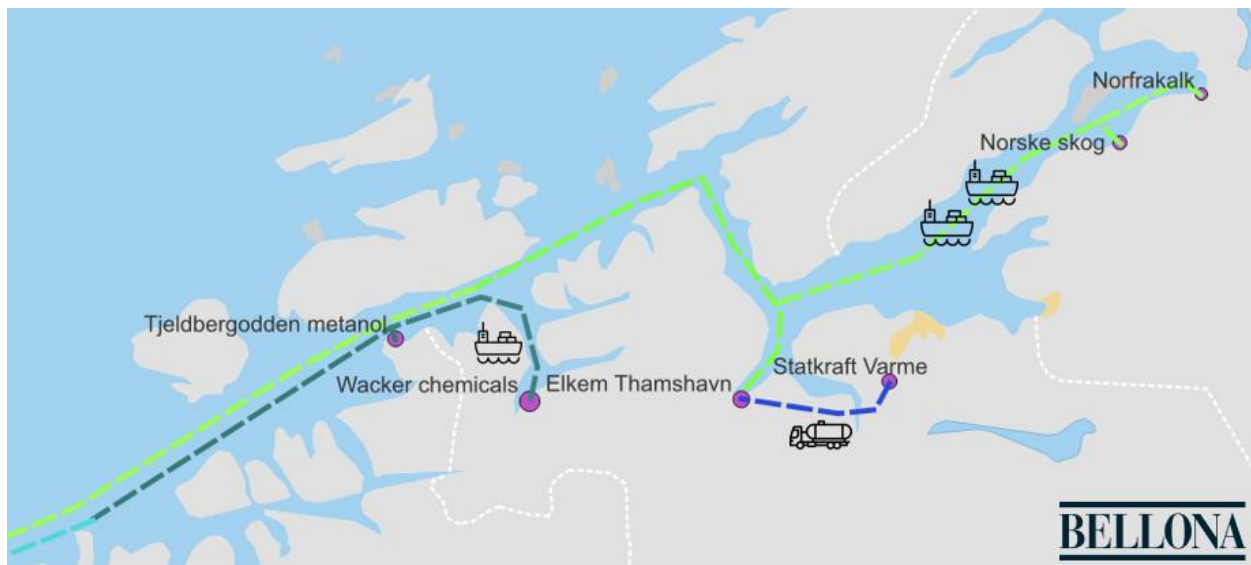
Utslipp i 2023 [Mt CO ₂]	1.54
Antall skip	3
Antall bilruter	2

Midt-Norge-regionen har årlige CO₂-utslipp på ca. 1,5 millioner tonn fra syv store punktutslipp som hovedsakelig er konsentrert rundt Trondheimsfjorden.

Denne analysen viser at CO₂ kan transporteres med 3 skip og 2 bilruter. Verdalskalk kan samarbeide med NorFraKalk om en felles havn, med kort biltransport til havnen. Statkraft Varme kan samarbeide med Elkem Thamshavn om en felles havn, med kort biltransport imellom. Verdalskalk, NorFraKalk, Norske Skog Skogn, Statkraft Varme og Elkem Thamshavn kan dele to skip fordelt på tre havner. Wacker Chemicals og Tjeldbergodden metanolfabrikk kan dele ett skip.

Tabell 6: CO₂ punktutslipp i Midt-Norge samt data knyttet til foreslått transportløsning illustrert i Figur 6.

REGION Nordvest-Norge	Utslipp i 2023 [tonn CO ₂]	Utslipp til fangst [m ³ /dag]	Samarbeids- klynge	Antall stopp skip	Lengde rute t/r [n]	Tid t/r inkl. lasting [timer]	Mellomlagrings- behov [m ³]	Skipsbehov [m ³]	Skipsbehov inkl. buffer [m ³]
Verdalskalk	61 030	178	Båt 11 og 12	3	331	95.3	706	10033	12040
NorFraKalk	150 400	438					2304		
Norske Skog Skogn	199 200	580					1740		
Stkraft Heimdal	222 090	647					2569		
Elkem Thamshavn	234 640	684					2714		
Wacker Chemicals	472 600	1377	Båt 13	2	256	72.6	4163	5914	7097
Equinor Tjeldbergodden	198 770	579					1751		
SUM	1 538 730								



Figur 6: Foreslått transportløsning for Midt-Norge. Hver farge representerer et forslag til samarbeidsklynge. Bilruter og båtruter er representert med symboler.

Nord-Norge

Utslipp i 2023 [Mt CO ₂]	2.15
Antall skip	4
Antall rør	-

Nord-Norge har årlige CO₂-utslipp på rett over 2 millioner tonn fra 9 store punktutslipp, fra Mosjøen i sør til Hammerfest LNG i nord. Transporten kan enten gå nordover til Hammerfest-regionen og CO₂-lisensen «Polaris», eller sørover til Øygarden og Northern Lights. For Mosjøen og Mo i Rana er avstanden omtrent lik til begge alternativene hvor Northern Lights er et mer modent prosjekt, og tidslinjen for Polaris er mer usikker. For de øvrige utslippspunktene er avstanden til Northern Lights betydelig lengre, noe som trolig vil kreve større eller flere skip og mellomagre, og dermed økte kostnader.

Analysen viser at utslippene kan transporteres med 4 skip. Mosjøen har behov for et eget skip, mens utslippene i Mo i Rana kan samles til én felles havn og båt. Elkem Salten kan dele ett skip med Kvittebjørn Varme, og Finnfjord Ferrosilisium kan dele ett skip med Heidelberg Kjøpsvik. Det er antatt at skipene vil transportere CO₂ nordover til Polaris-lisensen. Dersom det er ønskelig å sende CO₂ til Northern Lights på grunn av en raskere tidslinje, kan det være fornuftig at Elkem Salten og Heidelberg Materials i Kjøpsvik samarbeider om transportløsning.

Det antas at eksisterende gasskraftverk ved Hammerfest LNG legges ned, og at et eventuelt nytt gasskraftverk med CCS etableres med egen infrastruktur.

Tabell 7: CO₂ punktutslipp for Nord-Norge samt data knyttet til foreslått transportløsning illustrert i Figur 7.

REGION Nord-Norge	Utslipp i 2023 [tonn CO ₂]	Utslipp til fangst [m ³ /dag]	Samarbeids- klynge	Antall stopp skip	Lengde rute t/r [n]	Tid t/r inkl. lasting [timer]	Mellomlagrings- behov [m ³]	Skipsbehov [m ³]	Skipsbehov inkl. buffer [m ³]
Finnfjord Ferrosilisium	302 060	880	Båt 14	2	247	71.3	2 614	5 086	6 103
Heidelberg Materials Kjøpsvik	285 670	832					2 472		
Kvitebjørn Varme	62 820	183	Båt 15	2	312	80.6	614	5 267	6 321
Elkem Salten	475 690	1 386					4 653		
Elkem Rana	321 110	936	Båt 16	1	422	84.3	3 286	6 148	7 378
Ferroglobe Mangan	109 870	320					1 124		
Celsa Armeringsstål	88 990	259					911		
SMA mineral	80 900	236					828		
Alcoa Mosjøen	418 690	1 220	Båt 17	1	422	84.3	4 284	4 284	5 141
SUM	2 145 800	6 252							



Figur 7: Foreslått transportløsning for Nord-Norge. Hver farge representerer et forslag til samarbeidsklynge. Båtruter er representert med +et symbol. CO₂ lisensen er tegnet inn i grønn. De blå prikkene representerer forslag til gasskraft med CCS på sokkelen.

Totalt potensial

Resultatene viser at dersom Norges største utslippspunkter implementerer CCS med 90 % fangstgrad, kan over 11 Mt CO₂ fanges og lagres årlig ved hjelp av rundt 17 skip og 11 bilruter.

Denne analysen skisserer potensialet, og det er usikkert om dette potensialet vil bli realisert. Noen industriaktører kan redusere utslippene sine gjennom andre tiltak, og noen anlegg kan bli avvirket. Miljødirektoratet anslår til sammenligning at ca. 4,5 Mt CO₂ årlig utslippsreduksjon kan realiseres med CCS innen 2035. Videre arbeid bør gå videre i dybden på hvor mye av hvilke utslipp som kommer til å bli kuttet ved CCS, og når.

Mongstad-raffineriet er et eksempel hvor det er usikkert om Equinor vil prioritere CCS-løsninger grunnet forventet levetid til anlegget og tidligere historikk. Yara i Porsgrunn, som baserer seg på LNG, står overfor utfordringer knyttet til utslipp av drivhusgasser ved produksjon og transport av naturgass som benyttes, og selv med CCS kan det være vanskelig å produsere «lavutslipps»-produkter. Andre store utslippskilder som Hammerfest LNG og Kårstø kan i teorien velge elektrifisering for betydelige deler av sine utslipp. Hydro og Eramet kan på sikt velge andre teknologier for reduksjon av deler av sine utslipp. I motsatt ende har aktører som Heidelberg Materials og avfallsforbrenningsindustrien få eller ingen alternativer til CCS for å redusere sine utslipp.

Gasskraft med CCS på norsk sokkel

I tillegg til elektrifisering, er det et potensial til å redusere 5 Mt CO₂-utslipp årlig fra gasskraftverk på norsk sokkel med CCS⁶. Disse vil trolig ikke være knyttet til infrastrukturen for landbasert industri, men heller ha en lokal dedikert CO₂-infrastruktur.

Kostnadsperspektiver for transport av CO₂

Kostnadene for transportinfrastrukturen er ikke spesifikt analysert i denne studien. SINTEF gjennomførte en detaljert studie⁷ av Midt-Norge regionen (uten Norske Skog Skogn) som viste at kostnadene for skipstransport varierer fra ca. 150 NOK/tonn CO₂ ved optimalisert samarbeid til over 1500 NOK/tonn dersom små aktører, som Verdalskalk, skulle bruke et Northern Lights-skip alene. Dersom det antas en gjennomsnittlig transportkostnad på 500 NOK/tonn, kan de foreslåtte

⁶ [BLÅ STRØM – NORSK SOKKEL \(2023\) - Forstudie for gasskraftverk med CCS](#)

⁷ [SINTEF \(2023\) – “The CCS Midt-Norge cluster”](#)

løsningene i denne studien koste 5–6 milliarder kroner årlig. For Miljødirektoratet anslag på 4,5 Mt CO₂ årlig, vil transportkostnadene anslagsvis ligge på 2–3 milliarder kroner per år.

Samarbeid om transportinfrastruktur gir besparelser, men ikke nødvendigvis store nok til å forsvare kompleksiteten. I SINTEFs rapport for Midt-Norge varierte besparelsene ved samarbeid fra ca. 25 NOK/tonn CO₂ for Wacker til ca. 500 NOK/tonn CO₂ for Verdalskalk. Den gjennomsnittlige besparelsen var ca. 100 NOK/tonn CO₂. Dersom det antas en total kostnad på ca. 2500 NOK/tonn (høy usikkerhet) utgjør besparelsen av samarbeid ca. 4%. Selv om dette kan utgjøre betydelige beløp, må det vurderes opp mot de logistiske og juridiske utfordringene samarbeidet innebærer, og i noen tilfeller kan besparelsen være marginal.

Analysen legger til grunn at de fleste skipene vil være av Northern Lights-størrelse, og at CO₂ fraktes til lagring via en landterminal. Det er imidlertid flere konsepter i utvikling, som Altera sitt Stella Maris-prosjekt, som foreslår injeksjon fra skip via en offshore injeksjonsenhet til lagring i Havstjerne-lisensen. Northern Lights benyttes som referanse ettersom det er den mest modne løsningen og ikke nødvendigvis at det ses på som den mest optimale

Forfatter

Mats Rongved
Rådgiver CCS
mats@bellona.no

Kort om Bellona

Miljøstiftelsen Bellona er en uavhengig ideell stiftelse med mål om å løse klima- og miljøproblemene. Siden 1986 har Bellona vært engasjert i de viktigste miljøspørsmålene nasjonalt og internasjonalt, og er anerkjent for sin teknologiforståelse og løsningsorienterte tilnærming. I dag jobber ca. 60 ingeniører, biologer, økonomer, jurister, statsvitere og journalister på våre kontorer i Oslo, Brussel, Berlin og Vilnius, og vi har representanter i flere EU-land og i USA. Våre nettsider er på norsk, engelsk, tysk og russisk.