

SLUTTRAPPORT

Rapporttittel:	CO2 HUB for Borg CO2 (L7)
Dato:	3. mars 2021
Prosjektnummer:	619092
Forfatter(e):	Borg Havn v/Tore Lundestad
ISBN:	<->



Mulighetsstudie
 «CCS – KLYNGA PÅ ØRA OG I REGIONEN »



Et mulighetsstudie om etablering av karbonfangst, bærekraftig bruk og lagring i en industriklynge på Østlandet

Støttet av:




Borg Havn IKS


BIO-EL


GEMINOR


Oslo Varme


EQUINOR


IFE


BORREGAARD


Sløttmønstret


SAE


ØSTFOLD ENERGI


CAPSOL AS


Norske Skog Saugbrugs


ACINOR


EGE


COMPACT CARBON CAPTURE


NORSUS


FREVAR KF
Distriktets miljøbedrift

Prosjektet er støttet av:





Rapporttittel:

Sluttrapport L7

Mulighetsstudie CCS-klynga på Øra og regionalt

Forfatter(e):	Borg Havn v/Tore Lundestad
Prosjektnummer:	619092
Prosjekttittel:	Mulighetsstudie CCS-klynga på Øra og regionalt
Støttet av:	CLIMIT

Emneord:

CO2 Hub
CO2 logistikkniv
Borg Havn
Øra industriområde
Klynge
Forretningsmodeller

Tilgjengelighet

Åpen

Antall sider:

23

Dato:

15/3-21

Signatur:

Innhold

Sammendrag:	4
Oppdraget:	5
Bakgrunn	5
Rammer for Leveranse L7.....	5
Borg Havn IKS – Konsern og virksomheter:	6
Organisasjon - konsern.....	7
Litteraturstudie, samt bakgrunn for denne rapporten	8
Utvikling av et CO ₂ -logistikknavn på Øra.	9
Lokasjon utskipnings terminal(er) for CO ₂ :	11
Fartøykonsept Northern Lights	12
Alternativer til nåværende Northern Lights skipsdesign	13
Terminal Øra	13
Design og visualisering av nav på Borg Havn samt logistikk mot Norske Skog Saugbrugs og Borregaard	14
Lastearmer	14
Lokasjon av Landterminal:.....	16
Design og kostnader etablering av havneterminal	19
Biltransport fra mellomlager ved fangst til terminal:	21
Rørledning for transport av CO ₂ fra Sarpsborg til Øra:	22
Kobling mot synergier og forretningsutvikling (L3), herunder kartlegging og utvikling av leverandører.....	22
English summary:	23

Sammendrag:

Denne rapporten dokumenterer muligheter samt behov for infrastruktur, areal, teknologi, etc, som er nødvendig for at Borg Havn skal kunne etableres som et regionalt logistikknave for CO₂.

Borg CO₂ har tre hoved lokasjoner for fangst av CO₂; Kvitebjørn Bio-El og FREVAR i Fredrikstad, Borregaard og Sarpsborg Avfallsenergi i Sarpsborg og Norske Skog Saugbrugs i Halden. Fangbart volum er estimert til 500.000 tonn CO₂/år, hvorav 43 % er fossilt og 57 % er biogent¹. Klyngen har et maksimalt potensial på ca. 630.000 tonn/år fanget CO₂, med opptil 70 % biogent CO₂, ved full kapasitetsutnyttelse av Saugbrugs biokjele. Majoriteten av det fossile CO₂ er knyttet til utslipp fra energigjenvinning av restavfall (40 – 50% fossilt CO₂).

Det er per i dag tre mulige havnelokasjoner for Øra-klyngen; Borg Havn IKS, Alvim Havn og Sauøya. Av disse er det kun Borg Havn IKS som oppfyller grunnleggende krav for å kunne motta Northern Lights skip². De to øvrige lokasjoner kan motta skip, men med flere begrensinger bl.a. at det kun kan tas del-last ombord. Den må derfor regnes med at CO₂ fra kildene i Halden og Sarpsborg må mellomtransportere til Øra.

En delvis utbygging av klyngen betyr mindre volum i en startfase, og innebærer at den første terminalen må ligge på Øra. Lastebiltransport vil da være kostnadseffektivt mellom de øvrige lokasjonene og Øra terminalen. Lastebiltransport er fleksibelt, krever liten investering og kapasitet kan raskt skaleres opp og ned. Kostnadene for frakt av CO₂ pr tonn er her beregnet ganske nøyaktig for de to lokasjonene til Øra³.

En CO₂ terminal er kostbar og vi har sett på tall fra Fortum sine overslag i Oslo, samt gjort egne beregninger for Borg Havn. Det er stort sprik i disse tallene som tilsier at det er behov for ytterligere utredninger på dette området. Vi har sett på en trinnvis utbygging samt mulighet for sambruk av allerede losse/laste utstyr som brukes ved LNG lossing på Øra. Vi har også vist skisser av terminal layout på Øra for en slik terminal.

Slik vi kan se det er det vanskelig å forsvare økonomisk mer enn en terminal for utskipning av CO₂ i prosjektet sett opp mot alternativ kostnad for lastebiltransport.

¹ Ref. Sluttrapport L2

² Ref. delrapport L6

³ Ref. Notat_Transportkostnader innland med bil.

Oppdraget:

Leveranse 7 (L7): Idé-studie for utvikling av et CO₂-logistikknv på Borg Havn

1. **Aktiviteter:** Med bakgrunn i kompetanse fra Fortum Oslo Varme sin utredning om utskipningsterminal i Oslo Havn, mellomlagring og transport samt resultater fra L6 som gjelder lasting, transport og lossing av CO₂ til eget anlegg på Kollsnes, utarbeide konsept for et eller flere anlegg for transport av LCO₂ fra Øra og regionalt.
2. **Mål:** Legge grunnlaget for å realisere lokal og regional CCS med Borg Havn som logistikknv for leveranse til Equinor. Kartlegge optimal logistikk for transport av CO₂ fra Borregaard og Norske Skog, Saugbrugs til et logistikknv på Borg Havn, - og fra navet til Equinor.
3. **Leveranse og dokumentasjon:** Rapport som dokumenterer muligheter samt behov for infrastruktur, areal, teknologi, etc, som er nødvendig for at Borg Havn skal kunne etableres som et regionalt logistikknv for CO₂.
4. **Suksesskriterier:** Et visualisert konsept tegnet inn på aktuelt areal Øra. Godt samarbeid med partnerne i klyngen, internasjonale havneaktører samt med Fredrikstad kommune og andre relevante arealaktører.

Bakgrunn

CCS-klynga på Øra – og regionalt, består i hovedsak av tre mindre klynger, som planlegges knyttet sammen i en felles industriell klynge med Borg Havn som nav. Disse tre klyngene er lokalisert på Øra, i Sarpsborg v/Borregaard og i Halden v/Norske Skog Saugbrugs. Ved de ulike lokasjonene er det forskjellige kilder til røykgass, som vil fungere optimalt ved forskjellige fangstteknologier.

De tre kildene er omtrent like store, og det vil bli vurdert om ett nav på Øra er det optimale alternativet eller om det etableres 3 mindre terminaler. Dette blir vurdert både kostnadmessig og operasjonelt siden både øvre del av Glomma og innseilingen til Halden har dybde begrensinger.

Rammer for Leveranse L7

Konseptet med å fange, mellomlagre, transportere fra fangstlokasjon til havneterminal og fra havneterminal til mottaksterminal hos Northern Lights består i vårt prosjekt av 4 faser. Disse fasene kunne teoretisk hatt en ansvarlig aktør, men det kan også være fire med vært sitt delansvar. I vårt case tenker vi oss foreløpig 3 aktører hvor fase 1 og 2 er underlagt en aktør mens 3 og 4 har hver sin. For Equinor og Northern Lights har de definert fase 4 som deres rolle i denne logistikk kjeden.

En kan dele fasene i 4:

- Fase 1 - Fange CO₂ og mellomlagre
- Fase 2 - Transportere fra mellomlager til utskipningsterminal
- Fase 3 - Etablere en utskipningsterminal
- Fase 4 - Utskipning med skip til mottaksanlegg og deretter lagre det i et undersjøiske deponi

I denne rapporten vil fase 2 og 3 belyses. Hvorfor vi tar med fase 2 transport fra mellomlager til utskipnings terminal, er å vise kostnadene på biltransport kontra å bygge ekstra terminaler i Halden og Sarpsborg.

Equinor (Northern Lights) har i Leveranse L6 også sett det nødvendig å utrede de overordnede trekk i lagring og transport siden vi har 3 lokasjoner som i teorien kan ha en sjøterminal hvor Equinor (Northern Lights) sitt skip kan hente LCO₂ direkte kun med en liten mellomtransport. En slik løsning vil medføre 3 identiske utskipningsterminaler kontra en dersom det blir et hoved nav på Øra. Disse forskjellige alternativene vil medføre forskjellige konsepter og kostnader og disse er ikke utredet i Leveranse L6. Leveranse L6 har tatt utgangspunkt i at skipene til Northern Lights vil ha problemer med å bruke terminaler i Sarpsborg og Halden pga sin størrelse og derigjennom dyppgående.

Målet er å legge grunnlaget for å realisere lokal og regional CCS med Borg Havn som logistikknavn for leveranse til Northern Lights. Vi har jobbet med å kartlegge optimal logistikk for transport av CO₂ fra Borregaard og Norske Skog Saugbrugs til et logistikknavn på Borg Havn, - og fra navet til Northern Lights.

Denne rapporten dokumenterer muligheter samt behov for infrastruktur, areal, teknologi, etc, som er nødvendig for at Borg Havn skal kunne etableres som et regionalt logistikknavn for CO₂.

Vi har også laget et visualisert konsept tegnet inn på aktuelt areal Øra. Godt samarbeid med partnerne i klyngen, internasjonale havneaktører samt med Fredrikstad kommune og andre relevante arealaktører.

Borg Havn IKS – Konsern og virksomheter:

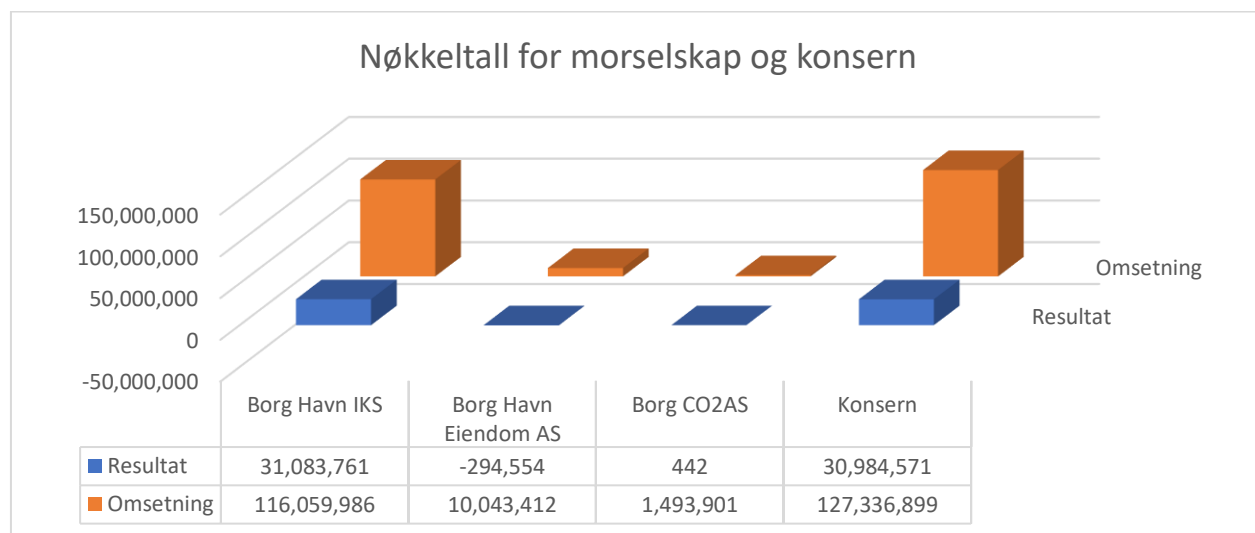
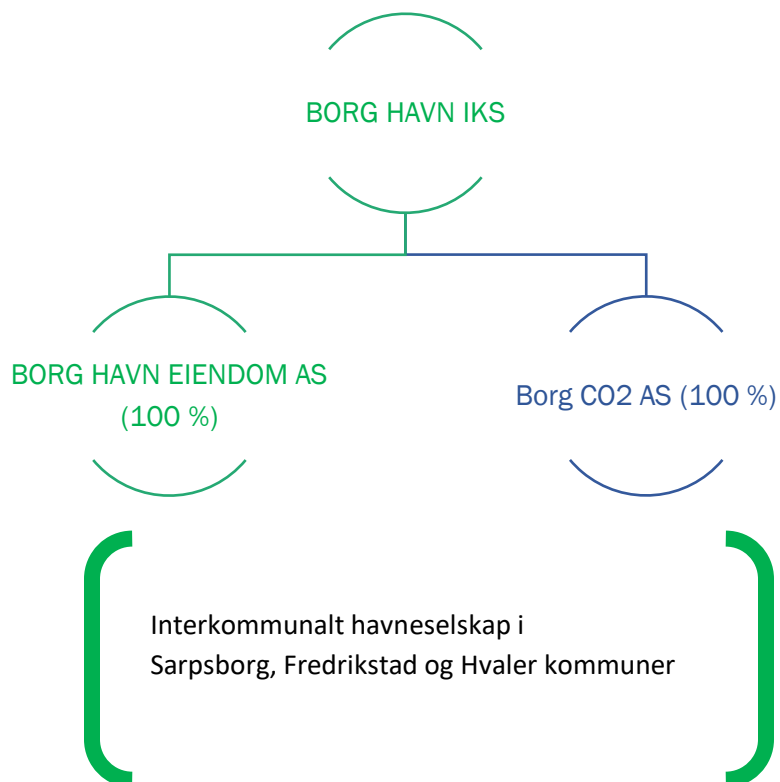
Borg Havn IKS er opprettet som et interkommunalt selskap i medhold av Lov om interkommunale selskaper. Selskapet er et heleid offentlig interkommunalt selskap opprettet i 1993 av kommunene Sarpsborg og Fredrikstad. Fra 2018 ble Hvaler kommune deltaker. Som eget rettssubjekt har selskapet rettigheter, forpliktelser og partsstilling ovenfor domstol og andre myndigheter.

Selskapets formål er fastsatt av eierne i selskapsavtalens § 1-2. Selskapsavtalen ble sist endret med virkning fra 1.1.2020.

Borg Havn IKS har som formål å samordne all kommunal havnevirksomhet i de tre deltakende kommuner. I tilknytning til dette skal Borg IKS på vegne av Deltakerkommunene kunne ivareta alle forvaltningsmessige og administrative oppgaver havne- og farvannsloven med forskrifter pålegger kommunene, samt utøve den myndighet dette regelverk gir kommunene. Det skjer gjennom delegeringsvedtak i de respektive kommunestyre.

Målsettingen for Selskapets virksomhet er at de samlede havneressurser til enhver tid skal utgjøre et konkurransedyktig havnetilbud for brukerne. For at havnen skal kunne opprettholde og videreutvikle trafikkgrunnlaget, skal Selskapet kunne engasjere seg i alle former for havnetilknyttet virksomhet som vurderes hensiktsmessig og økonomisk fordelaktig for havnen og det næringsliv havnen skal betjene. Slik virksomhet kan omfatte ulike former for logistikk og næringsutvikling og trenger ikke være lokalisert innenfor Deltakerkommunenes grenser så lenge den tjener brukernes interesser. Selskapet kan delta som eier i andre foretak, det være seg heleid datterselskap eller annet.

Organisasjon - konsern



Litteraturstudie, samt bakgrunn for denne rapporten

Det er gjort søk i rapporter som er relevante i forhold til de utfordringer vi står ovenfor i vårt prosjekt.

Det er foretatt internettsøk og vi har hatt tilgang til deler av rapporten til Fortum Oslo Varme og deres utredninger om transport fra fangstanlegg til Oslo havn samt tenkt terminalløsning i havnen.

Det er lite å hente av erfaring internasjonalt så det meste av relevant info knytter seg til CCS prosjektene i Norge med Equinor, Norcem og Fortum som kilder. Både Fortum og Equinor er partnere i vårt prosjekt noe som gir viktig input til våre utredninger.

I Delrapport L6, Litteraturstudie og sammenstilling av rapporter, er hovedfokuset transport av flytende CO₂ fra terminal til anlegget på Kollsnes. Siden det er 3 forskjellige lokasjoner for fangstanlegg, Fredrikstad, Sarpsborg og Halden, tar delrapporten for seg også de mest sentrale punktene på landsiden som vil være premissleverandører i forhold til mulighet for å etablere en til tre terminaler for utskipning av flytende CO₂. Delrapport L6 og denne rapporten har mye overlappende bakgrunnsinformasjon og det vil derfor bli referert til eller klippet inn informasjon i fra L6 der bakgrunnsinformasjonen er lik. Mye av den informasjonen vil bli lagt i vedlegg med komprimert informasjon i selve delrapporten.

Fokuset i denne rapporten blir å se konkret på rammene for etablering av en terminal for utskiping av flytende CO₂ på Øra. Design og kostnader som estimeres her vil lett kunne brukes hvis en ønsker å se på muligheten av etableringer av terminaler i Halden og Sarpsborg. I første omgang vil det bli grove estimater som vil bli verifisert i endelig rapport.

Utvikling av et CO₂-logistikknv på Øra.

De som har fokus i denne utredningen er:

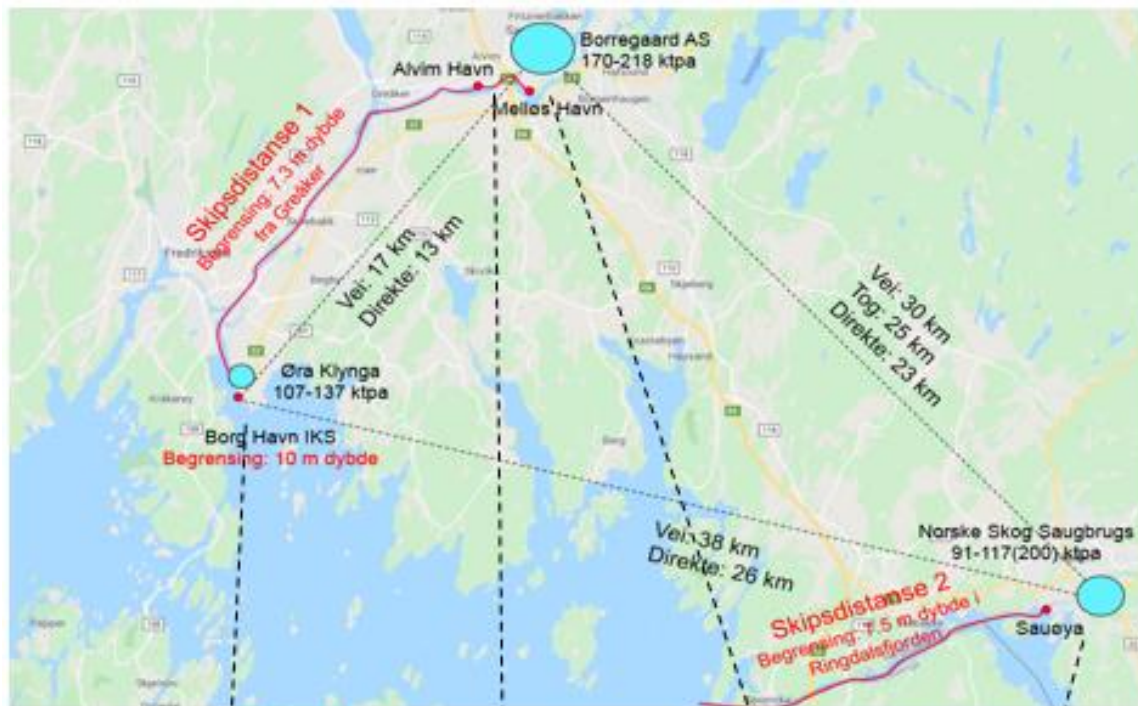
- Kort oppsummert hovedpunktene i L6
- Skisse over lokasjoner mv.
- Lokasjon utskipnings terminal(er) for CO₂:
- Fartøykonsept Northern Lights
- Terminal Øra
- Biltransport fra mellomlager ved fangst til terminal
- Transport av CO₂ i rør i Glomma fra Sarpsborg til Øra

Kort oppsummert hovedpunktene i L6





Sammendraget fra rapporten Equinor v/Emil

«Borg CO₂ har tre hoved lokasjoner for fangst av CO₂; Kvitebjørn Bio-El og FREVAR i Fredrikstad, Borregaard i Sarpsborg og Norske Skog Saugbrugs i Halden. Totalt fangbart volum er estimert til ca. 500.000 tonn CO₂/år, hvordan 35 % er fossilt og 65 % er biogent. Majoriteten av det fossile CO₂ er knyttet til utslippspunktene i Fredrikstad. Hver av de tre potensielle fangst lokasjonene har flere komponenter som har kan utbytte av læring fra Northern Lights og fullskalaprojektet, og for Northern Lights er de aktuelle komponentene knyttet til lagertanker, lastearmer/slanger og transport. Det er per i dag fire aktuelle havnelokasjoner for Øra-klyngen; Borg Havn IKS, Alvim Havn, Melløs Havn og Sauøya. **Av disse er det kun Borg Havn IKS som oppfyller grunnleggende krav for å kunne motta Northern Lights skip.** Potensielle leverandører av aktuelle modifiserte skipsløsninger har blitt konsultert, og respondert positivt på muligheten for at lektere og/eller coastere kan knytte de andre havnene til Naturgassparken gjennom en fremtidig verdikjede for CCS i regionen. Gitt ulike forutsetninger for transport og ulike konsentrasjoner av fossil og biogent CO₂ kan en faset utvikling av Borg CO₂ vurderes, men videre vurderinger må komme som følge av logistikk og konseptstudier.»

Skisse over lokasjoner, distanse mellom fangstanlegg og utskipningsterminal mv er vist i egen figur.



Figur 7 – Illustrasjon av logistikkalternativer for Borg CO₂CO₂. Hentet 28.01.2020 fra <https://www.google.com/maps>

<u>Borg Havn IKS</u>	<u>Alvim Havn</u>	<u>Melløs Havn</u>	<u>Sauøya</u>
			
Terminal/Lagingsområde: 510.000 m ²	Terminal/Lagingsområde: 40.000 m ²	Terminal/Lagring: Ukjent	Det er tilgjengelige arealer og kaier på Sauøya. Det må gjøres videre studier for å bestemme muligheten for etablering av et lastepunkt for flytende CO ₂ på disse. Dybde på selve kaien er ikke en begrensning.
Havneparametere: Samlet kule lengde: 1125 meter Dybde: 9.5 – 12 meter Havneanlegget kan ta fartøy med lengde opptil 250 meter, og er utstyrt med 2 stk. Ro-Ro ramper.	Havneparametere: Samlet kule lengde: 500 meter Dybde: 7.3 meter - Begrenset av innseiling fra Greåker	Havneparametere: Dybde: 5.5 meter, men er også begrenset av høyde under broen ved E6.	

Kilde: Delrapport L6⁴

Northern Lights skisse over mulige lokasjoner. Melløs ikke aktuelt for valgt skipstype.

⁴ Delrapport L6

Lokasjon utskipnings terminal(er) for CO₂:

Som det fremgår av Figur 7 omfatter prosjektet til BCO₂ utslippspunkter i 3 kommuner, Fredrikstad (Øra), Sarpsborg (Borregaard) og Halden (Saugbrugs). Samlet fangbart CO₂ er teoretisk rundt 630.000 tonn, fordelt omtrent likt på de 3 lokasjonene. Det er farbart med båt tett opptil de 3 lokasjonene. Hvilke forhold er det som styrer antall terminaler i praksis?

1. Det aller meste av gassen skal til Equinor sitt reservoar i Nordsjøen via Kollsnes. Det betyr at det må transporteres med skip fra en eller flere terminaler i Søndre Viken til Kollsnes.
2. Etablering av terminaler for flytende CO₂ er kostbart. Vil det være lønnsomt å bygge 3 mindre terminaler kontra en stor? Det vil opplagt være vesentlig mer kostbart å bygge 3 terminaler kontra en, så gevinsten må da ligge i sparte utgifter til transport fra hhv Halden og Sarpsborg til Fredrikstad.
3. Northern Lights har langt på vei definert skipene som er tenkt brukt til å frakte CO₂ mellom Norcem og Kollsnes og eventuelt mellom Oslo og Kollsnes, se punkt om referanser og litteratur under. Skipet som er beskrevet i Konsekvensutredningen til Northern Lights har en lengde på 130 meter, dypgående på 8-8,5 meter og en lastekapasitet på 7500 m³. Denne skipsstørrelsen kan teoretisk anløpe både Halden (Sauøya) og Sarpsborg (Alvim) med da ikke kunne laste fullt. Melløs som er Borregaards kaianlegg er vist men er ikke aktuelt. Skipet kan da i etterkant anløpe Fredrikstad (Øra terminalen) og toppe opp lasten.

Selv om Northern Lights har beskrevet en type skip er det ikke fattet endelig beslutning og det er også vurdert større skip. Hvis skipene blir lengre, vil de sannsynligvis ikke kunne anløpe Alvim. Det ligger begrensninger i lengde og dybde på skip som skal snus ved Alvim. Det kan være en mulighet å snu skipet først for å komme rundt denne utfordringen. En annen utfordring med terminal i Sarpsborg, er at det i perioder på våren er flom i Glomma som setter begrensninger på skip opp dit. Det kan vare fra 2 uker til 6 uker. I den perioden må en ha en back-up og det vil si biltransport til Øra.

4. Utbyggingen av fangstanlegg på de tre lokasjonene vil sannsynlig skje trinnvis. Første trinn ser ut til å kunne bli Halden med et anlegg på 50.000 tonn. Deretter kan det bli et av anleggene i Fredrikstad eller Sarpsborg og/eller et trinn 2 i Halden. Det vil ikke være aktuelt å starte med å bygge ut terminaler for 3 småskalaanlegg på tre lokasjoner. Øra er uansett den mest naturlige lokasjonen. Her er det ingen begrensninger i forhold til de skipsstørrelser som er og vil kunne komme fremover. Hvis det kun blir en terminal, vil Øra være lokasjonen.
5. Konklusjon: Den første terminalen vil måtte ligge på Øra. Størrelsen på terminalen vil også henge sammen med frekvensen på skipsanløp og om skipet tar en del last eller full last i forhold til anløp ved andre terminaler i regionen. Terminalen på landsiden vil kunne utvides i takt med behovet.

Fartøykonsept Northern Lights

Følgende parametere er aktuelle for vurderinger knyttet til transport fra Borg CO₂:

- Lengde: 130 meter
- Brekke (støpt): 19.2 meter
- Avstand fra vannlinje til bunnen av kjølen (draft): 8.5 meter
- Kapasitet: 7500 m³ (fordelt på to tanker)
- Lastepumper: 400 m³/time per pumpe, maks losserate er 800 m³/time
- Tilkoblet landstrøm ved kai



Figur 8 – Illustrasjon av Northern Lights skipsdesign fra konsept og FEED studier.

For ytterligere tekniske detaljer knyttet til Northern Lights skip henvises det til Appendix B.

Med referanse til dybdebegrensninger illustrert i Figur 8 for Skipsdistanse 1 og 2, vil Northern Lights skipet ikke ha mulighet til å nå tilkoblingspunktene på Alvim Havn og Sauøya på grunn av fare for grunnstøting. Generelt ønsker man en margin på 1 meters dybde, hvilket med utgangspunkt i dypgangen til Northern Lights skipet vil gjøre at den totale dybden må være 9.5 meter. Gitt dybdebegrensninger og gjeldende forskrifter er tilgangen for Northern Lights skip, gitt nåværende design, begrenset til Borg Havn IKS.

Northern Lights har evaluert mulighetene for å midlertidig redusere dypgangen til skipet ved innseiling til Sauøya ved å ankomme med redusert last, og dermed begrense vekt. Gitt at tettheten til sjøvann (1030 kg/m³) er tilnærmet lik tettheten til CO₂ (1079 kg/m³) vil dette ikke bidra til en tilstrekkelig økning i margin på skipets dypgang. En innseiling med tomme ballasttanker er et alternativ som har blitt diskutert, men tatt i betraktning at det nåværende skipsdesignet er et konseptdesign gjør den operasjonelle risikoen at man ikke ønsker å legge dette som en forutsetning for et en mulig logistikkjønsning til Borg CO₂.

Konklusjonen for Northern Lights skips tilgang til de ulike avlastningspunktene i Borg CO₂ er derfor, per nå, at Borg Havn IKS er eneste aktuelle havn.

Alternativer til nåværende Northern Lights skipsdesign

Med utgangspunkt i begrensingene listet i «Northern Lights skipsdesign for Borg CO₂», har Northern Lights evaluert andre potensielle logistikk-løsninger for skipstransport.

For å koble sammen de tre lokasjonene Øra Klynga, Borregaard og Norske Skog Saugbrugs er det nødvendig å vurdere ulike transportkomponenter, og følgende alternativene i Tabell 7 blitt vurdert. Northern Lights har i denne mulighetsstudien vært i kontakt med et utdrag potensielle leverandører av alternative skips- og transportløsninger som kan bli tilpasset Borg CO₂. Northern Lights kan ikke uttale seg om hvilken kapasitet og evne disse aktørene har i forhold til en eventuell leveranse.

Terminal Øra

Øra er en multi-purpose havn med mange forskjellige havnefunksjoner. Det gjenspeiler bredden av industri lokalisert på Øra og i havnens influensområde som er hele Østlandet. På Øra finnes i dag Gasum sin importterminal for LNG som har ligget her i snart 10 år. Erfaring med flytende bulkvarer av forskjellig karakter finnes.

Lastepunktet for flytende CO₂ er tenkt lagt til eller inntil dagens terminal for LNG. I dag brukes fleksible slanger for tilknytning mellom skip og terminal. For tiden pågår prosjektering av å montere losse/lastearm for LNG. Denne infrastrukturen skal vi vurdere nærmere. Det jobbes parallelt med dette i L6 og vil trolig være klart i Sluttrapporten av Mulighetsstudiet.

Det er vist skisser av prinsippene for lastearm og fleksible slanger under i egen tabell.



Bildet viser Ørterminalen Syd med avmerking i grønt hvor hhv skipene skal ligge og terminalens lokasjon i bakkant.

Design og visualisering av nav på Borg Havn samt logistikk mot Norske Skog Saugbrugs og Borregaard

Lastearmer

En mekanisk lastearm består av rigide prosessrør som er koblet sammen med dreieledd for å ta opp bevegelse og moment mellom skip og landanlegg. En motvekt er ofte inkludert for å redusere belastningen på manifoldtilkoblingen på skipet, samt redusere kraftbehovet for å manøvrere armen. En lastearm vil ha en operasjonskonvolutt som avhenger av design av armen, samt tidevannsvariasjoner og endringer i skipets fribord i løpet av laste/losse-operasjonen. Lastearmer trenger ofte tilleggssystemer som for eksempel et hydraulikksystem for å operere selve lastearmen.

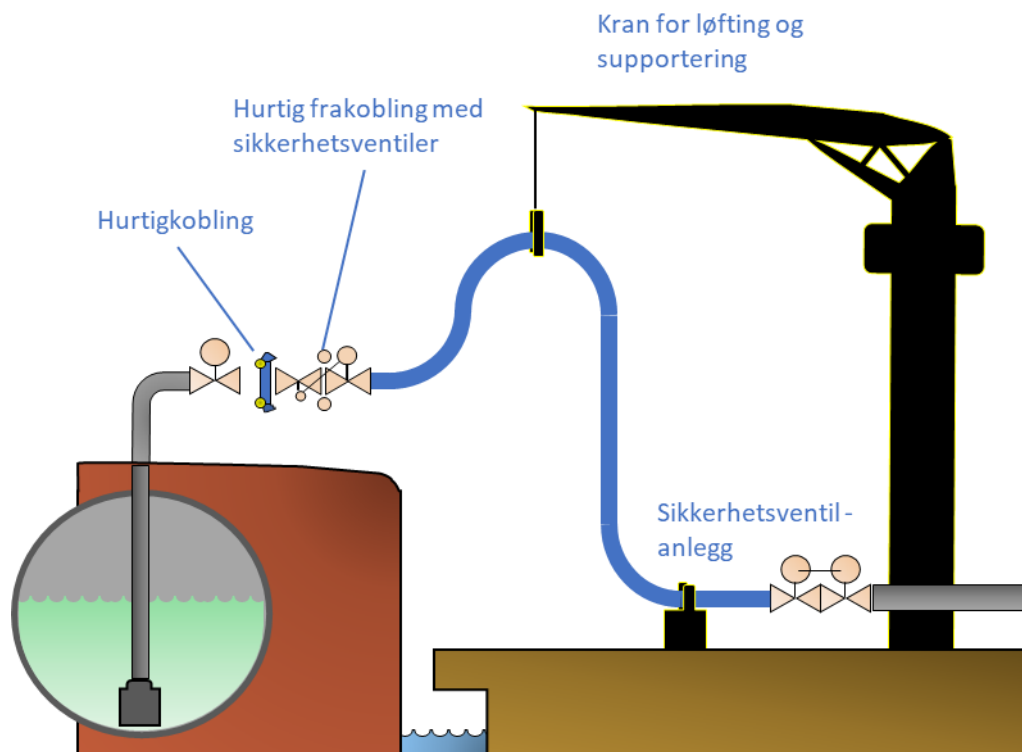
Et eksempel på en lastearm fra leverandøren *Kanon Loading Equipment* er vist under.

Gasum har i dag god erfaring med bruk av fleksislinger som er en prisgunstig og fleksibel løsning. Grunnen til at de går over til lastearm er bl.a. volum og sikkerhetskrav. En slik laste arm med tilhørende konstruksjoner på kaia koster et tosfret millionbeløp.

For flytende CO₂ er det ikke noe problem å bruke fleksislinger også utfra et sikkerhetsspørsmål siden CO₂ er «farefritt» med tanke på eksplosjon etc. Felles bruk er nevnt som en mulighet eller så kan en fleksiløsning være alternativet. Egen lastearm for kun CO₂ blir dyr og er ikke påkrevd.



Figur viser eksempel på lastearm



Figur viser illustrasjon av lasteslangekonfigurering og støtteutstyr

Lokasjon av Landterminal:

Fra landterminalen til lastepunktet på kai er det ca. 800 meter. Det finnes i dag en rørtrase som kan utvides, se figur under. Området som er tiltenkt lokasjon for landterminal er nabotomten til LNG terminalen. Innkjøring til CO₂ terminalen vil foregå på lukket vei forbeholdt dette området. Området har ingen restriksjoner i forhold til døgkontinuerlig operasjon.

Design for lagertanker og rør vil typisk være:

- Designes for følgende transportbetingelser: trykk 19 bar og -35°C
- Driftsbetingelser for lagertankene: trykk 15 bar og temperatur -26°C

Lastekapasitet vil være:

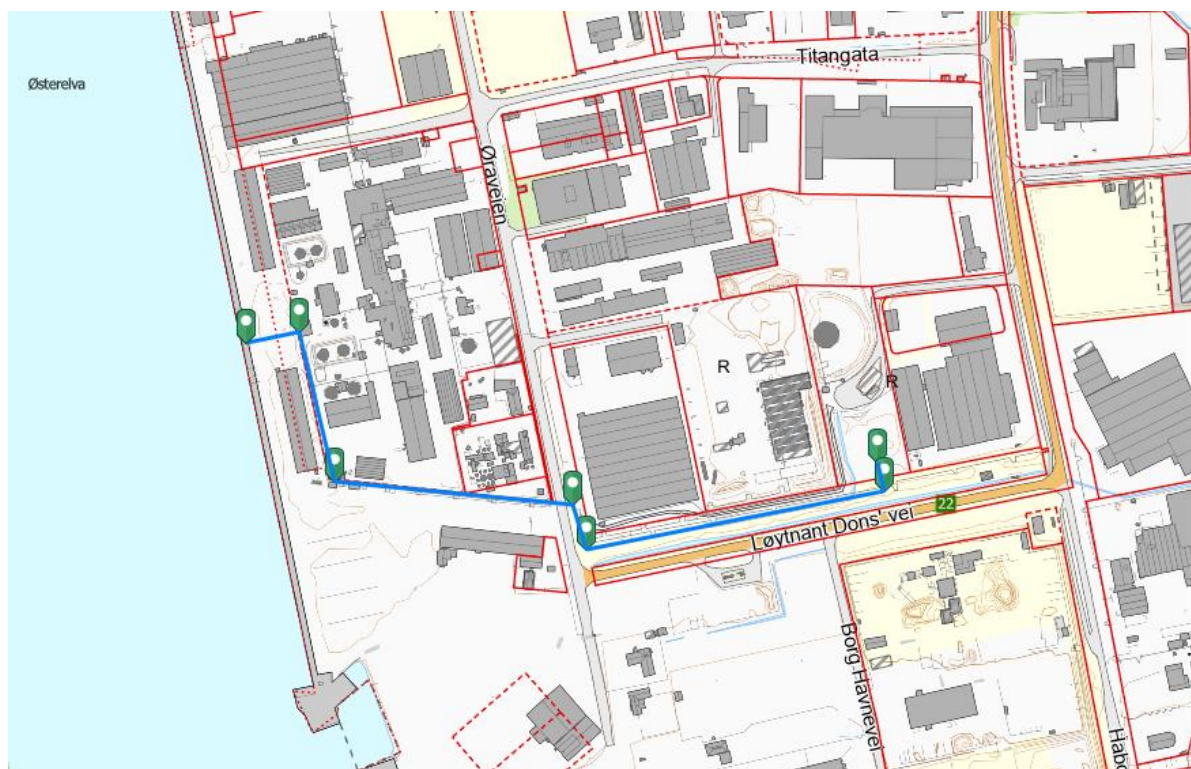
- Lastekapasitet CO₂ vil være 400-800 m³/time

Området er på ca. 7 da og har en størrelse til å etablere en terminal som kan håndtere de totale volumene i regionen. I starten vil en måtte etablere rørtrase og lastepunkt samt et antall tanker for å håndtere trinn 1 fra Halden. Rørtrase og lastepunkt er det samme uavhengig av volum. En antar at 3 tanker a' 1000 tonn vil være tilstrekkelig i en oppstart.

En foreløpig vurdering av om tankene skal være stående eller liggende er at liggende tanker anses mest hensiktsmessig med tanke på bl.a fundamentering. Kostnadene på etablering av en terminal som er

presentert senere i rapporten baserer seg på liggende tanker. Til orientering er det vist to figurer under som viser både stående og liggende tanker.

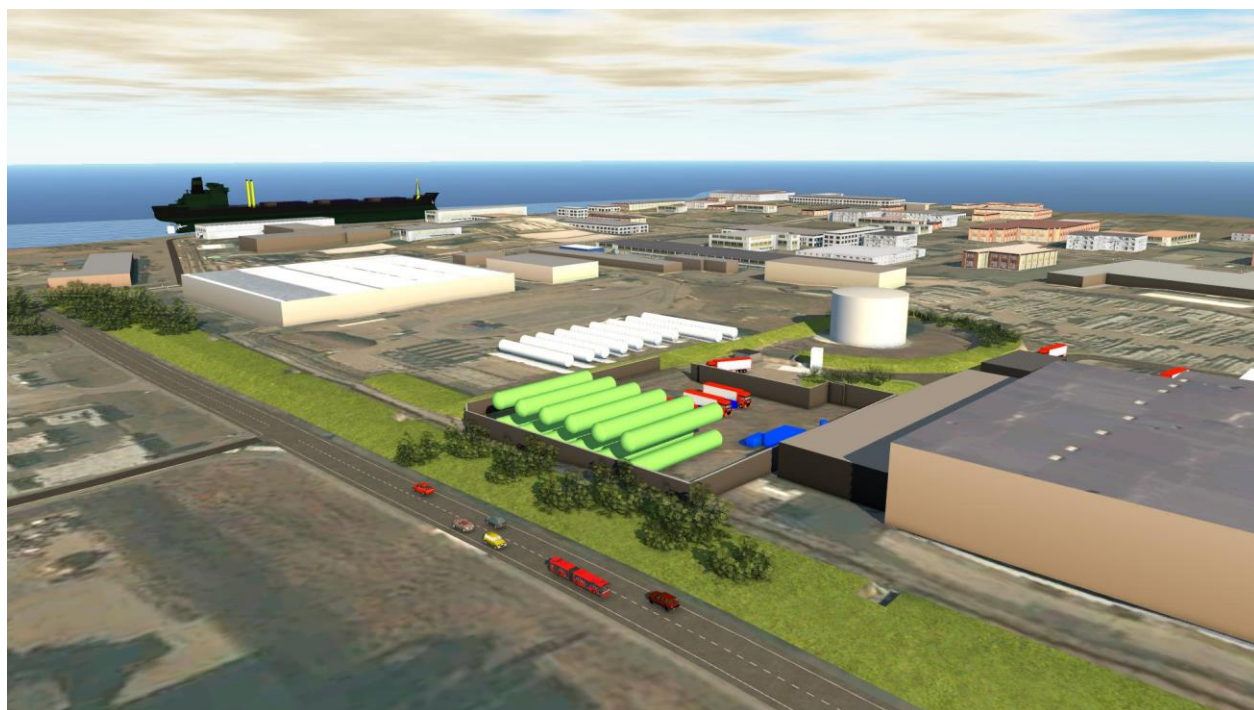
Området har plass til 6 tanker a' 1000 tonn liggende i ett lag. Det vil være tilstrekkelig for å håndtere minimum 200.000 tonn. Størrelsen på tankanlegget vil også henge sammen med om en ønsker å ta «fulle laster» på skipet. Da må tankanlegget gjøres større. Det bør ikke være noe problem i første omgang med å ta del-laster, men når en når et visst volum vil det nok være ønskelig å kunne ta fulle laster på 7500 tonn.



Figur viser avstand og trasen mellom Landterminal og lastepunktet på kai



Illustrasjon viser lokasjon for landterminal med stående tanker



Illustrasjon viser lokasjon for landterminal med liggende tanker

Design og kostnader etablering av havneterminal

Det er lite erfaring og eksempler rundt CO₂ terminaler i verdensmarkedet. Markedet for tradisjonell CO₂ transport til industriell virksomhet er av liten skala. Når det nå ses på CO₂ terminaler knyttet til CO₂ fangst og lagring er det en helt annen dimensjon og det blir et mye sterkere fokus rundt design og kostnader.

Data fra COWI sin rapport til Fortum Varme rundt etablering av en havneterminal på Oslo havn var antydning til å ligge rundt 900 MNOK. Dette er en kostnad som umiddelbart virker uforholdsmessig høy. Vi har derfor sett etter kilder som kan verifisere eller avkrefte denne prisantydningen.

Via en artikkel i et internasjonalt magasin, var det en artikkel rundt ny design av CO₂ skip knyttet til både tankdesign og skipsdesign. Artikkelen var svært relevant i forhold til det arbeidet vi i Borg CO₂ jobber med rundt terminal for utskipning av flytende CO₂. Det ble derfor tatt kontakt med selskapet Høglund Marin Solution (HMS) i Tønsberg som bl.a. jobber med design av skipstanker og skip for CO₂ transport. Design av terminal for CO₂ lagring er et relativt nytt område for HMS. De arbeider fortiden for Equinor tilknyttet både skipstransport og terminal design rundt Kollsnes anlegget.

Vi har forespurt HMS om de kan komme opp med en «grovkisse» rundt en landterminal og hva som er en optimal tankstørrelse rundt de krav som knytter seg til lagring av flytende CO₂. Kravet om å lagre flytende CO₂ på -26 C og 15 bar stiller store krav til kvalitet på tankene både med hensyn til materialvalg mens også utførelse og design. Det samme gjelder nødvendig utrustning rund tanksystemet. Det er også gjort studier rundt å lagre flytende CO₂ på lavere trykk, 7-8 bar, men da må temperaturen ned mot minus 80-90 C. Utfordringen er at alle leddene i transportkjeden da må ha samme trykk og temperatur og det ber ikke tilfellet i dag.

«State of the art» er da -26 C og 15 bar som er lagt til grunn for design av en terminal på Øra. Hovedkomponentene i en terminal eks ledning fra terminal til kai samt installasjonskostnader er vist i tabellen under:

• 2 x 2 500m ³ CO ₂ tank uten isolasjon	-	ca. 2,80 MEUR
• 1 x Transport (Tank)	-	ca. 0,26 MEUR
• 2 x tank isolasjon	-	ca. 1,20 MEUR
• 1 x Process system	-	ca. 2,30 MEUR
• Totalt	-	ca. 6,56 MEUR (67,8 MNOK)

Dette er uten installasjons kost.

Hver tank har dimensjoner på ca. 9 x 45m.

Hvis vi da deler dette i moduler a 2500 m³, vil en havneterminal i forskjellig størrelse ha følgende kostnadsrammer med 20 % usikkerhets margin, eks arealleie, fundamenteringskostnader etc på tomteområdet for havneterminalen:

- 2.500 m ³	- kostnad ca. 45 MNOK
- 5.000 m ³	- kostnad ca. 84 MNOK
- 7.500 m ³	- kostnad ca. 125 MNOK
- 10.000 m ³	- kostnad ca. 170 MNOK

Det er kun 2-3 firmaer internasjonalt som bygger disse tankene og bildet under er fra en av den, en finsk leverandør. Leveringstid begynner å nærme seg ett år pga. økte forespørslar.

Konklusjonen er at de nye innhentede prisene gir et helt annet kostnadsbilde av å etablere en havneterminal enn tidligere antydte og vil gi en sterk innvirkning på regnstykket rundt CO₂ fangst. Uansett bør en vurdere om ikke en havneterminal i Oslofjorden vil være hensiktsmessig og lønnsomt i hvert fall i en oppbygging, men muligens også på sikt.



Tanker av samme type som beskrevet i teksten. Produsert i Finland.

Biltransport fra mellomlager ved fangst til terminal:

Det er ikke sett på kostnad for etablering av mellomlager og nedkjøling på fangstlokasjonen. Det antas at kostnadene vil være den samme i Halden og Sarpsborg. Det er viktig å få frem kostnaden på biltransport fra fangstlokasjon til terminalen på Øra også for å kunne sammenlikne kostnadene med biltransport kontra egen utskipningsterminal i Halden og Alvim. Som nevnt vil det uansett måtte etableres en terminal på Øra. Fraktkostnaden med bil var kunne bli satt opp mot en terminalkostnad med økt volum å se om det er et break-even i prosjektet.



Figur viser semitrailer for CO2 transport

Operasjonstider for lossing/lasting er i tråd med det som er beregnet hos Fortum Oslo og er basert på pumpekapasitet, tilkøpling/frakøpling. Øvrig er kjøretid basert på dedikert rute. Kostnadene er også kvalitetssikret mot Acinor sine beregninger om CO2 transport bl.a. mellom Halden og Øra, vist i kr/tonn⁵.

For å frakte et volum på 50.000 tonn pr år trengs kun en enhet, en semitrailer. Som det fremgår av tabellen, vil en kunne frakte over 70.000 tonn pr år med full drift mellom Halden og Øra og rundt 80.000 tonn mellom Sarpsborg og Øra. Det tilsier en utnyttelse på mellom 65-70 %.

Kostnaden fra Halden er beregnet til 78,-/tonn, tilsvarende 3,9 millioner pr år. For Sarpsborg blir kostnadene 68,-/tonn, tilsvarende 3,4 millioner pr år.

Operasjonstid tur/retur Saugbruks - Øra											
Avstand	Lastetid	Kjøretid	Lossetid	Kjøretid	Sum tur	Antall turer	Antatt turer	Co2 pr tur	Co2 på døgn	Co2 pr uke	Co2 pr år
km	min	Øra min	min	SB min	min	pr døgn	pr døgn	tonn	tonn	tonn	tonn (46uker)
38 km	45	40	45	40	170	8,5	7	32	224	1568	73696
Kroner pr tonn:										78,-	
Operasjonstid tur/retur Borregaard - Øra											
Avstand	Lastetid	Kjøretid	Lossetid	Kjøretid	Sum tur	Antall turer	Antatt turer	Co2 pr tur	Co2 på døgn	Co2 pr uke	Co2 pr år
km	min	Øra min	min	SB min	min	pr døgn	pr døgn	tonn	tonn	tonn	tonn (46uker)
38 km	45	28	45	28	146	9,9	8	32	256	1792	84224
Kroner pr tonn:										68,-	

⁵ Ref. Notat_Transportkostnader innland med bil.

Tabellen viser oversikt over tidsforbruk pr operasjon samt rundtur fra hhv Halden og Sarpsborg til Øra samt kostnad pr tonn.

Rørledning for transport av CO₂ fra Sarpsborg til Øra:

En rørledning for transport av CO₂ fra Sarpsborg til Øra er en mulighet. Det snakkes da om CO₂ i gassform. Flytende CO₂ i rørledning har en god del utfordringer med seg og en har valgt å ikke utrede dette videre i vårt case. En slik ledning er tenkt lagt i Glomma noe som reduserer leggekostnadene vesentlig kontra en landbasert ledning.

Kostnadene med legging av en ledning vil være omtrent det samme enten volumet er 50.000 tonn pr år eller 200.000 tonn pr år. Dimensjonene vil vi måtte se nærmere på, men det blir relativt rimeligere å legge en større ledning og inntjeningen vil være vesentlig høyere for et stort volum. Skal en ledning komme i betraktning må volumene være vesentlig høyere enn 50.000 tonn pr år. Det vil måtte vurderes opp imot lastebiltransport som sannsynligvis er den billigste løsningen og den som raskest kan etableres.

I denne omgang vil det ikke bli gjort noen kostnadsoverslag for en rørledning fra Sarpsborg til Øra. Avstanden med bil fra Borregaard til Øra er ca. 16 km.

Kobling mot synergier og forretningsutvikling (L3), herunder kartlegging og utvikling av leverandører

Etablering av et CO₂ logistikknapp på Øra er en forutsetning for videreutvikling av CCUS klyngen, og legger et grunnlag for både fangst med lagring, og en evt. begrenset bruk. Det er derfor etablert et tett samarbeid mellom leveranse L7 og leveranse L3. Øvrige synergier vil rapporteres i hovedrapport L3.

English summary:

This report documents opportunities as well as the need for infrastructure, area, technology, etc, which is necessary for Port of Borg to be established as a regional logistics hub for CO₂.

Borg CO₂ has three main locations for capturing carbon capture; Kvitebjørn Bio-El and FREVAR in Fredrikstad, Borregaard in Sarpsborg and Norske Skog Saugbrugs in Halden. The total catchable volume is estimated at approximately 500,000 tonnes of CO₂/year, of which 43% is fossil and 57% is biogenic. The cluster has a maximum potential of approx. 630,000 tonnes / year of captured CO₂, with up to 70% biogenic CO₂, at full capacity utilization of Saugbrug's bio boiler. The majority of fossil CO₂ is related to emissions from energy recovery of residual waste (40 - 50% fossil CO₂).

There are currently three possible port locations for the Øra cluster; Borg Havn IKS, Alvim Havn and Sauøya. Of these, only Borg Havn IKS meets the basic requirements to be able to receive Northern Lights ships. The other two locations can receive ships, but with several restrictions, including that only partial cargo can be taken on board. It must therefore be reckoned with that CO₂ from the sources in Halden and Sarpsborg must transport between to Øra.

A partial development of the cluster means less volume in an initial phase and means that the first terminal must be located on Øra. Truck transport will then be cost-effective between the other locations and the Øra terminal. Truck transport is flexible, requires little investment and capacity can easily be scaled up and down. The costs for transporting CO₂ per ton, are calculated quite accurately for the two locations to Øra. A CO₂ terminal is expensive. Figures from Fortum's estimates in Oslo compared with cost from this report, shows a significant gap in costs. This report give a more detailed estimates of smaller terminals and step-by-step development as well as the possibility of joint use of already unloading / loading equipment used in LNG unloading on Øra. Sketches of the terminal layout on Øra for such a terminal are shown. Preliminary conclusion may indicate that it may be difficult to defend financially more than one terminal for the shipment of CO₂ in the project.