
Karbonfangstanlegg Norcem Brevik

OPPDRAGSGIVER

Norcem AS

EMNE

Konsekvensutredning

DATO: 16. mars 2020

DOKUMENTKODE: 130435-PLAN-RAP-02, rev. 01



RAPPORT

OPPDRAAG	Karbonfangstanlegg Norcem Brevik	DOKUMENTKODE	130435-PLAN-RAP-02
EMNE	Konsekvensutredning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Norcem AS	OPPDRAAGSLEDER	Vegard Meland
KONTAKTPERSON	Per Brevik	UTARBEIDET AV	Flere
		ANSVARLIG ENHET	Oslo Areal og utredning

Revisjon 01

Konsekvensutredning for karbonfangstanlegg på Norcems sementfabrikk i Brevik lå ute til høring i perioden 1. november – 16. desember 2019.

Det kom 16 høringsuttalelser til konsekvensutredningen. Oppsummering av uttalelsene og forslagsstillers kommentarer er gitt i et eget notat (130435-PLAN-NOT-04) datert 30.1.2020. Konsekvensutredningen med høringsuttalelser ble forelagt Miljødirektoratet som ansvarlig myndighet. Direktoratet godkjenner konsekvensutredningen i brev datert 6.3.2020. De skriver at konsekvensutredningen er i henhold til det godkjente konsekvensutredningsprogrammet, og at den tilfredsstiller kravene i kapittel 5 i forskrift om konsekvensutredninger. Det er derfor ikke behov for tilleggsutredninger eller ytterligere dokumentasjon.

Utover endret dato, revisjonsnummer og det som står på denne siden er denne utgaven av konsekvensutredningen identisk med høringsutgaven datert 1.11.2019.

01	16.03.2020	Endelig utgave	Vegard Meland	Harald Haarstad	Vegard Meland
00	01.11.2019	Høringsutgave	Flere	Harald Haarstad	Vegard Meland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

0	Sammendrag	6
0.1	Innledning	6
0.2	Metode	6
0.3	Tiltaket	6
0.4	Konsekvenser av tiltaket	7
1	Innledning	12
1.1	Bakgrunn	12
1.2	Tiltakshaver	12
1.3	CO ₂ -utslipp fra sementindustrien	13
1.4	Andre CO ₂ -fangstanlegg	14
1.5	Transport og lagring av CO ₂	14
2	Metode	16
2.1	Konsekvensutredning	16
2.2	Utredningen	16
2.3	Grensesnitt	16
3	Tiltaket	17
3.1	Innledning	17
3.2	Tiltaksområdet	17
3.3	Eierforhold	20
3.4	Anlegget	20
3.5	Alternativer	26
4	Rammer og premisser for arbeidet	27
4.1	Internasjonale føringer	27
4.2	Nasjonale føringer	27
4.3	Regionale føringer	29
4.4	Lokale planer	29
4.5	Tiltakets forhold til mål, planer og retningslinjer	32
5	Utslipp til luft	33
5.1	Metode	33
5.2	Dagens situasjon	36
5.3	Konsekvenser av tiltaket	39
6	Utslipp til vann	47
6.1	Metode	47
6.2	Dagens situasjon	47
6.3	Konsekvenser av tiltaket	48
7	Støy	53
7.1	Metode	53
7.2	Dagens situasjon	54
7.3	Konsekvenser av tiltaket	57
8	Transportbehov, energiforbruk og energiløsninger	62
8.1	Metode	62
8.2	Dagens situasjon	62
8.3	Konsekvenser av tiltaket	68
9	Beredskap og ulykkesrisiko	72
9.1	Metode	72
9.2	Dagens situasjon	74
9.3	Karbondioksid under trykk	74
9.4	Lagre av amin og lut	87
9.5	Havnivåstigning og stormflo	88
9.6	Jordskjelv (seismisk aktivitet)	91
9.7	Dominoeffekter og storulykker	93

9.8	Samlet konsekvens beredskap og ulykkesrisiko.....	95
10	Avfall og forurensset grunn.....	96
10.1	Dagens situasjon	96
10.2	Konsekvenser av tiltaket	98
11	Sysselsetting og verdiskaping	99
12	Konsekvenser i anleggsfasen	100
12.1	Helse- og miljøfarlige stoffer i bygninger og konstruksjoner	100
12.2	Trafikk	100
12.3	Støy	101
12.4	Sysselsetting og ringvirkninger	101
13	Sammenstilling og anbefaling.....	102
14	Saksgang, informasjon og medvirkning	104
14.1	Melding	104
14.2	Konsekvensutredning	104
14.3	Samtykke fra DSB.....	104
14.4	Søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven	104
14.5	Medvirkning.....	105
14.6	Framdrift.....	105
15	Kilder	106
	Vedlegg. Utfylt sjekkliste for ROS-analyse	110

0 Sammendrag

0.1 Innledning

Norske myndigheter har i lang tid hatt tydelige ambisjoner knyttet til karbonfangst og -lagring. Norcem Brevik er sammen med avfallsforbrenningsanlegget på Klemetsrud de to norske anleggene som nå vurderes for CO₂-fangst.

Sementindustrien har store CO₂-utslipp. Globalt står den for 5-7 % av de totale CO₂-utslippene (1,9 gigatonn CO₂ årlig). I Norge er andelen 2 %. Norcem Brevik slipper ut mellom 820 000 og 890 000 tonn CO₂ årlig.

Norcem med eier HeidelbergCement har en visjon om null utslipp av CO₂ fra betongprodukter, sett over et livsløpsperspektiv, i 2030. For å oppnå denne visjonen er det nødvendig å fange CO₂ fra sementproduksjonen. Om tiltaket blir realisert vil Norcem Brevik bli verdens første sementfabrikk med fullskala CO₂-fangst.

0.2 Metode

Melding med forslag til utredningsprogram for tiltaket lå ute på høring høsten 2018. Basert på mottatte innspill ble utredningsprogrammet revidert og fastsett av Miljødirektoratet som er ansvarlig myndighet i januar 2019. Utredningsprogrammet lister opp de tema som skal konsekvensutredes, og fastsetter utredningsbehov. Tiltaket konsekvensutredes etter forurensningslovgivningen og ikke plan- og bygningsloven.

Grunnlag for konsekvensutredningen er for en stor del ulike utredninger og beregninger utført gjennom flere år både fra fangstanlegget på Mongstad og basert på testanlegg hos Norcem. Disse arbeidene er sammenfattet i denne konsekvensutredningen.

0.3 Tiltaket

Norcem har i samarbeid med Aker Solutions testet fangst og rensing av CO₂ på fabrikk i Brevik. Testene og erfaringene har vært vellykkete og Akers aminteknologi er lagt til grunn for prosjektet. Røykgass hentes fra fabrikkpipen. Gassen som er 100-165 grader kjøles ned til 30 grader i et kjøle-tårn. Natriumhydroksid (lut) tilføres for å fjerne svoveldioksid og saltsyre fra røykgassen. Avkjølt røykgass går så inn i en absorber. Her binder CO₂ seg til en aminløsning. Den CO₂-rike aminløsningen pumpes så over i en desorber. Temperaturen heves til 120 grader, og forbindelsen mellom amin-løsningen og CO₂ brytes, og det dannes ren CO₂-gass. Dette er en energikrevende prosess, og rest-varme fra fabrikk benyttes til denne oppvarmingen. CO₂-gassen går så til en kompressor. Her økes trykket og gassen går over til væskeform. Flytende CO₂ fraktes så til et mellomlager, og er klart til utskipping med tankskip. Gassen fraktes med skip til et mellomlager på Kolsnes, før det pumpes ut til et permanent lager i Johansen-formasjonen sør for Troll i Nordsjøen. Fangstanlegget vil fange 55 tonn CO₂ i timen, eller 400 000 tonn i året.

Prosjektet medfører ombygginger på fabrikk. **Fangstanlegget** vil bli plassert/bygget ved siden av eksisterende sementovn 6. Det består av ulike komponenter som absorber, stripper, kompressorer og tørker. I tillegg skal det bygges **varmekjeler** for å ta ut energi fra Norcems prosessrøykgass for å drive anlegget. Det bygges en ny og høyere **pipe**, og det blir behov for ombygginger av rørkanaler for tilknytning til fangstanlegg og varmevekslere. **Tanker** for amin- og NaOH-løsninger bygges. Det skal benyttes sjøvann til kjøling i prosessen, og det etableres derfor **sjøvannsinntak** ved Sekkepiren. **Rørføringer** fra prosessområde til mellomlager og fra mellomlager til havn/lastearm. **Mellomlager** av fanget og kondisjonert CO₂ etableres ved framtidig lagerhall for kalkstein. Det består av seks stående

lagertanker med et totalvolum på 5 300 tonn CO₂. Kontor og verksted må rives, og det bygges derfor et nytt **vedlikeholdssenter**. **Kaianlegg** må oppgraderes. Det gjelder deler av Cementkaia.

0.4 Konsekvenser av tiltaket

0.4.1 Utslipp til luft

Norcem har utslipp til luft i dag. Utslippstillatelsen har utslippsgrenser for ulike komponenter. Det slippes bl.a. ut nitrogenoksider, svoveldioksid, støv, saltsyre ammoniakk, kvikksølv og dioksiner.

Av utslipp fra det planlagte anlegget er det knyttet størst potensiell helsefare til aminer. Aminer er en sekkebetegnelse på kjemiske forbindelser. Noen amintyper kan reagere med nitrat/nitritt og danne nitraminer og nitrosaminer, som er dokumentert kreftfremkallende. Grenseverdier for begge disse gruppene er satt på grunnlag av nitrosaminet NDMA som er av de mest kreftfremkallende nitrosaminene. Folkehelseinstituttet anbefaler en grenseverdi på 0,3 ng/m³ i luft (nanogram per kubikkmeter) og 4 ng/l i vann (nanogram per liter), og gjelder for nitraminer og nitrosaminer samlet.

Det er utført beregninger av utslipp av nitraminer og nitrosaminer. Maksimale beregnede nivåer gir totalt ca. 0,001 ng/m³. Ingen landområder eller vann vil få konsentrasjoner i luft eller avsetninger til bakke/vann som er i nærheten av de grenseverdiene. Beregnede maksimalverdier utgjør noe under 0,4 % av anbefalt grenseverdi fra Folkehelseinstituttet.

Utslipp av sure gasser som SO₂, HCl, NO₂ og HF blir praktisk talt eliminert da disse tas opp effektivt i kjøler- og aminabsorpsjonsheten. Spesielt for SO₂ er det betydelig positiv miljøpåvirkning.

Konservative anslag er at det forventes en reduksjon på ca. 30 % for støv og partikkelbårne tungmetaller igjennom fangstanlegget, mens det for kvikksølv (Hg), TOC og dioksiner forventes ca. 10 % reduksjon i utslippsrate. Ytterligere reduksjon forventes siden det skal tilsettes aktivt kull i posefilter.

Ved etablering av karbonfangstanlegg vil flere stoffer som i dag slippes ut til luft bli tatt opp i karbonfangstanlegget. Fangstanlegget vil imidlertid innføre enkelte nye utslippskomponenter, deriblant aminer. Alle utslippskomponenter vil være i konsentrasjoner under eller godt under gjeldende/forventede grenseverdier.

På positiv side vil flere forurensende stoffer som i dag går til luft renses. På negativ side introduseres nye forurensende komponenter knyttet til aminer. Samlet sett bedømmes konsekvensen som positiv (+).

Tiltaket vil redusere CO₂-utslipp fra sementfabrikken. Denne globale effekten er ikke vurdert under dette temaet.

0.4.2 Utslipp til vann

Norcem har ikke utslipp av prosessvann til sjø i dag.

Konsentrasjonene av flere ulike miljøgifter er forhøyede i Eidangerfjorden, med størst oppmerksomhet på dioksiner og kvikksølv. I dag er det kostholdsråd som fraråder konsum av visse typer sjømat på grunn av forhøyde konsentrasjoner av dioksiner. En skal ikke spise reker og krabber fanget i Eidangerfjorden, og en skal også unngå krabber i Langesundsfjorden.

I fangstanlegget vil noen av komponentene i røykgassen vaskes ut / kondenseres ut av røykgassen slik at stoffer som i dag går til luft slippes ut til sjøen. Kondensatet vil behandles i renseanlegg før

utslipp, og blandes med kjølevann. Utslipet av avløpsvannet (renset kondensat og kjølevann) vil være på ca. 40 meters dyp i Eidangerfjorden.

Utslipet vil føre til en lokal temperaturøkning rundt utslippet. Rask fortynning og dyp innlagring gjør at dette er miljømessig akseptabelt. Tilførsel av støv (271 kg/år) anses som akseptabelt i en så stor vannforekomst. Det samme er tilfelle med totalt organisk karbon (TOC). Utslipp på 900 kg/år av TOC i en slik stor vannforekomst er marginalt, dersom stoffet ikke inneholder miljøgifter som polyaromatiske hydrokarboner (PAH). De forsurende stoffene som slippes ut antas å ha marginale effekter på vannkjemi og biota. Endring i pH vil være innenfor det som forventes å være naturlige variasjon. Tilførsler av kvikksølv er beregnet til 40 g/år, noe som utgjør ca. 0,28 % av totale tilførsler av kvikksølv til Grenlandsfjordene. Dette er godt under grenseverdien gitt i vannforskriften. For andre metaller er også utslippet godt under grenseverdiene.

Vannet i Frierfjorden har i dag dioksinkonsentrasjoner som trolig er over grenseverdiene for kjemisk tilstand gitt i vannforskriften. For avløpsvannet er konsentrasjonen av dioksiner i utslippspunktet beregnet til å være 0,0009 g/år. Fra Breviksterskelen i Frierfjorden er det i dag beregnet et utslipp på 1 g/år av dioksiner til Langesundsfjorden, ny tilførsel fra Norcem utgjør ca. 0,09 % av dette. Siden Eidangerfjorden i dag har dioksinkonsentrasjoner over grenseverdien er det ikke mulig å fortynne avløpsvannet til konsentrasjoner under grensen.

Tiltaket gis liten negativ konsekvens (–) for utslipp til vann. Dette siden bedriften ikke har utslipp til sjø i dag.

0.4.3 Støy

Aktiviteten på Norcem har mange kilder som gir støy til omgivelsene døgnet rundt.

Utslippstillatelsen har en målsetning om støy fra anlegget ved nabobebyggelse på inntil 50 dB(A). Støyretningslinjen har 5 dB strengere krav enn dette.

Karbonfangstanlegget innfører nye støykilder, i første rekke vifter, pumper og ny kompressor. Prosjekt målet for støy fra fangstanlegget er at støy fra nye kilder ikke skal overskride 40 dBA ved naboer. Innledende støyberegninger viser overskridelser av dette nivået, og det er derfor forutsatt støydemping av nye støykilder. Ved skjerming av utstyr (sjøvannspumpa og varmekjeler) viser beregningene at dette målet på 40 dBA nås, og at støynivåene for støyfølsom bebyggelse ikke øker.

I tillegg inngår støyskjerming av ovn 6 i tiltaket. Støy fra den store åpningen inn mot ovnen er blant de viktigste kildene med hensyn til støyspredningen ned mot bebyggelsen sør for fabrikk. Ved dette tiltaket vil det bli en bedring av støynivået til mest støyutsatte nabobebyggelse. Tiltaket gis derfor liten positiv konsekvens (+).

0.4.4 Transportbehov, energiforbruk og energiløsninger

Båt

Breviksterminalen er hovedterminalen i Grenland for stykkgoods. Norcem har flere egner kaier. Farvannet brukes også av mange fritidsbåter. Tilslagsmateriale til produksjonen og sement fraktes hovedsakelig til og fra Norcem med båt, mens noe kalkstein også kommer med båt.

Utskiping av CO₂ vil skje med kombinert LNG/elektrisk batteridrevet skip fra Breviksterminalen. Det er lagt til grunn anløp hver fjerde dag. Brevik ligger gunstig til med tanke på båttransport. Farvannet er svært godt utredet i forhold til nautisk sikkerhet som følge av transport av farlige stoffer til industrien i Grenlandsområdet.

Vår vurdering er at den økte båttrafikken er helt marginal, og ikke vil påvirke transport eller sikkerhet til sjøs.

Biltrafikk

Norcem Brevik har arealer både øst og vest for rv. 354 Breviksvegen. Breviksvegen har tilfredsstillende standard og er omkjøringsvei for E18 ved behov. Hovedatkomst til sementfabrikken fra Breviksvegen er via Setrevegen, mens Tangenvegen gir atkomst til deler av Norcems anlegg, Renor og havna. Trafikk til og fra Norcem i dag er ansatte som skal til og fra jobb, råvarer og leveranser av tjenester.

Det eneste biltransport knyttet til driften av karbonfangstanlegget er inntransport av aminløsning og lut. Det er dreier seg om 10 til 20 transporter per år. I tillegg vil bemanningen øke med 15-20 personer, noe som gir en liten økning i personbiltrafikken. En må også regne med at det blir en del besøk til anlegget etter at det er satt i drift. Trafikkgenereringen er svært begrenset, og vil være et marginal bidrag til trafikk i området. Den vil ikke medføre problemer for trafikkavvikling eller endringer knyttet til trafiksikkerhet for noen trafikantgrupper.

Energiforbruk

Sementproduksjon er svært energikrevende. Råmaterialene i sementproduksjonen må varmes opp til 1450 °C. Norcem Brevik bruker mest brensler fra alternative kilder i sementproduksjonen, det vil si avfallsbasert og biobrensel.

CO₂-fangst krever også mye energi. Prosjektet legger opp til å utnytte den varmen som er tilgjengelig i avgassen fra sementovnen og avgassen til klinkerkjøleren. Det etableres flere røykrørkjeler for varmegjenvinning. Potensialet for varmeutnyttelse fra fabrikken er 33 MW under normale driftsforhold. I tillegg vil det genereres ca. 15 MW lavtrykkdamp gjennom CO₂-kompresjonen.

Fangstanlegget krever imidlertid økt energi utover det som overskuddsvarme fra fabrikken kan gi. Ekstra energibehov i form av strøm er beregnet til 11,8 MW i året. Dette er i hovedsak knyttet til CO₂-kompressoren, CO₂-tørkeenhet og røykgassvifte. Dagens strømforsyning gir ikke tilstrekkelig effekt til dette, og det må etableres en ny transformatorstasjon. Transformatoranlegget bygges ved Skageraks anlegg på Rønningen. Her transformeres strøm ned fra 132 kV-ledningen Hovholt–Brevik som passerer området. Fra transformatorstasjonen legges kabler til Norcems eiendom.

Tiltaket krever energi. Denne tas fra overskuddsvarme fra egen produksjon og økt overføring fra nettet. Det er negativt at energiforbruket øker, mens det er positivt at energi som i dag går tapt som varme utnyttes.

Samlet vurdering

Karbonfangstanlegget genererer en ubetydelig trafikkøkning på vei. Utskiping av fanget CO₂ gir en båttrafikken med ett anløp hver fjerde dag, en ubetydelig økning i dette området. Energibehovet vil øke, men mye tas ved å utnytte restvarme på fabrikken. Tiltaket har **ubetydelige konsekvenser (0)** for dette temaet.

0.4.5 Beredskap og ulykkesrisiko

Naturrisiko i form av jordskjelv, havnivåstigning og stormflo anses ikke å ha betydning for det planlagte anlegget. Karbonfangstanlegget vil innføre nye risikoer til området i form av lager og bruk av etsende væsker (amin og lut). Stoffene plasseres i lagertanker som sikres etter gjeldende regelverk, og utgjør ingen vesentlig risiko.

Fanget CO₂ lagres under trykk i tanker. Ved lekkasje kan CO₂ som gass, væske og/eller fast form (tørris) spres til omgivelsene. Dette kan utsette personer som arbeider/oppholder seg hos Norcem, Renor og Brevikterminalen for skadelige eller dødelig gasskonsentrasjoner. Tredjeperson vil mest sannsynlig ikke bli eksponert. Det er utført risikoberegninger knyttet til dette. Risikoen er liten, og en rekke tiltak for å begrense risikoen er planlagt.

Brann og eksplosjon på Renors anlegg er en potensielle fare som kan påvirke CO₂-lagertankene og rør. Det verste utfallet er en eksplosjon som følge av at tank utsatt for kraftig oppvarming revner som følge av økning i innvendig trykk. Dette kan gi en eksplosjon med trykkbølge, flyvende metalldeler og utslipp av store mengder CO₂. En slik hendelse har svært liten sannsynlighet, men med det store volumet gass som er lagret kan en slik hendelse forårsake store ødeleggelser og skade/død.

For å begrense risikoen knyttet til dette planlagt en rekke tiltak for å begrense denne risikoen som f.eks. beskyttelse av tankene med høye vegger, overvåkningssystemer og sikkerhetsventiler.

Karbonfangstanlegget innfører nye risikoforhold, der lagertanker for CO₂ har det største potensialet for store ulykker. Sannsynligheten for hendelser skal inntreffe er meget lav, konsekvensen bedømmes å være liten negativ (-).

0.4.6 *Avfall og forurenset grunn/sedimenter*

Det finnes grunnforurensning på fabrikkområdet og forurensete sedimenter i sjøen. Før arbeider i forurenset grunn og sedimenter skal det utarbeides tiltaksplan. Den gjør greie for hvordan forurensningen skal håndteres.

Fangstanlegget vil gi farlig avfall i form av kullfiltre, brukt amin og slam fra vannrenseanlegg. Dette kan inneholde spor av giftige og kreftfremkallende forbindelser. Farlig avfall leveres til Renor eller annet godkjent mottak.

Gitt at det utarbeides tiltaksplan og den følges har tiltaket ingen konsekvenser knyttet til forurenset grunn. Tiltaket medfører en ny type farlig avfall fra bedriften. Såfremt dette håndteres forskriftsmessig vil det ikke medføre belastning på helse eller miljø. Konsekvensen er **ubetydelig (0)**.

0.4.7 *Syssetting og verdiskaping*

Lokalt vil et karbonfangstanlegg i Brevik gi behov for å øke arbeidsstokken med 15 til 20 personer. Sement produsert med karbonfangst vil være etterspurt i markedet, og tiltaket vil derfor være med på å sikre bedriften og arbeidsplassene. En må forvente en stor aktivitet knyttet til demonstrasjon og omvisning av anlegget, både fra inn- og utland. Dette vil gi noe ringvirkninger i form av transport, servering, overnatting og salg av tjenester.

En norsk industrisatsing på karbonfangst kan medføre store syssettingseffekter. Om det legges til rette for en infrastruktur for CO₂-håndtering kan det bli attraktivt for ulike bedrifter å etablere seg i Norge. Et sentrallager for CO₂ i Nordsjøen kan betjene hele Europa. Dette vil skape inntekter og arbeidsplasser. I det ligger også transport av CO₂ på skip. Norske verft, rederier og tilliggende tjenestevirksomhet er godt posisjonert til å ta andeler i dette markedet. En eventuelle satsing i Norge på hydrogen fra naturgass med karbonfangst kan gi mange arbeidsplasser. Til sist vil teknologiutvikling og -kvalifisering posisjonere norske aktører for det internasjonale markedet og gi dem konkurransefortrinn sammenliknet med aktører i land som ikke har et hjemmemarked.

Med dette som bakgrunn bedømmes tiltaket å ha **stor positiv konsekvens (+ + +)** for dette temaet.

0.4.8 Konsekvenser i anleggsfasen

I anleggsfasen vil det være støy og forstyrrelse knyttet til å bygge karbonfangstanlegget. Samtidig vil det også medføre noe økt trafikk på vei og til sjøs. Dette vil gi ulemper for naboer.

Bygging av karbonfangstanlegget koster flere milliarder. En slik investering vil ha lokal og regional betydning når det gjelder sysselsatte, varer og tjenester.

0.4.9 Sammenstilling og anbefaling

Norges satsing på karbonfangst og -lagring (CSS) er i alle enkelhet avhengig av:

1. Fangst av CO₂
2. Transport av CO₂ til utskipingssted
3. Lagring av CO₂ i geologiske formasjoner i Nordsjøen

Norcems planer oppfyller punkt 1, og er en forutsetning for de to andre. Det har vært utført tester med fabrikkens røykgass i flere år som viser at gassfangst er mulig. De negative konsekvensene av tiltaket er små. Det blir en omfordeling ved at noe forurensning som i dag går til luft vil gå til sjø etter rensing. Aminer blir en ny forurensning til luft, men mengdene er små og ufarlige. Lagring av CO₂ under trykk innebærer en risiko, men den er meget liten.

Tiltaket er i tråd med Regjeringens klimasatsing og en rekke andre både nasjonale og internasjonale målsettinger. En årlig fangst av 400 000 tonn CO₂ vil i seg selv bare være et marginalt tiltak for å begrense den globale oppvarmingen. Tiltaket vil imidlertid redusere et punktutslipp betydelig med en halvering av Norcems CO₂-utslipp, og vil bane vei for nye tilsvarende prosjekter både nasjonalt og internasjonalt. Sementproduksjon står for en betydelig del av verdens CO₂-utslipp. Med positive erfaringer fra Norcem kan flere sementfabrikker benytte samme teknologi, og næringen kan begrense sine utslipp betydelig. Fangst fra industrien vil være et vesentlig bidrag for at Norge skal nå sine klimamål.

Funnene i denne konsekvensutredningen har ikke avdekket forhold som tilsier at tiltaket ikke bør eller kan gjennomføres.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norske myndigheter har i lang tid hatt tydelige ambisjoner rundt karbonfangst og lagring. Det følger av regjeringens politiske plattform for samarbeid (Granavolden, 19. januar 2019) at regjeringen vil^{1/}:

Bidra til å utvikle teknologi for fangst, transport og lagring av CO₂, og ha ambisjon om å realisere en kostnadseffektiv løsning for fullskala CO₂-håndteringsanlegg i Norge gitt at dette gir teknologiutvikling i et internasjonalt perspektiv

Basert på arbeidet og resultatene fra karbonfangstprosjektene som er gjennomført ved sementfabrikken i Brevik (i samarbeid med CLIMIT¹ og Gassnova) gjennomførte Norcem en konseptstudie i 2017. Nå arbeides det med en forprosjektstudie av fullskala CO₂-fangst fra fabrikken. Ut fra resultater og erfaringer som er gjort, samt i lys av tidsperspektivet, har Norcem valgt å legge til grunn Aker Solutions' aminteknologi for fangst og rensing av CO₂. Denne teknologien er testet og utprøvd gjennom nesten 8 000 timer på sementfabrikken i Brevik.

Norcem og HeidelbergCement Northern Europe har en visjon om null utslipp av CO₂ fra betongprodukter, sett over et livsløpsperspektiv, i 2030. For å oppnå denne visjonen er det nødvendig å fange CO₂ fra sementproduksjonen.



Figur 1-1: Norcems anlegg i Brevik (foto: Norcem)

1.2 Tiltakshaver

1.2.1 Norcem AS

Fabrikken i Brevik ble etablert i 1916 som A/S Dalen-Portland-Cementfabrik. I 1968 ble fabrikken fusjonert med de to andre sementfabrikkene i Norge; Slemmestad (nedlagt i 1988) og Kjøpsvik, til

¹ CLIMIT er det nasjonale programmet for forskning, utvikling og demonstrasjon av teknologi for CO₂-håndtering. Programmet administreres av Gassnova i samarbeid med Norges forskningsråd.

Norcem AS. Siden 1999 har Norcem vært en del av det tyske sement- og byggevarekonsernet HeidelbergCement. Norcem har sementfabrikker i Brevik og Kjøpsvik, og en rekke silostasjoner langs kysten. Samlet årlig sementproduksjon er ca. 1 750 000 tonn, primært til det norske markedet. Fabrikken i Brevik har 170 ansatte og er størst i Norge med en årsproduksjon på ca. 1 300 000 tonn sement. Norcem er den eneste sementprodusenten i Norge, og har i dag en markedsandel på 75 %.

Fabrikken i Brevik produserer flere sementkvaliteter, inkludert spesialsementer for anleggsvirksomhet og til brønnstabilisering offshore. En stor del av råstoff til produksjonen samt ferdigproduktene transporteres i bulk over egen kai i Dalsbukta i Brevik.

Til sementproduksjonen i Brevik benyttes kalkstein; fra egen gruve i Dalen (Brevik), dagbrudd i Bjørntvedt (Porsgrunn) og fra Verdal. Produksjonen er en energi- og ressurskrevende prosess. I dag kommer mer enn to tredjedeler av energien fra avfallsbasert brensel, resterende fra kull. Restavfall fra husholdninger og industri utgjør den største andelen av det avfallsbaserte brenselet, mens resten er forbehandlet organisk farlig avfall, hovedsakelig levert av Renor, samt anodekull fra Hydro. Mottak og forbrenning av farlig avfall er regulert av utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet. Som følge av håndteringen av farlig avfall og oppbevaring av eksplosiver (i gruen) er fabrikken i Brevik omfattet av storulykkeforskriften, med krav til utarbeidelse av sikkerhetsrapport og informasjon til allmennheten, samt årlig tilsyn.

Norcem AS er sertifisert etter NS-EN ISO 9001, NS-EN ISO 14001 og OHSAS 18001, og har et internkontrollsystem i henhold til standardene og styrende tillatelser og forskrifter. Fabrikken i Brevik har eget industrivern med forsterket førstehjelp, brannvern og røykdykkere.

1.2.2 HeidelbergCement

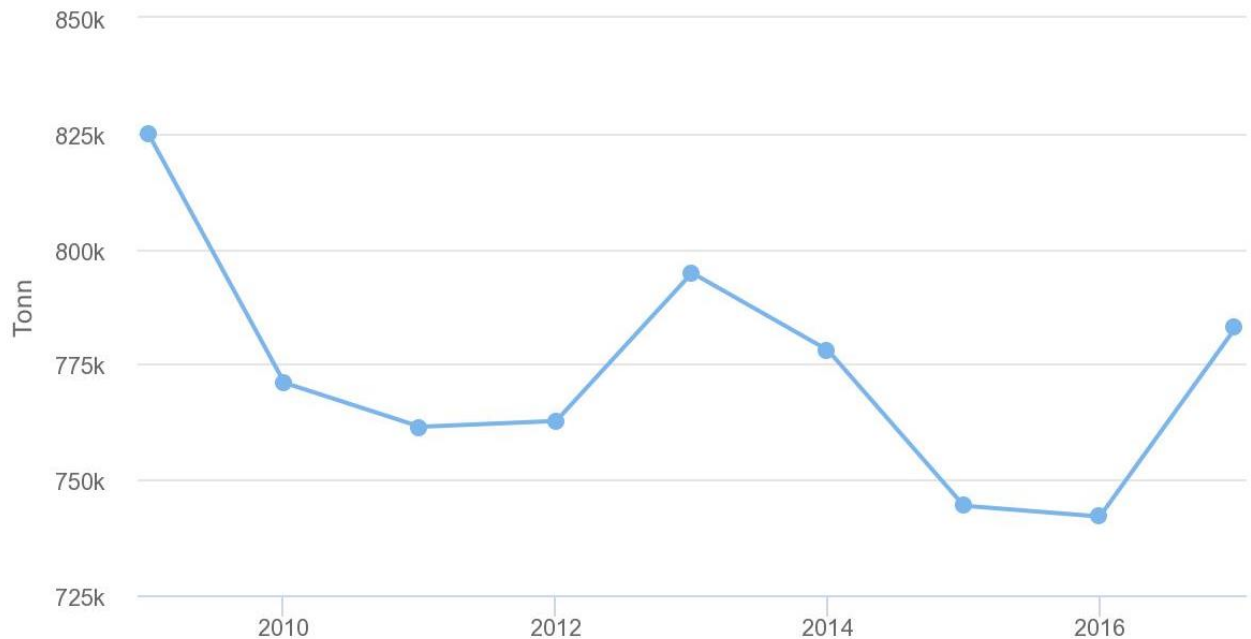
HeidelbergCement har ca. 60 000 ansatte på 3 000 lokaliteter i 60 land. Årlig kapasitet på sementproduksjon er 197 millioner tonn. I Norge inngår foruten Norcem; Renor, NorBetong, Contiga, Norsk Stein og NorStone i konsernet.

1.3 CO₂-utslipp fra sementindustrien

Det er to hovedkilder til CO₂ utslipp i sementproduksjonen:

- 2/3 av utslippene kommer fra spaltingen av råmaterialet (kalkstein, CaCO₃) i produksjonen. Ved oppvarming spaltes denne til kalk (kalsiumoksid) og karbondioksid: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.
- 1/3 kommer fra brenselet som benyttes til oppvarming. CO₂-utslippet avhenger av hvilke brensel som benyttes.

Sementindustrien har store CO₂-utslipp. Globalt står den for 5-7 % av de totale CO₂-utslippene (1,9 gigatonn CO₂ årlig). I Norge er andelen 2 %. Norcem Brevik slipper ifølge Norske utslipp^{/52/} ut mellom 820 000 og 890 000 tonn CO₂ årlig. Kvotepliktig CO₂, der utslipp fra nøytrale kilder (biomasse) er trukket fra det totale utslippet, har vært mellom 740 000 og 825 000 tonn de siste ti årene, se figur 1-2.



Figur 1-2: Utslipp av kvoteplikt CO₂ i tidsrommet 2009–17 fra Norcem. Mengden er angitt i 100 tonn. Figur utarbeidet av Norcem

1.4 Andre CO₂-fangstanlegg

Olje- og energidepartementets mulighetsstudier ble utarbeidet i samarbeid med Gassco og Gassnova i 2016^{26/}. I studien inngikk CO₂-fangst hos Norcem Brevik, Yaras fabrikk på Herøya og Fortum Oslo Varme (avfallsforbrenningsanlegg) på Klemetsrud, skipstransportstudie og studie for CO₂-lagring på norsk kontinentalsokkel. Studiene viste at CO₂-fangst er teknisk gjennomførbart ved alle tre stedene.

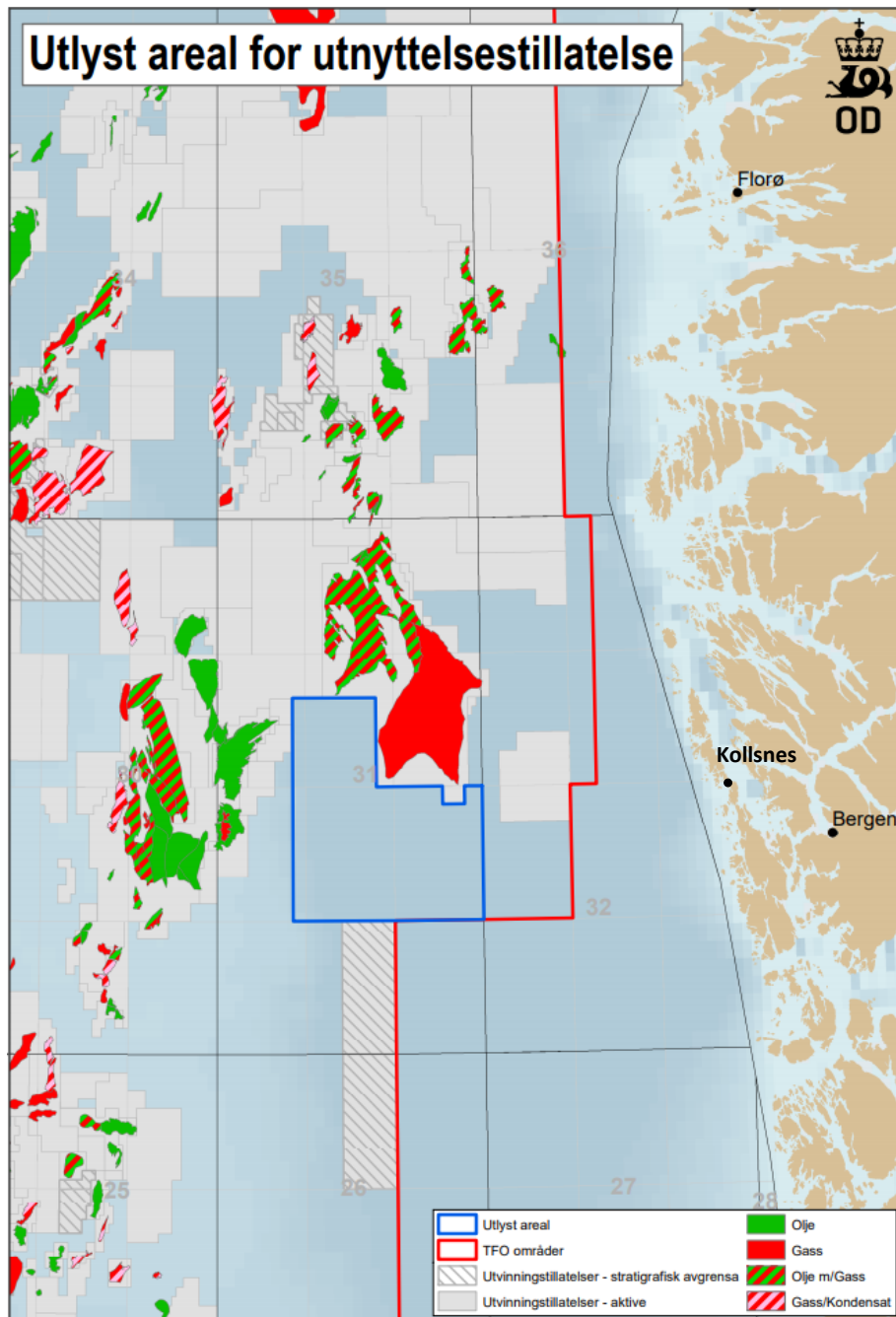
Etter en grundig gjennomgang og evaluering av fangstprosjektene besluttet Stortinget 15. juni 2018 at Norcems prosjekt i Brevik skulle gå videre med forprosjekt. Klemetsrudanlegget fikk tilsvarende klarsignal 10. august 2018. Olje- og energidepartementet og Yara ble enige om at prosjektet på Herøya ikke skulle videreføres.

1.5 Transport og lagring av CO₂

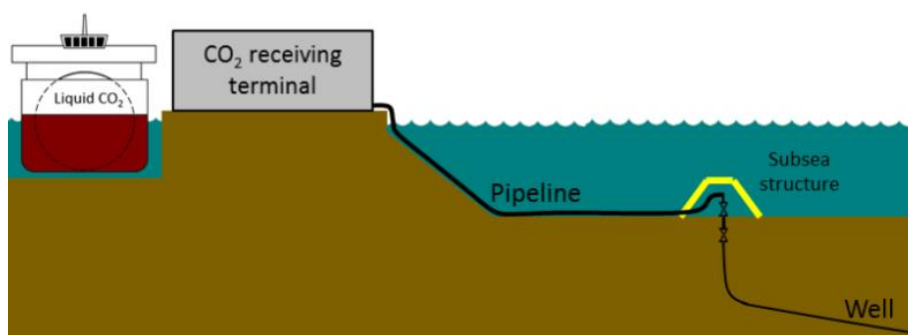
Fra fangstanlegget er det planlagt å frakte CO₂ med kombinert LNG²/elektrisk batteridrevet båt til et nytt mottaksanlegg for CO₂ på land, Naturgassparken i Øygarden. Derfra skal gassen fraktes i rørledning ut til permanent lagringssted i geologiske formasjoner. Aurora-området i tilknytning til Johansenformasjonen er ansett som den beste løsningen for CO₂-lagring. Området ligger øst for Trollfeltet om lag 50 km fra land. Denne løsningen har lavest gjennomføringsrisiko, stor lagringskapasitet og det er relativt enkelt å bygge ut kapasiteten i infrastrukturen.

Utredningsarbeidet knyttet til transport og lagring av CO₂ ble startet i regi av Gassco. Senere er ansvaret for denne studien overført til Equinor med partnerne Shell og Total (Northern Lights) som også har ansvaret for utvikling av landanlegget og videre rørledning til lagring. Olje- og energidepartementet har utlyst areal til undersjøisk reservoar til injeksjon og lagring av CO₂, se figur 1-3 og figur 1-4.

² LNG = Liquid Natural Gas; flytende naturgass



Figur 1-3: Areal som er aktuelt for lagring av CO₂ (markert med blå strek). Skisse utarbeidet av Olje- og energidepartementet



Figur 1-4: Skjematisk figur av lagring av CO₂ (utarbeidet av Gassnova)

2 Metode

2.1 Konsekvensutredning

Det er utarbeidet en melding med utredningsprogram for tiltaket^{/2/}. Der er forholdet til lowverk og konsekvensutredning beskrevet. Tiltaket utløser ikke krav om ny reguleringsplan siden området allerede er regulert til næringsvirksomhet. Det er også vurdert at tiltaket ikke kommer inn under tiltak som krever konsekvensutredning i henhold til forskrift om konsekvensutredninger. Planen er imidlertid tett opp mot tiltak som krever konsekvensutredning. Eksempelvis krever forskriften at CO₂-fangst fra avfallsforbrenningsanlegget på Klemetsrud konsekvensutredes siden dette er et energianlegg. Fangst av CO₂ kan ha negative effekter, spesielt knyttet til utslipp til luft. Tiltakshaver har derfor i samråd med ansvarlig myndighet, Miljødirektoratet, kommet til at tiltaket skal konsekvensutredes.

Det må også innhentes tillatelse etter forurensningsloven til tiltaket (utslippssøknad). Konsekvensutredningen vil være en viktig del av grunnlagsmaterialet for søknaden.

2.2 Utredningen

I følge fastsatt melding^{/2/} skal utredning av konsekvenser følge disse trinn for hvert utredningstema:

1. Beskrivelse av dagens situasjon for de ulike tema.
2. Vurdering av konsekvens av planforslaget etter en nidelt skala fra meget stor positiv til meget stor negativ konsekvens.
3. Sammenstilling av konsekvenser.

Sammenligningen skal gjøres mot alternativ 0. Det er dagens situasjon, dvs. at fabrikken drives uten et karbonfangstanlegg. Samtidig må det gjøres en vurdering av andre planer i området for å vurdere om det kan oppstå sumvirkninger. Konsekvenser i anleggsperioden skal beskrives for de tema der det er relevant. Under sammenstillingen skal det gjøres en vurdering mot nasjonale og internasjonale mål knyttet til klimagassutslipp.

2.3 Grensesnitt

Konsekvensutredningen for karbonfangstanlegget på Norcem Brevik er begrenset til selve prosessen med fangst av CO₂, mellomlagring av gassen og videre rørledning frem til båt i Brevik. Transport av gassen med båt fram til mottaksanlegg (Naturgassparken i Øygarden) og videre transport av gass til geologiske formasjoner i Nordsjøen går som egne utredninger i regi av Gassnova og Equinor og deres partnere Shell og Total (Northern Lights). Konsekvenser av dette skal ikke inngå i utredningen for Norcem Brevik.

3 Tiltaket

3.1 Innledning

Fastsatt melding^{/2/} har følgende krav:

Konsekvensutredningen skal ha en detaljert beskrivelse og begrunnelse av tiltaket. Det skal redegjøres for følgene av å ikke realisere tiltaket (0-alternativet). Utredningen skal inneholde en tidsplan for gjennomføring.

Det skal også redegjøres for ulike alternativer som har vært vurdert.

Det er ikke nødvendig med en egen utredning for landskapsbilde, men det nye anlegget skal beskrives og illustreres som en del av tiltaksbeskrivelsen.

Begrunnelsen for tiltaket er gitt i kap. 1 Innledning. Følgene av å ikke realisere tiltaket er omtalt i kap. 13 Sammenstilling og anbefaling mens tidsplan for gjennomføring er gitt i kap. 14 Saksgang, informasjon og medvirkning.

3.2 Tiltaksområdet

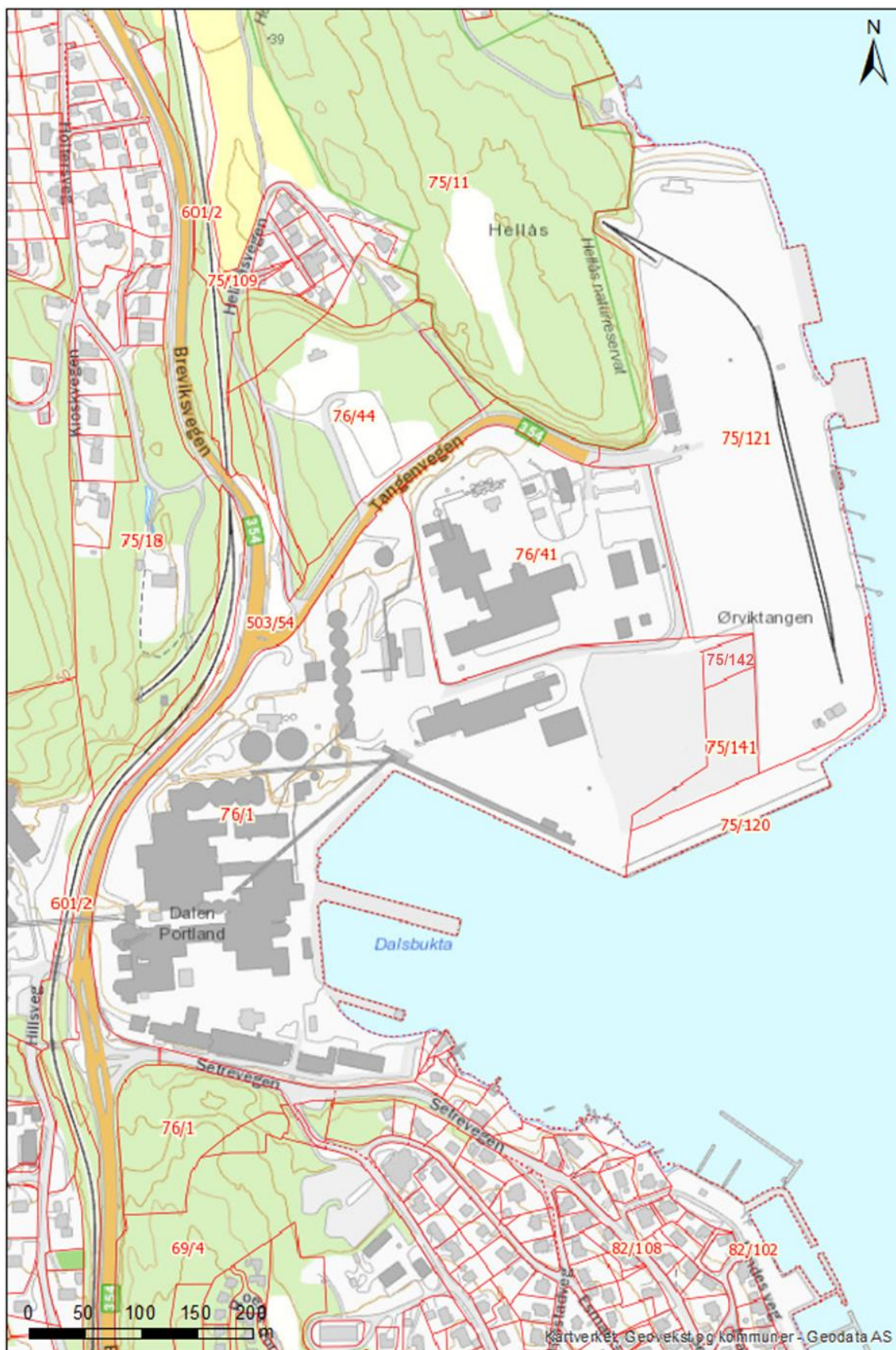
Tiltaksområdet er Norcems anlegg i Brevik. Figur 3-2 viser oversiktskart, mens figur 3-3 viser et mer detaljert kart.



Figur 3-1: Fangstanlegget er planlagt i dette området inne på Norcems fabrikk



Figur 3-2: Oversiktskart



Figur 3-3: Detaljkart. Planene berører eiendommene 76/1, 75/141, 75/142 (alle eide av Norcem), 76/41 (Renor) og 75/121 (Tangen eiendom). 75/120 er eid av Porsgrunn kommune, Havnevesenet

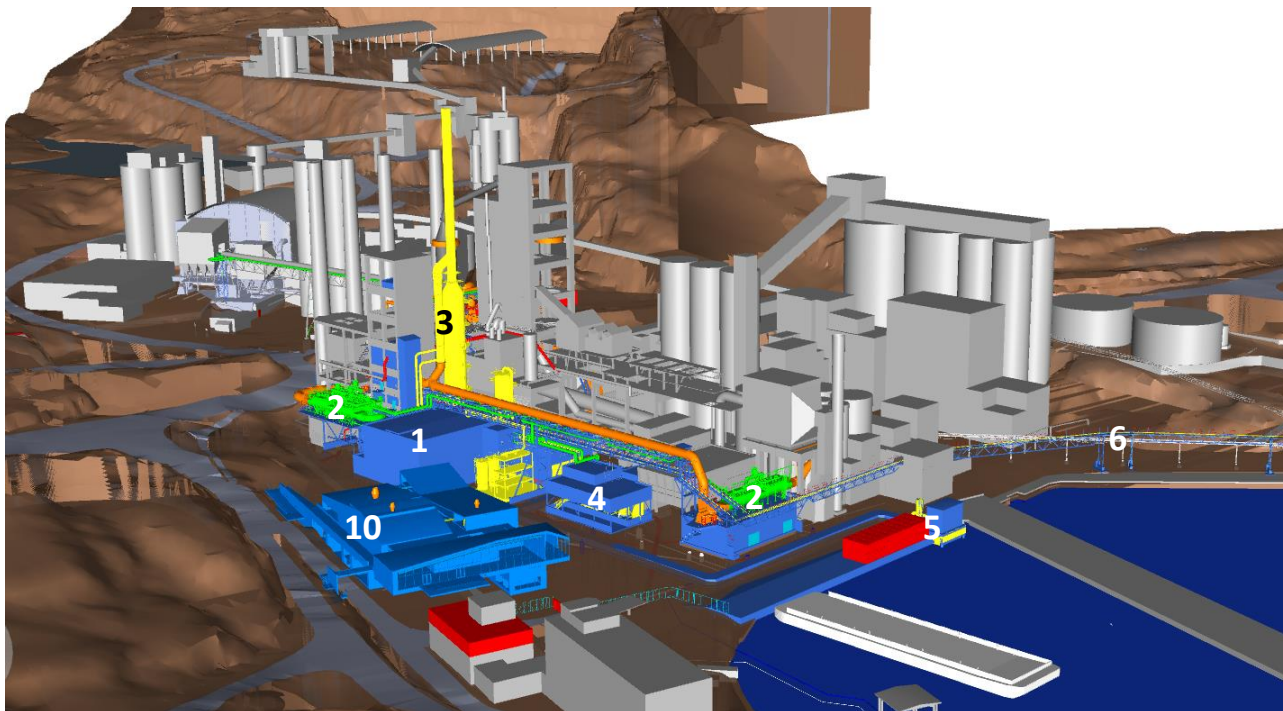
3.3 Eierforhold

Tiltaksområdet ligger inne på Norcems område. Det omfatter gårds- og bruksnummer 76/1, 75/142 og 75/141 eid av Norcem. I tillegg berøres Renors anlegg (76/41) som også er eid av Norcem og kaiområde (75/121) eid av Tangen eiendom.

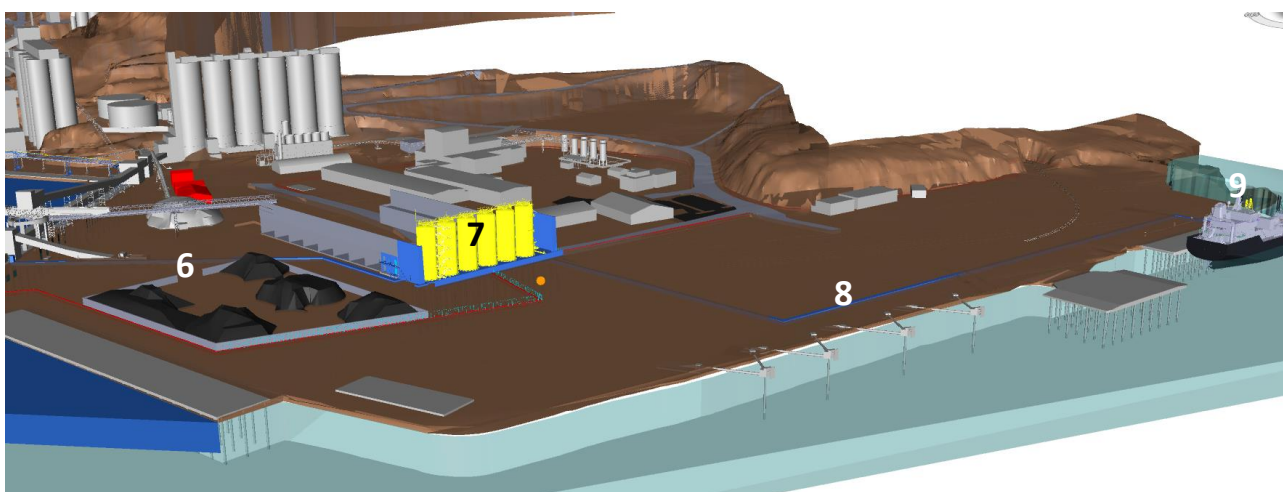
3.4 Anlegget

Prosjektet tar sikte på en årlig fangst av 400 000 tonn CO₂, inkludert kompresjon og flytendegjøring, tørking og et CO₂-mellomlager. Dette er omtrent halvparten av bedriftens utslipp av CO₂. Hovedårsaken til at man ikke dimensjonerer anlegget for å fange en større andel CO₂ er at det ville ha medført stort energibehov (strøm) tilført fra nettet. Et av hovedgrepene i prosjektet er at det meste av energien for å fange CO₂ skal dekkas av overskuddsvarme fra sementproduksjonen. Det er vanskelig å ta ut mer energi via varmekjeler enn det som dette prosjektet legger opp til. Anlegget designes for å fange 55 tonn CO₂ per time. Fangstanlegget skal integreres i dagens anlegg. Figur 3-4 og figur 3-5 viser hovedtrekkene i det nye anlegget. Alt nytt er gitt farge, mens grått et eks. bygningsmasse. Anlegget består av følgende hovedkomponenter:

1. CO₂-prosessanlegg
2. Varmegjenvinning
3. Ny pipe
4. Tanker for amin og lut
5. Sjøvannsinntak
6. Rørledning mellom prosessanlegg og lagertanker
7. Lagertanker CO₂
8. Rørledning mellom lagertanker og kai
9. Lastearm
10. Vedlikeholdssenter



Figur 3-4: Utsnitt av 3D-modellen med de ulike komponentene til fangstanlegget vist og markert med tall



Figur 3-5: Utsnitt av 3D-modellen med de ulike komponentene til fangstanlegget vist og markert med tall

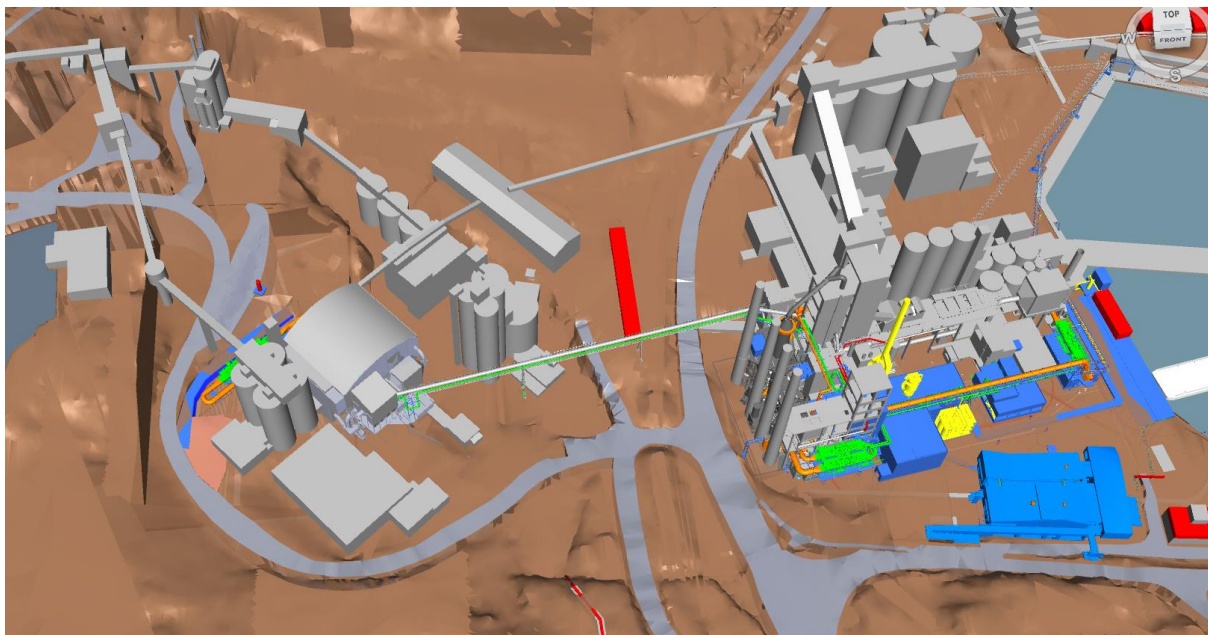
3.4.1 CO₂-prosessanlegg

Selve fangstanlegget vil bli plassert/bygget ved siden av eksisterende sementovn 6. Det består av ulike komponenter som absorber, stripper, kompressorer, tørker og pipe.

3.4.2 Varmegjenvinning

Det bygges tre varmekjeler for å ta ut energi for å drive anlegget.

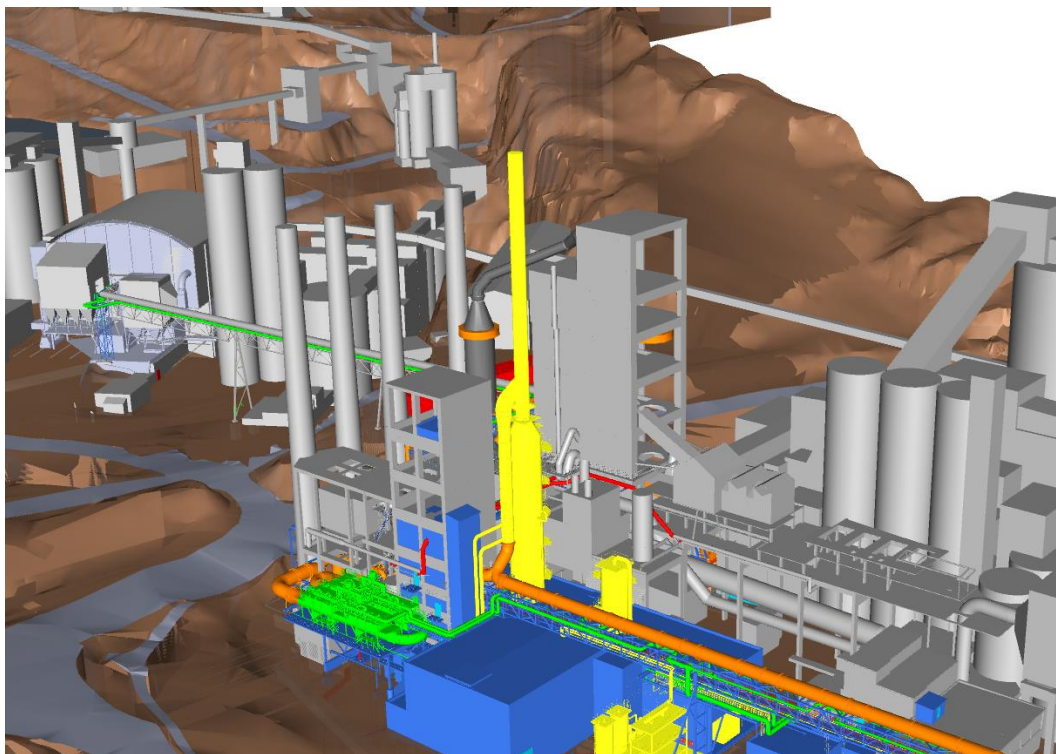
- Røykgass fra streng 1
- Røykgass fra streng 2
- Overskuddsvarme fra klinkerkjøler



Figur 3-6: Varmegjenvinning er planlagt i områder vist med grønt

3.4.3 Ny pipe

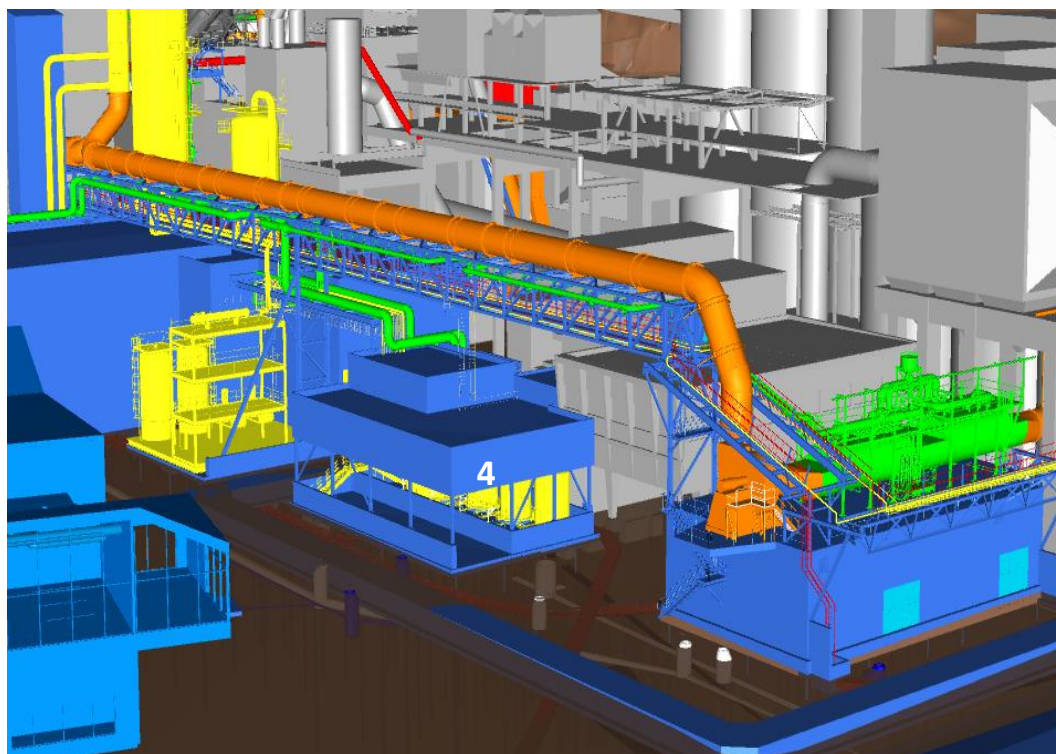
Til tross for dette vil røykgassen fra karbonfangstanlegget ha en noe lavere temperatur enn hva som er tilfellet for røykgass fra dagens anlegg. Det er derfor sett på effektene av å heve utslippshøyden ved å etablere en ny, høyere skorstein på anlegget. Den blir 100 meter høy.



Figur 3-7: Ny pipe blir 100 meter høy

3.4.4 Tanker for amin og lut

Aminer brukes i karbonfangstprosessene mens lut (NaOH) brukes til pH-justering. Plassering av tankene er vist i figur 3-8.



Figur 3-8: Tanker for amin og lut er i bygg markert med 4

3.4.5 Sjøvannsinntak

Det skal benyttes sjøvann til kjøling i prosessen. Det etableres et sjøvannsinntak med pumpe ved Sekkepiren. Rørføringene til/fra sjøvannsinntaket til prosessanlegget ligger nedsenket, med inntak ca. 750 meter fra land. Kjølevannutløpet består av en 270 meter lang nedsenket PE-rørledning med diameter 1000 mm ned til en dybde på 40 meter. Her plasseres en horisontal 46 meter lang diffusor (perforert rørdel) for rask fortykning av kjølevannet. Ledningen legges under sekkepiren for å unngå fare for skade fra skipsaktivitet og for å unngå behov for nedgraving i sjøbunn, og dermed mulig påvirkning av forurensede sedimenter.

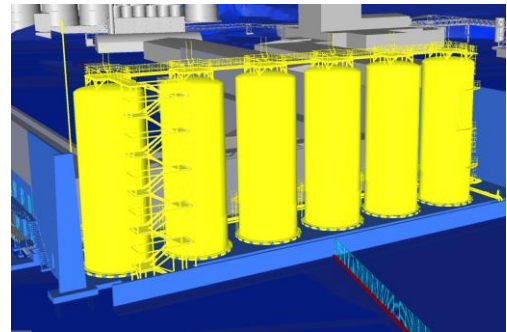
3.4.6 Rørledning mellom prosessanlegg og lagertanker

Etter komprimering, tørking og kondisjonering transporteres flytende CO₂ ved 15 bara og -28,6 °C i rør til seks lagringstanker. Rørføring fra prosessområde til mellomlager legges dels over bakken og dels i nedgravd kulvert.

3.4.7 Lagertanker CO₂

Mellomlagring av fanget og kondisjonert CO₂ etableres ved planlagt lagerhall for kalkstein fra Verdal. Det består av seks stående lagertanker med et totalvolum på 5 300 tonn CO₂. Hver tank har en diameter på 8 meter og høyde på 22 meter. Tankanlegget dekker et areal på omtrent 1 dekar (ca. 72 x 15 meter).

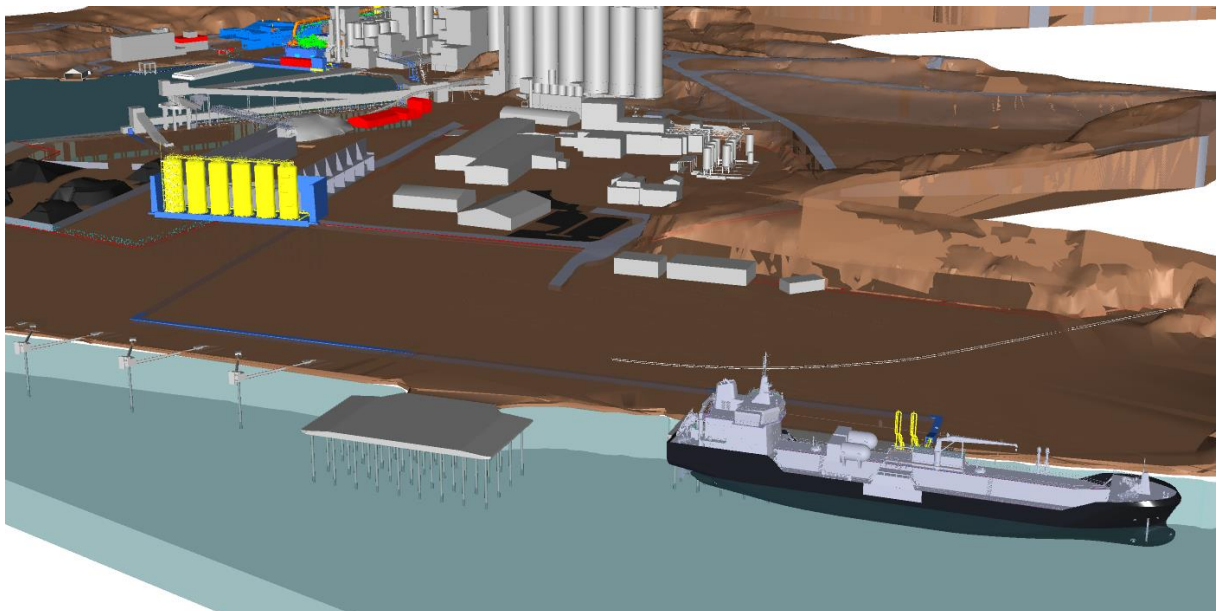
Lagringstankene vil bli fylt synkront til samme nivå gjennom en 2 tommers tilførselsledning til hver tank. Maksimal fyllingshastighet er 55 tonn / time.



Figur 3-9: Mellomlagertanker for CO₂

3.4.8 Rørledning mellom lagertanker og kai

Fra mellomlager føres flytende CO₂ i kulvert under bakken fram til lastearm på Brevikterminalen som vist i figur 3-10.

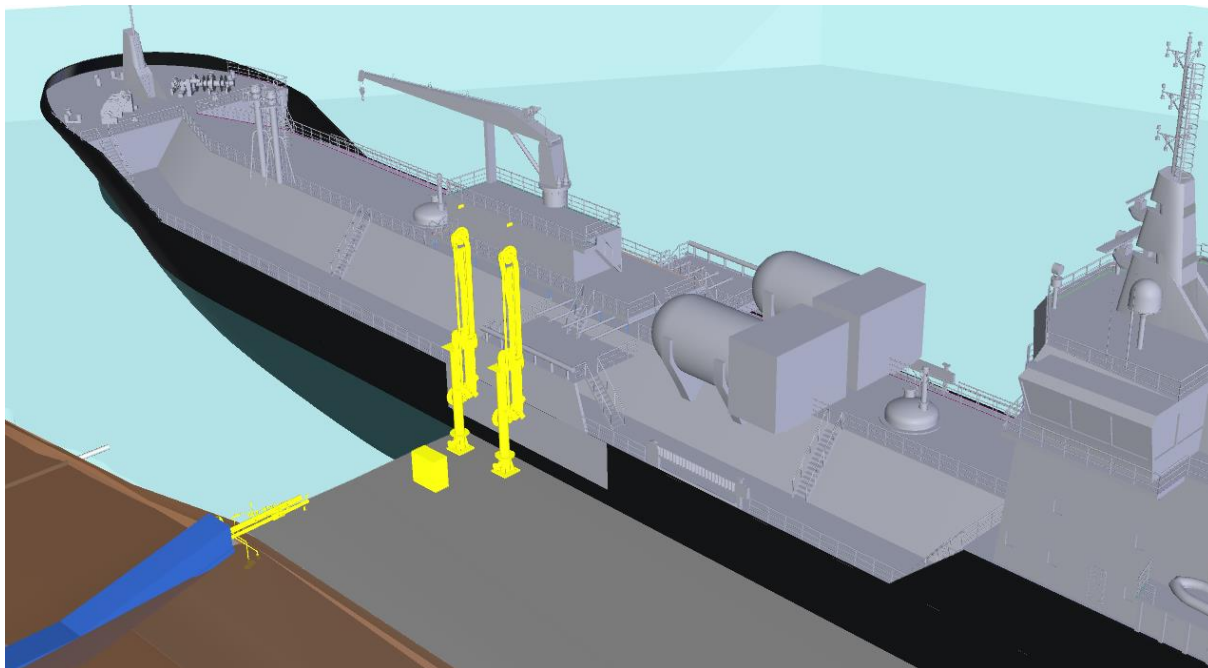


Figur 3-10: Mellomlager og rørledning til kai (i nedgravd kulvert). Hentet fra 3D-modellen

3.4.9 Lastearm

CO₂ vil lastes til skip med en lastearm i nordenden av Brevikterminalen. Systemet er designet for å laste 800 tonn / time, og tankene tømmes i løpet av 6-7 timer. Det er en arm for lasting av flytende CO₂ og en for retur av CO₂ -damp tilbake til land.

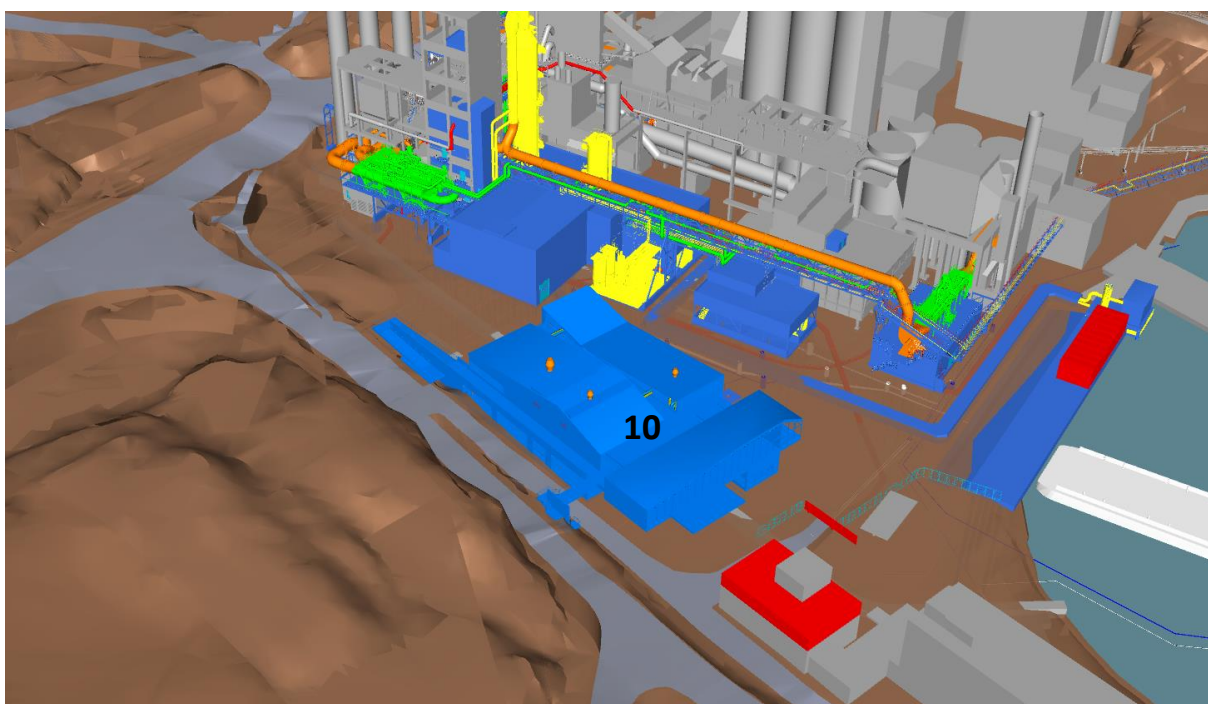
Under lasting blir de seks CO₂ lagringstankene tømt parallelt. Dette gjøres for å redusere utløpsrørret dimensjoner fra hver lagringstank fra 12 til 6 tommer



Figur 3-11: Lastearm

3.4.10 Vedlikeholdssenter

For å få tilstrekkelig areal til prosessanlegg, varmekjeler, store kraner og riggområde foreslås det å rive eksisterende verkstedbygninger, stål- og rørlager og kantine i sør. Disse funksjonene reetableres omtrent på samme sted i et nytt vedlikeholdssenter, markert med 9 på figur 3-12, i nytt bygg. Norcems brannstasjon må flyttes. Den plasseres i det nye vedlikeholdssenteret.



Figur 3-12: Nytt vedlikeholdssenter er markert med tallet 10 (illustrasjon Norconsult)



Figur 3-13: 3D perspektiv av nytt vedlikeholdssenter

3.4.11 Andre forhold

Pga. nytt kalksteinslager etableres ny adkomstvei inkl. parkeringsområde ved port fra Tangenveien. Veien legges inn i fabrikanlegget mellom dagens sementsiloer og bulkstasjon.

Deler av kaianlegget (Cementkaia) er i dårlig forfatning, og må oppgraderes. Dette må skje tidlig siden kaier skal benyttes til utskiping av materialer som rives, samt for inntransport av tungt utstyr. I tillegg planlegges en midlertidig flytekai for inntransport av anleggsutstyr.

3.5 Alternativer

Som beskrevet i kap. 1.4 har det vært planer om tre fullskala karbonfangstprosjekter i Norge, og det står nå to tilbake. Om begge, ett eller ingen blir realisert er ikke avgjort.

Det foreligger ikke ulike alternativer innenfor Norcems planer for karbonfangst. Det er foretatt valg av teknologi og fangstandel. Dette er gjort i bakgrunn i tekniske og økonomiske vurderinger og erfaringer fra testanlegget som var i drift på fabrikk. Fra 2013 til 2017 ble fire alternative CO₂-fangstteknologier testet på reell røykgass.

4 Rammer og premisser for arbeidet

I meldingen heter det^{/2/}:

Konsekvensutredningen skal inneholde en redegjørelse for forholdet til internasjonale og nasjonale miljømål, stortingsmeldinger, rikspolitiske/statlige bestemmelser/retningslinjer, kommunale, regionale- og nasjonale planer som er relevante i forhold til tiltaket, samt for relevante mål fastsatt gjennom rikspolitiske retningslinjer eller bestemmelser.

4.1 Internasjonale føringer

4.1.1 FNs klimakonvensjon

Den første internasjonale konvensjonen som omhandler klima er FNs klimakonvensjon som ble vedtatt på Rio-konferansen i 1992. Den trådte i kraft i 1994. Denne var svært generell, og stiller få detaljerte krav til medlemslandene. Målet med klimakonvensjonen er å begrense alle lands utslipp av klimagasser. Konvensjonen setter ingen begrensninger for landenes utslipp, men åpner for videre forhandlinger om tilleggsprotokoller.

4.1.2 Kyotoprotokollen

Kyotoprotokollen/-avtalen er et tillegg til FNs klimakonvensjon. Kyotoprotokollen ble vedtatt i desember 1997, men ble først gyldig i 2005. Da hadde 55 stater ratifisert avtalen. Kyotoprotokollen inneholder konkrete tall og tidsfrister for kutt i klimagassutslipp for industriland. Kravene til kutt varierer fra land til land. Utviklingsland er ikke forpliktet til å kutte i klimagassutslipp i Kyotoprotokollen. Kyotoprotokollen gjør det også mulig for landene å handle med klimakvoter.

4.1.3 Parisavtalen

Parisavtalen ble vedtatt i 2015, og trådte i kraft i november 2016. Dette er den første globale klimaavtalen som er rettslig bindende for alle land som slutter seg til den. Avtalen gir rettigheter og plikter, blant annet skal alle land melde inn utslippsmål hvert femte år. Norge ratifiserte avtalen 22.4.2016, og har meldt inn ambisiøse klimamål.

Formålet med avtalen er å styrke det globale samarbeidet mot trusselen klimaendringene utgjør. Dette skal blant annet gjøres ved å holde den globale temperaturstigningen godt under 2°C, samtidig skal landene tilstrebe å begrense temperaturen til under 1,5°C sammenlignet med førindustrielt nivå. Ifølge FNs klimapanel vil CO₂-fangst og lagring være nødvendig for å nå Parisavtalens mål.

Alle land skal lage en nasjonal plan for hvordan de skal kutte i klimagassutslipp. Planen skal inneholde et mål for hvor mye landet skal kutte. Dette målet skal fornyes hvert femte år fra og med 2020. Hver gang det fornyes må det bli mer ambisiøst enn det var forrige gang.

4.2 Nasjonale føringer

Både FNs klimapanel og Det internasjonale energibyrået peker på at CO₂-fangst og lagring vil være nødvendig for å nå togradersmålet. Blant annet på denne bakgrunn er CO₂-håndtering utpekt som ett av fem prioriterte innsatsområder i regjeringens klimapolitikk.

4.2.1 Klimaloven

Norge har flere mål for sin klimapolitikk. Målene for 2030 og 2050 er lovfestet gjennom en ny klimalov, som trådte i kraft 1. januar 2018. Klimamålene for 2020 bygger på to forlik i Stortinget, fra 2008 og 2012.

Norge skal ifølge klimaloven redusere klimagassutslippene med minst 40 % i 2030 sammenlignet med 1990. For 2050 skal målet være en reduksjon av klimagassutslippene med 80 til 95 % i forhold til 1990. Det betyr at Norge skal bli et lavutslippssamfunn i 2050.

4.2.2 Prop. 1 S (2014–2015)

I forbindelse med behandlingen av Prop. 1 S (2013–2014) stilte alle partiene på Stortinget, bortsett fra Miljøpartiet De Grønne, seg bak romertallsvedtak XIX i behandlingen av statsbudsjettet for 2014 (jf. Innst. 9 S (2013–2014) fra energi- og miljøkomiteen):

Stortinget samtykker i ambisjonen om å realisere minst ett fullskalaanlegg demonstrasjonsanlegg for fangst og lagring av CO₂ innen 2020»,

Olje- og energidepartementet (OED) har ansvaret for å følge opp regjeringens politikk for CO₂-håndtering, i samarbeid med Klima- og miljødepartementet. Regjeringens strategi for arbeidet med CO₂-håndtering inneholder flere aktiviteter. Forskning og teknologiutvikling, satsing på teknologiseret for CO₂-fangst på Mongstad (TCM), arbeid med realisering av fullskala demonstrasjonsanlegg for CO₂-fangst, -transport og -lagring (CCS) og internasjonalt samarbeid er de sentrale elementene i strategien.

4.2.3 Statsbudsjettet 2019

I statsbudsjettet for 2019 ble det bevilget om lag 658 millioner kroner til arbeidet med CO₂-håndtering. I revidert nasjonalbudsjett ble bevilgningen økt med 150 millioner kroner til fullskalaprojektet, samt at det ble gitt en tilsagnsfullmakt på 195 millioner kroner.

4.2.4 Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand

Stortingsmeldingen (nr. 26, 2006–2007)^{3/} tar for seg miljøpolitiske hovedutfordringer og de nasjonale miljømålene for arealforvaltning, friluftsliv med mer. CO₂-utfordringene inngår i stortingsmeldingen som beskriver både fangst og lagring av CO₂.

4.2.5 Rikspolitiske retningslinjer / statlige planretningslinjer

Det er per i dag sju rikspolitiske/statlige retningslinjer. Av disse er det kun Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning fra 2018 som kan sies på ha en viss relevans. I formålsparagrafen heter det:

Kommunene, fylkeskommunene og staten skal gjennom planlegging og øvrig myndighets- og virksomhetsutøvelse stimulere til, og bidra til reduksjon av klimagassutslipp, samt økt miljøvennlig energiomlegging. Planleggingen skal også bidra til at samfunnet forberedes på og tilpasses klimaendringene (klimatilpasning).

Det finnes også en statlig planretningslinje som går på forvaltning av strandsonen ved sjøen, men siden anlegget planlegges i et allerede bebygd industriområde ved sjøen er retningslinjen mindre relevant.

4.2.6 Vanndirektivet

EUs rammedirektiv for vann, vanndirektivet, er et av de viktigste miljødirektivene i Europa. Det gir konkrete miljømål som vi er forpliktet å nå. Direktivet er tatt inn i norsk rett gjennom forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften^{/6/}).

Formålet er å beskytte, og om nødvendig forbedre, miljøtilstanden i alle elver, innsjøer, grunnvann og kystnære områder. Forurensning skal fjernes og andre tiltak skal settes inn der det trengs for å styrke miljøtilstanden gjennom målrettede tiltak.

4.3 Regionale føringer

4.3.1 Regional klimaplan for Telemark

Satsingsområde 1.2 i regional klimaplan for Telemark 2019-2026 er *Grønn industrivekst med klimateknologi og CCUS*. Her heter det^{/7/}:

Satsingsområdet for reduksjon av klimagassutslipp innen industri, næringsliv og teknologi er bærekraftig omstilling både gjennom CO₂-fangst, -utnyttelse og -lagring (CCUS) og løsninger som reduserer energibruken, effektuttaket og/eller klimagassutslippene i produksjonsprosesser. Målet er å redusere klimagassutslippet fra industrien i Telemark ved å tilrettelegge for betydelig grønn vekst basert på forskningsbasert innovasjon innen klimateknologi og implementering av CCUS.

Planen ble vedtatt i fylkestinget 11.04.2019.

4.3.2 Regional plan for vannforvaltning i vannregion Vest-Viken 2016–2021

Planen er førende for all statlig og kommunal planlegging og skal derfor hensynstas ved all planlegging. Planen inneholder miljømål for alle vannforekomster.

Vannforekomsten Eidangerfjorden er vurdert til å være i moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand, det samme gjelder både Frierfjorden og Langesundsfjorden. Miljømålet er satt til god, men med måloppnåelse først i neste planperiode, altså 2022–2027.

4.4 Lokale planer

4.4.1 Klimahandlingsprogram

I Porsgrunn kommunes klimahandlingsprogram for 2018–2021 heter det under tiltak 7.2^{/8/}:

Samarbeid med relevante aktører (næringsliv, industri, det offentlige, forskningsinstitusjoner, miljøorganisasjoner etc.) for å redusere klimagassutslippene i Grenland.

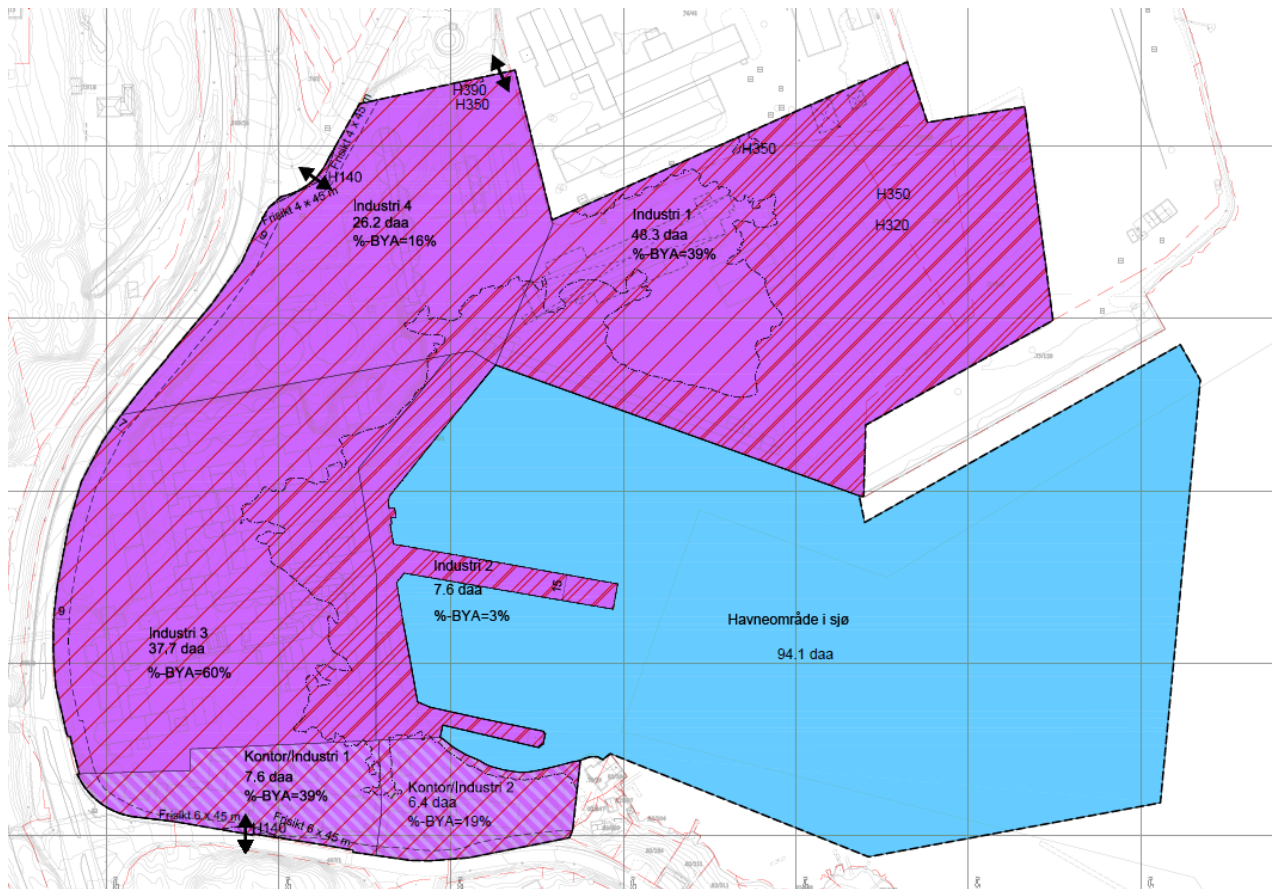
4.4.2 Reguleringsplaner

Tiltaket er i berøring med tre reguleringsplaner.

Dalen næringsområde

Figur 4-1 viser utsnitt av plankartet av reguleringsplan for Dalen næringsområde (vedtatt 10.3.2016, ID 832). Området er regulert til industri og havneområde i sjø. I sørvest inngår kombinasjonsformålet kontor/industri. Det ligger tre hensynsoner i planen: Alt areal på land er omfattet av sone H350

Brann-/eksplosjonsfare, de sjønære områdene er vist med sone H320 flomfare. I tillegg inngår H390 luftesjakt i nord.

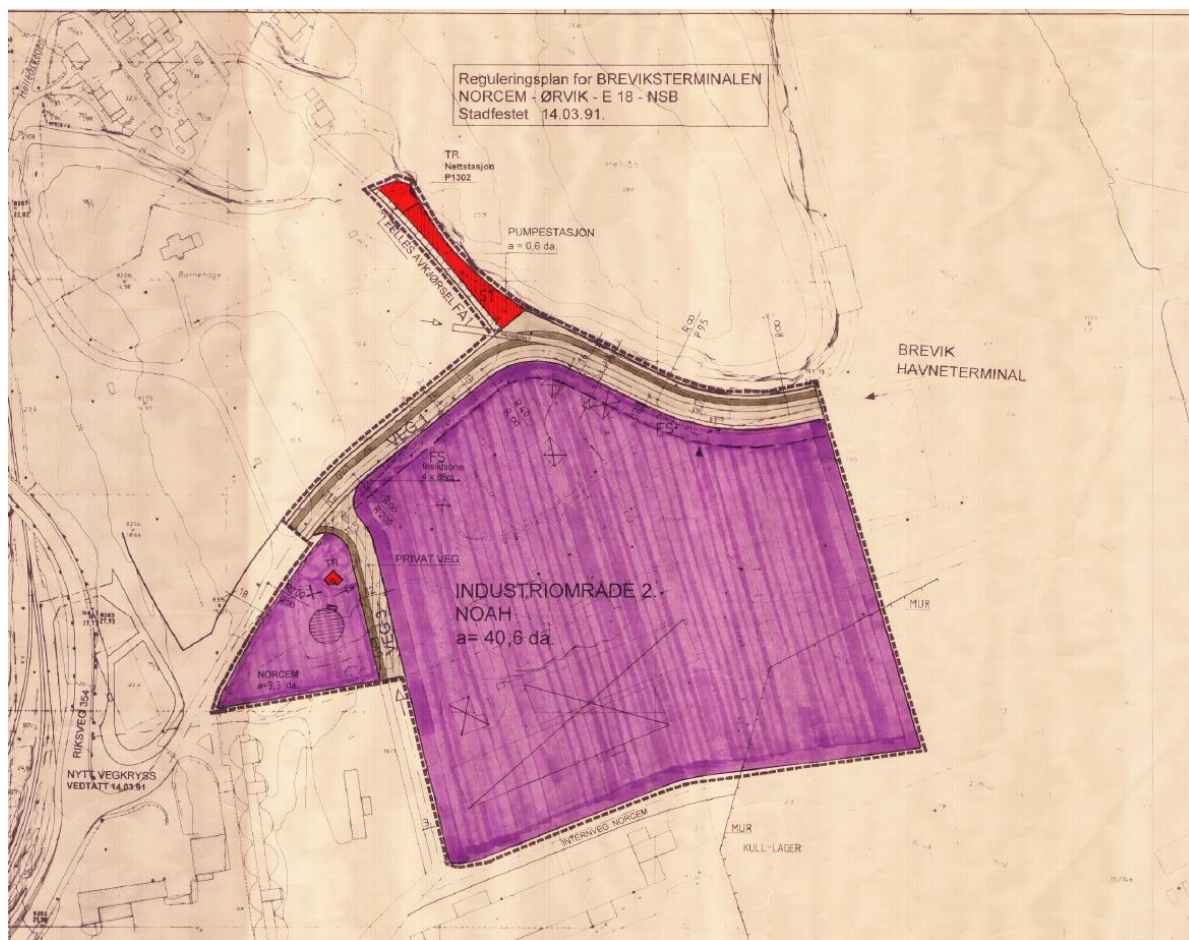


Figur 4-1: Utsnitt av reguleringsplankart for Dalen næringsområde. Hentet fra Grenlandkommunenes kartløsning^{27/}

Renor

Tiltaket kommer også i berøring med reguleringsplan «NOAH – Brevik Anlegg for behandling av organisk spesialavfall Norsk Avfallshandtering A/S». Denne ble vedtatt i 20.2.1997. Figur 4-2 viser plankartet. Lilla er industriområde. Dette er 40,6 dekar stort.

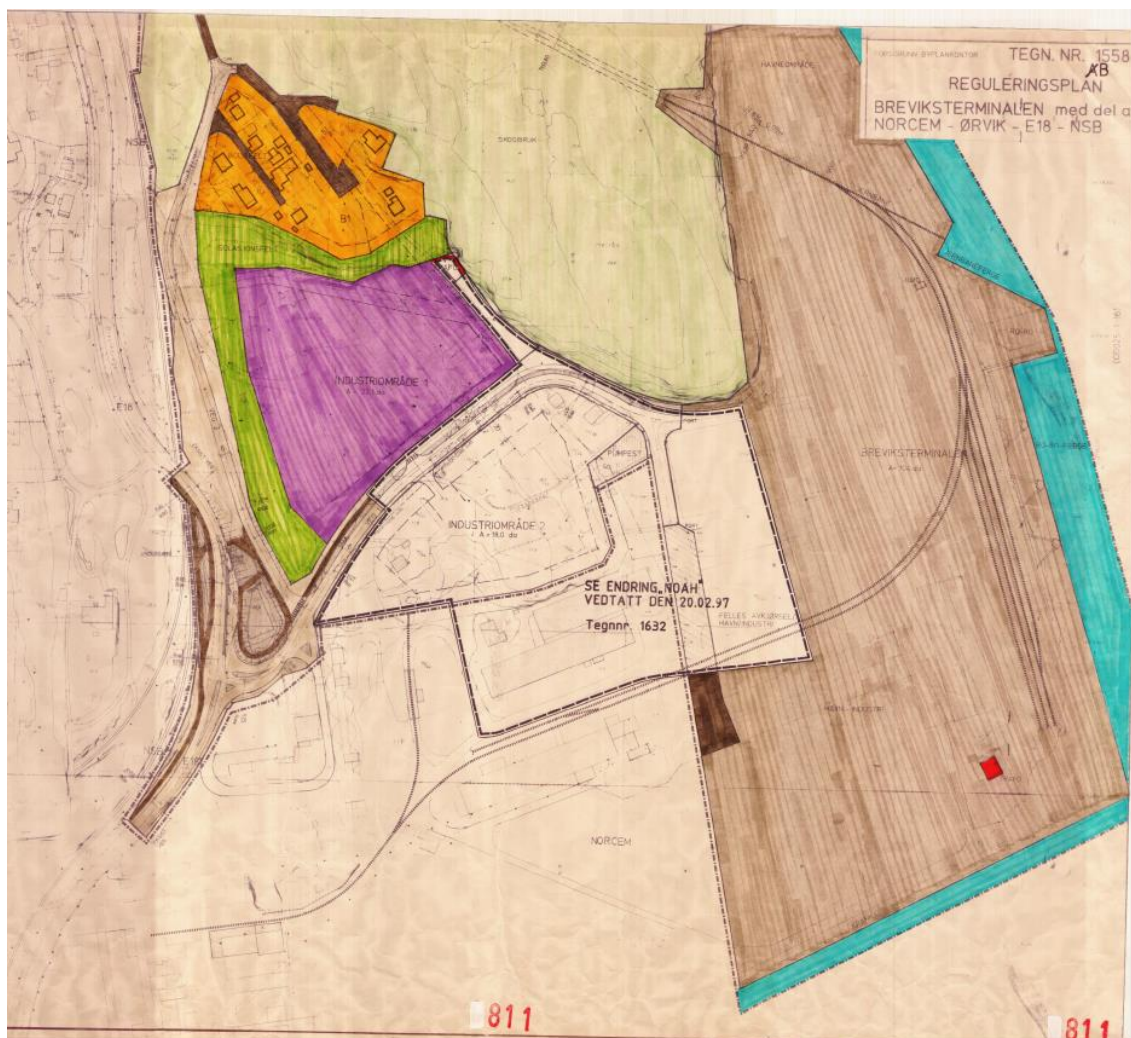
NOAH-anlegget ble i 2003 solgt til Norcems datterselskap, Renor AS, som fortsatt driver forbehandlingsanlegget for organisk farlig avfall på dette området. Det alternative brensel som produseres, i størrelsesorden 55 000 tonn/år, leveres utelukkende til Norcem Brevik.



Figur 4-2: Utsnitt av reguleringsplankart for Renor (NOAH – Brevik Anlegg for behandling av organisk spesialavfall). Hentet fra Grenlandkommunenenes kartløsning^{27/}

Reguleringsplan for Breviksterminalen

Gassledningen fra mellomlageret til utskipningskaia vil komme i berøring [sjekk] med «Reguleringsplan for Breviksterminalen med del av Norcem–Ørvik–E18–NSB». Planen ble vedtatt 14.3.1991. Den dekker et stort areal og har mange ulike formål, men det er kun areal regulert til havneformål som berøres, se utsnitt i figur 4-3.



Figur 4-3. Utsnitt av reguleringsplankart for Breviksterminalen med del av Norcem–Ørvik–E18–NSB. Hentet fra Grenlandkommunenes kartløsning^{27/}

4.5 Tiltakets forhold til mål, planer og retningslinjer

En etablering av karbonfangstanlegg er i tråd med både internasjonale, nasjonale, regionale og lokale mål for å begrense klimagassutslipp. Vi kan ikke se at tiltaket strider mot andre planer eller mål. Forhold til utslipp til vann (vanndirektivet) er behandlet i kap. 6.

5 Utslipp til luft

5.1 Metode

5.1.1 Melding

Meldingen har følgende utredningskrav under tema utslipp til luft^{/2/}:

Størrelsen på utslipp av aminer med omdanningsprodukter skal utredes og vurderes mot sentrale forskrifter og føringer for utslipp til luft^{/11/,/12/,/13/}. Vurderingen skal gjelde støv og gassutslipp, særlig gasser som gir lukt, er giftige eller på annen måte kan påvirke miljøet. Det skal beregnes typisk spredning og fortynning av utslipp til luft.

Det presiseres at temaet kun omhandler lokale utslipp til luft, altså utslipp som vil ha betydning for lokal luftkvalitet. CO₂, som primært vil ha global positiv virkning, er følgelig ikke vurdert under dette temaet.

5.1.2 Forkortelser

Pikogram (pg) er lik 1×10^{-12} gram (0,000000000001 g)

Nanogram (ng) er lik 1×10^{-9} gram (0,000000001 g)

Mikrogram (µg) er lik 1×10^{-6} gram (0,000001 g)

Milligram (mg) er lik 1×10^{-3} gram (0,001 g)

5.1.3 Spredningsanalyser

Røykgass

SINTEF Molab og Aker Solutions har utført spredningsberegninger for røykgass fra det planlagte anlegget^{/18/,/22/}, og det er tidligere utført spredningsberegninger for sementfabrikken^{/21/}.

Spredningsberegningene er utført med beregningsmodellen CALPUFF og modellerte værdata for året 2013. Spredningsmodellen tar ikke hensyn til kjemiske reaksjoner i luften. I tillegg til beregnet spredning og konsentrasjon i bakkehøyde (2-3 meter over bakken), er det også beregnet avsetning til bakke og vann (overflatevann).

Aminer

Av de forurensningskomponentene som kan forventes sluppet ut til luft fra det planlagte anlegget, er det knyttet størst potensiell helsefare til utslipp av aminer. Aminer er ikke regulert i Norcems utslippstillatelse.

Det er utført en rekke studier av aminutslipp fra tilsvarende CO₂-fangstanlegg og slike utslipps helseeffekter de siste årene. Flere av utredningene er utarbeidet som en del av eller i samarbeid med karbonfangstanlegget på Mongstad (*Test Center Mongstad – TCM*). I tillegg er det utført egne studier og undersøkelser av utslippssituasjonen til luft for det planlagte anlegget hos Norcem. Aker Solutions med underleverandører har utført miljøstudier av tiltaket, oppsummert i en rapport fra 2017^{/18/}. Miljøstudierapporten er senere forkortet og noe oppdatert^{/59/}. Det er i hovedsak disse, med tilhørende utredninger og grunnlagsmateriale fra underleverandører og samarbeidspartnere (NILU, SINTEF Molab og Folkehelseinstituttet), som ligger til grunn for dette temaet i konsekvensutredningen.

I tillegg har NILU (Norsk institutt for luftforskning) utarbeidet en forenklet reaksjonsmodell for omdanning av aminer til nitraminer og nitrosaminer som er benyttet for en verste spredningssti funnet i spredningsberegningene. Reaksjonsmodellen separerer reaksjonene for dag og natt, og

vurderer den gjennomsnittlige tiden forflytning tar for en utslippsmengde fra utslippspunktet til utslippet avsettes på bakkenivå. Metoden er nærmere beskrevet i NILU-rapport OR 52/2011^{/54/}. Det kan dermed gis et konservativt estimat for høyeste, forventede luftkonsentrasjoner av nitraminer/nitrosaminer langs denne spredningsstien.

Omdannelses- og nedbrytningshastighet for aminløsninger og deres nedbrytningsprodukter er erfaringstall hentet fra større laboratorieforsøk. Direkteutslipp av nitraminer, samt nitraminer dannet fra direkteutslipp av aminer, vil ikke reagere ytterligere i friluft. Nitrosaminer, både fra direkteutslipp og omdannede, vil brytes ned ved fotolyse på dagtid. Ingen reaksjon vil forekomme på natt. I vann vil nitrosaminer i all hovedsak brytes ned, i tillegg til noe nedbrytning av nitraminer. Disse effektene er ikke inkludert videre etter at avsetning til vann er beregnet.

5.1.4 Grenseverdier

Utslippstillatelsen

Norcems utslippstillatelsen har utslippsgrenser for ulike komponenter^{/24/}. Tabell 5-1 gir grenseverdiene fra denne. I tillegg kommer diffuse utslipp fra produksjonsprosesser og fra utearealer, for eksempel lagerområder, områder for lossing/lasting og renseanlegg. Her sier utslippstillatelsen at dette skal begrenses mest mulig.

Tabell 5-1: Grenseverdier for utslipp til luft av komponenter med krav om målinger fra utslippstillatelsen^{/24/}

Kilde	Komponent	Utslippsgrenser	
		Konsentrasjons- grense * (døgnmiddel)	Maksimalt utslipp per år
Forbrenningsovn/kalsinering/forvarming	Støv	<20 mg/Nm ³	50 tonn
Møller og klinkerkjøler	Støv	<20 mg/ Nm ³ (1)	
Punktutslipp fra andre støvende aktiviteter	Støv	< 10 mg/ Nm ³ (1)	
Forbrenningsovn/kalsinering/forvarming	Nitrogenoksider, NO _x	< 450 mg/ Nm ³	1000 tonn
Forbrenningsovn/kalsinering/forvarming	Ammoniakk, NH ₃	< 50 mg/ Nm ³	
Forbrenningsovn/kalsinering/forvarming	Svoveldioksid, SO ₂	< 400 mg/ Nm ³	300 tonn
Forbrenningsovn	Hydrogenklorid HCl	< 10 mg/ Nm ³	15 tonn
Forbrenningsovn	Hydrogenfluorid, HF	< 1 mg/ Nm ³	250 kg
Forbrenningsovn	Dioksiner, PCDD/F	< 0,1 ng/ Nm ³ (2)	
Forbrenningsovn	Kvikksølv, Hg	< 0,05	30 kg
Forbrenningsovn	Totalt organisk karbon, TOC	30 mg/ Nm ³ (målt som mg C/ Nm ³)	
Forbrenningsovn	Metaller Σ (Cd, Tl)	< 0,05 mg/ Nm ³	
Forbrenningsovn	Metaller Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	< 0,5 mg/ Nm ³	

* Utslippsbegrensningene gjelder for ufortynnet avgass

(1) Punktmålinger over minst 30 minutter. Ingen oksygen-korreksjon

(2) Som gjennomsnitt over en måleperiode på 6-8 timer

Aminer

Aminer er en sekkebetegnelse på kjemiske forbindelser som blant annet forekommer naturlig i biologisk vev og mat. I hovedsak er aminer ikke mutagene (kreftfremkallende), men noen alifatiske amin-typer kan reagere med nitrat/nitritt og danne nitrosaminer, som er dokumentert kreftfremkallende.

Folkehelseinstituttet utførte i 2011 en vurdering av helserisiko forbundet med utslipp fra amin-baserte karbonfangstanlegg på oppdrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet)^{/53/}. Rapporten er utarbeidet i forbindelse med testsenteret på Mongstad, og tar for seg publisert forskning om eventuelle helsemessige følger av eksponering for aminer, nitrosaminer og nitraminer i røykgass fra slike karbonfangstanlegg. I tillegg er det vurdert forskjellige regionale, nasjonale og internasjonale anbefalinger for grenseverdier for nitraminer/nitrosaminer.

Generelt vurderes nitraminer til å være mindre kreftfremkallende enn tilsvarende nitrosaminer. Grenseverdier for begge gruppene er satt på grunnlag av nitrosaminet *NDMA (N-nitrosdimetylamin)* som er av de mest kreftfremkallende nitrosaminene.

Folkehelseinstituttet har vurdert helsepåvirkning fra nitraminer og nitrosaminer for eksponering både via luft og vann, og har gitt grenseverdier for amin-gruppene samlet for konsentrasjon i hhv. luft og vann. Grenseverdien er satt for hva som er å anse som neglisjerbar/marginal økning i risiko for kreft, i samsvar med anbefalinger fra Verdens helseorganisasjon og i det europeiske kjemikalie-regelverket *REACH*. Grenseverdiene er 0,3 ng/m³ i luft (nanogram per kubikkmeter) og 4 ng/l i vann (nanogram per liter), og gjelder for nitraminer og nitrosaminer samlet.

Andre komponenter

For andre utslippskomponenter som kan forventes fra karbonfangstanlegget, og som det ikke finnes nasjonale retningslinjer og/eller grenseverdier for, er disse vurdert mot gjeldende danske grenseverdier (*B-verdier / bidragsverdier*)^{/56/}. Relevante utslippskomponenter for anlegget og B-verdier er vist i tabell 5-2.

Tabell 5-2: Relevante B-verdier for karbonfangstanlegget fra danske Miljøstyrelsen

Komponent	Kommentar	B-verdi (mg/m ³)
Monoetanolamin (MEA)	Brukt for "Total aminer"	0,01
Dietylamin	Brukt for "Sekundære aminer"	0,02
Dimetylamin	Brukt for "Sekundære aminer"	0,04
Trietanolamin (TEA)	Brukt for "Tertiære aminer"	0,01
Trimetylamin	Brukt for "Tertiære aminer"	0,0002
Trietylamin	Brukt for "Tertiære aminer"	0,04
Formaldehyd		0,01
Acetaldehyd		0,02
Aceton		0,4

Lokal luftkvalitet

For luftforurensningskomponenter som svevestøv/partikler, nitrogenoksider og svoveldioksid finnes det etablerte retningslinjer og forskriftskrav gitt i T-1520^{/11/} og forurensningsforskriften^{/12/}. Oversikt over gjeldende grenseverdier for NO₂, NO_x, SO₂, PM_{2,5} og PM₁₀ er vist i tabell 5-3.

Tabell 5-3: Oversikt over gjeldende grenseverdier for utvalgte luftforurensningskomponenter. Tall i parenteser angir antall tillatte overskridelser av grenseverdi per år

Komponent	Kriterium	Effekt på	Enhet	Midlingstid				
				15 min.	1 time	24 timer	6 måneder (vinter)	Kalenderår
NO ₂	Forurensningsforskriften § 7-6 ^{/12/}	Helse	µg/m ³		200 (18)			40
	Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier ^{/13/}	Helse	µg/m ³	300	100			40
	Norske mål (St.meld. 26 2006–2007) ^{/3/}	Helse	µg/m ³		150 (8)			
	T-1520, gul og rød sone ^{/11/}	Helse	µg/m ³				40*	40
NO _x	Forurensningsforskriften § 7-6 ^{/12/}	Vegetasjon	µg/m ³					30
SO ₂	Forurensningsforskriften § 7-6 ^{/12/}	Helse	µg/m ³		350 (24)	125 (3)		
	Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier ^{/13/}	Helse	µg/m ³	300		20		
	Forurensningsforskriften § 7-6 ^{/12/}	Økosystem	µg/m ³				20**	20
	Norske mål (St.meld. 26 2006–2007) ^{/3/}	Helse	µg/m ³		90			
Svevestøv PM ₁₀	Forurensningsforskriften § 7-6 ^{/12/}	Helse	µg/m ³			50 (30)		25
	Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier ^{/13/}	Helse	µg/m ³			30		20
	Norske mål (St.meld. 26 2006–2007) ^{/3/}	Helse	µg/m ³		50 (7)			
	T-1520, gul og rød sone ^{/11/}	Helse	µg/m ³			35 (7)		
Partikler PM _{2,5}	Forurensningsforskriften § 7-6 ^{/12/}		µg/m ³					15
	Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier ^{/13/}	Helse	µg/m ³			15		8

* Vinter 1.11–30.4

** Vinter 1.10–21.3

5.2 Dagens situasjon

5.2.1 Utslipp fra Norcem

Utslipp til luft fra Norcem er i hovedsak knyttet til sementovnnens to hovedpiper. Det er også støvutslipp knyttet til møller og klinkerkjøler

Tabell 5-4 viser utslipp til luft fra bedriften i tiårsperioden 2009–2018. Som det går fram av tabellen er de samlede utslippene godt under utslippstillatelsen for de fleste stoffer (se tabell 5-1). Av tungmetaller listet opp i utslippstillatelsen er det oppgitt utslipp av alle bortsett fra kobolt (Co).

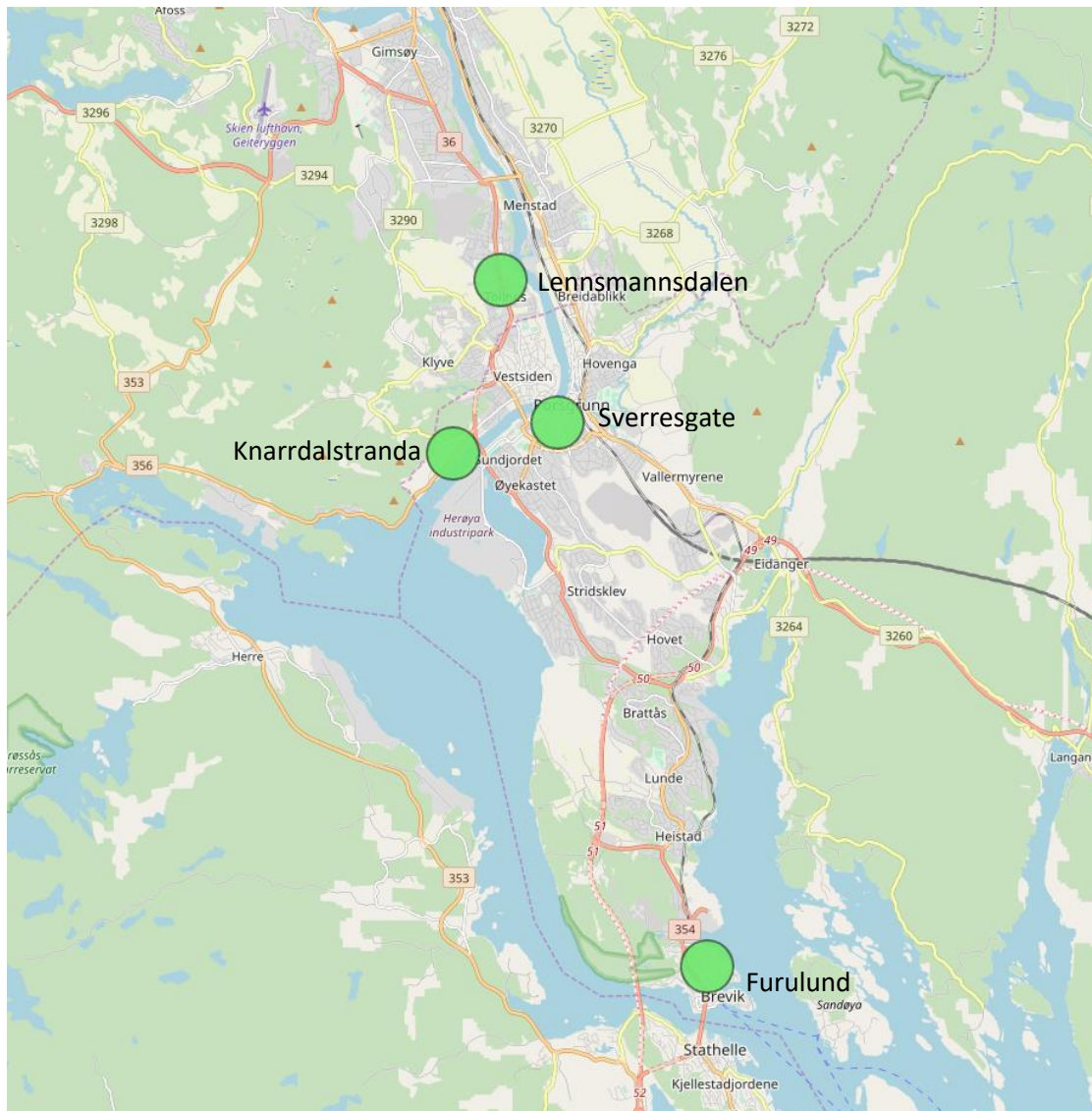
Tabell 5-4: Utslipp til luft fra Norcem i perioden 2009–2018. Tall fra Norske utslipp^{/52/}

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NO _x (tonn)	1 498	1 760	1 533	951	429	461	518	471	460	555
SO ₂ (tonn)	527	612	531	496	298	277	261	197	159	345
Støv (tonn)	30,0	11,8	11,1	15,6	22,5	20,5	36,2	27,0	29,6	20,2
HCl (tonn)	22	29	29	17,8	5,8	6,5	5,7	4,5	5,5	15,9
HF (kg)	26,6	21,8	69,7	76,1	52,5	142,2	21,6	39,7	56,0	72,0
TOC (tonn)	29,6	21,0	42,1	36,7	50,8	43,5	45,9	38,7	35,5	28,6
Ammoniakk, NH ₃ (tonn)					29,1	29,5	30,6	31,2	28,5	22,7
Hg (kg)	10	42	11	11,2	22	14,8	2,5	18,7	8,9	14,7
Dioksiner (g)	0,25	0,99	0,18	0,51	0,39	0,54	0,1	0,24	0,45	1,20

Det er også knyttet utslipp til nabobedriften Renor. I utslippstillatelsen er det satt grenseverdier for utslipp til luft (støv) og overflatevann (f.eks. olje, PAH, PCB og dioksiner)^{/25/}. Bidraget fra Renor er lite og ubetydelig sammenlignet med Norcems utslipp.

Lokal luftkvalitet

Det finnes fire målestasjoner for lokal luftkvalitet i Grenlandsområdet, se figur 5-1. Av disse ligger Furulund 500 meter sør for Norcem. Hovedkildene til luftforurensning her er industri, skipstrafikk og vedfyring. Her måles svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}), nitrogenoksid og svoveldioksid. Det er ikke målt luftforurensning over grenseverdiene gitt i T-1520 på stasjonen i de årene den har vært i drift (fra og med 2017)^{/77/,/78/}. Kortere perioder med forhøyede verdier opptrer imidlertid. I 2018 ble det registrert totalt 51 timer med moderat eller høy luftforurensning grunnet PM₁₀ og 146 timer grunnet PM_{2,5} i 2018. Det ble ikke registrert forhøyede verdier av NO₂ eller SO₂ i 2017 og 2018^{/77/,/78/}, men SO₂-måleren har vært ute av drift deler av tiden.



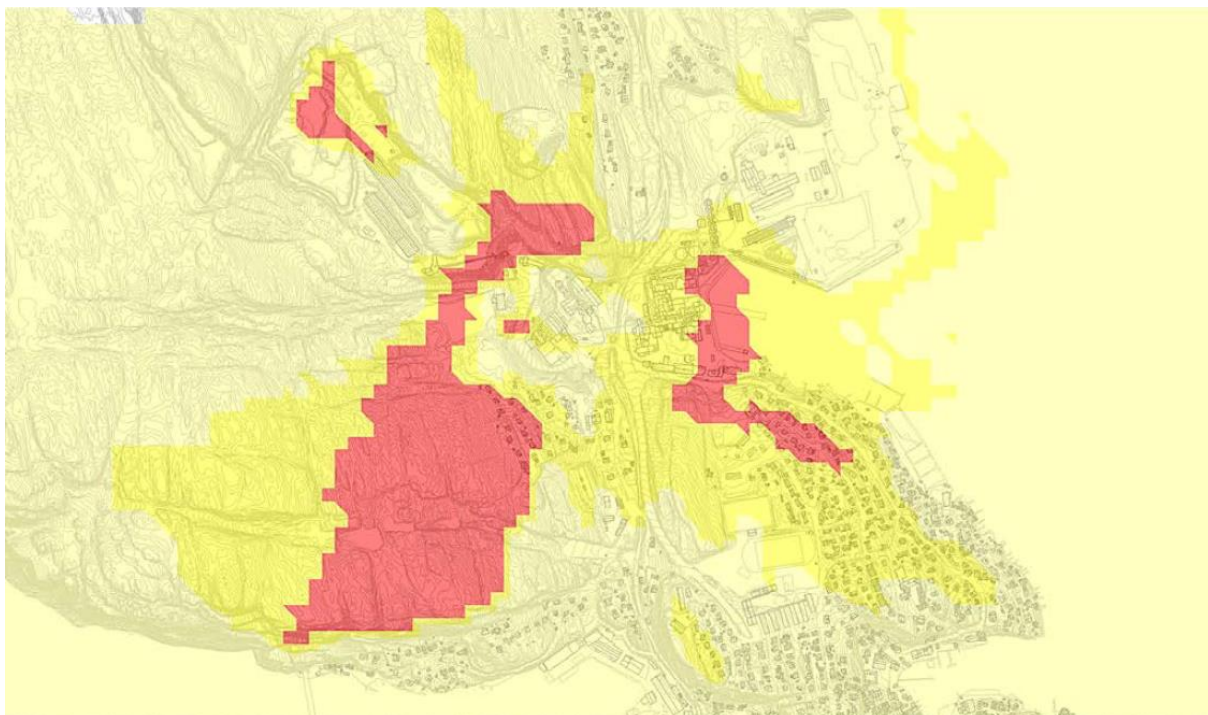
Figur 5-1: Målestasjoner luftkvalitet i Grenland. Hentet fra luftkvalitet.no

Målingene av lokal luftkvalitet samsvarer ikke helt med Molabs beregninger fra 2015^{/21/}. Deres spredningsberegningene viser at deler av Brevik ligger innenfor gul sone, som definert i retningslinjen for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520^{/11/}. Luftkvalitetssonene som er beregnet er vist i figur 5-2. Det er i hovedsak timesmiddelkriteriet på maksimalt 100 µg/m³ NO₂ og døgnmiddelkriteriet på 20 µg/m³ SO₂ som medfører gul sone. Det er også enkelte områder nærmere anlegget som ligger innenfor rød sone iht. T-1520.

For bebyggelsen på sørsiden av Dalsbukta er havneaktivitet den primære årsaken til dårligere luftkvalitet enn gul sone. Dette skyldes i hovedsak utslipp av NO_x fra skip som ligger i havn. Det er nå landstrøm på Tangenkaia, noe som gir mindre utslipp av NO_x (og CO₂) fra skip som ligger til kai. Videre har Norcem iverksatt tiltak på skorstein 2, noe som har gitt bedre spredning av røykgassen.

Utslippene fra anleggets skorsteiner har primært nedslagsfelt sør for anlegget og vest for Brevik. Den vestlige delen av bebyggelsen sør for Norcem ligger så vidt innenfor dette nedslagsfeltet.

Spredning av støv fra anlegget medfører ikke grenseoverskridende konsentrasjoner for stort annet enn områder som er del av virksomheten.



Figur 5-2: Luftkvalitetssonekart beregnet for 2015 av SINTEF Molab. Gul og rød sone i henhold til T1520^{11/}. Sonekartet dekker SO₂, NO₂ og støv. Mer at rød/gul sone til høyre hovedsakelig skyldes utslipp fra båter. Utarbeidet av SINTEF Molab^{21/}

Lukt

Norcems produksjon medfører luktutslipp. Lukt ble målt i 2015^{21/}. Det aller meste (91-96 %) av luktkonsentrasjonen kan tilskrives TOC, mens det resterende er knyttet til lukt av SO₂ og NH₃. Luktregninger viste det samme spredningsbildet som figur 5-2. Også her er det bebyggelsen rett sør for Norcem, og den vestlige delen av denne bebyggelsen som beregningsmessig har størst potensiell belastning. Beregningene indikerer at det ikke er en stor luktblastning, men at det av og til kan kjennes noe lukt. Norcem mottar av og til klager på lukt. Dette er som regel ved andre vindretninger enn de fremherskende (som er vind fra nordøst).

5.3 Konsekvenser av tiltaket

5.3.1 Spredning av røykgass

Røykgasstemperatur

Karbonfangstanlegget medfører en betydelig senkning av røykgassens temperatur. Dette reduserer røykgassens oppdrift. Dette er negativt for spredning og fortynning av røykgass, siden spredningen normalt er størst i høyere luftlag grunnet normalt høyere vindhastigheten i høyden enn nærmere bakken. Det er derfor ønskelig å heve gassens temperatur før den slippes ut til luften. Siden det finnes tilgjengelig overskuddsvarme fra produksjonsanleggets klinkerkjøler (varm, ren luft), blandes den kalde (ca. 34 °C) røykgassen fra absorpsjonstårnet med varm luft (ca. 120 °C), slik at røykgassen oppnår en temperatur på ca. 82 °C.

Utslippshøyde

Til tross for at røykgassen fra karbonfangstanlegget varmes opp, vil den fortsatt ha en noe lavere temperatur enn hva som er tilfellet for røykgass fra dagens anlegg. Det er derfor sett på effektene av

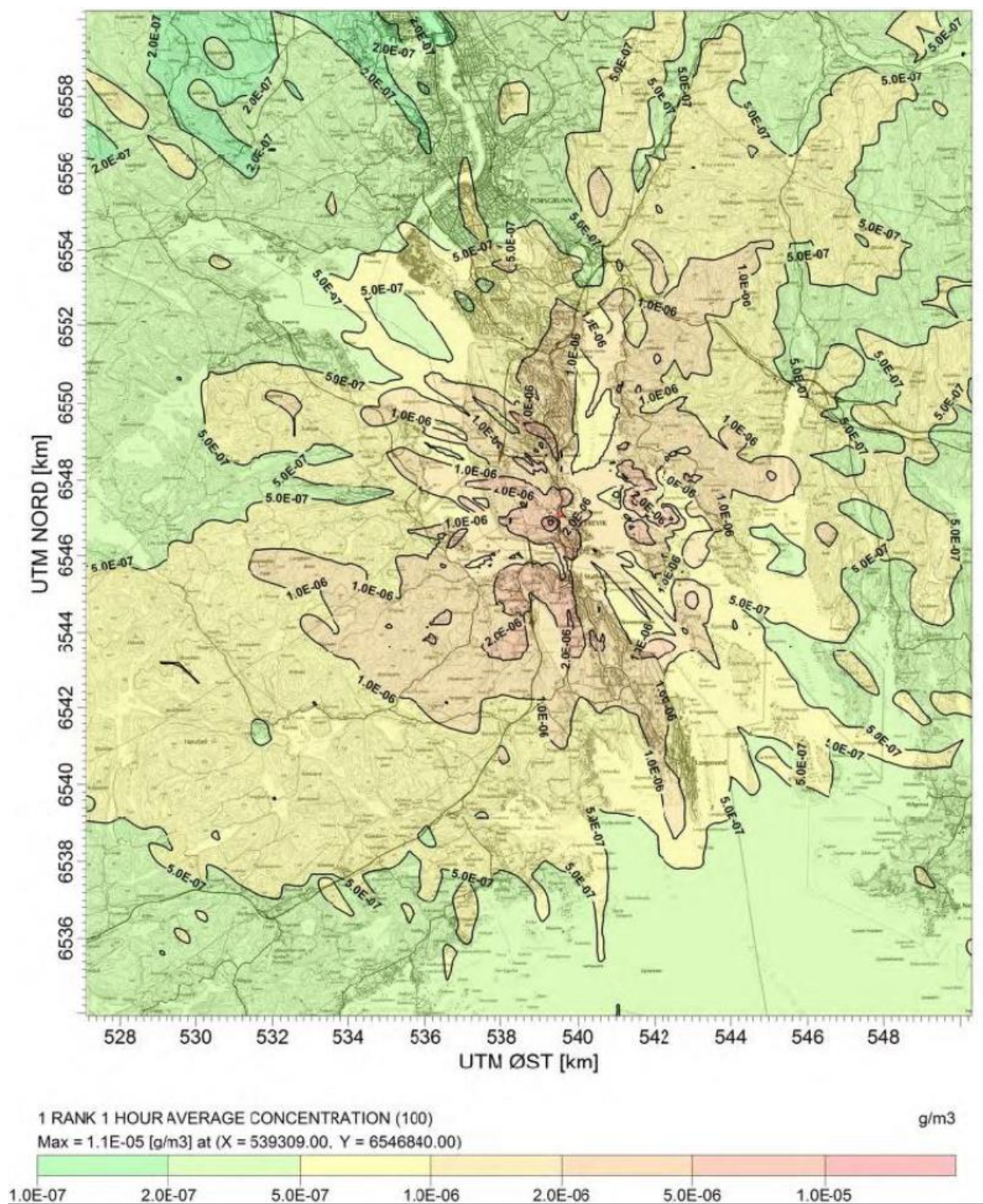
å heve utslippshøyden ved å etablere en ny, høyere skorstein på anlegget. Dagens skorstein har begrenset levetid, og vurderes å være noe lav for å oppnå tilstrekkelig god spredning av anleggets røykgass. SINTEF Molab har utført spredningsberegninger for forskjellige kombinasjoner av skorsteinshøyde og røykgasstemperatur, samt vurdering av eksisterende plassering av skorstein mot plassering av ny skorstein oppå planlagt absorpsjonstårn.

Beregningsresultatene viser at det for ny plassering av skorstein anbefales en skorsteinshøyde på 100 meter. Denne høyden vurderes å gi best effekt mtp. spredning av røykgass i forhold til konstruktiv og økonomisk kompleksitet. Det er vurdert skorsteinshøyder på 80, 90, 100, 110, 115 og 150 meter. Økning av skorsteinshøyde fra 90 til 100 meter viser seg å ha betydelig større effekt enn videre økning til 110 meter. Endringene i spredningseffektene vises i hovedsak på luftforurensningskonsentrasjon på bakkenivå (2-3 meter over bakkenivå). For avsetning til bakke/vann er effekten av økt skorsteinshøyde mindre^{/22/}.

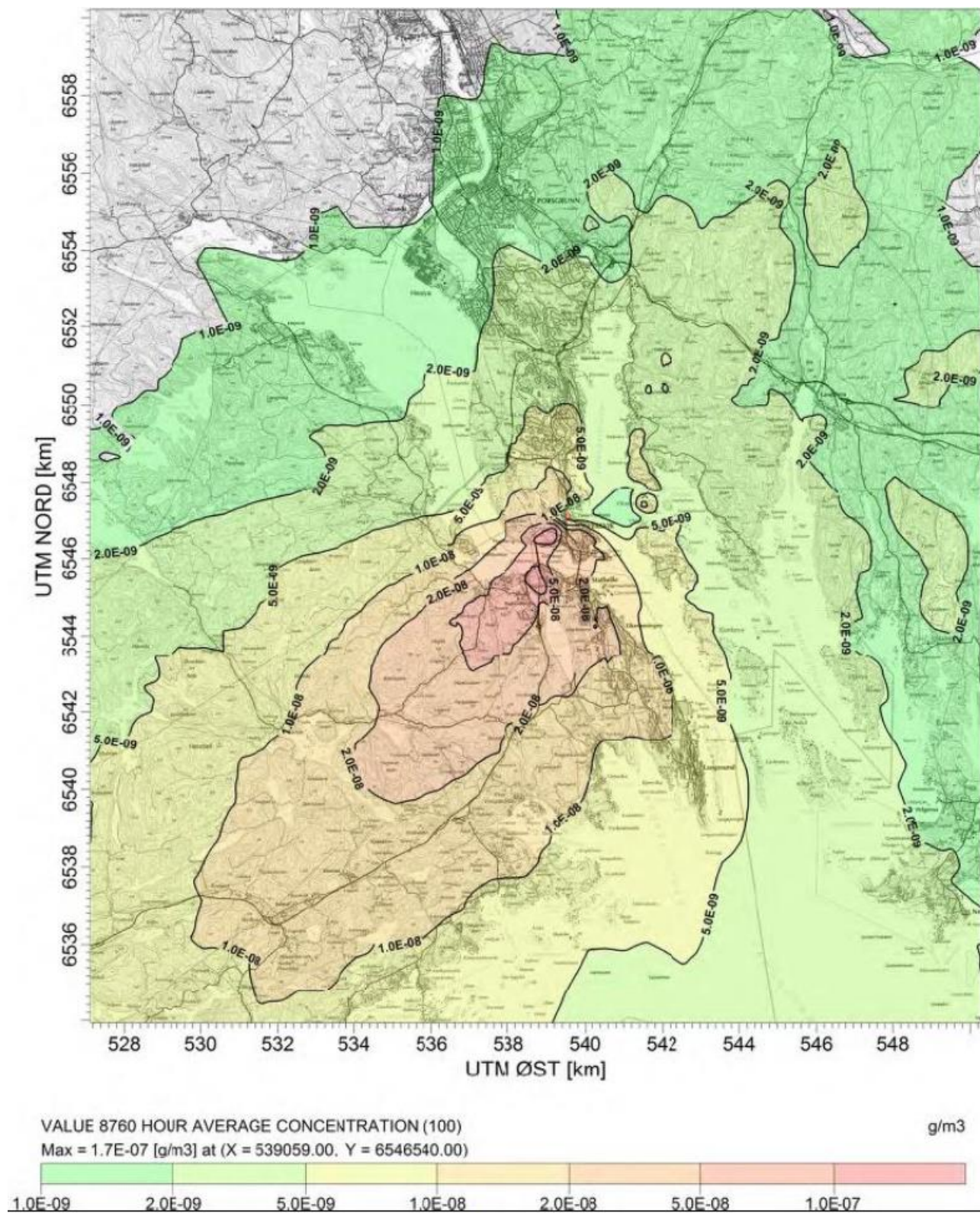
Spredning

SINTEF Molab har utført beregninger av luftbårne forurensningskomponenter med karbonfangstanlegg på produksjonsstreng 1^{/22/}. All beregning av røykspredning er gjort med nye betingelser (vanninnhold, temperatur, konsentrasjoner etc.). Det er beregnet spredning av enhetsutslipp (1 g/s) uten kjemiske reaksjoner i luft, tilsvarende som for dagens situasjon. Figur 5-3 og figur 5-4 viser spredning for henholdsvis timesmiddel og årsmiddel.

Det kan forventes at beregninger med våtavsetning vil gi noe lavere verdier for konsentrasjoner i luft, da aminene er svært vannløselige. En konservativ betraktning vil være å legge til grunn konsentrasjoner i luft som beregnet kun med tørravsetning. Faktisk beregnede luftkonsentrasjoner i et gitt punkt finnes da ved å multiplisere utslippsmengden med beregnet konsentrasjon som for enhetsutslipp i det aktuelle punktet som skal undersøkes.



Figur 5-3: Timesmiddel for beregnet spredning for enhetsutslipp (1 g/s) ved skorsteinshøyde på 100 m. Figur utarbeidet av SINTEF Molab^{22/}



Figur 5-4: Årsmiddel for beregnet spredning for enhetsutslipp (1 g/s) ved skorsteinshøyde på 100 m. Figur utarbeidet av SINTEF Molab^{22/}

5.3.2 Utslippsmengder

Dagens komponenter

Typiske forhold og utslipp av forurensende stoffer (gitt i utslippstillatelsen) fra røykgassen fra streng 1 i dag er vist i tabell 5-5, sammen med beregnede verdier etter at karbonfangstanlegget er satt i drift^{/59/}. Tallene for drift med karbonfangst inneholder 12 % av røykgassen fra streng 2, i tillegg til røykgassen fra streng 1. Som følge av at ca. 85 % av CO₂ og vesentlige deler av fuktighetsinnholdet fjernes i fangstanlegget, synker utslippsvolumet på avgassen fra absorberer. Dette medfører at den relative konsentrasjonen av andre utslippskomponenter vil øke i røykgassen fra fangstanlegget, selv om fangstanlegget ikke medfører noen absolutt økning i mengderaten for utslippskomponentene i røykgassen. Etter innblanding av varm luft vil total utslippskonsentrasjon være vesentlig lavere enn hva som er tilfelle for dagens anlegg.

Som det fremgår av tabellen er utslipp av sure gasser som SO₂, HCl og HF praktisk talt eliminert. Disse blir effektivt tatt opp i kjøler- og aminabsorpsjonsenheten. Spesielt for SO₂ vil dette innebære en betydelig positiv miljøvirkning.

For de utslippskomponentene som passerer fangstanlegget uendret (CO, NO (ca. 95 % av NO_x forventes å være NO), hydrokarboner og andre ikke-vannløselige komponenter), vil konsentrasjonene i avgassen fra absorberer som er oppgitt med virksomt karbonfangstanlegg i tabell 5-5 være økt i forhold til konsentrasjonene oppgitt for anlegget uten karbonfangst. Som nevnt over, skyldes dette at det totale utslippsvolumet ut fra absorberer er redusert. Følgelig øker konsentrasjonen av gjenværende komponenter. De absolutte utslippsratene øker imidlertid ikke.

For støv og partikkelbårne tungmetaller forventes det en reduksjon på ca. 30 % igjennom fangstanlegget, mens det for kvikksølv (Hg), TOC og dioksiner forventes ca. 10 % reduksjon i utslippsrate som følge av karbonfangstanlegget. Etter innblanding av varmluft (for å økte temperatur og dermed hastigheten på avgassen) vil utslippskonsentrasjonene reduseres vesentlig.

Tabell 5-5: Utslipp fra streng 1 i dag og estimerte utslipp med karbonfangstanlegget. Utslipper er fra absorber, innblanding av varmluft fra klinkerkjøler er ikke inkludert i disse verdiene. Totale utslippskonsentrasjoner vil være vesentlig lavere etter innblanding av varmluft. Bruk av aktivt kull før posefilter er heller ikke inkludert i disse estimeringene. Alle mengder og konsentrasjoner er gitt på tørr basis og 10 % O₂. Hentet fra Akers miljørapport^{/59/}

Parameter	Enhet (ved normal temp. og trykk)	Streng 1 (i dag)	Med karbonfangst
Utslippsvolum	m ³ /t	141 000	108 000
Temperatur	°C	85–180*	≈ 34
Fuktighet	%-volum	11–18*	≈ 5 (mettet)
Støv	mg/m ³	2,7	≈ 2,3
SO ₂	mg/m ³	170	≈ 0
NO _x	mg/m ³	250	≈ 290
HCl	mg/m ³	0,7	≈ 0
HF	mg/m ³	0,02	≈ 0
TOC	mg C/m ³	10	≈ 16**
Hg	µg/m ³	17	≈ 19
Cd+ Tl	µg/m ³	0,20	≈ 0,17
Sum 9 metaller	µg/m ³	40	≈ 35
Dioksiner	pg/m ³	300	≈ 330

* Avhengig av hvorvidt de-svovelfiseringsenheten er koblet inn eller ikke

** Inkluderer TOC (aldehyder og ketoner) fra karbonfangstanlegget

Dioksiner

Dioksiner er betegnelsen på en gruppe klorholdige stoffer. De dannes i forbrenningsprosesser der klor og karbon er til stede samtidig og ved høy temperatur (250-450 °C).

Av tabell 5-5 går det fram at det vil bli en økning i dioksinutslipp. Dette vil ikke være tilfelle siden beregningene er utført uten aktivt kull før posefilter. Siden røykgassen renses for støv etc. før den ledes inn i fangstanlegget vil også mengden dioksiner reduseres. Det er anslått at mengden dioksiner i røykgassen, før fangstanlegg, kan reduseres ned mot 100 pg/m^{3/79/}. Ca. 10 % av dette igjen vil vaskes ut i fangstprosessen og slippes ut til vann etter at mesteparten av dioksinene er fjernet. Utslipp av dioksiner fra røykgassen etter karbonfangst er derfor betydelig redusert. Resterende røykgassen fra streng 2 kan inneholde større mengder dioksiner enn tidligere på grunn av endrede driftsforhold (økt temperatur). De totale utslippene av dioksiner fra anlegget vil imidlertid være redusert etter innføringen av karbonfangstanlegget. Eventuelt behov for ekstra rens av røykgass i streng 2 (samme system som for streng 1) vil bli vurdert ved målinger etter at fangstanlegget har blitt satt i drift.

Nye komponenter

Det er utført beregninger basert på målinger fra det mobile testanlegget i Brevik for å estimere forventede utslippsmengder av de nye komponentene som slippes til luft^{/59/}. Forventede konsentrasjonsmengder fra karbonfangstanlegget basert på gjennomsnitt av disse målingene er vist i tabell 5-6.

Tabell 5-6: Forventete utslipp fra karbonfangstanlegget basert på testanlegget til Norcem. Innblanding av varmluft fra klinkerkjøler er ikke inkludert. Hentet fra Akers miljørapport^{/59/}

Parameter	Enhet (ved normal temp. og trykk)	Streng 1 (i dag)	Med karbonfangst
Total nitrogen (andre enn NO _x)	mg/m ³	≈ 8*	≈ 5
Total aminer	mg/m ³	0	≈ 0,5
Sekundæraminer	mg/m ³	0	≈ 0,03
Tertiæraminer	mg/m ³	0	< 0,002
NH ₃	mg/m ³	≈ 10	≈ 5
Formaldehyd	mg/m ³	0	≈ 4**
Acetaldehyd	mg/m ³	0	≈ 10**
Aceton	mg/m ³	0	≈ 4**
Total nitrosaminer	µg/m ³	0	< 0,3
Total nitraminer	µg/m ³	0	< 0,05

* Estimert NH₃-utslipp

** Verdien er justert for å inkludere mengden som inngår i CO₂ og dermed fjernes

Med unntak av ammoniakk (og dermed total nitrogen), viser tabell 5-6 at ingen av komponentene som genereres i prosessen i karbonfangstanlegget er utslippskomponenter i dag. Det forventes at nær alt av det utslippet som i dag er av ammoniakk fra produksjonsprosessen vil absorberes i direktekjøleren, og at det dermed kun vil være ammoniakk fra karbonfangstanlegget som vil slippe ut.

Nitraminer/nitrosaminer

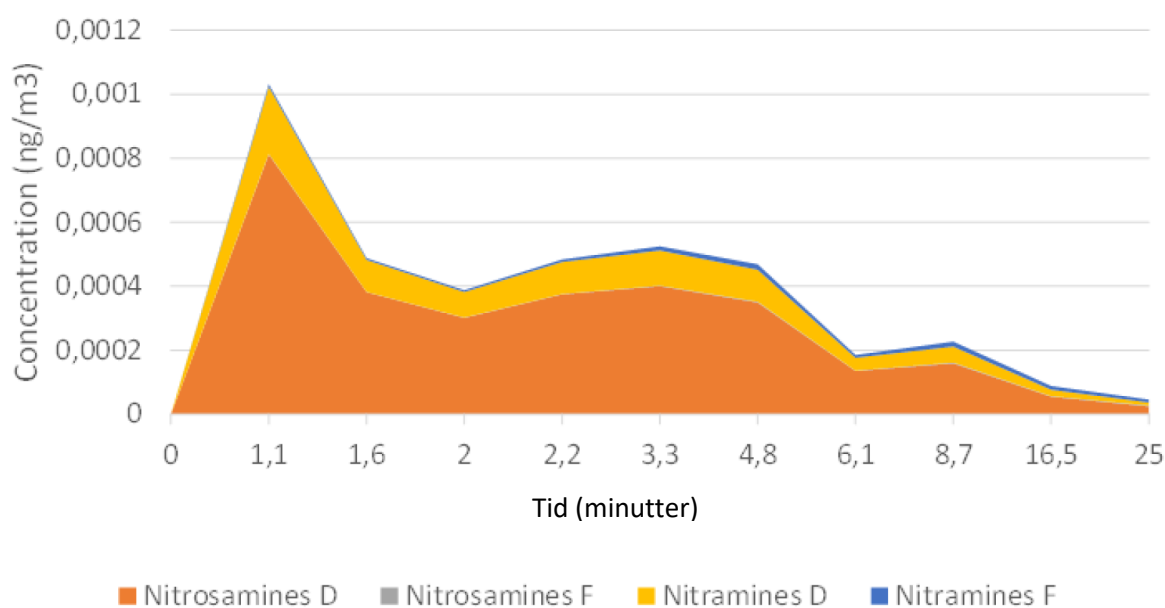
Det er beregnet konsentrasjon i luft ved bakkenivå (2-3 meter over bakkenivå) av nitraminer og nitrosaminer og avsetning til vann. Beregningene er utført av NILU i 2016^{/55/} og metoden er beskrevet i NILU-rapport OR 52/2011^{/54/}. Maksimal, ikke-reaktiv spredning i luft (maksimal konsentrasjon) er beregnet til å forekomme nær anlegget, og inntreffer etter 1,1 minutter. Dette gir liten tid til kjemiske reaksjoner i luften, noe som medfører at det vil være et begrenset bidrag fra sekundærdannede nitraminer og nitrosaminer fra reaksjoner mellom aminer og luften. Spredningsforløpet (som funksjon av tid) og korresponderende konsentrasjon av nitraminer og

nitrosaminer er vist i figur 5-5. Figuren viser forløpet langs maksimal spredningssti, altså den stien som medfører størst spredning og lengst tid med luftbåret utslipp før dette avsettes til bakken.

Direkteutslippsmengdene for nitraminer og nitrosaminer er konservativt bestemt fra nedre deteksjonsgrense for utstyret som er benyttet for å måle utslippsmengdene, og kan således forventes å være enda lavere enn hva som er beregnet i de foreliggende utredningene.

Tabell 5-7: Oppsummering av spredningsberegninger for aminer med avsetning. Avkashøyde 100 meter. Kilde: SINTEF Molab^{22/}

Komponent	Årlig		Timesmax.		Årlig, 99,7 % timespersentil	
	µg/m ³	ng/m ² /s	µg/m ³	ng/m ² /s	µg/m ³	ng/m ² /s
Total aminer / Amin 2	0,0021	31	0,54	6000	0,054	600
Sekundæraminer	0,00013	1,6	0,033	400	0,0032	40
Tertiæraminer	0,000014	0,12	0,0020	20	0,00032	3
Total nitrosaminer	$8,7 \times 10^{-7}$	0,010	-	-	-	-
Total nitraminer	$2,1 \times 10^{-7}$	0,0031	-	-	-	-
Amin 3	0,000037	0,56	0,0098	100	0,00097	10
Andre primæraminer	0,00065	8,1	0,16	2000	0,016	200



Figur 5-5: Beregnede konsentrasjoner av nitraminer og nitrosaminer. "D" angir direkteutslipp, mens "F" angir mengder dannet i luften fra aminutslipp. Figur utarbeidet av NILU^{55/}

Maksimale beregnede nivåer av nitraminer/nitrosaminer (totalt ca. 0,001 ng/m³ for nitraminer og nitrosaminer samlet) viser at ingen landområder vil få konsentrasjoner i luft som er i nærheten av den foreslåtte grenseverdiene fra Folkehelseinstituttet^{53/,18/} på 0,3 ng/m³. Det beregnede maksimalverdier utgjør under 0,4 % av anbefalt grenseverdi.

NILU har også beregnet avsetning til Stokkevann og Breviksvann. Sum av nitraminer/nitrosaminer er henholdsvis 0,0121 og 0,126 ng/l i disse innsjøene. Dette er langt under foreslått grenseverdi på 4 ng/l (ca. 0,3 % av anbefalt grenseverdi).

Det er ikke kjent andre aktiviteter i Grenlandsområdet som planlegger utslipp av nitraminer/nitrosaminer. Mengdene fra et karbonfangstanlegg hos Norcem er uansett så små at de ikke vil bidra til ev. sumvirkninger.

5.3.3 Lukt

Det forekommer luktproblemer hos Norcem. Karbonfangstprosessen gir utslipp av stoffer som kan avgi lukt. Av disse omfattes ammoniakk og organiske forbindelser av dagens utslippstillatelse. For disse stoffene vil tiltaket gi en bedring siden utslippet fra streng 1 halveres (se tabell 5-6). Av de andre stoffene i tabellen avgir både aceton, formaldehyd og acetaldehyd lukt. Det samme er tilfelle med en del aminer. Små mengder av disse stoffene samt høyden på pipa gjør at karbonfangstanlegget ikke vurderes å bidra til luktbelastning.

5.3.4 Målinger

Utslipp til luft fra sementproduksjon og fangstanlegget skal følges opp. Det vil bli utført kontinuerlig automatisk overvåking av utslipp (CEMS) inklusive målinger av nye forbindelser som aminer og aldehyder. I tillegg kommer manuelle utslippsmålinger for å verifisere samsvar med krav i ny utslippstillatelse, kontroll av den automatiske overvåkingen og målinger av sporstoffer som ikke er detekterbare i den automatiske overvåkingen.

5.3.5 Oppsummering

Med oppvarming av røykgass og økt skorsteinshøyde vil spredning av røykgass fra fabrikkens i all hovedsak bidra til redusert konsentrasjon av flere utslippskomponenter som slippes ut ved dagens produksjonsprosess. Fangstanlegget vil innføre enkelte nye utslippskomponenter, deriblant aminer, formaldehyd, aceton og acetaldehyd. Alle disse vil oppstå i konsentrasjoner under eller godt under gjeldende/forventede grenseverdier. Tiltaket er samlet sett vurdert å gi **positiv konsekvens (+)**.

6 Utslipp til vann

6.1 Metode

6.1.1 Melding

Meldingen har følgende utredningskrav under tema utslipp til vann^{/2/}:

Det skal utarbeides en oversikt over ventede utslipp til sjø fra karbonfangstanlegget. Hvordan utslippet blandes inn i vannmassene og hvor stort område i resipienten som blir påvirket (forventet innblandingssone jf. vannforskriften) skal utredes. Dersom resipienten ikke tåler forventet påvirkning skal det inngå vurdering av hvilke avbøtende tiltak som kan iverksettes.

Det skal vurderes om utslipp kan påvirke mulighetene for å oppnå mål om minst god økologisk og minst god kjemisk tilstand i vannforekomsten. Det skal vurderes om, og i tilfelle hvordan, eventuelle kvalitetselementer i vannforskriftens vedlegg V kan bli påvirket av utslipp.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er engasjert for å utrede dette temaet. Her inngår et sammendrag fra deres rapport. For mer detaljerte opplysninger henvises det til NIVA-rapporten^{/62/}.

6.1.2 Grenseverdier

For å vurdere den kjemiske tilstanden i en vannforekomst brukes miljøkvalitetsstandarden Environmental Quality Standards (EQS) hentet fra vannforskriften^{/6/}. Begrepet AA EQS benyttes. Det er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering (AA = annual average). Miljødirektoratets veileder M-608 har nærmere beskrivelser av dette^{/67/}.

6.2 Dagens situasjon

Norcem har ikke utslipp til sjø av prosessvannvann i dag.

Utslippet av avløpsvannet fra CO₂-fangstanlegget vil være til vannforekomsten Eidangerfjorden (Vannforekomst Id: 0110010600-C). Som en av Grenlandsfjordene har Eidangerfjorden vært en av de prioriterte områdene i miljømyndighetenes handlingsplan for forurenset sjøbunn. Konsentrasjonene av flere ulike miljøgifter er forhøyede i Eidangerfjorden, med størst oppmerksomhet på dioksiner og kvikksølv.

Eidangerfjorden oppnår ikke miljømålet om god økologisk og kjemisk tilstand i henhold til vannforskriften^{/5/}. Økologisk tilstand vurderes som "moderat", mens kjemisk tilstand vurderes som "dårlig". Årsaken er at grenseverdier til en rekke ulike vannregionspesifikke og prioriterte stoffer er overskredet i sediment og biota. Resultater fra overvåking i Eidangerfjorden i 2015 viste forhøyede konsentrasjoner av en rekke vannregionspesifikke og prioriterte stoffer i sediment og blåskjell. For prioriterte stoffer var det overskridelser av grenseverdier for kvikksølv, dioksiner, heksaklorbensen (tidligere brukt som bl.a. plantevernmiddel, kan og dannes ved forbrenning) og PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner, tjærestoffer) i sedimenter. I blåskjell var det overskridelser av tributyltinn (TBT, tidligere brukt som bunnstoff på båter) og kvikksølv.

Videre vil avløpsvann fra CO₂-fangstanlegget nå Langesundsfjorden (Vannforekomst Id: 0110010801-C). Langesundsfjorden er klassifisert til å være i "moderat" økologisk tilstand og "dårlig" kjemisk tilstand^{/4/}. Moderat økologisk tilstand skyldes at miljømålet om god tilstand for bunnfauna (DI, en tetthetsindeks som ikke anvendes lengre) og fysisk-kjemiske kvalitetselementer som siktedyp og næringssalter (nitrat, nitritt og totalfosfor) ikke ble nådd. Prioriterte stoffer som kvikksølv, DEHP (et ftalat som hovedsaklig for å mykgjøre plast) og oktylfenol (brukes i produkter som for eksempel maling, lakk, lim og plastprodukter) var overskredet i blåskjell. Dioksiner er i prinsippet også

overskredet i Langesundsfjorden i biota, men disse stoffene inngikk ikke i vurdering av kjemisk tilstand før utgangen av 2018. Overskridelser av dioksiner er derfor ikke tatt med i klassifiseringen av kjemisk tilstand. Det er funnet konsentrasjoner av dioksiner i torskefilet/lever og klo/skallmat fra krabbe over grenseverdier gitt i vannforskriften.

I dag er det kostholdsråd som fraråder konsum av visse typer sjømat på grunn av forhøyde konsentrasjoner av dioksiner. En skal ikke spise reker og krabber fanget i Eidangerfjorden, og en skal også unngå krabber i Langesundsfjorden.

Eidangerfjorden inngår i Svennerbassenget som er en nasjonal laksefjord.



Figur 6-1: Fjorden utenfor Norcem

6.3 Konsekvenser av tiltaket

6.3.1 Avløpsvannets kjemiske sammensetningen

I fangstanlegget vil noen av komponentene i røygassen vaskes ut / kondenseres ut av røygassen slik at stoffer som i dag går til luft slippes ut via avløpsvann til kystvann. Kondensatet vil behandles i renseanlegg før utslipp. Det planlegges en fleksibel løsning som består av en ultrafiltreringsenhet etterfulgt av et aktivt karbonfilter. Et slikt system vil fange 95 % av kvikksølv, suspendert faststoff, andre tungmetaller og dioksiner^{/18/}. Før utslipp til kystvann vil rensed kondensat blandes med kjølevann. Utslipet av avløpsvannet (renset kondensat og kjølevann) vil være på 40 meters dyp i Eidangerfjorden.

Forventet kjemisk sammensetning av stoffer og utslipp per år er gitt i tabell 6-1. Vannmengde fra renseanlegget som behandler kondensatet er beregnet til å være 6 m³/time. Renset kondensat vil videre blandes med kjølevann (sjøvann fra Eidangerfjorden) og pumpes til sjø. Mengden kjølevann er beregnet til å være 3 400 m³/time.

Fra tabellen ser en at beregnede konsentrasjoner etter fortykning av kondensat med kjølevann er langt under AA-EQS for alle metallene, med unntak av arsen, som ble benyttet som «verste tilfelle» for «sum 9 metaller», selv før prosessvannet når diffusor og spres videre i Eidangerfjorden. For dioksiner og «sum 9 metaller» (arsen) må prosessvannet fortynnes ytterligere før konsentrasjoner blir lavere enn AA-EQS. For nitrat vil tilførselene gi et påslag til bakgrunnskonsentrasjonene i

Eidangerfjorden. Konsentrasjonene av nitrat i Eidangerfjorden er ukjent, og det har blitt benyttet bakgrunnskonsentrasjoner fra Langesundfjorden i beregningene.

Tabell 6-1: Forventet kjemisk sammensetning og utslipp av stoffer fra renseanlegget som behandler kondensert vann fra CO₂-fangstanlegget. Antatte bakgrunnskonsentrasjoner i Eidangerfjorden og beregnede konsentrasjoner i prosessvann med eventuelle påslag i bakgrunnskonsentrasjoner er gitt. Grenseverdier (Annual Average (årgjennomsnitt)-Environmental Quality Standards, AA-EQS) for metaller og dioksiner er gitt i vannforskriften^{6/}

Stoff	Utslipp (kg/år)	Antatte bakgrunnskonsentrasjoner i Eidangerfjorden (µg/l)	Konsentrasjoner i prosessvann med eventuelle påslag av bakgrunnskonsentrasjoner før fortynning i Eidangerfjorden (µg/l)	Konsentrasjoner ved innlagringen, 30-50x fortynning av prosessvannet (µg/l) **	Grenseverdi (AA-EQS, for metaller og dioksiner) Tilstandsklasse nitrat (µg N/l)
Støv	271	1000	1007	~ 1000	Ingen grenseverdi
Total organisk karbon (TOC)	632	1000	1019	~ 1000	Ingen grenseverdi
Dioksiner	9,0 10 ⁻⁷	*1,5 10 ⁻⁸	*4,51 10 ⁻⁸	~*1,6 10 ⁻⁸	1,9 10 ⁻⁹
SO ₂	25 558	Ustabil i sjøvann, settes lik 0, vurderes i forhold til endringer i pH	856		Ingen grenseverdi
NO _x	1 579	30-130 µg N/l (varierer gjennom året)	186-628 ¹ (tilsvarer 42-142 µg N/l)	30-130	Tilstandsklasse II varierer med årstidene, fra 23 (sommer) til 125 (vinter)
HCL	632	Vurderes i forhold til pH-endringer	21		Ingen grenseverdi
HF	18	Vurderes i forhold til pH-endringer	0,6		Ingen grenseverdi
Hg	<0,04	0,002	0,003	~ 0,002	0,047
Cd + TI	0,005	0,03	0,0301	~ 0,03	0,2 ²
Sum 9 metaller	1	Settes = 0,15 som er høyeste bakgrunnskonsentrasjon for arsen i vannforskriften	0,18	~ 0,15	0,15 ³

¹ for konvertering fra NO₃-N til N multipliseres konsentrasjonen av NO₃-N med 0,2259. For konvertering fra N til NO₃-N multipliseres konsentrasjonen av N med 4,4268

² laveste grenseverdi for Cd er benyttet

³ As som har laveste grenseverdi er benyttet

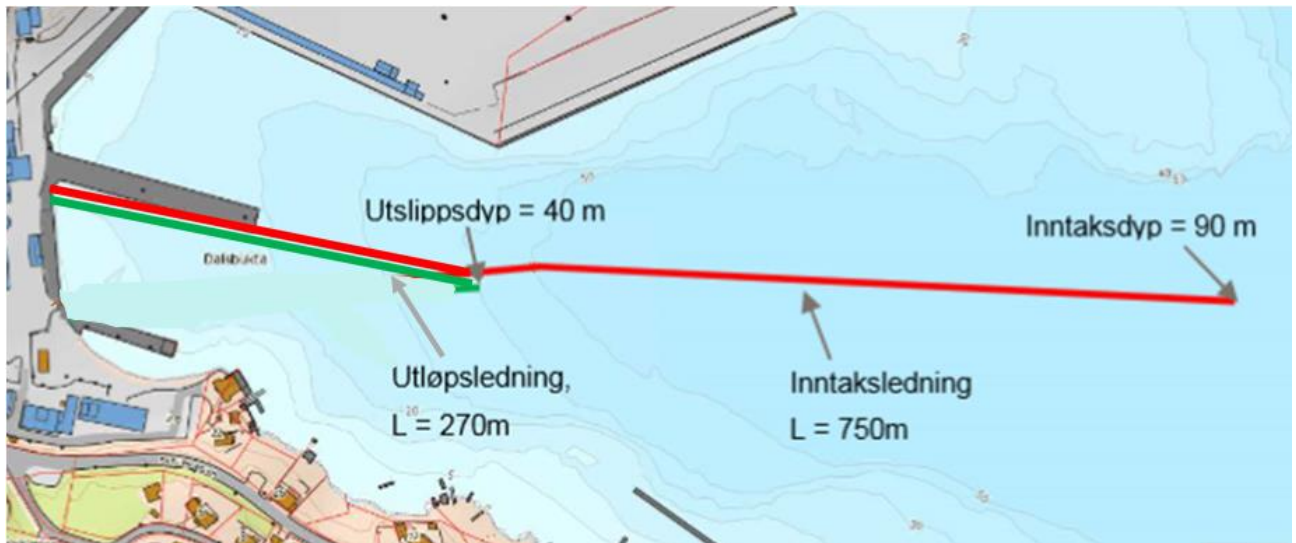
*Dioksinkonsentrasjoner er oppgitt som toksiske ekvivalenter TEQ/l

**Det er beregnet at 1 del prosessvann fortynnes med henholdsvis 29 og 49 deler vann fra Eidangerfjorden

6.3.2 Temperatur og innblanding

Vannmengde fra renseanlegget som behandler kondensatet er 6 m³/t. Renset kondensat vil videre blande seg med 3 400 m³/t sjøvann som har vært benyttet som kjølevann. Dette avløpsvannet vil videre fortynnes via diffusor til Eidangerfjorden. Beregninger viser at dette medfører en lokal temperaturøkning på 1,3 °C nær utslippsstedet i et begrenset dybdeområde på ca. 5 meter mellom dypene 33,1 meter og 38,5 meter, noe som anses som miljømessig akseptabelt.

Utslipptet vil innlagres på 30-40 meters dyp, som er under eufotisk sone (sonen hvor det er lys nok for algenes fotosyntese). Fare for gjennomslag til overflaten er lav, og primærfortynningen er 30-50 ganger. Videre vil fortynningen øke, og forventes å være 50-100 ganger ca. 500 meter fra utslippspunktet til diffusoren.



Figur 6-2: Kartskisse som viser utløps- og inntaksledning. Kjølevann hentes ca. 750 meter ut i fjorden på ca. 90 meters dyp, mens utslippet slippes ut på 40 meters dyp

6.3.3 Støv

Fraksjonen som betegnes som støv er mineralsk karbon, f.eks. karbonater. Dette anses som inert. Dersom man antar at støvfraksjonen kan karakteriseres som suspendert stoff (SS) i vannsøyla vil tilførslene av prosessvannet med en konsentrasjon på 1007 $\mu\text{g/l}$ være marginale i forhold til naturlige bakgrunnskonsentrasjoner som anses å være rundt 1000 $\mu\text{g/l}$ i kystvann. Prosessvannet vil videre fortynnes 30-50 ganger i primærfortynningen (før innlagringen), og allerede da vil konsentrasjonene være lik antatte bakgrunnskonsentrasjoner i Eidangerfjorden. Videre vil prosessvannet fortynnes ytterligere 50-110 ganger i ca. 500 meters avstand fra diffusoren. Et utslipp av 271 kg SS/år anses som lite i en så stor kystnær vannforekomst som Eidangerfjorden.

6.3.4 Totalt organisk karbon (TOC)

I kystvann er TOC-konsentrasjonene ofte rundt 1000 $\mu\text{g/l}$. Renset kondensat innblandet i kjølevann vil ha en TOC-konsentrasjon på rundt 1019 $\mu\text{g/l}$, og allerede da ha konsentrasjoner tilsvarende bakgrunnsverdier. I primærfortynningen vil prosessvannet fortynnes ytterligere 30-50 ganger, og konsentrasjonen vil da være tilsvarende bakgrunnskonsentrasjoner på 1000 $\mu\text{g/l}$. Videre utover i Eidangerfjorden og Langesundsfjorden vil prosessvannet fortynnes, og omlag 500 meter fra utslippspunktet forventes ytterligere en 50-110 gangers fortynning av prosessvannet.

Heistad renseanlegg har utslipp av organisk materiale lengre inn i Eidangerfjorden enn Norcems planlagte utslipp. Stoffene som renseanlegget slipper ut forbruker oksygen i vannmassene. Renor har også utslipp av organisk materiale til Eidangerfjorden. Generelt antas et utslipp på 900 kg/år av TOC i en slik stor vannforekomst som Eidangerfjorden som marginal, dersom stoffet ikke inneholder miljøgifter som f.eks. polyaromatiske hydrokarboner (PAH).

6.3.5 pH

Prosessvannet fra renseanlegget vil inneholde svoveldioksid (SO_2) som løses i vann til svovelsyrling (H_2SO_3) som videre vil oksideres til svovelsyre (H_2SO_4). I tillegg vil prosessvannet inneholde sterke syrer (HCl og HF), men mengdene er små og bidrar lite til reduksjon av pH sammenlignet med bidraget fra SO_2 . pH vil være ca. 5-6 i prosessvannet fra renseanlegget. Dette prosessvannet ($6 \text{ m}^3/\text{time}$) vil innblandes kjølevannet med en pH på ca. 8,0-8,2 ($3 \text{ 400 m}^3/\text{time}$), slik at det fortynnes

ca. 600 ganger. Videre vil prosessvannet fortynnes 30-50 ganger ved innlagringsdypet. Endring i pH blir på under 0,2 pH-enheter, noe som er innenfor naturlige variasjoner i vannmassene. Utslipp av forsurende stoffer antas derfor å ha marginale effekter på biota og vannkjemi.

6.3.6 NO_x

Tilførslene av NO_x vil mest sannsynlig oksidere i vannmassene til NO_3 . Om NO_3 -forbindelser tas opp av alger i vannmassene kan det bli eutrofiering. På grunn av høyere opptak av nitrat under vekstsesongen vil konsentrasjonene variere gjennom året. Bakgrunnsverdiene i Eidangerfjorden er derfor rundt 30 $\mu g N/l$ i sommermånedene og ca. 130 $\mu g N/l$ om vinteren. Disse konsentrasjonene tilsvarer moderat økologisk tilstand.

I prosessvannet fra Norcem vil konsentrasjonene med påslag fra bakgrunnsverdier være i rundt 42-141 $\mu g N/l$ gjennom året. Uten påslag i bakgrunnsverdier vil prosessvannet før fortynning ha en konsentrasjon lik 12 $\mu g N/l$ gjennom hele året. I primærfortynningen, innlagringsdypet, vil prosessvannet være fortynnet 30-50 ganger. Konsentrasjonen her vil være tilsvarende lik de bakgrunnskonsentrasjoner som ble valgt for Eidangerfjorden, det vil si at tilførslene fra Norcem ikke er målbare i innlagringsdypet. Innlagringen av utslippet vil være ved 30-40 meters dyp, som er under eufotisk sone, hvor det ikke vil være primærproduksjon (fotosyntese). Prosessvannet vil videre fortynnes 50-110 ganger i 500 meters avstand fra diffusoren.

Da det mangler informasjon om eutrofitilstanden i Eidangerfjorden er det stor usikkerhet knyttet til de valgte bakgrunnskonsentrasjonene av nitrat som er benyttet. Generelt anses et utslipp på 1,5 tonn NO_3 pr år i en så stor kystvannforekomst som Eidangerfjorden å være marginale, og vil ikke påvirke økologisk tilstand.

6.3.7 Metaller

Konsentrasjonene av alle metallene med unntak av arsen som ble benyttet som «verste tilfelle» for «Sum 9 metaller» er godt under AA-EQS etter fortynning av kondensat med kjølevann. I primærfortynningen, innlagringsdypet, vil konsentrasjonen av arsen være godt under AA-EQS. Tilførslene (kg/år) av «Sum 9 metaller» og «Cd + Tl» anses som marginale.

For kvikksølv var konsentrasjonene etter primærfortynningen langt lavere enn AA-EQS. Norcems tilførsler av kvikksølv til Eidangerfjorden antas å være 0,04 kg/år (40 g/år). Totale tilførsler av kvikksølv til Grenlandsfjordene ble i 2008 beregnet til å være 14 kg/år. I forhold til totale tilførsler av kvikksølv til Grenlandsfjordene utgjør Norcems tilførsler ca. 0,28 %, men mer enn 20 % av utslippene fra landbasert industri til vann, siden det har vært utslippsreduksjoner fra landbasert industri siden 2008. Det er i dag overskridelser av kvikksølv i biota i Eidangerfjorden, og det har vært gjennomført og det skal gjennomføres tiltak for å redusere tilførslene til Grenlandsfjordene framover.

6.3.8 Dioksiner

Som bakgrunnskonsentrasjon av dioksiner er 1,5 10^{-8} $\mu g TEQ/l$ brukt i Eidangerfjorden. Med denne bakgrunnskonsentrasjonen vil prosessvannet før videre fortynning i Eidangerfjorden være 4,51 10^{-8} $\mu g TEQ/l$. Grenseverdi, AA-EQS for dioksiner i vannforskriften er 1,9 10^{-9} $\mu g TEQ/l$. Utslippet vil altså være ca. 8 ganger høyere enn bakgrunnskonsentrasjonen. Siden bakgrunnskonsentrasjonen er høyere enn AA-EQS, vil konsentrasjonen i det rensede prosessvannet aldri bli lavere enn AA-EQS. I primærfortynningen vil konsentrasjonene av dioksiner i prosessvannet være lik den valgte bakgrunnskonsentrasjonen.

Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til den valgte bakgrunnskonsentrasjonen av dioksiner. Målinger av konsentrasjoner av dioksiner i vannfase kan ikke gjøres med konvensjonell prøvetakning.

Bruk av passive prøvetakere og/eller prøvetakning og oppkonsentrering av store vannvolum må gjøres siden konsentrasjonene i vannfasen er så lave at instrumenter i laboratoriet ikke kan påvise dioksiner i en vanlig vannprøve. Bruk av passive prøvetakere og høyvolum vannprøvetakning er i dag ikke godkjente metoder for klassifisering av kjemisk tilstand, da metodene blant annet ikke er standardiserte, og det er store usikkerheter beheftet med metodene. I tillegg er det uklart hvorvidt konsentrasjoner som måles med disse metodene kan sammenholdes med grenseverdier gitt i vannforskriften.

Prosessvannet med påslag av bakgrunnskonsentrasjoner før primærfortynningen i Eidangerfjorden, har en beregnet dioksinkonsentrasjon som er 24 ganger høyere enn AA-EQS. I primærfortynningen, hvor prosessvannet fortynnes 30-50 ganger vil konsentrasjonene være tilsvarende bakgrunnskonsentrasjoner som er gitt. Norcems utslipp av dioksiner til Eidangerfjorden beregnes til å være 0,9 mg/år. Dette utslippet utgjør 0,09 % av transporten fra Frierfjorden over Breviksterskelen, som er anslått til å være 1 g/år.

I arbeidet med renseløsninger har det vært fokusert på kvikksølv siden dioksiner ble antatt å være et mindre problem. Det er godt mulig at renseprosessene som er planlagt vil ta en større mengde dioksin enn det som er beregnet. Dioksiner er bundet til partikler, og rensetrinnene er effektive mtp. partikler. Det er også mulig å installere et ekstra rensetrinn for å holde tilbake en større andel dioksiner.

6.3.9 Oppsummering

Norcem har ikke utslipp til vann i dag. Ved karbonfangsten vil noen stoffer som i dag slippes ut til luft gå til sjø etter en renseprosess. Etter rensing vil prosessvannet blandes med kjølevann. Det inneholder støv, TOC, forsurende stoffer (SO_2 , HCl og HF), næringssalter (NO_x), metaller (inkludert kvikksølv) og dioksiner. Utslippet av rensed kondensat vil fortynnes godt (ca. 600 ganger) med kjølevann (sjøvann fra Eidangerfjorden). Videre vil utslippet innlagres på 30-40 meters dyp, som er under eufotisk sone. Fare for gjennomslag til overflata er lavt, og i primærfortynningen er fortynningen 30-50 ganger. Videre utover fra utslippspunktet vil fortynningen øke, og forventes å være 50-100 ganger ca. 500 m fra utslippspunktet til diffusoren.

Tilførsler av støv anses som akseptable. For TOC-utslippet bør informasjon om kjemisk sammensetning fremskaffes. Dersom TOC-fraksjonen ikke inneholder noen miljøfarlige stoffer, anses tilførselene av TOC som ubetydelige. De forsurende stoffene som slippes ut antas å ha marginale effekter på vannkjemi og biota. Endring i pH vil være innenfor det som forventes å være naturlige variasjon. Utslipp av NO_x vil fortynnes og innlagringen vil være under eufotisk sone, og påslaget av nitrogen være marginalt i forhold til bakgrunnskonsentrasjoner. Det forventes ikke at økologisk tilstand endres som følge av disse tilførselene.

Ved innblanding av rensed kondensat til kjølevann vil konsentrasjonene av kvikksølv og de andre metallene være under grenseverdier (AA-EQS) før vannmassene når diffusorens utslippspunkt. Med et utslipp på 40 g kvikksølv/år til Grenlandsfjordene vil Norcems utslipp være ett av de største nåværende prosessutslipp av kvikksølv fra landbasert industri i området. Sett i forhold til totale tilførsler av kvikksølv til Grenlandsfjordene utgjør Norcems tilførsler derimot ca. 0,3 %.

Det er allerede forhøyede konsentrasjoner av dioksiner i vannmiljøet. Tilførselene fra Norcem på 0,0009 g/år vil utgjøre ca. 0,09 % av dioksintilførselen til fjorden. Siden bakgrunnskonsentrasjonene av dioksiner i Eidangerfjorden ser ut til å være høyere enn AA-EQS i vannforskriften, vil ikke prosessvannet bli fortynnet slik at konsentrasjoner blir lavere enn AA-EQS i denne vannforekomsten.

Siden Norcem ikke har utslipp til sjø i dag bedømmes konsekvensen av tiltaket å være **liten negativ (-)**.

7 Støy

7.1 Metode

7.1.1 Melding

Meldingen har følgende utredningskrav under tema støy^{/2/}:

Som en del av konsekvensutredningen av det nye anlegget skal det utføres støyberegninger. Avbøtende tiltak for å nå støykrav beskrives.

7.1.2 Støyretningslinjen

Støyretningslinjen, T-1442, definerer gul og rød støysoner som benyttes i forbindelse med støy-utredninger^{/39/}. Gul sone er en vurderingssone hvor støyfølsom bebyggelse kan tillates dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold. Som støyfølsom bebyggelse regnes boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Rød sone angir områder som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål.

Tabell 7-1: Støysoner for industristøy. Hentet fra T-1442^{/39/}.

Støykilde	Støynivå på uteoppholdsplass og utenfor vinduer til rom med støyfølsomme bruksformål	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23-07
Industri med helkontinuerlig drift (gul støysoner)	Uten impulslyd: L_{den} 55 dB Med impulslyd: L_{den} 50 dB	L_{night} 45 dB L_{AFmax} 60 dB
Industri med helkontinuerlig drift (rød støysoner)	Uten impulslyd: L_{den} 65 dB Med impulslyd: L_{den} 60 dB	L_{night} 55 dB L_{AFmax} 80 dB

Den dominerende støyen fra Norcem er kontinuerlig uten spesielle impulslyder. I og med at produksjonen er døgnekstrem vil det vært grenseverdier for natt som ville vært dimensjonerende med tanke støygrensen anbefalt i T-1442, dersom denne skal legges til grunn i en fremtidig utslippstillatelse. For industribedrifter av denne type er kravet $L_{night} \leq 45$ dBA.

Dagens utslippstillatelse (se 7.2.1) har en målsetning om støy fra anlegget ved nabobebyggelse inntil «50 dB(A)», noe som tolkes som at det skal etterstrebes et lydnivå hos støyfølsom nabobebyggelse på opptil $L_{pA,24h} \leq 50$ dB (døgnekvivalent lydnivå), målt i frittfelt. T-1442 har altså en 5 dB strengere grense enn målsetning i gjeldende utslippstillatelse.

Skal man ha en mulighet for å nå T-1442 i en fremtidig situasjon er det viktig at støy fra det nye CO₂-anlegget dimensjoneres for en lavere grense enn 45 dBA.

Det er derfor satt et prosjektmålet for støy fra fangstanlegget. Målet er at støy ikke skal overskride $L_{pA,24h} \leq 40$ dBA ved naboer. Dette målet gjelder for samlet støy fra både utstyr og rørstøy.

7.1.3 Definisjoner

- L_{den} : A-veiet ekvivalent støynivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 10 dB / 5 dB ekstra tillegg på natt / kveld (dag: 07–19, kveld: 19–23, natt: 23–07).
- L_{night} : A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode fra 23–07 som er definert i EUs rammedirektiv for støy.
- L_{AFmax} : A-veiet maksimalnivå målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms.

7.1.4 Støyberegninger

Norconsult har beregnet støy fra tiltaket^{/57/,/58/}. Det er benyttet en beregningsmodell som er utviklet for Norcem i forbindelse med den generelle støykartlegging av bedriften. Modellen er utviklet over flere år og har vist en god sammenheng mellom beregnede verdier og målte verdier i de omliggende boligområdene.

I tillegg til støykart er støynivået beregnet for fem adresser på Setre og Rønningen for å vurdere støyemisjonen fra de nye CO₂-anlegget opp mot målsetningen for støy. Disse adressene er de mest støyutsatte.

Det er utført beregninger i to omganger. For å isolere bidraget fra fangstanlegget er det gjort støyberegninger av dette anlegget alene^{/57/}. I etterkant av disse beregningene er det så utført beregninger for å vise samlet støynivå til omgivelsene fra både fabrikken og det nye CO₂-fangstanlegget^{/58/}. I tillegg er det sett på effekten av skjerm i forkant av ovn 6 for å begrense støy fra denne^{/58/}.

Støyberegningsmodellen er utarbeidet ved hjelp av støykartleggingsprogrammet CadnaA. Dette programmet beregner i henhold til Nordisk metode for beregning av industristøy. Det er mottatt antatt lydeffekt for de enkelte støykildene fra Aker Solutions, Norsk Energi og FL Smidth. I tillegg til disse enkeltkildene må det på påregnes en del støy fra kanaler og rør. Det finnes ikke data for disse kildene, men støy fra kanaler og rør vil trolig øke det samlede støynivået til omgivelsene med 2–3 dB over bidraget fra enkeltkildene. Dette bidraget er altså ikke inkludert i beregningene, men vurderes separat. Støy fra lossing av kalksteinsbåter er inkludert i beregningene. Norcem har satt i gang prosjektet «Brevik Future». Det skal bygges et nytt mottaksanlegg for kalkstein. Dette vil gi mindre støy til omgivelsene knyttet til lossing og videre transport av kalkstein.

7.2 Dagens situasjon

7.2.1 Utslippstillatelsen

Utslippstillatelsen setter grenseverdier for støy. Der heter det^{/24/}.

Bedriften skal redusere støynivået mest mulig. Målsetning skal i første omgang være å redusere bedriftens bidrag til støy målt eller beregnet som fritt feltsverdi ved nabobolig som har høyest støybelastning, til under 50 dB(A) innenfor alle driftsdøgn. Støymålet gjelder all støy fra bedriftens ordinære virksomhet, inkludert intern transport på bedriftsområdet og lossing/lasting av råvarer og produkter. Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet og fra ordinær persontransport av virksomhetens ansatte er likevel ikke omfattet av grensene.

7.2.2 Støyutredning

Gjennom konsekvensutredningen for områdereguleringen i 2015 ble det utført en egen støyutredning^{/15/}. Den er basert på beregninger og målinger. Teksten under dette kapitlet er hentet fra denne.

Kilder

Aktiviteten på Norcem har mange kilder som gir støy til omgivelsene døgnet rundt. Den viktigste kilden er ovn 6 med bakenforliggende vifter og en del større vifter slik som filterventilator for ovn 6, filterventilator 2 og vifteavkast for aerofoil. Ovn 6 gir høye avgitte lydeffektnivå og ligger åpent eksponert mot sør med lite skjerming mot omliggende bebyggelse.

For bebyggelsen på nordsiden av fabrikkens spiller også støy fra viftene oppe på bulksiloene en rolle. Nivåene er her imidlertid lavere enn støynivåene på sørsiden av anlegget.

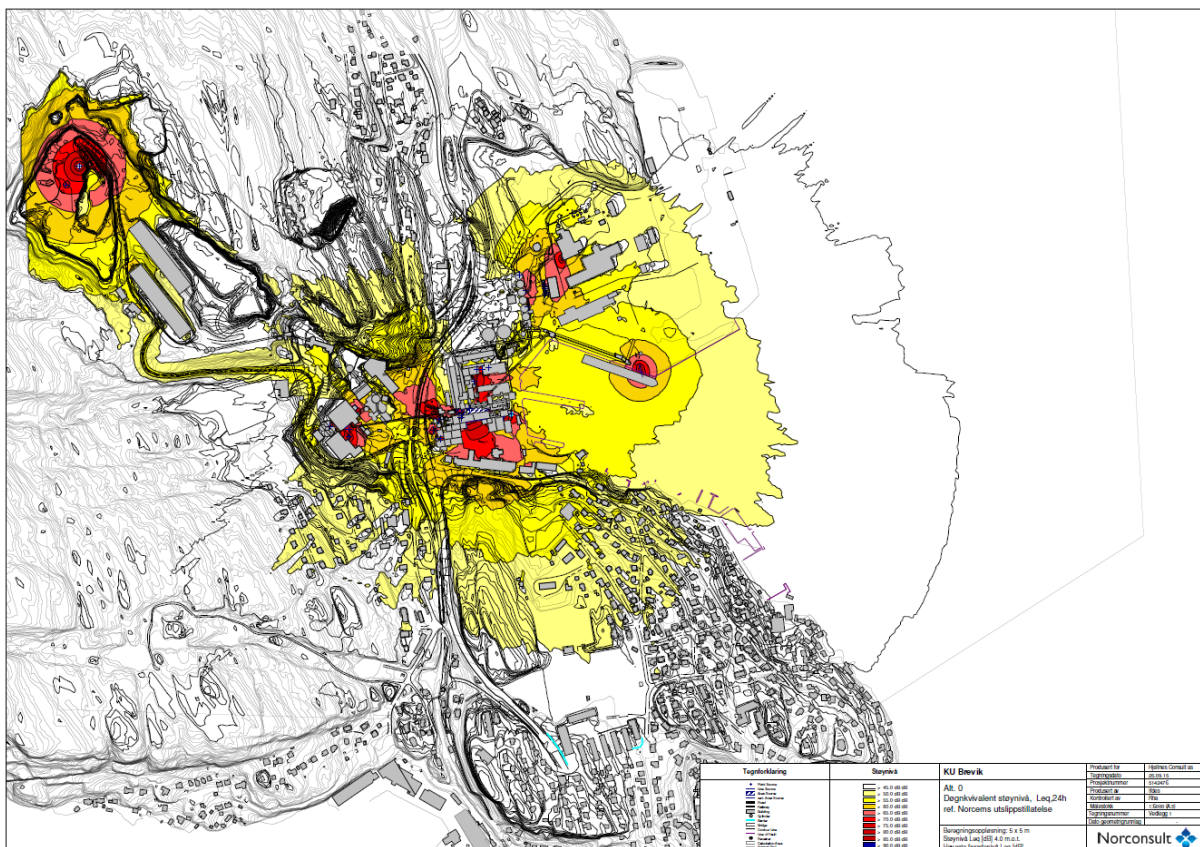
Bedriften har utført flere støydempende tiltak.

Transport inn og ut over kaianlegget og båttrafikk gir også støy. Beregningene viser imidlertid at dette gir et beskjedent bidrag. Det er imidlertid registrert maksimalnivåer i form av slag og smell knyttet til skipsaktivitet.

Forholdet til utslippstillatelsen

Utredningen utført i 2015 viser at ca. 90 boligeiendommer har et utvendig støynivå som ligger på eller over målsetningen om et støynivå på 50 dBA^{15/}. Boligene det gjelder ligger på Setre og Rønningen, se figur 7-1. De mest utsatte boligene på Setre har i dag et støynivå som ligger 4–5 dB over målsetningen, dvs. $L_{pA,24h} \approx 54\text{--}55$ dBA.

Med hensyn til friluftsliv er det i første rekke nærområdene på fjorden som vil være påvirket. I første rekke er det småbåthavnen på Setre som ligger utsatt til. Videre utover fjorden avtar støynivået og man har et nivå som er lavere enn målsetningen på 50 dBA.



Figur 7-1: Døgnekvivalent støynivå, $L_{pA,24h}$ ref. Norcems utslippstillatelse. Fargede soner viser nivåer over 50 dBA. Utarbeidet av Norconsult^{15/}

Forholdet til støyretningslinjen (T-1442)

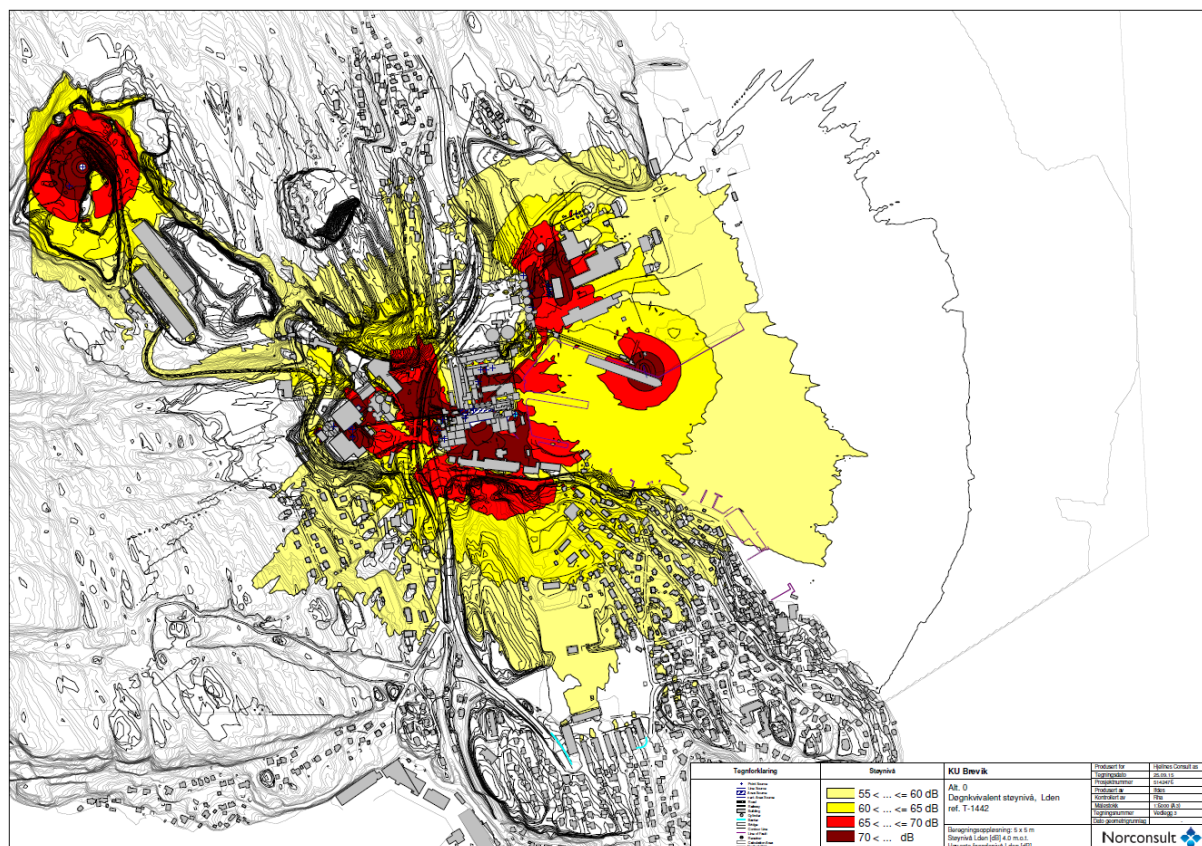
Støyretningslinjen kom etter at Norcem fikk sine utslippsgrenser for støy. Hvis man tar utgangspunkt i T-1442 viser beregningene at det til sammen er ca. 235 boligeiendommer som ligger helt eller delvis i gul støysone i dagens situasjon, se figur 7-2 og figur 7-3. Hvis man kun vurderer L_{den} -verdien som

gjelder for hele døgnet er det ca. 120 boligeiendommer i gul støysone. Boligene ligger på Setre, Rønningen og Herstad.

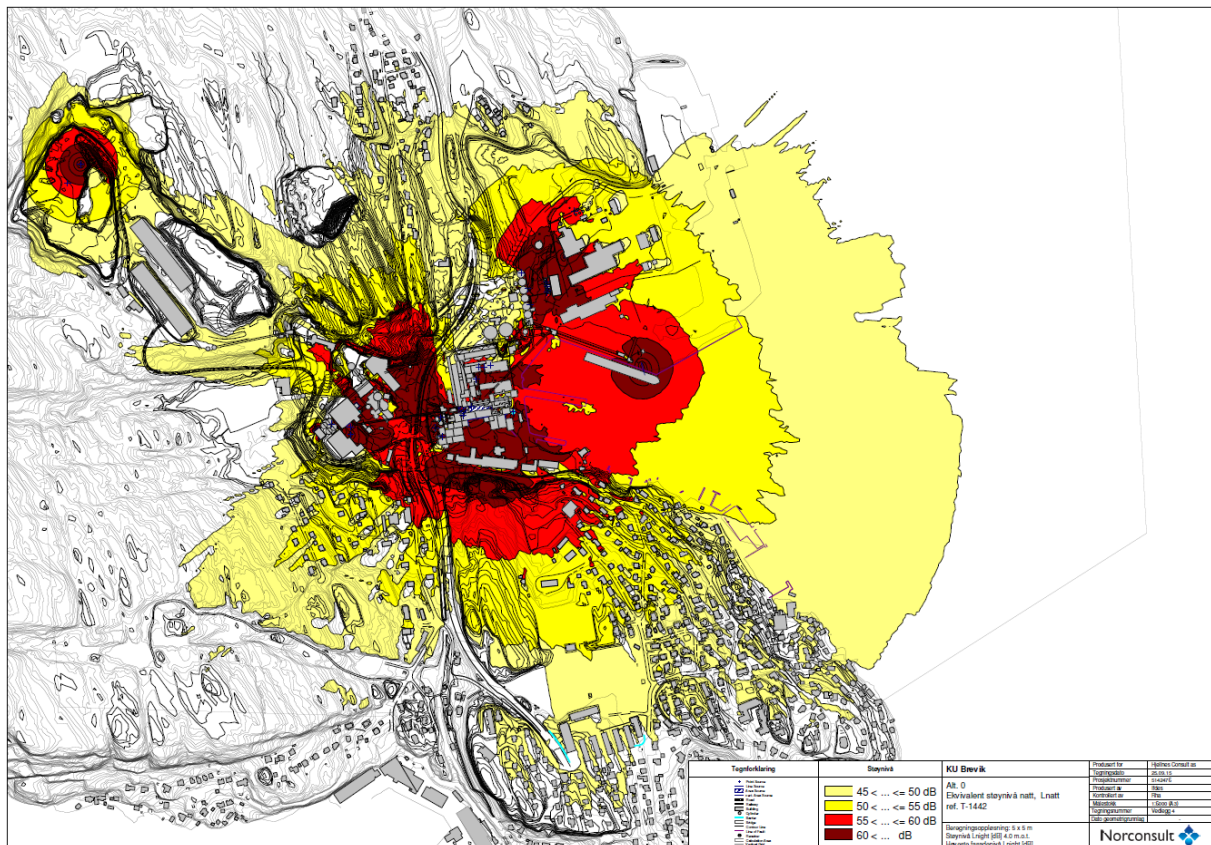
14 boligeiendommer ligger helt eller delvis i rød støysone.

I T-1442 er det også gitt krav til maksimal støy på natt. I og med at grenseverdien for maksimalnivå på natt er 15 dB høyere enn grenseverdien for det ekvivalente støynivået på natt, L_{night} , vil ikke maksimalnivåene ha noen konsekvenser for antall boliger som ligger i gul støysone.

Som en boligeiendom er alle hus med en eller flere boenheter medtatt. Det betyr at det vil være flere boenheter enn det antall boligeiendommer som er angitt over.



Figur 7-2: Døgnkvivalent støynivå, L_{den} ref. T-1442. Utarbeidet av Norconsult^{15/}



Figur 7-3: Ekvivalent støynivå natt, L_{night} ref. T-1442. Utarbeidet av Norconsult^{15/}

7.3 Konsekvenser av tiltaket

Karbonfangstanlegget vil innføre nye støykilder, samt at ombygging av fabrikken kan gi endret støysituasjon. De delene av det nye anlegget som vil bidra med støy til omgivelsene er i første rekke vifter og pumper. I tillegg kommer det en ny kompressor plassert i et eget hus.

7.3.1 Bidrag fra fangstanlegget

Støybidrag, -kart og -nivåer i dette avsnittet gjelder kun for støy fra det nye anlegget. Støvvurderinger som inkluderer støy fra både karbonfangstanlegget og sementfabrikken er gitt i avsnitt 7.3.2.

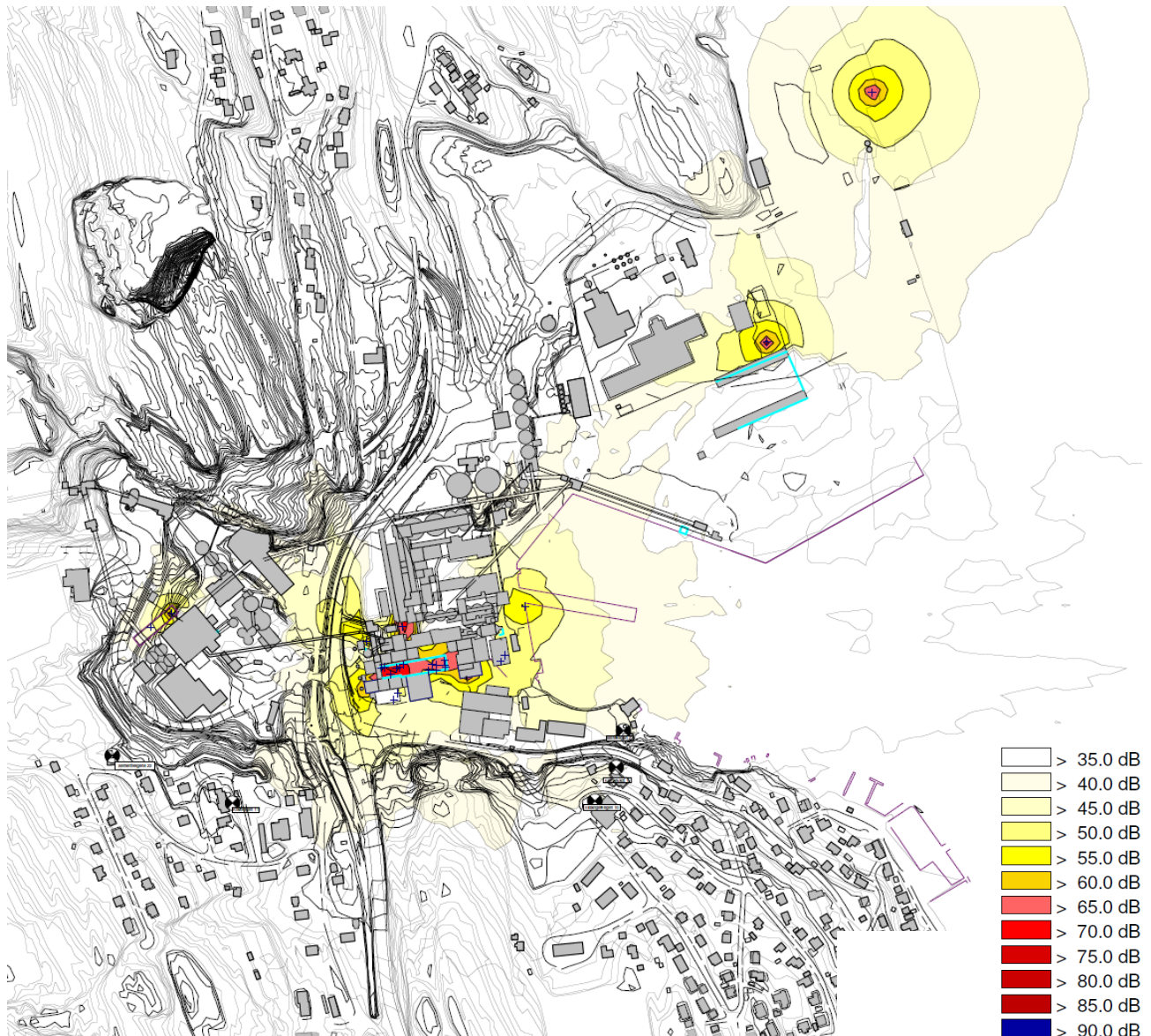
Uten støydempende tiltak

Med oppgitte eller antatte støynivå fra utstyret fra nytt anlegg er støynivå beregnet til rundt L_{pA,24h} 40 dB hos de mest utsatte naboene, vist med den lyseste gule fargen på figur 7-4.

Beregningen viser at støynivået ved de aktuelle adressene vil bli:

Setrevegen 22	L _{pA,24h} 40 dB
Esmarksgata 6	L _{pA,24h} 41 dB
Eidangervegen 10	L _{pA,24h} 40 dB
Kraftvegen 11	L _{pA,24h} 38 dB
Sementvegen 23	L _{pA,24h} 32 dB

I tillegg vil trolig støy fra rør og kanaler øke nivået med 2–3 dB for alle punktene. Det er derfor realistisk å anta at man ved etableringen av det planlagte CO₂-anlegget får støynivåer fra dette opp mot 42–43 dBA i størsteparten av områdene sør for anlegget. Dette er over målsetningen på 40 dBA og det må gjøres tiltak for de kildene som bidrar mest til støyen til omgivelsene.



Figur 7-4: Ekvivalent støynivå ($L_{pA,24h}$ [dB] 4,0 meter over terreng) med støy fra fangstanlegget. Utarbeidet av Norconsult^{57/}

Med støydempende tiltak

På bakgrunn av beregnet bidrag fra de enkelte kildene til de fem beregningspunktene er det sett på støydemping av de kildene som bidrar mest til støy. Ved å bygge inn sjøvannspumpa og støydempende varmegjenvinner vil støynivå reduseres. Figur 7-5 viser støysonekart med støydempende tiltak. Som en ser av figuren, vil tiltakene gjøre støysonen sør for fabrikken mindre.

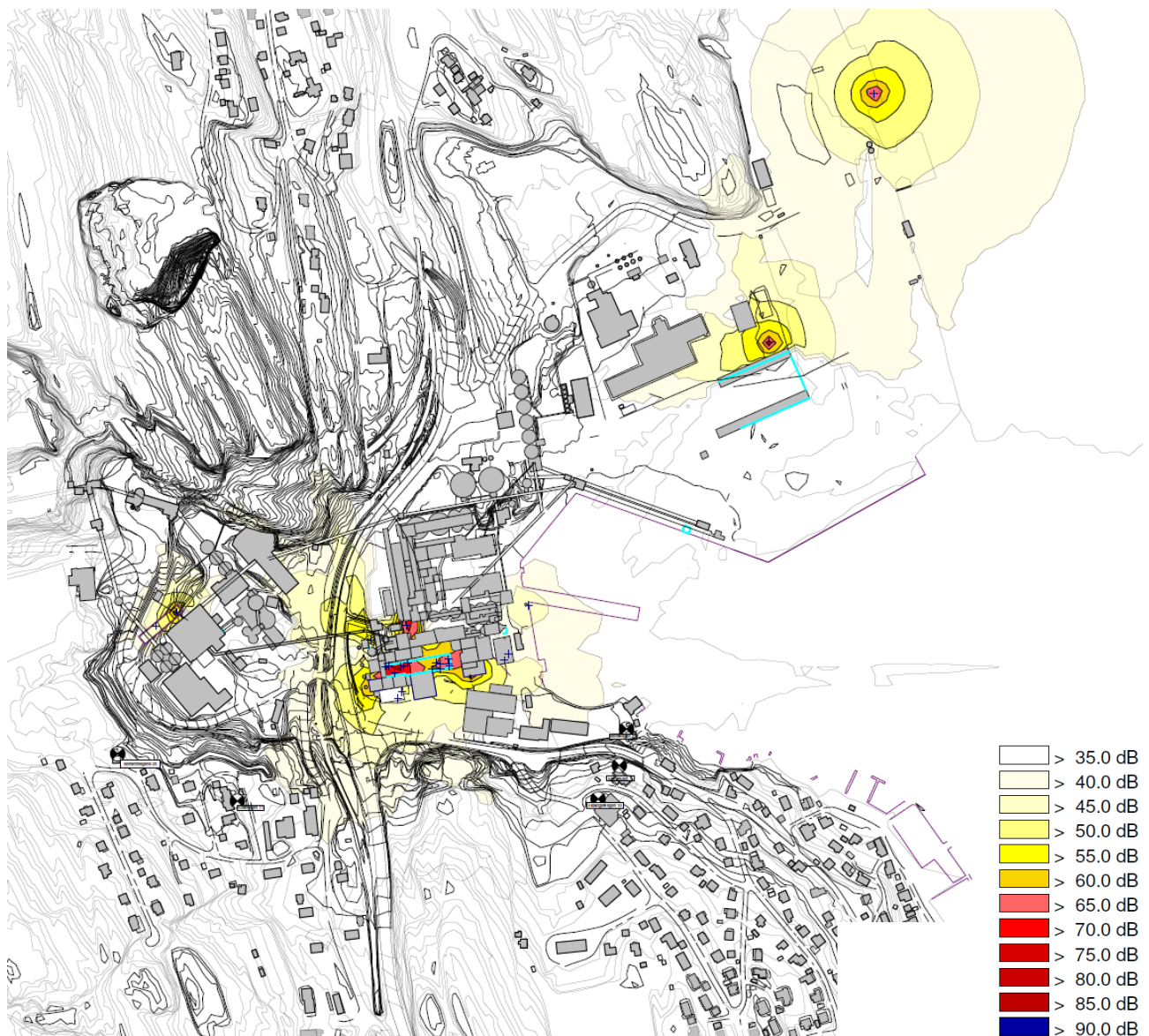
Ved de aktuelle adressene vil støybidraget fra nytt anlegg med foreslåtte tiltak (uten støy fra rør og rørkanaler) bli følgende:

Setrevegen 22	$L_{pA,24h}$ 36 dB	Eidangervegen 10	$L_{pA,24h}$ 36 dB
Esmarksgata 6	$L_{pA,24h}$ 38 dB	Kraftvegen 11	$L_{pA,24h}$ 37 dB
Sementvegen 23	$L_{pA,24h}$ 32 dB		

Inkludert støy fra rør og kanaler er beregnet støynivå ved de mest utsatte naboeiendommene rundt 40 dBA, noe som er i tråd med målsetningen.

Det gjøres oppmerksom på at jo mer støy fra de enkelte kildene reduseres, jo mer betydningsfull vil støy fra rør og kanaler være for det samlede støybidraget. Det kan derfor vise seg at man trenger tiltak for å redusere støy også fra kanaler og rør hvis man ikke allerede i designfasen støyisolerer de mest eksponerte rør og kanaler.

Angitte verdier for redusert lydeffekt er teoretiske. Ved videre planlegging må støyreduserende tiltak detaljeres, og det må helst finnes løsninger som gir større demping enn de teoretiske verdier som er gitt her. Da kan man med stor sikkerhet klare målet som angitt.

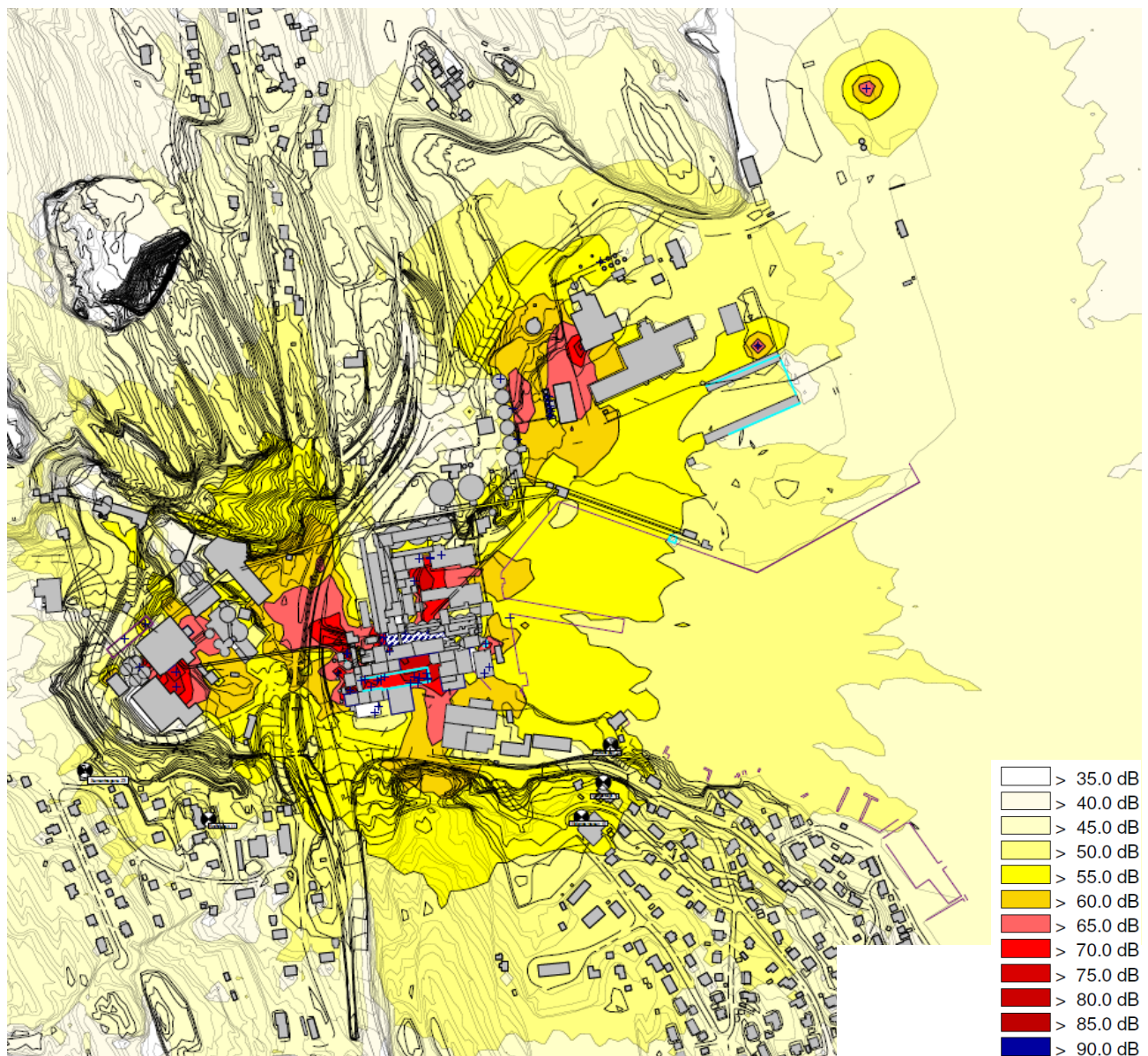


Figur 7-5: Ekvivalent støynivå (L_{eq} [dB] 4,0 meter over terreng) med støy fra fangstanlegget med støyskjermende tiltak. Utarbeidet av Norconsult^{57/}

7.3.2 Samlet støy fra Norcems fabrikk med CO₂-fangstanlegget

Støyberegninger som inkluderer både fabrikk og fangstanlegget viser at det samlede støynivået fra fabrikk og fangstanlegget vil bli påvirket av støy fra det nye CO₂-fangstanlegget. Det eneste unntaket er støy fra utlastingsområdet for CO₂ inne på Breviksterminalen. Denne aktiviteten ligger utenfor det området hvor støy fra Norcems anlegg gir noe merkbart bidrag. Figur 7-6 viser støysoner.

For de fem adressene som er oppgitt vil støysituasjonen bli uendret.



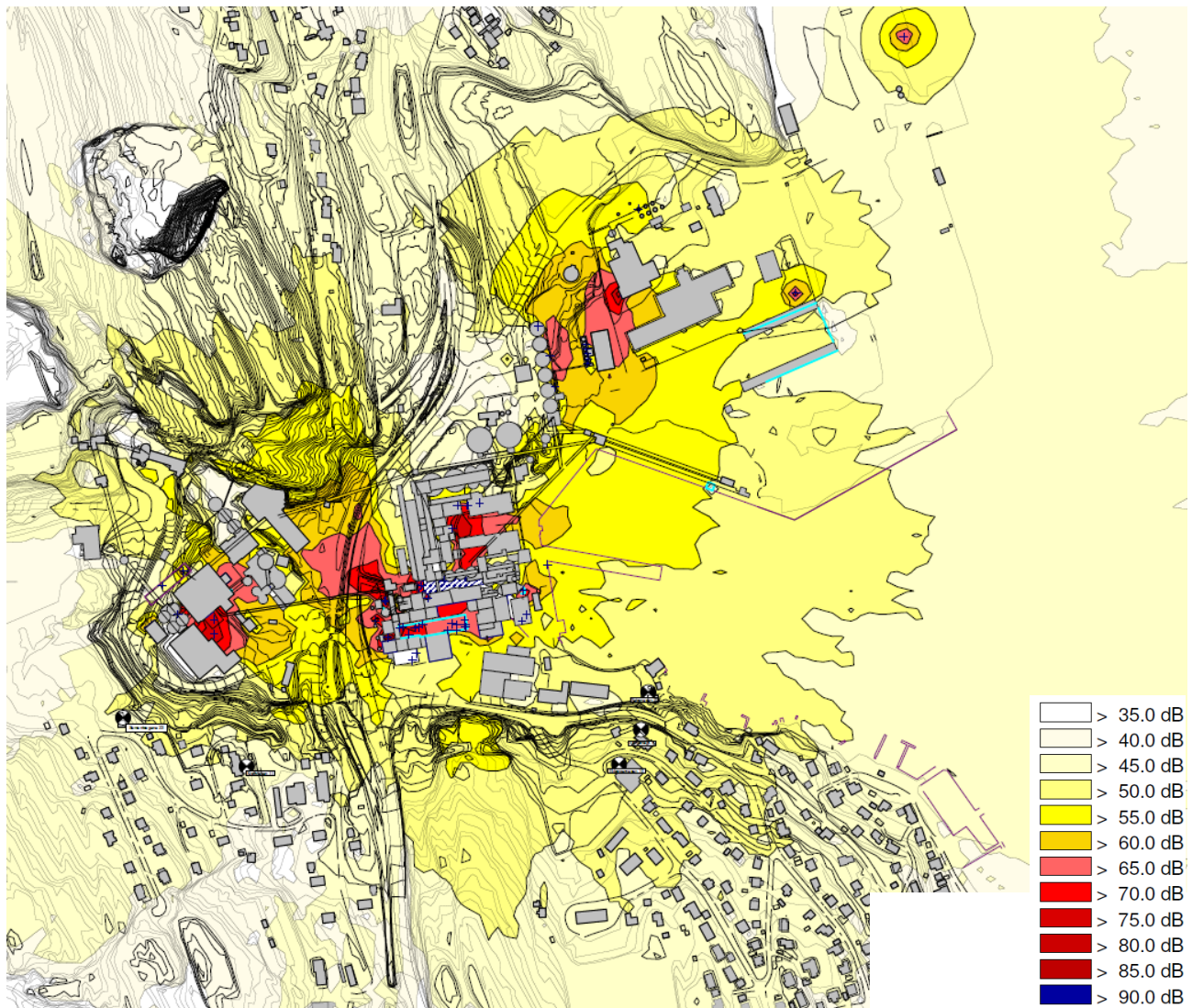
Figur 7-6: Ekvivalent støynivå (L_{eq} [dB] 4,0 meter over terreng) fra Norcems fabrikk med fangstanlegg. Utarbeidet av Norconsult^{58/}

Skjermingstiltak ovn 6

Støy fra den store åpningen inn mot ovn 6 er blant de viktigste kildene med hensyn til støyspredning en ned mot bebyggelsen sør for fabrikk. For å skjerme denne vil det henges opp en skjerm i form av fleksibel duk med en absorberende på innsiden. Samme type duk er benyttet for å skjerme bl.a. annet filterventilator 2 (ventilator, råmel).

Det er utført beregninger med dette tiltaket, se figur 7-7. Det er forutsatt at duken henges opp fra betongdekket over ovn 6 og ned til taket over det planlagte prosessområdet for CO₂-fangstanlegget. I utgangspunktet legges det opp til at duken monteres slik at det blir tett inn mot de omliggende konstruksjonene for å oppnå en best mulig effekt.

Beregningene viser at man for de mest utsatte områdene på Setre får en reduksjon på 3–4 dB ved å skjerme ovn 6 som beskrevet, se tabell 7-2.



Figur 7-7: Ekvivalent støynivå (L_{eq} [dB] 4,0 meter over terreng) fra Norcems fabrikk med fangstanlegg og skjerming av ovn 6. Utarbeidet av Norconsult^{58/}

Tabell 7-2: Støy til fem adresser fra Norcems fabrikk med CO₂ renseanlegg og tiltak ved ovn 6

Adresse	Støy fra Norcems fabrikk med tiltak ved ovn 6	Reduksjon i støynivå med tiltak på ovn 6
Setrevege 22	53 dBA	4 dB
Esmarksgata 6	53 dBA	4 dB
Eidangervege 10	53 dBA	4 dB
Kraftvege 11	47 dBA	3 dB
Sementvege 23	49 dBA	1 dB

7.3.3 Samlet vurdering

Gitt at nødvendig støyskjerming utføres for fangstanlegget som beskrevet, og at forutsetningene om måleffekt som lagt til grunn for støyberegningene holder, vil tiltaket ha ubetydelig konsekvens for anleggets støypåvirkning på mest støyutsatte boliger. Videre inngår skjerming av ovn 6 i tiltaket. Dette gir en bedring i støysituasjonen. Med det som bakgrunn gis tiltaket liten positiv konsekvens (+).

8 Transportbehov, energiforbruk og energiløsninger

8.1 Metode

Meldingen har følgende utredningskrav under dette temaet^{/2/}:

Det skal gjøres en trafikkutredning som viser forventet trafikk til og fra området fordelt på vei og i sjø som en følge av tiltaket. Eventuelle konsekvenser av denne trafikken med tanke på kapasitet og trafiksikkerhet både med båt og bil skal inngå i utredningen.

Energibehov og -kilder knyttet til fangst av CO₂ skal beskrives.

8.2 Dagens situasjon

8.2.1 Transport til sjøs

Grenland havn

Grenland havneområde omfatter kommunene Bamble, Porsgrunn og Skien. Det er et av Norges største havneområder målt i godsslag med om lag 12 mill. tonn fordelt på over 2 800 anløp. Havnen er multifunksjonell med spesialiserte terminaler for tørrbulk, våtbulk, tømmer og stykkgoods samt passasjertrafikk^{/41/}.

Foruten Breviksterminalen inngår Langesund fergeterminal, dypvannskaia Porsgrunn, krankaia/Tinfoskaia Porsgrunn og Skien havneterminal.



Figur 8-1: Båter ved Norcem

Breviksterminalen

Breviksterminalen er hovedterminalen i Grenland for stykkgoods. Den er definert som nasjonal stamnetthavn, og er direkte tilknyttet stamveinettet. Gjennom et sidespor fra Breviksbanen fram til

kaikanten er terminalen også tilknyttet det nasjonale jernbanenettet. CargoNet drifter toglinjen, og det er i dag én togavgang i uka. Terminalen disponerer 100 000 m² areal til godshåndtering og utelager, samt 1 200 m² til innendørs lagring^{/42/}.

Det er ukentlige utenlandsforbindelse fra terminalen.

Det ble etablert landstrøm på Tangenkaia i februar 2019. Skip med spenningsnivå fra 400 til 690 volt og 50 eller 60 Hz kan nå tilbys tilkobling til landstrøm.

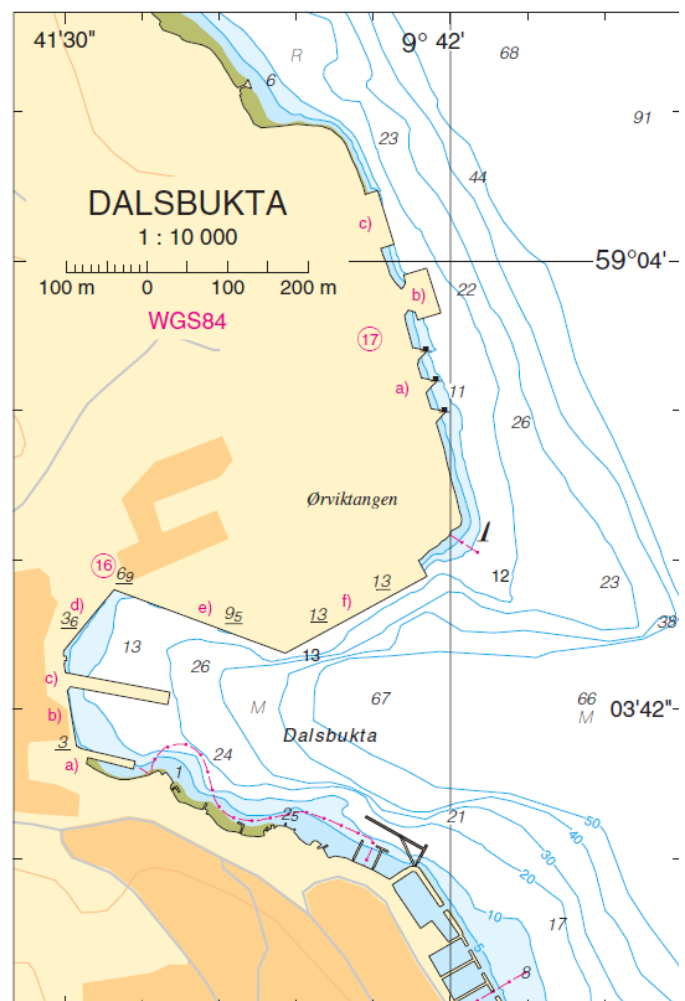
Den norske los har detaljer om kaier i området^{/34/}. Breviksterminalen er markert i område 17 (se figur 8-2 og figur 8-3).

- Ro/Ro-rampe med tillegg langs 3 pelebukker med avstand 40 meter, samlet tilleggsside 120 meter.
- På utsiden av rampen, 60 meter lang betongkai med 100 tonns konteinerkran.
- 70 meter Ro/Ro-kai av betong. 100 tonn konteinerkran.

Kaier Norcem

Norcem har kaier markert i område 16 (se figur 8-2 og figur 8-3). Det er bunkring og vannfylling ved samtlige kaier.

- Kolkaien, 74 meter lang ufendret trekai (kaien stengt 2006).
- I vinkel med kai a), 73 meter lang trekai.
- Utstikker av betong, 123 meter lang (Cementkaia).
- Videre i huken er kun 17 meter av den nordre delen brukbar betongkai.
- Bulkaia, 227 meter lang betongkai. Blir benyttet som eksportkai. Har portalkraner (6,5 tonn).
- 201 meter lang betongkai med portalkraner (16 tonn).



Figur 8-2: Kaier i Dalsbukta. Kartutsnitt hentet fra Den norske los^{/34/}



Figur 8-3: Havner (2005). Foto hentet fra den Norske los^{/34/}

Skipstrafikk

Farvannet inn til Grenland er strengt regulert og døgkontinuerlig overvåket. Nautisk sikkerhet er utredet gjennom reguleringsplanen for Dalen industriområde^{/16/}. I den forbindelse opplyste Sjøtrafikksentralen i Brevik at farvannets kapasitet ikke er fullt utnyttet, og at det ikke er særskilte nautiske sikkerhetsutfordringer ut over slike som allerede er ivarettatt gjennom eksisterende reguleringer av farvannet.

Skipsanløp til Norcem er vist i tabell 8-1. Som det går fram av tabellen har det vært en økning, noe som skyldes at det får mer sement ut og mer «andre materialer inn». Kalksteintransport har gått ned, noe som skyldes bruk av større båter.

Tabell 8-1: Skipsanløp til Norcem i årene 2014 til 2018. Tall innhentet fra Norcem

År	Sement ut	Kalkstein inn	Andre materialer inn	Klinker inn/ut	Båtanløp totalt
2014	221	39	87	1	348
2015	233	27	75	8	343
2016	242	34	113	18	407
2017	249	26	118	18	411
2018	284	19	122	13	419

Båttrafiken vil endres over tid. I dag tas det inn nesten 400 000 tonn kalkstein fra Verdal, men det benyttes nå større båter (17 000 tonnere), slik at tiltransport av kalkstein gir mindre båttrafikk enn det som vises i tabellen. Fra 2020 planlegges det å transporterte kalksteinen fra Verdal med enda større båter (35 000 tonn).

I tillegg kommer anløp til Breviksterminalen og Tangenkaia. Det er i størrelsesorden 350 båter i året^{/47/}.

I rapporten om nautisk sikkerhet heter det at området har høy nautisk sikkerhet og restkapasitet til å håndtere økning i skipstrafikken^{/16/}.

I ROS-analysen for sjø for reguleringsplanen for Dalen industriområde er kollisjon med fritidsbåt vurdert som en uønsket hendelse med risiko^{/17/}. Risiko for sammenstøt er i stor grad avhengig av i hvilken grad de som benytter farvannet følger regelverket for ferdsel til sjøs. Transportfartøy har begrenset mulighet for å styre unna lystbåter. Seilbåter er spesielt utsatt fordi det kan oppstå situasjoner der ingen av partene vil være i stand til å forhindre sammenstøt. Årsaker kan være dårlig vær, feilnavigering, umerkede grunner og lignende.

Fritidsbåter

Eidangerfjorden er viktig for friluftsliv og rekreasjon, og har mange fritidshus og mye fritidsbåtliv. I en undersøkelse fra starten av 2000-tallet ble antall båtplasser i indre del av farvannet (unntatt Frierfjorden) estimert til 1 200, mens tallet for ytre del av farvannet er anslått til 650. Om sommeren kan besøkende lystbåter mangedoble dette antallet^{/16/}.

Det er ifølge Grenland Havn ikke registrert/opplevd vesentlige konflikter mellom dagens nyttetraffikk og fritidsbåter i området. Dette ble vurdert i reguleringsarbeidet for Dalen industriområde^{/14/}.

8.2.2 Transport på vei

Biltrafikk

Norcem Brevik har arealer både øst og vest for rv. 354 Breviksvegen. Breviksvegen har tilfredsstillende standard og er omkjøringsvei for E18 ved behov. Skiltet hastighet er 60 km/t. Avstand fra E18 ved Kjørholt bru til Norcems atkomst er 3,0 km. Årsdøgntrafikken (ÅDT) forbi fabrikken i 2018 er oppgitt til 17 000 biler med en tungtrafikkandel på 8 %^{/9/}. Nord for kryss med Tangenveien er den 19 000 biler, med en tungtrafikkandel på 12 %^{/9/}. Disse tallene anses å være unormalt høye grunnet at E18 var stengt i 2018, og det derfor var mye omkjøringstrafikk på Breviksvegen. I trafikkanalysen utarbeidet for reguleringsplanen for Dalen industriområde i 2015 oppgis ÅDT på 6 750 kjt./døgn på Breviksvegen forbi fabrikken^{/23/}.

Hovedatkomst til sementfabrikken fra Breviksvegen er via Setrevegen, mens Tangenvegen gir atkomst til deler av Norcems anlegg, Renor og havna. Krysset Breviksvegen og Setrevegen er et kanalisert kryss. Setrevegen fordeler trafikk til Norcems anlegg øst for Breviksvegen og til omkringliggende boligområder i sørøst. Det er mulig å kjøre Setrevegen videre mot Brevik sentrum. Krysset Breviksvegen og Tangenvegen er også et kanalisert kryss.

Interntansport hos Norcem foregår stort sett i tunnel eller på bånd uten å belaste det offentlige veinettet. All parkering til anlegget ligger på terreng. Norcem disponerer også en større parkeringsplass sør for fabrikkområdet.

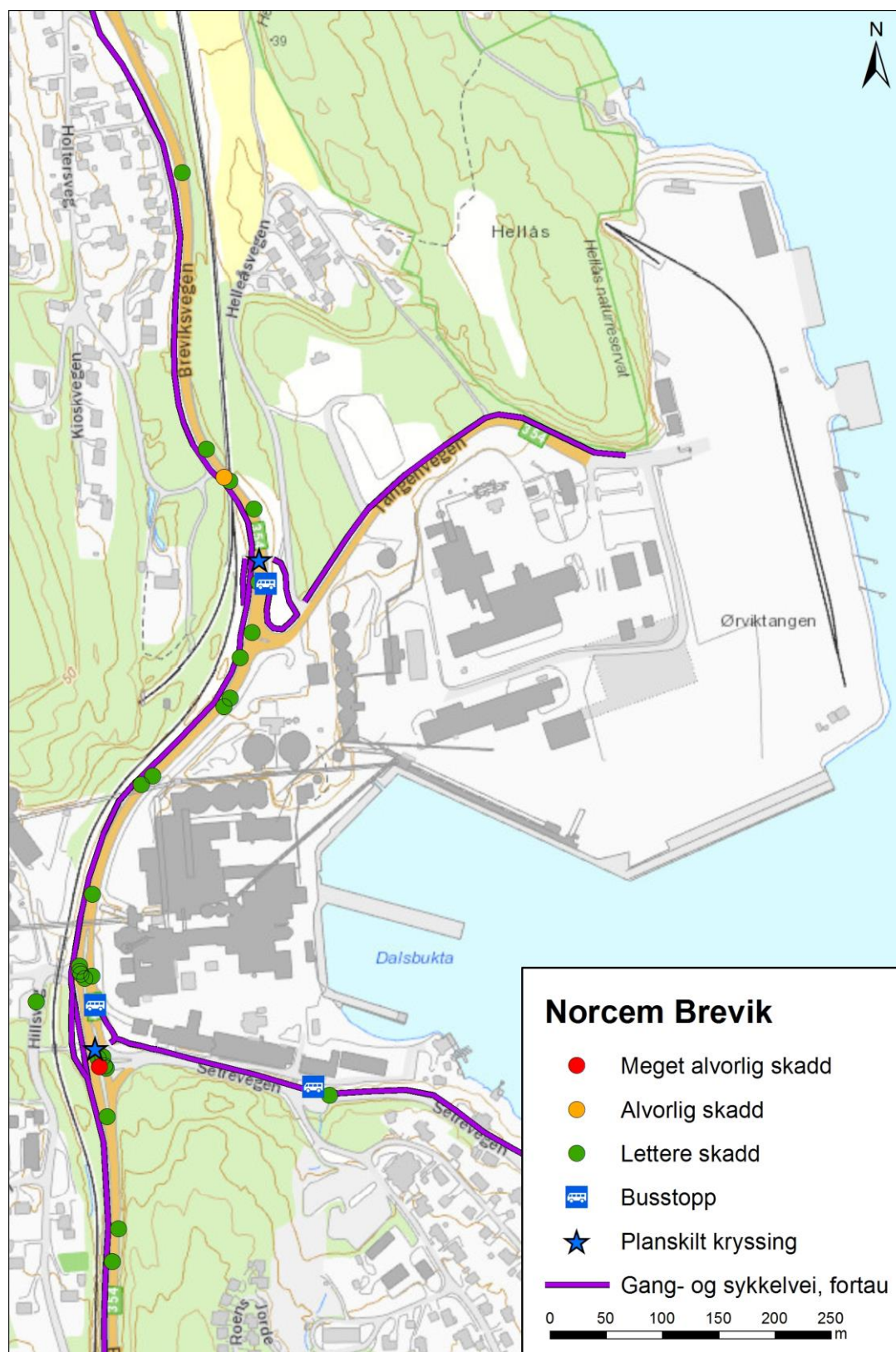
Det er gjort en vurdering av trafikk knyttet til Norcem gjennom områdereguleringen i 2015^{/23/}. Omtrent 10 % av sementproduksjonen på Norcem går ut med bulkbil med kapasitet 35 tonn. Dette utgjør i snitt 17 biler per dag. Noe av råmaterialet som benyttes i sementproduksjonen kommer også på vei, det oppgis å være 7 kjøretøy/døgn i snitt. I tillegg er det knyttet trafikk til området ved ansatte og personer som utførere ulike tjenester. Trafikkvurderingen anslår at trafikken knyttet til Norcem via Setrevegen er på 400 kjøretøy per døgn (ÅDT).

Trafikkutredningen har videre en rekke detaljer rundt trafikksituasjonen inkl. tellinger. Dette er mindre relevant for dette arbeidet, og det henvises til utredning for detaljer^{/23/}.

Trafikkulykker

Det er registrert trafikkulykker med personskade i området. Figur 8-4 viser registrerte ulykker fra og med 2000 til i dag, i alt 30 ulykker. Av disse er to sykkelulykker, to motorsykkelulykker og resten er

bilulykker. Som det går fram av figuren har de aller fleste ulykkene gitt lettere skader. Det er størst tetthet av ulykker ved kryss til Norcem. Den ene ulykken med meget alvorlig skade var en sykkelulykke, mens den ene med alvorlig skade var bilulykke, møte i kurve.



Figur 8-4: Oversikt over gang- og sykkelveier, planskilte kryssninger av rv. 352 og trafikkuulykker (2000–2019) i området. Data fra Statens vegvesen, Vegdatabanken^{9/}

Myke trafikanter

Det er nærliggende boligbebyggelse i området, på begge sider av Breviksvegen. Dette medfører gang- og sykkeltrafikk på omkringliggende veinett. Både Breviksvegen og Setrevegen er skoleveier.

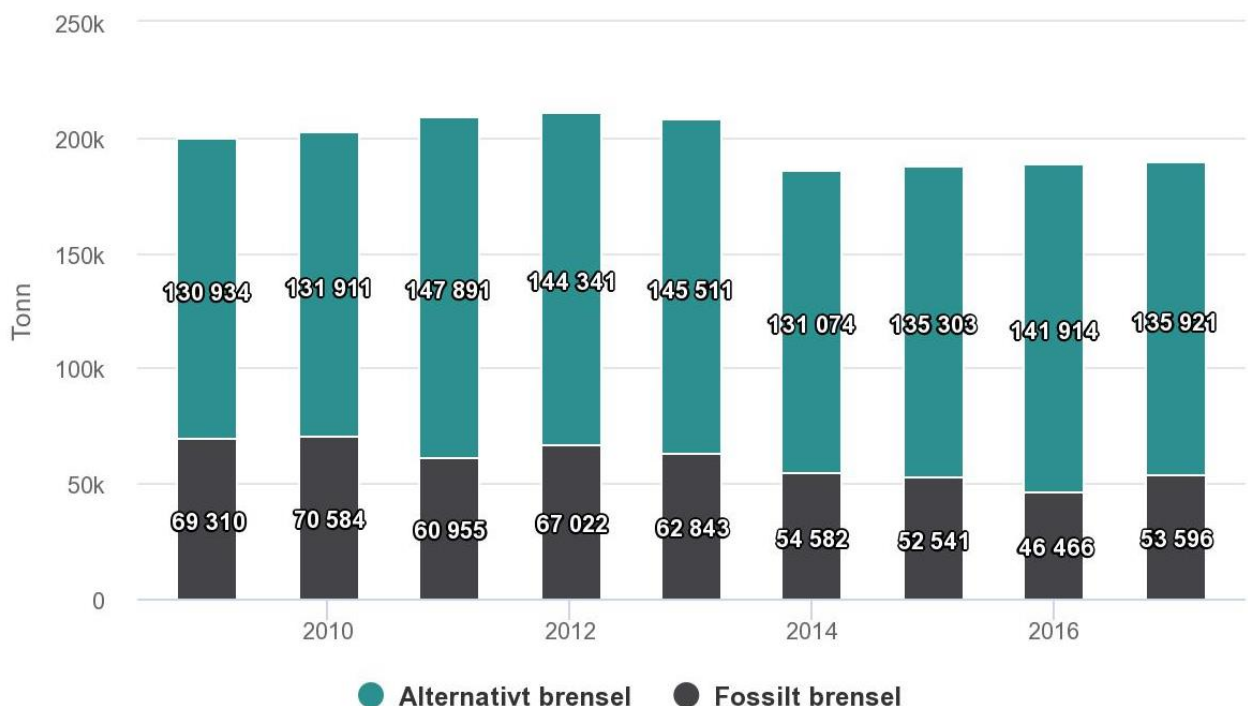
Det er opparbeidet gang- og sykkelvei langs Breviksvegen i retning mot nord fra Setrevegen. I retning mot sør går gang- og sykkelveien over i et fortau. Det er to planskilte kryssinger av Breviksvegen for myke trafikanter ved Norcems fabrikkområde, en ved krysset med Helleåsvegen/Tangenvegen og en ved krysset Setrevegen/Breviksvegen.

Det er fortau på en kort strekning i Setrevegen fra Eidangervegen til adkomsten til Norcem, som går over i en gangvei til kulverten under Breviksvegen. Det er oppmerkede fotgjengerfelt i krysset Hillsveg/Breviksvegen i plan og i Setrevegen ved Eidangervegen i plan, der det også er etablert et opphøyd gangfelt.

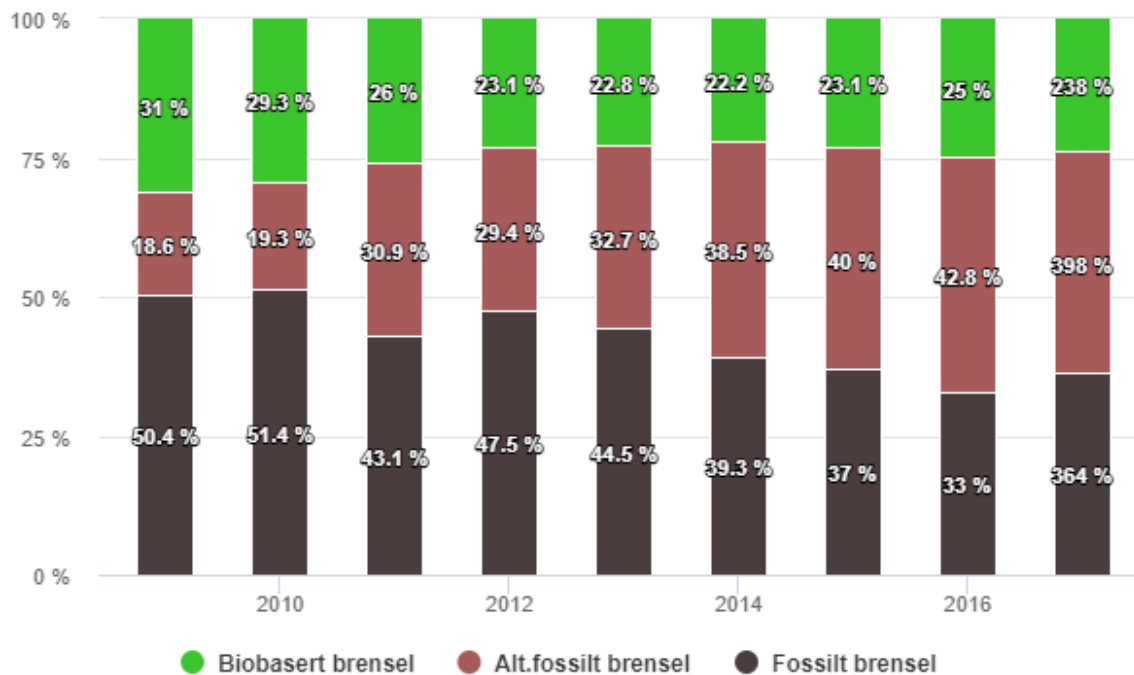
Figur 8-4 viser planskilte kryssinger av rv. 354 Breviksvegen, fortau og gang- og sykkelveier.

8.2.3 Energiforbruk**Brensler**

Sementproduksjon er svært energikrevende. Råmaterialene i sementproduksjonen må varmes opp til 1450 °C. Norcem Brevik bruker mest brensler fra alternative kilder i sementproduksjonen, det vil si avfallsbasert og biobrensel. Tabellene under viser forbruk av ulike brensler.



Figur 8-5: Brenselforbruk Norcem i tidsrommet 2009–2017 i 1000 tonn (figur utarbeidet av Norcem)



Figur 8-6: Energifordeling fra brensel Norcem i tidsrommet 2009–2017 i prosent (figur utarbeidet av Norcem)

El-kraft

Fabrikken forsynes med elektrisk kraft fra Brevik transformatorstasjon. Den ligger sørvest for Norcems fabrikk på Rønningen. Tabell 8-2 viser årlig forbruk de siste fem årene.

Tabell 8-2: Elektrisk forbruk hos Norcem de fem siste årene (inkludert bruddet i Bjørntvedt og gruva). Tall fra Norcem

	2014	2015	2016	2017	2018
MWh/år	178 927	176 641	181 819	188 511	193 727

8.3 Konsekvenser av tiltaket

8.3.1 Transport til sjøs

For større skip omfattes farvannet av sjøtrafikkforskriften^{49/}.

Utskiping av CO₂ vil skje med kombinert LNG/elektrisk batteridrevet skip. Størrelse på båter og frekvens er ikke avklart. Dette vil avhenge av hvor mange fangstanlegg som etableres i Norge, og om det velges å benytte én eller flere båter. Det er lagt til grunn anløp hver fjerde dag.

Brevik ligger gunstig til med tanke på båttransport. Farvannet er svært godt utredet i forhold til nautisk sikkerhet som følge av transport av farlige stoffer til industrien i Grenlandsområdet. Disse utredningene har resultert i kompenserende tiltak nedfelt i forskrifter om bruk av farvannet. Trafikken til og fra ISPS³ havneanlegget reguleres av trafikksentralen (VTS) i Brevik. Trafikksentralen er felles for hele Grenland havneområde.

³ ISPS-koden (International Ship and Port Facility Security Code) er vedtatt av FNs sjøfartsorganisasjon IMO for å forbedre sikkerheten for skip i internasjonal fart, og havneanlegg som betjener slike skip

Som beskrevet i kap. 2.3 Grensesnitt inngår ikke transport av CO₂ med skip i denne utredningen. Farvannet har imidlertid kapasitet, og er godt overvåket.

8.3.2 Transport på vei

Karbonfangstanlegget vil generere trafikk på vei. Fanget karbondioksid fraktes ut med båt. Driften krever inntransport av aminløsning og lut. Det er dreier seg om ca. 10 til 20 transporter per år. I tillegg kommer en økning i antall ansatte på mellom 15 og 20 personer. Dersom en legger til grunn turproduksjon fra industri/fabrikk i Statens vegvesens håndbok V713^{/80/} med en gjennomsnittlig turproduksjon på 2,5 bilturer per ansatte gir det en trafikkøkning på mellom 40 og 50 kjøretøypasseringer per dag.

I tillegg må en regne med at det blir noe besøk til anlegget etter at det er satt i drift. Det er umulig å anslå hvor mye dette vil dreie seg om. Disse besøkene vil komme med bil eller buss (større grupper).

Med den meget begrensede trafikkgenereringen kan vi ikke se at tiltaket vil medføre problemer for trafikkavvikling eller endringer knyttet til trafiksikkerhet for noen trafikantgrupper, inklusive barn og unge. Endringen er marginal sammenlignet med trafikken på veinettet.

Tiltaket har **ubetydelige konsekvenser (0)** for trafikk på vei.

8.3.3 Energiforbruk

Varmegjenvinning

CO₂-fangst fra sementovner krever mye energi, men her har man den fordelen at man kan utnytte den varmen som er tilgjengelig i avgassen fra sementovnen. Det finnes i dag noen få anlegg for varmegjenvinning fra sementovner, primært i India og Kina. Dette er anlegg basert på store vannrørskjeler som genererer høytrykksdamp til dampturbiner for strømproduksjon. Slike vannrørskjeler er meget kostbare. Et CO₂-fangstanlegg basert på Aker Solutions' aminteknologi krever imidlertid bare lavtrykksdamp. Det er derfor mulig å anvende en mye enklere og billigere kjelteknologi, nemlig små kompakte røykrørskjeler.

Aker Solutions og Norsk Energi har i samarbeid med Norcem optimalisert konseptet for varmegjenvinning både med hensyn til type kjeler og hvor i prosessen varmen skal hentes ut for å unngå for høy støvbelastning. I den anbefalte løsningen drives fangstanlegget ved utnyttelse av restvarme fra fabrikk.

Det vil bli hentet varme fra streng 1, streng 2 og avgassen til klinkerkjøleren. Totalt 45,8 MW lavtrykksdamp vil være nødvendig for å klare å fange 400 000 tonn/år (rate 55 tonn/time). Såkalte røykerørvarmevekslere vil brukes til varmegjenvinningen fra fabrikk. I alt ni enheter vil bli installert. Potensialet for varmeutnyttelse fra fabrikk er 33 MW under normale driftsforhold. I tillegg vil det genereres ca. 15 MW lavtrykksdamp gjennom CO₂-kompresjonen. I perioder hvor driftstiden på ovnen er redusert og man ikke klarer å hente ut maksimalt varmepotensialet, vil en elektrokjel med kapasitet på 8 MW kobles inn. Elektrokjelen benyttes primært for å levere høytrykksdamp til reclaimeren (som fjerner forurensninger i aminvæsken som brukes til å absorbere CO₂) i fangstanlegg og ved opp- og nedkjøring av anlegget. Gjennomsnittlig effektuttak fra denne kjelen over året er estimert til 2,5 MW.

Økt kapasitet

Etableringen av fangstanlegget krever økt energi utover det som overskuddsvarme fra fabrikk kan gi. Ekstra energibehov i form av strøm er beregnet til 11,8 MW i året. Dette er i hovedsak knyttet til CO₂-kompressoren, CO₂-tørkeenhet og røykgassvifte. Dagens strømforsyning gir ikke tilstrekkelig

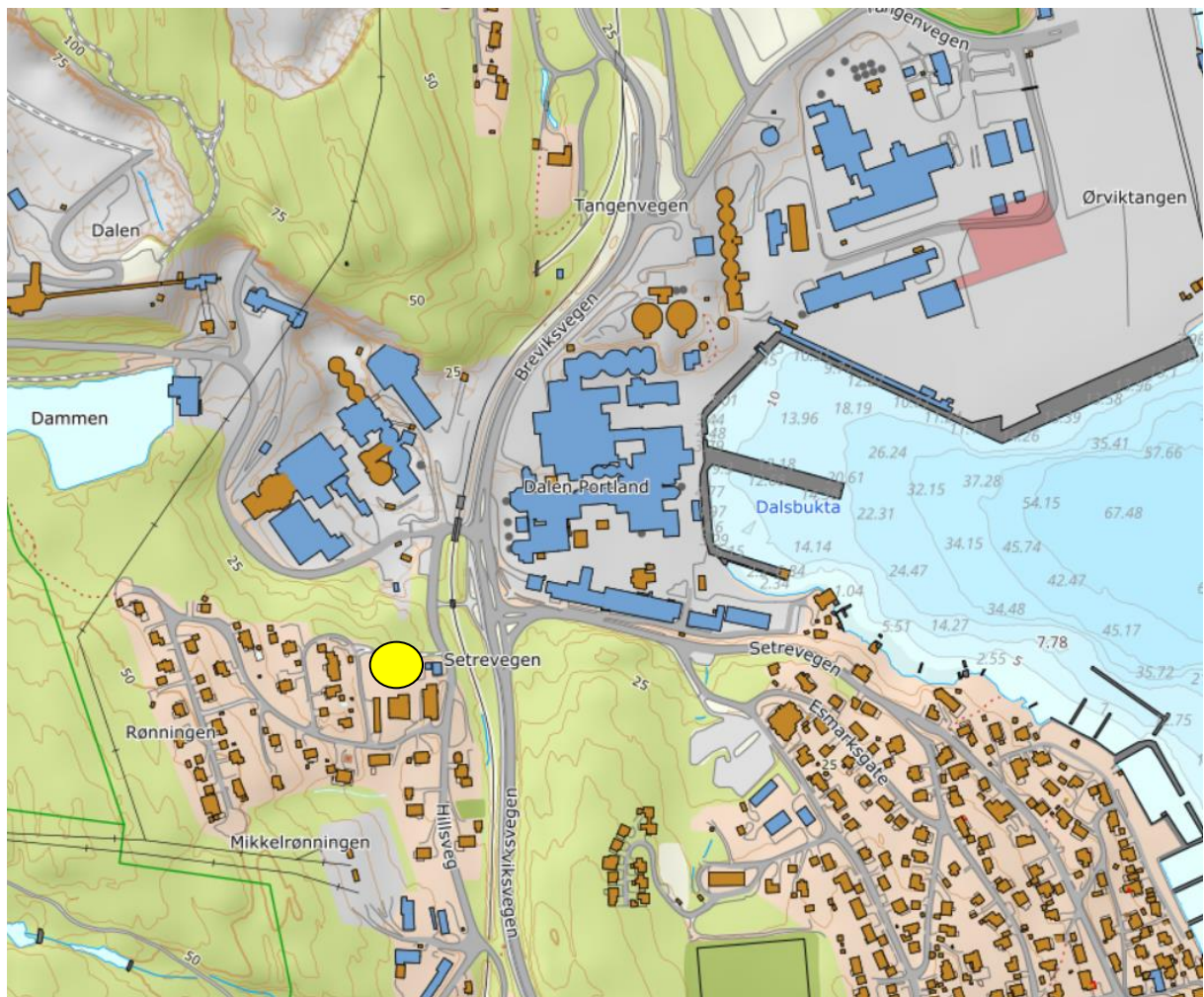
effekt til dette, og det må etableres en ny transformatorstasjon i området som kan levere kraft til Norcem.

Det bygges en ny transformatorstasjon som kan levere 40 MW på 22 kV. Transformatoranlegget bygges ved Skageraks anlegg på Rønningen (se figur 8-7 og figur 8-8). Det er ledig areal eid av Skagerak Nett i Kraftveien. Her transformeres strøm ned fra 132 kV-ledningen Hovholt–Brevik som passerer området.

Ny transformering mot 22 kV krever to 40 MVA transformatorer (132/22kV) og én 25 MVA mellomtransformator (22/11 kV). Disse er vist som hhv. T4, T5 og T3 på figur 8-8. Nytt 22 kV-anlegg plasseres på baksiden (vestside) av transformatorcellene. Stasjonsbygg vil bli ca. 120–150 m² stort.

Fra transformatorstasjonen legges kabler til Norcems eiendom i eksisterende kulvert for høyspent. Videre bores det trasé for kablene i fjell fram til fabrikkområdet øst for riksveien. Inne på fabrikkområdet går kabelpakken på kabelbro frem til elektrorom.

Det tiltaket krever konsesjon etter energilovgivningen. Dette arbeidet er igangsatt i samarbeid med netteier Skagerak.



Figur 8-7: Plassering av ny transformator er vist med gul sirkel



Figur 8-8: Planlagt transformatoranlegg vist med grønt. Figur utarbeidet av Skagerak Nett

Tiltaket krever energi. Denne tas fra overskuddsvarme fra egen produksjon og økt overføring fra nettet. Det er negativt at energiforbruket øker, men det er positivt at energi som i dag går tapt som varme utnyttes. Konsekvensen vurderes derfor som **ubetydelig (0)**.

9 Beredskap og ulykkesrisiko

9.1 Metode

9.1.1 Melding

Meldingen har følgende utredningskrav for dette temaet^{/2/}:

Det skal utføres en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) for tiltaket. I analysen skal det vurderes om tiltaket vil medføre endret risiko for mennesker, miljø og/eller materielle verdier. Virksomhet på nabobedrifter skal inngå i analysen, og om det kan oppstå dominoeffekter. Hensikten med analysen er å bidra til at tiltaket gis en sikker utforming, samt å undersøke om området er egnet for planlagte tiltak. Det skal utarbeides av risikokonturer, jf. retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff^{/29/}.

Basert på gjennomført risiko og sårbarhetsanalyser, skal nødvendige tiltak vurderes for å ivareta samfunnssikkerheten og etablere en hensiktsmessig beredskap i henhold til krav i industrivernforskriften og storulykkeforskriften.

Under tema *Mulige trusler som følge av klimaendringer, herunder risiko ved havnivåstigning, stormflo, flom, skred og jordskjelv* heter det:

Temaet vil ikke konsekvensutredes. Relevante problemstillinger knyttet til stormflo og jordskjelvaktivitet skal inngå i tema beredskap og ulykkesrisiko.

Det er utarbeidet en rekke rapporter og analyser som omhandler risiko og sårbarhet fra det nye anlegget, eksempelvis fareidentifikasjon (HAZID)^{/68/} og risikoanalyse^{/70/}. For å få en oversikt over risikoforhold er Oslo kommunes sjekkliste for risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) bruk, jf. krav i utredningsprogrammet. Den er utarbeidet for arealplaner, men er likefullt relevant. Sjekklisten er gitt i vedlegg.

9.1.2 Hensynssoner

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har utarbeidet egne retningslinjer for kriterier for akseptabel risiko rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer^{/37/}. Retningslinjene beskriver en metode for å sikre omgivelsene rundt slike anlegg gjennom hensynssoner. Innenfor hver hensynsone er det gitt risikokonturer. De benyttes for å uttrykke individuell risiko i områdene rundt anlegg som håndterer farlig stoff.

Risikokonturer beregnes ved at man kombinerer mulige ulykkeshendelser med tilhørende sannsynlighet for å omkomme. Risikokonturene viser således den geografiske utbredelse av individuell risiko, ved å vise den forventede frekvens til hendelser som er i stand til å forårsake fatalitet (død) på et gitt sted, uavhengig av om det faktisk befinner seg personer på det aktuelle stedet. Tabell 9-1 viser utstrekning av og bestemmelser for hensynssonene, mens figur 9-1 viser de skjematiske.

Tallverdier er hendelser (dødsfall) pr. år. Frekvensen på 10^{-5} er 0,00001 dødsfall per år eller ett dødsfall per 100 000 år. Frekvensen på 10^{-6} er ett dødsfall per 1 million år, mens frekvensen på 10^{-7} er ett dødsfall per 10 million år.

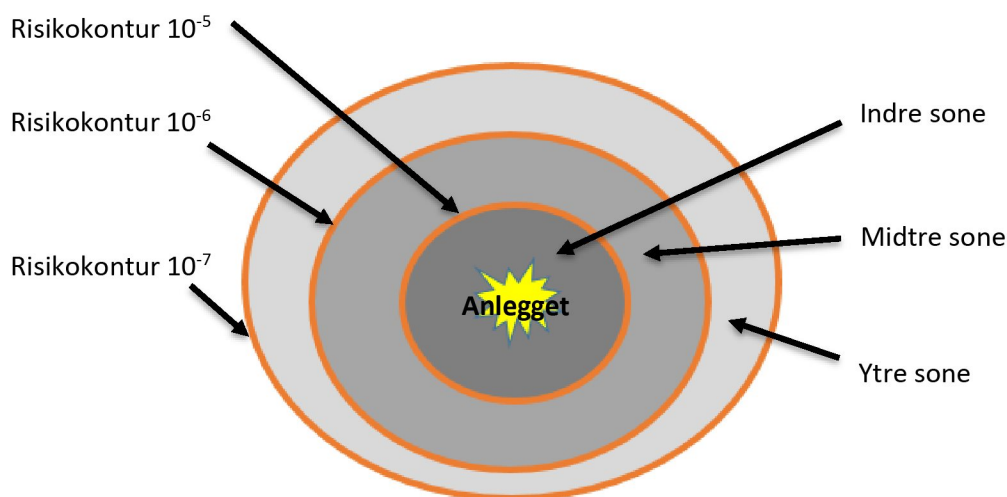
I dette arbeidet er det ikke utarbeidet risikokonturer for samlet risiko iht. DSBs metode, men det er utarbeidet et sett med konturer for ulike hendelser. Dette er videre brutt ned til risikovurderinger innenfor definerte geografiske delområder.

Tabell 9-1: Utstrekning av og bestemmelser for hensynssonene. Hentet fra DSB^{37/}

Hensyns-sone	Hensynssonene for farlig stoff-anlegg går ut:	Bestemmelser for hensynssonene (objekter og aktiviteter akseptert i sonen)
Indre sone	Til risikokontur 10^{-5}	Dette er i utgangspunktet virksomhetens eget område. I tillegg kan for eksempel LNF-område inngå i indre sone. Kun kortvarig forbipassering for tredjeperson (turveier etc.)
Midtre sone	Til risikokontur 10^{-6}	Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet kan også ligge her. I denne sonen skal det ikke være overnatting eller boliger. Spredt boligbebyggelse kan aksepteres i enkelte tilfeller
Ytre sone	Til risikokontur 10^{-7}	Områder regulert for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen kan inngå i ytre sone, herunder butikker og mindre overnattingssteder
Utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	Skoler, barnehager, sykehjem, sykehus og lignende institusjoner, kjøpesenter, hoteller eller store publikumsarenaer må plasseres utenfor ytre sone

Begrepene første-, andre- og tredjeperson er vesentlig i disse vurderingene. Førsteperson er personer som er direkte involvert i aktiviteten ved at de arbeider på anlegget. Andreperson er her definert som besøkende på fabrikk og arbeidere på nabobedrifter. Tredjeperson er personer som indirekte blir berørt av aktiviteten, f.eks. naboer eller personer som oppholder seg i nærheten.

I risikoanalysen benyttes akseptkriterier, se tabell 9-2.



Figur 9-1: Skjematisk fremstilling av DSBs hensynssoner basert på individuelle risikokonturer

Tabell 9-2: Akseptkriterier

Ekspontert gruppe	Risikokriterier	Kommentar
Førsteperson (arbeidere Norcem)	Ingen kvantitative kriterier brukt. I stedet blir risikoen evaluert kvalitativt, støttet av kvantifisering av frekvens av forekomst og konsekvens av ulykker	Karbonfangstanlegget skal ikke resultere i en betydelig økning i risikoen for første person
Andreperson (arbeidere Renor og Breviksterminalen)	DSB midtsone eller lenger ut	Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Fast arbeidsområde innen industri- og kontor kan også vær her. I denne sonen skal det ikke være overnatting eller bolig
Tredjeperson (nærliggende boliger)	DSB ytre sone eller lenger ut	Områder planlagt for bolig og annet bruk av allmennheten kan være inkludert i ytre sone, inkludert butikker og mindre over natten innkvartering

9.2 Dagens situasjon

Det er mange risikoforhold knyttet til drift av fabrikken. Dette håndteres i dag gjennom bedriftens egne systemer og rutiner. Norcem har et internkontrollsystem i henhold til standardene og styrende tillatelser og forskrifter.

Beredskapen i området må karakteriseres som god. Porsgrunn brann- og feiervesen har hovedbrannstasjon på Herøya (og en bistasjon på Sandøya). Fabrikken i Brevik har eget industrivern med forsterket førstehjelp, brannvern og røykdykkere.

9.3 Karbondioksid under trykk

9.3.1 Metode

Som en del av konseptfasen ble det utarbeid spredningsberegninger og risikovurderinger knyttet til utslipp av CO₂^{/19/,/20/}. I forprosjektet er lagertankene flyttet og de er gitt beskyttende vegger. Det er derfor utført en ny risikovurdering av Aker^{/70/}. Vurderinger gitt i dette kapittelet er hentet fra disse rapportene.

Individuell risiko

Individuell risiko er definert som:

$$R_{ind} = F_{lekkasje} \times P_{vind} \times P_{f,i}$$

Der:	R_{ind}	=	individuell risiko
	$F_{lekkasje}$	=	lekkasjefrekvens
	P_{vind}	=	sannsynlighet for vindforhold som gir eksponering
	$P_{f,i}$	=	sannsynlighet for dødelighet gitt eksponering over terskelgrense

Lekkasjefrekvenser

Beregnete lekkasjefrekvenser basert på internasjonale erfaringstall for forskjellige prosesser og komponenter (pumper, kompressorer, flenser, ventiler osv.) er gitt i risikoberegningen^{/70/}.

Grenseverdier

Det finnes ulike grenseverdier for CO₂. I forskrift om tiltaks- og grenseverdier i arbeidsmiljøet er det satt en grense på 5000 ppm i arbeidsmiljøet^{/63/}. Britiske retningslinjer har samme grense (over en arbeidsdag, 8 timer), men de tillater kortere eksponering av høyere verdier. For opphold i maksimalt 15 minutter er grensen 15 000 ppm^{/64/}. I USA har "The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)" satt en grenseverdier på 40 000 ppm for 30 minutter^{/65/}, mens National Research Council oppgir en grense på 8000 ppm for arbeid under vann, med 25 000 for nødsituasjoner (maks. 1 time)^{/66/}.

Eksponering for høye verdier av CO₂ over et lengre tidsrom kan resultere i alvorlig helseskade eller død. Ulike kilder opererer med forskjellige terskelverdier og farlige belastninger for CO₂-eksponering. Den britiske HMS-grensen i 30 minutters eksponering er 70 000 ppm. Dette representerer sannsynlighet for død på 1 %. Eksponering for CO₂-konsentrasjoner mellom 69 000 og 79 000 ppm i 20 minutter har en dødelighetssannsynlighet på 5 %.

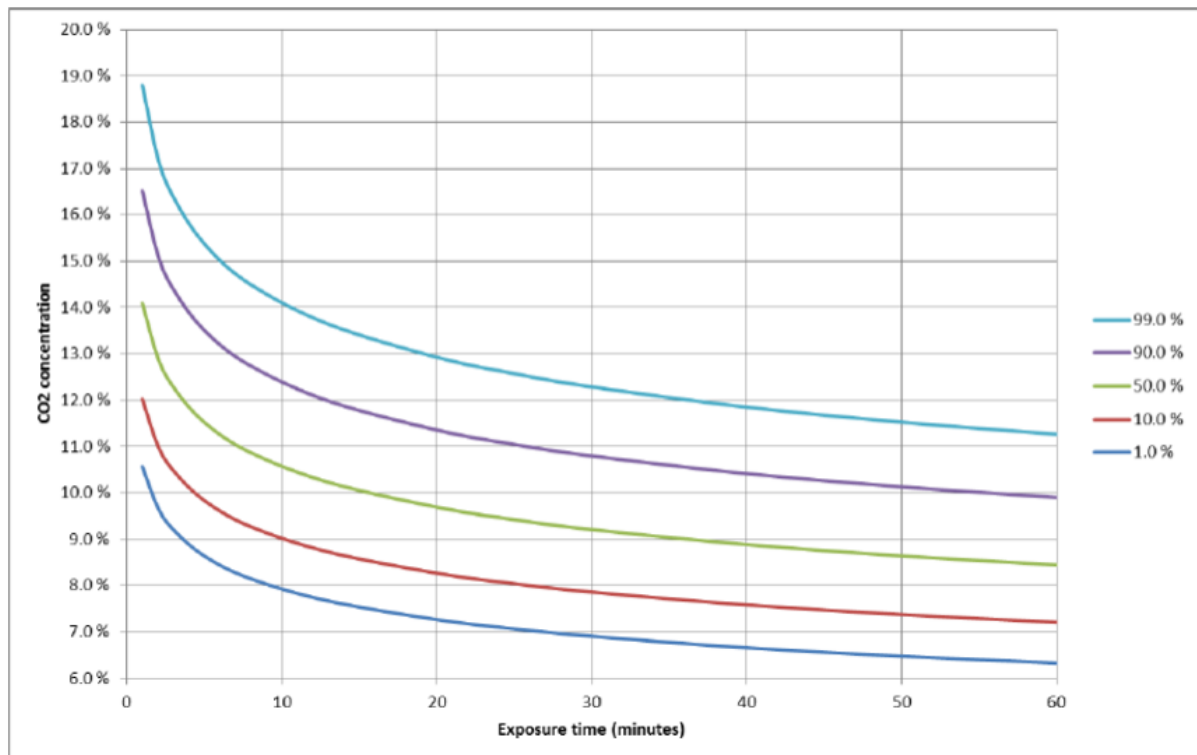
Basert på dette og oppgitt verdier for mengder og eksponeringstid er det benyttet en grenseverdi på 70 000 ppm (7 volumprosent) CO₂ i dette arbeidet.

DSB har i sin retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff, foreslått å bruke følgende probitfunksjon for CO₂ i risikoanalyse^{/29/}:

$$Pr = -90.8 + 1.01 \ln(C^8 \cdot t)$$

Der C er CO₂-konsentrasjonen i luft målt i ppm, og t er eksponeringstiden i minutter.

Figuren under er avledet fra probitfunksjonen og viser hvordan dødelighet i prosent varierer med CO₂-konsentrasjon og tid (minutter).



Figur 9-2: Dødelighet som funksjon av CO₂-konsentrasjon og eksponeringstid. Utarbeidet av Aker^{/70/}

Basert på dette er grenseverdier for ulike personer og situasjoner satt opp i tabell 9-3. Første- og andreperson er forutsatt å kunne flykte til trygt sted innen 10 minutter etter at et CO₂ utslipp har startet. Det er ikke antatt at tredjeperson flykter så raskt, og de har derfor lengre eksponeringstid.

Tabell 9-3: Grenseverdier for konsentrasjon av CO₂ i luft brukt i risikoanalysen til Aker^{/70/}

Gruppe	Grenseverdi CO ₂	Kommentar
Første- og andreperson	79 000 ppm	Uhellsutslipp. Basert på 1 % dødelighetskurve og 10 min. eksponeringstid
Tredjeperson, 30 min. eksponering	69 000 ppm	Uhellsutslipp. Basert på 1 % dødelighetskurve og 30 min. eksponeringstid
Tredjeperson, 60 min. eksponering	63 000 ppm	Uhellsutslipp. Basert på 1 % dødelighetskurve og 60 min. eksponeringstid
Første-, andre- og tredjeperson	15 000 ppm	Utslipp gjennom normale arbeidsoperasjoner

CO₂ kan også gi skade som når det er i fast form (tørris). Direkte kontakt kan forårsake alvorlig frostskafer, hudlidelser, hornhinneforbrenning eller mer alvorlig skade fra dypfrysing av vevet.

Spredningsberegninger

Spredningsberegninger av CO₂-utslipp i konseptstudien ble gjort med verktøyet Kameleon FireEX (KAMELEON Furcifer)^{/19/}. Det tar hensyn til bygg, topografi og klima (vind). Det ble benyttet en utslippsrate på 500 kg CO₂ per sekund siden det var vurdert som et worst-case scenario.

Spredningsberegningene ble utført ved hjelp av to modeller:

- RIVM-modell: Reference Manual Bevi Risk Assessment
- UK HSE-modell: Health and Safety Executive (United Kingdom)

RIVM-modellen gir lekkasjer for utstyrsgupper og ikke for alle enkeltkomponenter som inngår (f.eks. flenser og ventiler). Denne modellen er et godt alternativ når detaljene om utstyr som skal benyttes ikke er kjent i detalj.

UK HSE-modellen er en mer detaljert frekvensmodell som inkluderer data for alle komponenter, og anses derfor for å gi et bedre bilde enn RIVM-modellen for å studere de ulike enkeltkomponentene i anlegget.

Begge modellene er basert på utslippsdata kombinert med ekspertvurderinger. Ved å benytte begge modellene reduseres usikkerhetene ved frekvensestimeringene.

I forstudien er det gjort supplerende beregninger med verktøyet inFlux^{/69/}.

9.3.2 Tiltaket

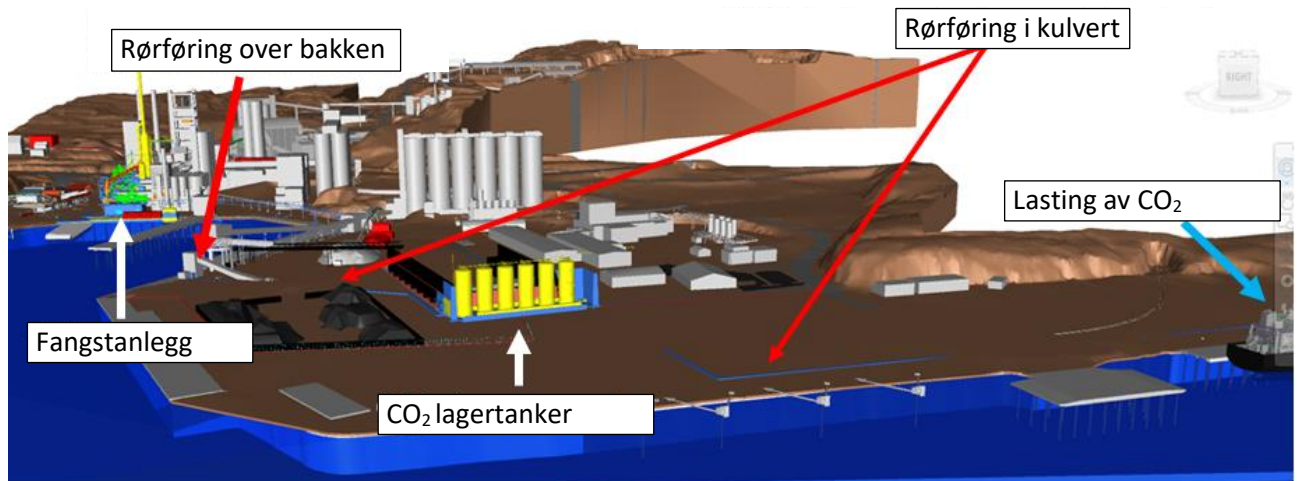
Flytende CO₂ med temperatur – 26,5 °C og 16 bars trykk pumpes via 4 tommers rør til lagertankene. Rør legges 6 til 13 meter over bakken og under bakken i kulvert. Dette for å forhindre skader ved påkjørsler av biler og maskiner. Laveste høyde til rør på 6 meter er i områder hvor det ikke er transport. Tankene fylles opp samtidig slik at væsknivået blir det samme i alle tankene. Tankene er også utstyrt med ventiler som tillater utslipp av CO₂-gass som dannes på grunn av oppvarming av tankinnholdet. En slik moderat avgassing sikrer at temperaturen opprettholdes på et lavt nivå. I tillegg er hver tank utstyrt med to sikkerhetsventiler (PSV) som er plassert i parallell.

CO₂-tankene plasseres på en 0,6 meter tykk plasstøpt plate som fundamenteres med vertikale stålkjerner med diameter 150 mm.

Tankanlegget vil bli sikret mot ytre påvirkning som kollisjoner, svingende last etc. med betongvegger. Hver tank har en diameter på 8,0 meter og høyde på 17,4 meter, og har en lagringskapasitet på 833 m³ (tilsammen 5 300 tonn) flytende CO₂.

Ved lasting til båt pumpes flytende CO₂ fra lagertankene til den nordlige enden av havneområdet ved Breviksterminalen, hvor den lastes på et transportskip via en lastearm. Lasting skjer via 10-12 tommers rør. Rørene ligger i kulvert når de passerer kaia fram til lastearmen. De er dermed beskyttet mot påkjørsler.

Kapasiteten ved lasting er 800 tonn flytende CO₂ i timen. Det er forutsatt at transportskip anløper hver fjerde dag, og at alle lagertanker tømmes helt ved hvert skipsanløp. Om alle tankene er fulle vil det ta 6-7 timer å laste skipet med CO₂.



Figur 9-3: Oversikt over CO₂-strømmen

I planene inngår flere tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet:

- Lagertankene er beskyttet mot påkjørsler med høye vegger.
- Barrierer som beskytter rørledninger mot påkjørsler/skader.
- Sikkerhetsventiler.
- CO₂-detektorer i alle områder det er fare for skadelige utslipp.
- Alarm som advarer tredjeperson slik at de kan bevege seg inn i husene sine eller til et høyere nivå i terrenget ved store CO₂-utslipp.
- Merking av småbåthavnen og havneområdet nær Norcem med skilt om risikoen knyttet til CO₂-lagringen. Dette kan øke sannsynligheten for vellykket evakuering ved en ev. gassalarm.
- Adgangskontroll/merking av det indre havneområdet som begrenser opphold av tredjeperson.
- Reservestrøm til å drifte prosess- og kontrollsystemer ved bortfall av hovedstrøm.
- Sikre rømningsruter.

9.3.3 Resultater

Egenskaper ved CO₂

Ved romtemperatur er CO₂ en fargeløs og luktfri gass. Ved vanlig temperatur og trykk er tettheten til CO₂ 1,98 kg/m³, omtrent 1,5 ganger tyngre enn luft. Omtrent 0,04 volumprosent av atmosfæren består av CO₂, eller rundt 385-400 ppm. Gassen som utåndes av mennesker inneholder typisk 4-5 volumprosent CO₂ (40 000-50 000 ppm). Under -57 °C kondenserer gassen til en væske som ved 78 °C fryser til et fast stoff (tørris).

Spredningsberegninger fra konseptfasen

I konseptfasen var den verste situasjonen som ble simulert en lekkasje på 500 kg CO₂/s med lav vindhastighet (1 m/s) fra nord. 500 kg ble valgt siden det er mengden som kan slippe ut ved brudd på et rør med diameter seks tommer. En slik hendelse kunne eksponere boliger og småbåthavn sør for anlegget med farlige CO₂-konsentrasjoner (>700 000 ppm)^{19/}, se figur 9-4. Ved høyere vindhastigheter avtok risikoen, og ved 7 m/s ble tredjeperson ikke eksponert. Ved mindre lekkasjer (under 50 kg/s) ble ingen tredjepersoner berørt, uavhengig av vindhastigheter. Det arbeidet var basert på at lagertankene var plassert inne på Renors eiendom, uten noen form for beskyttelse.

Oppsummert var hovedfunnene i risikovurderingen fra konseptfasen^{/19/}:

- Brudd på tank og lekkasje kan utsette tredjeperson. Dette avhenger av mengde gass, vindretning og vindhastighet. Noen av boligene og småbåthavna sørøst for Norcem kan bli utsatt, samt personer i båt. Gasskyen kan dekke et relativt stort område av Dalsbukta.
- Brudd på tank og lekkasje vil eksponere første- og andrepersoner nær lekkasjestedet.
- Individuelle farer for arbeidere på Norcem, Renor og havnepersonell er under, men nær akseptkriteriene gitt av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- Breviksveien (rv. 354), vil ikke bli utsatt for farlige CO₂-konsentrasjoner selv med østlig vind. Dette siden veien ligger høyere enn anlegget.

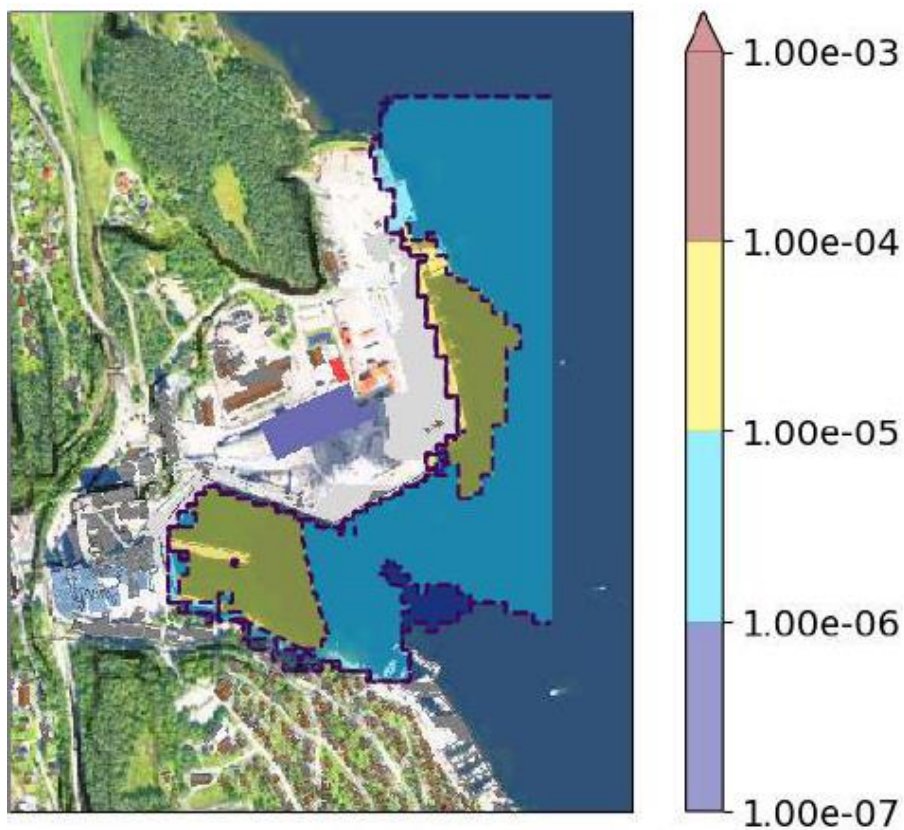


Figur 9-4: Utslipp av 500 kg CO₂ i sekundet med svak vind (1 m/s) fra nord når boliger og småbåthavn i sør. Skyen viser en CO₂-konsentrasjon på 70 000 ppm. Hentet fra konseptstudien^{/19/}

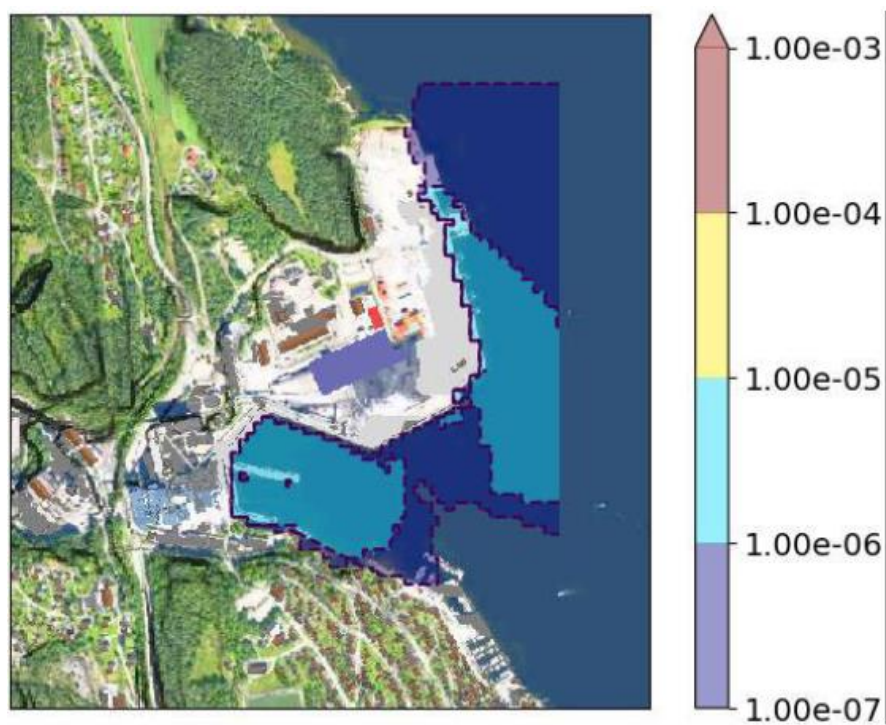
Basert på disse beregningen ble det utarbeidet flere risikokonturer for de to metodene, se figur 9-5 og figur 9-6.

Boligområder ligger hovedsakelig utenfor ytre sone, men noen få boliger sør for Norcem ligger innenfor ytre sone. Midtsonen er også nær disse husene, men slutter ved strandkanten. Sjøarealet utenfor Norcem ligger i alle tre soner. Siden personer i båt kun forventes å passere gjennom området, har de lav eksponeringsfrekvens. Dette anses derfor som akseptabelt.

Breviksterminalen omfatter andreperson, og bør følgelig ikke være i indre sone. Når risikoen beregnes med RIVM-modellen ligger terminalen i midtre sone, men den er i indre sone med HMS-modellen.



Figur 9-5: Individuelle risikoområder 1 meter over sjønivå beregnet med UK HSE-modellen. Indre sone er gul (10^{-5}), midtre turkis (10^{-6}) og ytre mørk blå (10^{-7})



Figur 9-6: Individuelle risikoområder 1 meter over sjønivå beregnet med RIVM-modellen. Indre sone er gul (10^{-5}), midtre turkis (10^{-6}) og ytre mørk blå (10^{-7})

Spredningsberegninger i forprosjektfasen

Basert på funn i konseptfasen er tankene flyttet til utenfor fremtidig kalksteinlager. Videre er tankene beskyttet med høye vegger på sør-, vest- og nordsiden. Dette vil lede en eventuell gasstrøm mot øst, og beskytter dermed boligbebyggelse, Renor og fabrikkområdet til Norcem.

Det er gjort en rekke nye spredningsanalyser med utslipp av ulike størrelse og ulike værforhold. Figur 9-7 viser tilsvarende beregning som fra konseptstudien, dvs. utslipp av 500 kg CO₂ i sekundet ved svak vind (1 m/s) fra nord. Som en ser av figuren gir utslippet ikke skadelige konsentrasjoner ved boliger/småbåthavn. Tilsvarende beregning med vindhastighet 4 m/s viser en langt mindre utbredelse av gasskyen i sjøen, se figur 9-8.

Basert på oppdaterte simuleringer, vurderes det at risikonivået for tredjeperson vil være lik eller lavere enn det som ble estimert i konseptfasen.



Figur 9-7: Ved flytting av tankene og vegger rundt disse når utslipp av 500 kg CO₂ i sekundet med svak vind (1 m/s) fra nord ikke boliger og småbåthavn i sør. Skyen viser en CO₂-konsentrasjon på 70 000 ppm. Hentet fra risikoanalysen^{70/}



Figur 9-8: Samme situasjon som forrige figur, men med vind på 4 m/s. Hentet fra risikoanalysen^{/70/}

9.3.4 Konsekvenser av tiltaket

Årsaker til CO₂-utslipp

I utgangspunktet vurderes risikoen for landanlegget med CO₂ lavere enn anlegg som prosesserer hydrokarboner. Dette siden CO₂ ikke medfører brann- og eksplosjonsfare, samt at anlegget er relativt lite og enkelt. Lekkasje av CO₂ er likevel et vesentlig risikoforhold. Det kan skje ved rørbrudd på ledninger, brudd på lagertanker og lekkasje ifm. lasting til båt. Årsakene kan være:

- Ytre påkjenninger (påkjørslar, brann)
- Overfylling, noe som resulterer i overtrykk i tankene
- Brudd på rør
- Feil med temperaturkontroll (kan gi høyt trykk)
- Designfeil
- Aldring
- Korrosjon
- Manglende vedlikehold
- Materialtretthet

Ad punkt 1 er det aktivitet knyttet til lastebiler og hjullastere både på Renors område og på havna. En mulig hendelse er at større kjøretøy (hjullaster etc.) kolliderer med tankene eller rørledninger, f.eks. om sjåfør får et illebeefinnende. For å forhindre denne typen hendelser skal tankanlegget beskyttes med en betongbarrikade, se avsnitt 9.3.2. Dette vil også forhindre ev. brennende kjøretøy å komme

nær tankene. Rørledningen er lagt så høyt at de ikke vil skades av påkjørsler, samt under bakken i kulvert.

Renor behandler og lagrer brennbart materiale. Det vil også tid om annen være håndtering og lagring av farlig gods som har brann- og/eller eksplosjonspotensial ved Breviksterminalen. En ev. brann i nærheten av tankene gir fare for oppvarming av CO₂, og dermed trykkøkning og i verste fall tankeeksplosjon (om sikkerhetsventiler ikke fungerer). Dette er beskrevet under kap. 9.7.2.

Det er alltid en risiko for lekkasje i ventiler, rørkoblinger og flenser. Det vil etableres gassdetektorer som vil varsle ved utslipp, og prosesskontrollsystemet vil overvåke og styrer anlegget. En lekkasjen vil da bli stoppet eller begrenset ved hjelp av ventiler som stenger tilførsel fra lagertanker og rørledningen eller pumper. Et utslipp vil derfor være lite, og vil ikke utgjøre risiko for tredjepart.

CO₂-utslipp

Ved lekkasje kan CO₂ som gass, væske og/eller fast form (tørris) spres til omgivelsene. Når kald CO₂ blandes med luft, vil vann i lufta kondensere og danne en CO₂-gassky. Spredningen av CO₂ er avhengig av værforhold som temperatur og vindhastighet/-retning, topografi og omgivelser (for eksempel bygninger). Særlig i tilfelle ved eventuelle utslipp med lite vind, vil dette kunne medføre at CO₂ følger bakken og fortrenger luften. Gasskyen påvirkes av vær og vind, og det antas at personer som ikke unnslipper kan bli utsatt for forhøyet CO₂-konsentrasjoner opptil 20-30 minutter ved et stort gassutslipp.

Ved mindre lekkasjer kan tørris som dannes tette hullet, og dermed redusere eller stanse utslippet. For store brudd er dette ikke mulig.

Avstanden fra fangstanlegget via lagertanker til utskipingsarm er nesten 1 km lang, se figur 9-3. Hendelser som medfører utslipp kan derfor skje mange steder. For å studere risiko er CO₂-strømmen splittet opp i mindre sammenlignbare deler.

- Fangstanlegg
- Pumper og rør mellom prosessområde og lagertanker
- Lagertanker
- Utskiping

Fangstanlegget

Hele 80 % av lekkasjene vil skje i karbonfangstområdet. Aker har beregnet én lekkasje hvert 7. år. Dette er i hovedsak lekkasjer i kompressoren, og lekkasjene er små gjennom 0–50 mm store hull. Dette er lekkasjer på under 30 kg /s med varighet mindre enn 10 minutter.

Spredningssimuleringer viser at spredning av CO₂ i gass- og væskeform i disse tilfellene er begrenset til inne i kompressorbygget eller til områder like utenfor. Dette vil ikke utsette andre- eller tredjepersoner, for skadelige CO₂-konsetrasjoner. Lekkasjer kan utsette Norcem-ansette i eller like utenfor kompressorbygget. Denne risikoen må håndteres gjennom bedriftens beredskapssystem (målere og alarmsystemer).

Pumper og rør mellom prosessområde og lagertanker

Lekkasjefrekvensen for CO₂-pumpe og rørføring fra prosessen til lagertankene er beregnet til én lekkasje hvert 170. år, noe som tilsvarer 3 % av den totale lekkasjefrekvensen for anlegget. De fleste lekkasjene er små, under 50 mm store hull med utslipp under 66 kg/s med varighet mindre enn 2

minutter. Det er lagt til grunn lekkasjer fra flenser. Dette er en konservativ tilnærming siden rør vil være helsveisete.

Lekkasjer oppstrøms CO₂-pumpe kan slippe ut 600 kg/s. Nedstrøms pumpa er tallet 260 kg/s. Slike utslipp vil imidlertid være i under ett minutt siden ventiler på lagertankene lukkes automatisk (basert på deteksjon av plutselig trykkendring eller endrede strømningsforhold). Hvis en ventil mot en lagertank ikke fungerer er det verste scenariet at hele tankinnholdet lekker ut gjennom hullet. Mengden per tidsenhet vil imidlertid bli begrenset siden alt må unnslippe via et 2 tommer rør. Dette begrenser tilførselen av CO₂ til ca. 74 kg /s, og vil ikke eksponere tredjeperson.

Lagertanker

Lekkasjefrekvens for lagertankene er beregnet til én lekkasje hvert 67. år. Den aller største bidragsyter til lekkasjer er ventiler (93 % av total frekvens). Tankene selv bidrar kun med 2 % av frekvensen. Lekkasjer fra tankene kan forekomme både fra tilkoblingspunktene på toppen av tankene (gasslekkasjer) og fra væskeforbindelsene på siden og bunnen. En lekkasje rettet mot bakken (diffusjonslekkasje) resulterer i en mye større gass sky enn en uhindret lekkasje oppover

Risiko for gasslekkasje fra toppen av tankene er liten og risikoen forbundet med gasslekkasjer fra lagertankene vurderes å være lav.

Hvis en av rørtilkoblingene til tankene begynner å lekke, kan resultatet være et stort og langvarig utslipp av CO₂ (74 kg/s for 2 tommer innløpsrør og 660 kg/s for 6 tommer rør ut). Hele tankinnholdet vil da tømmes ut, noe som varer mellom 20 minutter til mer enn en time. Både Renor og Breviksterminalen kan da bli eksponert. Områder lenger unna for første- og andreperson vil ikke bli utsatt for et 74 kg/s utslipp, men ved 660 kg/s kan de bli eksponert ved ugunstige værforhold. Boliger og småbåthavn på sørsiden av Dalsbukta vil ikke bli eksponert av disse hendelsene.

I konseptfasen ble lekkasjefrekvens med potensiale for å eksponere tredjeperson beregnet til én hendelse per 850 000 år med RIVM-modellen og 120 000 år for med HSE-modellen^{/19/}.

Lasting av CO₂

Den totale lekkasjefrekvensen for utlastingsarmen anslås til én lekkasje hvert 71. år.

Rør mellom lagertanker og utlastingsarm er plassert i en kulvert under Breviksterminalen, og er derfor godt beskyttet mot aktivitet på Breviksterminalen. Små og mellomstore lekkasjer inne i kulverten vil følge denne med utslipp nær lagertankene eller ved lastarmen. Ved slike lekkasjer vil det meste av gassen spre seg enten ut på sjøen eller sør mot Breviksterminalen og Renor.

Store lekkasjer (brudd) kan potensielt skade kulverten slik at gass trenger ut til overflaten ved lekkasjestedet. I et slikt tilfelle vil CO₂ spres til omgivelsene fra lekkasjen tilsvarende som ved en lekkasje fra lagertank.

Ved lekkasje vil ventiler stenges og utslippsmengden begrense. Varigheten av store lekkasjer vil da være noen få minutter. Om ventiler ikke lukkes vil resultatet være en langvarig lekkasje med maksimalt utslipp på 660 kg/s (begrenses av rørdimensjon på 6 tommer). Ved en stor lekkasje og med vind mot nord, kan noe CO₂ gå over eller rundt jordbarrieren, og deretter spre seg mot boliger i nord.

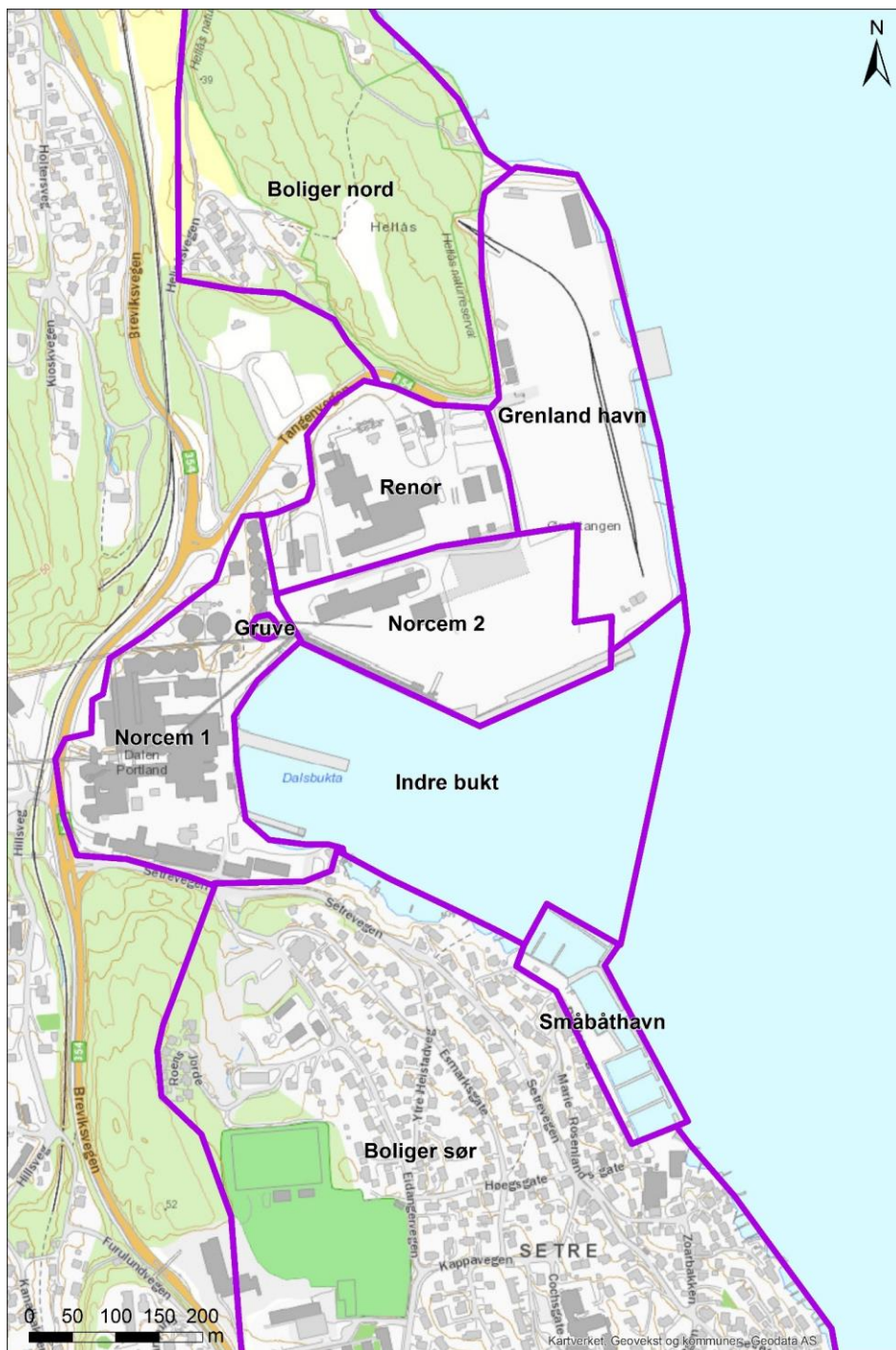
Båt

Sikkerhetssystemer, lekkasjefrekvens, lekkasjevarigheter etc. knyttet til skipet som skal hente CO₂ er ikke kjent av oss. En må forvente at det etableres flere barrierer og systemer som sikrer lav risiko for store lekkasjer. Siden skipet kun ligger til kai en begrenset periode over et år (ca. 8 %), forventes risikobidraget å være ubetydelig i forhold til karbonfangstanlegget.

Risiko i delområder

Risikoen er videre brutt ned til ni områder, se figur 9-9. Det er gjort vurderinger av farlig spredning ved ulike værforhold ved utslipp fra lagertank. Risiko i disse sonene er videre delt inn basert på spredningsanalysene. Disse er oppsummert i etterfølgende tabeller. I hver tabell er det brukt to konsentrasjoner av CO₂ i lufta, 7 % og 10,5 % (hhv. 700 000 og 1 050 000 ppm). Den første tabellen viser utslipp på 500 kg/s, mens den andre har 100 kg/s.

Som det går fram av tabellene er det ikke risiko for tredjeperson knyttet til noen av disse hendelsene. Ansatte ved Norcem (område Norcem 2), Renor og Grenland havn kan imidlertid bli utsatt for høye CO₂-konsentrasjoner ved utslipp av 100 kg/s og mer. På grunn av sin beliggenhet nær og øst for lagringstankene har Grenland havn størst eksponering for CO₂.



Figur 9-9: Inndeling i risikoområder

Tabell 9-4: Eksponering av CO₂ (konsentrasjoner på 7 og 10,5 %) ved utslipp på 500 kg/s for ulike områder

Vind	Norcem 2	At-komst gruve	Norcem 1	Renor	Grenland havn	Indre bukt	Småbåt havn	Boliger sør	Boliger nord
Fra nord 1 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra nord 4 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra nord-øst 1 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra nord-øst 4 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra sørøst 1 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra sørøst 4 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %

Ikke eksponert
Liten eksponering
Middels eksponering
Stor eksponering

Tabell 9-5: Eksponering av CO₂ (konsentrasjoner på 7 og 10,5 %) ved utslipp på 100 kg/s for ulike områder

Vind	Norcem 2	At-komst gruve	Norcem 1	Renor	Grenland havn	Indre bukt	Småbåt havn	Boliger sør	Boliger nord
Fra nord 1 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra nord 4 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra nord-øst 1 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra nord-øst 4 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra sørøst 1 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %
Fra sørøst 4 m/s	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %	10,5 %

Tiltak

Risikoanalysen lister opp en rekke tiltak for å bedre sikkerheten:

1. Øk høyden på veggene som omgir lagertankene til minst samme høyde som tankene. Dette for å redusere/fjerne potensialet for at brann ved Renor påvirker tankene.
2. Nærmere studier av evakueringsområde(r). Dagens område ligger nord for kontorbygget, forholdsvis lavt i terrenget.
3. Ved bruk av vann som slukkemiddel for brann i nærheten av lagringstankene eller til kjøling av tanker må det tas hensyn til PSV-ventilene. Vann kan fryse i ventilene, noe som kan blokkere dem og dermed hindre trykkavlastning.

4. Bedring av designet av anlegget. Følgende mulige utsatte punkter er identifisert:
 - a. CO₂-rørledningen er eksponert for ytre påvirkning der den passerer behandlingsområdet for avløpsvann. Her bør den støtsikres.
 - b. Undersøke om lastemekanismen til transportbånd for kalksteinsom kan skade CO₂-rørledningen. Om det er tilfelle bør det lages beskyttende barrierer som forhindrer skade.
5. Øk høyden på jordvollen nord for kai. Dette vil bedre beskyttelse mot store lekkasjer ved lasting til båt.
6. Operatørene på Norcem må gis opplæring for å kunne oppdage tegn til og farer forbundet med BLEVE. De vil da lettere kunne iverksette tiltak for å forhindre en BLEVE og/eller iverksette tidlige evakuering.
7. I detaljprosjekteringen bør potensielle konsekvenser av en BLEVE i en av lagringstankene vurderes nærmere. Dette vil bl.a. gi kunnskap om hvor store arealer som må evakueres i tilfelle en BLEVE-situasjon.
8. Sikkerhetssystemene, lekkasjefrekvens, lekkasjetid osv. ombord på CO₂-transportfartøyet er ikke kjent av oss. Risikoen forbundet med lekkasjer fra transportfartøyet er derfor ikke undersøkt som en del av dette prosjektet.
9. Norcem bør i samarbeid med Renor og Breviksterminalen utvikle prosedyrer som sikrer at ev. branner i kjøretøy eller gods i nærheten av tankene slukkes så raskt som mulig.
10. Norcem, Renor og Breviksterminalen bør etablere og/eller oppdatere prosedyrene for kommunikasjon i en nødsituasjon.
11. Renor og Breviksterminalen bør evaluere og oppdatere sine beredskapsplaner og -prosedyrer i lys av den nye situasjonen et karbonfangstanlegg vil medføre. I dette ligger også evakueringsplaner for å sikre arbeidere, enten til høyere terreng eller i bygning.
12. Det bør være begrensninger for Breviksterminalen knyttet til hvor nær lagertankene det tillates å lagre brennbart materiale. Lagring må være så langt borte at en brann ikke utsetter lagringstankene for varme som overstiger varmeinngangen på en solrik sommerdag (50 °C).

Oppsummering

Beregnete lekkasjefrekvenser viser at man må forvente utslipp av CO₂. Dette er i de aller fleste tilfeller små mengder, og representerer ingen fare. Større utslipp kan skje, men utslippshastigheten er så lav at det vil være tid til evakuering. Dette forutsetter gode alarm- og varslingsrutiner, samt opplæring av alle ansatte på Norcem, Renor og Breviksterminalen.

Det største risikobildet er knyttet til en eksplosjon av tanker grunnet at det innvendige trykket øker. Dette er beskrevet i kap. 9.7 Dominoeffekter og storulykker.

Risikoen for utslipp av store mengder CO₂ er meget liten, men en hendelse kan medføre fare for liv. Dette er et risikoforhold som ikke finnes i området i dag. I alle utslippsscenarioer er det et potensial for å eksponere første og andreperson for gass. Tredjeperson oppholder seg så langt fra lagertankene at bare store alvorlige hendelser kan utsette tredjeperson for skadelige konsentrasjoner av CO₂.

Det vil iverksettes en rekke tiltak for å begrense risikoen.

Basert på det gis tiltaket **liten negativ konsekvens (–)** siden tiltaket innfører et nytt risikoforhold.

9.4 Lagre av amin og lut

9.4.1 Tiltaket

Amin- og NaOH-løsninger (lut) benyttes ved karbonfangst. Dette er helsefarlige stoffer som transporteres inn og lagres på anlegget.

Aminløsningsmidlet inneholder to aminforbindelser og vann. Disse inngår i produksjonen og forbrukes i liten grad. Behovet for påfyll er derfor lite. Det er knyttet til én eller to transporter årlig, med et årlig volum på 10 til 20 m³. Forbruket av lut er større, her vil det transporteres inn et volum på 10 til 20 m³ 7-8 ganger i året. Transporten skjer med tankbil på offentlig vei.

Tabell 9-6: Mengder av amin og lut i lagertanker

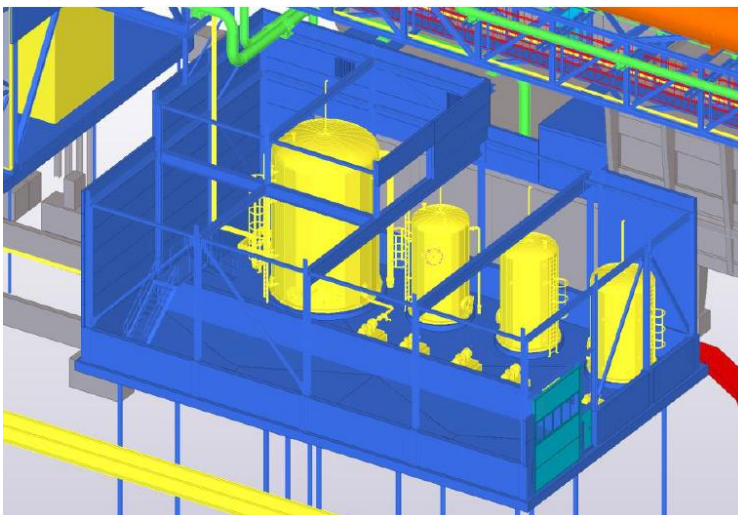
Type	Mengde
Amin 1	24,5 m ³
Amin 2	22,0 m ³
Lut (pH 14)	30,0 m ³

I tillegg vil det til enhver tid være aminløsning i prosessområdet.

Aminoppløsningen resirkuleres periodisk. Dette er en batchdestillasjonsprosess for å fjerne nedbrytningsprodukter og ikke-flyktige urenheter. Under resirkuleringsprosessen er aminoppløsningen konsentrert. Dette varer i omtrent 2 uker og kjøres 2-3 ganger i året.

Tanker for lut og amin står på en plastøpt plate med mål 25 x 15,5 meter med tykkelse 0,5 meter. Plata fundamenteres med stålkernepeleler (150 mm). For å forhindre at etsende kjemikalier skal spre seg ved et eventuelt tankbrudd og lekkasje, er det en vegg rundt tankene. Den blir 180 cm høy og 30 cm tykk, og har kapasitet til å ta 110 % av innholdet i den største tanken ved ev. lekkasje. Dette i tråd med krav i forurensningsforskriften kapittel 18 (tankforskriften) og DSBs temaveiledning om oppbevaring av farlig stoff^{51/}. Over dette blir det et tett ståloverbygg, noe som sammen med vegger forhindrer regnvann å trenge inn.

Det vil etableres et system for registrering av mulig forurensning. Når vannet er rent ledes det til eksisterende overvannssystem. Ev. forurenset vann vil holdes tilbake før det pumpes til et renseanlegg.



Figur 9-10: Tanker for lut og amin. Fra venstre: aminløsning (diameter 7,0 m, høyde 4,8 m), to amintanker (diameter 4,3 m, høyde 2,7 m) og NaOH-tank (diameter 4,5 m, høyde 3,0 m). Det vil være tak over tankene

9.4.2 *Egenskaper ved amin og lut*

Både amin 1 og 2 er etsende. Amin 2 har i tillegg H-setning: *H412-Skadelig, med langtidsvirkning, for liv i vann*. Brannprøver utført for aminløsningene viser at de ikke har et brannpunkt, dvs. det er ingen brannfare relatert til aminoppløsningen. De enkelte aminer har et flammepunkt på rundt 100 °C, men håndteres ved omgivelsestemperatur, som ligger langt under flammepunktet.

Natriumhydroksid (lut) er en sterkt basisk væske som er etsende for både metaller og hud. Ved hudkontakt vil eksponering forårsake etseskader som kan være varige. Støv og tåke virker irriterende på luftveiene med svie i hals, hoste og åndenød med lungeødem (væske i lungene) ved større mengder. Sprut i øynene kan føre til alvorlige øyeskader, ofte med nedsatt synsevne, eller tap av synet. Ved svelging kan lut forårsake dype etseskader på slimhinner, svelg, spiserør og magesekk. Livstruende gjennometsing av disse vevene kan forekomme. Når NaOH løses i vann skjer det en eksoterm reaksjon. Varmen kan forårsake brannskader i tillegg til etseskadene.

9.4.3 *Konsekvenser av tiltaket*

Påkjørslar og skade på lagertanker kan medføre utslipp av etsende væske. Dette forhindres ved at de er bygget inn og beskyttet. Om det skulle skje en lekkasje vil dette gå i oppsamlekum som forhindrer utslipp til omgivelsene. Norcem behandler tilsvarende stoffe i dag.

Under gjenvinningsprosessen av aminløsninger varmes blandingen opp til ca. 150 °C. Ved en eventuell lekkasje av væsken vil gassen fra denne kunne antennes. Risikovurderinger viser imidlertid at risikoen er lav^{/60/}.

Det vil alltid være en risiko knyttet til fylling, rengjøring og resirkulering. Det må iverksettes gode rutiner knytte til disse arbeidsoperasjonene, både for egen sikkerhet til arbeiderne, men også miljø/andre.

Transport av disse stoffene vil skje på offentlig vei. Dette reguleres av egne forskrifter. Mengden det er snakk om er så små at det ikke kan sies å innebære en ekstra risiko knyttet til transport.

Det er utfordrende å benytte konsekvensskalaen for dette forholdet. Ulykker skal ikke skje, og det er mange tiltak for å unngå uønskete hendelser. På den andre siden innføres nye potensielt skadelige stoffet til området. Norcem er allerede en storulykkebedrift, og innføring av amin og lut er et lite tillegg til de farlige stoffene som allerede håndteres hos bedriften. Siden sannsynligheten for hendelser skal inntreffe er meget lav, bedømmes konsekvensen å være **ubetydelig til liten negativ (0/-)**.

9.5 *Havnivåstigning og stormflo*

9.5.1 *Dagens (og framtidig) situasjon*

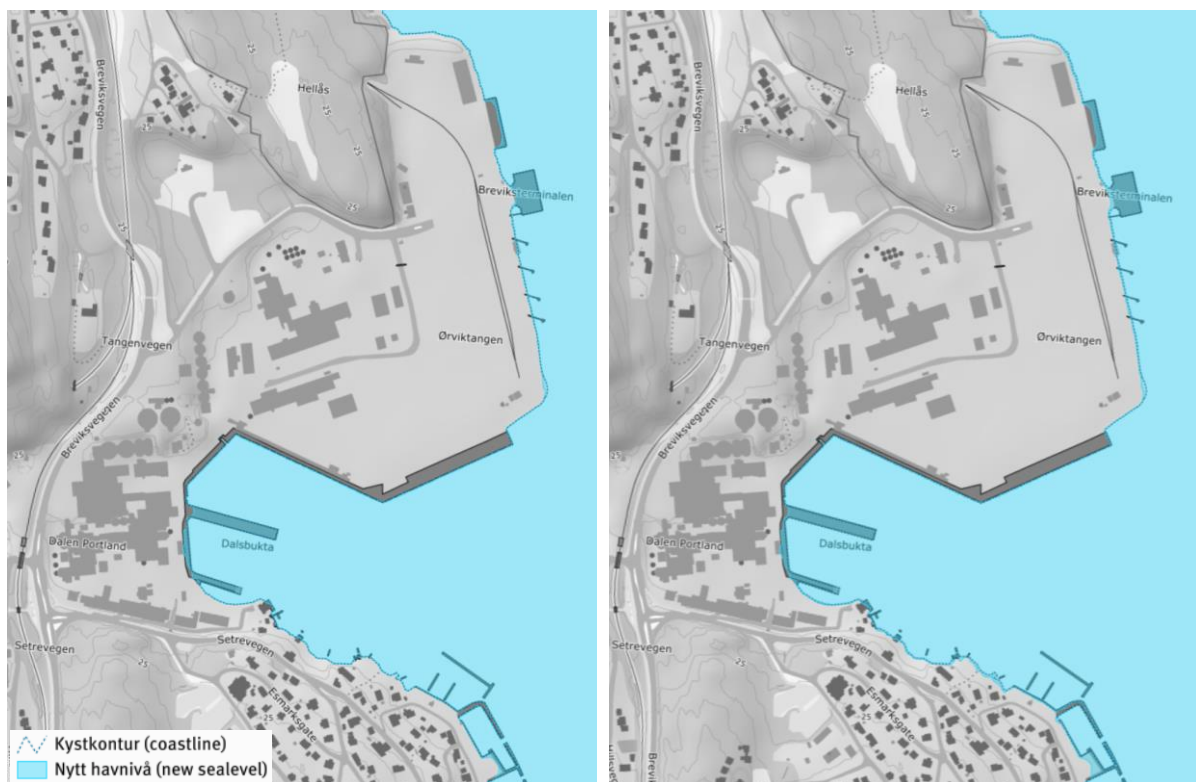
Fabrikkområdet ligger ca. 2-3 meter over havet. Klimaendringene vil mest sannsynlig gi havnivåstigning, og med det større stormflo. Siden anlegget er plassert ved sjøen kan dette gi risikoforhold om fangstanlegget og mellomlager kan bli oversvømt.

Figur 9-11 viser forventet fremtidig havnivå og stormflo hentet fra DSB^{/36/}. I Brevikområdet ligger havnivåstigningen på 62-64 cm, mens stormflo ligger på 126 cm i et 20 års gjentakintervall^{/35/,/36/}. Merk at de beregnede returnivåene har store usikkerheter grunnet manglede data for området mellom Lista og Tananger.

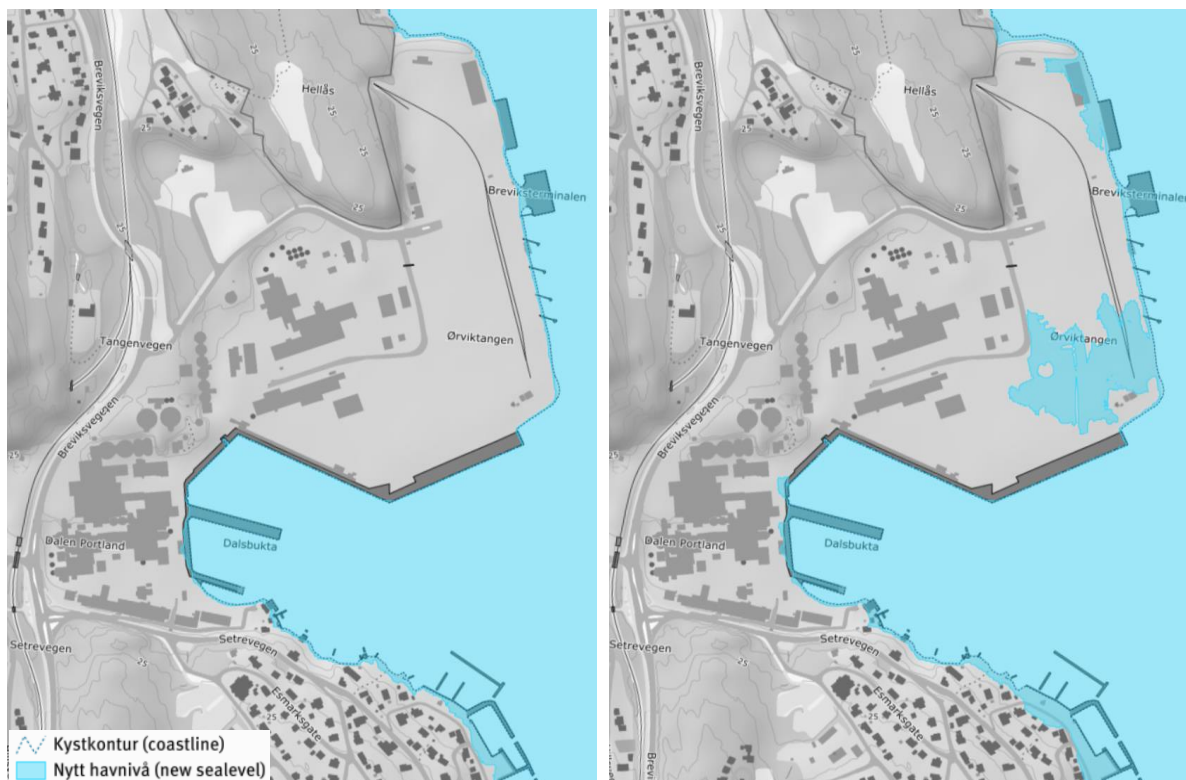
Kommune	Sted	Nærmeste måler	Returnivå stormflo (i cm over middelvann)			Havnivåstigning med klimapåslag (i cm)	NN2000 over middelvann (i cm)
			20 år	200 år	1000 år		
Bamble	Langesund	Helgeroa	126	151	167	62	6
Kragerø	Kragerø	Helgeroa	126	151	167	64	6
Porsgrunn	Porsgrunn	Helgeroa	126	151	168	62	6
Skien	Rambekk	Helgeroa	126	151	168	62	6

Figur 9-11: Tabell hentet fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap som viser forventet returnivå stormflo og havnivåstigning^{/36/}

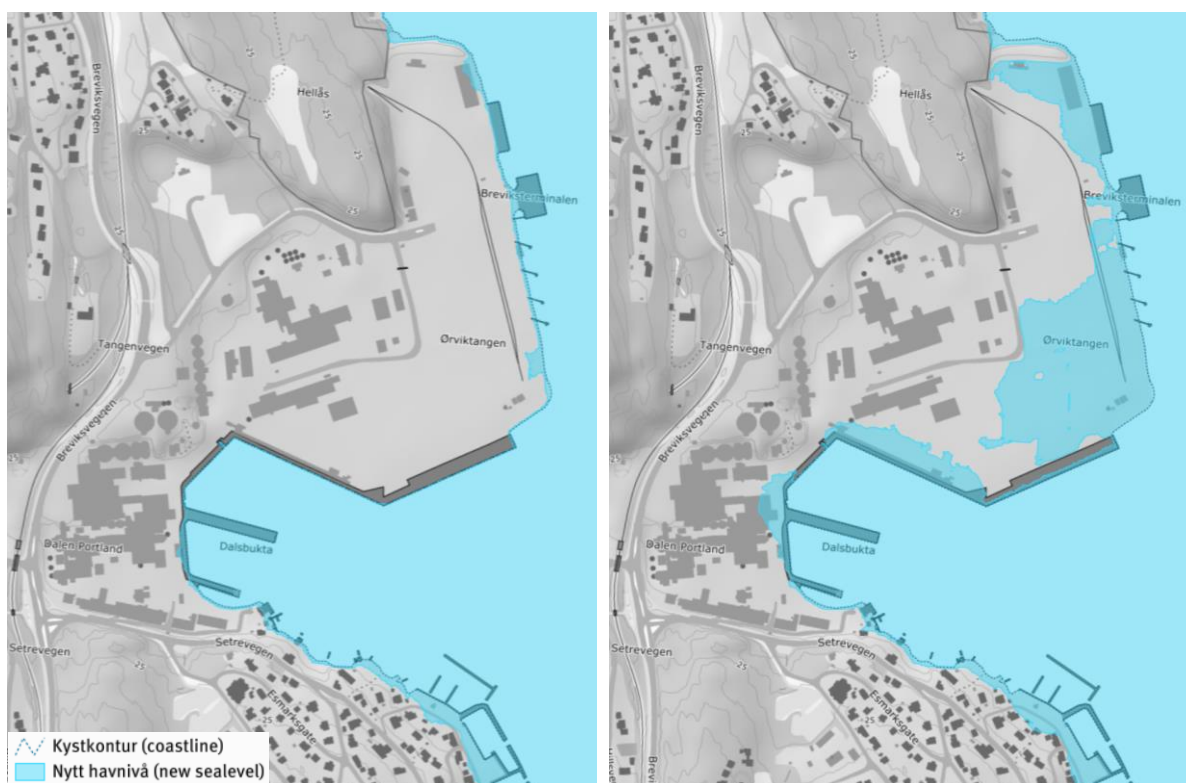
Kartverkets har utarbeidet et eget visningsverktøy for havnivåendringer og stormflo, «Se havnivå i kart»^{/30/}. Her vises utbredelse av stormflo i dag og i 2090 som er anbefalt framskrivingsår for planlegging. Det er her beregnet en havnivåstigning i Brevik på 61 cm dette året. Etterfølgende figurer viser vannstands nivå i dag og i 2090 ved ulike stormflohendelser. Som det går fram av figurene er sementfabrikken forholdsvis trygt plassert med tanke på dette forholdet. I dag er det ingen situasjoner som gir påvirkning av fabrikken, selv ikke ved 1000-års stormflo. I 2090 vil både en 200-års stormflo og en 1000-års komme inn på fabrikkområdet.



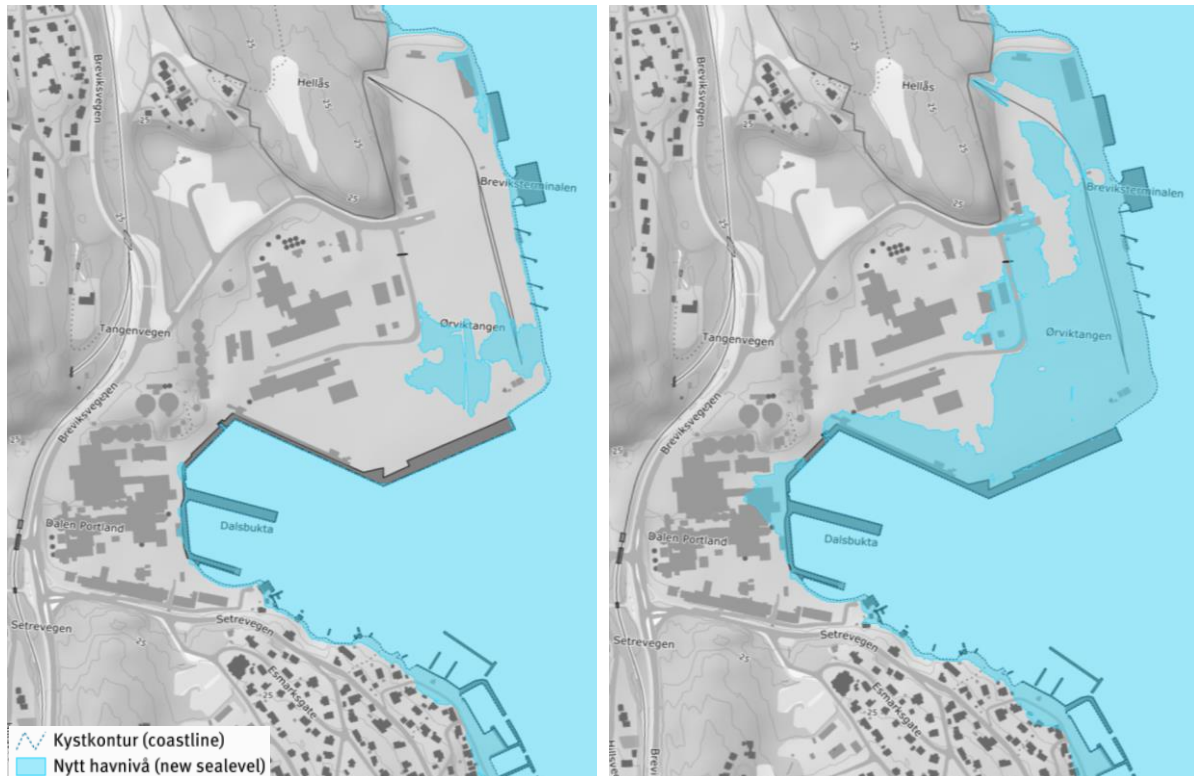
Figur 9-12: Middel høyvann i dag (til venstre) og i 2090 (til høyre). Som en ser er forskjellen meget liten, det eneste stedet dette er merkbart er ved nordre kai på Breviksterminalen. Kartutsnitt hentet fra Kartverket^{/30/}



Figur 9-13: 20-års stormflo i dag (til venstre) og i 2090 (til høyre). Kartutsnitt hentet fra Kartverket^{/30/}



Figur 9-14: 200-års stormflo i dag (til venstre) og i 2090 (til høyre). Kartutsnitt hentet fra Kartverket^{/30/}



Figur 9-15: 1000-års stormflo i dag (til venstre) og i 2090 (til høyre). Kartutsnitt hentet fra Kartverket^{/30/}

9.5.2 Konsekvenser av tiltaket

Byggteknisk forskrift (TEK 17) sier i § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo første ledd:

Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.

Dette kravet gjelder byggverk for virksomheter som omfattes av storulykkeforskriften. Kravet i denne bestemmelsen kan bare tilfredsstilles ved å plassere byggverket flomsikkert, det vil si at det ikke er en løsning å sikre eller tilpasse tiltaket slik at det tåler oversvømmelse. Bakgrunnen er at de spesielle tiltakene som denne bestemmelsen er beregnet for må fungere også under flom, eller at flomskader kan gi livsfarlig forurensning.

Som det går fram av figurene ligger ikke fabrikkene innenfor flomsoner. Lagertanker for CO₂ ligger nær utbredelsen av flom med 1000 års gjentakintervall (1000-årsflom) i dag. I 2090 vil arealet med tankene være oversvømt ved 1000 års stormflo. Levetiden for anlegget er beregnet til 25 år, og det er derfor ikke relevant å planlegge med en så lang tidshorisont.

Lagertankene er for øvrig ikke sårbare for stormflo. En stormflo vil bare nå fundamentene, og disse tåler en oversvømmelse. Kritiske komponenter som rørkoblinger og ventiler ligger flere meter over bakken, og vil ikke bli oversvømt. Basert på overnevnte er konsekvensen **ubetydelig (0)**.

9.6 Jordskjelv (seismisk aktivitet)

9.6.1 Dagens situasjon

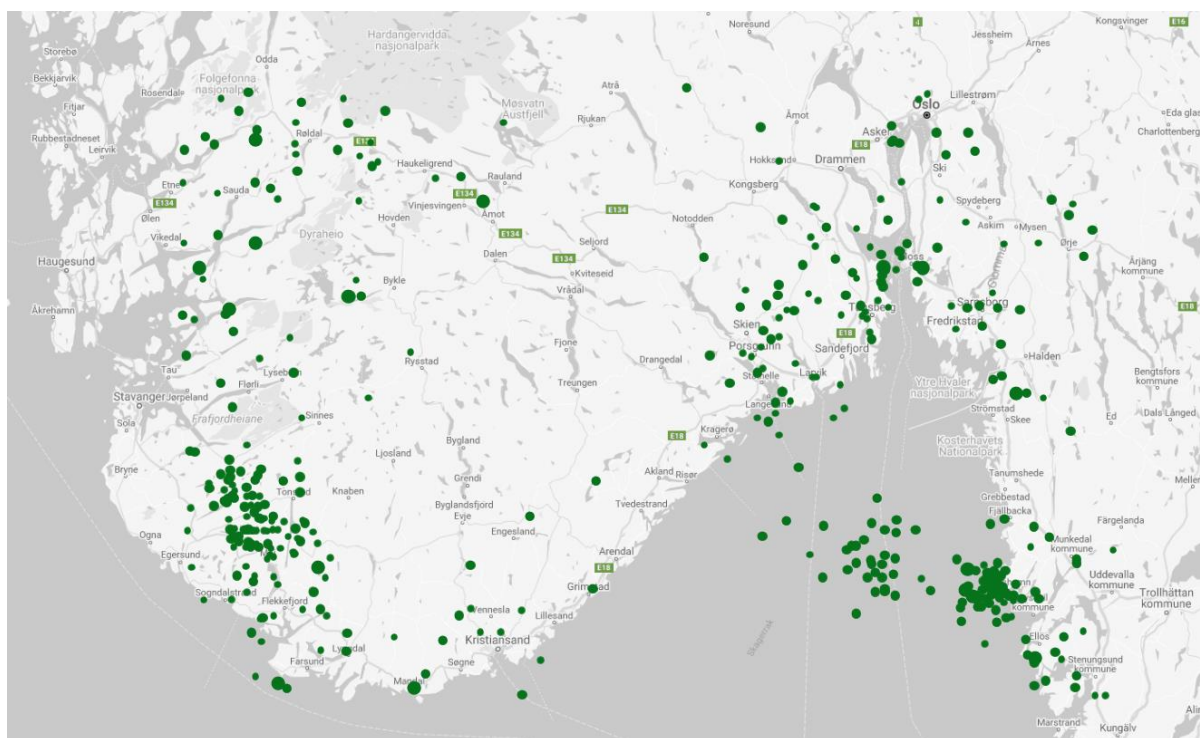
Det er hovedsakelig tre geologiske mekanismer som truer Norge på jordskjelvfronten. De er knyttet til den midtatlantiske ryggen som en gang i tiden skapte Island, spenninger i grunnen siden landet (på Vestlandet og i Nordland) fremdeles hever seg med omtrent én centimeter i året etter istiden og den

såkalte Oslo-graben. For Brevik er sistnevnte relevant siden området geologisk tilhører Oslofeltet (Langesund-graben). Riften i Oslo-regionen ble til i Perm/Trias (for ca. 200-300 millioner år siden) med vulkanisme, tynne skorpe og senere innsynkning. Resultatet er en graben-struktur med tykke sedimenter, tynn jordskorpe og mange store forkastninger. Dette har resultert i en svakhet i jordskorpen hvor det lettere kan skje skjelv igjen. Denne regionen har vært utsatt for minst tre kjente store jordskjelv, det siste i 1904 (Oslofjordskjelvet). Det er beregnet til en styrke på 5,4, og ga skader langs Oslofjorden inklusive Oslo^{/31/}.

NORSAR kartlegger jordskjelv^{/32/}. I deres kartløsning er skjelv fra 1998 til i dag registrert. I nærheten av Brevik er det her registrert to skjelv. Begge skjedde i 2004. I Heistadområdet var det et skjelv i mars på 8 km dybde med styrke 2,01, mens det var ett i Bergsbygda i april samme år med styrke 1,75 på 12 meters dybde. Disse var begge meget små skjelv, som ikke var merkbare.

NORSAR skriver følgende^{/31/}:

Geologiske argumenter og kjent jordskjelvaktivitet tilsier at det er grunn til å forvente store fremtidige jordskjelv i Oslo-graben regionen, men hvor og når de kommer vet vi ikke. Det kan komme neste år, om hundre år eller om fem hundre år.



Figur 9-16: Jordskjelvaktivitet i Sør-Norge i tidsrommet 1998–2019 (kartutsnitt hentet fra NORSAR^{/32/})

9.6.2 Konsekvenser av tiltaket

Lagertanker for amin, lut og CO₂ skal vurderes for jordskjelv. Dimensjonering for seismiske laster er ikke gjort i skrivende stund, men vil bli gjort som en del av revisjon av tekniske dokumenter^{/45/}.

Basert på dette anses forholdet til jordskjelv å ikke innebære noen risiko. Konsekvensen er **ubetydelig (0)**.

9.7 Dominoeffekter og storulykker

Norcem er en storulykkebedrift, og er dermed omfattet av storulykkeforskriften^{/10/}. Det samme er tilfelle med nabobedriften Renor. Dette medfører krav til utarbeidelse av sikkerhetsrapport og informasjon til allmennheten, samt årlig tilsyn.

Siden disse to storulykkebedrifter ligger så tett, blir storulykkeforskriftens § 8 om dominoeffekter relevant. Dominoeffekt omfatter kun storulykkevirkosomheter, og foreligger når:

- to eller flere storulykkevirkosomheter er berørt, og
- en serie av ulykkeshendelser inntreffer, og
- hver ulykkeshendelse er en konsekvens av den foregående, og
- hvor konsekvensene øker og resulterer i storulykke.

9.7.1 Dagens situasjon

Renor

Renor AS er et heleid datterselskap av Norcem AS, og har som hovedoppgave å samle inn og forbehandle farlig organisk avfall til alternativt brensel. Bedriften mottar farlig avfall fra en rekke industri-virkosomheter, kommuner og avfallsinnsamlere. Alt behandlet avfall leveres som brensel til Norcem, mens noen av avfallstypene forblir ubehandlet, og sendes videre til andre mottak eller til eksport.

Renor har i dag tillatelse til å motta og behandle inntil 50 000 tonn organisk farlig avfall per år^{/48/}. Avfallet kan inneholde mindre mengder uorganiske komponenter. I tillegg kan bedriften også motta en nødvendig mengde ikke farlig avfall, eksempelvis treflis, plast, bildekk, gummiholdig avfall fra bilfragmentering og lignende, til bruk i produksjonen av brenselsblandinger. Mottak av denne typen avfall har ingen mengdebegrensning i utslippstillatelsen^{/48/}.

Alle mottak er avtalt på forhånd og deklartert fra leverandør. Ved mottak kontrolleres, prøvetas og analyseres mottatt avfall i henhold til en risikovurdert prøvetakingsstrategi.

Det farlige avfallet behandles for å lage faste eller flytende brenselsblandinger. Emballert fast avfall blir kvernet i småkollianlegg eller shreddertårn. Metall skilles ut med magnet og sendes til vaskeanlegg før det leveres videre til anlegg som har tillatelse til å motta dette. Alt vaskevannet tilbakeføres til prosessen i lukket anlegg. Det faste avfallet går videre til en mikser. Det som er flytende i avfallet går til oppsamling i tankanlegg som flytende avfall. Det resterende avfallet blandes med absorbent (avfallsflis) og transportert til produksilo.

Noe fast brenselsblanding produseres i bunker ved at flytende avfall som ikke kan tømmes i tank, fylles i bunker og blandes med absorbent. Avfall og absorbent blandes mekanisk med gravemaskin og lastes i transportkasser for transport til Norcem.

Flytende avfall blir produsert via emballert avfall i småkollianlegg eller shreddertårn, eventuelt blir flytende avfall også levert direkte til tank fra bil. Avfallet blandes og filtreres før det sendes via rørledning til Norcem.

Hos Norcem benyttes brenselsblandingen som erstatning for kull, noe som medfører at avfallet destrueres i sementovnene ved høy temperatur (opp til 1450 °C).

Som storulykkebedrift har Renor iverksatt en rekke tiltak for å begrense risiko:

- Det er etablert gode driftsrutiner.
- Prosessovervåking og tekniske sikringstiltak.
- Industrivern.

- Intern og ekstern beredskap.
- Revisjon, tilsyn m.m.

Risiko for storulykker

Det er gjennomført risikoanalyser av både Norcems og Renors virksomheter^{/38/}. Norcem vurderer muligheten for storulykke relatert til brann/eksplosjon i avfallsanlegget og tanker, samt utslipp av spillolje til sjø. Renor har vurdert brann/eksplosjon i sine lager- og prosessområder som den type situasjon hvor risikoen for storulykke er størst.

Mulige storulykker ved Norcem Brevik:

- Brann i anlegg for fast farlig avfall.
- Lekkasje med påfølgende eksplosjon-/brann i tankfarm for flytende farlig avfall.
- Lekkasje med påfølgende utslipp av spillolje til sjø.

Det er utarbeidet sikkerhetsrapport for Norcem som beskriver dette nærmere^{/40/}

Mulige storulykker ved Renor Brevik:

- Brann/eksplosjon i prosessanlegg.
- Brann/eksplosjon i tankanlegg med påfølgende store lekkasjer.
- Brann/eksplosjon i lagerområder.

9.7.2 Konsekvenser av tiltaket

En ukontrollert brann i hos Renor kan eksponere CO₂-lagertankene i så lang tid at tankbrudd oppstår. Tankanlegget er flyttet i forstudien, men er likefullt nær Renor. Det verste utfallet er en såkalt BLEVE (Boiling liquid expanding vapor explosion). Det er en eksplosjon som følge av at en tank blir utsatt for kraftig oppvarming og deretter revner grunnet økning i innvendig trykk. En slik plutselige trykkavlastning vil føre til en eksplosiv fordampning av hovedparten av væsken. Trykk- og sjokkbølge sammen med flyvende metallbiter fra tankene og rask økning av CO₂-konsentrasjon i luften kan gi store ødeleggelser og skade/død. Dette er den potensielt største alvorlige ulykken som kan oppstå i forbindelse med karbonfangstanlegget. Hendelser med eksplosjon av CO₂-tanker er sjeldne, men det finnes noen få eksempler fra nyere tid. Dette er en mulig dominoeffekt, som også har potensiale til å ødelegge deler av Renors anlegg, noe som kan gi utslipp av farlige stoffer.

Brann ved Renor som kan påvirke fangstanlegget er beskrevet i risikoanalysen^{/70/}. Områder med brann- og eksplosjonsrisiko hos Renor er prosessanlegget (ca. 150 meter til CO₂-tankene), lagertankanlegget (ca. 170 meter til CO₂-tankene) og lagringsområdet (30-40 meter til CO₂-tankene). Prosessområdet og lagertankanlegget er vurderes å være for langt unna for å føre til betydelig brann eller eksplosjonslast på CO₂-lagertankene. Hvis brann bryter ut i lagringsområdet (30-40 meter unna CO₂-tankene) kan dette gi høye varmelaster på lagertankene. Beskyttelsesvegg vil gi effektiv avskjerming av de nedre delene av tankene fra brann (og eksplosjon). Veggene er imidlertid ikke høye nok til å gi skjerming for den øverste delen av tankanlegget. Det er utført beregninger som viser at en slik brann kan gi stor varmelast på den nærmeste tanken. Siden tankene ikke er dimensjonert for å tåle brannbelastninger, er dette et svakt punkt i dagens design.

Tiltak ved branneksposering er naturlig nok brannslukking og kjøling av tankene av brannvesenet og industrivernet ved Norcem/Renor. Tilkoblingspunkter for brannforsyning er tilgjengelig i nærheten, det er ikke behov for ekstra tilkoblingspunkter for brannvann.

En brann ved rørledninger vil ikke ha samme potensielle risiko. Ved en hendelse stanses CO₂-strømmene, og farepotensialet er lite. Siden lagertankene er plassert utenfor Renor-eiendommen,

bak en massiv beskyttelsesvegg, er det ikke vurdert at materialhåndtering og kjøretøyaktivitet hos Renor medfører fare for kollisjon med lagertankene eller rørledninger.

For å forhindre en BLEVE inngår følgende tiltak i prosjektet:

- To PSV-er (Pressure Safety Valve) per tank. Ventilene er koblet til gassfylt del av tanken.
- Tankene er dimensjonert for et trykk på 21 barg, mens driftstrykket er lavere (15 barg).
- Tankene er beskyttet/skjermet av vegger på tre sider. Dette gir også en viss beskyttelse mot en ev. brann ved Renor, i steinlager og i kullager.
- Trykk- og nivåindikatorer i tankene som stenger gasstilførselen ved trykkendringer og overbelastning.
- Isolasjon av tankene for å motstå temperaturøkning ved sol og/eller høy lufttemperatur. Denne isolasjonen er dog ikke dimensjonert for å motstå ekstern brannbelastning.
- Tankene utstyres med en ventilasjonsledning (PV0012) som tillater fordampning av CO₂ ved oppvarming av tankinnholdet.
- Det er tilkoblingspunkter for brannvann i nærheten av tankene. Dette gjør det mulig å avkjøle tankene ved en nærliggende brann.

I tillegg vil ulike systemer varsle ved hendelser. I det ligger brannvarsling og varsel av trykkøkning i tank og for høy fyllingsgrad. Dette vil gi tid til evakuering av personell ved Renor, Norcem og Breviksterminalen. Det er altså en rekke barrierer/tiltak som gir tid til å hindre en BLEVE, ev. utføre evakuering av personell. Risikoen for en BLEVE vurderes å være svært lav. Se for øvrig tiltak på side 85.

Ved en hendelse kan de negative konsekvensene bli svært store med materielle ødeleggelser og personskade/død. Sannsynligheten er imidlertid svært liten for en slik hendelse, samt at om det skulle oppstå vil det være tid til evakuering. Konsekvensmetodikken er dårlig egnet til å gjøre vurderinger av sannsynligheter og risikoer. Tiltaket gis derfor **liten negativ konsekvens (-)**.

9.8 Samlet konsekvens beredskap og ulykkesrisiko

Naturreisiko i form av jordskjelv, havnivåstigning og stormflo anses ikke å ha betydning for det planlagte anlegget. Nye risikoer i form av lager og bruk av etsende væsker (amin og lut) innføres. Stoffene plasseres i tanker som sikres etter gjeldende regelverk, og utgjør ingen vesentlig risiko.

Fanget CO₂ lagres under trykk i tanker. En lekkasje av CO₂ kan utsette personer som arbeider/oppholder seg hos Norcem, Renor og Breviksterminalen for skadelige/dødelig gasskonsentrasjoner. Risikoen er liten, og en rekke tiltak for å begrense risikoen er planlagt.

Brann og eksplosjon på Renors anlegg er en potensielle fare som kan påvirke CO₂-lagertankene og rør. Det verste utfallet er en eksplosjon som følge av at tank utsatt for kraftig oppvarming revner som følge av økning i innvendig trykk. Dette kan gi en eksplosjon med trykkbølge, flyvende metalldeler og utslipp av store mengder CO₂.

For å begrense risikoen er det definert soner rundt tankene hvor det ikke skal oppbevares brennbart materiale. Andre tiltak ved branneksposering er brannslukking og kjøling av tankene av lokal brannvesenet og industrivernet ved Norcem/Renor.

Karbonfangstanlegget innfører nye risikoforhold, der lagertanker for CO₂ har det største potensialet for store ulykker. Sannsynligheten for hendelser skal inntreffe er meget lav, konsekvensen bedømmes å være **liten negativ (-)**.

10 Avfall og forurenset grunn

10.1 Dagens situasjon

10.1.1 Forurenset grunn

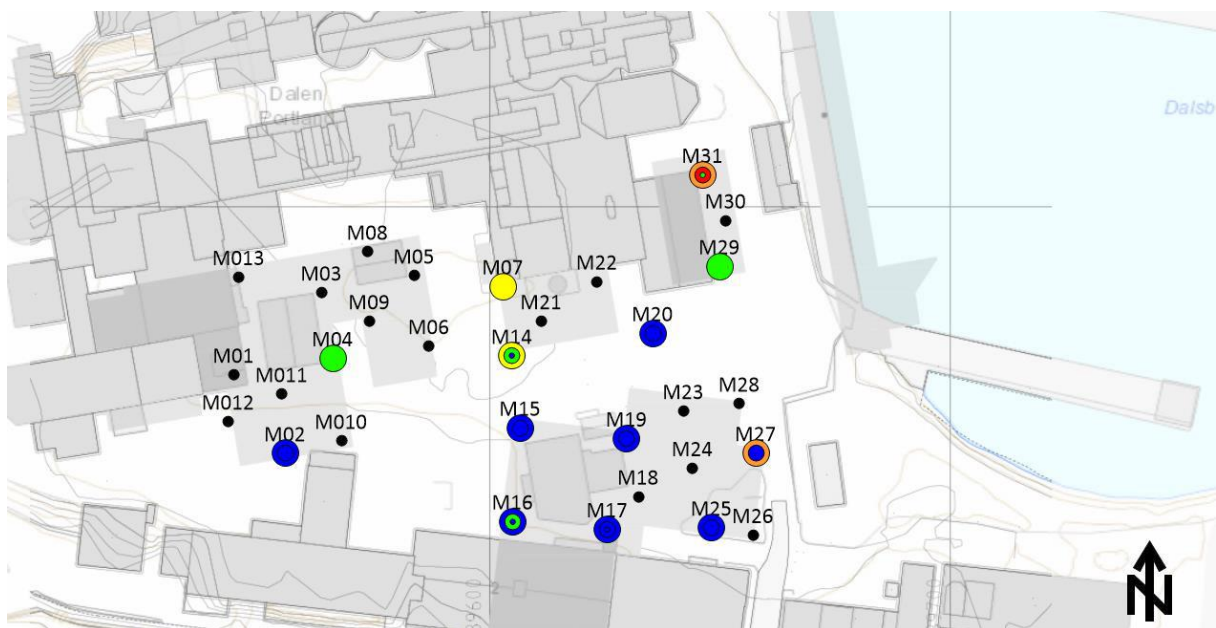
I anleggsfasen kan graving i områder med forurenset grunn medføre at forurensing spres til miljøet, og utgjøre en risiko for mennesker (helse) og miljø.

Det er utført flere miljøgeologiske undersøker hos Norcem. I forbindelse med dette prosjektet ble det i desember 2018 tatt prøver i prosessområdet og der CO₂-tankene skal plasseres^{/43/}. Maksimal prøvetakningsdybde var 3 meter. Figur 10-1 og figur 10-2 viser dette.

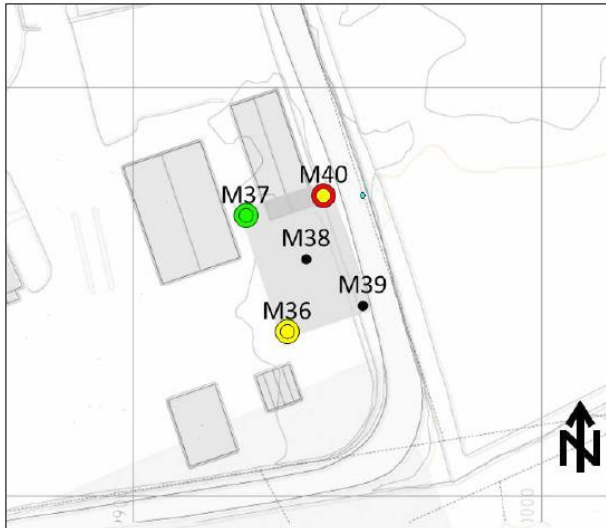
Tabell 10-1 viser tilstandsklassene definert av Miljødirektoratet. De analyserte parametrene er i tilstandsklasse 1 i hoveddelen av prøvene. Konsentrasjoner over tilstandsklasse 1 ble funnet i 10 borehull, hovedsakelig organiske parametere. I prøver fra 4 borehull er det registrert forskjellige metaller i klasse 2 og 3. Noen få prøver inneholder dioksiner og krom (Cr6 +) i klasse 2 og 3. To prøver var i klasse 5 for benzen og PAH^{/43/}. Resultatene viste altså store variasjoner, noen steder er grunnen ren, andre steder er det moderat grunnforurensning, mens to ga høye nivåer.

Tabell 10-1: Tilstandsklasser for forurenset grunn og beskrivelse av tilstand. Hentet fra TA2553^{/50/}

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall



Figur 10-1: Borehull og analyseresultatene av jordprøver tatt i prosessområdet. Blå sirkel er tilstandsklasse 1, grønn er klasse 2, gul klasse 3, oransje er klasse 4 og rød klasse 5. Ytre sirkel viser 0–1 meters dybde, mens indre sirkel: 1–2 meters dybde. Figur utarbeidet av Norconsult^{/43/}



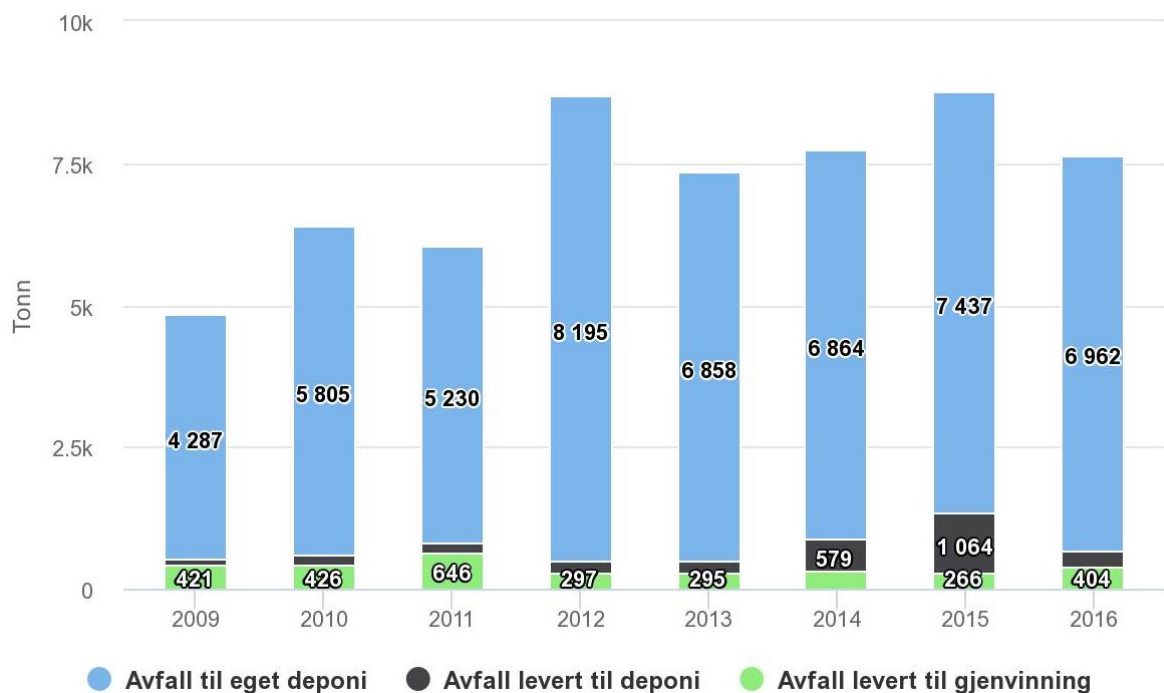
Figur 10-2: Borehull og analyseresultatene av jordprøver tatt der CO₂-tankene skal ligge. Grønn sirkel er tilstandsklasse 2, gul klasse 3 og rød klasse 5. Ytre sirkel viser 0–1 meters dybde, mens indre sirkel: 1–2 meters dybde. Figur utarbeidet av Norconsult^{43/}

10.1.2 Forurensede sedimenter

Som en del av tiltaket planlegges det å erstatte Cementkaia og rive Kullkaia. Dette medfører arbeider i sjøbunnen. Det er tidligere gjort flere undersøkelser av sedimentene utenfor Norcem. Det ble gjort nye undersøkelser i 2019^{74/}. Disse viser at sedimentet er sterkt forurenset med PAH, TBT og dioksiner (tiltaksklasse 3-5).

10.1.3 Avfall

Produksjonen ved Norcem genererer avfall som kan skyldes feilproduksjon eller ha andre avvik. Bedriften har tillatelse til å deponere dette avfallet i eget deponi (gruven). I tillegg kommer en rekke ulike avfallskomponenter fra produksjonen. Detaljer rundt dette finnes på Norske utslipp^{52/}.



Figur 10-3: Avfall fra Norcem Brevik i perioden 2009–2016 i 1000 tonn. Figur utarbeidet av Norcem

10.2 Konsekvenser av tiltaket

10.2.1 Forurenset grunn og sedimenter

Før terrenginngrep i forurenset grunn skal det utarbeides tiltaksplan (jf. forurensningsforskriftens § 2-6)^{/12/}. Den gjør greie for hvordan forurensningen skal håndteres. For både forurenset grunn og forurensede sedimenter kreves risikovurdering og en handlingsplan etter retningslinjen M-802^{/76/} og M-409^{/75/}. Risikovurdering og handlingsplaner skal behandles og godkjennes av miljømyndighetene.

10.2.2 Avfall

Fangstanlegget produserer avfall i form av filtre, avløpsvann og fra gjenvinningsprosessen av aminer^{/59/}.

Det vil være forbruk av filtre i aminsysteget og i vannrenseanlegg. Det er ikke forventet at det blir behov for hyppig utskifting at filtre og mengden filteravfall er lite og uproblematisk å håndtere. Filtre fra fangstanlegget leveres Renor.

Karbonfangstanlegget vil produsere farlig avfall fra gjenvinningsprosessen av amin. Basert på tester er det forventet at dette avfallet inneholder aminer (30–50 %), nedbrytningsprodukter (30–50 %), metaller (inkludert noen tungmetaller) (5–15 %) og vann (5–40 %)^{/59/}. Det er benyttet avanserte metoder i disse testene, men dette er en kompleks materie, og mengdeforhold av stoffer kan avvike. Andre komponenter kan også inngå. Det er derfor forutsatt at avfallet kan inneholde spor av giftige, kreftfremkallende, gentoksiske (kreftfremkallende) og sensibiliserende (kan gi allergisk immunrespons, overfølsomhet) forbindelser. Brukt aminløsning med for dårlig kvalitet skilles ut i reclaimingsprosessen og leveres til Renor for destruksjon. Avløpsvann fra prosessen renses for dioksiner, tungmetaller etc. og leveres Renor for deponering.

Avfallsmengden er forventede å bli 85 tonn per år. Det fraktes bort med tankbil. pH er over 10. Fargen er brun / svart. Avfallets konsistens er flytende til tykt/viskøst.

Avfallet inneholder redusert nitrogen. Det kan derfor benyttes som reduksjonsmiddel for rense NOx-utslipp uten katalysator (SNCR – Selective non-catalytic reduction).

Farlig avfall må håndteres iht. avfallsforskriften^{/61/}. Foretak som leverer farlig avfall skal gi tilstrekkelig informasjon om opprinnelsen av avfallet, dets innhold og dets egenskaper, slik at ytterligere håndtering av avfallet kan gjøres på riktig måte. Selskapet skal fylle ut en deklarasjonsskjema som er godkjent av Miljødirektoratet ved avhending av avfallet.

I den videre detaljplanleggingen er det viktig å designe systemet for å minimere risikoen for lekkasjer, utslipp og fordampning som kan medføre helse- og miljørisiko.

10.2.3 Konsekvenser

Gitt at det utarbeides tiltaksplan og den følges har tiltaket ingen konsekvenser knyttet til forurenset grunn og sedimenter. Tiltaket medfører en ny type farlig avfall fra bedriften. Såfremt dette håndteres forskriftsmessig vil det ikke medføre belastning på helse eller miljø. Konsekvensen er **ubetydelig (0)**.

11 Sysselsetting og verdiskaping

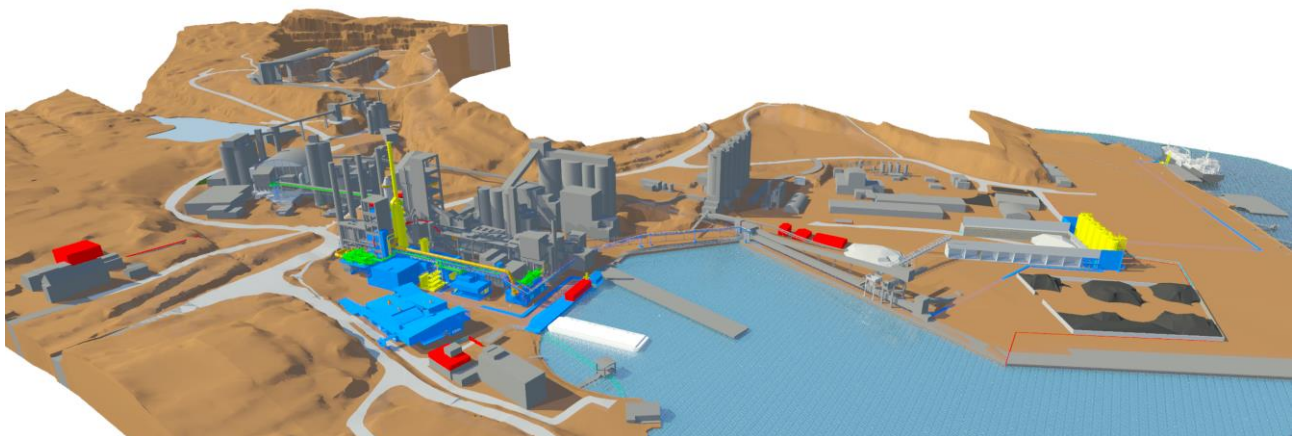
Lokalt vil driften av karbonfangstanlegget til Norcem i Brevik gi behov for 15 til 20 ekstra arbeidsplasser.

Videre kan en forvente at sement produsert med karbonfangst vil være mer etterspurt i markedet en tradisjonelt produsert sement. Tiltaket vil derfor være med på å sikre bedriften og arbeidsplasser. En må også forvente en stor aktivitet knyttet til demonstrasjon og omvisning av anlegget, både fra inn- og utland. Dette vil gi noe ringvirkninger i form av transport, servering, overnatting og salg av tjenester.

En norsk industrisatsing på karbonfangst, som dette prosjektet er med å danne grunnlag for, kan medføre store sysselsettingseffekter. Dette er behandlet i en egen rapport fra Sintef^{46/}. Her pekes det på en rekke sysselsettingseffekter og muligheter en industriell satsing kan føre til:

- Norge som vertsnasjon for internasjonal industri. Med nærhet til en infrastruktur for CO₂-håndtering kan det bli attraktivt for ulike bedrifter å etablere seg i Norge
- Et sentrallager for CO₂ i Nordsjøen kan betjene hele Europa. Norge har allerede kompetanse og sysselsatte i olje- og gassindustrien, og det er behov for satsing for å opprettholde verdiskaping etter hvert som olje- og gassproduksjonen faller.
- Hydrogenproduksjon fra naturgass med karbonfangst. En satsing i Norge på hydrogen fra naturgass med karbonfangst kan gi mange arbeidsplasser.
- Transport av CO₂ på skip. Norske verft, rederier og tilliggende tjenestevirksomhet er godt posisjonert til å ta andeler i dette markedet.
- Markedet for CO₂-fangstteknologi og -anlegg. Norskutviklet teknologi vil kunne konkurrere i dette markedet, og har også spredningspotensial globalt.
- Teknologit utvikling 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 CO₂-håndteringsprosjekter.

Med dette som bakgrunn bedømmes tiltaket å ha **stor positiv konsekvens (+ + +)** for dette temaet.



Figur 11-1: Utsnitt fra 3D-modellen som viser nybygg som en del av prosjektet med farge

12 Konsekvenser i anleggsfasen

12.1 Helse- og miljøfarlige stoffer i bygninger og konstruksjoner

Helse- og miljøfarlige stoffer i bygg og konstruksjoner som skal rives kan komme på avveie og skade helse og miljø. Det er foretatt en kartlegging av helse- og miljøfarlige stoffer i bygningene, og den er oppsummert i en mengdebeskrivelse^{/44/}.

Kartleggingen viser at bygg og konstruksjoner inneholder varierende mengder bygningsdeler som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer. De viktigste funnene var:

- Asbest: rørisolasjon, vinylfliser på gulv, pakninger
- Bly: blyholdig maling, soilrør med blyskjøt
- Ftalater: vinylbelegg på gulv, mulige forekomster i pakninger
- Klorparafiner: isolerglassvinduer
- Kjemikalier og olje
- PCB: isolerglassvinduer, lysarmatur
- PAH: kreosotimpregnerte peler
- EE-avfall

Det er videre påvist lavforurensede tyngre rivemasser i en rekke konstruksjoner. Det påpekes spesielt at flere av konstruksjonene inneholder en del asbest, og at det derfor må utvises spesiell aktsomhet ved all form for riving i bygningene.

Det skal utføres grundig kartlegging i neste fase av prosjektet, med blant annet mer nøyaktige registreringer av mengder, samt flere prøver av blant annet pakninger, betong og maling.

Miljøsanering gjøres videre som første del av en riveprosess. Forekomstene av farlig avfall fjernes forsvarlig fra bygninger/konstruksjoner, og leveres til godkjent avfallsmottak for farlig avfall.

Såfremt dette følges opp og utføres etter beskrivelsene, vurderes ikke helse- og miljøfarlige stoffer tilknyttet bygg og konstruksjoner å utgjøre noe risiko eller innebære negative konsekvenser av tiltaket.

12.2 Trafikk

12.2.1 Sjø

Ved bygging av fangstanlegget vil en del materiell og utstyr vil bli tatt inn med båt. Omfanget av dette i forhold til eksisterende skipstrafikk vil være så lite at den midlertidige økningen i tonnasje knapt vil være merkbart i området.

12.2.2 Vei

Anleggsperioden vil medføre transport og trafikk. Dette er knyttet til arbeidere som skal til og fra anleggsområdet og inntransport av materialer og utstyr. I den mest intensive byggeperioden er det forventet opptil 100-150 anleggsarbeidere og 50 planleggere. I hvor stor grad disse benytter privatbil er avhengig av hvor arbeidsstokken bor. Lokale arbeidstakere som bor i nærområdet vil i stor grad benytte privatbil hver dag for å ta seg til og fra anleggsområdet. Det samme er tilfelle om det anlegges forlegningsrigg et stykke fra anlegget. I et slikt tilfelle er det imidlertid også mulig å sette opp buss. Om det plasseres forlegningsrigg i umiddelbar nærhet til anlegget vil arbeideren gå.

Materiell og utstyr i den mest intensive byggeperioden er i hovedsak knyttet til betong, stål, rør, maskiner og prosessutstyr. Dette vil i hovedsak bli tatt inn med bil. Veinettet har god kapasitet slik at det forventes at anleggstrafikk ikke vil gi trafikale problemer.

12.3 Støy

En rekke operasjoner tilknyttet byggeaktivitet på fabrikken vil medføre støy.

Ved større grunnarbeider er det spesielt støyende arbeider som ramming av peler, driving av spuntnåler, pigging i fjell og betong, samt fjellboring som erfaringsvis medfører de høyeste lydnivåene og derfor også medfører størst støyplage. Det er mindre behov for flere av disse operasjonene i Brevik, men det vil bli riving, saging i betong og peling. Massehåndtering og grunnarbeider med gravemaskiner, bulldosere og hjullastere medfører langt lavere lydavgivelse enn ovennevnte kilder, typisk lydeffekt 100–110 dBA. Slike maskiner opererer ofte flere samtidig over større et område.

Ved oppføring av bygg er støykildene vanligvis langt mer beskjedne enn ved grunnarbeider. Mest støyende kilder er ofte betongpumper og motorstøy fra større aggregater, lastebiler og mobilkraner. Bruk av vinkelslipere og hydraulisk drevet håndverktøy kan også medføre støyplage.

Transport med lastebiler og trailere til anleggsområdet på offentlig vei vil gi noe økt veitrafikkstøy.

Det er boliger i nærheten av Norcem. Det vil bli lagt vekt på å planlegge aktivitetene slik at det ikke medfører unødig ulempe for berørte naboer, for eksempel i forhold til støy på kveld og natt. Det vil videre bli lagt vekt på informasjon til naboer slik at de blir forberedt på støyende aktivitet.

12.4 Sysselsetting og ringvirkninger

Kostnader ved bygging av karbonfangstanlegget ble beregnet til mellom 3,0 og 3,1 mrd. kroner i konseptfasen. Dette er ikke gjort noen beregninger av hvilken betydning dette vil ha for lokalt eller regionalt næringsliv, men det er utvilsomt at en slik investering vil ha lokal og regional betydning når det gjelder sysselsatte, varer og tjenester. Størrelse av dette vil i stor grad avhenge av hvem som blir tildelt de ulike kontrakter, og i hvor stor grad ev. store nasjonale eller internasjonale firmaer vil benytte lokale som underleverandører.

Regionen har et bredt sammensatt næringsliv, med betydelig kompetanse og kapasitet. Store nasjonale anleggsfirma er godt representert også lokalt i regionen og antas å være konkurransedyktige på mange områder. Ut fra dette kan man regne med at betydelige andeler av leveransene vil gå til det regionale næringslivet.

13 Sammenstilling og anbefaling

Norges satsing på karbonfangst og -lagring (CSS) er i alle enkelhet avhengig av:

1. Fangst av CO₂
2. Transport av CO₂ til utskipingssted
3. Lagring av CO₂ i geologiske formasjoner i Nordsjøen

Norcems planer oppfyller punkt 1, og er en forutsetning for de to andre. Det har vært utført tester med fabrikkens røykgass i flere år som viser at gassfangst er mulig. Denne utredningen viser at det både er positive og negative konsekvenser med tiltaket, men de negative konsekvenser er små.

Tabell 13-1: Oppsummerende tabell

TEMA	KONSEKVENNS
Utslipp til luft	I fangstanlegget vil noen av komponentene i røykgassen vaskes/kondenseres ut av røykgassen slik at stoffer som i dag går til luft slippes til sjø. Sure gasser som SO ₂ , HCl og HF vil praktisk talt bli eliminert. Fangstanlegget vil imidlertid innføre enkelte nye utslippskomponenter, deriblant aminer og nitrosaminer. Alle disse utslippskomponentene vil være i konsentrasjoner under eller godt under gjeldende/forventede grenseverdier. På positiv side vil flere forurensende stoffer som i dag går til luft renses og gå til sjø. På negativ side introduseres nye forurensende komponenter knyttet til aminer. Samlet sett bedømmes derfor konsekvensen som positiv (+). Tiltaket vil redusere CO ₂ -utslipp fra sementfabrikken. Denne positive globale effekten er ikke vurdert under dette temaet.
Utslipp til vann	Røykgass fra fangstanlegget vil kondenseres og renses før det blandes med kjølevann og slippes ut på ca. 40 meters dyp i Eidangerfjorden. Utslipet vil føre til en lokal temperaturøkning rundt utslippet. Rask fortykning og dyp innlagring gjør at dette er miljømessig akseptabelt. Tilførsel av støv og totalt organisk karbon (TOC) i en så stor vannforekomst er marginalt. De forsurende stoffene som slippes ut antas å ha liten eller ingen effekt på vannkjemi og biota. Endring i pH vil være innenfor det som forventes å være naturlige variasjon. Tilførsler av kvikksølv er beregnet til 40 g/år, noe som utgjør ca. 0,3 % av totale tilførsler av kvikksølv til Grenlandsfjordene. Dette er godt under grenseverdien gitt i vannforskriften. For andre metaller er også utslippet godt under grenseverdiene. For avløpsvannet er konsentrasjonen av dioksiner i utslippspunktet beregnet til å være 0,0009 g/år. Fra Breviksterskelen i Frierfjorden er det i dag beregnet et utslipp på 1 g/år av dioksiner til Langesundsfjorden, ny tilførsel fra Norcem utgjør ca. 0,09 % av dette. Eidangerfjorden har i dag dioksinkonsentrasjoner over grenseverdien. Det er derfor ikke mulig å fortynne avløpsvannet til konsentrasjoner under grensen. Tiltaket gis liten negativ konsekvens (–) for utslipp til vann.
Støy	Karbonfangstanlegget innfører nye støykilder, i første rekke vifter, pumper og ny kompressor. Prosjekt målet for støy fra fangstanlegget er at støy ikke skal overskride 40 dBA ved naboer. Støyberegninger viser overskridelser av dette nivået, og det er derfor forutsatt støydemping av nye støykilder. Ved skjerming av utstyr viser beregningene at målet nås, og at støynivåene for støyfølsom bebyggelse ikke øker. I tillegg inngår støyskjerming av oven 6 i tiltaket. Dette gir en bedring av støynivået til den mest støyutsatte nabobebyggelse. Tiltaket gis derfor liten positiv konsekvens (+) for anleggets støypåvirkning på mest støyutsatte nabobebyggelse.
Transportbehov, energibruk og energiløsninger	CO ₂ fraktes bort med skip med ett anløp hver fjerde dag. Brevik ligger gunstig til med tanke på båttransport. Farvannet er svært godt utredet i forhold til nautisk sikkerhet som følge av transport av farlige stoffer til industrien i Grenlandsområdet. Konsekvens av båttrafikk skal utredes som en egen separat utredning i regi av Northern Lights. Drifting av karbonfangstanlegget vil gi begrenset trafikk på vei. Dette er knyttet til inntransport av aminløsning og lut (ca. 10 til 20 transporter per år). I tillegg må en regne med at det blir besøk til anlegget. Disse trafikkmengdene er så små at de ikke vil medføre problemer for trafikkavvikling eller endringer knyttet til trafiksikkerhet for noen trafikantgrupper. Prosessen med fangst av karbon krever energi. Denne tas fra overskuddsvarme fra sementfabrikken i form av kjeler og økt el-forbruk fra nettet med ny transformatorstasjon på Rønningen.

	Tiltaket har ubetydelige konsekvenser (0) for dette temaet.
Beredskap og ulykkesrisiko CO ₂ under trykk	Fanget CO ₂ lagres under trykk i tanker. En lekkasje av CO ₂ kan utsette personer som arbeider i område og naboer for skadelige/dødelig gasskonsentrasjoner. Risikoen er liten, og en rekke tiltak for å begrense risikoen er planlagt.
Lagre av amin og lut	Amin- og NaOH-løsninger (lut) benyttes ved karbonfangst. Stoffene plasseres i lagertanker som sikres etter gjeldende regelverk.
Havnivåstigning og stormflo	Norcem Brevik ligger ikke innenfor flomsoner i dag, men lagertankene for CO ₂ ligger nær utbredelsen av en 1000-årsflom, og vil være oversvømt ved 1000-års stormflo i 2090. Levetiden for anlegget er beregnet til 25 år, og det er derfor ikke relevant å planlegge med en så lang tidshorison. Lagertankene er for øvrig ikke sårbare for stormflo. Den vil bare nå fundamentene, og disse tåler oversvømmelse.
Jordskjelv	Brevik ligger i Oslofeltet, et område der det kan forventes større jordskjelv. Både lagertanker for amin, lut og CO ₂ skal dimensjoneres for jordskjelv.
Dominoeffekter og storulykker	Brann og eksplosjon på Renors anlegg er en potensiell fare som kan utsette CO ₂ -lagertanker og rør. Det verste utfallet er en eksplosjon som følge av at tank utsatt for kraftig oppvarming revner som følge av økning i innvendig trykk. Dette kan gi en eksplosjon med trykkbølge, flyvende metalleder og utslipp av CO ₂ . For å begrense risikoen er tankene utstyrt med sikkerhetsventiler som vil slippe gass kontrollert ut ved en hendelse, trykk og temperatur overvåkes kontinuerlig, tankene er beskyttet med en betongvegg og det vil bli definert soner rundt tankene hvor det ikke skal oppbevares brennbart materiale. Andre tiltak ved branneksplosjon er brannslukking og kjøling av tankene av lokal brannvesenet og industrivernet ved Norcem/Renor.
Samlet vurdering Beredskap og ulykkesrisiko	Karbonfangstanlegget innfører nye risikoforhold, der lagertanker for CO ₂ er den største. Sannsynligheten for hendelser skal inntreffe er meget lav, konsekvensen bedømmes å være liten negativ (-).
Avfall og forurensset grunn	Det er forurensset grunn og sedimenter på Norcems fabrikkområde. Det må utarbeides tiltaksplan ved arbeider som medfører graving i grunn og bunn o.l. som sikrer at forurensning ikke spres og skader miljøet. Fangstanlegget produserer avfall i form av filtre, avløpsvann og fra resirkuleringen av aminer. Mengden filteravfall er lite og uproblematisk å håndtere. Brukt aminløsning med for dårlig kvalitet skilles ut i resirkuleringsprosessen. Avløpsvann fra prosessen renses for dioksiner, tungmetaller etc. Gjenvinningsavfallet er forventet å være 85 tonn i året. Det leveres til Renor og/eller annet godkjent mottak. Konsekvensen er ubetydelig (0).
Syssetsetting og verdiskaping	Lokalt vil karbonfangstanlegget skape 15 til 20 arbeidsplasser. Sement produsert med karbonfangst vil trolig være mer etterspurt i markedet enn tradisjonelt produsert sement, noe som vil være med på å sikre arbeidsplasser. Det må forventes stor aktivitet knyttet til demonstrasjon og omvisning av anlegget. Dette vil gi noe ringvirkninger i form av transport, servering, overnatting og salg av tjenester. En norsk industrisatsing på karbonfangst kan imidlertid gi store syssetsettingseffekter, noe som prosjektet er med å danne grunnlag for. Konsekvensen bedømmes å være stor positiv (+ + +).

Tiltaket er i tråd med Stortingets klimasatsing og en rekke andre både nasjonale og internasjonale målsettinger. En årlig fangst av 400 000 tonn CO₂ vil i seg selv bare være et marginalt tiltak for å begrense den globale oppvarmingen. Tiltaket vil imidlertid redusere et punktutslipp betydelig, og vil bane vei for nye tilsvarende prosjekter både nasjonalt og internasjonalt. Sementproduksjon står for en betydelig del av verdens CO₂-utslipp. Med positive erfaringer fra Norcem kan flere sementfabrikker benytte samme teknologi, og næringen kan begrense sine utslipp betydelig. Fangst fra industrien er videre en forutsetning for at Norge skal nå sine klimamål. Om Norcems planer ikke realiseres er det en stor fare for Norges satsing på karbonfangst- og lagring ikke gjennomføres.

Funnene i denne konsekvensutredningen har ikke avdekket forhold som tilsier at tiltaket ikke bør eller kan gjennomføres.

14 Saksgang, informasjon og medvirkning

14.1 Melding

Første steg i KU-prosessen var å utarbeide en melding med forslag til utredningsprogram. Den lå ute til høring i perioden 1. oktober–14. november 2018. Materialet lå ute på nettsidene til Porsgrunn kommune og Norcem, og ble sendt til offentlige myndigheter, interesseorganisasjoner, lag og foreninger. Dette ble også annonsert i avisene i TA, Varden og Porsgrunn Dagblad tirsdag 2. oktober.

I forbindelse med meldingen ble det arrangert et åpent møte på Norcem i Brevik 5. november 2018.

Det kom inn 17 høringsuttalelser til melding med utredningsprogram. Disse er oppsummert og kommentert i et eget notat^{/33/}. Utredningsprogrammet ble så revidert og fastsett av Miljødirektoratet som er ansvarlig myndighet i brev av 11. januar 2019.

14.2 Konsekvensutredning

Konsekvensutredningen er utarbeidet med bakgrunn i krav i utredningsprogrammet. Den legges nå som meldingen på høring til berørte myndigheter, parter og interesseorganisasjoner.

Konsekvensutredningen er tilgjengelige på internett:

www.norcem.no

www.porsgrunn.kommune.no

Det gis en frist på minst seks uker med å komme med uttalelse til konsekvensutredningen.

Ansvarlig myndighet, Miljødirektoratet, skal på bakgrunn av høringen og egne vurderinger, ta stilling til om konsekvensutredningen er tilfredsstillende, eller om det er behov for tilleggsutredninger eller ytterligere dokumentasjon. Hvis det er behov for tilleggsutredninger skal disse sendes på høring til dem som har gitt høringsuttalelser til utredningen, samt eventuelt andre myndigheter som blir berørt. Fristen for å gi høringsuttalelser til tilleggsutredningen skal ikke være kortere enn to uker.

14.3 Samtykke fra DSB

Forskrift om håndtering av farlig stoff^{/72/} sier i § 17 at virksomheter som omfattes av storulykkeforskriften skal innhente samtykke fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap i rimelig tid før håndtering av farlig stoff påbegynnes. Dette gjelder også for virksomheter som allerede har samtykke, men der det gjøres vesentlige endringer. Etablering av karbonfangstanlegg er en slik vesentlig endring.

En slik samtykkesøknad skal høres, bl.a. for å sikre nødvendig medvirkning. Det er utarbeidet en egen temaveiledning om innhenting av samtykke^{/71/}. Her er forholdet til samtykke og konsekvensutredning omtalt. Siden konsekvensutredning skal høres, kan dette dekke medvirkningskravet for samtykke. Dette forutsetter i så fall at utredningen dekker de forhold DSB må ha klarhet i, samt ivareta pliktene virksomheten har til å innhente uttalelser etter brann og eksplosjonsvernlovens § 24^{/73/}.

Etter tiltakshavers syn dekker denne utredningen DSBs krav til å kunne gi samtykke. Ved høring av konsekvensutredningen vil det opplyses på at høringen også dekker samtykke samt uttalelser etter brann og eksplosjonsvernlovens bestemmelser.

14.4 Søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven

Det må også innhentes tillatelse etter forurensningsloven til tiltaket. Dette følger av lovens § 7 første ledd:

Ingen må ha, gjøre eller sette i verk noe som kan medføre fare for forurensning uten at det er lovlig etter §§ 8 eller 9, eller tillatt etter vedtak i medhold av § 11.

Konsekvensutredningen blir en viktig del av grunnlagsmaterialet for søknaden. Regler rundt dette fremgår av forurensningsforskriften^{/12/}, og miljømyndigheten har utarbeidet en egen veiledning for søknader^{/28/}.

Tiltaket er av en slik art at søknaden (som både melding og konsekvensutredning) sendes på høring. Miljødirektoratet vil så behandle søknaden og treffe vedtak. I vedtaket vil det legges vekt på de forurensningsmessige ulemper med tiltak sammenholdt med de fordeler og ulemper som tiltaket for øvrig vil medføre. Der det er nødvendig skal det stilles krav om overvåking av mulige negative virkninger av tiltaket for miljø og samfunn.

14.5 Medvirkning

Arbeidet legges opp med lovverkets krav vil informasjon og medvirkning. Dette sikres ved høring av melding, konsekvensutredning og søknad om tillatelse. Behov for ytterligere informasjon og offentlige møter vil bli vurdert fortløpende under arbeidets gang. Tiltakshaver legger opp til et informasjonsmøte i forbindelse med høring av konsekvensutredningen.

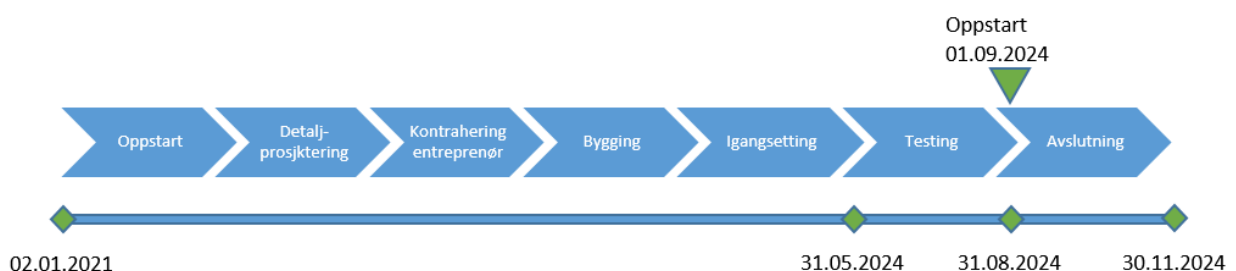
14.6 Framdrift

En mulig fremdriftsplan for konsekvensutredningsarbeidet er gitt nedenfor. Merk at datoer knyttet til saksbehandling/fastsettelse hos Miljødirektoratet er usikre.

Aktivitet	Tid
Utlegging av konsekvensutredning	1. november 2019
Offentlig ettersyn (seks uker)	1. november – 16. desember 2019
Oppsummering av høringsuttalelser, revisjon av konsekvensutredningen	16. desember 2019 – 15. januar 2020
Oversendelser til ansvarlig myndighet (Miljødirektoratet)	15. januar 2020
Saksbehandling ansvarlig myndighet	15. januar 2020–1. mars 2020
Fastsetting av konsekvensutredning	Mars 2020

Forprosjektfasen vil vare fram til sommeren 2019. Myndighetene vil deretter foreta en grundig kvalitetssikring (utført av tredjepart) og evaluering før det legges fram forslag for Stortinget om Regjeringen ønsker å realisere demonstrasjonsprosjektet (karbonfangst, transport og lagring). Tidligste tidspunkt for en slik beslutning vil være våren 2020. Det er anslått at byggeperioden i Brevik vil vare i 3,5 år. Fangstanlegget vil da være klart for drift høsten 2023.

Overordnet tidsplan er:



15 Kilder

- /1/ Politisk plattform for en regjering utgått av Høyre, Fremskrittspartiet, Venstre og Kristelig Folkeparti. Granavolden, 17. januar 2019.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/7b0b7f0fcf0f4d93bb6705838248749b/plattform.pdf>
- /2/ Norcem 2018. Karbonfangstanlegg Norcem Brevik. Melding med forslag til utredningsprogram. 130435-PLAN-RAP-01, rev01.
- /3/ Miljøverndepartementet 2007. Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand. St.meld. nr. 26 (2006–2007).
- /4/ Vann-nett 2019. Langesundsfjorden. <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0110010801-C>
- /5/ Vann-nett 2019. Eidangerfjorden. <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0110010600-C>
- /6/ Klima- og miljødepartementet 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen. Forskrift nr. 1446/2006.
- /7/ Telemark fylkeskommune 2019. Regional klimaplan for Telemark 2019–2026.
- /8/ Porsgrunn kommune 2018. Klimahandlingsprogram 2018–2021. Vedlegg til Kommunedelplan for klima og energi Skien og Porsgrunn 2018-2025.
- /9/ Statens vegvesen 2016. Vegkart. <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/>
- /10/ Justis- og beredskapsdepartementet 2005. Forskrift om tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer (storulykkeforskriften). Forskrift nr. 672/2005.
- /11/ Klif (nå Miljødirektoratet) 2012. Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).
- /12/ Klima- og miljødepartementet 2004. Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Forskrift nr. 931/2004.
- /13/ Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet 2013. Luftkvalitetskriterier. Virkninger av luftforurensning på helse. Rapport 2013:9. Foreligger nå som oppdatert nettpublikasjon <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/>
- /14/ Norconsult 2015. Delutredning: Bruk av naturmiljø i sjø. Områdereguleringsplan med konsekvensutredning. Dokumentnr.: 5144505 – 7.6.2.
- /15/ Norconsult 2015. Norcem AS – Områderegulering. Endret råvareforsyning til Norcem Brevik. Temarapport støy. Dokumentnr.: 512476. AKU02.
- /16/ Norconsult 2015. Områdereguleringsplan med konsekvensutredning. Delutredning: Nautisk sikkerhet. Dokumentnr.: 5144505-B.
- /17/ Norconsult 2015. Områdereguleringsplan med konsekvensutredning. Delutredning: ROS-analyse - sjø. Dokumentnr.: 5144505-ROS sjø.
- /18/ Aker Solutions 2017. Norcem CCS – Concept Study and FEED. Environmental Studies Report. Doc. no: NC02-AKER-S-RA-0001.
- /19/ Aker Solutions 2017. CO₂ Release Risk Assessment Study. Doc. no: NC02-AKER-S-RA-0002 rev. 02.
- /20/ SafeTec 2017. CO₂ dispersion and risk analysis of Norcem in Brevik. Main Report ST-12592-2 Rev. 3.0 - 30.08.2017.
- /21/ Sintef Molab 2015. Endret råvareforsyning til Norcem Brevik. Temautredning: Utslipp til luft. Rapportnummer: KR-20494.
- /22/ Sintef Molab 2016. Norcem study - CO₂ capture. Ordrenummer 61534, rapp. v2.1.
- /23/ Hjeltnes Consult AS 2015. Områderegulering. Endret råvareforsyning til Norcem Brevik Trafikkanalyse. Rapport datert 20.10.2015.
- /24/ Miljødirektoratet 2014. Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Norcem AS Brevik. Sist endret: 26.02.2015.
- /25/ Miljødirektoratet 2008. Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Renor AS Brevik. Sist endret: 20.2.2018.

- /26/ Olje- og energidepartementet, Gassco og Gassnova (2016). Mulighetsstudier av fullskala CO₂-håndtering i Norge. Udatert rapport.
- /27/ Bamle, Porsgrunn, Siljan og Skien kommuner 2017. Grenlandskart. Innsynsløsning. www.grenlandskart.no/WebInnsyn/Content/Main.asp?layout=grenland&time=1499250776&vw_r=asv.
- /28/ Klima- og forurensningsdirektoratet 2012. Veileder for søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven. Landbasert industri. TA 3006/2012.
- /29/ Lloyds Register 2017. Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff. Rapportnr.: 106535/R1. Utarbeidet for Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- /30/ Statens kartverk 2019. Se havnivå i kart. Nettside: <https://www.kartverket.no/sehavniva/se-havniva-i-kart/>
- /31/ NORSAR 2019. Oslofjordriften. Nettside besøkt 20.2.2019. <https://www.jordskjelv.no/om-jordskjelv/faq/oslofjord-riften/>
- /32/ NORSAR 2019. Finn jordskjelv. Nettside besøkt 20.2.2019. <https://www.jordskjelv.no/finn-jordskjelv/>
- /33/ Multiconsult 2018. Karbonfangst Norcem Brevik, konsekvensutredning. Oppsummering av høringsuttalelser. Notat 130435-PLAN-NOT-03.
- /34/ Kartverket sjødivisjonen 2017. Den norske los. Bind 2A. Farvannsbeskrivelse Svenskegrensen – Langesund. <http://www.kartverket.no/dnl/den-norske-los-2a.pdf>
- /35/ Simpson, M. J. R., J. E. Ø. Nilsen, O. R. Ravndal, K. Breili, H. Sande, H. P. Kierulf, H. Steffen, E. Jansen, M. Carson & O. Vestøl 2015. Sea Level Change for Norway: Past and Present Observations and Projections to 2100. Norwegian Centre for Climate Services report 1/2015, Oslo, Norway.
- /36/ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) 2016. Havnivåstigning og stormflo. Samfunnssikkerhet i kommunal planlegging.
- /37/ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) 2012. Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjons-farlige stoffer. Kriterier for akseptabel risiko. Tema 13.
- /38/ Norcem og Renor 2017. Sikkerhetsinformasjon Norcem Brevik & Renor Brevik. Utgitt juni 2017
- /39/ Miljødirektoratet 2016. Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. (T-1442/2016).
- /40/ Norcem 2015. Sikkerhetsrapport for Norcem AS Brevik. Utarbeidet etter forskrift om tiltak for å avverge og begrense skadevirkningene av storulykker der farlige kjemikalier forekommer (Storulykkeforskriften). Versjon 5, rev. juni 2015.
- /41/ Grenland havn 2019. Om Grenland havn. <https://grenland-havn.no/om-grenland-havn/>. Nettside besøkt 2.3.2019.
- /42/ Grenland havn 2019. Breviksterminalen. <https://grenland-havn.no/havneterminaler/breviksterminalen/>. Nettside besøkt 2.3.2019.
- /43/ Norcem 2019. Norwegian CCS Demonstration Project. Norcem Concept and FEED. Environmental Soil Contamination. Onshore. Doc. no: NC03-NOCON-S-RA-0039, ver. B01.
- /44/ Norcem 2019. Norsk CCS Demonstrasjonsprosjekt. Norcem Konsept og Forprosjekt. Grovmengdebeskrivelse – Saneringsrapport. Dokumentnr.: NC03-NOCON-S-RA-0018, rev. B01.
- /45/ Norcem 2019. Norwegian CCS Demonstration Project. Norcem Concept and FEED. Design Report - Tankfarms. Doc. no: NC03-NOCON-C-RA-0031, ver. B01.
- /46/ Størset, S.Ø., Tangen, G., Wolfgang. O. & Sand, G. 2018. Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved CO₂-håndtering i Norge. SINTEF, rapportnr. 2018:0450.
- /47/ Norconsult 2015. Delutredning Sikkerhet og terrorberedskap på skip og i havn. Områdereguleringsplan med konsekvensvurdering. Dokument nr.: 5144505-D.
- /48/ Miljødirektoratet 2016. Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Renor AS Brevik.
- /49/ Samferdselsdepartementet 2015. Forskrift om bruk av sjøtrafikkssentralenes tjenesteområde og bruk av bestemte farvann (sjøtrafikkforskriften). FOR-2015-09-23-1094
- /50/ Statens forurensningstilsyn 2009. Tilstandsklasser for forurenset grunn (TA-2553/2009).

- /51/ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap 2016. Temaveiledning om oppbevaring av farlig stoff.
- /52/ Miljødirektoratet 2019. Norske utslipp. Norcem Brevik.
<https://www.norskeutslipp.no/no/Diverse/Virksomhet/?CompanyID=5311> Nettside besøkt 25.4.2019.
- /53/ Låg, M., Lindemann, B., Instanes C., Brunborg G. & Shhwarze. P. 2011. Health effects of amines and derivatives associated with CO₂ capture. Folkehelseinstituttet-rapport 2011.
- /54/ Tønnesen, D. 2011. Update and improvement of dispersion calculations for emissions to air from TCM's amine plant. Part II-Likely case nitrosamines, nitramines and formaldehyde. NILU-rapport OR52/2011.
- /55/ Tønnesen, D. 2016. Impact of nitrosamines and nitramines at Norcem. NILU-memo O-116058, datert 27.4.2016.
- /56/ Miljøstyrelsen 2016. Vejledning om B-værdier. Vejledning nr. 20, august 2016.
- /57/ Norconsult 2019. Norwegian CCS Demonstration Project. Norcem Concept and FEED. 450-03 Environmental Noise calculations. Doc.no: NC03-NOCON-S-RA-0041, rev. B03.
- /58/ Norconsult 2019. Norwegian CCS Demonstration Project. Norcem Concept and FEED. Noise calculations for CSS og Norcem factory incl. noise abatement for oven 6. Doc.no: NC03-NOCON-S-RA-0049, rev. B01.
- /59/ Aker Solutions 2019. Norwegian CCS Demonstration Project. Norcem FEED. Environmental Report. Doc.no: NC03-AKER-S-RA-0001, rev. C01.
- /60/ Aker Solutions 2018. Norwegian CCS Demonstration Project. Norcem FEED. Hazardous Area Classification Report. Doc.no: NC03-AKER-S-TA-0001, rev. B01.
- /61/ Klima- og miljødepartementet 2004. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). Forskrift nr. 930, 1.6.2004.
- /62/ Rannekleiv, S.B., Molvær, J. & Schaanning, M.T. 2019. Utslipp av rensset avløpsvann fra karbonfangstanlegg til Eidangerfjorden. NIVA-rapport 7410-2019.
- /63/ Arbeids- og sosialdepartementet 2011. Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier). FOR-2011-12-06-1358.
- /64/ UK Health and Safety Executive (UK HSE) 2005, EH40/2005 Workplace exposure limits, third edition, published 2018.
- /65/ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) 1994. Carbon dioxide. Nettside <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/124389.html>
- /66/ National Research Council 2007. Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants, Volume 1, 2007.
- /67/ Miljødirektoratet 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder M-608.
- /68/ Aker Solutions 2019. Hazid Report. Doc. no: NC03-AKER-S-RA-0002, rev. B01.
- /69/ Aker Solutions 2019. Dispersion analyses CO₂ (vent & leak). Doc.no: NC03-AKER-S-RA-0006, rev. B02.
- /70/ Aker Solutions 2019. Risk Analysis Report. Doc. no: NC03-AKER-S-RA-0007, rev. C02.
- /71/ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap 2010. Temaveiledning om innhenting av samtykke (forskrift om håndtering av farlig stoff § 17).
- /72/ Justis- og beredskapsdepartementet 2009. Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen. Forskrift nr. 602, 8.6.2009
- /73/ Justis- og beredskapsdepartementet 2002. Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven). Lov av 14.06.2002.
- /74/ Norconsult 2019. 450-02 - Environmental Assessment of Seabed Sediment. Doc. no: Document no: NC03-NOCON-S-RA-0040, rev C02.
- /75/ Miljødirektoratet 2015. Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409.

- /76/ Miljødirektoratet 2017. Veileder til forurensningsforskriften kapittel 2. Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider. Veileder M-820.
- /77/ Målenettverket i Grenland 2018. Årsrapport 2017.
- /78/ Målenettverket for lokal luftkvalitet i Grenland 2019. Årsrapport 2018.
- /79/ Norcem 2019. FEED Study (DG3) Report. Doc. nr. NC03-NOCE-A-RA-0001.
- /80/ Statens vegvesen Vegdirektoratet 2014. Trafikkberegninger. Veiledning. Håndbok V713.

Vedlegg. Utfylt sjekkliste for ROS-analyse

Faretype	Ja	Nei	Kilde/kommentar
1. Naturfare			
Tiltaket kan være utsatt for eller medføre: a) jordskred, b) flomskred, c) steinsprang, d) snøskred, e) sørpeskred eller f) fjellskred, og sekundærvirkning av skred som g) oppdemming og h) flodbølge		Nei	Det er ingen skredfare i området, heller ikke sekundærvirkninger for skred
Tiltaket kan være utsatt for eller medføre masseutgliding: i) ustabile grunnforhold, j) marine avsetninger, k) kvikkleire med l) sekundærvirkning som oppdemning	Ja		Det er svært varierende grunnforhold i området. Det ligger under marin grense. Kvikkleire forekommer. Dette håndteres av geotekniske undersøkelser før bygging
Tiltaket kan være utsatt for eller medføre: m) flom, n) overvann, o) erosjon, p) isgang og q) vanninntrenging		Nei	Ingen spesiell forhold i området
r) Tiltaket kan være utsatt for eller medføre stormflo (medregnet havnivåstigning til havnivå i 2100)	Ja		Området ligger ved sjøen. Havnivåstigning og stormflo er beskrevet i kap. 9.5
s) Tiltaket kan være utsatt for radonstråling			Ikke relevant for dette tiltaket
Tiltaket kan være utsatt for annen naturfare som: t) ekstrem nedbør, u) skog- og gressbrann, v) sterk vind med mer		Nei	
2. Menneske- og virksomhetsbaserte farer			
Tiltaket kan være utsatt for: a) brann, b) eksplosjon, c) akutt forurensning fra nærliggende virksomhet (herunder håndtering, bruk, lagring og transport av brann-, reaksjons- og eksplosjonsfarlig og trykksatt stoff og vare, håndtering av strålekilder, annet farlig gods med mer). d) storbrann, ulykker med transportmidler som e) jernbane, f) fly, g) skipshavari h) trafikkulykker i) ødeleggelse av kritisk infrastruktur	Ja		Gjelder pkt. a, b, d og m: Risiko knytte til brann og lagret gass under trykk er behandlet i kap. 9 Beredskap og ulykkesrisiko. Det finnes forurensset grunn og sedimenter i området. Dette er beskrevet under kap. 10 Avfall og forurensset grunn. Ad pkt. c: både Renor og Norcem håndterer farlig avfall i dag. Tiltaket gir noe farlig avfall, men gir ingen endringer

Faretype	Ja	Nei	Kilde/kommentar
j) sårbare objekter k) terror og sabotasje m) forurensning n) stråling fra høyspenningsanlegg med elektromagnetisk felt			
o) Tiltaket kan medføre farer omtalt under 2a-n for nærliggende arealbruk	Ja		Se kap. 9
Tiltaket kan være utsatt for fare fra p) skytebane eller q) område for militær virksomhet		Nei	
Tiltaket kan: r) være utsatt for eller s) skape annen virksomhetsfare	Ja		Tiltaket ligger nær Renor og Breviksterminalen. Behandlet i kap. 9 Beredskap og ulykkesrisiko
3. Forsynings- og beredskapsfare			
Tiltaket kan være utsatt for svikt i kritiske samfunnstjenester knyttet til: a) energi, b) vann- og avløp, c) renovasjon, d) tele, e) transport, f) beredskap/utrykning eller og g) annen forsynings- og beredskapsfare eller h) medføre slik svikt		Nei	Reservestrøm sikrer vitale funksjoner i karbonfangstanegget ved strømbrydd