
RAPPORT

Konsekvensutredning av deponi i Dalen gruve for behandlet uorganisk farlig avfall

OPPDRAGSGIVER

NOAH

EMNE

Deponi for behandlet (nøytralisert og
stabilisert) uorganisk farlig avfall

DATO / REVISJON: 4. september 2018 /00

DOKUMENTKODE: 20170010-PLAN-RAP-001



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	KU Brevik	DOKUMENTKODE	20170010-PLAN-RAP-001
EMNE	Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NOAH	OPPDRAGSLEDER	Ander Arild
KONTAKTPERSON	Kjetil Hansen	UTARBEIDET AV	Anders Arild, Gunnar Bratheim, Siri Opsahl
		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA

00	4.9.2018	Konsekvensutredning - Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall	ANDEA	GUNNB	ANDEA
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

0 SAMMENDRAG

Bergmasse med lav permeabilitet og god bergmekanisk stabilitet gjør at de geologiske forholdene i og rundt Dalen gruve vurderes å være godt egnet for et underjordisk deponi for behandlet uorganisk farlig avfall. Basert på en samlet vurdering av de geologiske og hydrogeologiske forholdene i Dalen gruve, i kombinasjon med det deponerte avfallets geokjemiske egenskaper, vurderes det at underjordisk deponering av planlagt type stabilisert farlig avfall kan skje uten vesentlig miljørisiko. Utlekkingen fra det deponerte stabiliserte avfallet vil være liten og bergformasjonen vil oppfylle avfallsforskriftens krav til geologisk barriere. Det er utarbeidet 21 delutredninger for ulike tema basert på fastsatt planprogram. Disse viser ubetydelige til små negative konsekvenser unntatt for naturmangfold ved Kongkleiv. Løsninger som minimerer konflikten av tiltaket i Kongkleiv og konsekvensene for naturmangfold vil gjennomføres.

0.1 Bakgrunn

Det er liten tilgjengelig behandlingskapasitet for uorganisk farlig avfall i Norge utover NOAHs anlegg på Langøya. Deponiet forventes å være fullt i 2022, og ny deponikapasitet må etableres. I juni 2018 godkjente Direktoratet for mineralforvaltning (DMF) revidert driftsplan for uttak av mer kalkstein i sydbruddet på Langøya. Med økt steinuttak fra Langøya tilrettelegger NOAH for en forsvarlig overgangssperiode mellom eksisterende og ny deponikapasitet, og vil trolig ha mottakskapasitet i deponiet på Langøya til sommeren 2024.

Formålet med foreliggende konsekvensutredning (KU) er å avklare om Dalen gruve i Brevik er egnet til deponi og hvilke konsekvenser en etablering i Dalen vil kunne få for miljø og samfunn. For å få en fyllestgjørende beskrivelse av konsekvensene med tydelig referanse til dagens situasjon beskrives følgende alternativer:

Alternativ 0

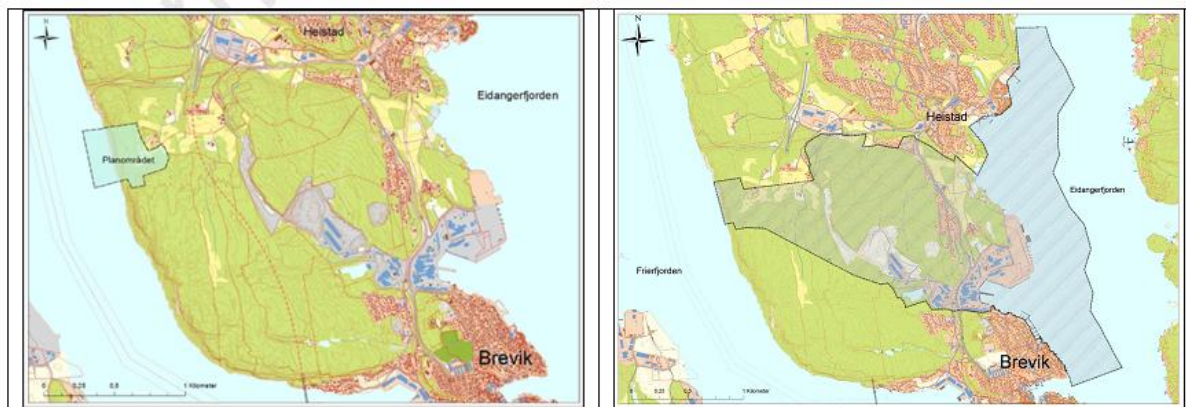
Alternativ 0 er en videreføring av gruvedriften innenfor gjeldende konsesjonsgrense, For øvrig foretas ingen endringer i forhold til i dag.

Alternativ 1

I alternativ 1 bygges ny kai ved Kongkleiv i Frierfjorden og ny tunnel fra Kongkleiv til Dalen gruve. Det legges opp til transport av nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall fra ny kai til gruven for deponering under kote 0.

0.2 Beliggenhet og avgrensning

Planområdet ligger både over og under bakken. Området over bakken (ca. 187 dekar) ligger ved Kongkleiv på østsiden av Frierfjorden, hvor det foreslås etablert kai og tunnelpåhugg. Under bakken (ca. 4 444 dekar) dekker området trasé for ny adkomsttunnel fra Kongkleiv til Dalen gruve og dagens driftsgrense for gruven. 1 840 dekar av arealet under bakken ligger under Eidangerfjorden.



Figur 0-1: Foreslått planavgrensning over og under bakken (hhv. venstre og høyre bilde).

0.3 Tiltaket

Tiltaket forutsetter at all avfallsbehandling skjer på Langøya i Re kommune. Behandlet uorganisk farlig avfall transporteres til ny kai ved Kongkleiv i Frierfjorden med skip og fraktes videre fra kai til deponi med dumpere. Foreslått tunnel fra kai til gruve er ca. to km.

Utnyttbart volum til deponiformål under havnivå (under kote 0) er anslått til ca. 18 millioner m³. Hoveddelen av deponiet vil ligge under Eidangerfjorden, og største dybde er ca. kote -340 meter. Etter at oppfyllingen er avsluttet, vil graven fylles med vann på naturlig måte.

Kai foreslås utformet for selv-lossende bulkskip med lengde ca. 90 meter. Kaien vil, avhengig av konstruksjonsprinsipp, ha en lengde på minimum 60 meter. I konsekvensutredningen er det lagt til grunn bruk av flytekai. Avstand fra kaifront til land er ca. 45 meter. Kaien vil tilrettelegges med landstrøm. Det vil gjennomføres tiltak for å hindre avrenning til sjø ved lossing. Lukket losseløsning vurderes. Tunnelpåhugget vil kun berøre en liten del av bergveggen ved Kongkleiv, se illustrasjon. Den fysiske løsningen og plassering ved Kongkleiv er ikke endelig fastlagt.



Figur 0-2: Illustrasjon av flytekai ved Kongkleiv (NOAH AS)

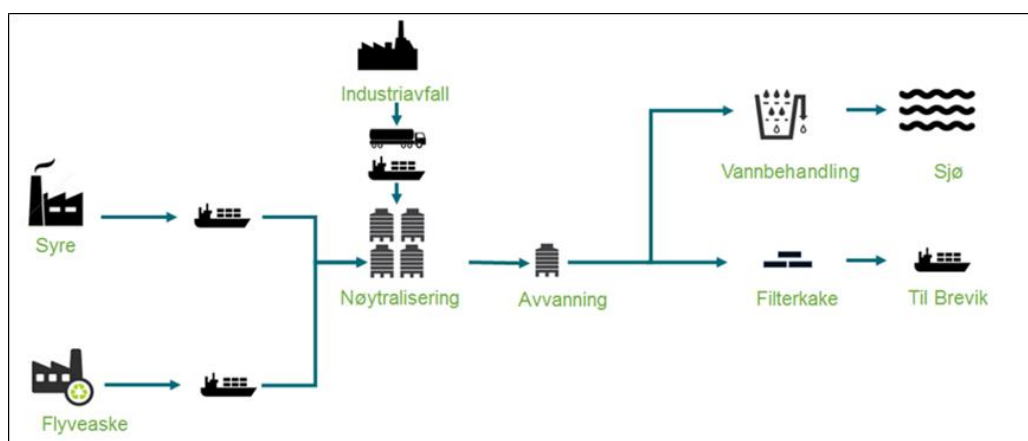
Adkomsttunnelen fra kai til gruve vil krysse Kongkleivforkastningen og «Dagbruddforkastningen». Tunnelen vil passere ca. 60 meter under Kjørholt-tunnelen (E18) rett vest for Dalen gruve og vil ikke utfordre den ytre sikkerhetssonen rundt Kjørholt-tunnelen. Erfaringene fra bygging av Kjørholt-tunnelen viser at forkastningene i områdene sør på Eidangerhalvøya er overveiende tette og tørre på

dette dyp. Det forventes derfor ikke å oppstå større driftstekniske utfordringer for adkomsttunnelen knyttet til geologiske forhold.

0.4 Dimensjonerende avfallsmengder, avfallstyper og avfallsbehandling

Nytt deponi vil planlegges for den avfallsmengden som tillates behandlet ved prosessanlegget på Langøya. Øvre begrensing i tillatelsen for Langøya er 560 000 tonn ubehandlet uorganisk farlig avfall pr. år, regnet som et glidende gjennomsnitt over siste fem år. Transportmengden til Kongkleiv vil variere over tid. KU-en legger derfor til grunn en maksimal transportmengde pr. år på 800 000 tonn behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall. Dette er et konservativt grunnlag for vurdering av konsekvensene som følge av transport av behandlet avfall.

Avfallssyre fra Kronos Titan i Fredrikstad nøytralisert med flyveaske fra avfallsforbrenning utgjør hoveddelen av behandlet avfall på Langøya (>80 prosent). Flyveaske er et restprodukt fra rensing av røygass ved avfallsforbrenningsanlegg og inneholder et betydelig innslag av kalsium. Dette kalsiumet erstatter andre alkalier som f. eks. jomfruelig kalk i nøytraliseringen. Det er ikke tilstrekkelige mengder flyveaske i Norge til å nøytralisere mengden norsk syre. Av andre avfallstyper som behandles på Langøya utgjør produksjonsavfall fra aluminiumsindustrien ca. 10 prosent av totalmengden. Resten av fast produksjonsavfall utgjør <1 – 4 prosent av totalmengden.



Figur 0-3: Flytskjema for behandling av farlig avfall som mottas på Langøya

0.5 Avfallens egenskaper etter behandling

Uavhengig av behandlingsmetode skal behandlet avfall være et avvannet produkt som kan håndteres i Dalen gruve innenfor forventede rammer i en fremtidig utslippstillatelse. En eventuell fremtidig tillatelse vil bl. a. baseres på avfallsforskriftens bestemmelser krav til avfall som deponeres i lukkede bergrom.

Avvannet behandlet avfall omtales som filterkake, fordi avfallet vil avvannes i en filterpresse. Etter avvanning vil filterkaken ha et tørrstoffinnhold på ca. 65 prosent. Utlekkingstester viser liten utlekking som er på nivå med kriterier for inert og ordinært avfallsdeponi i avfallsforskriften. Unntaket er for klorid, som vurderes å ha liten forurensningsmessig betydning i saltholdig sjøresipient. Testing av langtids utlekking viser videre at utlekkingen avtar betydelig over tid, og tester med bruk av vann fra Dalen gruve viser at utlekkingen ikke påvirkes av det stedlige gruvevannet. For arsen og nikkel i dagens gruvevann skjer det en reduksjon i konsentrasjonen etter kontakt med det stabiliserte avfallet på grunn av sorpsjonsegenskapene¹ i det behandlede avfallet.

¹ Sorpsjon er et samlebegrep for absorpsjon og adsorpsjon, som er fysiske og kjemiske prosesser der et stoff blir bundet til partikkeloverflater.

Regelverket fastlegger at innholdet av eksplosiv gass i lukkede miljøer ikke skal overstige ti prosent av den konsentrasjonen som svarer til nedre eksplosjonsgrense. NOAHs undersøkelser viser at små mengder metallisk aluminium i stabilisert filterkake kan gi dannelsen av mindre mengder hydrogengass (H_2) over tid etter at deponiet er fylt med sjøvann. Basert på de små mengdene er det sannsynlig at gassen vil bli absorbert i kalksteininformasjonen i gruen. NOAH har igangsatt et testprogram i regi av SINTEF Molab for å undersøke restpotensial for gassdannelse i stabilisert og nøytralisert uorganisk farlig avfall, og resultatene så langt tyder på lav hydrogenutvikling under eksponering i saltvann. Pågående langtidstester vil gi mer detaljert informasjon om mengden og hastighet på hydrogengassdannelse over tid.



Figur 0-4: Til venstre: Filterkake fra testkjøring i desember 2014 (Foto: NGI). Til høyre: Filterkake fra testkjøring i 2018 (Foto: NOAH).

Det behandlede avfallet som planlegges deponert i gruen, er basisk med god bufferkapasitet. Avfallet vil således ikke ha negativ effekt på kalksteinen i gruen.

0.6 Transport av behandlet avfall til Dalen gruve

Alt behandlet avfall vil transporteres til Kongkleiv med skip med inntil 230 anløp pr. år. Dette vil øke nåværende skipstrafikk i Frierfjorden med ca. 11 prosent, men antall skip vil være godt innenfor farvannets samlede kapasitet. I måneder med høy belastning vil det kunne anløpe inntil 6 skip pr. uke, mens det i måneder med lav belastning vil anløpe ca. 2-3 skip pr. uke. Forventet liggetid er 8-12 timer ved lossing. Transporten vurderes å ha små negative konsekvenser for nautisk sikkerhet i området. Det legges til grunn bruk av miljøvennlige bulkskip, som er batterihybrider med elektrisk gravemaskin for lossing. Hovedmotor vil være diesel, men innseiling, lossing og utseiling vil være fullelektrisk.

Behandlet farlig avfall er ikke farlig gods, men har et potensial for forurensning dersom det slippes til sjø.

Utslipp fra ballastvann, avløpsvann fra skip og avfall fra skip er ubetydelig så lenge regelverket følges, mens utslipp av kjemikalier fra bunnstoff og skipsmaling (metaller) vil kunne øke noe grunnet økt skipstrafikk. NOAH vil kreve bruk av de mest miljøvennlige bunnstoffer. Skipene som NOAH planlegger å bruke vil være små sammenliknet med øvrig skipstrafikk i området, så bidraget i forhold til utlekking fra bunnstoff vil være lavt. Det er også vurdert at denne type utslipp vil ha liten konsekvens for vannforekomstens miljømål om «God» kjemisk tilstand.

0.7 Deponi

0.7.1 Geologi og stabilitet

Kalksteinen i Dalen gruve kan karakteriseres som massiv med liten oppsprekkingsgrad. Dette gir en bergmasse med lav vannledningsevne. Dette bekreftes gjennom observasjoner i gruen, hvor

bergrommene generelt er tørre. Kalksteinen er i stor grad selvreparerende, slik at deformasjoner som gjennom tiden har forårsaket riss og mindre sprekker gror igjen med kalkspat. Overliggende bergarter består av kalkstein som har en tettende effekt mot lekkasjer.

Det er registrert flere forkastningssoner. Den største er Dalenforkastningen, hvor det i forbindelse med gruvedriften er utført tettetiltak (injisering) på grunn av sjøvannsinntrengning. Driving mot andre forkastninger som Heistadforkastningen har ikke vist større lekkasjer av vann, selv om det er en markant økning i oppsprekkingsgrad mot denne.

Den bergmekaniske stabiliteten i gruen er god som følge av høye horisontale spenninger i bergmassen. I tillegg har gruen blitt drevet etter en modifisert rom-og-pilar-brytningsmetode i den delen hvor deponiet er planlagt, noe som gir god bergmekanisk stabilitet.

Vurderinger av seismisk aktivitet i området og analyse av effekten av jordskjelv viser kun små permanente forskyvninger etter et jordskjelv med returperiode på 10 000 år (styrke 5,5-6 på Richters skala). Dalen gruve vil være stabil under og etter et slikt skjelv.

Bergmasse med lav permeabilitet og god bergmekanisk stabilitet gjør at de geologiske forholdene i og rundt Dalen gruve vurderes å være godt egnet for et underjordisk deponi for behandlet uorganisk farlig avfall.

0.7.2 Hydrogeologiske forhold og vannhåndtering

Vann som kommer inn i gruen i dag er overflatevann (nedbør, smeltevann) og innlekkasje fra fjellet. Overflatevann kommer inn hovedsakelig fra rasområdet fra 1976, men også fra Dalen brudd. Tiltak som tetting av gruveåpninger og etablering av terskler og dreneringssystemer vil gi en betydelig reduksjon i vannmengden som kommer ned i gruen.

Det intakte berget er i seg selv tett med lav primær porøsitet. Innlekkingen av grunnvann skjer via sprekker i bergmassen, som i all hovedsak er knyttet til Dalenforkastningen i sørdelen av gruen. Tunnelene som krysser Dalenforkastningen på nivå -138 er derfor fullinjisert med sement.

Det er i dag store innadrettede hydrauliske gradienter mot gruverommene. Store deler av gruen ligger rett under fjorden, og saltholdig vann i innlekkasjepunktene viser at sjøvann lekker inn. Dagens innlekking er anslått til ca. 800-900 m³/døgn. Kjemiske analyser av dagens gruvevann viser forhøyede konsentrasjoner av noen metaller. Dette kan skyldes naturlig innhold av metallene i kalksteinen, eller at stoffene stammer fra gamle deponier i og omkring gruveområdet.

Bruk av gruen til deponi vil ikke påvirke vannstrømningen nevneverdig. Vannet vil i hovedsak følge de samme strømningsveier i gruen som i dag. Så lenge pumpingen av vann fortsetter, vil det hydrogeologiske systemet å være slik det observeres i dagens situasjon. Som følge av lavere vannnivå i gruen enn havnivået vil innadrettet grunnvannsgradient inn i gruen/deponiet opprettholdes. Gruvevannet vil derfor ikke strømme ut av gruen, men samles opp og renses i foreslått renseanlegg for alt vann fra gruen.

Vannet vil stige suksessivt oppover i gruen i takt med at de laveste deler av gruen fylles opp med behandlet avfall. Maksimal mengde innlekkasjevann under drift (og som vil pumpes ut av gruen) vil foreligge i starten av driftsperioden. Mengden vann til renseanlegg vil reduseres etter hvert som vannivået i gruen stiger og deponert avfall blir vannmettet (innlekkingen reduseres på grunn av redusert gradient).

Etter at deponiet er avsluttet, vil gruen fylles helt med vann på naturlig måte. Dalen gruve ligger på en halvøy, og i en naturlig situasjon (uten pumping av vann fra gruen) foreligger det ingen hydraulisk gradient som forårsaker saltvannstransport. Ferskvann som infiltrerer vil gi en gradient

som driver ferskvann fra de høyereliggende delene av halvøya og ut mot havet. Modellsimulering (i 3D) av situasjonen etter at deponiet er avsluttet viser at den totale vannmengden som kommer i kontakt med avfall vil være ca. 1 m³/døgn (dvs. ca. 365 m³/år eller 0,01 liter pr. sekund).

Det vil bygges et renseanlegg som renser vann fra gruven, spylevann fra kai og vann fra rengjøring av maskinelt utstyr. Valg av renseprosess vil utredes nærmere, men NOAH vil velge best tilgjengelig teknologi (BAT). Vannkvaliteten til renset vann fra vannrenseanlegget vil dokumenteres ved analyser av relevante parametere og mengdemålinger. Det vil utarbeides et måle- og overvåkingsprogram i samsvar med krav i en eventuell utslippstillatelse.

Renset avløpsvann ledes til egnet utslippssted i Frierfjorden, Eidangerfjorden eller Langesundsfjorden. Endelig plassering av utslippspunkt vil utredes i en eventuell senere fase og i forbindelse med en utslippssøknad til Miljødirektoratet. Etterfølgende tabell gir imidlertid en oversikt over forventede konsentrasjoner av ulike metaller mv. i råvann fra gruve og deponi, renset vann og forventet årlig mengde til resipient etter rensing.

Tabell 0-1: Utslippsmengder og konsentrasjoner for avløpsvann fra gruven

Utslippskomponent	Konsentrasjon avvannet stabilisert avfall* (µg/l)	Konsentrasjoner i eksisterende gruvevann (µg/l)	Maksimal konsentrasjon i vann før rensing** (µg/l)	Maksimal konsentrasjon etter rensing**** (µg/l)	Årlig mengde til nytt renseanlegg (kg/år)	Total årlig mengde utslipp til resipient etter rensing (kg/år)
As (Arsen)	3,29	50-80,0	50-80	4,4	28	1,5
Cd (Kadmium)	5,15	-	1,47	1,5	0,5	0,5
Cr (Krom)	0,75	3,0	3,21	1,7	1,1	0,7
Cu (Kopper)	1,31	4,0	4,37	2,7	1,5	0,9
Hg (Kvikksølv)	0,14	-	0,04	0,04	0,01	0,01
Mo (Molybden)	636	117,0	299	50	105	18
Ni (Nikkel)	2,03	68,0	68,6	6	24	2,1
Pb (Bly)	0,25	1,4	1,47	1,2	0,5	0,4
Sb (Antimon)	126	5,0	41	41	14,4	14,4
Zn (Sink)	8,58	16,0	18,45	6,8	6,5	2,4
Tot Nitrogen	50 000- 100 000	13 000-56 000	84 571	84 571	25 371	25 371
PAH (Sum)	-	-	-	-	-	-
PFOS	-	0,085	0,085	0,09	0,03	0,03
PFOA	-	-	-	-	-	-
Sum PFAS	-	0,228	0,228	0,23	0,08	0,08

*Data hentet fra NGIs Miljøriskovurdering. Mengden er konsentrasjoner i eluat fra ristetest på avvannet stabilisert avfall (filterkake 2018)

** Representative verdier basert på prøver i 2014-2015. Kvalitet vil variere avhengig av prøvepunkt, overvannsmengde mv.

*** Av totalt 350 000 m³ med vann forutsettes at 100 000 m³ av disse vært i kontakt med avfall.

**** Dette er rensegrad basert på dagens renseløsninger på Langøya i tillegg til ny teknologi som er under testing og utvikling.

NOAH vil i en eventuell senere fase gjennomføre ytterligere kartlegging av sammensetningen i utslippet fra gruvesystemet. Dette er nødvendig for å sikre at det velges en fremtidig renseprosess som reduserer utslippet i forhold til dagens nivå.

Selv med en konservativ beregning, vil det ikke være utslipp som har betydning for vannkvaliteten i Eidangerfjorden. utslippet gjennom den geologiske barrieren fra et eventuelt deponi vil være lite på lang sikt (1000 år).

0.8 Støy og luftkvalitet

Bakgrunnsstøynivået er i dag minst 10 dB høyere enn beregnet støynivå fra det fremtidige anlegget. Det kan tidvis bli hørbar støy fra anlegget, men økningen i støybelastning i området som følge av

tiltaket vil være liten. Tidsmidlet støynivå i anleggsfasen antas å være betydelig lavere enn i driftsfasen, og være knyttet til etablering av kai og sprengning av tunnelportal.

Ved Kongkleiv antas det at svevestøvbidraget i stor grad kommer fra bakgrunn, mens det for NO_x vil kunne være et større bidrag fra dagens skipstrafikk. Ved lossing antas det at noe støv kan frigis. I tillegg vil det forbrennes diesel ved kjøring av anleggsmaskiner på kaia i forbindelse med lossingen. Etablering av landstrøm og bruk av miljøvennlige skip gjør at innseiling, lossing og utseiling vil være fullelektrisk.

Ved lossing bidrar utslipp av støv til rød og gul sone i umiddelbar nærhet av losseaktiviteten på kai. Størstedelen av støvnedfallet vil falle ned på kai og i sjø. Nærliggende landområde kan bli berørt.

0.9 Ikke-prissatte konsekvenser

Løsningen som er lagt til grunn for alternativ 1 er vurdert å ha ingen konsekvens for kulturminner, ubetydelig til noe negativ konsekvens for nærmiljø og friluftsliv, og noe negativ konsekvens for landskapsbilde. For nærmiljø og friluftsliv er det noe negative konsekvenser knyttet til synlighet og hørbar støy i umiddelbar nærhet fra lossing av skip. For landskapsbildet er det inngrep i en ellers uberørt del av det særpregete landskapet på østsiden av Frierfjorden og skip liggende ved kai som medfører noe negativ konsekvens.



Figur 0-5: Illustrasjon av tiltaket sett fra Sildeberget på vestsiden av Frierfjorden

For utredningstemaet naturmangfold, medfører løsning og plassering i alternativ 1 svært stor negativ konsekvens. Dette skyldes flere sjeldne rødlistearter, herunder en kritisk truet lavart, i bergveggen der tunnelpåhugget er foreslått. Da metodikken i håndbok V712 fra Statens vegvesen benyttes, blir de samlede negative konsekvensene store til tross for ubetydelige til moderate konsekvenser for alle øvrige temaer.

Påvist konflikt mellom beskrevet løsning og naturmangfold i bergveggen er løsbart. Det vil arbeides videre med en optimalisert og tilpasset løsning for anleggs- og driftsfasen for å minimere konflikten, se kap. 9.7.

Tabell 0-2: Sammenstillingstabell for ikke-prissatte konsekvenser

Tema	Alternativ 0	Alternativ 1
Kulturminner	0	0
Landskapsbilde	0	-
Naturmangfold	0	----
Nærmiljø og friluftsliv	0	0/-
Avveining	Alternativ 0 er sammenligningsalternativet og har pr definisjon ingen konsekvens	Konsekvensene for naturmangfold ved Kongkleiv er vurdert som svært stor negativ, og dette vil iht. metodikken medføre at samlet vurdering av ikke-prissatte konsekvenser blir «stor negativ konsekvens», selv om konsekvensene for andre tema er ingen, ubetydelig eller moderat
Samlet vurdering	0	---
Rangering	1	2

0.10 Økonomiske konsekvenser

Et fremtidig deponi i Dalen gruve vil i utgangspunktet gi 25 nye arbeidsplasser i Brevik direkte knyttet til driften av anlegget. Det er utarbeidet et ringvirkningsregnskap for både etablering og drift, som bl. a. viser kjøp av varer og tjenester fra lokale leverandører. Videre er også ansattes bidrag gjennom årlig skatter og alminnelig forbruk av varer og tjenester inkludert.

0.11 Risiko og sårbarhet

Ved en eventuell skipsulykke der det behandlede avfallet går til sjø, viser gjennomført modellering at mer enn 95 prosent av avfallet vil synke og sedimentere i nærområdet. Det er beregnet en sannsynlighet for slik skipsulykke hvert 38 år med skipstransport. Det forventes ingen miljøkonsekvenser med restitusjonstid lengre enn ett år om lasten havner i sjøen.

Beregninger viser at 30 prosent av skipets drivstoff kan slippes ut ved en grunnstøting. Forutsatt at skipet har 65 m³ marin diesel, tilsvarer dette et utslipp på inntil 20 m³. Et utslipp mellom 10-100 m³ marin diesel forventes å gi mindre miljøkonsekvenser med restitusjonstid på inntil 1 år.

Risiko- og sårbarhetsanalysen for anleggs- og driftsfasen viser at følgende risikofaktorer må vies oppmerksomhet i videre planlegging:

- Vurdere fjerning av Kongkleivbåen for å minimere mulige konflikter med annen skipstrafikk
- Pågående program for å undersøke restpotensiale for gassdannelse fra behandlet avfall fullføres

I tillegg kommer oppfølgende undersøkelser av forhold knyttet til naturmiljø. Det vil utredes en plassering av tiltaket som gir minst mulig negativ påvirkning på naturmangfoldet i området.

0.12 Måloppnåelse

Miljøverndepartementets nasjonale avfallsstrategi (2013, revidert 2018) fastslår at «Vi har nasjonale mål om å ta forsvarlig hånd om farlig avfall og internasjonale forpliktelser til å ha egen behandlingskapasitet for farlig avfall. Dette er også en viktig del av vår industrielle infrastruktur. Det er derfor nødvendig å få på plass et nytt deponi for uorganisk farlig avfall før nåværende kapasitet er brukt opp». Det prosjektutløsende behovet for et deponi i Dalen gruve er å sikre at det opprettholdes en nasjonal behandlingskapasitet for uorganisk farlig avfall når dagens deponi på Langøya er fullt. Det vil i overskuelig fremtid produseres uorganisk farlig avfall som må behandles og deponeres på en forsvarlig måte.

Dette er viktig for norsk industri, for miljøet, og for Norges internasjonale forpliktelser knyttet til en forsvarlig behandling av eget uorganisk farlig avfall.

Konsekvensutredningen viser at etablering av et deponi for behandlet og stabilisert uorganisk farlig avfall i Dalen gruve, sammen med videre drift av behandlingsanlegget på Langøya, vil tilfredsstille det prosjektutløsende behovet på en god måte. Løsningen vil ikke ha vesentlige negative konsekvenser for omgivelsene med unntak for naturmiljø i bergveggen ved Kongkleiv i Frierfjorden.

Konsekvensutredningen har bidratt til å styrke kunnskapen om etablering og drift av et deponi i Dalen gruve. Utredningen viser at Dalen gruve er godt egnet som fremtidig deponi for uorganisk farlig avfall.

0.13 Oppfølgende undersøkelser

I et eventuelt videre arbeid vil NOAH gjennomføre følgende tilleggsundersøkelser og vurderinger:

- Utvikling og dokumentasjon av karboniseringsmetoden for å optimalisere denne for eventuell behandling av flyveaske for underjordisk deponering.
- Ytterligere laboratorietester på stabilisert filterkake gjennomføres for å avklare om høyt innhold av metaller (spesielt jern) vil immobilisere H₂S som eventuelt produseres.
- Utføre ytterligere analyser relatert til en ikke planlagt situasjon med gassdannelse i gruvene etter deponering.
- Tiltak for reduksjon av overvannsmengden inn i gruva.
- Kartlegging av vannkvalitet i dagens gruvevann for å styrke grunnlaget for fremtidig valg av renseprosess for vann fra deponi. Samtidig vil forurensningssituasjonen knyttet til nåværende deponier og deres eventuelle påvirkning av vannkvaliteten i gruvevannet kartlegges. Gjennomføres i forbindelse med eventuell utarbeidelse av utslippssøknad.
- Tiltak for reduksjon av de fysiske inngrepene i bergveggen som følge av tunnel og rassikring for å redusere konfliktnivået med kartlagt naturmangfold. For anleggsfasen kan dette f. eks. være flytting av påhugg og reduksjon av fysisk omfang. For driftsfasen er aktuelle tiltak for å redusere eksponering på naturverdier fra støv og eksos, f. eks. avskjerming av støv mot fjellvegg og/eller tett losseløsning.

Det er ikke kjent hvordan eksponering av støv og eksos vil påvirke vegetasjon ved Kongkleiv. NOAH vil sammen med relevant fagmiljø vurdere tiltak for å avklare dette forhold.

Som følge av at planene ikke er endelige, er det vanskelig å fastsette konkrete avbøtende tiltak. Generelt kan viktige avbøtende tiltak ved inngrep i eller nær naturtyper være å minimere terrenginngrep innenfor naturtypene og sikre naturtyper fra forurensing. Etter at alle hensiktsmessige tiltak for å unngå skade, avbøte konsekvenser og restaurere påvirkede områder er gjennomført, vil det vurderes offentlig fredning og økologisk kompensasjon hvis tiltaket gjennomføres.

INNHOLDSFORTEGNELSE

0	SAMMENDRAG	4
0.1	Bakgrunn	4
0.2	Beliggenhet og avgrensning	4
0.3	Tiltaket	5
0.4	Dimensjonerende avfallsmengder, avfallstyper og avfallsbehandling	6
0.5	Avfallsets egenskaper etter behandling	6
0.6	Transport av behandlet avfall til Dalen gruve	7
0.7	Deponi	7
0.7.1	Geologi og stabilitet	7
0.7.2	Hydrogeologiske forhold og vannhåndtering	8
0.8	Støy og luftkvalitet	9
0.9	Ikke-prissatte konsekvenser	10
0.10	Økonomiske konsekvenser	11
0.11	Risiko og sårbarhet	11
0.12	Måloppnåelse	11
0.13	Oppfølgende undersøkelser	12
1	INNLEDNING	17
1.1	Bakgrunn	17
1.2	Prosess og medvirkning	18
1.2.1	Prosess	18
1.2.2	Medvirkning	18
1.3	Formålet med utredningsarbeidet	19
1.3.1	Konsekvensutredningen	19
1.3.2	Samfunnets behov	19
1.4	NOAH AS	19
1.5	Behandlingsanlegget på Langøya	20
1.6	Gjenvinning	21
1.7	Sentrale juridiske rammevilkår for tiltaket	22
1.7.1	Avfallsforskriften	22
1.7.2	Naturmangfoldloven	23
1.7.3	Vannforskriften	23
2	METODE	24
2.1	Utredningstema	24
2.2	Utredningsalternativer	25
3	BESKRIVELSE AV PLANOMRÅDET	26
3.1	Beliggenhet og avgrensning	26
3.2	Eierforhold	27
3.3	Arealbruk og grunnforhold	28
3.4	Gruvedriften	28
3.5	Sjøområdene	29
3.6	Eksisterende deponier i Dalen gruve	30
4	BESKRIVELSE AV TILTAKET	31
4.1	Innledning	31
4.2	Deponiets levetid	31
4.3	Dimensjonerende avfallsmengder og avfallstyper	31
4.4	Avfallsets opprinnelse og innhold	32
4.5	Hovedprosesser for behandling av avfall før deponering	35
4.6	Alternative behandlingsprosesser	36
4.6.1	Nøytralisering av flyveaske med CO ₂	36
4.6.2	Stabilisering - Solidifisering	37
4.7	Bruk av Dalen gruve til deponi	38
4.7.1	Oppbygging og drift av deponi	38
4.7.2	Arbeidsmiljø – HMSK	39

4.7.3 Avslutning av deponi og etterdrift	39
4.7.4 Overvåking i drifts- og etterdriftsfasen	40
4.7.5 Finansiell garanti - sikkerhetsstillelse	40
4.8 Vannbehandling	40
4.8.1 Hovedprinsipp	40
4.8.2 Vannbehandlingsprosess	41
4.8.3 Utslipp	41
4.9 Transport	41
4.9.1 Skipstransport – nautisk sikkerhet	41
4.9.2 Veitrafikk i anleggs- og driftsperioden	47
4.10 Ny kai i Kongkleiv – påhuggslokalitet og adkomsttunnel	51
4.10.1 Planprogram	51
4.10.2 Dagens situasjon - 0 alternativet	51
4.10.3 Alternativ 1	51
4.11 Sikkerhet og terrorberedskap	58
4.11.1 Planprogram	58
4.11.2 Dagens situasjon	58
4.11.3 Alternativ 1	58
5 OVERORDNEDE MÅLSETNINGER	59
5.1 Planprogram	59
5.2 Vurdering	59
5.3 Oppsummering	61
6 MILJØRISIKOVURDERING OG MILJØPÅVIRKNING	62
6.1 Innledning	62
6.2 Miljørisikovurdering	62
6.2.1 Omfang og innhold i miljørisikovurdering ved underjordisk deponering	62
6.2.2 Vurdering av avfall til deponi	66
6.2.3 Geologisk vurdering	75
6.2.4 Geomekanisk vurdering	80
6.2.5 Hydrogeologisk vurdering	83
6.2.6 Geokjemisk vurdering	92
6.2.7 Spredning fra deponiet	92
6.2.8 Resipientpåvirkning	98
6.2.9 Vurdering av driftsfasen	99
6.2.10 Langsiktig vurdering	99
6.3 Støy	99
6.3.1 Planprogram	99
6.3.2 Myndighetskrav	100
6.3.3 Dagens situasjon – 0 alternativet	101
6.3.4 Alternativ 1	102
6.4 Utslipp til luft	102
6.4.1 Planprogram	102
6.4.2 Myndighetskrav	103
6.4.3 Dagens situasjon – 0 alternativet	105
6.4.4 Alternativ 1	106
6.4.5 Avbøtende tiltak	109
6.5 Utslipp til vann	109
6.5.1 Utslipp til vann fra transport av behandlet avfall	109
6.5.2 Utslipp til vann fra aktivitet på land	112
7 KONSEKVENsutREDNING	117
7.1 Metode	117
7.1.1 Ikke-prissatte konsekvenser	117
7.1.2 Økonomiske konsekvenser – lokale ringvirkninger	118
7.1.3 Sammenstilling	118
7.2 Kulturminner	119
7.2.1 Planprogram	119
7.2.2 Metode	119
7.2.3 Influenksområde	121
7.2.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering	121

7.2.5 Påvirkning og konsekvens	124
7.2.6 Avbøtende tiltak.....	124
7.2.7 Konsekvenser i anleggsfasen	124
7.2.8 Oppfølgende undersøkelser	124
7.3 Landskapsbilde.....	125
7.3.1 Planprogram	125
7.3.2 Metode	125
7.3.3 Influensområde	128
7.3.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering	128
7.3.5 Påvirkning og konsekvens	131
7.3.6 Usikkerhet	136
7.3.7 Avbøtende tiltak.....	136
7.3.8 Konsekvenser i anleggsfasen	136
7.3.9 Oppfølgende undersøkelser	136
7.4 Naturmangfold.....	137
7.4.1 Planprogram	137
7.4.2 Metode	138
7.4.3 Influensområde	140
7.4.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering av områder på land	141
7.4.5 Områdebeskrivelse og verdivurdering av sjøområder	147
7.4.6 Påvirkning og konsekvens	152
7.4.7 Usikkerhet	157
7.4.8 Avbøtende tiltak.....	157
7.4.9 Konsekvenser i anleggsfasen	158
7.4.10 Oppfølgende undersøkelser	158
7.5 Nærmiljø og friluftsliv	159
7.5.1 Planprogram	159
7.5.2 Metode	160
7.5.3 Influensområde	161
7.5.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering	161
7.5.5 Påvirkning og konsekvens	169
7.5.6 Usikkerhet	172
7.5.7 Avbøtende tiltak.....	172
7.5.8 Konsekvenser i anleggsfasen	172
7.5.9 Oppfølgende undersøkelser	173
7.6 Økonomiske konsekvenser – Ringvirkningsregnskap	173
7.6.1 Planprogram	173
7.6.2 Metode	173
7.6.3 Dagens situasjon - 0 alternativet	174
7.6.4 Alternativ 1	174
8 RISIKO OG SÅRBARHET	175
8.1 Skipsulykke.....	175
8.1.1 Planprogram	175
8.1.2 Behandlet uorganisk farlig avfall	175
8.1.3 Metode	175
8.1.4 Sannsynlighetsanalyse	176
8.1.5 Sannsynlighetsanalyse - Resultater.....	176
8.1.6 Konsekvensanalyse for utslipp av behandlet avfall - oppsummering.....	182
8.1.7 Miljøkonsekvensvurdering for utslipp av behandlet avfall - oppsummering	183
8.1.8 Vurdering av miljøkonsekvenser ved et bunkersutslipp	185
8.2 ROS-analyser for anleggs- og driftsperioden	187
8.2.1 Planprogram	187
8.2.2 ROS-analyse for anleggsfasen.....	188
8.2.3 ROS-analyse for driftsfasen.....	193
8.2.4 Nærmere vurdering av hendelser i anleggsfasen og driftsfasen.....	197
9 SAMMENSTILLING OG OPPSUMMERING.....	202
9.1 Formål med konsekvensutredningen	202
9.2 Tekniske premisser	202
9.3 Sammenstilling av ikke prissatte konsekvenser	205
9.4 Økonomiske ringvirkninger.....	205
9.5 Måloppnåelse	205

9.6	Risiko og sårbarhet - avbøtende tiltak	206
9.7	Oppfølgende undersøkelser	207
9.8	Interesse motsetninger	207
9.9	Oppsummering	208
10	REFERANSER	209
	VEDLEGG	210
	DELUTREDNINGER	210

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

NOAH AS startet i 2010 en prosess med å identifisere mulige lokaliteter for et nytt anlegg for mottak av uorganisk farlig avfall, da Langøyas deponi for uorganisk farlig avfall ville være fullt i 2022. Basert på offentlig tilgjengelig informasjon i ulike databaser og andre åpne kilder i 2011-12, ble et stort antall pukkverk og dagbrudd samt nedlagte gruver, forsvarsanlegg og lokaliteter i jomfruelig terreng identifisert for videre vurdering. Det primære søkeområdet var langs kysten fra Svinesund til Helgeland, men muligheter i Sverige ble også vurdert. Dalen gruves sentrale plassering i forhold til avfallsprodusentene ble vurdert som gunstig.

På bakgrunn av dette arbeidet startet NOAH og Norcem AS i 2014 en planprosess for regulering av Norcems eiendom og Dalen gruve. Hensikten var å tilrettelegge for økt inntak av kalkstein fra ekstern kalksteinskilde (Verdal), etablering av behandlingsanlegg for uorganisk farlig avfall i Dalen brudd og bruk av eksisterende gruve som deponi for behandlet uorganisk farlig avfall. Deler av Norcems kai og industriarealer var tenkt benyttet til mottak av avfall, transportarealer og behandlingsanlegg (lokalisert til Dalen brudd). Kun den delen av gruve som er beliggende under kote 0 (havnivå) var aktuell til deponiformål. Oppstart av planprosessen ble varslet 27. juni 2014 med forslag til planprogram til offentlig høring.

I høringsperioden i 2014 ble det avholdt to folkemøter, møter med ulike offentlige myndigheter og en rekke møter med lokale interessegrupper. Relevante høringsuttalelser ble høsten 2014 innarbeidet i forslaget til planprogram, som ble fremlagt for vedtak i Porsgrunn bystyre 5. mars 2015. I møtet vedtok bystyret å stanse planprogrammet for etterbruk av Dalen gruve til behandlingsanlegg for uorganisk farlig avfall og deponi, mens planprogrammet for tiltaket med endring av råstofftilgang til Norcem ble videreført. Reguleringsplan for Norcems driftsområde øst for Rv. 354 (Breviksvegen) ble vedtatt av bystyret i Porsgrunn 10.3.2016. Vern om Grenland fremmet klage på detaljreguleringen til Fylkesmannen i Telemark 29.6.2016. I svarbrev datert 18.8.2016 fra Fylkesmannen i Telemark fremgår det at klagen ikke tas til følge. Bystyrets reguleringsvedtak i sak 25/16 ble stadfestet.

Etter at planprogrammet ble stanset av Porsgrunn kommune, fikk Miljødirektoratet i 2015 i oppdrag av Klima- og miljødepartementet (KLD) å utrede ulike lokaliteter for et nytt deponi for farlig avfall. Dette for å sikre ny behandlingsskapasitet i tråd med nasjonale mål og internasjonale forpliktelser når dagens anlegg på Langøya er fullt utnyttet. 2. mai 2016 la Miljødirektoratet frem sin anbefaling til Klima- og miljødepartementet, der de pekte på fire aktuelle lokaliseringer. Dalen gruve ble vurdert som best egnet av de vurderte lokalitetene. Det ble imidlertid understreket at det var behov for å gjennomføre konsekvensutredning for å fastslå lokalitetens egnethet. I januar 2017 ble Klima- og miljødepartementet oppnevnt som ansvarlig myndighet for å fastsette planprogram for et mulig deponi i Brevik.

Foreslått løsning som ble beskrevet i planprogrammet fra 2014 er endret. All behandling av avfall vil fortsatt skje på Langøya i Re kommune. Behandlet avfall vil transporteres til ny kai i Kongkleiv (Frierfjorden) og fraktes videre gjennom ny adkomsttunnel direkte til Dalen gruve. Verken Dalsbukta eller Norcems kai vil berøres i foreliggende løsning.

Avfallsdeponiet i Dalen gruve skal kun ta imot avvannet (tørt) nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall. Deponering av radioaktivt avfall, syredannende bergarter (alunskifer), organisk avfall eller ubehandlet farlig avfall er ikke aktuelt.

1.2 Prosess og medvirkning

1.2.1 Prosess

Utfra nasjonale hensyn om å opprettholde en nasjonal behandlingskapasitet for farlig avfall i tråd med nasjonale behov, anmodet Klima- og miljødepartementet 22. desember 2016 Kommunal- og moderniseringsdepartementet om at en annen myndighet enn Porsgrunn kommune skulle være ansvarlig myndighet for å fastsette et planprogram om bruk av Dalen gruve. I brev datert 11. januar 2017 fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet ble Klima- og miljødepartementet oppnevnt som ansvarlig myndighet for fastsettelse av planprogram om bruk av Dalen gruve i Brevik, Porsgrunn kommune, til avfallsbehandlingsanlegg og deponi for uorganisk farlig avfall. Avfallsbehandlingsanlegget vil videreføres på Langøya, og omfattes derfor ikke av denne konsekvensutredningen.

Planprogrammet har vært på høring i henhold til § 15 i forskrift om konsekvensutredninger for planer etter plan- og bygningsloven av 21.6.2017. Planprogrammet ble fastsatt av KLD 13. juli 2018, se vedlegg 1.

Basert på det fastsatte planprogrammet er det utarbeidet en konsekvensutredning (foreliggende rapport). Konsekvensutredningen vil gi nødvendig kunnskap om Dalen gruve er egnet til formålet.

Det er ikke varslet oppstart av planarbeid etter plan- og bygningsloven § 12-8. Konsekvensutredningen vil inngå som en del av grunnlaget for eventuell oppstart av planarbeid på et senere tidspunkt.

1.2.2 Medvirkning

Medvirkning i konsekvensutredningsprosessen er sikret gjennom en offentlig høringsprosess i samsvar med plan- og bygningslovens bestemmelser om samråd, offentlighet og informasjon. Ved høring av planprogrammet er berørte parter gitt anledning til å uttale seg om hvilke spørsmål som er viktige og som bør utredes som en del av konsekvensutredningen. Det er avholdt et informasjonsmøte i høringsperioden for planprogrammet (Brevik kino, 10. januar 2018).

Forslag til planprogram for deponi for nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall var på høring i perioden 13.12.17-31.01.18. Forslag til planprogram ble varslet i Porsgrunn Dagblad, Telemarksavisa og Varden samt på Klima- og miljødepartementets nettside. Noen høringsinstanser ba om utsettelse og fikk utsatt frist til 15.02.18. Totalt kom det inn 214 høringsuttalelser. Noen hadde flere/supplerende uttalelser. Det er utarbeidet et eget notat med sammenstilling og kommentarer til alle innkomne høringsuttalelser, se vedlegg 2.

1.3 Formålet med utredningsarbeidet

1.3.1 Konsekvensutredningen

Formålet med konsekvensutredningen er å avklare om gruven i Dalen er egnet til deponeringsformål og hvilke konsekvenser de foreslåtte tiltakene vil kunne få for miljø og samfunn.

1.3.2 Samfunnets behov

Innsamling og forsvarlig håndtering av farlig avfall er en nasjonalt prioritert oppgave. Avfallsforskriften § 9.3 definerer farlig avfall som avfall som ikke hensiktsmessig kan håndteres sammen med forbruksavfall fordi det kan medføre alvorlige forurensinger eller fare for skade på mennesker eller dyr. Det vises videre til avfallsforskriftens § 11-2 for nærmere definisjon på hva som klassifiseres som farlig avfall.

På generell basis har mengden farlig avfall som er blitt samlet inn og behandlet økt de senere år. Økningen skyldes først og fremst:

- Økt forbruk
- Strengere regelverk og bedre oppfølging av dette
- Bedre innsamlingssystemer
- At nye stoffer klassifiseres som farlig avfall

Norge har et nasjonalt mål om at farlig avfall skal tas forsvarlig hånd om. Avfallet skal enten gå til gjenvinning eller være sikret god nok nasjonal behandlingsskapasitet. Generelt er det ønskelig at avfall blir utnyttet som en ressurs, men det er slik at enkelte avfallstyper ikke egner seg for materialgjenvinning fordi de inneholder stoffer som skal tas ut av kretsløpet. Det er derfor i fremtiden fortsatt behov for en deponiløsning.

I tillegg til ovenstående har Norge internasjonale forpliktelser gjennom Baselkonvensjonen til å ha nasjonal behandlingsskapasitet for farlig avfall. Konvensjonen åpner likevel for at ikke alle land må ha egne behandlingssløsninger for alle typer farlig avfall, og det er klare regler for eksport og import av farlig avfall. EUs rammedirektiv om avfall sier at medlemslandene under ett skal være i stand til å sluttbehandle sitt avfall. Direktivet tar hensyn til geografiske forhold og slår fast at hver medlemsstat ikke må ha spekteret av behandlingssløsninger for alle typer avfall, og at det kan være behov for spesialiserte anlegg for visse typer avfall.

I praksis har vi i dag et nordisk marked for behandling av farlig avfall, jf. en felles nordisk ministererklæring fra 1994.

For behandling av uorganisk farlig avfall er det i Norge liten tilgjengelig behandlingsskapasitet utover NOAHs anlegg på Langøya. NOAH har, etter samlet ca. 25 års drift av anlegget på Langøya, opparbeidet høy kompetanse innenfor sitt felt. Selskapet har gjennomprøvd og dokumenterte behandlingssløsninger på Langøya for de fleste typer uorganisk farlig avfall.

1.4 NOAH AS

Tiltakshaver for et mulig deponi med tilhørende infrastruktur i Brevik er NOAH. I det etterfølgende er det gitt en kort beskrivelse av selskapets virksomhet.

For å sikre Norge en forsvarlig behandlingssløsning for farlig avfall, opprettet myndighetene i samarbeid med ni større industriforetak selskapet Norsk Avfallshandtering AS i 1991. Ved

etableringen hadde Staten ved Miljøverndepartementet en eierandel på 56,5 prosent. Opprettelsen ble vedtatt av Stortinget gjennom behandling av St.prp.nr. 103 (1990-91).

Norsk Avfallshandtering AS kom i operativ drift ved kjøpet av Langøya fra Norcem/Aker i 1993. Selskapet foretok i de påfølgende år en betydelig utvidelse av behandlingstilbudet for å dekke det norske behovet for behandling av uorganisk farlig avfall.

I tråd med selskapets funksjon som nasjonalt behandlingsanlegg for farlig avfall, åpnet Norsk Avfallshandtering AS i 1999 et eget behandlingsanlegg for organisk farlig avfall i Brevik. Anlegget var plassert i tilknytning til Norcems sementfabrikk. Norsk Avfallshandtering solgte anlegget i Brevik (dagens Renor) til Norcem, som formelt overtok virksomheten 1. februar 2003.

I samme tidsrom som anlegget i Brevik ble solgt, vedtok Staten å redusere sitt eierskap i flere selskaper, deriblant i Norsk Avfallshandtering AS (St.prp. nr. 39 - 2002/2003). Etter en omfattende prosess hvor flere interessenter var med, ble det besluttet at Gjelsten Holding AS fikk kjøpe selskapet. Derved ble selskapet en hundre prosent privateid virksomhet. NOAH har i dag ca. 75 ansatte fordelt på Langøya og kontorer i Oslo, Holmestrand og Herøya. I tillegg er det under etablering nytt deponi for inert avfall i Nittedal, der NOAH er deleier. Selskapet arbeider også med utvikling av nye gjenvinningsløsninger for uorganisk farlig avfall.

1.5 Behandlingsanlegget på Langøya

Behandling og deponering av uorganisk farlig avfall skjer ved NOAHs anlegg på Langøya i Re kommune. Deponeringen foregår i et nedlagt kalksteinsbrudd. Dagens tilgjengelige deponikapasitet for uorganisk farlig avfall på Langøya vil være fullt utnyttet i 2022. I juni 2018 godkjente Direktoratet for mineralforvaltning (DMF) revidert driftsplan for uttak av mer kalkstein i sydbruddet på Langøya. Med økt steinuttak fra Langøya tilrettelegger NOAH for en forsvarlig overgangsperiode mellom eksisterende og ny deponikapasitet, og vil trolig ha mottakskapasitet i deponiet på Langøya til sommeren 2024. Gjeldende tillatelse for Langøya angir utgangen av 2025 som frist for avslutning av deponeringen av behandlet uorganisk farlig avfall, mens deponeringen av ordinært avfall skal opphøre innen utgangen av 2028. I gjeldende utslippstillatelse for Langøya er det gitt en frist til utgangen av 2034 til å ferdigstille avslutningsarbeidene med tilhørende tildekking av deponiet på Langøya (Sydbruddet).

I tillegg til uorganisk farlig avfall med norsk opphav, mottar Langøya i dag også uorganisk farlig avfall fra land i Nord-Europa, hovedsakelig flyveaske fra Sverige og Danmark. Av det mottatte avfallet produserer NOAH en såkalt «avfallsgips» gjennom en kjemisk reaksjon mellom syre, hovedsakelig svovelsyre fra Kronos Titan AS i Fredrikstad, og flyveaske. Avvannet avfallsgips omtales i konsekvensutredningen som filterkake. Flyveaske er et restprodukt fra rensing av røykgass ved avfallsforbrenningsanlegg og inneholder et betydelig innslag av kalsium. Dette kalsiuminnholdet kan erstatte f. eks. jomfruelig kalk eller andre alkalier i nøytraliseringsprosessen. Det er ikke tilgang til tilstrekkelige mengder flyveaske i Norge til å nøytralisere mengden norsk syre.

Tabell 1-1: Mengde uorganisk farlig avfall (FA) til Langøya (2017)

	Norge	Danmark	Sverige	Andre land	Totalt
Totalt mottatt FA	184 400	85 900	137 900	23 000	444 600
Til nøytralisering	54 800	84 500	136 500	15 700	291 500
Annet FA	129 600	14 800	1 400	7 300	153 100

NOAH har siden 2013 arbeidet med prosessutvikling for å kunne produsere et nøytralisert og stabilisert behandlet uorganisk farlig avfall som er egnet for underjordisk deponering. I dag er produktet fra behandlingsprosessen på Langøya stabilisert og nøytralisert uorganisk farlig avfall som en slurry. Det behandlede farlige avfallet «avvannes» naturlig etter deponering (dreneres). NOAH vurderer at dagens slurryprodukt ikke er egnet for transport til et eventuelt deponi i Dalen gruve. Den produserte slurryen må derfor avvannes, og flerårige tester viser at bruk av kammerfilterpresse er egnet til dette formål. Det behandlede uorganiske farlige avfallet vil ved avanning i kammerfilterpresse bli omdannet til et tørt, grusaktig produkt velegnet til videre transport og deponering i Dalen gruve. Forventet tørrstoffinnhold er ca. 65 prosent.

Det vil bli søkt om fornyet tillatelse for behandlingsanlegget på Langøya som sikrer drift av prosessanlegget etter at deponiet for farlig avfall på Langøya er fullt.

Uavhengig av fremtidig deponiløsning har NOAH i de siste tre årene arbeidet med tiltak med sikte på å flytte en større andel av avfallstransporten til Langøya fra bil til skip. I 2017 ankom ca. 8 900 biler med avfall til Langøya.

Et viktig tiltak for å redusere trafikkbelastningen som følge av avfallstransport gjennom Holmestrand er å etablere ny terminal for flyveaske i Helsingborg i Sverige. Denne vil komme i tillegg til terminalen som allerede er etablert i Horsens i Danmark. En slik terminal er et anlegg som mottar tørr flyveaske med bil fra avfallsprodusenter, fukter denne og mellomlagerer før videre transport til NOAHs behandlingsanlegg på Langøya med skip. Forbehandlingen av asken gir avdriving av gasser før lasting på skip, men er også nødvendig for demping av støvulemper knyttet til håndteringen. Ved realisering av ny terminal i Helsingborg, som NOAH forventer blir ferdigstilt i 2019, legges det til grunn at antall avfallstransporter reduseres med 2500-3000 biler pr. år til Langøya.

I tillegg arbeider NOAH med andre tiltak for reduksjon av biltransporten gjennom Holmestrand, bl. a. med å få transporten av innenlandsk avfall i større grad over på skip samt etablering av nytt ferjeleie utenfor Holmestrand sentrum.

Videreutvikling av behandlingsanlegget på Langøya, transportløsninger til Langøya eller NOAHs terminal- og gjenvinningsstrategi inngår ikke i vurderingen av konsekvensene for miljø og samfunn ved bruk av Dalen gruve til deponiformål.

1.6 Gjenvinning

NOAH har et strategisk mål om å gjenvinne 25 prosent av avfallet som selskapet mottar innen 2025. Dette er et ambisiøst mål og medfører et betydelig arbeid, som har pågått i flere år. Målsetningen er at produkter skal gjenvinnes enten som kommersielle produkter eller som råstoff til annen prosessindustri. Det vil stilles strenge krav til renhet av produktene, slik at uønskede stoffer ikke resirkuleres eller kommer på avveie.

NOAH etablerte høsten 2017 en egen teknologiutviklingsavdeling på Herøya i Porsgrunn. Avdelingen skal utelukkende arbeide med å finne frem til metoder som legger til rette for gjenvinning i bærekraftig industriell skala. Innenfor behandling av flyveaske arbeides det med en rekke muligheter, bl. a. gjenvinning av metaller og salter, samt bruk av CO₂ til stabilisering av flyveaske.

Avvanning av stabilisert og nøytralisert avfall i filterpresse medfører utskilling av metallrikt saltvann. NOAH arbeider med utvikling av nye prosesser for å separere salter og eventuelt noen tungmetaller fra dette saltvannet.

Utviklingsarbeid med sikte på oppfyllelse av gjenvinningsmålet vil videreføres i tilknytning til eksisterende anlegg på Langøya. Gjenvinning vil kunne påvirke mengde og sammensetning av det avfallet som må deponeres.

1.7 Sentrale juridiske rammevilkår for tiltaket

Konsekvensutredning, et eventuelt fremtidig planarbeid og etablering av deponi vil gjennomføres i samsvar med relevante lover, forskrifter og retningslinjer. Sentralt regelverk er bl. a. *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall - Avfallsforskriften (FOR-2004-06-01-930)*, *Lov om forvaltning av naturens mangfold - Naturmangfoldloven (LOV-2009-06-19-100)* og *Forskrift om rammer for vannforvaltningen - Vannforskriften (FOR-2006-12-15-1446)*.

1.7.1 Avfallsforskriften

Sentralt i avfallsforskriften kapittel 9, vedlegg II, punkt 2.6.1 er krav om at det ved etablering av underjordisk deponi skal gjennomføres en stedsspesifikk risikovurdering, som dekker både drifts- og etterdriftsfasen.

Formålet med § 9-1 i avfallsforskriften er å sikre at deponering av avfall skjer på en forsvarlig og kontrollert måte, slik at skadevirkninger på miljøet og menneskers helse forebygges eller reduseres så langt det er mulig. I § 9-3 defineres farlig avfall som: «avfall som ikke hensiktsmessig kan håndteres sammen med forbruksavfall fordi det kan medføre alvorlige forurensninger eller fare for skade på mennesker eller dyr, jf. kapittel 11 om farlig avfall»

I avfallsforskriftens § 9-4 fremgår det at følgende er forbudt å deponere i underjordiske deponier:

- a) *Avfall og avfallsbeholdere som kan reagere under de kjemiske og fysiske forholdene slik at det kan føre til:*
 - *endring i volum,*
 - *andre reaksjoner som kan utgjøre en fare for driftssikkerheten og/eller svekke helheten i barrieren.*
- b) *Avfall som er biologisk nedbrytbart*
- c) *Avfall som har sterk lukt*
- d) *Avfall som kan produsere en giftig eller eksplosiv blanding av gass og luft. I lukkede beholdere skal ikke innholdet av eksplosiv gass overstige 10 prosent av konsentrasjonen som svarer til nedre eksplosjonsgrense*
- e) *Avfall som ikke har tilstrekkelig stabilitet til å samsvare med de geotekniske forholdene*
- f) *Avfall som er selvantennelig eller kan selvantenne under de rådende deponeringsforholdene, gassholdige produkter, flyktig avfall, uidentifiserte blandinger av avfall.*

Dette er kriterier som forslagsstiller vil legge til grunn.

1.7.2 Naturmangfoldloven

I naturmangfoldlovens § 1 er lovens formål beskrevet:

«Lovens formål er at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur».

Loven omfatter all natur og alle som fatter beslutninger som kan gi konsekvenser for naturen (<http://www.miljodirektoratet.no/no/Regelverk/Lov/Naturmangfoldloven/>).

1.7.3 Vannforskriften

I vannforskriftens § 1 er forskriftens formål beskrevet:

«Formålet med denne forskriften er å gi rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene.

Forskriften skal sikre at det utarbeides og vedtas regionale forvaltningsplaner med tilhørende tiltaksprogrammer med sikte på å oppfylle miljømålene, og sørge for at det fremskaffes nødvendig kunnskapsgrunnlag for dette arbeidet».

Basert på denne er det fastsatt miljømål for bl. a. både grunnvann og kystvann. Miljømålene er grunnlaget for iverksetting av tiltak for å forebygge, forbedre eller gjenopprette tilstanden i vannforekomsten der det er nødvendig.

2 Metode

2.1 Utredningstema

Konsekvensutredningen er basert på fastsatt planprogram. Konsekvensutredningen skal gi faktabaserte svar på om Dalen gruve er egnet til deponi, og om tiltaket vil medføre konsekvenser for miljø og samfunn. Det er utarbeidet 21 delutredninger som grunnlag for sammenstillingen av konsekvensutredningen. For temaer innenfor ikke prissatte konsekvenser følges metodikk beskrevet i Statens vegvesens håndbok V712, Konsekvensanalyser.

Tabell 2-1: Utførte delutredninger

Delutredning	Utført av
Forhold til overordnede planer og mål	Multiconsult
Geoteknisk vurdering ny kai og tunnel	NGI
Gruvens egnethet – Miljørisikovurdering	NGI
Økonomiske konsekvenser - Ringvirkningsregnskap	Varde Hartmark
Kulturminner	Norsk Maritimt Museum
Biologisk mangfold/ naturmiljø på land	Biofokus
Landskap	Multiconsult
Trafikk	Multiconsult
Barn og unges oppvekstvilkår og interesser på land	Multiconsult
Friluftsliv og rekreasjon på land	Multiconsult
Støy	Brekke & Strand
Utslipp til luft inkl. støv	Molab Sintef
Bruk av naturmiljø i sjø	DNV GL
Naturtilstanden i Frierfjorden, - Kongkleiv og Eidangerfjorden	DNV GL
Nautisk sikkerhet	DNV GL
Skipsulykke	DNV GL
Utslipp til resipient fra transport av behandlet avfall	DNV GL
Utslipp til resipient fra aktivitet på land	NOAH
Sikkerhet og terrorberedskap på skip og i havn	DNV GL
ROS-analyse anleggsfasen	DNV GL
ROS-analyse driftsfasen	DNV GL

I tillegg til delutredningene i tabell 2-1 er det utarbeidet flere delutredninger i 2015 av Norconsult. Disse er en del av grunnlaget for oppdaterte delutredninger for samme tema i tabell 2-1.

Temaet folkehelse ivaretas gjennom oppfyllelse av gjeldende lover, forskrifter og myndighetskrav og belyses som del av konsekvensutredningen. Folkehelseaspektet blir derfor indirekte belyst som del av konsekvensutredningen.

Konsekvensutredningsrapporten er bygd opp som følger:

- Beskrivelse av planområdet (kapittel 3)
- Beskrivelse av planlagt tiltak (kapittel 4)
- Vurdering av forholdet til overordnede målsetninger (kapittel 5)
- Vurdering av gruvens egnethet til deponi og deponiets miljøpåvirkning (kapittel 6)
- Konsekvensene av tiltaket og tilknyttende miljøpåvirkninger er basert på metode fra Statens vegvesens håndbok V712 Konsekvensanalyser (kapittel 7)
- Vurdering av skipsulykke og risiko- og sårbarhetsanalyse for både anleggs- og driftsfasen (kapittel 8)
- Oppsummering og sammenstilling (kapittel 9)

2.2 Utredningsalternativer

For å kunne gi en mest mulig fyllestgjørende beskrivelse av konsekvensene av et fremtidig deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall og med tydelig referanse til dagens situasjon i Brevik, skal følgende alternativer beskrives:

Alternativ 0

Alternativ 0 defineres her som en videreføring av gruvedriften, mens arealet i Kongkleiv er uberørt. Alternativet vil derfor representere et alternativ der det ikke foretas endringer i forhold til i dag.

Alternativ 1

Alternativ 1 er en fremtidig situasjon der det bygges ny kai ved Kongkleiv for mottak av nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall, miljøvennlig lossing fra skip og videre transport i ny tunnel og eksisterende grueganger til deponeringssted under kote 0 i Dalen gruve.

Plassering av ny kai ved Kongkleiv med trasé for ny adkomsttunnel fra Kongkleiv til gruen er ikke endelig fastlagt i detalj.

3 Beskrivelse av planområdet

3.1 Beliggenhet og avgrensning

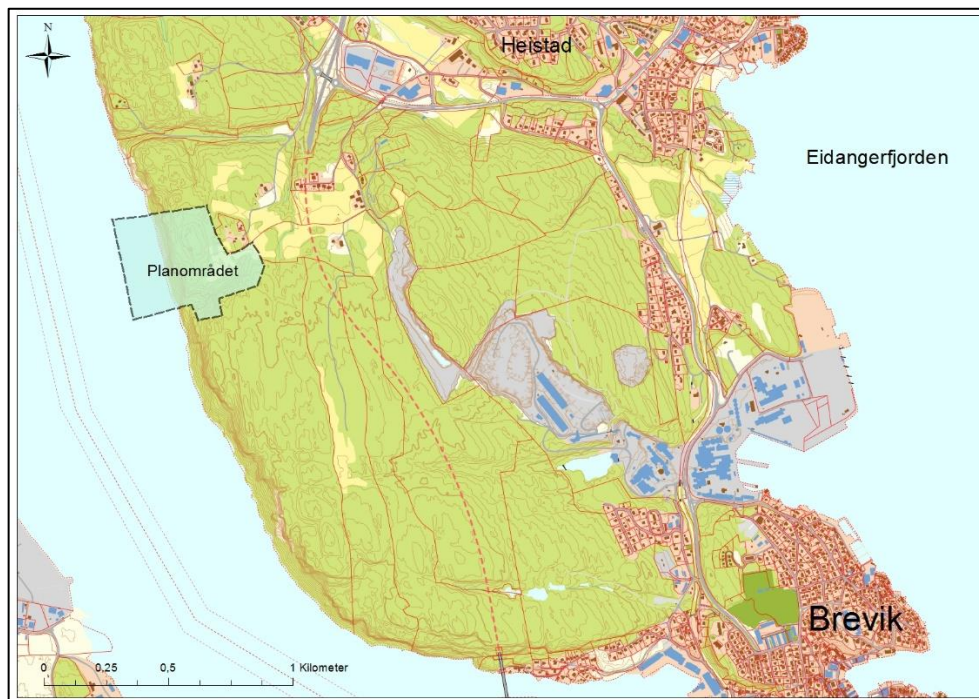
Planområdet ligger ca. 7,5 km i luftlinje sør for Porsgrunn by og ca. 2 km i luftlinje nordvest for Brevik sentrum, se figur 3.1. Tiltaket omfatter arealer både over og under bakken.



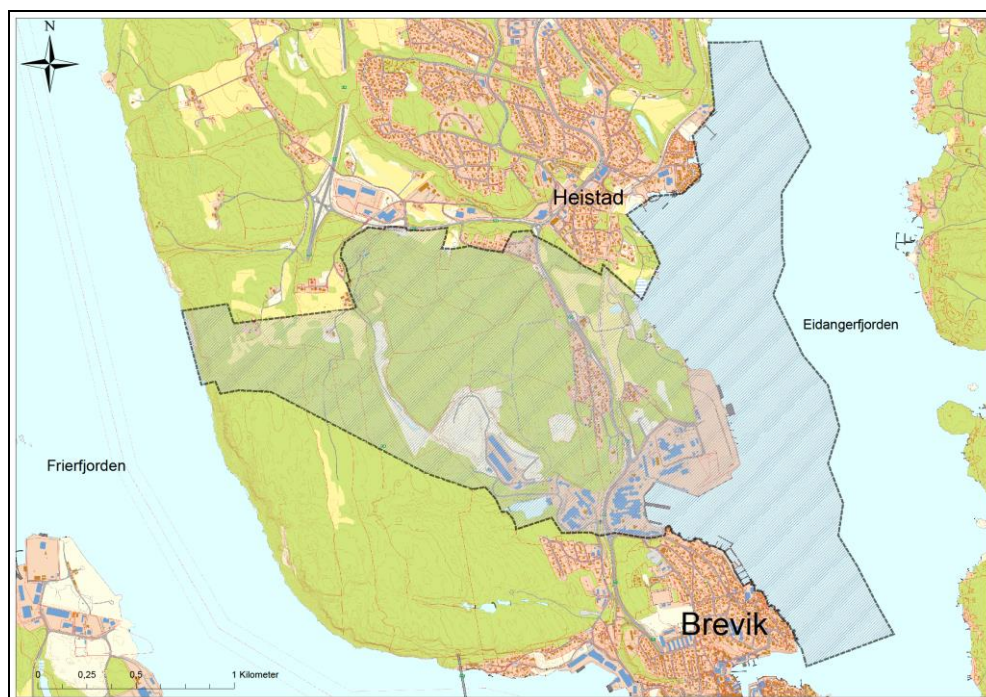
Figur 3-1: Beliggenhet til planområdet over bakken er markert med blått punkt.

Planområdet over bakken består av et område ved Kongkleiv på østsiden av Frierfjorden, hvor det foreslås etablert kai og tunnelpåbygg. Planen omfatter også et nivå under bakken som i hovedsak dekker dagens driftsgrense for gruven under Eidangerfjorden og ny adkomsttunnel fra Kongkleiv til Dalen gruve.

Planområdet er ca. 187 daa over bakken og ca. 4 444 daa under bakken, jf. figur 3-2 og figur 3-3. Ca. 1 840 daa av arealet under bakken ligger under Eidangerfjorden. Planområdets størrelse, både over og under bakken, vil bli revidert når beliggenhet til kai og adkomsttunnel fra kai til gruve er endelig fastlagt.



Figur 3-2: Foreslått planavgrensning over bakken.



Figur 3-3: Foreslått planavgrensning under bakken

3.2 Eierforhold

Planområdet over bakken berører gnr/bnr 73/1, 8, 10, 14. Planavgrensningen under bakken ligger både under terreng og under sjø, og berører en rekke eiendommer.

Rettighetene til graven (både under og over kote null) vil avklares i en eventuell senere fase.

3.3 Arealbruk og grunnforhold

Avsatt planområde over terreng til kai og tunnel er i dag et sjøareal samt en bratt fjellside med noe vegetasjon. Kongkleivåsen stiger bratt opp fra Frierfjorden opp til ca. 70-75 moh. Eksisterende gruve under kote 0 forutsettes benyttet til deponi.

Det foreslåtte kaiområdet i Frierfjorden er i dag uregulert. I kommuneplanen er arealet avsatt til LNFR-område. For strandsonen er det på plankartet vist Hensynssone H310 – Faresone ras og skred og H560 – Bevaring naturmiljø. Deler av Frierfjorden utenfor Kongkleiv er avsatt til farled i gjeldende kommuneplan 2014-2025.

Bergarten i området er knollekalk, vekslende lag av kalkstein og skifer

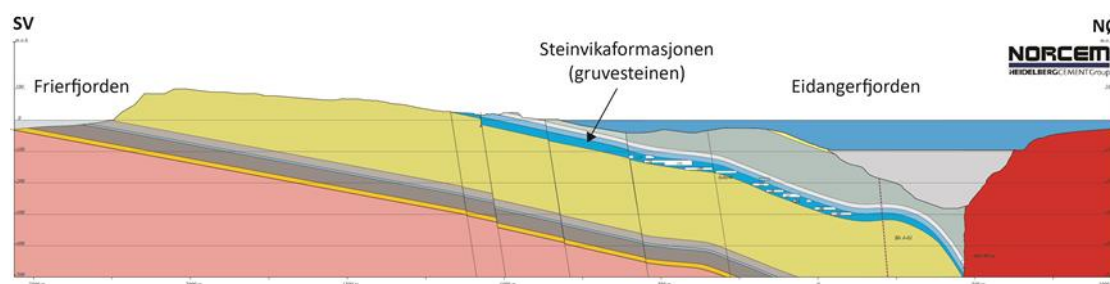


Figur 3-4: Mulig område for plassering av ny kai ved Kongkleiv (foto NGI)

3.4 Gruvedriften

Til sementproduksjonen i Brevik benyttes kalkstein, primært fra gruven i Dalen og dagbrudd i Porsgrunn (Bjørntvedt). Norcem har de siste årene også tatt inn kalkstein fra Verdal. Denne mengden var ca. 350 000 tonn i 2016. Fabrikken i Brevik har en årsproduksjon på ca. 1 250 000 tonn sement.

Kalksteinproduksjonen er basert på utnyttelse av Steinvikaformasjonen. Den består av et relativt homogent kalklag som er 36-40 meter tykt og med en helning på 13-20 grader mot øst i områdene rundt Brevik. Bergverksdriften i Dalen startet som dagbrudd og har siden fulgt kalkbenkens fall ned under bakken. Gruvedriften skjer i dag på mer enn 300 meters dyp under havoverflaten ute i Eidangerfjorden.



Figur 3-5: Geologisk tverrprofil.

Hovedmengden av ferskvannet fra gruven pumpes opp og ut til en dam for bruk som kjølevann i Norcems sementproduksjon, mens annet vann (med innslag av sjøvann) pumpes til sjø.



Figur 3-6: Illustrasjon av Dalen gruve. Gruven er markert med rødt. Driftsveiene under bakken med gult.

3.5 Sjøområdene

Seilingsleden inn til Grenland er velkjent og godt overvåket. Kystverkets sjøtrafikksentral ligger i Brevik. Eidangerfjorden og Langesundsfjorden er et område som er mye brukt av innbyggerne, hytteeiere og feriegjester til bading, båtliv og regattaer. Det er også en del bolig- og fritidsbebyggelse på vestsiden av den berørte delen av Frierfjorden, som bidrar til fritidsbåttrafikken. Det er høy aktivitet sommerstid på fjordene for rekreasjon og friluftsliv.

I følge Grenland Havn er det tilgjengelig kapasitet for økt skipstrafikk i fjordsystemet.

Parallelt med fjellskråningen mot øst viser sjøkart for Frierfjorden, se figur 3-7, at det er en trasé for sjøkabel. Detaljer om denne vil kartlegges i en senere fase.



Figur 3-7: Utsnitt fra sjøkart, trasé for sjøkabel angitt mellom to streker med lilla farge langs fjellskråning i øst.

3.6 Eksisterende deponier i Dalen gruve

Dagens forurensningstilstand og status for miljø er beskrevet i de ulike delutredningene, se kapittel 4, 6 og 7 (alternativ 0).

Norcems tillatelse fra Miljødirektoratet revidert 20.2.2018 omfatter eget deponi i Dalen gruve for produksjonsavfall som er ordinært avfall i henhold til avfallsforskriften. Tillatelsen gjelder en årlig fyllingsmengde på ca. 5 000 m³ per år, totalt ca. 135 000 m³. Det legges til grunn at deponiet vil kunne brukes så lenge det er produksjon ved sementfabrikken. Tillatelsen er basert på at deponiet avsluttes før 1.1.2040.

I tillegg gjelder tillatelsen også etterdrift av to deponier for bypass-støv ("BPD-deponiet"). Disse er fylt opp og fysisk avstengt. Totalt tilgjengelig fyllingsvolum er ca. 20 000 m³.

Gropen etter «Raset» i 1976 er benyttet til deponering av ulike typer avfall. Gropen var i lang tid tilgjengelig for allmenheten.

I Miljødirektoratets database for grunnforurensning er den såkalte Tyskerfyllingen og Dalen deponi syd registrert. Begge disse er klassifisert med påvirkningsgrad 2 – Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk.

NOAH vil i forbindelse med et eventuelt senere arbeid med søknad om utslippstillatelse kartlegge vannkvalitet i dagens gruvevann nærmere for å styrke grunnlaget for fremtidig valg av renseprosess for vann fra deponi. Samtidig vil forurensningssituasjonen knyttet til nåværende deponier og deres eventuelle påvirkning av vannkvaliteten i gruvevannet kartlegges.

4 Beskrivelse av tiltaket

4.1 Innledning

Det foreslåtte tiltaket forutsetter at all avfallsbehandling skal skje på Langøya i Re kommune. Behandlet uorganisk farlig avfall vil transporteres til ny kai ved Kongkleiv i Frierfjorden med skip. Behandlet avfall transporteres fra ny kai ved Kongkleiv og videre i en tunnel inn til Dalen gruve for deponering. Adkomsttunnel fra kai til Dalen gruve vil ha en lengde på ca. 2 km avhengig av endelig utforming og tunneltrasé. Tunnelen vil starte på ca. kote 4 ved Kongkleiv og møte Dalen gruve på ca. kote – 110. I konsekvensutredningen er det lagt til grunn at behandlet avfall transporteres med dumpere fra kai via ny adkomsttunnel til deponi.

4.2 Deponiets levetid

NOAH arbeider for at et fremtidig deponi skal ha en driftsperiode på minimum 25 år. Deponiets levetid er her definert som deponiets driftsfase, det vil si perioden som gruen fylles opp med avfall. Samfunnets behov vil kunne endre anleggets levetid, både ut fra ny kunnskap, ny teknologi, gjenvinning av stoffer/materialer, nye miljøfarlige stoffer og nye helse- og miljøkrav.

Det er vanskelig å forutse mengden behandlet uorganisk farlig avfall som må deponeres i fremtiden, da det forventes at enkelte stoffer vil kunne gjenvinnes fra avfallet. Graden av gjenvinning vil påvirke mengden til deponi og dermed også deponiets levetid. Samtidig vil trolig nye stoffer bli klassifisert som farlig avfall, noe som også kan påvirke deponiets levetid.

4.3 Dimensjonerende avfallsmengder og avfallstyper

NOAH legger til grunn at deponiet i Dalen gruve skal kunne ta imot avfallsmengden som i dag tillates mottatt og behandlet ved prosessanlegget på Langøya. Øvre begrensning i tillatelsen for Langøya er 560 000 tonn ubehandlet uorganisk farlig avfall pr. år, regnet som et glidende gjennomsnitt over siste fem år. Dette betyr at transportmengden fra Langøya til Kongkleiv vil variere.

Med bakgrunn i dette legger konsekvensutredningen til grunn en øvre maksimal transportmengde pr. år på 800 000 tonn behandlet (nøytralisert og stabilisert) farlig avfall fra Langøya til Kongkleiv. Dette gir et konservativt grunnlag for vurdering av konsekvensene som følge av transport av behandlet avfall.

Deponering i lukkede bergrom vil stille andre krav til det behandlede avfallets egenskaper enn deponi i dagen. Et underjordisk deponi kan bare motta avfall som oppfyller stedsspesifikke mottakskriterier som er fastsatt av forurensningsmyndigheten på bakgrunn av en stedsspesifikk risikovurdering, og for underjordiske deponier for farlig avfall gjelder kun de stedsspesifikke mottakskriteriene. Stedsspesifikke mottakskriterier vil utarbeides i forbindelse med en eventuell søknad om utslippstillatelse. En oversikt over ulike aktuelle avfallstyper og –mengder for behandling på Langøya er gitt i tabell 4-1.

Som det framgår av tabellen utgjør flyveaske fra avfallsforbrenning og avfallssyre fra Kronos Titan i Fredrikstad hoveddelen av avfallet som planlegges mottatt til stabilisering på Langøya (>80 %). Produksjonsavfall fra aluminiumsindustrien, i hovedsak anode- og katodeavfall, utgjør den største fraksjonen etter flyveaske og syre (ca. 10 prosent av totalmengden avfall). Resten av fast produksjonsavfall ligger på <1 – 4 prosent av totalmengden avfall.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 4-1: Avfallstyper aktuelt for mottak ved behandlingsanlegget på Langøya

Avfall	tonn/år*	Kommentar
Nøytraliseringsprosess		
Flyveaske	350 000	Restprodukt fra avfallsforbrenningsanlegg, tørr aske.
Svovelsyre og annen syre	65 000	23 % svovelsyre fra Kronos (regnet som 100 % syre). Annen syre.
Flytende avfall og slam	10 000	Sterk lut fra overflatebehandling avfettingsbad, nikkel-krom bad, alkalisk sinkbad fra galvanisk industri.
		Lavt forurenset vann, blant annet cyanidholdig vaskevann med noe tungmetallinnhold.
		Flytende tungmetallholdig slam fra renseanlegg.
Industriavfall		
Industriavfall fra aluminiumsindustri	50 000	Katode- og anodeavfall. Ovnsrester.
Filterkaker fra avgassrensing/ Tungmetallholdig slam	20 000	Filterkaker/gips fra avgassrensing fra forbrenningsanlegg. Tungmetallholdig avfall. Tungmetallholdig slam fra industrielle renseanlegg (for eksempel jern-, mangan-, titan-, aluminium-hydroksidslam).
Diverse avfall		
Diverse avfall - småleveranser	1000	Fast farlig avfall med forhøyet metallinnhold. Prosessutstyr, blåsesand, batterier, filterposer, fibrer og isolasjonsmateriale. Kvikksølvholdig avfall. Baser på fast form (natriumbikarbonat, forurenset kalkstein, brent kalk m.m.).
Jord og steinavfall		
Jord og riveavfall	5 000	Forurenset jord og rivningsavfall som inneholder tungmetaller og PCB.

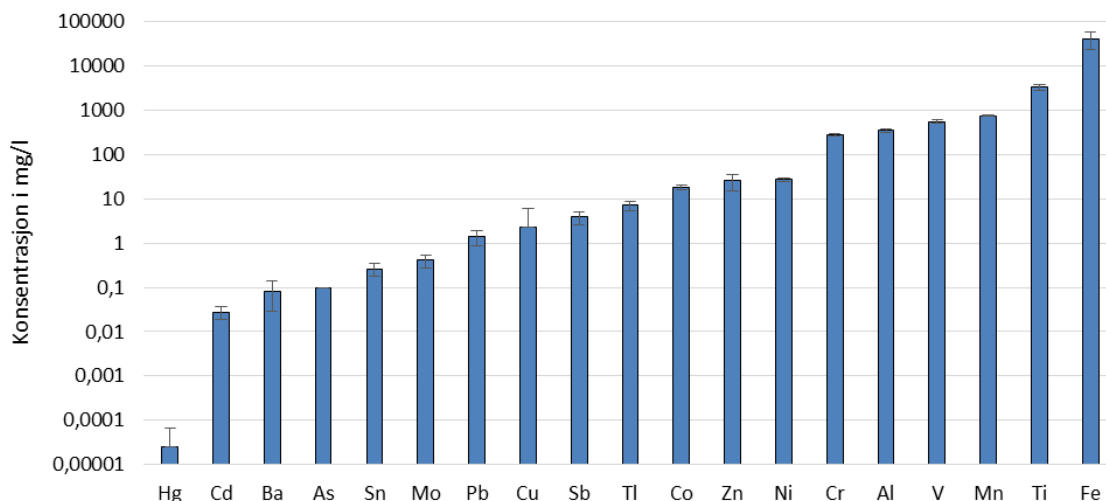
*Det vil være variasjoner i mengdene avfall som oppstår. Anslaget må karakteriseres som veiledende.

4.4 Avfallets opprinnelse og innhold

Hovedprosessen ved Langøya er nøytralisering og stabilisering av avfallssyre (svovelsyre) fra Kronos Titan AS i Fredrikstad med alkalisk flyveaske. Flyveasken stammer fra mer enn 60 forbrenningsanlegg for avfall. Annet avfall vil blandes inn i prosessen for stabilisering og nøytralisering og inngå som en del av det stabiliserte avfallet.

Syre fra Kronos Titan, Fredrikstad

Den største mengden avfallssyre stammer fra produksjonen av titan (TiO) ved Kronos Titan i Fredrikstad. Ilmenitt ekstraheres med svovelsyre, og det oppstår et restprodukt bestående av en fortynnet svovelsyre (20 % ~ 3.6 M, pH<0). Avfallssyren har et innhold av jern på rundt fire prosent. En oversikt over innhold i syren er gitt i Figur 4-1. Generelt kan innholdet av forurensningskomponenter (tungmetaller) i syren karakteriseres som lavt. Unntaket er krom som har et innhold på rundt 280 mg/l.



Figur 4-1: Konsentrasjoner av ulike elementer i avfallssyre fra Kronos Titan AS (data fra 2016-2017) (n=5). NB! Logaritmisk y-akse.

Flyveaske fra avfallsforbrenning

Flyveaske er en avfallsfraksjon fra forbrenning av avfall i avfallsforbrenningsanlegg. Dette er restprodukter fra rensing av røykgassen fra forbrenningen (elektrofilter, tekstilfilter). Flyveaske er sterkt alkalisk med høyt innhold av metaller, og er derfor definert som et farlig avfall. Innholdet i asken er avhengig av flere faktorer, blant annet sammensetningen av forbrent avfall, forbrenningsteknologi og røykgassrensing. Flyveasken må forbehandles og stabiliseres før den kan deponeres.

Flyveaske er svært alkalisk med en høy pH på mellom 11 og 12. Mineralogiske analyser (røntgendiffraksjon, XRD) av flyveaskeprøver fra NOAH viser høyt innhold av kalsiumsulfater (gips, anhydrid) og karbonater (kalsitt), i tillegg til oksider/hydroksider. Karbonater og oksider gir asken en høy syrenøytraliseringskapasitet (acid neutralization capacity, ANC) som nyttiggjøres i nøytraliseringen av avfallssyre.

Tabell 4-2: Typisk mineralsk sammensetning i flyveaske, resultater fra XRD analyser (NGI, 2018)

Mineral	Formel	Flyveaske
Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	21,7
Kalsitt	CaCO_3	15,3
Anhydritt	CaSO_4	13,0
Gehlenitt	$\text{Ca}_2\text{Al}[\text{AlSiO}_7]$	10,3
Halitt	NaCl	10,0
Kvarts	SiO_2	9,7
Stichtite/pyroaurite/sjogrenite	$\text{Mg}_6\text{Cr}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	9,3
Vateritt	$\mu\text{-CaCO}_3$	3,5
Syngenitt	$\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	3,5
Sylvitt	KCl	3,3
Hematitt/maghemitt	Fe_2O_3	3,0

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Flyveasken har normalt et lavt innhold av organisk materiale (total organisk karbon, TOC <1 prosent). I hovedsak skyldes de målte verdiene av TOC elementært karbon (sot-partikler og rester av aktivt kull som tilsettes i røykgassrensingen). Asken kan inneholde spor av PAH og klorerte organiske forbindelser (eksempelvis dioksiner, klorbensen). Disse forbindelsene er lite vannløselige og vil bindes godt til sotpartiklene. Sotrester og aktivt kull er stabile og ikke nedbrytbare forbindelser.

Annet farlig avfall for behandling og deponering

Annet farlig avfall som vil vurderes nærmere for behandling på Langøya er gitt i tabell 4.3. Et eventuelt mottak er betinget av at avfallet kan inngå ved produksjon av avfallsgips/filterkake. Oversikten er basert på dagens mottak på Langøya. Dette avfallet er karakterisert med blant annet utlekkings tester. Det er utført analyser av totalinnhold og utlekkings tester for alle de viktigste avfallstypene, med unntak av jord og riveavfall som er av så inhomogen karakter at slike analyser ikke vil kunne gi et generelt bilde. Jord og riveavfall vil analyseres for å avgjøre om avfallet kan deponeres i gruen. I det følgende er det gitt en beskrivelse av de ulike avfallstypene innenfor *annet farlig avfall*.

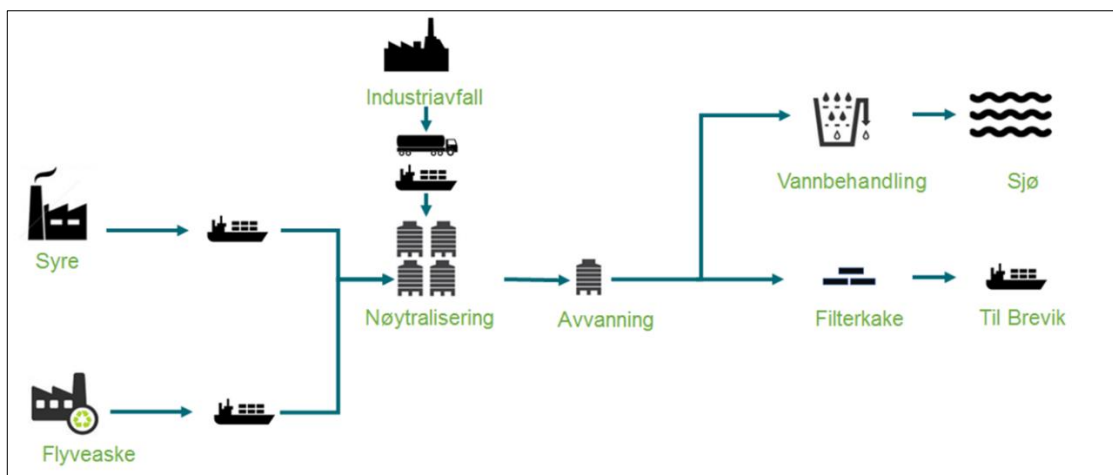
Tabell 4-3: Ulike aktuelle typer industriavfall som vurderes.

Avfallstype	Beskrivelse
Katode/anodeavfall:	Anodeavfall og katodeavfall fra aluminiumsindustrien leveres til NOAH i dag. Analyser av totalinnhold for denne avfallstypen viser at ingen av prøvene har overskridelse av grensen for farlig avfallsdeponi. Utlekkingen av metaller kan karakteriseres som moderat, i hovedsak betydelig lavere enn utlekkingskriteriet for farlig avfall. Katodeavfall lekker som regel fluorid over grensen for farlig avfall, men når avfallet deponeres i gipsen vil fluorid felles ut som tungt løselig CaF_2 . Etter mottak avgasses avfallet ved kontakt med vann, og ammoniakk, hydrogengass og fosfin frigis. Forsøk vil avklare om avfallet er egnet til deponering i Dalen grue.
Filterkaker fra annen industri:	Filterkaker fra annen industri er et avfall som kan stamme fra all industri der det gjennomføres filtrering. Filterkaker er oppsamlet partikulært materiale som kan inneholde høye konsentrasjoner av metaller. NGI har mottatt analyseresultater fra totalanalyser og utlekkings tester for tre prøver av denne typen filterkaker. Alle tre prøver har overskridelse av grensen for farlig avfall for sink. For utlekkings tester har avfallet overskridelser av grenseverdi for farlig avfall for klorid.
Tungmetallholdig avfall:	En del av industriavfallet som mottas på Langøya i dag har konsentrasjoner av tungmetaller tilsvarende farlig avfall. I hovedsak ligger imidlertid totalinnhold under grensen for farlig avfall. Dette er i stor grad slam generert i metallurgisk industri. Avfallet kan være fra fast form og til flytende, men felles for alle avfallstyper i denne kategorien er at forurensningen er partikkelbundet. Dette vil gi liten utlekking av tungmetaller fra avfallet.
Diverse avfall:	Dette er farlig avfall som mottas i små kvantum til deponiet. Eksempler er blåsesand, jernpulver og fiber og isolasjonsmateriale. Felles for blåsesand og jernpulver er at analyse av totalinnholdet i avfallet har overskridelse av grensen for farlig avfall, mens utlekking er under grensen for ordinært avfallsdeponi. Fiber og isolasjonsmateriale overskrider grensen for ordinært avfallsdeponi, og har en analyse med overskridelse av grenseverdien for farlig avfall for klorid.
Jord og riveavfall:	Jord og riveavfall omfatter avfall fra bygg og anleggsbransjen der konsentrasjoner av en eller flere miljøgifter er over grensen for farlig avfall, i hovedsak metaller eller PCB. Utlekking fra avfallet testes før deponering.
Aske til behandling i ejektor:	Det mottas i dag en del flyveaske som er for tung til å behandles slik anlegget til NOAH er i dag. Denne blandes med vann, og pumpes ut i deponiet ved hjelp av en ejektor.

4.5 Hovedprosesser for behandling av avfall før deponering

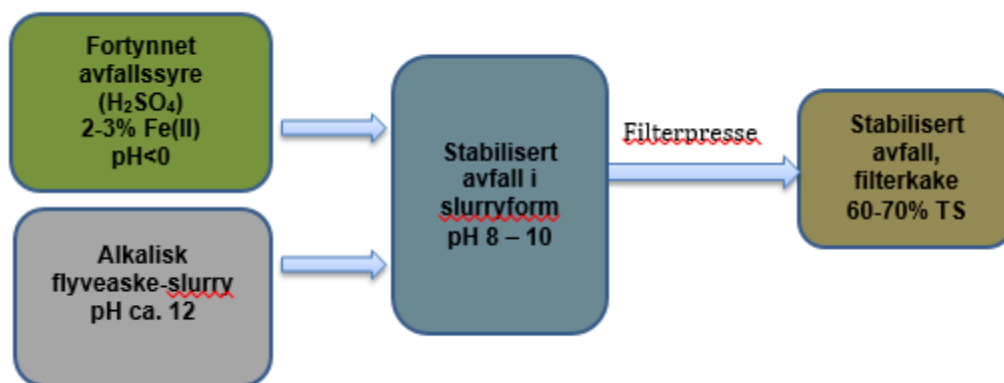
I prosessen på Langøya nøytraliseres avfallssyre med alkaliske materialer. Hovedmengden alkalier som benyttes til nøytralisering av syre er flyveaske fra rensing av røkgass ved avfallsforbrenningsanlegg. Det er også vurdert andre behandlingsløsninger, se kap. 4.6. Det behandlede avfallet vil avvannes i en filterpresse før eventuell mellomlagring og videre transport til Kongleiv med skip. Avvannet avfallsgips er i KU-en omtalt som filterkake.

En prinsippsskisse for prosessen på Langøya er vist i figur 4-2.



Figur 4-2: Prinsippsskisse for fremtidig behandlingsprosess på Langøya med videre transport av stabilisert avfall til Brevik. (Illustrasjon: NOAH).

I stabiliseringsprosessen blandes alkalisk oppslemmet flyveaske med fortynnet avfallssyre. Askens tilsettes som aske-slurry, tilsatt vann fra prosessen. Askens naturlige pH ligger på rundt pH 11-12, mens syren har $\text{pH} < 0$. Slutt-pH for den nøytraliserte slurrien ligger i området pH 8-10.



Figur 4-3: Flytskjema for prosessen med nøytralisering av avfallssyre og flyveaske med etterfølgende avvanning.

Det nøytraliserte avfallet som deponeres på Langøya pumpes direkte ut i deponiene som en slurry med et vanninnhold på rundt 70 prosent (tørrestoffinnhold på 30 prosent).

Denne slurrien er etter NOAHs vurdering ikke godt egnet for videre transport til et deponi utenfor Langøya. NOAH har derfor arbeidet i flere år med å finne en metode for avvanning av

gipsslurry. En langvarig uttesting av filterpresse til dette formål viser svært gode resultater, og det forventes at bruk av filterpresse til storskala avvanning gir et produkt velegnet for videre transport og håndtering. Avvanningen gir et tørrstoffinnhold på ca. 65 prosent. Avvanning i filterpresse gir relativt tynne "flak" med ca. 5 cm tykkelse, og disse brekker lett opp i deler. Figur 4-4 viser bilde av avvannet stabilisert avfall fra storskala forsøk gjennomført av NOAH i desember 2014.

Uavhengig av behandlingsmetode, må behandlet avfall være et avvannet produkt som kan håndteres i Dalen gruve innenfor avfallsforskriftens bestemmelser og forventede rammer i en fremtidig tillatelse.

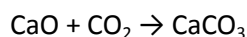


Figur 4-4: Stabilisert filterkake er tenkt deponert i gruen i Brevik. A) Filterkakebit fra testkjøring i desember 2014 (Foto: NGI) B) Filterkake fra testkjøring i 2018 (Foto: NOAH).

4.6 Alternative behandlingsprosesser

4.6.1 Nøytralisering av flyveaske med CO₂

En alternativ syre til svovelsyren fra Kronos Titan for å nøytralisere og stabilisere flyveaske, er CO₂. NOAH har siden 2012 jobbet med å utvikle en prosess for behandling av flyveaske med CO₂, kalt karbonatisering. Under reaksjonen med flyveaske og CO₂, så nøytraliseres kalk i flyveaske på følgende måte:



Nøytraliseringsprosessen medfører at tungmetaller stabiliseres ved at pH i asken reduseres.

Gjennom hele 2013 og 2014 ble det testet ut flere reaktorkonsepter på Langøya basert på nevnte karbonatiseringsprosess. Hovedmålet gjennom hele utviklingsarbeidet har vært å utvikle prosessenheter som kan håndtere variasjonene i flyveaskens sammensetning (varierer mellom anleggene og over tid fra samme anlegg), og i tillegg være så robust at fremmedlegemer som ofte havner i asken ikke vil ødelegge teknisk utstyr eller redusere driftstiden for et mulig fremtidig behandlingsanlegg.

Stabilisering av tungmetaller

Det er gjennomført analyser for å avklare utlekking av tungmetaller for 65 forsøksserier i 2015. Samtlige resultater viser at utlekkingen tilfredsstiller krav til deponering av farlig avfall på kombinasjonsdeponi (ordinært avfallsdeponi med egne deponiceller for farlig avfall).

Tabell 4-4 viser typiske utlekkingsresultater av tungmetaller etter utført karbonatisering. Utlekkingskrav til inert avfallsdeponi, farlig avfall på kombinasjonsdeponi for ordinært og farlig avfallsdeponi er inkludert for sammenligning. Som tabellen viser, så er alle verdier godt innenfor krav til kombinasjonsdeponi for ordinært og farlig avfall og langt under kravene for farlig avfallsdeponi.

Tabell 4-4: Typiske utlekkingsdata av karbonatisert aske. Utlekkingskrav til inert avfallsdeponi, farlig avfall på kombinasjonsdeponi for ordinært og farlig avfallsdeponi er inkludert i tabellen.

Parameter	Benevnning	Testresultater for tre ulike prøver av aske						Sammenligning med utlakingskrav		
		#115		#116		#117		Inert avfallsdeponi	Ord. avfallsdeponi	Farlig avfallsdeponi
pH			9,7		9,7		9,1			
As	mg/kg TS	<	0,4	<	0,4	<	0,4	0,5	2	25
Ba	mg/kg TS		2		1,7		3	20	100	300
Cd	mg/kg TS	<	0,02	<	0,02		0,048	0,04	1	5
Co	mg/kg TS	<	0,1	<	0,1	<	0,1			
Cr	mg/kg TS		1,7		2,1		1	0,5	10	70
Cu	mg/kg TS	<	0,1	<	0,1	<	0,1	2	50	100
Mo	mg/kg TS		2,6		2,3		2,1	0,5	10	30
Ni	mg/kg TS	<	0,2	<	0,2	<	0,2		10	40
Pb	mg/kg TS	<	0,2	<	0,2	<	0,2	0,5	10	50
Sb	mg/kg TS	<	0,4	<	0,4	<	0,4	0,06	0,7	5
Se	mg/kg TS	<	0,3	<	0,3	<	0,3	0,1	0,5	7
Sn	mg/kg TS	<	0,1	<	0,1	<	0,1			
Tl	mg/kg TS	<	0,3	<	0,3	<	0,3			
V	mg/kg TS	<	0,1	<	0,1	<	0,1			
Zn	mg/kg TS		0,23		0,22	<	0,1	4	50	50

Utførte forsøk viser at opptaket av CO₂ ligger i området 60-90 kg CO₂ pr tonn flyveaske. Med et estimat på 350.000 tonn flyveaske pr. år representerer dette et opptak av CO₂ på i størrelsesorden 21.000 – 32.000 tonn pr år. NOAH har i forsøksperioden identifisert andre relevante alkalier som kan supplere flyveasken for på den måten å øke CO₂ opptak ytterligere.

Prosessen som er testet er en tørr prosess uten miljøskadelige utslipp til grunn, sjø eller luft.

4.6.2 Stabilisering - Solidifisering

Stabilisering med sement er en kjent behandlingsteknologi som betegnes som en solidifisering. Slike prosesser reduserer utlekking fra avfallsmaterialet basert på relativt enkle teknologier. Formålet med metoden er å redusere forurensing fra ulike typer partikulære masser gjennom å redusere materialets totale overflate og vanngjennomtrengning som kan avgi forurensinger til omgivelsene og gjennom en kjemisk stabilisering. I tillegg bedres materialets håndterbarhet og fysiske egenskaper (Astrup 2008, gjengitt i (1)). Sementstabilisering kan benyttes for å stabilisere flyveaske.

Innbindingsprosessen fører i første rekke til at sement reagerer kjemisk med fritt vann og danner en tørr monolitt med forbedrede mekaniske egenskaper. Baseoverskuddet i betongmassen vil stabilisere metallene i avfallet som (oxy)hydroksider. Monolitten immobiliserer forurensningselementene og overflatearealet minskes slik at utlekking pr. tidsenhet minsker. Den tilgjengelige overflaten for utlekking minskes ved at de enkelte korn kjemisk bindes sammen til en større enhet. Dermed reduseres permeabiliteten kraftig og vannledningsevne reduseres.

Metoden består av to parallelle prosesser: solidifisering og stabilisering. Solidifisering er den fysiske prosessen som skjer. Det er flere fordeler med at avfallet blir solidifisert. Solidifiseringen gjør at avfallet ofte blir enklere å håndtere, spesielt om avfallet foreligger som flytende avfall eller i slurryform. Utlekkingen av forurensningskomponenter vil reduseres, både grunnet mindre areal/volum siden avfallet blir innkapslet i sement, men også grunnet redusert permeabilitet i avfallet. Transporttiden fra behandlingssted til deponi kan være en begrensende faktor som følge av herdetid til sementen.

Parallelt med solidifisering skjer en kjemisk stabilisering av avfallet, som gjør at miljøgifter blir mindre mobile. Kjemisk stabilisering skjer ved at miljøgiftene går fra en løst form til en form hvor miljøgiftene er bundet, ofte ved utfelling grunnet endring i pH ved tilsats av basisk sement eller formasjon av "solid solution". I en "solid solution" byttes løste ioner ut med ioner i etablerte mineraler i sementen. Adsorpsjon til overflaten av sementen vil også være en prosess der metallene immobiliseres, ofte i en ionebytteprosess (2).

Sement er basisk, og tilsats kan mobilisere enkelte metaller, som for eksempel bly og sink. Forsøk viser at så lenge sementen er intakt, vil metallene være immobilisert, men dersom sementen knuses vil det kunne forekomme økt utlekking (1). I noen utprøvde prosesser er også ekstraksjon av salt inkludert i prosessen. Ekstraksjon av salt har flere fordeler, blant annet reduksjon av volum til deponiet og mer effektiv kjemisk stabilisering (3).

Stabilisering og solidifisering (innbinding) av farlig avfall benyttes i dag av Miljøteknikk Terrateam AS i Mo i Rana (<http://www.terrateam.no/>). Behandlet avfall deponeres i Mofjellet gruve.

Prosessen forventes også å være egnet for avfallet som mottas av NOAH på Langøya. NOAH har foreløpig ikke startet testing av sitt avfall for denne behandlingsprosessen, men vil vurdere dette nærmere. Det foreligger derfor ikke spesifikke data på egenskaper for denne type behandlet avfall i bedriften.

4.7 Bruk av Dalen gruve til deponi

Berggrommene i de aktuelle delene av Dalen gruve har et tverrsnitt på ca. 105 -112 m². De dypeste berggrommene ligger i dag på ca. kote -340 meter. Utnyttbart volum til deponiformål i gruveganger under havnivå (under kote 0) er anslått til ca. 18 millioner m³. Det vil utarbeides en konkret oppfyllingsplan for deponiet ved en eventuell detaljplanlegging av virksomheten, men i utgangspunktet forutsettes det at oppfylling av gruen vil starte i de dypeste delene. Gruvevolumet under kote 0 vil i størst mulig grad utnyttes til deponi. Etter at oppfyllingen er avsluttet vil gruen fylles med vann på naturlig måte.

Behandlet avfall transporteres fra ny kai ved Kongleiv inn i gruen med dumpere. Det kan være aktuelt å etablere en løsning med transportbånd på hele eller deler av strekningen mot Dalen gruve, men dette vil vurderes i forbindelse med en eventuell detaljplanlegging av anlegget. Sikring av adkomstveier og bergrom vil minimum bli opprettholdt etter samme rutiner og prosedyrer som Norcem benytter i sin gruve drift i dag.

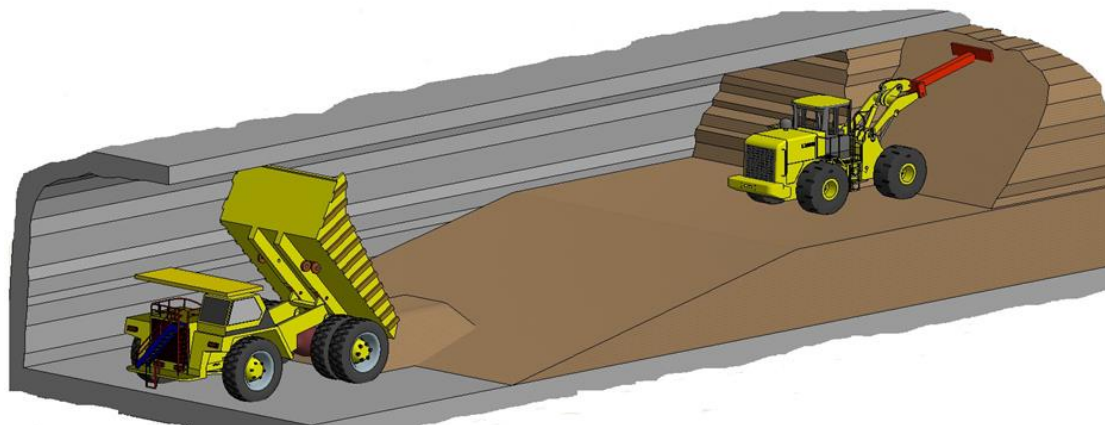
4.7.1 Oppbygging og drift av deponi

Før oppstart av deponering, vil vannstrømmer som kan komme i kontakt med avfallet bli kartlagt og analysert. Vann fra gruen vil pumpes via målestasjon(er) og renseanlegg. Vann som avskjæres over deponiet, og som ikke er i kontakt med avfall vil vurderes pumpet direkte

til sjø. Alle gruveganger som skal brukes til deponiformål kartlegges og klargjøres, og vil dokumenteres i et kartsystem for planlegging av deponidriften og som grunnlag for fremtidig dokumentasjon av deponeringssteder i gruen.

Alle områder som til enhver tid blir benyttet til deponi skal i driftsfasen ha kontinuerlig gassmåling og tilstrekkelig ventilasjon.

Avfallet vil legges ut lagvis og komprimeres for å sikre god utnyttelse av gruens volum. Komprimering reduserer også permeabiliteten i det deponerte avfallet.



Figur 4-5: Prinsippskisse for deponering av stabilisert filterkake med dumper, utlegging og komprimering med vibroplate (Illustrasjon: NOAH).

Vann som lekker inn i gruen under deponidriften vil i størst mulig grad bli holdt separert fra avfallet i det aktuelle driftsområdet ved at et vannopsamlingsystem i områdene med kjente innlekkasjer etableres.

4.7.2 Arbeidsmiljø – HMSK

Allerede velfungerende og relevante helse, miljø, sikkerhet og kvalitetsrutiner (HMSK) for gruedriften vil gjennomgå og vurderes videreført ved drift av deponi. I tillegg skal gass- og støvmålinger gjennomføres kontinuerlig.

4.7.3 Avslutning av deponi og etterdrift

En eventuell fremtidig tillatelse fra Miljødirektoratet vil sette spesifikke krav til avslutning og etterdrift av deponiet. Med etterdrift menes oppfølging av deponiet og eventuell påvirkning på miljøet etter at deponeringen er avsluttet. Dette forholdet er regulert i avfallsforskriftens § 9-15, der det heter:

«Et deponi, eller en del av det, kan bare anses som endelig avsluttet dersom forurensningsmyndigheten har gjennomført en sluttinspeksjon på stedet, og har funnet at vilkårene for avslutning er oppfylt. Dette reduserer ikke den driftsansvarliges ansvar i forhold til vilkårene for tillatelsen.

Når et deponi er endelig avsluttet, skal den driftsansvarlige sørge for vedlikehold, overvåking og kontroll i etterdriftsfasen i samsvar med vedlegg III til dette kapitlet. Den driftsansvarlige skal underrette forurensningsmyndigheten om enhver betydelig skade-virkning på miljøet som avsløres ved kontroll- og overvåkingsprosedyrene».

Det vil være oppfølging av deponiet og drift av vannbehandlingsanlegget så lenge som myndighetene bestemmer etter at deponeringen er opphørt. Myndighetene vil også sette vilkår knyttet til fremtidig løsning for avslutning av deponi.

4.7.4 Overvåking i drifts- og etterdriftsfasen

Det skal etableres brønner for overvåking av vannkvalitet og strømming til grunnvannet i fjellet rundt deponiet. Vann fra brønnene skal prøvetas og analyseres for tungmetaller under og etter at driftsfasen er ferdig (etterdriftsperioden). Analyseprogram og programmets varighet vil eventuelt bli fastsatt basert på fremtidige krav fra Miljødirektoratet.

4.7.5 Finansiell garanti - sikkerhetsstillelse

En eventuell fremtidig tillatelse vil kreve at NOAH må stille en økonomisk sikkerhet for selskapets forpliktelser i henhold til tillatelsen. Dette er regulert i avfallsforskriftens § 9-10, der det heter at

«Ethvert deponi skal ha tilfredsstillende finansiell garanti eller tilsvarende sikkerhet for å sikre at forpliktelsene som følger av tillatelsen, herunder avslutnings- og etterdriftsproseduren som kreves etter § 9-15, kan oppfylles.

Samtlige kostnader til anlegg og drift av et deponi skal dekkes ved den prisen som den driftsansvarlige krever for deponering av avfall på deponiet. Dette gjelder også kostnaden ved finansgarantien eller tilsvarende sikkerhet som nevnt i første ledd og anslåtte kostnader ved avslutning og etterdrift av deponiet i en periode på minst 30 år».

Det opplyses at NOAH for deponiet på Langøya årlig avsetter ca. 14 mill. kr til en sperret konto til dette formål.

4.8 Vannbehandling

4.8.1 Hovedprinsipp

Det vil etableres et renseanlegg for å ta hånd om vann fra gruven, spylevann fra kai og fra rengjøring av maskinelt utstyr. Endelig valg av renseprosess vil utredes nærmere, men NOAH har gjennomført uttesting av ulike prosesser ved dagens anlegg på Langøya. Myndighetene vil under ingen omstendighet gi tillatelse til utslipp av urensset gruvevann etter at et deponi eventuelt er etablert.

I 2013 installerte NOAH og Norcem i samarbeid vannmengdemålere i gruven for å få oversikt over utpumpet vannmengde fra gruven for en tidsperiode på flere år.

Vannrenseanlegget vil dimensjoneres og utformes for også å kunne ta hånd om alt forurenset vann fra gruven. Vannrenseanlegget vil plasseres i gruven, men endelig plassering er ikke fastlagt. Dette vil bli detaljert i en senere fase.

Vannkvalitet i rensset vann fra vannrenseanlegget vil dokumenteres ved mengdemåling og analyser av relevante parametre. Det vil utarbeides et måle- og overvåkingsprogram.

Rengjøring av skip som leverer avfall er godt ivaretatt på Langøya i dag. Rengjøring av skip som trafikkerer mellom Langøya og Kongkleiv vil i all hovedsak skje på Langøya, der NOAH i dag har rutiner og anlegg til formålet.

4.8.2 Vannbehandlingsprosess

Vannrenseanlegget skal være med BAT (Best Available Technology), tilpasset og optimalisert for rensing av tungmetaller fra vann. Slammet fra rensesprosessen avvannes og deponeres i gruen.

Det vil også bygges vannmagasiner med tilstrekkelig volum i forkant for råvann og i etterkant av vannrenseanlegg for rensert vann som sikring mot driftsavbrudd både i rensesanlegg og i utslippssystem.

Under eventuell deponidrift i Dalen gruve vil det være flere vannstrømmer som er forurenset av ulike komponenter. Det vil derfor være hensiktsmessig å installere flere rensetrinn som hver er tilpasset komponentinnhold i de forskjellige vannstrømmene.

4.8.3 Utslipp

Vann i adkomsttunnel i anleggsfasen samles opp og renses før det slippes ut i resipient. Før bygging av portal og montasje av flytekai vurderes behov for bruk av lenser og eventuell siltgardin.

Renset avløpsvann fra deponi og landbasert aktivitet vil renses og ledes til resipient enten via selvføll, ved hjelp av pumping eller en kombinasjonsløsning. Valg av transportsystem til utslippspunkt vil bl. a. avhenge av utslippsledningens lengde og rensesanleggets plassering.

Avhengig av utslippssystemets utforming og rensesanleggets plassering kan det bli aktuelt med eget nødoverløp for utslippsledningen, som vil utredes nærmere i en eventuell senere fase. Det vil etableres stor magasineringskapasitet både oppstrøms og nedstrøms rensesanlegget for utjevning av tilrenningen til rensesanlegget og som sikring ved driftsavbrudd enten i rensesanlegget eller i utslippsledningen.

På grunn av forventet høyt kloridinnhold i vannet vil det monteres et spredesystem (diffusor) i enden av utslippsrøret for å få en umiddelbar fortykning av vannstrømmen med sjøvann og dermed forhindre at det saltholdige utslippsvannet synker til bunns.

I utgangspunktet vurderer NOAH at utslippspunktet vil plasseres på egnet dyp i Frierfjorden, Eidangerfjorden eller Langsundsfjorden. Ved plasseringen vil det legges vekt på strømningsforhold som sikrer innblanding i vannmassene. Endelig plassering av utslippspunkt vil utredes i en eventuell senere fase og i forbindelse med en utslippssøknad til Miljødirektoratet.

4.9 Transport

4.9.1 Skipstransport – nautisk sikkerhet

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Utredningen vil omhandle en beskrivelse av farled, eventuelle oppankringsområder og nødankringsplasser, manøvreringsområde inn til Kongkleiv kaianlegg, fortøyning til kai – avgang fra kai og kapasitet/logistikk. Det legges opp til samarbeid med Kystverket og Grenland Havn.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhenting av foreliggende kunnskap basert på tidligere utredninger og tilgjengelig informasjon. Gjeldende krav og farledsregler.

Metode/fremstilling:

Vurdering av sannsynligheter og konsekvenser for tiltaksalternativer med hensyn på innseiling, manøvreringsområde og fortøyning. Det gjennomføres en gradering av konsekvenser for tiltaksalternativ.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.16 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

Dagens situasjon - 0 alternativet*Overvåking av skipstrafikk i Grenland*

Grenland Havn er en av Norges største målt i godsomslag (sum lastet og losset mengde) med om lag 12 millioner tonn årlig. Grenland havneområde omfatter mange store kaianlegg som Breviksterminalen, dypvannskaia og krankaia ved Herøya, Langesund ferjeterminal og Skien havneterminal. Seiling inn til Grenland overvåkes kontinuerlig av Sjøtrafikksentralen (Vessel Traffic Service - VTS), og farvannet er strengt regulert. Sjøtrafikksentralen ligger ved Brevikstrømmen. Den skal sikre separasjon av skipstrafikken i tid og rom og påse at seilingsregelverket blir fulgt. Sentralen er døgnbemannet med to personer.

Farvannet omfattes av Forskrift om sjøtrafikk i bestemte farvann (FOR-2009-12-15-1684), som har som formål å "reducere risikoen for skipsulykker i norske farvann".

Krav til los

Krav til los reguleres i Forskrift om losplikt og farledsbevis (FOR-2014-12-17-1808). Hovedregelen er at alle skip med lengde på 70 meter eller mer, eller en bredde på 20 meter eller mer, skal ha los om bord når de er underveis i farvannet innenfor grunnlinjen. For skip som frakter farlig/forurensende last eller kondenserte gasser i bulk, er disse grensene for skiplengde kortere, - 50 meter for skip med dobbelt skrog og 35 meter for de med enkelt skrog.

Når skipsførere har blitt kjent med farvann og seilingsled kan det søkes om farledsbevis. Dette betyr at skipene kan seile uten los.

Skipstrafikk i området

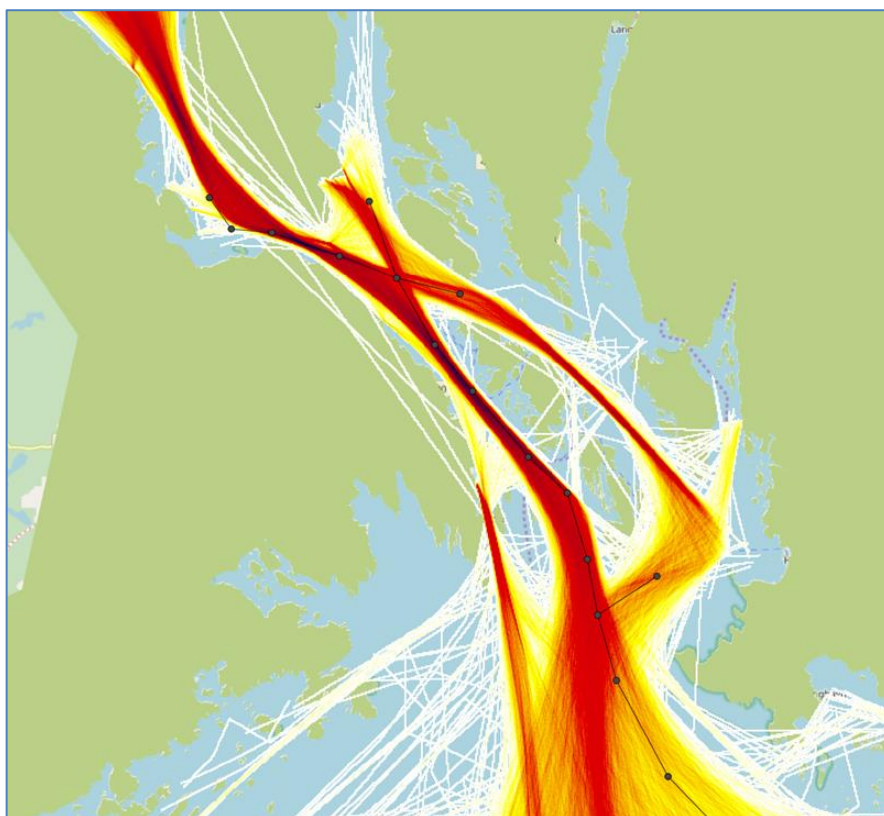
Figur 4-6 viser et tetthetsplot over skipstrafikken i området, basert på AIS klasse A data. Fargekoden går fra lyst til mørkt, der det mørkeste indikerer høyest tetthet av skipstrafikk.

For trafikken i Langesundsfjorden, i innseilingen mot Brevik, ser man at trafikken deler seg i to, dvs. ett vestre og ett østre løp. Nærmere analyser viser at det typisk er større skip som velger å gå det østre løpet og mindre skip som går det vestre løpet, da det østre løpet er noe dypere og ikke fullt så smalt.

Det foreligger planer om å utvide seilingsleden til Grenlandsområdet ved å etablere en ny led gjennom Gamle Langesund, mellom Langøya og Geiterøya. Målet er en led på 120 -130 meters bredde og dybde 16 meter. Prosjektet inngår i Norsk Transportplan 2018-23 og i Kystverkets handlingsprogram.

Utløpet av Skienselva og vestsiden av Frierfjorden har flere hytte- og boligområder, og det er aktiv bruk av fritidsbåter i fjorden, spesielt i sommerhalvåret. For fritidsbåter med fast båtplass i Skienselva og utover i Frierfjorden brukes også fjorden som transportvei for å komme lenger ut i skjærgården, der det er en rekke utfarts- og rekreasjonsområder. Langesundsfjorden og Eidangerfjorden er mye brukt av innbyggerne og feriegjester til bading, båtliv og regattaer. Svært få fritidsbåter har en AIS enhet ombord, og de vil derfor ikke registreres i statistikken. Det er ifølge Grenland Havn ikke registrert/ opplevd vesentlige konflikter mellom dagens nyttetraffikk og fritidsbåter i området.

Sjøtrafikksentralen i Brevik opplyser om at farvannets kapasitet ikke er fullt utnyttet, og at det ikke er særskilte nautiske sikkerhetsutfordringer ut over de som allerede er ivaretatt gjennom eksisterende reguleringer av farvannet.



Figur 4-6: Tetthetsplot for innseiling mot Kongleiv, basert på AIS data for 2016.

Alternativ 1

Behandlet avfall vil transporteres med skip tilpasset det avfallet som skal transporteres. Antall skipsanløp fra Langøya til kai ved Kongleiv vil i en normalsituasjon med dagens mengdebegrensninger gitt i tillatelsen for Langøya være i størrelsesorden 170-175 anløp pr. år. Basert på angitt maksimal mengde (inntil 800 000 tonn behandlet avfall pr. år, se kap. 4.3) kan det være inntil 230 anløp pr. år. 230 anløp pr. år legges til grunn i konsekvensutredningen. Dette er mindre enn ett skip per døgn som vil komme i tillegg til den allerede trafikkerte seilingsleden (11 % økning i anløp). I måneder med høy belastning vil det kunne anløpe inntil 6 skip pr. uke, mens det i måneder med lav belastning vil anløpe ca. 2-3 skip pr. uke. Forventet liggetid er 8-12 timer ved lossing.

Tabell 4-5 gir en oversikt over planlagte skipsanløp til kaien ved Kongkleiv. Som et sammenlikningsgrunnlag for å vise den eksisterende trafikken er det også tatt med totalt antall skipsanløp til kaier i Grenland. Det totale antall skipsanløp til Grenland er basert på AIS data i løpet av ett helt år (2016) og er for skip som har passert under Breviksbroen og videre inn i Frierfjorden. Det er totalt 4325 passeringer, og det gir 2163 anløp i løpet av året, noe som tilsvarer om lag 6 anløp om dagen. Trafikken preges av bulkskip, cargoskip, kjemikalie/olje-tankere, LPG tankere og slepebåt (tug).

Tabell 4-5: Planlagte skipsanløp til kai ved Kongkleiv (NOAH), og totalt antall skipsanløp til kaier i Grenland.

Kai	Antall skipsanløp per år
Skipsanløp til kai ved Kongkleiv (maksimalt antall)	230
Totalt årlig antall skipsanløp til kaier i Grenland	2163*

* Anløp som har passert under Breviksbroen. Basert på AIS (klasse A) data for 2016. Tallet oppgis for å vise trafikken ved Kongkleiv relativt i forhold til hele Grenland

Det legges til grunn bruk av bulkskip, som er batterihybrider med elektrisk gravemaskin for lossing. Hovedmotor vil være diesel. Skipene vil være designet slik at de seiler inn til Kongkleiv på batteri, lossar elektrisk og seiler ut på batteri.

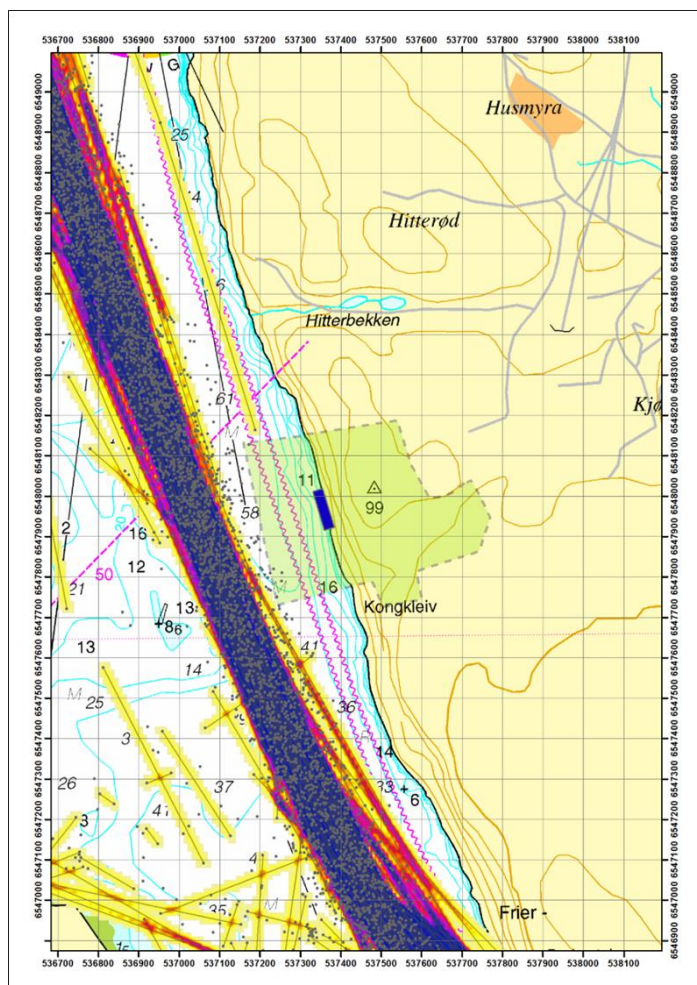
NOAH har tegnet en avtale med Hagland Shipping om bygging av et plug-in hybrid selvlossende bulkskip. Dette er det første skipet i sitt slag. Skipet vil være utstyrt med NOx-renseanlegg, batteripakke og elektrisk cargohandler slik at innseiling, lossing/lasting og utseiling kan foregå med 0-utslipp. Skipet kan også driftes på biodrivstoff. Plug-in hybrid skipet skal etter planen være i drift mot slutten av 2019. Skipets teknologi gjør at NOx fondet har gitt tilsagn om 80 prosent støttegrad til investeringen. For NOAH er dette det første steget for å få sjøtransport av avfall over på lav- og 0-utslippsløsninger. Det vil bygges et landstrømanlegg som gjør at skip kan lades ved kai og kan dekke sitt energibehov ved kai gjennom bruk av elektrisk strøm.

Krav til los

Skipene som er planlagt brukt i frakt av behandlet uorganisk farlig avfall fra Langøya til kaien ved Kongkleiv er omlag 90 meter og har enkelt skrog, og vil derfor være lospliktige.

Område/trafikk

Området forbi Kongkleiv er begrenset trafikkert, med et gjennomsnittlig daglig anløp på 6 skip med AIS klasse A transponder. Lystbåtrafikken er antatt å være betydelig høyere i perioder, men bør normalt ikke gi store utfordringer for nyttetrafikk. Av AIS data (for 2016) fremkommer at trafikken i hovedsak holder en avstand til det planlagte kaianlegget med ca. 200-300 meter, se figur 4-7.



Figur 4-7: AIS plot for området ved planlagt kai ved Kongkleiv

Det er ventet at manøvrering kan planlegges på en slik måte at skip som skal til/ kommer fra det planlagte kaianlegget ikke snur i samme periode som annen nyttetraffikk passerer. Overvåkning med egen radar/ AIS, og assistanse av VTS vil muliggjøre dette.

Området rundt det planlagte kaianlegget og seilingsleden i Frierfjorden har vært brukt av nyttetraffikk i lang tid og det er således et godt utbygd system av navigasjonsmerker i området. Det er ikke funnet at navigasjonssystemer som GPS vil være særlig utsatt for interferens eller andre negative effekter, og landet rundt området er av en slik karakter at radar vil være egnet for å bedømme avstand til omkringliggende land (godt radar-land).

Kongkleivbåen er en grunne som ligger ca. 400 meter fra land utenfor Kongkleiv. Planområdet for ny kai ligger nær hovedseilingsleden i Frierfjorden. Både Kystverket Sørøst og Grenland havn har uttrykt at for å øke sikkerhet og fremkommelighet i hovedleden bør det vurderes om grunnen skal fjernes. Dette vil vurderes i en senere fase.

Ankring

Det er et vandyp i området som muliggjør bruk av skipenes ankre om det skulle bli nødvendig, f.eks. ved teknisk svikt om bord. Utenfor Herøya er det i kommuneplanen (2014-2025) til Porsgrunn kommune definert et ankringsområde dersom skip av ulike grunner må vente utenfor kaiområdene. Det er også ankringsmuligheter mellom Omborsholmen og Roparberget og ved Trosvik.

Antatt manøvermønster ved kai

Skipene vil sannsynligvis kunne ligge med både styrbord og babord side til den planlagte kaien i Kongkleiv. Det vil i dette tilfelle være mulig og enten tørne skipet før det legges til kai eller etter avgang. I begge alternativene er det sannsynlig at skipet tørnes noe lenger inne i Frierfjorden før/ etter kailigge. Dette gir bedre effekt på roret under tørnet, ved at vannhastigheten over roret der kan være større enn like i nærheten av kaien.

Dersom det er planlagt å installere losseutstyr som forutsetter en bestemt side til kai, vil dette antas å påvirke skipenes manøvermønster til et av alternativene beskrevet over.

Vurderinger rundt miljøkrefters påvirkning

Det foreligger ikke informasjon om betydelig strøm i området rundt den planlagte kaien. Fra Kystinfo fremkommer det at strøm i området i hovedsak vil følge nord/sør i fjorden. Strømmen er hovedsakelig forårsaket av tidevann. Forventet strøm vurderes ikke å utgjøre noen nevneverdig utfordring for sikker manøvrering i området.

Området ligger relativt beskyttet til, og bølger er antatt å utgjøre en neglisjerbar effekt på manøvrering i det aktuelle området.

Den dominerende miljøkraften er ventet å komme fra vind, men også her tyder topografien på at vind i hovedsak vil være sterkest i ledens nord/ sør retning. Beregning av vindpåvirkning indikerer at skipene som skal brukes av NOAH effektivt vil kunne manøvrere i det nevnte farvannet med opptil 12-15 m/s vind.

Ved høye vindhastigheter er det antatt at skipets besetning, som er ventet å ha god kunnskap om skipets manøvreringsegenskaper i forskjellige vær/vindsituasjoner, gjør vurdering av tiltak som bruk av taubåt eller utsette avgang/ ankomst kai.

Basert på vurderinger av skip planlagt benyttet av NOAH og farvannets beskaffenhet, er det vurdert at nødvendig seilas og manøvrering til og fra planlagt kaianlegg ved Kongkleiv ikke vil medføre spesielle utfordringer utover de risikoene som sjøtransport generelt er utsatt for.

Oppsummering

Samlet sett vurderes alternativ 1 å ha små negative konsekvenser for nautisk sikkerhet i området sammenliknet med dagens situasjon. Alternativet bidrar til et noe høyere antall skipsbevegelser, men antall anløp ligger godt innenfor farvannets samlede kapasitet. I en eventuell senere detaljplanlegging avklares det med Kystverket om det er behov for fjerning av Kongkleivbåen ved bygging av kai ved Kongkleiv.

Det forventes ikke at bygge- og anleggsfasen berører temaet nautisk sikkerhet i en slik grad at konsekvenser vil være av betydning.

4.9.2 Veitrafikk i anleggs- og driftsperioden

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det skal utarbeides et notat om ansatte-trafikk i driftsperioden og anleggstrafikken ifm. etablering av anlegget inkl. kai og ny tunnel. I driftsfasen vil all avfallstransport skje med skip. Ny biltrafikk i driftsperioden er kun knyttet til ansatte ved deponiet.

Trafikkvurdering skal inneholde dagens trafikk og framtidig trafikk til planområdet, adkomst- og innkjøringsforhold, forhold for myke trafikanter inkl. gang-/sykkelveg og skolevei, kollektivtransport, veistandard, kapasitet og trafiksikkerhet. Som del av vurderingen utarbeides det et eget kapittel om anleggstrafikk ved etablering av anlegget.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Befaring og innhenting av eksisterende data om trafikk tall og annet tilgjengelig relevant grunnlagsmateriale, beskrivelse av planlagt tiltak.

Metode/fremstilling:

Trafikkanalyse. Håndbok V713, trafikkberegninger og erfaringstall. Tekstlig vurdering med figurer.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.9 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

Dagens situasjon – 0 alternativet

Breviksvegen fungerer som adkomstvei til Norcems område, og fordeler bl. a. trafikken mellom omkringliggende bolig- og næringsområder og dagens E18. Breviksvegen har i dag tilfredsstillende standard. Det er skiltet 60 km/t og Breviksvegen er forkjørregulert. Hillsveg er skiltet 30 km/t fra nr. 15 og videre mot syd.

Krysset Breviksvegen og Hillsveg er et kanalisert kryss med eget avkjøringsfelt fra Breviksvegen. Hillsveg krysser under jernbanen og fordeler trafikken til Norcems anlegg vest for Breviksvegen og til omkringliggende bolig- og næringsområde mot sydvest. Det er mulig å kjøre Hillsveg fra Breviksvegen til Trosvik og videre mot Brevik sentrum. Sikten i krysset Hillsveg/Breviksvegen ved jernbanebroen er ikke optimal.

Breviksvegen er omkjøringsvei for trafikk på E18. Anleggsarbeidet i Kjørholt-tunnelen på E18 har medført en betydelig, men midlertidig, økning av trafikkbelastning på Breviksvegen gjennom Brevik. E18-parsellen forventes ferdigstilt i to løp før eventuelle anleggsarbeider starter for et eventuelt fremtidig deponi i Dalen gruve.

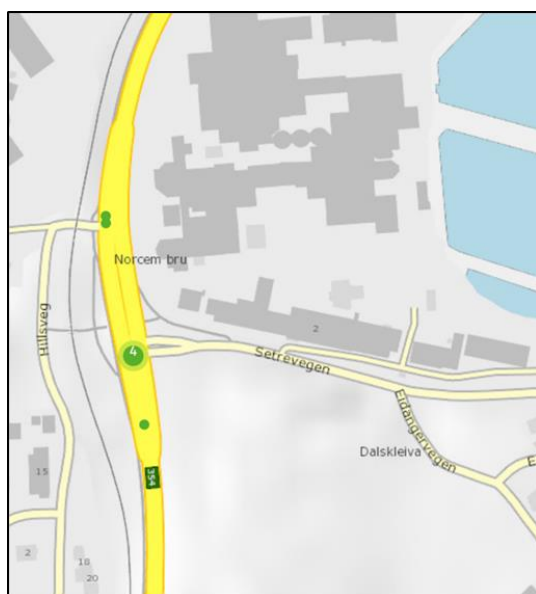
Det går buss i begge retninger langs Breviksvegen. Nærmeste bussholdeplass til området er «Setrevegen» i krysset Breviksvegen/Setrevegen. Det er etablert busslomme med lehus i begge retninger.



Figur 4-8: Vegnett i området

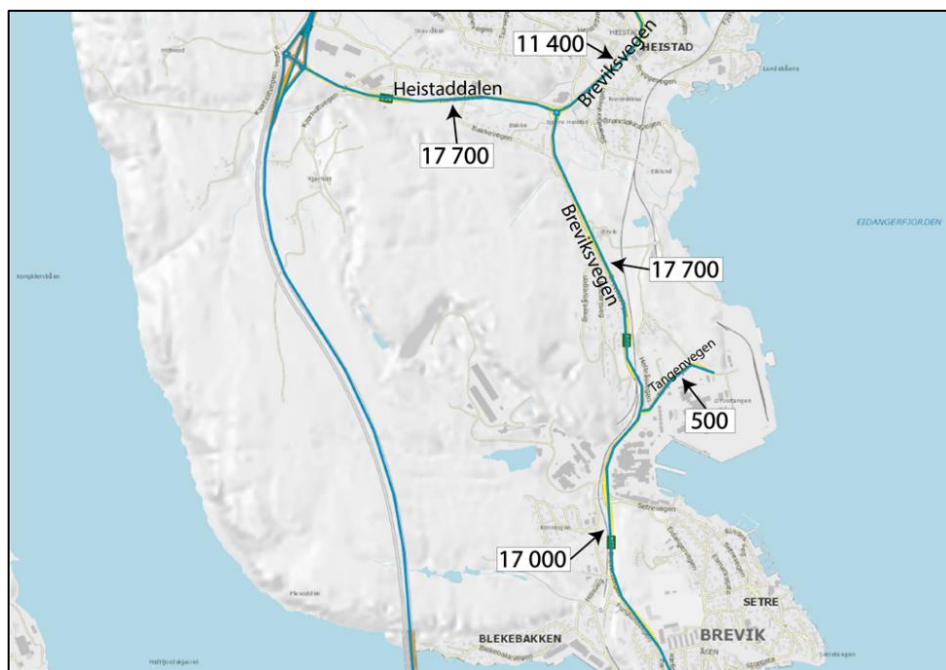
Det er opparbeidet gang- og sykkelvei langs Breviksvegen i retning mot nord fra Setrevegen. I retning mot syd er det etablert gang- og sykkelvei frem til Furulund holdeplass med smal rabatt i forbindelse med at Breviksvegen benyttes som omkjøringsvei for E18. Videre mot syd er det etablert fortau til Brevikbrua. Gang- og sykkelveien krysser Hillsveg ved Breviksvegen i plan. Det er ikke etablert fortau i Hillsveg fra Breviksvegen mot sør. Både Breviksvegen, Setrevegen og Hillsveg fungerer som skolevei.

I følge Nasjonal vegdatabank (NVDB) har det i 10-års perioden fra 2008 til 2018 vært sju politirapporterte ulykker langs del av Breviksvegen som vist i figur 4-9. Seks av ulykkene har vært med lettere skadde og en meget alvorlig skadd i krysset med Setrevegen som involverte syklist. To av ulykkene har vært i krysset med Hillsveg og begge ulykkene involverte bil ved venstresving. Totalt er det fire ulykker med bil, to med sykkel og en med MC. Det har ikke vært ulykker i Hillsveg i perioden.



Figur 4-9: Registrerte trafikkulykker fra 2008-2018 langs Breviksvegen, Hillsveg og Setrevegen. Kilde: Nasjonal vegdatabank (NVDB).

Trafikktall for Breviksvegen og omkringliggende veier er hentet fra Statens vegvesens nasjonale vegdatabank (NVDB), se figur 4-10. I følge NVDB fra juni 2018 er årsdøgntrafikken (ÅDT) på 17 700 kjt/d i Breviksvegen og Heistaddalen, hvorav 12 prosent er tunge kjøretøy (tall 2017). For Breviksvegen nord for Heistaddalen er ÅDT på 11 400, der ni prosent er tunge kjøretøy.



Figur 4-10: Årsdøgntrafikk (ÅDT) for omkringliggende veinett. Kilde: Nasjonal vegdatabank (NVDB).

Trafikktallene på Breviksvegen ved Hillesveg tilbake i 2014 og før anleggsarbeidet på Kjørholt-tunnelen på E18 var på 6 750 kjt/d, hvorav 8 prosent var tunge kjøretøy.

For å kartlegge trafikk på kommunale veier ble det i 2014 utført radarmålinger av trafikkvolum og hastighet i samarbeid med Porsgrunn kommune i to punkter i Setrevegen og to punkter i Hillesveg. For strekningene ble det utført radarmålinger over to virkedager i uke 49 og 50. Tellingen ble utført før oppstart av anleggsarbeid på E18 inkludert stenging av Kjørholt-tunnelen med økt trafikk på Breviksvegen i anleggsperioden.

Resultatene fra radarmålingen er som følger:

- Beregnet ÅDT i Setrevegen vest for Norcems avkjørsel er 3 430 kjt/d.
- Beregnet ÅDT for Setrevegen øst for Norcems avkjørselen er 1 580 kjt/d.
- Beregnet ÅDT for Hillesveg øst for Norcems avkjørsel er 970 kjt/d.
- Beregnet ÅDT for Hillesveg sør for Norcems avkjørsel er 1 185 kjt/d.

Basert på ovennevnte tall for Hillesveg ble det antatt at trafikken til Norcem/NorStone fra Hillesveg var ca. 200 kjt/d i 2015. Dette inkluderer både ansatte-trafikk og trafikk til service, produksjon og salg. Trafikken fra NorStone er angitt til 38 kjt/døgn, hvor hovedvekten er lastebiler.

Alternativ 1

Det vil ikke transporteres nøytralisert og stabilisert avfall til et fremtidig deponi i Dalen gruve med bil. Trafikk til og fra anlegget vil være knyttet til transport av ansatte, og noe service-/varetransport. Det legges opp til 25 ansatte i driftssituasjon. I anleggsperioden vil det både være ansatte-trafikk og trolig lastebiltrafikk med bortkjøring av overskuddsmasser fra etablering av ny adkomsttunnel.

Adkomst

Ansatte-trafikk, servicetrafikk og anleggstrafikk til området er foreslått løst utenfor planområdet over bakken, fra eksisterende adkomst til Norcem vest for Breviksvegen via Hillsveg. I dag benyttes dette arealet av Norcem og NorStone, og er i stor grad et inngjerdet industriområde. Adkomst vil bli endelig avklart i dialog med Norcem.

Parkering

Det foreslås å anlegge parkering for ansatte på Norcems område på vestsiden av Breviksvegen med adkomst fra Hillsveg. Parkeringsløsning vil bli endelig avklart i dialog med Norcem.

Trafikk i driftsfasen

Dersom en legger til grunn turproduksjon fra industri/fabrikk i Statens vegvesens håndbok V713 med en gjennomsnittlig turproduksjon på 2,5 bilturer per ansatt, vil dette utgjøre totalt 64 flere kjt/d inn/ut. Forutsatt at 80 prosent kommer i morgenrushet og reiser i ettermiddagsrushet, vil dette medføre en økt trafikkbelastning på totalt 25 kjt over en tidsperiode på inntil 2 timer morgen og ettermiddag. I tillegg antas det inntil fire servicebiler per dag, som genererer totalt 8 kjt/d. Totalt vil dette medføre en trafikk på 72 kjt/d. Basert på trafikk tallene for dagens situasjon og alternativ 1, vil den totale trafikkøkningen være marginal på veinettet i området og i liten grad påvirke trafikkavviklingen og trafiksikkerheten.

Trafikk i anleggsfasen

Behov for utkjøring av masser i anleggsperioden som vil belaste det offentlige veinettet er ikke endelig avklart. Det er imidlertid vurdert tre mulige løsninger for massehåndtering i anleggsperioden. Dette er:

- Lagring i Dalen gruve.
- Mellomlagring i gruen med transport på lekter fra kai i Frierfjorden.
- Transport av masse på lastebil fra dagbruddet. Dette vil belaste offentlig vei.

For alle alternativene vil det bli lagret stein for bruk til vedlikehold av veinettet inne i Dalen gruve. Det er kun det siste alternativet som vil medføre økt trafikk på veinettet i området.

I anleggsperioden vil det bli sprengt ut en ny tunnel fra Kongkleiv i Frierfjorden til Dalen gruve. Det er forutsatt at tunnelen vil bli drevet på tradisjonell måte (boring og sprengning) fra gruen mot gjennomslag ved Kongkleiv kai, slik at overskuddsmassene kan fraktes ut på lastebil via Dalen gruve. Ved Kongkleiv kai skal det etableres et enkelt påhugg før gjennomslaget finner sted.

Det legges til grunn i denne trafikale vurderingen at ca. 70 prosent av massen (140 000 m²) kjøres ut av anlegget fra NorStone over en 2-års periode etter at massetransporten som pågår i forbindelse med anleggsarbeidet på ny E18 er avsluttet. Resterende masser (30 prosent) lagres lokalt for bruk til fremtidig vedlikehold av veinettet i gruen. Totalt vil dette generere 53 lastebiler i uken eller ca. 21 turer inn/ut per virkedag (250 dager pr. år). Dette er en lavere

trafikkbelastning enn trafikkbelastningen fra NorStones virksomhet i dagbruddet i dag ut på offentlig vegnett.

Det er på nåværende tidspunkt uklart hvor stor ansatt- og servicetrafikken vil være, men det legges til grunn at det vil være inntil 20 personer i gjennomsnitt per dag i anleggsperioden. Det forutsettes at alle kommer med bil. Dette vil utgjøre en trafikkmengde på om lag 50 kjt/d mandag til fredag i anleggsperioden.

Kollektivtrafikk

Det er vurdert at det ikke foreligger behov for å etablere noen nye tiltak for kollektivtrafikken i nærområdet for alternativ 1.

Gang- og sykkelvei og skolevei

Det er vurdert at det ikke foreligger behov for å etablere noen nye tiltak for gående og syklende langs Breviksvegen.

For Hillsveg er det vurdert at tiltaket ikke medfører behov for å etablere nye tiltak for myke trafikanter. I en eventuell planfase bør det vurderes en oppstramming av dagens adkomst fra Hillsveg til Norcem med en klarere definering av Hillsveg forbi adkomsten.

4.10 Ny kai i Kongkleiv – påhuggslokalitet og adkomsttunnel

4.10.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Realiserbarhet og plassering av ny kai og tunnel basert på stedlige geotekniske forhold/stabilitet vurderes. Denne vurderingen inkluderer kryssing av forkastningssoner på strekningen frem til aktuelt tilknytningspunkt i gruen samt kryssing under E18. Forholdet til eksisterende tunnel for E18 belyses og det skal dokumenteres at adkomsttunnelen ikke påvirker E18.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Tilgjengelig materiale om stedlige forhold og informasjon fra planlegging og bygging av E18. Feltregistreringer og kartdata.

Metode /fremstilling:

Beskrivelse og vurdering av stabilitet. Tekstlig fremstilling.

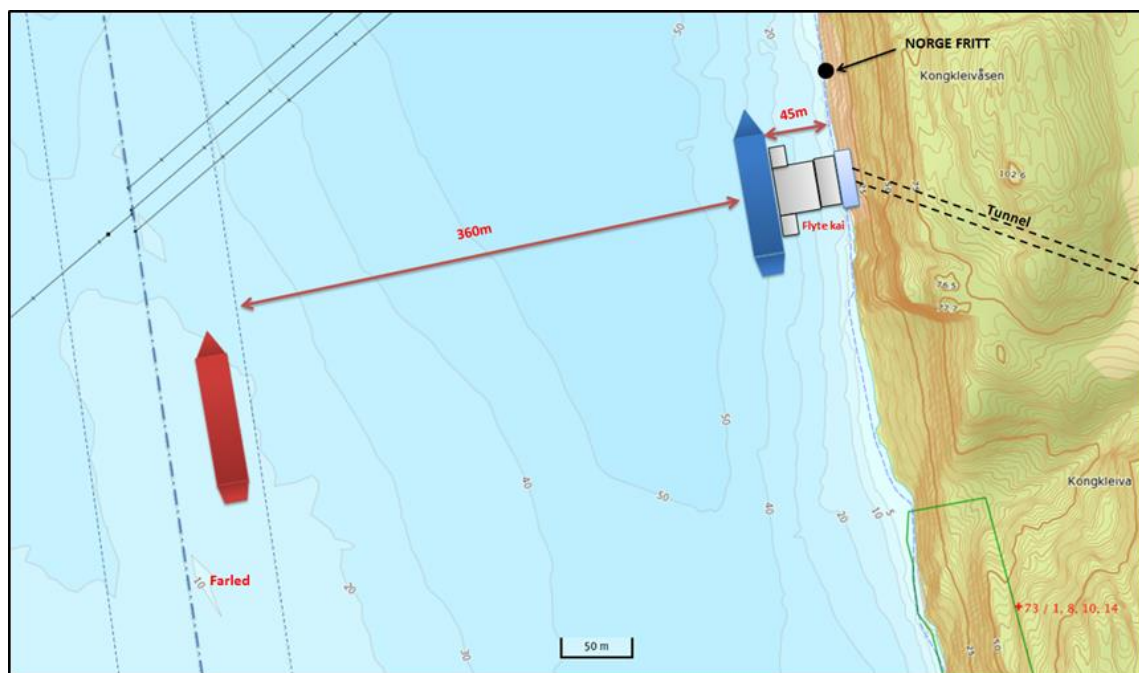
Det er utarbeidet en delutredning om dette tema, jf. kapittel 7.3 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

4.10.2 Dagens situasjon - 0 alternativet

Alternativ 0 er et referansealternativ, og defineres som en videreføring av området slik det er i dag med arealet i Kongkleiv uberørt.

4.10.3 Alternativ 1

Prinsipiell løsning for kai og transporttunnel er illustrert i figur 4-11. Kai og tunnel vil fysisk sikres mot uvedkommende ferdsel, og nedbøravhengig overflateavrenning fra tilgrensende områder vil ledes kontrollert utenom tunnelåpning og kai.



Figur 4-11: Illustrasjon med omtrentlig plassering av ny kai. «Norge Fritt» er tekst malt på bergveggen angitt med sort punkt.

Kai

Det er foreslått en flytekai ved Kongkleiv. Flytekai vil medføre et mindre omfattende terrenginngrep enn fast kai, men har den ulempen at den tar større plass og vil strekke seg lenger ut fra land. Kai skal bygges iht. ISPS-regelverket med adgangskontroll, avgrensning og inngjerding.

Kai utformes for mottak av selv-lossende bulkskip på ca. 90 meter og vil avhengig av konstruksjonsprinsipp ha en utstrekning med kaifront på minimum 60 meter lengde. Bredde fra kaifront inn mot land er i illustrasjonen i figur 4-11 vist med ca. 45 meter. Kai skal dimensjoneres for dumpertrafikk med kjøretøyvekt opp til ca. 120 tonn.

Kaien utformes med opphevet kaifront og sider for å hindre avrenning til sjø ved lossing. Det etableres også system for tett lossing. Kai skal også ha oppsamlingssystem for eventuelt spill og spylevann.



Figur 4-12: Illustrasjon av ny kai med tunnelpåhugg. Plassering, konstruksjonsprinsipp og utforming er ikke endelig fastlagt. Plassering vist i figur er i område 2 «Norge Fritt».

Tunnelpåhugg

Kongkleivåsen stiger bratt opp fra Frierfjorden opp til 70-75 moh. i store deler av planområdet. NGI har gjennomført to befaringer i det aktuelle området for etablering av kai og tunnelpåhugg

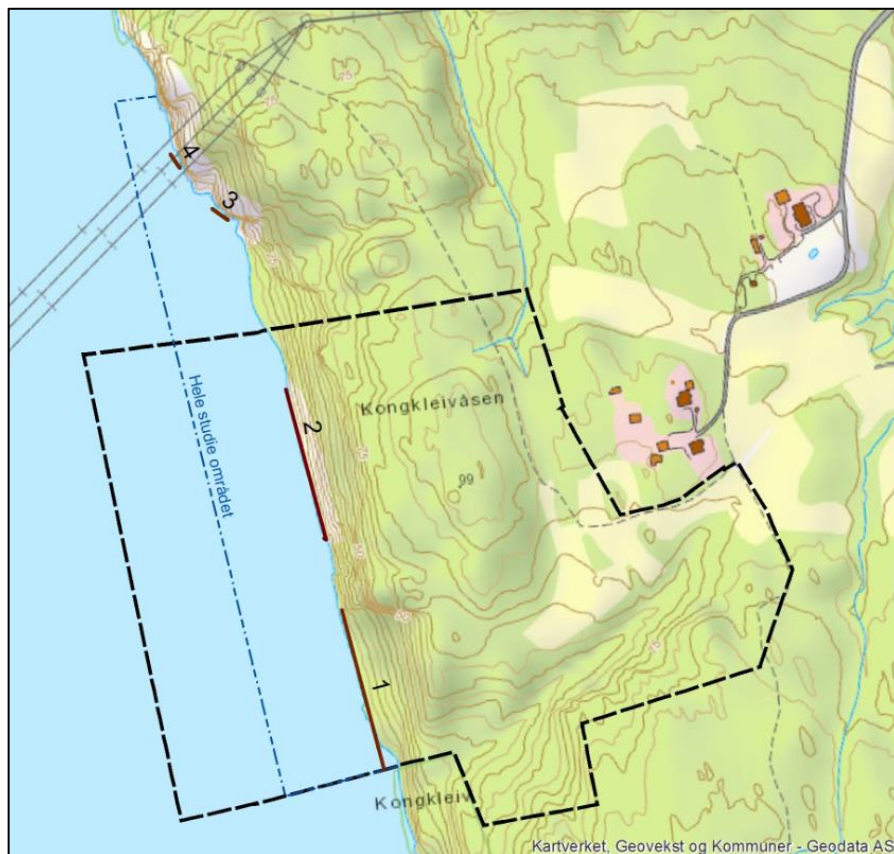
Den nakne bergveggen utgjør et areal på anslagsvis 3 750 m². Selve tunnelpåhugget med portal har et areal på i størrelsesorden 70-80 m². Størrelsen på det fysiske inngrepet for selve tunnelpåhugget utgjør et lite areal i forhold til bergveggens samlede areal. I tillegg kommer fjellsikring.

På den første befaringen (2017) ble det undersøkt et område som er ca. 350 m langt målt langs skråningen. Søndre del av området er trolig en gammel skredgrop. Et triangelformet stykke av fjellet, anslått fra kart til ca. 200 000 m³, har sannsynligvis glidd ut / kollapset og lagt seg ut som en stor avsetning, der hoveddelen antas å ligge ute i fjorden. På grunn av vegetasjonen og ufremkommelig terreng ble ikke fjellsidene vurdert i detalj, men i hovedsak vurderte NGI at deler av fjellskråningen ser ut til å ha god stabilitet.

På den andre befaringen (2018) ble det gjort en supplerende vurdering av aktuelle påhuggs-lokaliteter samt et område nord for planområdet.

NGI har vurdert fire områder for påhuggsplassering av en mulig tunnel fra Kongkleiv til Dalen gruve. Følgende områder er vurdert, se figur 4-13:

1. Mellom «Norge Fritt» og landskapsvernområdet i syd. Teksten «Norge Fritt» er malt på bergveggen.
2. «Norge Fritt»
3. Lokalitet 6 – nord for planområdet
4. Lokalitet 7 – nord for planområdet



Figur 4-13: Aktuelle plasseringer for tunnelpåhugg.

Område 1 mellom «Norge Fritt» og landskapsvernområdet

Hele området mellom bergskrenten i nord til landskapsvernområdet rett er ikke godt egnet for tunnelpåhugg, men dette kan differensieres noe:

Sør for midtre del av område 1 er det minst ugunstig å etablere påhugget og best så langt sør som mulig, dvs. nært grensen til landskapsvernområdet. Årsaken er antatt mindre løsmassetykkelse og observert generelt mindre størrelse på skredblokker, dog med lokale unntak. Nordlige del av område 1 bør unngås på grunn av fare for skred, som kan inkludere blokker på mer enn 10 m³.

Hensiktsmessig sikring mot steinsprang og mindre løsmassutglidninger er et steinspranggjerde med finmasket innernett i tillegg til det ordinære nettet. Steinspranggjerdet bør monteres så nært tunnelpåhugget som mulig, men tilstrekkelig langt unna til at maksimal utbøying/strekk i gjerdet ikke kommer i konflikt med tunnelpåhugget. Trolig er det ikke nødvendig å beskytte hele kaioområdet, men dette må sjekkes med simulering av steinsprang i beregningsmodell dersom lokaliteten er aktuell.

Område 2 ved «Norge Fritt»

Hele området er egnet for tunnelpåhugg sett fra et ingeniørgeologisk ståsted.

I bart-berg-skrenten fra vannet og oppover må det sikres noe i øvre del av skrenten mot steinsprang (rensk eller innfesting), og mest i sørligste del. I overgangen mellom bart-berg og skogkledt skråning må det generelt sikres mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger. Observasjoner viser at det er spredt steinsprangfare fra skrenter høyere opp i terrenget av blokker på inntil 1-2 m³. Videre er det fare for mindre løsmasseutglidninger.

Hensiktsmessig sikring mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger er et steinspranggjerde med finmasket innernett, i tillegg til det ordinære nettet. Steinspranggjerdet bør monteres nederst i den skogkledte delen eller helt øverst bart-berg-området og bør beskytte selve tunnelpåhugget og konstruksjoner og ferdselsområder nede ved fjorden. Trolig er det ikke nødvendig å beskytte hele kaiområdet på grunn av avstand til kai fra land.

Område 3 og 4 nord for Kongkleiv

Nord for «Norge Fritt»-området ble det funnet to mulige tunnelpåhugg, angitt som område 3 og 4 i figur 4-14.



Figur 4-14: Område 3 til venstre, område 4 til høyre

Felles ulempe for områdene 3 og 4 sammenlignet med område 2 («Norge Fritt») er at lokalitetene medfører noe lengre tunnel og at flere svakhetssoner må krysses med spiss vinkel. Felles fordel er at det trolig ikke er nødvendig med sikring mot steinsprang fra høyere liggende terreng.

Spesielle forhold for de to lokalitetene er:

- Område 3: Potensielle plane utglidninger av til dels store blokker i skrent som er synlig fra sjøen må sikres før tunneldriving starter. Det må påregnes en god del boltesikring.
- Område 4: Potensielle plane utglidninger og andre bruddmekanismer av til dels store blokker i skrent som er synlig fra sjøen må sikres før tunneldriving starter. Det må påregnes en god del boltesikring.

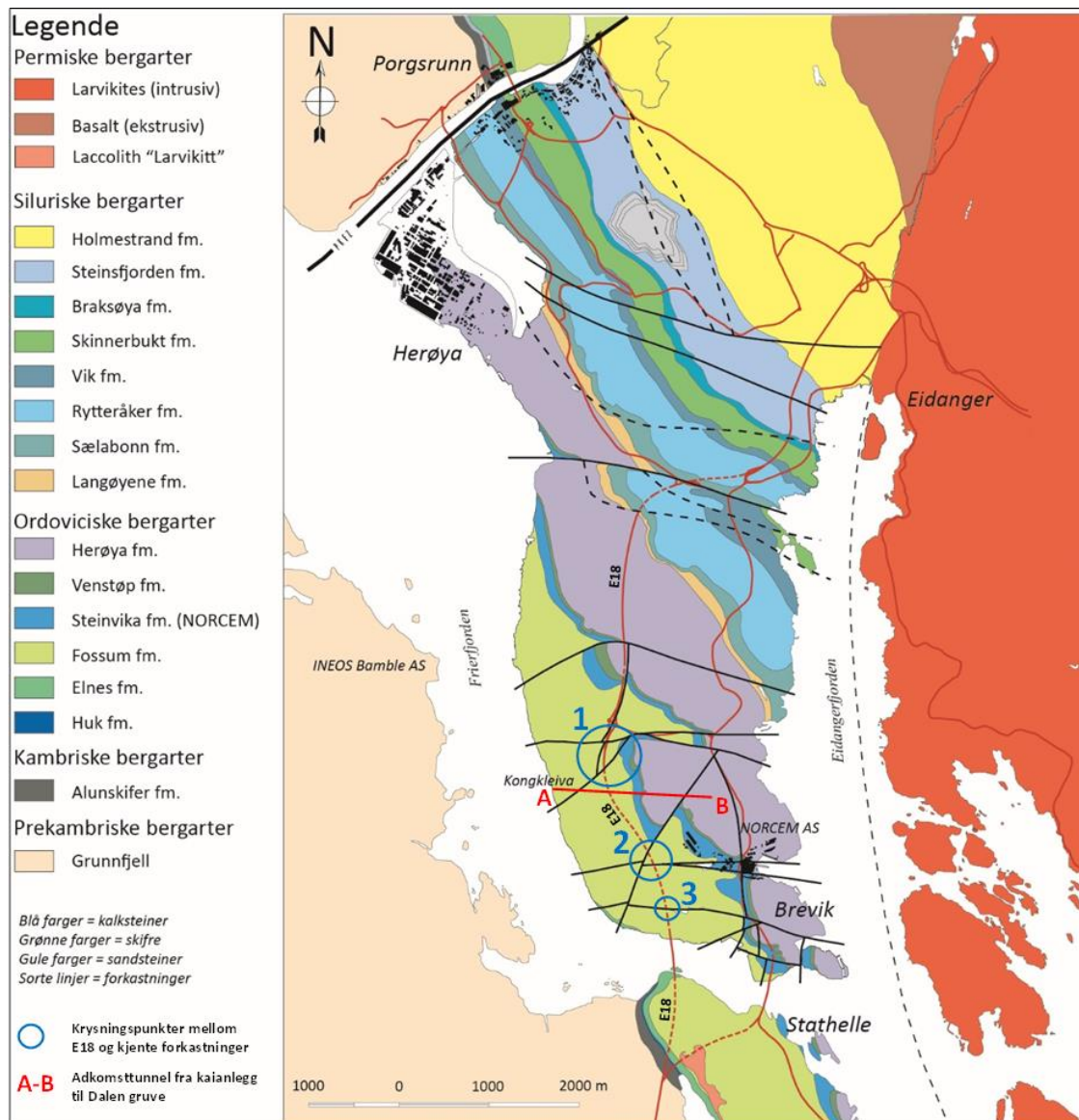
Adkomsttunnel

Tunnelpåhugget ved Kongkleiv vil være starten på det planlagte tunnellopet fra Kongkleiv til Dalen gruve. Adkomsttunnelen vil ha påhugg på ca. kote 4 og gå med jevnt fall hele den ca. 2 km lange strekningen frem til sitt planlagte innslagspunkt i Dalen gruve på ca. kote -110, se figur 4-15.

Adkomsttunnel er foreslått utformet med en kjørebane for store kjøretøyer, og traséen vil gå under E18. Kjørebanens bredde er inntil 8,5 m med tverrsnitt på ca. 60 m². Det vil vurderes flere møteplasser med økt bredde i tunnelen i en senere fase.

Kryssing av forkastninger og svakhetssoner

Som vist i figur 4-15 kuttet Eidangerhalvøya av flere større forkastninger. Den planlagte adkomsttunnelen vil krysse to av de kjente forkastningene i området; Kongkleiv-forkastningen og "Dagbruddforkastningen" (som skiller det gamle Kjørholt dagbrudd fra Dalen dagbrudd, krysningspunkt 2). Som det fremgår av figur 4-15 vil begge disse forkastningene krysses med en relativt høy vinkel. Dette anses som fordelaktig da forkastningenes eksponering i den planlagte tunnelen vil bli relativt avgrenset.



Figur 4-15: Geologisk kart over Eidangerhalvøya (4). Forventet plassering av planlagt adkomsttunnel fra kaianlegg til Dalen gruve er angitt som rød linje fra A til B. Blå sirkler indikerer skjæringspunkter mellom E18 Kjørholtunnelen og kjente større forkastninger.

Ny Kjørholtunnel på E18 fra Langangen til Rugtvedt krysser flere av de store forkastningene som er kartlagt i områdene knyttet til Dalen gruve. På tross av at tunnelen ligger vest for gruveområdet (parallelt med eksisterende Kjørholtunnel), er erfaringer fra driften av denne tunnelen relevant i forhold til de ulike forkastningenes beskaftenhet i dypet. Figur 4-15 viser skjæringspunktene der den nye tunnelen har krysset forkastninger som skjærer inn i områdene

for Dalen gruve og som krysses av den planlagte adkomsttunnelen (med unntak av forkastning 3).

Informasjon innhentet fra tunnelprosjektet viser at de store forkastningene ikke er forbundet med stor vanninntrenging eller betydelig bergmekanisk ustabilitet. I området rett sør for det nordlige påhugget ved Kongkleiv (krysningspunkt 1) var det generelt liten side- og overdekning de første 200 m av ny E18 tunnel. Berget her var mer oppsprukket enn for områder med større side- og overdekning, og det ble observert en del vanddrypp i forbindelse med våte perioder. Avhengig av nøyaktig plassering av tunnelpåhugg, kan områder med liten side- og overdekning forekomme ved kryssing av Kongkleivforkastningen. Det er viktig at denne informasjonen ivaretas i den detaljerte planleggingen av tunneldriften gjennom denne sonen. Under driften gjennom "Dagbruddforkastningen" ble det observert noe dårligere berg enn rett sør og nord for denne forkastningen, men kun svært begrenset mengde med vann ble observert under drift i dette området (sannsynligvis grunnvannsinntrenging). Det var ikke behov for tyngre bergsikring enn bergklasse D. Det var knyttet stor spenning til tunneldrift gjennom forkastningen under "Dammen" (krysningspunkt 3). Heller ikke her ble det påtruffet forhold som gjorde tunneldriften utfordrende, og det ble kun observert noen smale leirsoner ("slepper") med lite/ingen vann i dette området.

Ny E18 Kjørholtunnel er drevet i sin helhet uten bruk av injeksjon til tetting og tunnelene beskrives som så godt som tørre. Observasjonene fra driften av den nye Kjørholtunnelen støtter opp under øvrige observasjoner fra Dalen gruve og viser at forkastningene i områdene sør på Eidangerhalvøya er overveiende tette og tørre på dyp som er sammenlignbare med de som vil gjelde for den planlagte adkomsttunnelen mellom kaianlegg og Dalen gruve. Det forventes derfor ikke å oppstå større driftstekniske utfordringer knyttet til slike forhold langs adkomsttunnelen. I forbindelse med detaljplanleggingen av endelig tunneltrasé anbefales det likevel at det utføres kjerneboringer i område for kryssing av Kongkleivforkastningen for bedre å kartlegge de geologiske forholdene i og rundt krysningspunkt mellom adkomsttunnel og Kongkleivforkastningen.

Kryssing under eksisterende E18

Den planlagte tunnelen fra nytt kaianlegg på Kongkleiv til innslagspunkt i Dalen gruve vil passere under E18 Kjørholtunnelen rett vest for Dalen gruve. Sålen i Kjørholtunnelen ligger i dette området på kote ca. 50. I antatt krysningspunkt mellom adkomsttunnelen og Kjørholtunnelen antas det en vertikal høydeforskjell på ca. 60 m fra ligg i Kjørholtunnelen til heng i adkomsttunnelen. Denne avstanden vurderes som stor nok til at drift av planlagt adkomsttunnel ikke vil utfordre den ytre sikkerhetssonen rundt Kjørholtunnelen.

Det er viktig at detaljplanlegging og gjennomføring av tunneldriften skjer i nært samarbeid med Statens Vegvesen, ved Vegavdeling Telemark. Dette vil sikre at alle nødvendige hensyn knyttet opp mot E18 identifiseres og ivaretas i både prosjekteringsfasen og driftsfasen. Den planlagte adkomsttunnelen vil i hovedsak bli drevet gjennom hornfelsbergarter tilhørende Fossumformasjonen.

Det forventes at selve passeringen under eksisterende E18 må utføres ved bruk av redusert salvestørrelse som et risikoreduserende tiltak, da E18 trolig ikke vil kunne stenges for trafikk under drift av tunnelen fra Kongkleiv til Dalen gruve. Dersom detaljplanene for tunneltraséen viser at den planlagte adkomsttunnelen vil krysse Kjørholtunnelen i nærheten av større forkastninger og/eller svakhetssoner, forventes også krav om redusert salvestørrelse. Det

antas at det vil bli behov for å installere rystelsesmålere i eksisterende E18 tunnel under driften av adkomsttunnelen for å påse at gjeldende sikkerhetsmarginer overholdes. Videre må det fastsettes vibrasjonsgrenseverdi for E18 tunnelene i dialog med Statens vegvesen.

4.11 Sikkerhet og terrorberedskap

4.11.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Utredningen skal omfatte dagens ISPS-regime (International Ship and Port Facility Security Code), alternativenes konsekvenser for ISPS, identifikasjon av nødvendige tiltak knyttet til ISPS og gradering av alternativ.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhente eksisterende informasjon.

Metode/fremstilling:

Gjeldende regelverk for ISPS og Kystverkets relevante veiledning for RSO (Recognized Security Organization). Presenteres i notats form.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.20 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

4.11.2 Dagens situasjon

Alternativ 0 er et referansealternativ, og defineres som en videreføring av området slik det er i dag med arealet i Kongkleiv uberørt. Konsekvensvurderingen for dette alternativet settes til nøytral for ISPS trusselnivå og benyttes som sammenlikningsgrunnlag for alternativ 1.

4.11.3 Alternativ 1

Ny kai vil falle inn under ISPS-regelverket da skipene som skal benyttes til frakt har et internasjonalt seilingssertifikat (ISSC), og vil håndtere betydelige mengder behandlet uorganisk farlig avfall. Kaien faller ikke inn under storulykkeforskriften. Det vil i normal drift være tilstrekkelig med sikringsnivå 1 på kaien (normalnivå, det nivået hvor et minimum av relevante sikringstiltak skal opprettholdes til enhver tid).

Antall skipsanløp inn til Frierfjorden vil øke med ca. 11 % årlig ved etablering av NOAHs virksomhet. NOAH planlegger for maksimalt 230 anløp til kaien ved Kongkleiv pr. år. Dette er mindre enn ett skip per døgn, som vil komme i tillegg til den allerede trafikkerte seilingsleden.

Trusselnivået styres av de verdier som skal beskyttes samt intensjon og kapasitet hos de aktører som vil kunne representere en trussel om tilsiktede handlinger.

Samlet sett vurderes konsekvensene av ISPS trusselnivå for alternativ 1 å ha små negative konsekvenser med innføring av ytterligere en ISPS kai i Frierfjorden sammenliknet med dagens situasjon. Kaien vil merkes og sikres i henhold til ISPS regelverk, og kamera vil installeres for kontinuerlig overvåkning.

Det forventes ikke at anleggsfasen berører temaet sikkerhet og terrorberedskap på skip og i havn i en slik grad at konsekvenser vil være av betydning.

5 Overordnede målsetninger

5.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Forholdet til overordnede målsetninger skal vurderes. Det skal utredes i hvilken grad utredningsalternativene er i samsvar eller motstrid med målsetninger presentert i nasjonale retningslinjer, føringer og strategier, regionale planer, kommunale planer og reguleringsplaner.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Foreliggende dokumenter er listet opp i kapittel 5.

Metode /fremstilling:

Dokumentstudier. Utarbeidelse av oversikt over samsvar og motstrid med overordnede målsetninger. Tekstlig fremstilling.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.2 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

5.2 Vurdering

Dette kapittelet oppsummerer planforslagets samsvar eller motstrid med dokumentene som er presentert i rapporten. Tabell 5-1 og tabell 5-2 viser en forenklet fremstilling av den tekstlige vurderingen som er gjort i rapportens hoveddel.

Tabell 5-1: Tegnforklaring vurdering

Vurdering	
++	Alternativet bidrar i stor grad til å oppnå målsetningene
+	Alternativet bidrar til å oppnå målsettingene
0	Alternativet har ingen eller uvesentlig effekt på målsetningene
-	Alternativet reduserer mulighetene for at målsetningene kan oppnås
--	Alternativet motvirker at målsetningene kan oppnås
IR	Dokumentet er ikke relevant

Tabell 5-2: Oppsummering av vurdering av samsvar og motstrid med målsetninger. En del av dokumentene inneholder ikke egne målsetninger. Disse er vurdert som ikke relevant (IR).

Dokument	Samsvar/motstrid med målsetninger
Nasjonale retningslinjer, føringer og strategier	
Kongelig resolusjon – Nasjonale forventninger til kommunal og regional planlegging	+
Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging i kommunene	0
Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging	+
Rikspolitiske retningslinjer for styrking av barn og unges interesser	0
Rikspolitiske retningslinjer for planlegging i kyst- og sjøområder i Oslofjordregionen, Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud, Vestfold og Telemark	-
Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging	0
Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging	-
Fra avfall til ressurs – nasjonal avfallsstrategi	++
Nasjonal transportplan	+
Den europeiske Landskapsvernkonvensjon	-
Regionale planer	
Regional planstrategi 2016-2020 – Bærekraftige Telemark	0
Regional klimaplan for Telemark 2019-2026	-
Regional plan for kystsonen i Telemark 2018-2028	-
Regional folkehelseplan 2018-2030	0
Regional plan for verdiskapning	IR
Regional plan for nyskaping og næringsutvikling	IR
Regional plan for reiseliv og opplevelser 2011-2023	IR
Regional plan for samordnet areal og transport i Telemark 2015-25	+
Regional delplan for samordnet areal og transport i Grenland 2014-2025	+
Intermodal godstransport for Telemark og Vestfold	0
Konseptvalgutredning for Grenlandsbanen	0
Regional plan for vannforvaltning i vannregion Vest-Viken 2016-2021	0
Næringsutvikling i Grenland, muligheter og utfordringer	IR
Mer vekst i Grenland, delprosjekt 1, samfunnsanalyse	IR
Kartlegging av næringsarealer i Grenland, Telemark fylkeskommune	0
Telemarksforskning. Regional analyse for Grenland 2016, Næringsutvikling, befolkningsutvikling, utdanning og scenarier	IR
Kommunale planer	
Kommuneplan Porsgrunn kommune	-
Kommunedelplan for klima og energi – Skien og Porsgrunn 2018-2025	0
Kommunedelplan for E18 Langangen – Bamble	0
Reguleringsplaner	
Reguleringssituasjon på planområdet	0
Gjeldende nærliggende reguleringsplaner	0

I Miljøverndepartementets avfallsstrategi datert 5.august 2013 (med supplering i 2018) har departementet lagt frem en nasjonal avfallsstrategi for prioriteringer innen avfallsområdet. I strategiens kapittel 5.2.5 står det: «Uorganisk farlig avfall deponeres i dag i hovedsak ved NOAH Langøya, og dette deponiet vil være fullt og bli avsluttet rundt 2022. Vi har nasjonale mål om å ta forsvarlig hånd om farlig avfall og internasjonale forpliktelser til å ha egen behandlingskapasitet for farlig avfall. Dette er også en viktig del av vår industrielle infrastruktur. Det er derfor nødvendig å få på plass et nytt deponi for uorganisk farlig avfall før nåværende kapasitet er brukt opp. Det er usikkerhet om hvor stor kapasitet for deponering av uorganisk farlig avfall vi behøver i framtiden. Nye gjenvinningsløsninger kan bli utviklet og kommersialisert, og andre avfallstyper kan bli omklassifisert til farlig avfall. Vi legger til grunn at selv ved økt utnyttning eller alternativ behandling av en del avfallstyper, vil det også i framtiden være behov for en deponiløsning for uorganisk farlig avfall.»

5.3 Oppsummering

Alternativ 1 er et vesentlig bidrag til oppfyllelse av den nasjonale avfallsstrategien og er i samsvar med Nasjonal transportplans mål om økt transport på skip. Alternativ 1 vil for de fleste av de andre overordnede målsetningene ha ingen eller liten effekt på målsetningene i de angitte dokumenter, da de i liten grad forholder seg til denne type tiltak.

En del av dokumentene er utredninger, kartlegginger og analyser som ikke inneholder egne målsetninger. Disse er vurdert som ikke relevant (IR) i denne delutredningen, og omfatter i hovedsak næring og verdiskapning.

Alternativ 1 innebærer miljøvennlig transport av avfallet på skip til kai og miljøvennlig lossing. Tiltaket bidrar til flere arbeidsplasser og lokal samfunnsøkonomisk verdiskapning, og det vurderes derfor at alternativ 1 bidrar positivt til måloppnåelse i de dokumentene hvor dette er definerte målsetninger.

I de dokumentene som inneholder målsettinger om naturmangfold er det vurdert at alternativet reduserer mulighetene for at målsetningene kan nås.

6 Miljørisikovurdering og miljøpåvirkning

6.1 Innledning

Dette kapittelet omhandler følgende kapitler i planprogrammet:

- Kapittel 7.4 Miljørisikovurdering
- Kapittel 7.12 Støy
- Kapittel 7.13 Utslipp til luft inkludert støv
- Kapittel 7.18 Utslipp til resipient fra transport av behandlet avfall
- Kapittel 7.19 Utslipp til resipient fra aktivitet på land.

Rapportene er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen og det henvises til disse for utfyllende informasjon.

For de ulike deltemaene i miljørisikovurderingen er planprogrammets beskrivelse gjengitt innledningsvis i hvert temakapittel.

6.2 Miljørisikovurdering

6.2.1 Omfang og innhold i miljørisikovurdering ved underjordisk deponering

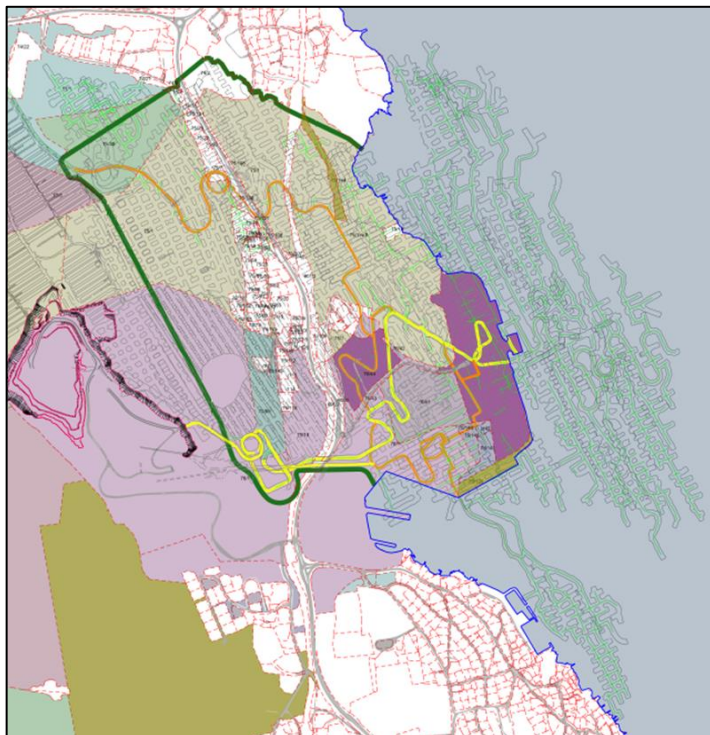
Underjordisk deponering av avfall forutsetter at det gjennomføres en miljørisikovurdering i henhold til avfallsforskriftens kapittel 9. Miljørisikovurderingen vil bidra til å avklare om Dalen gruve er egnet til deponering av det behandlede avfallet. Miljørisikovurderingen vil samtidig utgjøre en del av grunnlaget for en eventuell framtidig reguleringsplan og søknad om tillatelse til drift.

En underjordisk deponering må skje på en slik måte at omkringliggende formasjon reduserer effekten av forurensning fra deponert avfall til et nivå som ikke medfører irreversible negative effekter på miljøet. Gruvens egnethet som underjordisk deponi vil således være avhengig av den omkringliggende formasjonen og dens kapasitet til å redusere og holde tilbake forurensningskomponenter (EUs avfallsdirektiv, vedlegg A; EU, 2002).

Det er spesielt to aspekter som er sentrale når det gjelder å vurdere miljørisiko for utslipp fra et underjordisk deponi:

1. Berggrunnens beskaffenhet.
2. Avfallets kjemiske og fysiske egenskaper.

Områdene som er av betydning for miljørisikovurderingen er i hovedsak avgrenset av dagens planlagte konsesjonsgrense for Norcems Dalen gruve under Eidangerfjorden. Deponiet er i sin helhet planlagt å ligge under kote 0. Figur 6-1 viser omtrentlig kote 0 på sålenivå (tykk grønn strek). Det er anslagsvis 50 boliger over den delen av gruve som ligger under kote 0.



Figur 6-1: Utbredelse av Dalen gruve. Gruveganger/rom er illustrert med grå farge. Gul, oransje farge viser veisystem. Tykk grønn linje indikerer omtrentlig nivå for kote 0 på sålenivå.

Myndighetskrav

I henhold til avfallsforskriftens kapittel 9 vedlegg II (kapittel 2.6) kan underjordiske deponier for farlig avfall kun ta imot behandlet avfall som oppfyller stedsspesifikke mottakskriterier som er fastsatt på bakgrunn av en miljørisikovurdering.

Generelt skal miljørisikovurderingen inneholde en vurdering av (i) avfallet, (ii) mottakere, (iii) transportveger og (iv) effekt. Målet med den underjordiske deponeringen er å isolere avfallet fra biosfæren (økosystemet på landjorda). Hensikten med miljørisikovurderingen er derfor å vurdere effekt på biosfæren også over lang tid (~1000 år).

Oversikt over innhold i en stedsspesifikk risikovurdering for underjordisk deponi er gitt i tabell 6-1.

Tabell 6-1: Oversikt over krav til innhold i en miljørisikovurdering for underjordisk deponi (Klima- og Miljødirektoratet, 2004; EU, 2002)

Tema	Krav
Geologisk vurdering:	Detaljert kunnskap om geologi (berggrunn, lagstrukturer, topografi) Kartlegging av sprekker, sprekkesystem, forkastningssoner Mulig påvirkning av seismisk aktivitet (jordskjelv)
Geoteknisk/geomekanisk vurdering:	Dokumentasjon av stabiliteten av bergrommene. Vekselvirkninger med deponert avfall. Det må dokumenteres at bergrommene ikke deformeres slik at det oppstår transportveger til biosfæren. Tilfredsstillende stabilitet under drift av bergrommene. Dokumentasjon av avfallets stabilitet.
Hydrogeologisk vurdering:	Detaljert kartlegging av hydrauliske egenskaper for å kartlegge grunnvannsstrømning (basert på hydraulisk ledningsevne i berggrunnen, sprekker og hydrauliske gradienter).
Geokjemisk vurdering/avfallsvurdering:	Basert på detaljert karakterisering av jord, berggrunn og grunnvann i området. Mulig endring over tid.
Effekt på økosystem/utslipp til sjø*:	Vurdering av virkning på potensielt påvirkede økosystemer. Nåværende situasjon og mulig utvikling over tid.
Vurdering av driftsfase	Vurdering av driften av deponianlegget og mottatt avfall.
Langsiktig vurdering:	Vurderingene skal omfatte et langsiktig perspektiv, etter at driften har opphørt.
Andre forhold**:	Andre relevante forhold slik som for eksempel nærliggende industri eller gruvevirksomhet som kan komme i konflikt med deponiet.

* Vurdering av effekt på økosystem er ikke inkludert i dette dokumentet, det er kun gjort beregninger av utslipp til sjø. Effekt på økosystem omhandles i egne utredninger i KU for tiltaket.

**Andre forhold som nærliggende industri og eventuell samdrift med Norcem er ikke inkludert i miljørisikovurderingen. Dette omhandles i egne utredninger.

Kunnskapsgrunnlag

Både når det gjelder det behandlede avfallet og gruven naturlige geologiske barriere foreligger det et omfattende kunnskapsgrunnlag basert på faktisk drift og studier gjennomført over mange år. Det har vært uttak av kalkstein til sementproduksjon i Breviksområdet siden 1916, først som dagbrudd og siden 1928 (Hydro) med gruvedrift. Det har regelmessig blitt gjennomført detaljert kartlegging av geologi og bergmekanisk stabilitet i gruen og omkringliggende områder som en del av gruvedriften. Sikkerheten til de som arbeider i gruen har alltid hatt stort fokus og det foreligger derfor god dokumentasjon av disse forholdene hos Norcem. Forståelse av fjellet som en naturlig geologisk barriere mot vanninntrenging er også et sentralt punkt for Norcems pågående drift, da gruen i dag drives på relativt store dyp under Eidangerfjorden (ca. kote -340).

Nøytralisering av avfallssyre ved hjelp av flyveaske er en prosess som har vært brukt siden 1990-tallet. NOAH karakteriserer og tester avfallet kontinuerlig for kjemisk innhold og forurensningspotensial. Stabilitetsstudier av deponert avfall er også utført. Samlet har dette gitt detaljert innsikt og erfaring med avfallets egenskaper.

Testing og analyse

Tilgjengelig kunnskap om både bergmasse (geologisk barriere) og avfall har dannet grunnlaget for et omfattende analyse- og testprogram som er gjennomført de siste årene. Hensikten med utførte studier har vært å framskaffe ytterlige kunnskap for å kunne vurdere gruven og berggrunnens egnethet som geologisk barriere for et eventuelt deponi, samt å øke kunnskapen om de geokjemiske og geotekniske egenskapene til det stabiliserte avfallet. Tabell 6-2 gir en oversikt over de spørsmål som må besvares i en slik vurdering, samt hvilke metoder som er benyttet for å belyse de ulike punktene.

Tabell 6-2: Oversikt over metoder brukt for å fremskaffe dokumentasjon på spørsmål som må besvares i forbindelse med vurderinger av en mulig geologisk barriere og avfallets karakter.

Hva vil vi vite?	Hvilke metoder er anvendt for å dokumentere dette?
Gruven:	
Hvor tett er bergmassen?	• Målinger av permeabilitet og porøsitet på kjerneprøver av kalksteinen. • Data på innlekkasjevann fra pumpesystem.
Hvor kan vann strømme inn/ut og i hvilke mengder?	• Detaljert kartlegging av forkastningssoner og sprekker i felt. • Registrering og måling av vann i gruven (inkl. kjemiske analyser). • Boring av grunnvannsbrønner. • Vanntapsmålinger og registreringer i grunnvannsbrønner. • Kjemiske analyser av vann fra grunnvannsbrønner.
Hvor stabil er gruven? Vil jordskjelv påvirke stabiliteten?	• Målinger av mekaniske egenskaper (trykkfasthet, strekkfasthet, elastisk modulus etc.). • Måling av bergspenninger. • Analyse av jordskjelvrespons, modell simuleringer.
Avfallet:	
Hva inneholder den stabiliserte filterkaken, og hvordan opptrer de ulike komponentene?	• Analyse av kjemiske totalkonsentrasjoner (ICP-MS, XRF). • Morfologi (form) og forekomst av ulike kjemiske faser (Sveipelektronmikroskop med elementanalyse, SEM-EDX). • Mineralsammensetning (XRD).
Løselighet av de farlige komponentene i den stabiliserte filterkaken?	• Analyse av ekstraksjoner med vann og andre kjemikalier. • Analyse av prøver fra kolonnetest med vann som kjøres over lang tid.
Kan avfallet danne farlige gasser?	• Laboratorietesting for dannelse av H₂, CH₄, NH₃ over tid. • Testing i pilotanlegg (i gruven)/felt.
Hvordan oppfører avfallet seg fysisk?	• Ulike geotekniske laboratorietester. • Komprimerbarhet av stabilisert filterkake.

6.2.2 Vurdering av avfall til deponi

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det utarbeides en beskrivelse med vurdering av avfallsgipsen som er planlagt deponert. Avfallsforskriften setter forbud mot deponering av visse avfallstyper i underjordiske deponier, og kartleggingen skal belyse om avfallsgipsen er egnet for deponering i et underjordisk deponi i Dalen gruve.

Vurderingen vil omfatte nøytralisert avfall fra nøytraliseringprosessen for svovelsyre med bruk av flyveaske. Spesielt flyveasken, som er et restprodukt fra røykgassrensing fra avfallsforbrenning, har et høyt innhold av tungmetaller og andre elementer (blant annet arsen, kadmium, kobber, bly og kvikksølv). Dette nøytraliserte avfallet er godt dokumentert fra mangeårig produksjon på Langøya. Utredningen vil dessuten omfatte vurdering av flyveaske stabilisert med andre syrer enn svovelsyre. Det vises for øvrig også til kapittel 2.7.3.

Innhold av forurensningskomponenter og utlekkingspotensial vil inngå i vurderingen. Videre vil det være fokus på risiko for dannelse av gass i forbindelse med deponering av avfallsgipsen. Miljøriskovurderingen vil også bidra med faktorer av betydning for arbeidsmiljøet.

Grunnlagsmateriale:

Eksisterende grunnlagsmateriale, data fra NOAHs anlegg på Langøya, resultater fra laboratorietester og feltforsøk.

Metode/fremstilling:

Geotekniske og geokjemiske laboratorietester. Viktige fysiske og kjemiske egenskaper skal beskrives og vurderes. Dette omfatter egenskaper som geokjemisk og geoteknisk stabilitet, utlekking fra avfallsgipsen, gassutvikling og bufferegenskaper. Videre skal det gjøres en vurdering av mulige reaksjoner med berggrunnen. Tekstlig fremstilling.

Det vises til kapittel 4.3 for opplysninger om avfallsmengder til deponering og sammensetning av det behandlede avfallet som produseres i nøytraliseringsanlegget på Langøya. Ulike alternative behandlingsprosesser er beskrevet i kap. 4.4.

Utlekkingspotensial for behandlet uorganisk farlig avfall

Utlekkingstester på stabilisert og avvannet avfall fra dagens nøytraliseringsanlegg på Langøya viser liten utlekking og på nivå med kriterier for inert og ordinært avfallsdeponi i avfallsforskriften. Unntaket er klorid. Dette har imidlertid liten forurensningsmessig betydning når resipienten er sjø (saltvannsresipient). Lav utlekking fra stabilisert og nøytralisert avfall er i samsvar med erfaringene fra Langøya, både når det gjelder utlekkingstester på avfallsslurry og overvåking av porevannskvaliteten i farlig avfallsdeponiet.

Langtids utlekking i kolonnetest viser at konsentrasjonene avtar betydelig over tid. Det er liten forskjell mellom kolonnetestene med deionisert vann (standard i henhold til avfallsforskriften) og med vann fra gruen, noe som viser at vannet som pumpes ut av gruen i dag ikke har negative effekter på det stabiliserte avfallet. For arsen og nikkel skjer det imidlertid også en

reduksjon i konsentrasjonen etter at vannet som pumpes ut av gruven har vært i kontakt med det stabiliserte avfallet. Dette skyldes sorpsjonsegenskapene²⁾ i massene som følge av høyt jerninnhold og alkalisk pH.

Behandlet uorganisk farlig avfall som planlegges deponert i Dalen gruve inneholder tungmetaller og andre uorganiske miljøgifter avhengig av type avfall, se kap. 4.3. Forurensningspotensialet for avfallet er knyttet til disse forbindelsenes mobilitet og mulighet for forurensningstransport. For deponiet vil en eventuell forurensningstransport i hovedsak være knyttet til vann, og det er derfor i det følgende gjort en vurdering av avfallets utlekkingspotensial basert på standardiserte utlekkingstester (ristetest og kolonnetest). Det er i det etterfølgende gitt en nærmere redegjørelse av ulike tester av det behandlede avfallet som er aktuelt til deponi.

Utlekkingspotensial fra ristetest

Tabell 6-3 viser resultater fra ristetest gjennomført på ulike prøver av avvannet stabilisert farlig avfall (filterkake). Prøvene stammer fra testkjøringer med filterpresse på Langøya, dvs. at prøvene representerer behandlet avfall fra fullskala forsøk med lik prosess som en fremtidig løsning.

Resultatene viser at utlekkingen av metaller fra avfallet er lav. De fleste av metallene ligger innenfor kravene for deponi for inert og ordinært avfallsdeponi. Unntaket er antimon (Sb) og selen (Se), som ligger godt innenfor kravene for farlig avfallsdeponi. Utlekkingen av klorid (Cl-) er høy og overskrider kravet til farlig avfallsdeponi i samtlige prøver. Klorid har ikke nevneverdig forurensningsmessig betydning for utslipp fra et eventuelt deponi i Dalen gruver, da hovedresipienten er sjø.

Innblanding av annen type avfall som katodeavfall (10 prosent innblanding) og blyslagge fra gjenvinning av batterier (5 prosent innblanding) gir liten forskjell i utlekking i ristetest.

²⁾ Sorpsjon er et samlebegrep for absorpsjon og adsorpsjon, som er fysiske og kjemiske prosesser der et stoff blir bundet til partikkeloverflater.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 6-3: Resultater fra standard ristetest (L/S 10) gjennomført på avvannet stabilisert farlig avfall (filterkake). Verdiene er sammenlignet med utlekkingskrav i avfallsforskriften, vedlegg II.

Parameter	Enhet	Filterkake 2014/15 (NOAH)		Filterkake 2018 (NOAH)		Filterkake 2018 (NGI)	Filterkake* 2018 (NGI)	Filterkake** 2018 (NGI)	Grenseverdi, deponi for inert avfall	Grenseverdi, deponi for ordinært avfall	Grenseverdi, deponi for farlig avfall
		Gj.snitt (n=#)	Std.av	Gj.snitt (n=9)	Std.av						
pH		9,6	0,59	8,8	0,5	9	10	10,2	-	-	-
Kond.	mS/cm	21,2	5,42	15,0	2,3	17,5	16,0	14,9	-	-	-
As	mg/kg	-	-	<0,4	-	0,033	0,06	0,05	0,5	2	25
Cd	mg/kg	-	-	0,2	0,3	0,052	0,005	0,007	0,04	1	5
Cr	mg/kg	-	-	0,1	-	0,007	0,33	0,085	0,5	10	70
Cu	mg/kg	1,8	-	<0,1	-	0,013	0,05	0,09	2	50	100
Ni	mg/kg	-	-	0,3	-	0,02	0,006	0,006	0,4	10	40
Pb	mg/kg	-	-	<0,2	-	0,003	0,005	0,02	0,5	10	50
Zn	mg/kg	0,5	-	2,8	3,9	0,086	0,27	0,09	4	50	50
Ba	mg/kg	2,6	1,54	2,9	1,7	4,72	3,17	3,75	20	100	300
Mo	mg/kg	6,3	1,79	4,6	2,6	6,36	2,64	3,47	0,5	10	30
Sb	mg/kg	-	-	0,9	0,4	1,26	0,5	0,5	0,06	0,7	5
Se	mg/kg	-	-	0,7	-	0,25	0,23	0,13	0,1	0,5	7
Hg	mg/kg	0,018	0,01	0,00038	0,00013	0,0014	0,005	0,004	0,01	0,2	2
SO ₄ ²⁻	mg/kg	9470	422	13350	809,3	11800	19800	20200	1000	20000	50000
DOC	mg/kg	416	311,2	47,4	15,6	45,8	68,8	56,5	500	800	1000
F ⁻	mg/kg	87	54,4	53,8	7,7	30,2	85,1	69,1	10	150	500
Cl ⁻	mg/kg	77533	23224	45133	9193	47800	46700	42600	800	15000	25000

- ingen data; *Filterkake med innblandet katodeavfall (10 prosent); **Filterkake med innblandet blyslag fra gjenvinning av batterier (5 prosent).

Utlekking på lang sikt – kolonnetest

Kolonnetester er en etablert metode for å studere eventuell mobilisering av forurensningskomponenter over tid. I avfallsforskriften er det krav til gjennomføring av kolonnetest ved deponering av farlig avfall (EN/TS 14405). I disse testene bygges avfallet inn i en kolonne. Avfallet mettes med vann, og vann kjøres deretter gjennom kolonnen. Prøver av vannet som kommer ut av kolonnen kan da tas ved ulike tidspunkt. Det er i kolonnetesten tatt ut vannprøver ved ulike forhold mellom infiltrert vannmengde og fast stoff (liquid/solid ratio; L/S forhold). Et L/S forhold på 0,1 representerer det første vannet som kommer ut av kolonnen, mens et L/S forhold på 10 representerer utlekkingsvann hvor vannmengden som har infiltrert avfallet i kolonnen er 10 ganger fast stoffmengden totalt i kolonnen. Uttak av vannprøver ved ulike L/S forhold vil således reflektere utlekking fra avfallet over tid. Et L/S forhold på 10 vil for gruen i Brevik tilsvare utlekking fra avfallet i et tidsperspektiv på >>1000 år.

Det er utført kolonnetest på flere prøver av avvannet behandlet uorganisk farlig avfall (filterkake). Testen har blitt gjennomført både med deionisert vann (standard) og med pumpevann fra Dalen gruve (tester gjennomført i 2015). I 2018 ble det kjørt kolonnetest på tre ulike avfallstyper fra nøytraliseringsprosessen basert på 1) kun flyveaske; 2) innblanding av 10 prosent katodeavfall og 3) innblanding av blyslag fra gjenvinning av batterier.

Utlekkingen for mange av forurensningskomponentene er på nivå med eller lavere enn kravet til inert avfallsdeponi. Innholdet av molybden og selen ligger noe høyere, men godt innenfor kravet til ordinært avfallsdeponi. Det er kun klorid, i tillegg til antimon (Sb) i en prøve, som overskrider utlekkingskriteriet for farlig avfallsdeponi.

Resultatene samsvarer bra med kolonnetester gjennomført på avfallsmaterialet i slurry form som deponeres på Langøya, hvor det observeres lav utlekking av de fleste metallene, og betydelig under utlekkingskriteriet for farlig avfallsdeponi. Det er kun klorid som overskrider utlekkingskriteriet, men resipienten er saltvann med naturlig høyt kloridinnhold.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 6-4: Resultater fra kolonnetest på avvannet stabilisert avfallsmaterialet (filterkake). Første eluat (utlekkingsvann) som kommer ut av kolonnen (CO=L/S 0,1). Konsentrasjoner er i mg/L

	Gj. snitt, (deionisert vann) mg/l		Gj. snitt (vann fra gruen) mg/l		Filterkake 2018 (NGI) mg/l	Filterkake* 2018 (NGI) mg/l	Filterkake** 2018 (NGI) mg/l	Grenseverdi, deponi for inert avfall	Grenseverdi, deponi for ordinært avfall	Grenseverdi, deponi for farlig avfall
As	0,0037	±0,0010	0,0042	±0,00076	0,016	0,007	0,0025	0,06	0,3	3
Ba	2,21	±0,11	2,35	±0,11	1,64	1,13	1,13	4	20	60
Cd	0,0064	±0,0014	0,00747	±0,00046	0,033	0,0045	0,006	0,02	0,3	1,7
Cr	0,007	±0,0020	0,00915	±0,0041	0,025	0,053	0,008	0,1	2,5	15
Cu	0,0182	±0,0048	0,0164	±0,0037	0,15	0,014	0,008	0,6	30	60
Hg	0,000073	±0	0,0000452	±0	0,0003	0,001	0,0018	0,002	0,03	0,3
Ni	<0,003	±0,00	<0,003	±0	0,006	0,008	0,024	0,12	3	12
Pb	0,0533	±0,03	0,0457	±0,028	0,19	0,001	0,004	0,15	3	15
Zn	0,104	±0,05	0,114	±0,081	0,89	0,007	0,015	1,2	15	60
Mo	2,02	±0,02	2,05	±0,090	1,76	1,53	1,89	0,2	3,5	10
Sb	0,0150	±0,0047	0,0151	±0,0050	0,32	0,057	0,058	0,1	0,15	1
Se	0,053	±0,0042	0,0556	±0,0014	<0,003	0,043	0,043	0,04	0,2	3
Cl ⁻	36867	±1895	40807	±2593	27700	343000	28600	460	8500	15000
F ⁻	<75	±0	<94	±0	<10	9,86	9,49	2,5	40	120
SO ₄ ²⁻	1383	±12	1367	±12	931	2290	2460	1500	7000	17000
DOC	23	±3	20	±1	13,9	37,2	30,8	160	250	320

*Filterkake med innblandet katodeavfall (10 prosent); **Filterkake med innblandet blyslag fra gjenvinning av batterier (5 prosent).

Utlekking over tid fra avfall behandlet i dagens nøytraliseringsanlegg

Utlekking av bly (Pb), kobber (Cu), kadmium og sink (Zn) fra kolonnetester er utført på ulike prøver av stabilisert filterkake. Utlekkingen for samtlige prøver er høyest i starten for deretter å avta betydelig over tid. Initiell utlekking ligger for nesten alle prøvene lavere enn kravet til utlekking i avfallsforskriften. Utlekkingen av kvikksølv er svært lav for samtlige kolonnetester.

Utlekkingen av oksyanionene molybden og antimon ligger noe høyere enn de kation-forbindelsene og indikerer en høyere mobilitet av disse forbindelsene. Dette skyldes basisk miljø som gir dårligere binding for anion-forbindelser.

Kolonnetesten med bruk av dagens gruvevann viser liten forskjell i konsentrasjoner i utlekkingsvannet sammenlignet med testen med deionisert vann. De høyeste konsentrasjonene foreligger i starten av testen, men avtar kraftig over tid. Dette viser at gruvevannet ikke har negative effekter på det stabiliserte avfallet.

Når det gjelder forurensningskomponenter som arsen (As) og nikkel (Ni), er konsentrasjonen i gruvevannet inn i kolonnen høyere enn utløpet etter at vannet har passert avfallet. Dette viser at de stabiliserte massene holder tilbake As og Ni som er i dagens gruvevann, og indikerer de gode sorpsjonsegenskapene det stabiliserte avfallet har som følge av høyt jerninnhold og alkalisk pH.

Testene viser at kloridinnholdet avtar i konsentrasjonen over tid fra rundt 36 000 mg/l til 2 700 mg/l. Dette viser at kloridene løses opp relativt raskt og vaskes ut over tid. Sulfatinnholdet i utlekkingsvannet viser imidlertid liten endring over tid, med konsentrasjoner på rundt 1 600 – 1 800 mg/l gjennom hele testen. Geokjemisk modellering (Visual MINTEQ versjon 3.0) viser at utløpsvannet fra kolonnen er overmettet med gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), og konsentrasjonen i vannet vil være styrt av likevekten mellom gips i avfallsmaterialet og vann, også etter lang tids utlekking ($>>1000$ år).

Det er påvist en kraftig nedgang i metallkonsentrasjonen over tid, og dette skjer uavhengig av løseligheten til gips i avfallsmassene. Løseligheten til metallene er altså ikke styrt av løseligheten til gips i avfallet.

Basert på målt totalinnhold i fast stoff i prøver fra behandlet avfall og tilhørende akkumulert utlekking i kolonnetest etter L/S10, er det beregnet relativ mengde utlekking etter lang tid i kontakt med vann, se tabell 6-5.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 6-5: Totalinnhold i stabilisert filterkake (fast stoff, mg/kg), akkumulert utlekking i kolonnetest (L/S10, mg/kg) og beregnet andel utlekket etter L/S10 (%).

Parameter	Filterkake 2018			Filterkake & katodeavfall 2018			Filterkake & blyslag 2018		
	Totalinnhold (mg/kg)	Akk. utlekket L/S10 (mg/kg)	Andel utlekket L/S10 (%)	Totalinnhold (mg/kg)	Akk. utlekket L/S10 (mg/kg)	Andel utlekket L/S10 (%)	Totalinnhold (mg/kg)	Akk. utlekket L/S10 (mg/kg)	Andel utlekket L/S10 (%)
Ca	109000	14900	13,67	199000	10300	5,2	191000	9340	4,9
Fe	i.a	6,71	-	20500	0,41	0,002	20700	0,05	0,00
SO ₄ ²⁻	i.a	15500	-	269000	19800	7,4	262000	19400	7,4
Cl-	i.a	38600	-	24700	42200	100	24900	33900	136
As	52,9	0,078	0,15	81,7	0,05	0,06	86,9	0,04	0,05
Cd	32,2	0,043	0,13	58,7	0,005	0,01	59,6	0,006	0,01
Cr	117	0,051	0,04	125	0,027	0,02	119	0,01	0,01
Cu	786	0,31	0,04	506	0,065	0,01	517	0,054	0,01
Hg	1,45	0,0005	0,03	6,07	0,005	0,08	6,12	0,004	0,07
Mo	13,2	6,82	51,67	6,86	3,39	49	8,35	3,77	45
Ni	32,2	0,02	0,06	46	0,007	0,02	42,9	0,009	0,02
Pb	878	0,43	0,05	1330	0,004	0,00	2290	0,0055	0,00
Zn	4740	1,82	0,04	8860	0,027	0,00	8650	0,036	0,00
Se	2	0,03	1,50	3,8	0,111	2,9	6,5	0,115	1,8
Sb	111	2,19	1,97	273	0,382	0,14	261	0,353	0,14

i.a: ikke analysert

Utførte tester bekrefter at behandlingen av avfallet fører til en immobilisering av de fleste metallene og fører til en varig endring i kjemisk stabilitet.

Utlekking fra avfall stabilisert med CO₂

Resultater fra ristetest med destillert vann (standard) og gruvevann på CO₂-stabilisert flyveaske er vist i tabell 6-6.

I tabellen er resultatene oppgitt som gjennomsnitt og standardavvik (STD). Variasjonen er til dels høy mellom de ulike prøvene, noe som kan skyldes ulike betingelser under prosessering (karbonatiseringstid).

Tabell 6-6: Utlekking i ristetest (L/S10) for CO₂-behandlet flyveaske. Testen ble kjørt med både destillert vann (standard) og vann fra Dalen gruve (gruvevann).

Parameter	Enhet	CO ₂ behandlet aske, Dest.vann, gj.sn.	Standard-avvik	CO ₂ behandlet aske, Gruvevann, gj.sn.	Standard-avvik	Grenseverdi, deponi for inert avfall	Grenseverdi, deponi for ordinært avfall	Grenseverdi, deponi for farlig avfall
pH		10,5	0,9	9,8	0,7			
Kond.	µS/cm	27667	4788	54067	4102			
Ca (Kalsium)	mg/kg	20733	8809	31167	9666			
Fe (Jern)	mg/kg	<0,0400		<0,0400				
K (Kalium)	mg/kg	28667	4858	31133	5116			
Mg (Magnesium)	mg/kg	5,9		626,3	532,9			
Na (Natrium)	mg/kg	29967	6133	92067	4835			
Al (Aluminium)	mg/kg	28,8	42,3	2,9	1,9			
As (Arsen)	mg/kg	0,06	0,03	0,06	0,02	0,5	2	25
Ba (Barium)	mg/kg	2,8	1,0	4,1	0,9	20	100	300
Cd (Kadmium)	mg/kg	0,04	0,06	0,16	0,24	0,04	1	5
Co (Kobolt)	mg/kg	<0,0005		0,00	0,00			
Cr (Krom)	mg/kg	2,0	1,2	3,6	1,5	0,5	10	70
Cu (Kobber)	mg/kg	0,05	0,03	0,03	0,01	2	50	100
Hg (Kvikksølv)	mg/kg	0,00054	0,0004	0,00078	0,0007	0,01	0,2	2
Mn (Mangan)	mg/kg	0,03	0,01	0,02	0,02			
Ni (Nikkel)	mg/kg	<0,005		<0,00501		0,4	10	40
Pb (Bly)	mg/kg	0,23	0,25	0,15	0,10	0,5	10	50
Zn (Sink)	mg/kg	0,30	0,29	0,09	0,07	4	50	50
Mo (Molybden)	mg/kg	2,6	0,2	3,2	0,1	0,5	10	30
Sb (Antimon)	mg/kg	0,09	0,12	2,15	1,95	0,06	0,7	5
Se (Selen)	mg/kg	0,16	0,02	0,18	0,03	10	150	500
Klorid (Cl ⁻)	mg/kg	79600	21093	192333	20207	800	15000	25000
Fluorid (F ⁻)	mg/kg	<100		<100		10	150	500
Sulfat (SO ₄)	mg/kg	27833	3800	31200	6963	1000	20000	50000
DOC	mg/kg	36,1	15,2	42,9	8,6	500	800	1000

Gjennomsnittlig utlekking av tungmetallene arsen, kadmium, kobber, nikkel, bly og sink karakteriseres som lav og under grenseverdien for inert avfallsdeponi. Utlekkingen av krom er noe forhøyet, men ligger godt innenfor grenseverdien for ordinært avfallsdeponi. Av disse er det kun antimon som overskrider utlekkingskriteriet for ordinært deponi ved bruk av CO₂ til stabilisering.

Som forventet har flyveaske stabilisert med CO₂ høy utlekking av klorid og sulfat. Ubehandlet flyveaske inneholder store mengder av disse forbindelsene, og en karbonatisering vil ikke ha nevneverdig stabiliseringseffekt. Utlekkingen av klorid overskrider grenseverdiene for deponi for farlig avfall.

Generelt er det liten forskjell mellom utlekkingen fra CO₂-stabilisert flyveaske i kolonneforsøk med destillert vann og gruvevann. pH ligger litt lavere som følge av betydelig høyere ionestyrke og bufferkapasitet i gruvevannet. Gruvevannet er påvirket av sjøvann med høyere konduktivitet og innhold av bl. a klorid. Unntaket er kadmium, hvor utlekkingen er forhøyet i kolonnetest med gruvevann. Dette kan skyldes forhøyet innhold av klorid i dette vannet, noe som vil danne Cd-komplekser og således øke mobiliteten til kadmium.

Resultatene samsvarer godt med NOAHs egne utlekkingstester på karbonatisert flyveaske (standard ristetest) fra 2015. Ristetest på 65 prøver av karbonatisert flyveaske viser at utlekkingen tilfredsstiller utlekkingskravene i avfallsforskriften til deponering på ordinært avfallsdeponi.

NOAH arbeider videre med utvikling og dokumentasjon av karbonatiseringsmetoden for å optimalisere denne for eventuell behandling av flyveaske for underjordisk deponering.

Gassdannelse

Ifølge avfallsforskriften § 9-4 er det forbud mot underjordisk deponering av visse avfallstyper.

Følgende avfall er forbudt å deponere i underjordiske deponier:

- Avfall som kan produsere en giftig gass eller eksplosiv blanding av gass og luft.
- I lukket beholder skal ikke innholdet av eksplosiv gass overstige ti prosent av konsentrasjon som svarer til nedre eksplosjonsgrense.

Kjemisk gassdannelse

Dannelsen av hydrogengass vil i all hovedsak skje i forbindelse med forbehandling av flyveasken (tilsats av vann) og under nøytraliseringsprosessen hvor det tilsettes svovelsyre. Elementært aluminium kan oksideres med dannelse av H_2 . Dette er gassdannelse som skjer i forbindelse med behandling av flyveasken på Langøya under åpen kontakt med atmosfæren.

For underjordisk deponering av stabilisert filterkake er det restpotensialet for gassdannelse etter nøytraliseringsprosessen som vil være relevant med hensyn til miljørisiko. Dannelse av gass ved lagring av tørr filterkake anses som usannsynlig. Noe gassdannelse over tid fra slikt materiale etter at deponiet er fylt med sjøvann kan imidlertid være mulig. Restinnholdet av metallisk aluminium etter nøytraliseringsprosessen vil ligge innkapslet i et beskyttende oksidlag noe som vil redusere hydrolysehastigheten. Det kan derfor ta lang tid før siste rest av i utgangspunktet meget små mengder metallisk aluminium er hydrolysert. Videre vil lave temperaturer gi langsom reaksjonshastighet, og i kaldt vann kan fullstendig hydrolyse ta flere år (5).

Over lengre tid har NOAH utviklet metoder for å redusere dannelsen av H_2 i forbindelse med behandling av flyveaske. En metode for å redusere gassdannelsen er å behandle flyveasken med vann før den nøytraliseres med syre. Da skjer reaksjonen med aluminium i asken før stabiliseringsprosessen.

SINTEF Molab har et pågående program for å undersøke restpotensiale for gassdannelse fra stabilisert filterkake med fokus på hydrogengass. Langtidstester på filterkake basert på ulike typer flyveaske/avfall (inklusive avfall fra aluminiumsindustrien) vil gi mer detaljert informasjon om mengden og hastighet på hydrogengassdannelse over tid, og således danne grunnlag for hva som kan tillates deponert i gruen.

Biologisk gassdannelse

Biologisk gassdannelse i forbindelse med deponerte masser vil være avhengig av forekomst av mikroorganismer og de stedlige forholdene. Mikroorganismene utviner energi ved å benytte organisk materiale som kilde. Det er knyttet størst risiko til gasser som dannes under reduserende forhold som hydrogensulfid, H_2S (giftig) og metan, CH_4 (eksplosiv, klimagass). Mikrobiell omsetning av betydning krever imidlertid forekomst av biologisk nedbrytbart materiale.

Reduserende forhold, høyt innhold av sulfat og forekomst av mikroorganismer indikerer forhold som kan gi biologisk gassdannelse, primært H_2S . Innholdet av organisk materiale i avfallet er imidlertid svært lavt og tungt nedbrytbart, noe som medfører at det er ingen eller svært liten tilgang på en nødvendig karbonkilde. Dette indikerer lite potensial for dannelse av hydrogensulfid og/eller metan. I tillegg vil en høy pH generelt være hemmende for de fleste mikroorganismer og mikrobielle prosesser og aktivitet. Høyt innhold av metaller (spesielt jern) vil sannsynligvis immobilisere H_2S som eventuelt produseres. Ytterligere laboratorietester på stabilisert filterkake for å bekrefte antakelsene er under utførelse, og resultatene forventes å foreligge i løpet av 2018.

6.2.3 Geologisk vurdering

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Berggrunnen utgjør den geologiske barrieren i deponiet. En viktig del av miljørisiko-vurderingen blir å beskrive og vurdere berggrunnens og gruvenns egenskaper, samt dokumentere gruvenns egnethet som deponi for den aktuelle avfallsgipsen. Åpne huler og dypporvitrering vil kartlegges. Mulig påvirkning av seismisk aktivitet (jordskjelv) på gruven og det deponerte avfallet skal inkluderes i miljørisikovurderingen.

Grunnlagsmateriale:

Feltregistreringer. Kartdata og stedsspesifikke grunnlagsdata fra gruvedriften og tilstøtende områder.

Metode/fremstilling:

Beskrivelse og vurdering av de geologiske forholdene som berggrunn, jord, topografi, forkastningssoner og sprekkesystemer. Effekt av jordskjelv vil bli simulert ved hjelp av et finite element (FE) program. Behov og mulighet for tiltak for å utbedre den geologiske barrieren (injeksjon, forsegling) vil bli beskrevet. Tekstlig fremstilling.

Det er gjennomført vurdering av konsekvenser som følge av jordskjelv, og det er redegjort for dette i kapittel 6.2.4 Geomekanisk vurdering.

Grunnlagsmateriale geologisk- og geomekanisk vurdering

I forbindelse med driften av Dalen/Kjørholt gruve har det blitt gjennomført detaljerte kartlegginger av geologi og bergmekanisk stabilitet for gruven og omkringliggende områder. Det foreligger derfor god dokumentasjon for disse forholdene hos Norcem. En beskrivelse og vurdering av den aktuelle kalksteininformasjonen og dens egenskaper, samt tilgrensende formasjoner er gjennomført av personer som har inngående kjennskap til Dalen/Kjørholt gruve gjennom en årrekke.

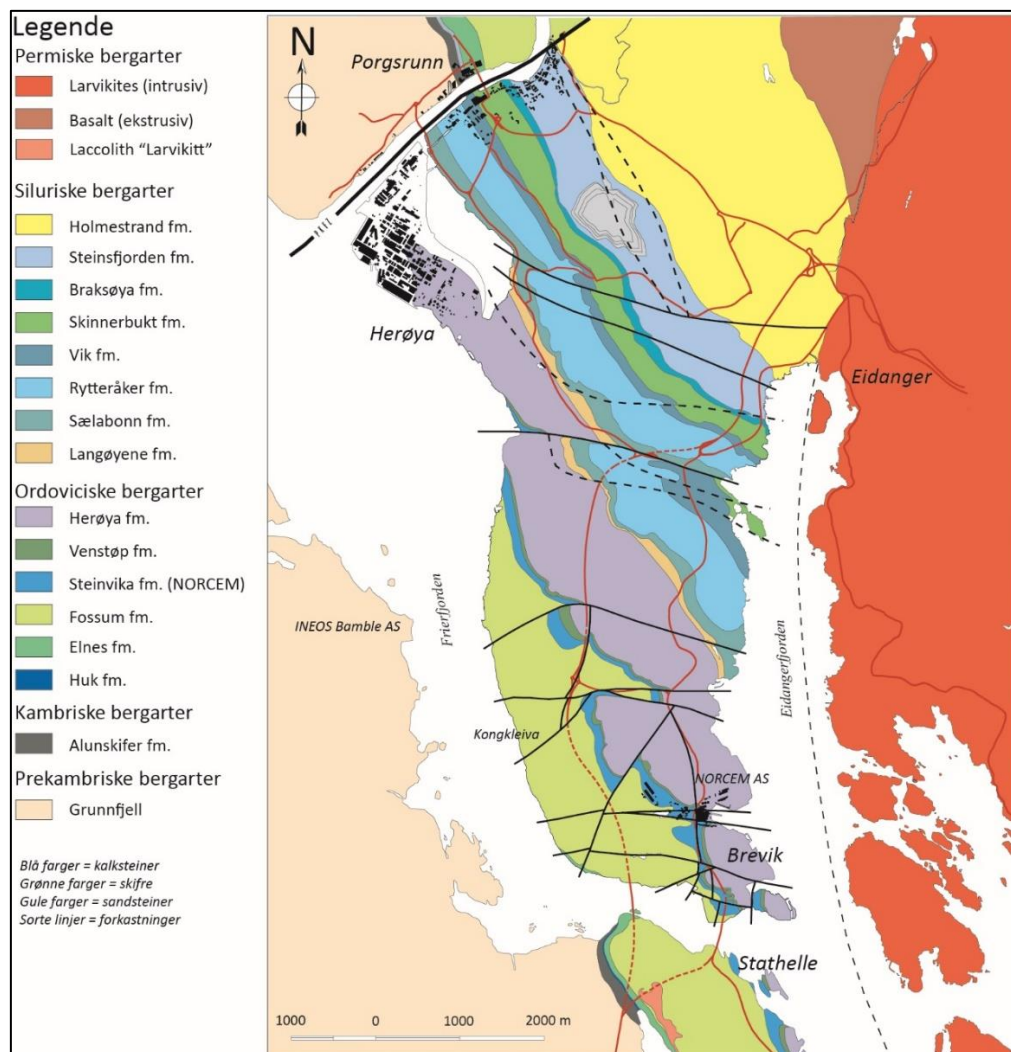
Det er videre gjennomført en sprekkkartlegging av Dalen gruve av Rambøll (6).

Basert på foreliggende grunnlagsmateriale er det gjennomført en vurdering av seismisk aktivitet. En egen jordskjelvanalyse er gjort basert på relevante prinsipper fra Eurocode 8. Beregningene ble utført i finite-elementprogrammet Plaxis 2D AE.

Geologien i Breviksområdet og Dalen-Kjørholt kalksteinsgruve

Gruven i Brevik ligger i ordoviciske kalksteiner som geologisk/stratigrafisk tilhører Steinvikaformasjonen (1). Dette er en kalkstein som inneholder mellom 80-90 % kalsiumkarbonat (kalsitt, CaCO_3). Det er det høye innholdet av kalsiumkarbonat som gjør bergarten spesielt godt egnet som råmateriale i produksjonen av sement. Under disse kalksteinene ligger Fossumformasjonen som er en lagdelt blanding av kalkstein, sandstein og skifer. Over Steinvikaformasjonen ligger grå leirskifre tilhørende Venstøpformasjonen og videre over denne, den kalkrike Herøyaformasjonen.

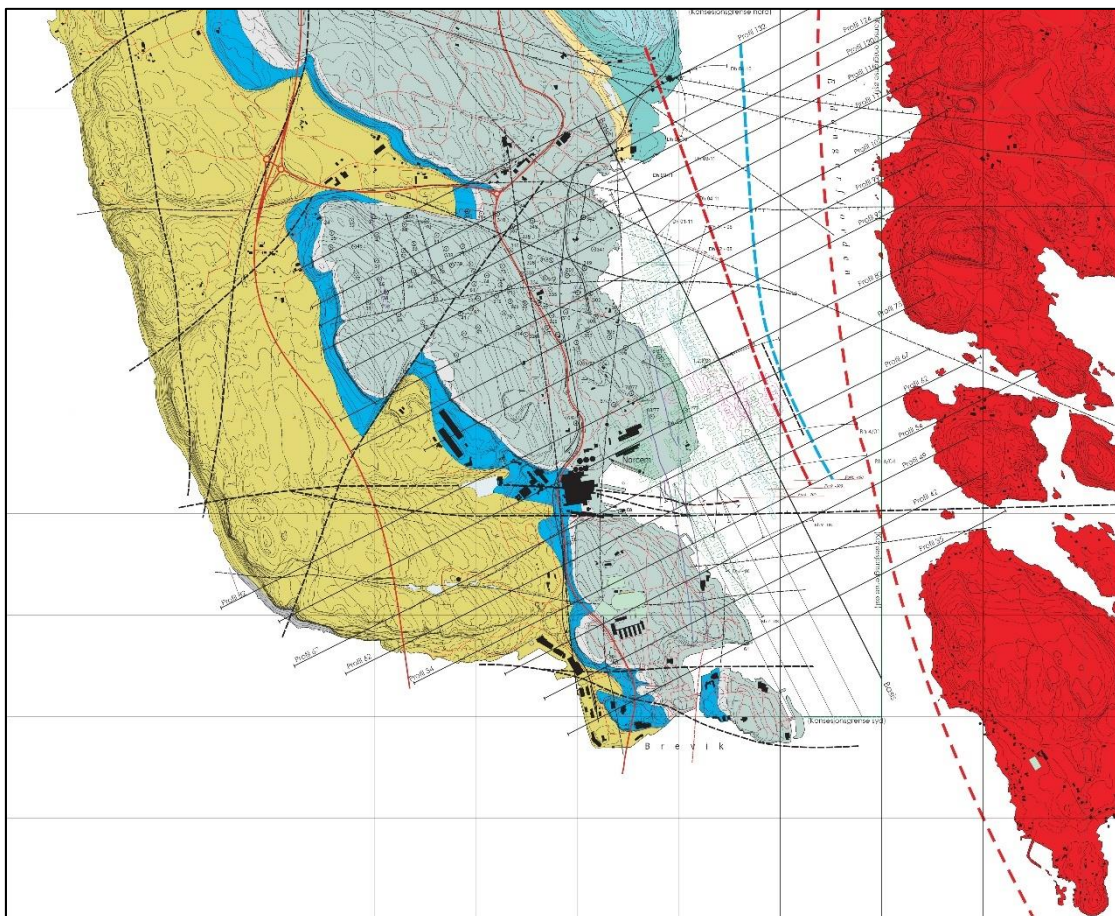
Figur 6-2 viser et geologisk kart over Eidangerhalvøya. I områdene rundt gruven opptrer både over- og underliggende bergarter som sterkt omvandlede hornfels-bergarter. Disse er meget harde og nesten flintaktige etter å ha blitt "stekt" i varmen fra dannelsen av larvikittbergartene i øst.



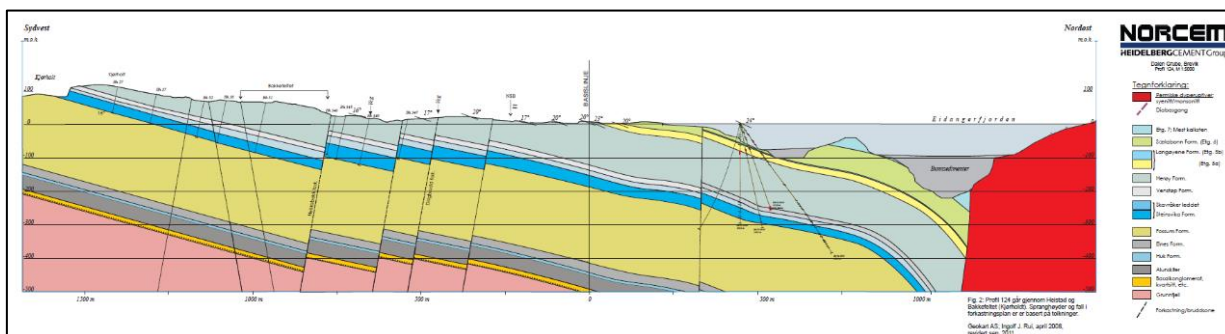
Figur 6-2: Geologisk kart over Eidangerhalvøya fra Porsgrunn til Brevik (Harstad, 2006)

I figur 6-3 er det vist et utsnitt av kartet i figur 6-2, som viser den sydligste delen av Eidangerhalvøya med inntegnede linjer for eksisterende geologiske tverrsnitt. Figur 6-4 viser et slikt geologisk snitt med de ulike formasjonenes oppbygning og gruven opptreden i Steinvikaformasjonen. På det dypeste ligger gruven i dag ca. 340 m under havnivå.

Geologisk tilhører det aktuelle området (hele Eidangerhalvøya med Eidangerfjorden i øst og Frierfjorden i vest) Oslofeltets kambrosilurbergarter. Kalksteinsformasjonen hvor Dalen/Kjørholt gruve i Brevik ligger er orientert NNV – SSØ og forekommer i grunnen under store deler av Eidangerhalvøya.



Figur 6-3: Utsnitt av det geologiske kartet i figur 6-2, som viser sørligste del av Eidangerhalvøya. Kartet viser også Norcems etablerte sett med profilinjer



Figur 6-4: Profil som viser Steinvikaformasjonen og den komplette lagrekken i den nordlige delen av gruveområdet (Rui, 2014)

Permeabilitet i kjerneprøver

Laboratorieundersøkelser har vist at vannledningsevnen på intakt kalkstein fra Steinvikaformasjonen er i størrelsesorden 10^{-11} m/s og porøsiteten er ca. 0,1 prosent. En så lav vannledningsevne og porøsitet vil i svært begrenset grad bidra til den totale effektive vannledningsevne i bergmassen. Dette underbygger at de effektive (målte) innlekkasjevolumene er knyttet til opptreden av sprekker i bergmassen generelt, samt lokale sprekkesoner i forbindelse med kjente forkastningssoner spesielt.

Tabell 6-7: Målt porøsitet og vannledningsevne i laboratorieforsøk med prøver fra Steinvikaformasjonen, samt under- og overliggende bergartsformasjoner. Analysene er utført av Weatherford Laboratories.

Formasjon	Porøsitet (%)	Vannledningsevne (10^{-12} m/s)
Sælabbonformasjonen	0,13	1.0
Herøyaformasjonen	0,38	63
Venstøpformasjonen	0,42	11
Skavråkerleddet (Steinvikaformasjonen)	0,10	6.0
Steinvikaformasjonen	0,28	36
Fossumformasjonen	0,38	76

Forkastninger og svakhetssoner

Den vurderte utnyttelsen av Dalen gruve som nytt deponi for behandlet farlig uorganisk avfall setter strenge krav til berggrunnens egenskaper til å forhindre spredning av mulig forurensning fra deponiet. For Dalen gruve er det i all hovedsak Steinvikaformasjonens kalksteiner som er den omsluttende bergarten i de aktuelle gruvegangene. Kun unntaksvis er enten heng (Skavråkerleddet) eller ligg (Fossumformasjonen) eksponert. Dette skyldes at innblanding av heng- og ligg-bergart i dagens kalksteinsuttak forringer kvaliteten på slike masser og det er en aktiv produksjonsstyring fra Norcems side for å unngå slik innblanding.

Bergmassens evne til å fungere som naturlig geologisk barriere er knyttet til bergarten(e)s vannledningsevne. I den sammenheng er det to overordnede forhold som må vurderes; grunnmassens vannledningsevne og tilstedeværelse av eventuelle sprekkesystemer som kan være vannførende. Utførte undersøkelser og tester, samt historiske driftsdata fra Norcem sitt kalksteinsuttak viser at kalksteinene i Steinvikaformasjonen er tette. Både porøsiteten (vannlagringsevnen) og permeabiliteten (vannledningsevnen) er svært lave og gruen har tørre vegger, tak og gulv. Kalksteinen kan karakteriseres som massiv med liten oppsprekingsgrad. Dette gir en bergmasse med lav hydraulisk konduktivitet og rommene i gruen er generelt tørre.

Kalksteinen har til en viss grad evnen til å tette mindre sprekker gjennom oppløsnings- og utfellingsreaksjoner. Man kan forenklet si at den er selvreparerende. Deformasjoner som gjennom tidene har forårsaket riss og mindre sprekker gror igjen ved at oppløst CaCO_3 felles ut. Mektigheten av Steinvikaformasjonen er ca. 40 m. Overliggende bergarter (Skavråker-leddet, Herøya fm) består av kalkstein, og har trolig en tettende effekt mot lekkasjer. Det er typisk at opptreden av tette kalkspatårer øker inn mot de kjente forkastningssonene. Selve kalksteinen vurderes å oppfylle kravet til egenskaper som naturlig geologisk barriere, se tabell 6-7.

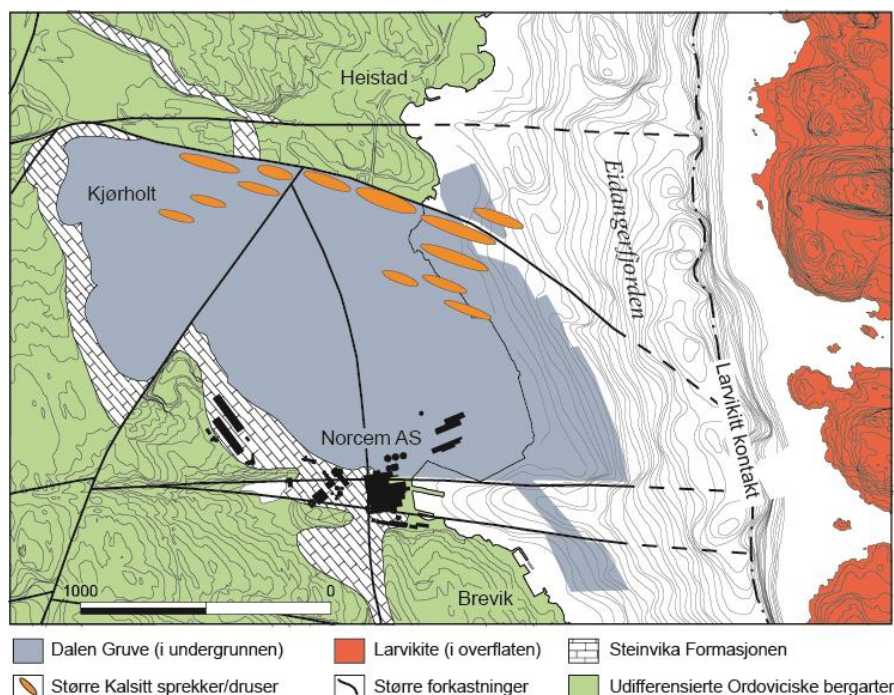
Relasjonen mellom forkastninger, sprekker, diabasganger og innlekkasjevann er relativt kompleks. Innlekkasjevann er i hovedsak et fenomen som må håndteres i områdene i og rundt Dalen forkastningssone. Heistadbekken forkastningssone er ikke assosiert med innlekkasjevann og fra Heistad forkastningssone er det kun kjent enkelte mindre observasjoner av innlekkasjevann. I tillegg er det observert det som antas å være innlekkasjevann (eller stagnanter grunnvann) ved spredte lokaliteter rundt om i Dalen gruve, men det er her snakk om «drypp» og ikke rennende vann. Dette representerer altså minimale volumer innlekkasjevann.

I Syd-gruen er det observert et større antall sprekker med en NNV-SSØ orientering. Denne orienteringen er sammenfallende med den for diabasgangene i samme område. Dalen forkastningssone representerer på sin side et sett av forkastninger med orientering ØNØ-VSV. Sprekker og diabasganger vil i dette området krysse forkastningene med en relativt høy vinkel. Det

steile fallet som er typisk for alle disse strukturene gjør også at skjæringslinjene mellom sprekkforkastning og/eller diabasgangforkastning vil danne en vektor med nær vertikal orientering. Dersom en slik skjæringslinje er assosiert med oppknusing og har en utholdenhet helt opp til sjøbunnen vil denne danne et mulig innlekkasjepunkt for sjøvann. Det antas at observerte lekkasjer knyttet til Dalen forkastningen er forbundet med slike fenomen.

Fossumformasjonen (mot Kongkleiv) har en helt annen mineralogisk sammensetning enn kalksteinene i Dalen gruve. Fossumformasjonen i Breviksområdet er her en hornfels (kontaktomvandlet bergart) som både er hardere og mer sprø enn kalksteinene i Steinvikaformasjonen.

Et fenomen som er spesielt for Dalen gruve er at enkelte av de kalkspatfylte forkastningssonene, og større kalkspatfylte sprekkene, kan huse store hulrom der tak, vegger og gulv er fullstendig dekket av kalkspat-/kalsittkrystaller. Slike "krystallhuler" omtales ofte som druserom eller bare druser. Kalsittdruser er ikke kjent å opptre i de over og underliggende formasjonene i Dalen gruve. Svært ofte ser man at drusene "dør ut" når man nærmer seg heng- og ligg-bergartene, selv om sprekkene fortsetter. Dette er mest sannsynlig knyttet til at tilgjengeligheten av kalsiumkarbonat er betydelig mindre utenfor Steinvikaformasjonen. Kartlegging av slike hulrom (4) i Dalen gruve viser at disse ofte er assosiert med større forkastningssoner, se figur 6-5. På tross av at de større druserommene ofte er forbundet med betydelige forkastningssoner opptrer mindre druser med kalsittkrystaller også i andre deler av Dalen gruve.



Figur 6-5: Beliggenheten av Dalen-Kjørholt med fjelltopografien under sedimentlaget i Eidangerfjorden. Kambrosilurbergartene strekker seg helt ned til kontakten med larvikitten i øst. Opptreden av større druser knyttet til forkastninger er markert som oransje ellipser (4).

De stedvis åpne druserommene er ikke forbundet med aktiv innlekkasje av vann i Dalen gruve. I den grad det er påtruffet vann i slike systemer er det snakk om såkalt paleo-vann som har ligget der siden krystallene ble dannet. Slikt vann har ofte blitt pumpet ut med driftsvannet.

Tilstedeværelse av dypforvitring krever at sirkulerende væske har, eller har hatt, tilgang til å strømme i og gjennom berg i dypet. Slike prosesser krever relativ lang tid for å gi nevneverdig forvitring av berg

i dypet. Det at enkelte diabasganger fremstår som sleppesoner kan indikere at dypforvitring har funnet sted lokalt i enkelte av disse intrusivgangene. Sleppesonene representerer først og fremst en lokal og avgrenset sone med et relativt mekanisk svakt berg. Tilstedeværelsen av leirmineraler i slike soner tetter og hindrer vanninntrenging og det er ikke kjent at det forekommer innlekkasjevann i slike punkter i Dalen gruve.

Tegn på dypforvitring er ikke observert i Steinvikaformasjonens rene kalksteiner. I områdene ved Heistadforkastningen nord i Dalen gruve opptrer det en leirsleppe men dennes opphav er ikke kjent. Med tanke på Norcems uttak av kalkstein til sementproduksjon representerer slike soner forurensninger av råmaterialet og drift i, og gjennom, slike soner unngås så langt det er mulig.

Behov for tettingstiltak

Dalenforkastningen representerer et markant skille mellom de nordlige og sørlige deler av gruve. Forkastningssonen har en totalbredde på 40 – 50 m. I forbindelse med gruvedriften ble det drevet en dobbelttunnel gjennom forkastningen. Dette var en krevende driftsoperasjon med tidvis stor innstrømning av saltvann. Vanninnstrømmingen ble håndtert ved bruk av omfattende forinjeksjon av sement i borhull rundt tunnelene (skjerminjeksjon) og omfattende bergsikring med bolter og sprøytebetong. Utførte tiltak har resultert i tette tunneler etter at driften gjennom denne sonen ble avsluttet. Tunneldrift i området mot Heistadforkastningen har ikke vist større lekkasjer av vann selv om formasjonen lokalt her er mer oppsprukket/knust. Dette illustrerer at det er mulig å tette relativt omfattende innlekkasjer ved hjelp teknikkene som er beskrevet over, samt at de store forkastningenes potensial for innlekkasje varierer.

Driften av ny Kjørholtunnel på E18 fra Langangen til Rugtvet (Nye Veier) ble ferdigstilt i april 2018. Denne tunnelen krysser flere av de store forkastningene som er kartlagt i områdene knyttet til Dalen gruve. Informasjon innhentet fra tunnelprosjektet (Nye Veier) viser at de store forkastningene ikke er forbundet med stor vanninntrenging eller betydelig bergmekanisk ustabilitet, se kapittel 4.10.3.

6.2.4 Geomekanisk vurdering

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Stabiliteten av bergrommene er viktig både under og etter drift av deponiet. I enkelte områder av gruve har det gått ras (eksempelvis kollaps av gruvetak i 1976, «Raset»). Risiko for ras, og eventuell effekt av ras i gruve på deponert avfall eller spredning av forurensning vil bli vurdert.

Grunnlagsmateriale:

Feltregistreringer. Kartdata og stedsspesifikke grunnlagsdata fra gruvedriften og tilstøtende områder.

Metode/fremstilling:

Beskrivelse og vurdering av stabiliteten i bergrommene. Ved behov gjennomføres numeriske simuleringer av stabilitet og sikringstiltak. Avfallets egenskaper vil inngå i vurderingen. Tekstlig fremstilling.

Stabilitet av bergrom i Dalen/Kjørholt gruve

Siden 1960-tallet er det gjennomført bergmekaniske undersøkelser i gruve i regi av NTH/SINTEF. I forbindelse med dette er det også gjennomført laboratorieundersøkelser for å bestemme

kalksteinens mekaniske egenskaper. Undersøkelsene indikerer en stiv, middels sterk bergart, typisk for mange norske kalksteiner.

Som en del av driften i gruen har det regelmessig blitt gjennomført detaljert kartlegging av geologi og bergmekanisk stabilitet i gruen og omkringliggende områder. Sikkerheten til de som arbeider i gruen har alltid hatt stort fokus og det foreligger derfor god dokumentasjon av disse forholdene hos Norcem.



Figur 6-6: Foto fra gruen.

På generelt grunnlag oppleves Steinvikaformasjonens kalksteiner i Dalen grue som en relativt massiv og lite oppsprukket bergart. Dette støttes også opp av det faktum at bruk av bolter/mekanisk sikring historisk og generelt sett ikke har vært utbredt i gruen.

De horisontale spenningene i bergmassen i Dalen/Kjørholt gruver er betydelig større enn de vertikale. Dette gir god bergmekanisk stabilitet. Dette er stabilitetsmessig en meget gunstig situasjon som gir god innspenning av taket i gruen (trykket oppkonsentreres i taket og sålen av stollen), noe som gir tilnærmet selvbærende tak i bergrommene. Dette resulterer også i at den vertikale belastningen i pilarene vil være lavere enn ved ren gravitativ belastning. Dette er tilfelle i det aller meste av det aktuelle gruveområdet i Dalen. Det aktuelle området i gruen hvor deponiet er planlagt (under kote 0), er blitt drevet ved bruk av en rom og pilar brytningsmetode. Dette gir svært god bergmekanisk stabilitet, og det aller meste av arealene i gruen under kote 0 anses som sikkert uten ytterligere og omfattende bergsikring. Oppsprekkningsgraden nær de store forkastningene er større, noe som stedvis har nødvendiggjort bergsikring med bolter i disse områdene i forbindelse med gruedriften.

Det kan forekomme tilfeller der spenningskonsentrasjonen er så høy at kalksteinens trykkstyrke overskrides, og det kan da oppstå et brudd. Dette kalles bergslag eller spraking/sprakfjell. Dette gir typiske skarpkantede bruddfragmenter. Dette har typisk skjedd i det som til enhver tid er ytterpunkter i gruveområdet der aktiv drift pågår. Dette skyldes at det her skjer en lokal oppkonsentrering av horisontalspenningen ut mot urørt berg.

Som en følge av raset i gruen i 1976 ble det etablert og innført et helt nytt brytningssystem (rom og pilar, dagens brytningssystem). *Brytningsmetoden* gir en total utvinning på ca. 30 prosent av kalksteinsforekomsten og det er denne metoden som er benyttet i alle deler av gruen der kalkstein er tatt ut etter 1976. Hele det aktuelle området for planlagt deponi vil ligge i deler av gruen hvor det er benyttet rom og pilar-brytning, det vil si områder med god bergmekanisk stabilitet.

Effekt av seismisk aktivitet/jordskjelv

Generelt er det slik at jordskjelv påvirker underjordsanlegg i mindre grad enn de gjør for installasjoner i dagen. Dette har sammenheng med at de seismiske rystelsene er sterkest på overflaten der man har en "fri flate". Ellers regnes jordskjelv med styrke lavere enn $M = 5$ på Richters

skala normalt ikke å medføre store skader. Unntaket er der slike skjelv har veldig grunne episentre og infrastrukturen i området er av relativt dårlig byggekvalitet. Det er registrert svært få jordskjelv i Oslofjordområdet med styrke $M > 5$. Det mest kjente av disse var skjelvet i 1904 med en målt styrke på $M = 5,4$. Til sammenligning hadde det største registrerte skjelvet på fastlands-Norge styrke $M = 5,8$ (Helgelandskysten, 1819).

Målet for utført jordskjelvanalyse har vært å vurdere jordskjelvresponsen i Dalen/Kjørholt gruve under et jordskjelv med returperiode på 10 000 år. Et slikt skjelv har en styrke (M) tilsvarende 5,5-6 på Richters skala. Forskyvninger og spenninger i gruveganger er studert under et eventuelt jordskjelv, med hensikt å vurdere stabiliteten av gruva under, og etter, et eventuelt jordskjelv. Analysen er basert på geologiske tverrsnitt gjennom deler av gruva med moderne rom- og pilarbrytning av kalksteinsressursen. I disse delene av gruva har man et relativt lavt kalksteinsuttak, da ca. 70 prosent av bergmassen blir stående igjen.

Jordskjelvtidshistoriene som er benyttet ved simuleringen kommer fra målinger av Nahanni-jordskjelvet i Canada (23. desember 1985). Dette jordskjelvet brukes ofte som et referanseskjelv for jordskjelvvurderinger i Norge. Beregningene er utført i elementprogrammet Plaxis 2D AE.

Resultatene indikerer at de permanente forskyvningene etter et jordskjelv med returperiode 10 000 år ($M = 5,5$) er små, samt at de jordskjelvinduserte spenningene er lavere enn kalksteinens skjærfasthet. Det kan derfor konkluderes med at de delene av gruva i Brevik som vurderes brukt til deponiformål er stabile under og etter simulert jordskjelv.

I de eldste delene av gruva er det benyttet andre driftsmetoder (jfr. magasindrif og paneldrift) med et betydelig høyre kalksteinsuttak. Det eksisterer derfor områder av den gamle gruva der kalksteinsuttaket har vært så høyt som ca. 70 prosent. Dette er områder av gruvesystemet som i all hovedsak er plassert over kote-0. Basert på resultatene fra den utførte jordskjelvresponsanalysen kan NGI ikke utelukke at deler av gruva i områder med en utvinningsgrad opp mot ca. 70 prosent (med panel- og magasindrif i gamle Kjørholt gruve), kan oppleve ras og/eller kollaps som følge av et 10 000 år jordskjelv ($M = 5,5 - 6$ på Richters skala).

I 1976 kollapset som kjent deler av paneldriftsområdet i gruva (område med ca. 70 prosent kalksteinsuttak). Det aktuelle området er i dag kjent som "Raset" og kan observeres som et hull i dagen. Dette raset opptrer lokalt avgrenset og skyldes vertikal kollaps av taket/hengen i hulrommet over gruva. Et slikt ras vil ikke forplante seg og føre til andre type ras så lenge avstanden er større enn sonen med høyest spenninger rundt hulrommene. Det er beregnet at soner med konsentrerte spenninger fra jordskjelv strekker seg til ca. 20 m fra enden av hulrommene. Dette betyr at så lenge kollaps/ras i et område med paneldrift er minst 20 m fra gruveområder tiltenkt deponivirkosomhet (områder med ca. 30 prosent kalksteinsuttak), er det ikke sannsynlig at et ras/kollaps vil påvirke stabiliteten i deponiområdene. Det understrekes at heller ikke ryster generert av slike ras/kollaps vil være så store at de kan påvirke stabiliteten til områder i gruva som er planlagt til deponi. Slike ryster vil være langt svakere enn de som vil oppstå i forbindelse med et 10 000-år jordskjelv.

I følge seismologiske studier, er ingen av forkastningene i dette området aktive. Dette betyr at den eneste mulighet for endring av vannstrømningsmønsteret er bevegelser langs eksisterende sprekker/forkastninger. Et jordskjelv av Nahanni-typen slik som vurdert vil ikke forårsake glidning langs sprekker, og sprekke vil forbli intakte (beholder sin nåværende tilstand) under og etter et slikt jordskjelv.

Vurderinger av seismisk aktivitet i det aktuelle området og analyse av effekten fra jordskjelv viser kun små permanente forskyvningene etter et skjelv med returperiode på 10 000 år. Dalen og Kjørholt-gruvne vil derfor være stabile under og etter jordskjelvet.

6.2.5 Hydrogeologisk vurdering

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Deponeringen vil kun skje under kote 0, dvs. under havnivå. Geologiske og hydrogeologiske forhold i området er avgjørende med tanke på eventuell transport av forurensning. En detaljert kartlegging av hydrauliske egenskaper for å kartlegge grunnvannsstrømning vil derfor være sentral i miljørisikovurderingen, se også ovenstående beskrivelse av geologisk vurdering (vurdering av barrierer). Forkastningssoner og sprekkestruktur vil bli beskrevet og vurdert med hensyn til innlekkasje av vann og hvor mye vann som kan komme i kontakt med avfallet, samt hvilke effekter som kan oppstå som følge av at vann kan komme i berøring med de deponerte massene.

Etter at deponiet er avsluttet og driften opphører, vil gruvesystemet fylles med vann og deponert avfall bli vannmettet. Miljørisikovurderingen skal omfatte både driftsperiode og perioden etter at gruen er vannfylt (på lang sikt, > 1000 år). Basert på resultater fra kartleggingen skal eventuelle tiltak for å begrense kontakt mellom vann og avfall vurderes og beskrives.

Grunnlagsmateriale:

Registreringer og målinger i felt (observasjonsbrønner, pumpedata, måling av innlekkasje, vannanalyser, eventuelt kjerneboringer), kartgrunnlag, stedsspesifikke eksisterende grunnlagsdata.

Metode/fremstilling:

Beskrivelse og vurdering av grunnvannsstrømning basert på hydraulisk ledningsevne i berggrunnen, sprekkesystem og hydrauliske gradienter. Strømningen vil bli simulert i en 3D-modell. Effekt av eventuelle tettetiltak (injeksjon, forsegling) vil bli vurdert. Tekstlig fremstilling.

Grunnlagsmateriale

I forbindelse med gruvedriften foreligger det en omfattende dokumentasjon av bergkvaliteten i Brevik. I tillegg er det gjennomført kartlegging av innlekkasjepunkter og registreringer av vannmengder som håndteres i gruvesystemet under dagens situasjon (7), (8), (6).

Videre er det utført en hydrogeologisk kartlegging med etablering av grunnvannsbrønner og etterfølgende logging (vannstand, temperatur, ledningsevne) og vanntapsmåling. Dette er beskrevet i NGI-notat "Hydrogeologisk undersøkelse ved Dalen gruve, Brevik", gjengitt i vedlegg D i hovedrapporten til Miljørisikovurderingen. I tillegg er det utført testing av permeabilitet og porøsitet på prøver av selve kalksteinen, samt over- og underliggende bergarter (1).

For å framskaffe en bedre oversikt over hydrogeologiske forhold og hydrauliske parametere (sprekkesoner, grunnvannsnivå, hydraulisk ledningsevne) i områdene ved Dalen gruve ble det i 2016 gjennomført en hydrogeologisk undersøkelse (1). Undersøkelsen omfattet boring og logging av totalt åtte fjellbrønner for hydrauliske borhullstester. En oversikt over de ulike brønnene og deres lokalisering er gitt i figur 6-7 og tabell 6-8.

Eksisterende dokumentasjon av gruvens geometri, omkringliggende berggrunn og hydrogeologiske forhold har dannet grunnlaget for etableringen av en 3D-modell for deponiet og områdene rundt.

Arbeidet med modellen og resultater fra simuleringer er beskrevet i NGI notat "Deponering av farlig avfall i Dalen gruve: Hydrogeologisk 3D-modellering av vanngjennomstrømning og forurensnings-transport". Notatet er i sin helhet gjengitt i vedlegg F i hovedrapporten til Miljørisikovurderingen (1).

Vannstrømning i gruen

Det er usikkerhet knyttet til grunnvannstanden i områdene rundt Dalen- Kjørholt gruve. Det er foretatt målinger i flere brønner i dette området, men observasjonene støtter ikke opp under eksistensen av et større og sammenhengende fast grunnvannsnivå. Grunnvann ble imidlertid påtruffet i de fleste brønner og indikerer at gruen i grunnen ikke drenerer det overliggende berget fullstendig. På Eidangerhalvøya ligger grunnvannstanden på ca. kote 0 ved sjø og litt høyere innover halvøya som følge av infiltrasjon fra nedbør og mindre innsjøer/dammer i området. På grunn av det relativt tette berget vil vanninfiltrasjonen være lav og avrenningen høy. Tilstedeværelse av dagbrudd, ras, svakhetssoner, forkastninger og slepper omkring gruveåpninger påvirker også grunnvannsnivået. Det finnes flere mindre dammer i gruveområdet på ulike nivåer mellom kote 40 og 100 moh. Det er usikkert i hvor stor grad disse er koblet til grunnvann eller representerer et hengende vannspeil i tette forsenkninger. Hvis det konservativt anslås at en slik kontakt eksisterer, indikerer det at grunnvannstanden kan ligge på rundt 100 moh. i enkelte deler av Eidangerhalvøya.

Det finnes ingen målestasjon av havvannsnivå i Brevik og dataene er derfor hentet fra Helgeroa. Siden 1987 har maksimums- og minimumsnivåer vært på henholdsvis kote 1,84 og -0,34 moh. Dette viser at havnivået er relativt konstant i dette området og variasjonen er ubetydelig for den hydrogeologiske vurderingen.

Brevik ligger på en halvøy, Eidangerhalvøya. Det vil derfor i en naturlig situasjon (uten pumping av vann fra gruen) ikke foreligge noen hydraulisk gradient som driver saltvannstransport gjennom halvøya. Ferskvann som infiltrerer vil derimot gi en gradient som driver ferskvannstransport fra de høyere liggende delene av halvøya og ned mot havet.

Til tross for opptreden av enkelte naturlige hulrom ("druser") i Steinvikaformasjonen (som beskrevet i kapittel 6.2.3) er det ikke registrert lekkasjeproblemer med vann relatert til disse. Det indikerer at disse i liten grad er koblet til langtrekkende åpne sprekkssystemer. De krystallfylte hulrommene har derfor liten betydning for vannstrømningen i gruveområdet.

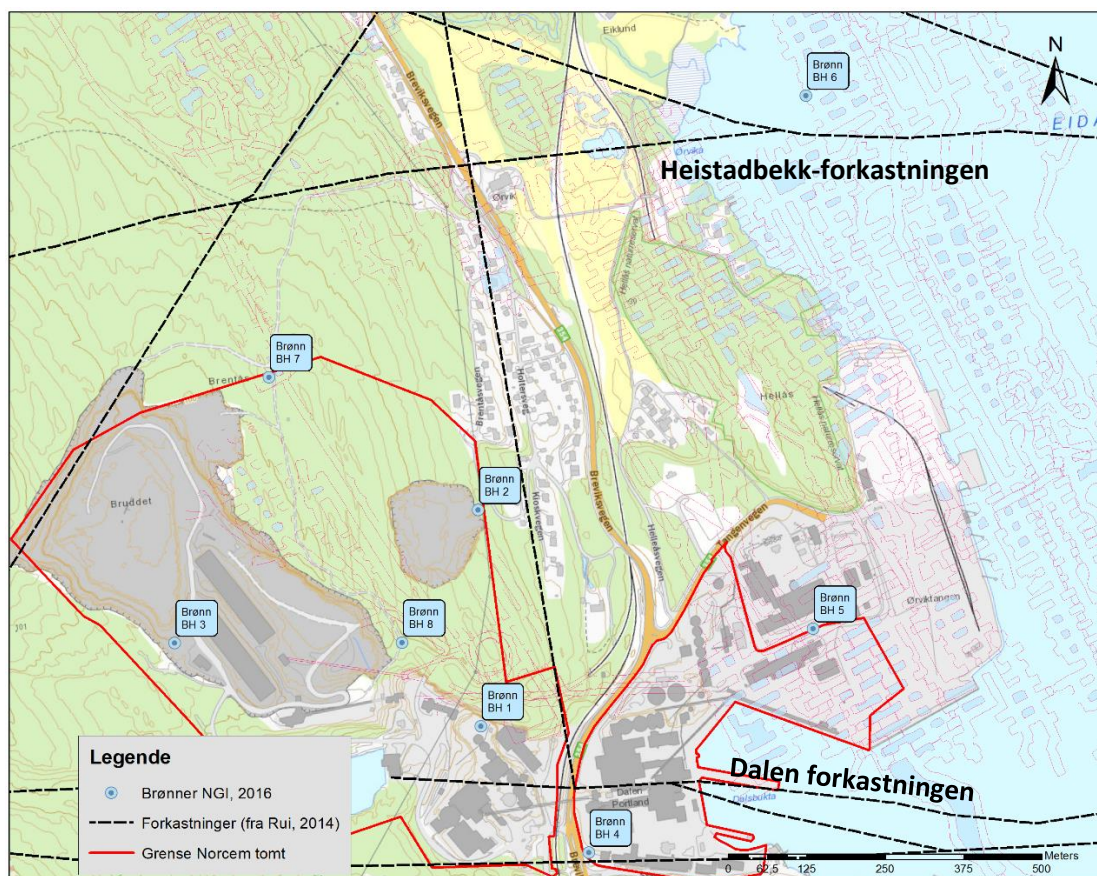
For å teste den hydrauliske vannledningsevnen i bergmassen er det gjennomført vanntapsmålinger i åtte fjellbrønner. Målingene ble utført for hver 5. eller 2. meter i brønnene ved hjelp av et dobbelpackersystem. Totalt ble det utført 121 målinger i brønnene. Brønnplassering fremgår av figur 6-7.

Resultatene viser at bergmassen i hovedsak har en vannledningsevne (hydraulisk konduktivitet) på rundt 10^{-9} m/s eller lavere, dvs. svært tett.

Forhøyet vannledningsevne (mellom 10^{-8} m/s og 5×10^{-7} m/s) ble målt i enkelte svakhetssoner/sprekkesoner. Basert på en samlet vurdering av resultatene ble det identifisert fire aktive hydrauliske soner, med en vannledningsevne fra $K = 9 \times 10^{-8}$ til 2×10^{-6} m/s. Kun to av disse er soner som er under havnivå, og de er henholdsvis lokalisert mellom kote -42 til -44 og -57 til -62.

Tabell 6-8: Oversikt over brønnboringer utført ved Dalen gruve.

Borhull (BH)	Dybde [m]	Topp rør (m.o.h.)	Grunnvann (m.o.h., 03.11.16)	Kommentar
1	100	9,35	-17,77	Vurdering av Steinvika fm.
2(a)	45	46,24		Vurdering av rasområdet, boret til hulrom
3	100	75,64	42,98	Vurdering av Fossum fm.
4	120	7,95	4,18	Vurdering av Herøy, Venstøp og Steinvika fm.
5	50	2,29	-0,56	Vurdering av Herøy fm
6	140	-189,9	-190,44	Vurdering av Fossum fm.
7	25	95,72	78,1	Vurdering av Herøya fm.
8	100	72,15	24,49	Vurdering av Herøy, Venstøp og Steinvika fm



Figur 6-7: Oversiktskart over utførte brønnboringer BH1-BH8 fra 2016, samt kjente forkastninger i området.

Det er registrert grunnvann i de fleste av brønnene, se tabell 6-8. Grunnvannsnivået indikerer at gruen ikke drenerer det overliggende berget fullstendig. Brønn 1 med grunnvannsnivå på kote -18 synes å være påvirket av gruen. Brønn 6 er boret fra ca. kote -190 inne i gruen, og er som forventet påvirket av denne.

Nåværende grunnvannskvalitet

Resultater fra kjemisk analyse av grunnvann fra et utvalg av fjellbrønnene som ble boret er vist i tabell 6-9.

Vannprøver fra fjellbrønnene viser en nøytral til svakt basisk pH på mellom 7,7 og 8,2. Det er målt et forhøyet innhold av arsen (0,5 – 45 µg/l), nikkel (3,9 – 51 µg/l) og sink (6,6 – 19 µg/l). Basert på dybde og plassering av de prøvetatte fjellbrønnene antas de ikke å være påvirket av lagrede stoffer, deponier eller Norcem sin drift. Vannkjemien fra brønnene antas derfor å representere naturlige bakgrunnskonsentrasjoner i grunnvann i overliggende bergartsformasjoner.

Tabell 6-9: Resultater fra kjemisk analyse av grunnvann fra utvalgte fjellbrønner i Brevik (analyser fra november 2016). Grå farge indikerer forhøyede verdier.

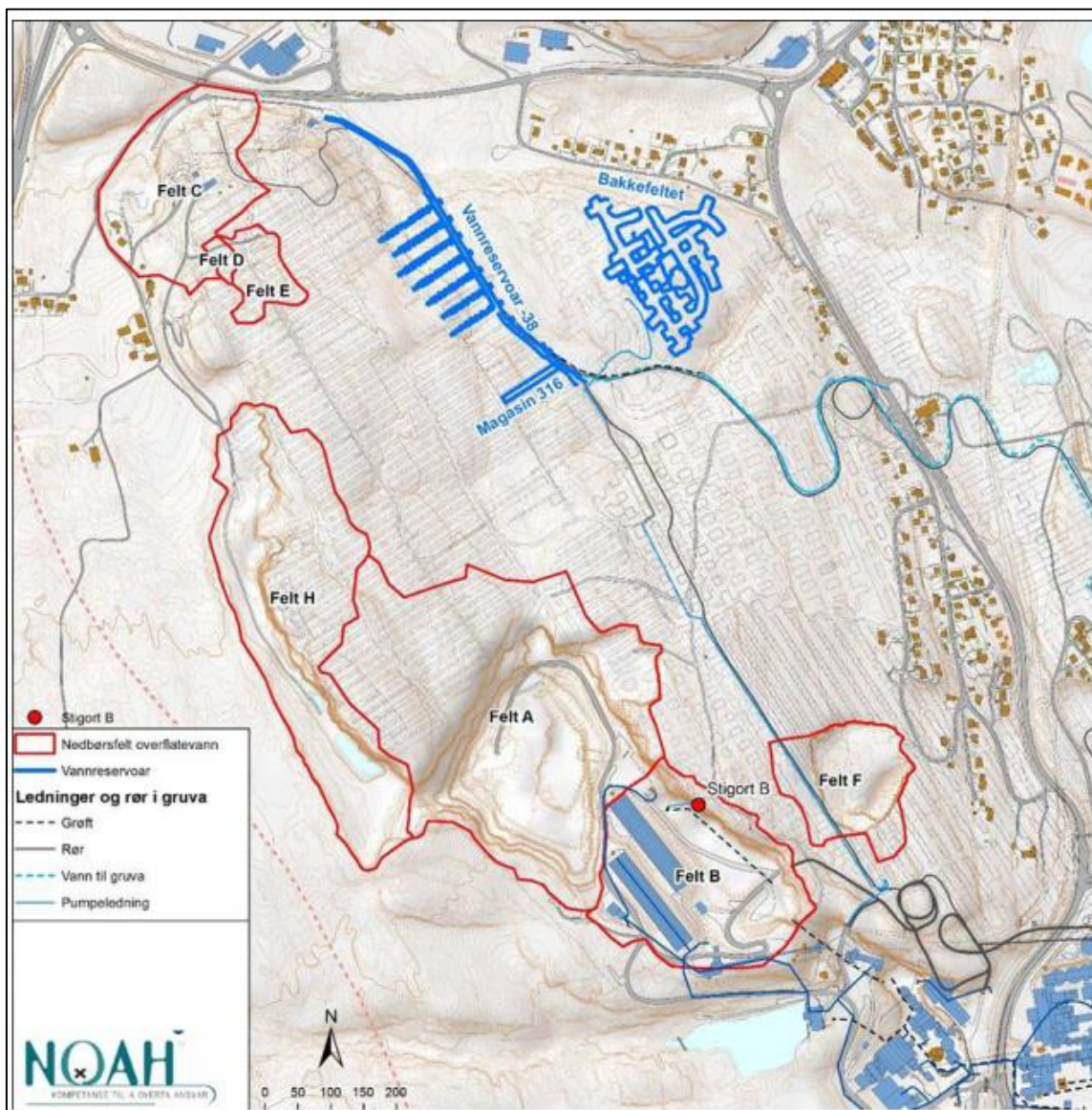
	Enhet	Brønn 1	Brønn 3	Brønn 7	Brønn 8
pH		8,24	7,72	7,75	7,92
Ledningsevne	mS/m	103	54,2	44	59,4
Klorid, Cl ⁻	mg/l	151	19,7	4,95	9,98
Sulfat, SO ₄ ²⁻	mg/l	117	37,5	25,8	79,7
Bikarbonat, HCO ₃ ⁻	mg/l	182	255	231	258
Kalsium, Ca	mg/l	90,6	78,6	61,5	115
Magnesium, Mg	mg/l	6,2	2,92	5,4	3,7
Kalium, K	mg/l	6,29	6,84	1,03	1,42
Natrium, Na	mg/l	120	32,1	27,9	7,18
Jern, Fe	mg/l	0,154	0,129	0,111	0,22
Aluminium, Al	µg/l	144	96	48,8	77,4
Arsen, As	µg/l	34,8	28,6	44,5	0,543
Kadmium, Cd	µg/l	<0,05	0,0588	<0,05	<0,05
Krom, Cr	µg/l	1,01	<0,5	<0,5	2,24
Kobber, Cu	µg/l	1,41	2,71	1,66	<1
Kvikksølv, Hg	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Molybden, Mo	µg/l	12,2	4,49	3,34	14
Nikkel, Ni	µg/l	22,2	24,2	50,6	3,85
Bly, Pb	µg/l	0,593	0,323	0,433	0,306
Sink, Zn	µg/l	6,61	18,7	17,2	9,13
Antimon, Sb	µg/l	1,38	2,71	2,12	0,138

Vannhåndtering**Overflatevann**

Overflatevann kommer inn i gruen fra dagbruddet, gruveåpninger og fra området hvor det store raset gikk i 1976. Andre åpninger og mindre sprekkesystemer som forbinder gruvesystemet med overflaten, vil også kunne bidra til at overflatevann kommer inn i gruen.

Den totale mengden vann som pumpes ut av gruen er veldig avhengig av nedbørintensitet, og ved enkelte nedbørsperioder pumpes det opp til 3000 m³/døgn. Dette tilsvarer i underkant av 35 liter pr. sekund.

Figur 6-8 viser et kart med oppdeling i de ulike nedbørfeltene som antas å drenere overflatevann inn i gruva.



Figur 6-8: Kart som viser nedbørfelt for overflatevann som antas å drenere inn i gruva (røde heltrukne linjer) (Kilde: NOAH).

Felt A (dagbruddet) og felt F («Raset») utgjør samlet den største kilden til ferskvann i den øverste delen av Dalen gruve. Nedbørfelt C, D, E og H i nord og nord-vest, antas å drenere til Norcem's prosessvannreservoarer.

Innlekkasjevann

Intakt bergmasse i Dalen gruve har svært lav primær porøsitet/permeabilitet. Innlekkasjevann er derfor hovedsakelig assosiert med sprekker i bergmassen, gjerne knyttet til større forkastningssoner. Sprekkekartlegging av Dalen gruve ble gjennomført i 2016. Figur 6-9 viser eksempel på en forkastning med noe innlekkasje av vann (bilde til venstre) og en forkastning uten assosiert innlekkasje av vann (bilde til høyre).



Figur 6-9: Venstre bilde: Eksempel på forkastning med noe innlekkasje fra -263N. Høyre bilde: Forkastning uten assosiert innlekkasje på -138S. I begge eksemplene er bergarter fra hhv Steinvika-formasjonen og Fossumformasjonen sidestilt, og røde piler viser relativ bevegelsesretning. (Rambøll, 2016)

De fleste observerte innlekkasjepunktene er lokalisert i den sørlige delen av gruen, og i områder inn mot Dalen forkastningssone. De to tunnelene som krysser Dalen forkastningssone på nivå -138, ble drevet ved bruk av full-injisering med sement i 200 meters lengde. Det registreres likevel noen mindre lekkasjer (drypp) i disse tunnelene. Volumet på innlekkasjevann (saltvann) i hele gruen er anslått til maksimalt ca. 800-900 m³/døgn (9-10 liter pr. sekund) basert på målinger av utpumpet vann. Mulige feilkilder ved disse målingene kan være: ferskvann som kommer rennende nedover i gruen og ikke er samlet opp på høyereliggende nivå, forbruk av ferskvann til maskiner osv., samt lekkasjer i gruens rørnett for distribusjon av ferskvann. Alle disse feilkildene vil føre til en overestimert av innlekkasjevann.

Innlekkasjevann i gruen er saltholdig, noe som indikerer at det er grunnvann med betydelig påvirkning fra sjøvann som lekker inn i gruen.

Kjemisk analyse av vann fra pumpesumpene i Dalen grue fra 2016 viser en pH på mellom 7,4 og 8,3. Alle pumpesumper viser et forhøyet innhold av arsen (11,2 – 23 µg/l), nikkel (6 – 57 µg/l) og sink (3,1 – 10 µg/l).

Tiltak for å redusere vanninntrenging

Flere mulige tiltak kan gjennomføres for å redusere mengden overflatevann som lekker inn i gruen. Omfanget av eventuelle tiltak må imidlertid sees i sammenheng med Norcems behov for prosessvann (kjølevann), da dette i hovedsak er dekket basert på overflatevann som renner inn i gruen.

Som beskrevet ovenfor er det tre hovedkilder for vann i gruen:

- Overflatevann (ferskt) som renner direkte inn i gruen

- Innlekkasjevann (salt) fra sjø som infiltrerer gruen via naturlige sprekkssystemer
- Grunnvann (i hovedsak ferskt) som infiltrerer gruen via naturlige sprekkssystemer

Selve "Raset" og områdene umiddelbart rundt (nedslagsfeltet til «Raset») vurderes å være den viktigste kilden til ferskt overflatevann i gruen. Arealet av «Raset» og andre høyereliggende nedslagsfelt er anslått til ca. 40 daa. Maksimal nedbør registrert i løpet av en dag for dette området er omtrent 50 mm. Dette gir et teoretisk maksimalt pumpebehov på i størrelsesorden ca. 2000 m³ per døgn kun fra rasområdet (bart fjell, fjell med liten overdekning i nedslagsfeltet). Oppfylling med masser og en tett avslutning av hullet til "Raset" kan forventes å redusere mengden vann inn i gruen betydelig. Dette vil kreve store volum masser, samt krav til type masser og teknisk utførelse. Videre antas det at en tetting av magasinåpninger på Kjørholt også vil bidra til å redusere inntrengningen av overflatevann i gruen.

Innlekkasje av overflatevann via tunnelåpninger inn i gruen, spesielt fra Dalen dagbrudd, utgjør et annet stort bidrag til den totale vannmengden som observeres i gruen. Installasjon av dreneringssystemer/terskler ved tunnelåpninger i dagen for oppsamling og avledning av overflatevann kan redusere denne typen innlekkasjer.

Videre kan det etableres dreneringssystem i de øvre delene av gruen for på den måten å samle vann som infiltrerer direkte gjennom sprekker og andre åpninger for utpumping på nivåer som ligger høyere enn dagens pumpesystem.

Det vil vurderes spesielt om det er behov for tetting med injeksjon. Alle tiltak for reduksjon av overvannsmengden inn i gruen vil planlegges i en senere fase.

Vannstrømning under deponiets driftsfase

Så lenge utpumping av vann fra gruen opprettholdes, vil det hydrogeologiske systemet forbli omtrent slik det observeres i dag. Dersom utpumpingen av vann avsluttes eller reduseres, vil de hydrauliske gradientene mot gruvegangene reduseres og strømningsforholdene endres ettersom gruen og eventuelt deponerte masser sakte vil fylles/mettes med vann. Ved stans i gruedriften og stabiliserte hydrologiske forhold er det lite trolig at vannmengden som infiltreres i gruen blir større enn det er i dag.

Under drift av et deponi i Dalen gruve vil vannivået i gruvesystemet ligge lavere enn kote 0. Dette medfører en grunnvannsgradient som er rettet inn mot gruen og eventuelt deponerte masser. Vann vil derfor ikke strøme ut av gruen.

Ved deponidrift vil vannivået overvåkes gjennom utpumping og rensing, og stige kontrollert og suksessivt oppover i gruen avhengig av nivå for pågående deponering. Dette fordi en ønsker et tørt deponeringsmiljø på de områdene hvor behandlet avfall deponeres. Maksimal mengde innlekkasjevann under drift (og som må pumpes ut av gruen) vil foreligge i starten av driftsperioden, forutsatt at deponeringen startet på de dypeste nivåene av gruen. Det blir mindre behov for pumping av vann ettersom fylte nivåer gradvis blir vannmettet. I en slik situasjon vil innlekkasjene reduseres som en følge av økende mottrykk og man får en redusert innadrettet strømningsgradient. Mengden vann som vil komme i kontakt med avfallet, og som eventuelt må behandles, er imidlertid usikker og vil kunne endre seg over tid. Maksimalt vil denne vannmengden ligge på ca. 860 m³/døgn (ca. 10 liter pr. sekund) i den tidligste fasen med deponering.

Selv om vannmengden stadig reduseres under drift, kan vannkvaliteten i større grad påvirkes av avfallet som følge av lengre oppholdstid. Vann som pumpes ut fra gruen må dokumenteres både med mengde (volum) og kvalitet (kjemisk sammensetning). Dette inkluderer også vann som ikke har

vært i kontakt med deponert avfall. Utpumpet vann med tilfredsstillende kvalitet kan tillates å pumpes direkte til sjø. Alt forurenset vann skal pumpes til renseanlegg for behandling.

Etter avsluttet utpumping, enten dette skjer trinnvis eller etter at deponering er avsluttet, vil gruven fylles med vann. Tiden det vil ta før gruvevanns- og grunnvannsnivå stabiliserer seg vil avhenge av flere faktorer, deriblant deponimassenes komprimeringsgrad og pumping.

Det bør være et overordnet mål å redusere kontakten mellom rent vann og deponerte masser i størst mulig grad. Som beskrevet ovenfor foreligger det flere tiltaksmuligheter for å redusere inntrengingen av overflatevann inn i gruvesystemet. Disse tiltakene vil kunne redusere vannmengden inn i gruven betydelig.

Vannstrømning gjennom deponiet etter avslutning

Modellert vannstrømning etter endt deponivirksomhet

Den eksisterende dokumentasjonen om gruvens geometri, omkringliggende berggrunn og hydrogeologiske forhold, har dannet grunnlaget for etablering av en tre-dimensjonal (3D) hydrogeologisk modell av Eidangerhalvøyas sørlige del. Modellen integrerer og sammenfatter foreliggende kunnskap og er brukt til å beskrive transport av vann og forurensningskomponenter i gruvesystemet og de omkringliggende bergarter. Arbeidet med modellen og resultater fra denne er beskrevet i NGI notat "Deponering av farlig avfall i Dalen gruve: Hydrogeologisk 3D-modellering av vann gjennomstrømning og forurensningstransport" (1).

Modellen er en videreutvikling av en tidligere beskrevet to-dimensjonal (2D) modell for samme område (1). Formålet med den oppdaterte 3D modellen har vært å:

- Så nøyaktig som mulig kunne kvantifisere strømningsendringene rundt Dalen gruve som følge av endrede driftsforhold; fra uttak av kalkstein til igjenfylling med stabilisert avfall
- Estimere mengden miljøfarlige stoffer som kan lekke ut av gruven over tid

Oppbygging og kalibrering av den numeriske 3D modellen

For beskrivelse av oppbyggingen og kalibreringen av den numeriske 3D-modellen vises til NGIs notat "Deponering av farlig avfall i Dalen gruve» (1).

Vannmengder

Etter at grunnvannsnivået har stabilisert seg vil den drivende gradienten reduseres betydelig sammenlignet med dagens situasjon hvor vann pumpes opp helt fra bunnen av gruven, ca. 340 m under havnivå. Den totale årlige vannmengden, gjennom gruven og det stabiliserte avfallet, er simulert ved hjelp av 3D-modellen, se Tabell 6-10. Avfallet vil bli komprimert ved deponering i gruven, noe som reduserer permeabiliteten i de deponerte massene. Den endelige permeabiliteten i avfallet (etter endt deponivirksomhet) er imidlertid ikke kjent og modelleringen er derfor gjennomført for ulike vannledningsevne verdier.

Tabell 6-10: Modellert vannmengde gjennom gruven etter avslutning (m³/døgn) ved ulike vannledningsevne i det deponerte avfallet.

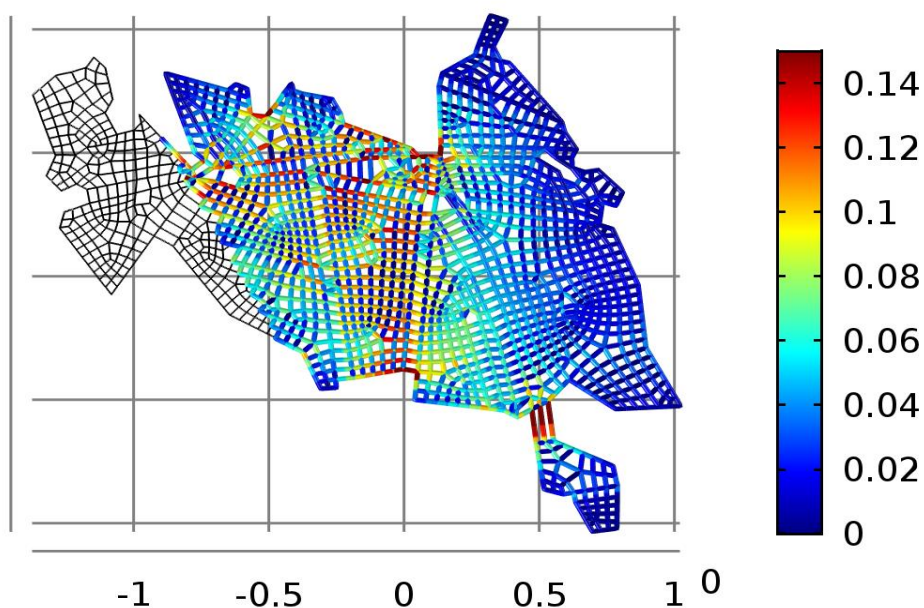
Vannledningsevne i stabilisert avfall [m/s]	Vannmengder gjennom gruven [m ³ /døgn]
10 ⁻⁴	1,1
10 ⁻⁵	0,8
10 ⁻⁶	0,2
10 ⁻⁷	0,04

Beregningene viser at samlet vannmengde gjennom gruen ligger i størrelsesorden $1 \text{ m}^3/\text{døgn}$ ($0,01$ liter pr. sekund) eller mindre, dvs. ca. 365 m^3 eller mindre per år. Dette er på nivå med tidligere beregnet vannmengde basert på 2D-modellering. Resultatene viser også at vannmengden er avhengig av den hydrauliske ledningsevnen i det stabiliserte avfallet (dvs. pakningsgrad og komprimering). Uavhengig av avfalllets pakningsgrad vil mengden vann som strømmer gjennom deponiet være svært liten.

Strømningsfelt

Figur 6-10 viser strømningsfeltet gjennom gruen etter at deponiet er avsluttet og antatt opprinnelig grunnvannsnivå er reetablert. 3D-simuleringen viser at den romlige strømning av vann i gruen vil variere, og i dypere lag av gruen vil det tilnærmet være stillestående vann (null strømnings-hastighet). Vannets strømningshastighet er høyere i de gjenfylte gruvegangene enn i bergmassene rundt (10^{-11} - 10^{-10} m/s). Fra modellen er det tydelig at enkelte strømningsretninger er foretrukne.

Strømningshastighet [$\mu\text{m/s}$]



Figur 6-10: Stasjonær strømningshastighet gjennom gjenfylt grue (avfall: porøsitet $\phi = 0,35$; $K = 10^{-5} \text{ m/s}$). Total vannmengde gjennom gruen er gitt i tabell 6-10. Fargeskalaen viser strømningshastighet i $\mu\text{m/s}$ ($=10^{-6} \text{ m/s}$). Kote-0 (0 m.o.h.) er der de fargede linjene grenser til de tynne svarte linjene. Transporten er lavest nederst i gruen (mørk blå farge).

6.2.6 Geokjemisk vurdering

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Miljøriskovurderingen skal gi en beskrivelse og vurdering av kjemisk sammensetning av berggrunn og grunnvann for å kunne vurdere påvirkning av avfallsgipsen og mulig endring over tid. Dalen gruve består av massiv kalkstein.

Grunnlagsmateriale:

Eksisterende datagrunnlag (mineralogiske analyser, vannanalyser), informasjon om avfallet og resultater fra laboratorietester.

Metode/fremstilling:

Kartlegge og vurdere kjemisk sammensetning av berggrunn (mineralogi) og grunnvann. Dette omfatter mineralogiske analyser, bufferegenskaper, redoks-forhold, oppløsnings/-utfellingsreaksjoner, kation/anionbyttreaksjoner og geokjemisk modellering. Tekstlig fremstilling.

Reaksjoner mellom avfall og berg

Avfallet som planlegges deponert i gruen skal i minst mulig grad endre kvaliteten på den geologiske barrieren, dvs. gruveveggen. Dalen gruve er lokalisert i en massiv kalksteinsbergart (Steinvikaformasjonen) med over- og underliggende hornfelsbergarter. Et surt avfall vil, som eksempel, kunne reagere med kalksteinen (CaCO_3) og medføre en oppløsning av kalsiumkarbonat.

Observasjoner av pH i filterkake viser en alkalisk pH på rundt 8,8 – 10. Langtidsutlekking i kolonne med deionisert vann og dagens gruvevann viser en alkalisk pH under hele utlekkingsforløpet fra rundt 8-10. Dette skyldes høyt innhold av bufrende komponenter. Karbonat har i dette pH intervallet svært lav løselighet. Risiko for en negativ konsekvens på gruveveggen i Dalen gruve som følge av den kjemiske sammensetningen av deponert filterkake, foreligger derfor ikke.

Flyveasken som stabiliseres i prosessen er svært alkalisk (pH 11-12). De fleste av de andre avfallsfraksjonene som stabiliseres i prosessen har en pH >8, de vil derfor ikke ha en forsurende virkning. En lavere pH registreres i fraksjonen metallholdig avfall, trolig grunnet innhold av sure metalloksider. Denne type avfall skal derfor blandes med alkalisk avfall med syrenøytralisasjonskapasitet for å sikre tilfredsstillende pH. Planlagt mottatt mengde av denne type avfall er relativ liten.

6.2.7 Spredning fra deponiet

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Transportkarakteriseringen inneholder en beskrivelse og vurdering av spredning fra deponiet til miljø for både driftsfase og etter avslutning. Basert på vurderinger av avfallsgipsen og konsentrasjoner i porevann, samt hydrogeologiske beregninger og modellering vil forventet framtidig utlekking av sigevann fra deponert avfallsgips beregnes både i et kort perspektiv (under drift med pumping av vann) og i et langt perspektiv (etter at gruen er blitt vannfylt). Mulige tiltak for reduksjon av utlekking og oppsamling av sigevann vil inngå i vurderingene.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Grunnlagsmateriale:

Input fra geologisk og hydrogeologisk vurdering/modell. Data om avfallsgipsen.

Metode/fremstilling:

Kartlegging og vurdering av spredning/transport av forurensning fra deponiet via luft og vann. Dette inkluderer bl. a. diffusjon/adveksjon i avfall og fjell og geokjemiske prosesser (sorpsjon, oppløsning, utfelling etc.). Numeriske simuleringer av transport i hydrogeologisk 3D-modell. Tekstlig fremstilling.

Utslipp i driftsperioden

Under drift av deponiet vil grunnvannsgradienten alltid være innadrettet og vannet pumpes til overflaten. Vann som kommer i kontakt med deponert avfall vil ledes til renseanlegg. Hvor stor denne vannmengden blir, vil være avhengig av tiltak som gjennomføres for å redusere kontakten mellom vann og avfall. Hvis man tar utgangspunkt i dagens mengde av innlekkasjevann (underkant av 900 m³/døgn, uten overvann) vil årlig vannmengde utgjør da ca. 330 000 m³/år. Under drift vil vannivået suksessivt stige, og mengden innlekkasjevann reduseres som følge av redusert gradient.

Maksimalt årlig utslipp (forurensningsfluks) under driftsfasen kan grovt estimeres basert på beregnet innlekkasjevann og konsentrasjoner i porevannet i massene. Vi har her valgt å bruke resultater fra ristetest på avvannet stabilisert avfall. Testen kan sees på som et ekstremtilfelle når det gjelder mekanisk omrøring, et scenario som ikke vil være tilfellet for avfall deponert i gruen. Dette er derfor en konservativ tilnærming for beregning av forurensningsfluks. Resultater for ulike forurensningskomponenter er vist i tabell 6.11. I beregningene tas det imidlertid ikke hensyn til at gruvevannet i utgangspunktet har forhøyede verdier av eksempelvis arsen og nikkel.

Tabell 6-11: Beregnet maksimal årlig fluks fra deponert avfall i gruen. Beregningene er basert på maksimal mengde innlekkasjevann samt konsentrasjoner målt i ristetest på avvannet stabilisert avfallsmaterialet.

Parameter	Konsentrasjon avvannet stabilisert avfall* µg/l	Årlig mengde ut av deponiet til renseanlegg kg/år
As (Arsen)	3,29	1,1
Cd (Kadmium)	5,15	1,7
Cr (Krom)	0,75	0,3
Cu (Kopper)	1,31	0,4
Hg (Kvikksølv)	0,14	0,05
Mo (Molybden)	636	209
Ni (Nikkel)	2,03	0,7
Pb (Bly)	0,25	0,1
Sb (Antimon)	126	41
Zn (Sink)	8,58	2,8

*Konsentrasjoner i eluat fra ristetest på avvannet stabilisert avfall

Som det framgår av tabell 6-11 er utslippet fra deponert avfall i gruen under drift beskjedent. Dette vannet vil bli ledet til renseanlegg før utslipp til sjø.

Utslipp fra deponiet etter avslutning*Transportprosesser*

Forurensningskomponenter oppløst i porevannet i gruen som kommer i kontakt med grunnvann vil kunne transporteres ved to ulike prosesser: 1) adveksjon som er vann i bevegelse, og 2) diffusjon som skjer uten at vannet er i bevegelse. Ofte skjer transporten ved en kombinasjon av disse to prosessene. Diffusjon er en langsam prosess sammenliknet med vanntransport, særlig i et geologisk medium som har så lav porøsitet som kalksteinen i Dalen gruve. Diffusjon gjennom sprekksystemer ut mot fjorden vil være avhengig av åpningen (apertur), fylling og særlig lengde og buktning i sprekkesystemet.

Videre vil spredning av forurensningskomponenter være avhengig av tilbakeholdelse som følge av reaksjoner med overflaten i bergmassen og sedimentene. Mekanismer som sorpsjon og utfelling fører til at komponentene bindes og konsentrasjonen i grunnvannet reduseres. Omfanget av tilbakeholdelsen er avhengig av flere faktorer som eksempelvis kjemisk sammensetning av sedimentene (på bunnen av Eidangerfjorden) og bergmassen (rundt gruen), aktiv overflate, pH og type metall. Fordelingen av metallene mellom fast –stoff og vannfase kan beskrives ved hjelp av fordelingskoeffisienten (K_d). For jord og sedimenter foreligger det en rekke fordelingskoeffisienter fra litteraturen. Det foreligger også en god del litteratur på sorpsjon til knust kalkstein, mens denne type studier for fast kalkstein er svært begrenset.

Ved hjelp av anvendt 3D-modell kan det estimeres hvor mye av metallene i avfallet som kan forventes å passere gjennom den naturlige geologiske barrieren og ut i resipienten. I 3D-modellen er det tatt hensyn til både adveksjon, diffusjon og sorpsjon i beregningene av forurensningstransport. Sedimentene i Eidangerfjorden utgjør et mektig sjikt mellom deler av bergmassen i gruen og sjø. Disse har et høyt potensial for tilbakeholdelse av metaller. I modellen er det imidlertid anvendt lave fordelingskoeffisienter (K_d verdier, dvs. hvor mye forurensning som kan adsorberes per kg fast stoff) for å sikre at analysene er konservative. For bergmassen rundt deponiet er simuleringen gjennomført både med og uten sorpsjon.

I litteraturen varierer oppgitte K_d -verdier mellom ulike materialer og ulike forurensningsstoffer, og effekten av adsorpsjon i oppsprukket berg med en varierende sammensetning er således beheftet med en betydelig usikkerhet. Det antas at oppsprukket berg adsorberer forurensninger svært annerledes enn et jordsmonn eller sediment. Numeriske simuleringer viser imidlertid at selv ved svært lave K_d -verdier bremses utlekkingen kraftig og i modellen er det kun benyttet K_d -verdier tilsvarende null (0) og en (1). Dette er en konservativ antakelse ettersom bidrag fra adsorpsjon forsinker utlekkingen, og en K_d -verdi på en (1) anses normalt å være en svært lav verdi, se tabell 6-12. Bruken av en K_d -verdi på en (1) er likevel mer sannsynlig i et geologisk medium enn å se bort ifra all adsorpsjon i systemet (jfr. $K_d = 0$).

Tabell 6-12: Distribusjonskoeffisienter (K_d) og diffusjonskoeffisienter (D_{aq}) brukt i 3D-modellen

	As	Pb	Cd	Cr (tot)	Cu	Hg	Ni	Zn	Mo	Sb
K_d i sediment, [L/kg]	30	1000	30	2000	500	200	100	100	155	38
K_d i kalkstein/berg, [L/kg]	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Diffusjonskoeffisient, D_{aq} , 10^{-9} [m ² /s]	0,905	0,945	0,719	1,132	0,714	0,913	0,661	0,703	1,984	0,849

* Det er stor usikkerhet i verdiene for K_d i kalkstein/berg, derfor er $K_d = 0$ og $K_d = 1$ brukt i modellen, hvor $K_d = 0$ er en svært konservativ antakelse og ansees ikke som realistisk for et geologisk medium

Konsentrasjoner

I utgangspunktet er de miljøfarlige stoffene stabilisert i avfallet. Det er først når grunnvann strømmer gjennom det stabiliserte avfallet at en beskjeden andel av dette vil kunne løses opp og transporteres ut av gruen med grunnvannet. Siden deponert avfall er stabilt er dette en prosess som er langsom og hvor utlekkingen av de miljøfarlige stoffene varierer over tid. Kolonnetester på avfallet simulerer denne utlekkingen over tid.

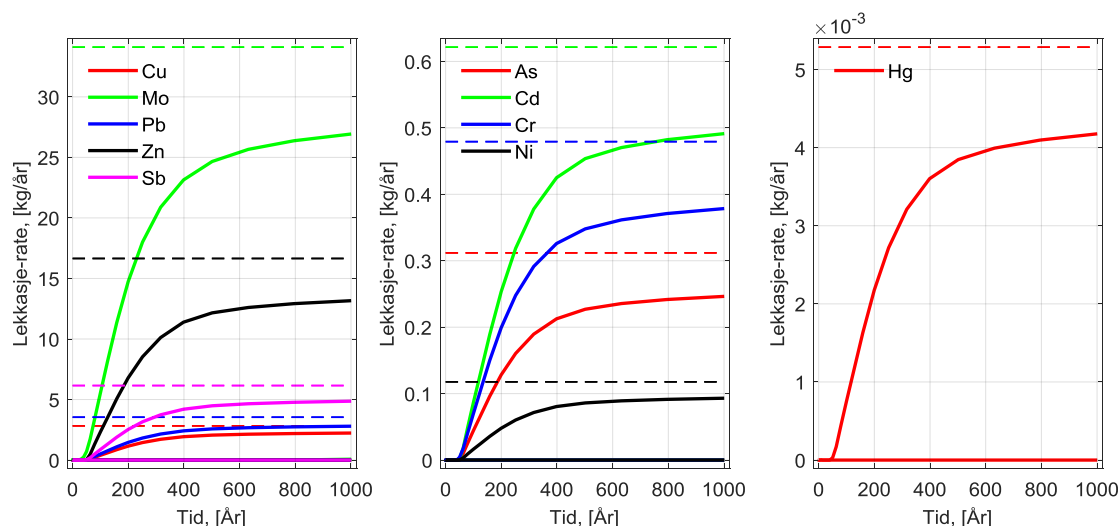
I modellen er det valgt å benytte en konstant konsentrasjon av alle forurensningskomponentene i avfallet for hele det vurderte og modellerte tidsrommet (1000 år). Den konstante konsentrasjonen tilsvarer de målte konsentrasjonen ved L/S = 0,1 i kolonnetesten, se tabell 6-13. Denne antakelsen er konservativ fordi utlekkingen vil avta med tiden. Samtidig er dette også en rimelig antakelse da det vil ta lang tid før reduksjon i utlekkingen skjer. Kolonnetestene indikerer at tilnærmet all potensiell tilgjengelig mengde av de ulike metallene har lekket ut etter endt test (14 dager). I virkeligheten vil dette være mye tregere (ca. 10 000 ganger saktere) ettersom grunnvannstrømmen er mye lavere.

Beregnet transport av forurensning

I det følgende er det vist resultater for flere kritiske elementer i forbindelse med utlekking fra de gjenfylte gruvegangene. Utlekking er her definert som fluks/strømning av ulike miljøfarlige stoffer (elementer) fra avfallsdeponiet til både sjø (hovedsakelig Eidangerfjorden) og land. Konsentrasjonen av forurensninger i grunnvann/porevann, i fjorden og på overflaten benyttes som grensebetingelser. For porevann i gruen (dvs. vann i de deponerte massene) benyttes resultater fra kolonnetester, mens det for øvrige masser gjøres en konservativ antakelse om at opprinnelig konsentrasjon i både grunnvannet, på overflaten og i fjordene er null. Dette er imidlertid en meget konservativ betingelse, da den antar at straks en forurensning kommer til overflaten så transporteres den vekk. Betingelsen vil derfor medføre en økt konsentrasjonsgradient ved overflaten (land og fjord). Resultatet er at reell fluks av forurensning vil bli overestimert.

3D-simuleringen viser at med adsorpsjon i bergmassen rundt deponiet ($K_d = 1$) vil totalutslippet fra deponiet til overflaten være neglisjerbart også etter 1000 år (tilnærmet 0 kg/år). Om man ser bort fra adsorpsjon i bergmassen ($K_d = 0$), viser simuleringen at det vil ta mange år før transport av metaller ut av deponiet når overflaten. Her øker utslippsmengden over tid for deretter å flate ut og nå en maksimal utslippsmengde (tynne horisontale linjer i figur 6-11). 3D-simuleringen viser at selv med denne tilnærmingen vil mengden som slippes ut til overflaten være liten.

Se tabell 6-13 for beregnede lekkasjerater for de ulike elementene etter 10, 100 og 1000 år.



Figur 6-11: Totalt årlig utslipp (lekkasje-rate) av ulike forurensningskomponenter til resipient (Eidangerfjorden) for perioden 0 – 1000 år (etter avslutning). Tykkere fargede linjer tilsvarer utlekkingen hvis det ikke tas hensyn til sorpsjon i bergmassen ($K_d=0$ l/kg). De tynne horisontale linjene tilsvarer maksimal årlig utlekking til resipienten etter mange tusen år. Ved $K_d=1$ l/kg har ikke komponentene begynt å lekke ut etter 1000 år (horisontale linjer med 0 kg/år).

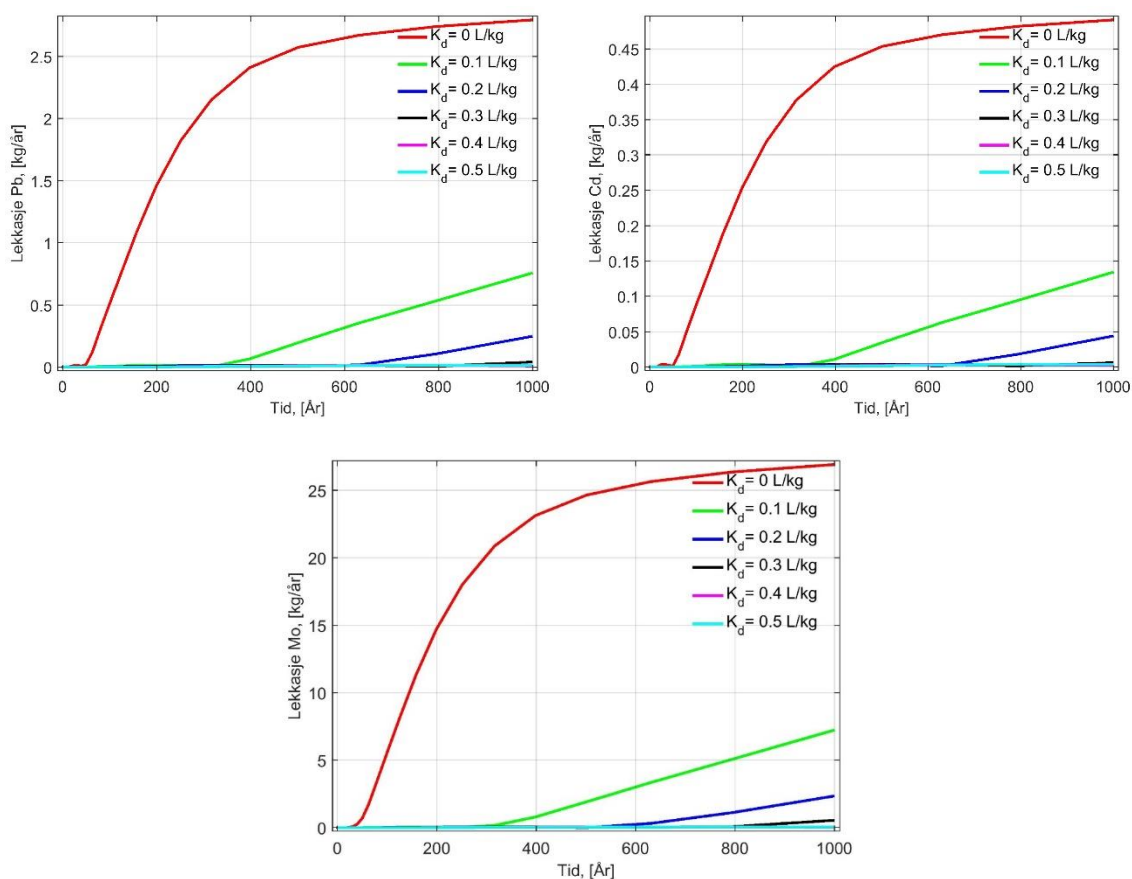
Tabell 6-13: Totalt årlig utslipp til resipient fra deponiet i Brevik etter avslutning (etter 10, 100 og 1000 år). 3D-simuleringen er gjennomført for to ulike K_d verdier (fordelingskoeffisient-verdier) i bergmassen rundt deponiet: $K_d = 0$ l/kg (ingen tilbakeholdelse i bergmassen) og $K_d = 1$ l/kg (konsentrasjonen i faststoff er lik konsentrasjonen i vann). Simuleringen er basert på initielle konsentrasjoner (L/S 0,1) målt i kolonnetest som et konservativt høyt estimat, som i virkelighet vil avta over tid.

Parameter	Kons. Kolonne*	Utlekking 10 år (kg/år)		Utlekking 100 år (kg/år)		Utlekking 1000 år (kg/år)	
		$K_d=0$ l/kg	$K_d=1$ l/kg	$K_d=0$ l/kg	$K_d=1$ l/kg	$K_d=0$ l/kg	$K_d=1$ l/kg
As (Arsen)	16,4	0,0002	~0	0,051	~0	0,26	~0
Cd (Kadmium)	32,8	0,0005	~0	0,10	~0	0,52	~0
Cr (Krom)	25,1	0,0002	~0	0,080	~0	0,40	~0
Cu (kobber)	149	0,002	~0	0,45	~0	2,4	~0
Hg (Kvikksølv)	0,278	0,000003	~0	0,00086	~0	0,0040	~0
Mo (Molybden)	1760	0,007	~0	6,2	~0	28	~0
Ni (Nikkel)	6,22	0,0001	~0	0,019	~0	0,098	~0
Pb (Bly)	186	0,002	~0	0,58	~0	2,9	~0
Sb (Antimon)	324	0,004	~0	1,0	~0	5,1	~0
Zn (Sink)	879	0,01	~0	2,7	~0	14	~0

*Første utlekkingsvannet fra kolonnetest (L/S 0,1) er benyttet som et konservativt høyt estimat av konsentrasjonen i porevann i deponiet i 3D-modellen.

3D-simuleringene viser at adsorpsjonen i bergmassen har stor betydning for total utslippsmengde innenfor et tidsperspektiv på 1000 år. Det er derfor gjort en ekstra simulering for molybden, bly og kadmium hvor det er benyttet ulike K_d verdier for bergmassen som varierer mellom 0 og 1 l/kg, se figur 6-12. Molybden er valgt fordi den har vist høyest konsentrasjon og mobilitet i utlekkingstesten, mens bly og kadmium er valgt på grunn av høyere giftighet.

Resultatene viser at selv med svært lave K_d verdier vil tilbakeholdelsen være betydelig (figur 6-12) sammenlignet med tilfellet hvor K_d er satt til 0 l/kg (rød linje i figur 6-12). Til sammenligning viser studier med jord og sediment K_d verdier opptil 2000 l/kg, se tabell 6-12. En tilbakeholdelse i bergmassen av forurensningskomponenter ansees som svært sannsynlig, og utslippsmengder fra deponiet antas å ligge betydelig lavere sammenlignet med situasjonen der K_d er satt lik 0 l/kg. Simuleringer med K_d satt til 0,1 l/kg i bergmassen, som ansees å være en konservativ antakelse, viser ingen lekkasje etter 100 år (grønne linjer i figur 6-12). Etter 1000 år ligger lekkasjeratene på henholdsvis 0,76 kg Pb/år, 0,13 kg Cd/år og 7 kg Mo/år. Til sammenligning viser tabell 6-15 årlig utslipp av rensset kommunalt avløpsvann fra anlegg i området. For molybden er det ikke rapportert utslippstall.



Figur 6-12: Totalt årlig utslipp (lekkasje-rate) for bly (Pb), kadmium (Cd) og molybden (Mo) til ytre miljø, for perioden 0 – 1000 år ved ulike K_d -verdier for bergmassen.

I tabell 6-14 er total mengde forurensning i deponiet etter avslutning (18 mill. m³ deponivolum, tetthet stabilisert avfall er antatt ca. 1400 kg/m³) sammenlignet med beregnet akkumulert utlekket mengde etter 1000 år. Akkumulert utlekket beregnes ved å integrere lekkasjeraten over gitte tidsrom. Når adsorpsjon neglisjeres er totalt utlekket molybden, som har den høyeste konsentrasjonen i porevannet, beregnet til å være ca. 21 tonn etter 1000 år, hovedsakelig til Eidangerfjorden. Dette utgjør ca. tre prosent av totalt deponert molybden i deponert avfall. For kadmium og bly ligger andelen utlekket på henholdsvis 0,4 t (0,014 prosent) og 2,1 tonn (0,004 prosent). Tas det hensyn til absorpsjon ($K_d = 1$ l/kg) er det ingen ting som slippes ut i Eidangerfjorden.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 6-14: Beregning av total mengde stoff som vil bli deponert i Brevik sammenlignet med total mengde som er lekket ut etter 1000 år. Det er her ikke tatt hensyn til sorpsjon i kalksteinen ($K_d=0$).

	Gjennomsnitt stabilisert filterkake (n=7)*	Totalt deponert**	Akkumulert utlekket etter 1000 år	Andel akkumulert utlekket etter 1000 år***
	mg/kg (g/t)	tonn	tonn	%
Hg	9	221	0,0032	0,001
Mo	31	780	21	2,7
Cd	81	2053	0,37	0,02
Ni	119	2989	0,07	0,002
As	129	3247	0,19	0,006
Cr	477	12020	0,29	0,002
Sb	567	14292	3,7	0,03
Cu	1536	38704	1,7	0,004
Pb	2076	52308	2,1	0,004
Zn	11007	277380	10	0,004

* Gjennomsnitt av 7 prøver av totalinnhold i stabilisert filterkake kun basert på flyveaske og avfallssyre.

**Basert på tetthet i avfallet på $1,4 \text{ t/m}^3$ og 18 mill. m^3 deponivolum.

***Andel av total mengde deponert

I etterfølgende tabell er beregnet utslipp fra gruen etter 1000 år for noen typiske tungmetaller sammenstilt med dagens utslipp fra kommunalt avløpsrenseanlegg (www.norskeutslipp.no).

Tabell 6-15: Utslipp fra gruen til Eidangerfjorden etter 1000 år og utslipp av rensset kommunalt avløpsvann fra anlegg i området.

Forurensningskomponent (metaller)	Utslipp til Eidangerfjorden fra Dalen grue (beregnet utslipp etter 1000 år)	Utslipp fra kommunalt avløpsrenseanlegg i området
Arsen	0 – 0,26 kg/år	6,1 kg/år
Kadmium	0 - 0,13 kg/år	0,54 kg/år
Kobber	0 – 2,4 kg/år	55 kg/år
Kvikksølv	0 – 0,004 kg/år	0,12 kg/år
Nikkel	0 – 0,098 kg/år	87 kg/år
Bly	0 - 0,76 kg/år	2,6 kg/år
Sink	0 – 14 kg/år	283 kg/år

Oppsummert så vil ikke utslipp fra gruen selv med en konservativ beregning gi utslipp som har nevneverdig negativ påvirkning for vannkvaliteten i Eidangerfjorden.

6.2.8 Resipientpåvirkning

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Miljørisikovurderingen skal gi en beskrivelse og vurdering av eventuelt utslipp til resipienter (Eidangerfjorden) både under drift og etter at deponiet er avsluttet. Vurderingen vil være grunnlaget for temautredning om utslipp til resipient fra aktivitet på land.

Grunnlagsmateriale:

Feltregistreringer og eksisterende datagrunnlag (resipientovervåkinger gjennomført i regi av Norcem, Porsgrunn kommune og fylkeskommunen).

Metode/fremstilling:

Beskrivelse og vurdering av økologisk og kjemisk tilstand både før (nåtilstand), under og etter deponidriften. Vurdering av effekt av eventuelt utslipp både konsentrasjons- og mengdemessig. Tekstlig fremstilling.

For beskrivelse av økologisk og kjemisk tilstand i Frierfjorden og Eidangerfjorden i dag vises det til beskrivelsen gitt i 7.4.5.

Fremtidig håndtering av vann fra gruen som er påvirket av avrenningen fra deponert avfall før pumping til renseanlegg er beskrevet i kapittel 4.8 og 6.5. Utslipp fra deponi til resipient under drift og etter at deponiet er avsluttet er beskrevet i kapittel 6.2.7.

6.2.9 Vurdering av driftsfasen

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Miljørisikovurderingen vil omfatte et eget tema som omhandler driftsfasen. Dette innebærer risiko i forbindelse med lagring, lossing av avfallsgips på kai (søl/spill/uhell, støving), drift av renseanlegg, stabilitet av bergrom. Grunnlagsmaterialet vil omfatte dokumentasjon fra andre beskrevne deltema.

For beskrivelse av ovenstående vises til følgende:

- Risiko i forbindelse med lagring: Kapittel 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6 og 6.2.7
- Lossing av filterkake på kai (søl, spill, uhell, støving): Kapittel 4.9.1, 6.5.1, 0, 6.4 og 8.1
- Drift av renseanlegg: Kapittel 4.8
- Stabilitet av bergrom: Kapittel 6.2.4

6.2.10 Langsiktig vurdering

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Langtidsperspektivet vil bli vurdert for relevante deltemaer. Deponiets barrierer (avfallets stabilitet, geologi, tekniske barrierer (tetting/injeksjon etc.), berggrunnens oppførsel, omkringliggende strata og overlagering må vurderes kvantitativt og evalueres basert på stedsspesifikke data med nødvendig konservative antakelser. Det gjøres videre en overordnet vurdering av i hvilken grad bakteriell aktivitet kan danne uønskede stoffer over tid.

For beskrivelse av ovenstående vises til kapittel 6.2.

6.3 Støy

6.3.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Støy utredes i henhold til T-1442, som er gjeldende retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging. Støyberegninger gjøres både for anleggsperiode og for driftsperiode. Beregninger av støy gjøres i henhold til data fra oppdragsgiver, fra offentlige kilder eller fra erfaringsdata. Døgnvariasjon belyses. Støykilder innenfor planområdet forventes å være båter som ankommer kai og hjullaster, lastebil/dumper som håndterer ankommet materiale. Støy utenfor planområdet vurderes hvis anlegget medfører en merkbar endring av dagens situasjon.

For støykilder innenfor regulert område brukes den felles nordiske beregningsmetode for industristøy som beskrevet i «Environmental noise from industrial plants – General prediction method».

Utenfor planområdet gjøres en vurdering av om virksomheten medfører endring av eksisterende situasjon. Det vil bli vurdert om virksomheten medfører en registrerbar endring av støy fra skipstrafikk på Frierfjorden. Som registrerbar endring kan man oppfatte en økning av støynivå gitt som L_{den} på 0,5 dB.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhenting av tilgjengelig grunnlagsmateriale.

Metode/fremstilling:

Støy til omgivelsene skal utredes i tråd med kravene gitt i T-1442 "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging". Beregningene utføres i tråd med Nordisk beregningsmetode for industristøy "Environmental noise from industrial plants - General prediction method". Støyberegninger gjøres med nyeste versjon av Cadna/A eller Soundplan. Resultatene presenteres i eget notat om støy.

Det er utarbeidet en egen rapport om dette tema, jf. kap. 7.12 i fastsatt planprogram. Rapporten er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

6.3.2 Myndighetskrav

Retningslinje T-1442/2016

Miljøverndepartementets retningslinje for støy i arealplanlegging T-1442/2016 (9) gir retningslinjer for grenseverdier for blant annet støy fra ny virksomhet ved bolig og fritidsbolig. De aktuelle grenseverdiene er gitt i tabell 3 i T-1442/2016, og de relevante av disse er gjengitt i tabell 6-16 i denne rapporten. Grenseverdiene gjelder både bolig og fritidsbolig.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 6-16: Utdrag fra T-1442/2016 tabell 3.

Støykilde	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor vinduer til rom med støyfølsom bruksformål Hverdag / lørdag / søn- og helligdag
Øvrig industri	Uten impulslyd: $L_{den} \leq 55$ dB / 50 dB / 45 dB Med impulslyd: $L_{den} \leq 50$ dB / 45 dB / 40 dB

MERKNAD: Grenseverdiene gjelder for innfallende lydtryknivå, altså uten refleksjonsbidraget fra den aktuelle bygning. Det forventes ikke impulskarakt i støy fra kaianlegg og skip³. Gjeldende grenseverdi på hverdag er dermed $L_{den} \leq 55$ dB.

T-1442/2016 angir egne grenseverdier for støy fra bygg- og anleggsvirksomhet. De relevante av disse er gjengitt i tabell 6-17.

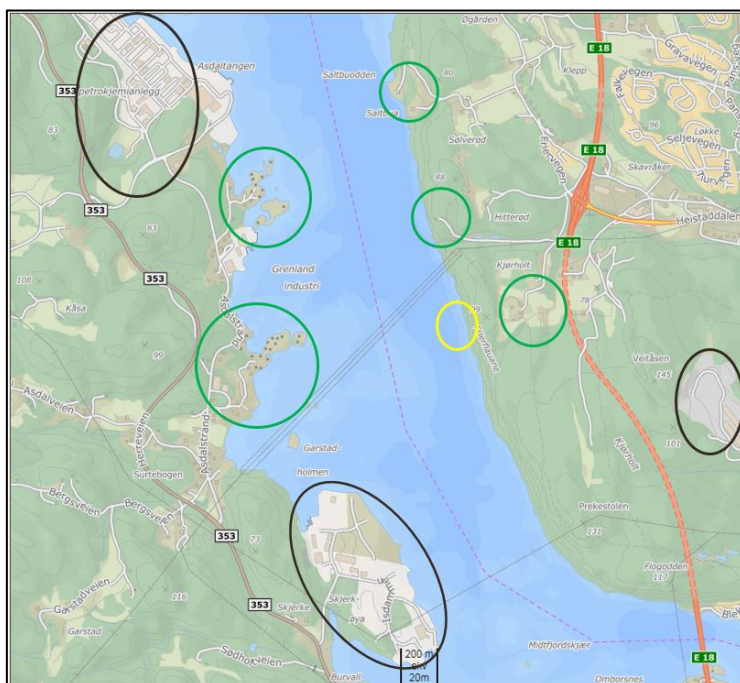
Tabell 6-17: Utdrag fra T-1442/2016 tabell 4.

Bygningstype	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav på kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller søn-/helligdag	Støykrav på natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	65 dB	60 dB	45 dB

MERKNAD: Dersom anleggsperioden overskrider 6 uker skal grenseverdiene skjerpes med 3 dB. Dersom anleggsperioden overskrider 6 måneder skal grenseverdiene skjerpes med 5 dB.

6.3.3 Dagens situasjon – 0 alternativet

Støykilder i området i dag omfatter de eksisterende industriområdene, skipstrafikk på fjorden og veitrafikk. Figur 6-13 viser plassering av nærliggende støyfølsom bebyggelse og eksisterende industriområder, samt planlagt plassering av kaianlegg. Det ligger støyfølsom bebyggelse ca. 300 m øst for anlegget, ca. 600 m nord for anlegget samt på motsatt side av fjorden, ca. 1 km vest for anlegget.



Figur 6-13: Plassering av fremtidig kaianlegg (gult), nærmeste støyfølsomme bebyggelse, boliger og fritidseiendommer (grønt) og eksisterende industriområder (sort).

Det er vanskelig å anslå støynivå fra disse kildene, men vi forventer at samlet støynivå i området fra dagens kilder sjelden vil være lavere enn 40-50 dB på dagtid. Beregninger og målinger som ble gjort i

³ Avstand mellom kilde og støyfølsom bebyggelse er så stor (≈ 1 km) eller lydveien så hindret av terreng at smell/impulslyder vil strekkes ut i tid og ikke lenger ha impulskarakt.

forbindelse med utbyggingen av E18 Grenlandsbrua på 1990-tallet tydet på et nivå omkring 40 dBA på de aktuelle avstandene med den vegen som den gang ble bygd. På Skjerkøya er det flere mindre bedrifter. Det er en marina, en rørfabrikk og et sveiseverksted. Vi kjenner ikke til om det er gjort støyutredninger for disse.

6.3.4 Alternativ 1

Støy i anleggsfasen

Tidsmidlet støynivå i anleggsfasen antas å være betydelig lavere enn i driftsfasen, og det er derfor ikke utført egen beregning av støynivå i anleggsfasen. Støyende aktivitet i anleggsfasen vil være begrenset til boring og sprengning av påhugg for tunnel samt montering av kai. De mest støyende arbeidene er boring for de første salvene, noe som forutsettes bare å vare noen få dager. Driving av resten av tunnelen vil bli gjort mot Kongkleiv fra gruvene og vil derfor ikke gi støy ut. Sprengningene samt eventuell lasting av steinmasser o.l. på skip vil kunne være hørbare for naboene, men det vil trolig være snakk om relativt få sprengninger før arbeidene foregår inne i tunnel. Støynivå i anleggsperioden vil være langt under grenseverdi.

Støy i driftsfasen

Når deponiet er i drift er de vesentlige støykildene antatt å være én dumper med 10 timer drift per dag, og ett skip med avfall med 30 minutter inn-/utseiling per dag. Beregningene viser at støynivå hos mest støyutsatte naboer (beliggende på vestsiden av Frierfjorden) er i området 30-35 dB, som er under grenseverdi. Videre forventes bakgrunnsstøynivået som skyldes andre støykilder i området å ligge høyere enn dette. Vi kan likevel ikke garantere at ikke anlegget vil gi hørbar støy. For eksempel vil lasteskip muligens være hørbare ved ankomst og avgang.

Ettersom bakgrunnsstøynivået i området i dag vurderes å være minst 10 dB høyere enn beregnet støynivå fra anlegget, er økningen i støybelastning i området som følge av deponiet svært liten. Det vil likevel tidvis være hørbar støy fra anlegget. Vurdert ut fra størrelsen på de eksisterende industrianleggene i nærområdet forventes det at hver av disse avgir betydelig mer støy enn fremtidig skipstrafikk og lossing til deponiet vil gjøre.

6.4 Utslipp til luft

6.4.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det skal utarbeides en utredning om utslipp til luft. Utredningen skal belyse alternativ 0 - dagens situasjon og alternativ 1 – fremtidig situasjon med kai ved Kongkleiv og deponi i Dalen gruve. Vurderingen gjøres for både driftsperiode og anleggsperiode. Viktige komponenter som blir berørt i vurderingen er bl. a. støv og gasser (lukt, nitrøse gasser og ammoniakk). Det skal vurderes hensiktsmessige tiltak for håndtering av eventuelle utslipp til luft.

Utredningen vil også belyse luftforurensing basert på beregnet endring i totalt utslipp fra skip som følge av tiltaket. Luftforurensing omfatter NO_x, SO_x, partikler (PM₁₀) og CO₂. Utredningen vil blant annet ta utgangspunkt i dagens skipstrafikk i Frierfjorden, endringer i skipstrafikk som følge av tiltaket, størrelse på skip og gjennomsnittlig motorstørrelse og liggetid ved kai. I tillegg vil meteorologi, topografi og bakgrunnskonsentrasjon for luftforurensingen i området bli inkludert.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhenting av eksisterende grunnlagsdata. Gjennomgang av dagens utslippssituasjon samt forventet virksomhet i alternativ 1. Det fremskaffes data for utslipp ved lossing fra skip. Utslipp fra NOAHs aktivitet på ny kai vil baseres på data for forventet utslipp.

Metode/fremstilling:

Størrelsen på mulige utslipp skal utredes og vurderes opp mot «Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)», Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften), Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets anbefalte luftkvalitetskriterier (Nasjonalt folkehelseinstitutt, rapport 2013:9).

Det er utarbeidet en egen rapport om dette tema, jf. kap. 7.13 i fastsatt planprogram. Rapporten er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

6.4.2 Myndighetskrav

De viktigste komponentene i forhold til luftkvalitet er normalt støv ($PM_{2,5}$, PM_{10}) og nitrogendioksid (NO_2), men også svoveldioksid (SO_2) kan ha betydning. Det kan også teoretisk sett forekomme mindre mengder med ammoniakk (NH_3) og noe lukt. Utslipp av karbondioksid (CO_2) berører ikke luftkvaliteten, men er å anse som et klimagassutslipp. Mengde totalt klimagassutslipp i området generelt er ikke vurdert i denne rapporten, men ekstrabidraget fra tiltaket er beregnet.

Tabell 6-18 viser en oversikt over forurensningsforskriftens grenseverdier for luftkvalitet. Alle verdier er gitt i $\mu g/m^3$ (mikrogram per m^3 luft), men med ulike midlingstider (1 time, 24 timer, kalenderår). Grenseverdiene i forskriften gjelder for all utendørs luft, dvs. at det er de samme grenseverdier som gjelder ved boliger, næringslokaler eller på offentlige oppholdsområder som f.eks. handlegater. Unntatt er likevel tunneler, parkeringshus og utendørs bedrifts-/industriområder.

Tabell 6-18: Oversikt over forskriftsfestede grenseverdier.

Stoff	Midlingstid	Forurensningsforskriftens kap. 7	
		Grenseverdi [$\mu g/m^3$]	Antall tillatte overskridelser
Nitrogendioksid NO_2	1 time	200	18 timer/år
	Kalenderår	40	
Svevestøv PM_{10}	24 timer	50	30 døgn/år
	Kalenderår	25	
Svoveldioksid SO_2	1 time	350	24 timer/år
	24 timer	125	3 døgn/år

For svoveldioksid gjelder i tillegg grenseverdier for beskyttelse av økosystemet, som både for årsmiddel og vinterperioden (1/10-31/3) er $20 \mu g/m^3$.

Planretningslinjen for luftkvalitet (T-1520)

Retningslinjen (10) gir statlige anbefalinger om hvordan luftkvalitet bør håndteres i kommunenes arealplanlegging.

Retningslinjen har ikke status som en statlig planretningslinje etter plan- og bygningslovens § 6-2. Anbefalingene i retningslinjen er veiledende, men vesentlige avvik fra anbefalingene kan generelt gi

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

grunnlag for innsigelse til planen fra offentlige myndigheter, som eksempel fra blant annet fylkesmannen og Statens vegvesen.

Grenseverdiene for rød og gul sone for luftforurensning er vist i tabell 6-19.

Tabell 6-19: Anbefalte grenseverdier for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse. Fra Klima- og miljødepartementets retningslinje T-1520

Komponent	Luftforurensningssone ¹	
	Gul sone	Rød sone
PM ₁₀	35 µg/m ³ 7 døgn per år	50 µg/m ³ 7 døgn per år
NO ₂	40 µg/m ³ vintermiddel ²	40 µg/m ³ årsmiddel
Helseeffekter	Personer med alvorlig luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdommen. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter.	Personer med luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarlidelser mest sårbare.

- Bakgrunnskonsentrasjonen er inkludert i sonegrensene.
- Vintermiddel defineres over perioden fra 1. nov. til 30. april.

Helsebaserte kriterier

Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier ble sist revidert i 2013. Kriteriene er i hovedsak satt ut fra at eksponeringsnivåene må være to ganger høyere enn kriteriene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Overskridelser kan derfor ikke tolkes som definitivt helseskadelige, men en kan heller ikke utelukke effekter hos spesielt sårbare mennesker ved nivåer under kriteriene.

Tabell 6-20: Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier for utvalgte stoffer.

Stoff	Midlingstid	Anbefalt kriterienivå [µg/m ³]
NO ₂	1 time	100
NO ₂	år	40
PM ₁₀	døgn	30
PM ₁₀	år	20
SO ₂	15 minutter	300
SO ₂	døgn	20

Nasjonale mål for luftkvalitet

Regjeringen fastsatte i oktober 2016 nye langsiktige nasjonale mål for luftkvalitet. Disse samsvarer med årsmiddelverdier fra luftkvalitetskriteriene, og har følgende mål:

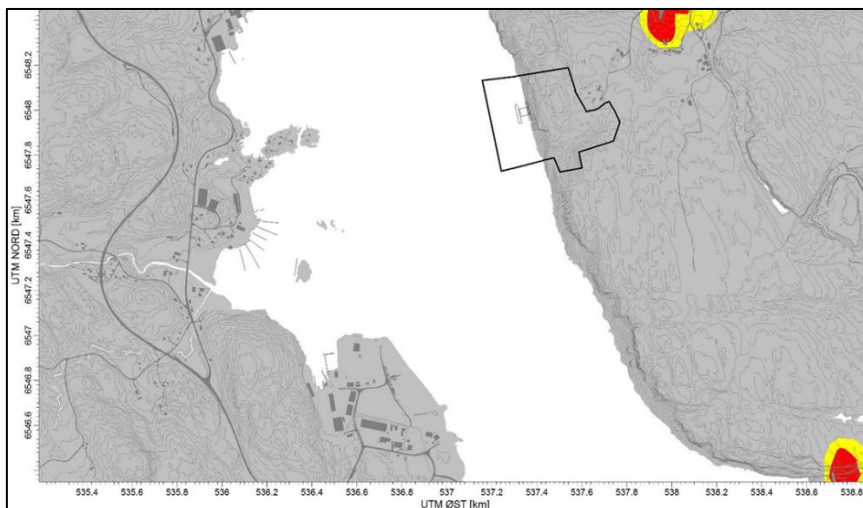
- Årsmiddel PM₁₀: 20 µg/m³
- Årsmiddel PM_{2,5}: 8 µg/m³
- Årsmiddel NO₂: 40 µg/m³

Ammoniakk (NH₃) og lukt

Ammoniakk (NH₃) har en klart definerbar lukt og har en lukterskel ca. 3 ppm og 5 ppm, som i 2009 ble foreslått av Arbeidstilsynet som ny administrativ norm. Gjeldende administrativ norm på 15 ppm er fra 2013.

6.4.3 Dagens situasjon – 0 alternativet

Alternativ 0 defineres her som en videreføring av gruvedriften, mens arealet i Kongkleiv er uberørt. Alternativet vil derfor representere et alternativ der det ikke foretas endringer i forhold til dagens arealbruk eller situasjon.



Figur 6-14: Luftsonekart for 0-alternativet. Røde og gule soner er utslipp fra tunnelmunningene på E18.

I dagens situasjon vil skipstrafikk, veitrafikk og industriell aktivitet påvirke luftkvaliteten. Vinterstid vil det også være noe påvirkning fra fyring. I nærhet av tiltaksområdet er det primært støv fra veitrafikk ved Kjørholtunnelen som bidrar til et lite område med gul og rød sone.

Utslippene fra Norcem er ikke beregnet, men disse inngår i luftsonekartet på overordnet nivå. Inne på Norcems område vil det kunne være områder med dårligere luftsone. Dette gjelder også ved luftesjakter til gruen.

Bakgrunnsnivåer og kilder til forurensninger i området

Forurensningskilder som kan tenkes å være relevant for luftkvaliteten ved tiltaksområdet er flere, bl. a. fra eksisterende skipstrafikk i Frierfjorden. I tillegg kan det tenkes bidrag fra biltrafikk i området. E18 med tunnelmunninger er i nærheten av den del av planområdet som er over bakken. Det er også betydelig industriell aktivitet i området både i Brevik og langs Frierfjorden. Boligbebyggelse vil også bidra til bakgrunnsnivåer i fyringssesongen.

Nivåer for bakgrunnsnivå for NO₂, O₃ og støv (PM₁₀/PM_{2,5}) er hentet ut fra ModLUFT⁴. Ozon-konsentrasjonen inngår i beregninger av NO/NO₂. Det er i tillegg hentet ut overordnede data fra luftovervåkingen i Grenland, samt data fra nasjonalt beregningsverktøy for luftkvalitet. Bakgrunnsnivået gir en indikasjon på den generelle luftforurensingen i området sett under ett.

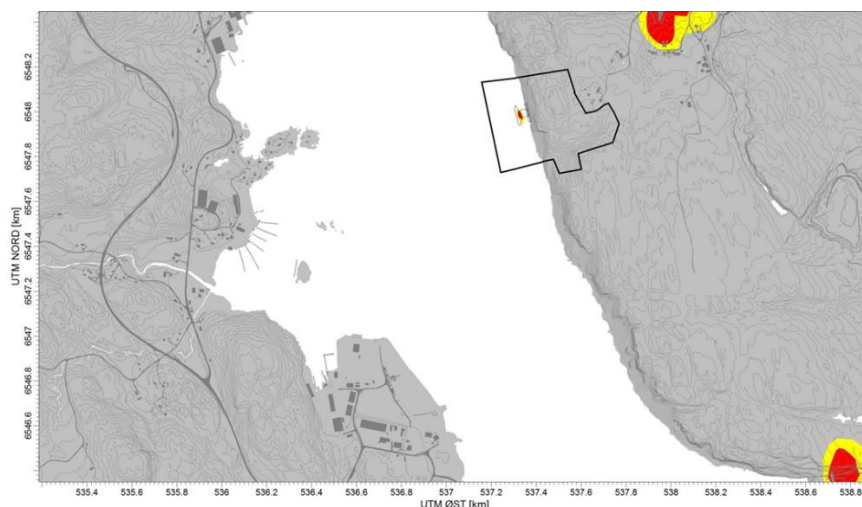
⁴ www.luftkvalitet.info

Bakgrunnsnivåene er moderate for NO_2 , mens det for svevestøv er en del påvirkning, spesielt fra det fine svevestøvet ($\text{PM}_{2.5}$) som gjerne dannes i forbrenningsprosesser basert på olje, bensin, parafin, diesel, ved og annet biobrensel. I Grenlandsområdet er det PM_{10} som anses å være den største utfordringen i forhold til luftkvalitet. Generelt er de største bidragene til dette biltrafikk og veistøv, samt fyring i fyringssesongen.

For området ved Kongkleiv kan det antas at svevestøvbidraget i stor grad kommer fra bakgrunn, mens det for NO_x vil kunne være et større bidrag for skipstrafikken som går forbi.

6.4.4 Alternativ 1

Alternativ 1 innebærer utslipp som i alternativ 0, men i tillegg tilkommer noe utslipp fra den nye aktiviteten (skip, lossing, dumpere på kai).



Figur 6-15: Luftsonekart ved mottak av stabilisert uorganisk avfall på Kongkleiv (alternativ 1). Røde og gule soner er ved tunnelmunningene på E18 og på kai.

Figur 6-15 viser luftsonekart for alternativ 1. I forbindelse med lossing er det utslipp av støv som bidrar til rød og gul sone i umiddelbar nærhet av losseaktiviteten på kai. Det er lagt til grunn at luftventilasjonen styres slik at luft skal gå fra kai inn i tunnelen.

Kilder til utslipp i driftsfasen ved Kongkleiv

I driftsfasen ved Kongkleiv er det foreslått at skip med behandlet uorganisk farlig avfall vil være batterihybrider med elektrisk gravemaskin for lossing. Hovedmotor vil være diesel. Skipene vil være designet slik at de seiler inn til Brevik på batteri, losser elektrisk og seiler ut på batteri. Etablering av landstrøm gjør at innseiling, lossing og utseiling vil være fullelektrisk.

Ved lossing vil det måtte antas at noe støv vil frigis. I tillegg vil det forbrennes diesel ved kjøring av anleggsmaskiner på kaia i forbindelse med lossingen.

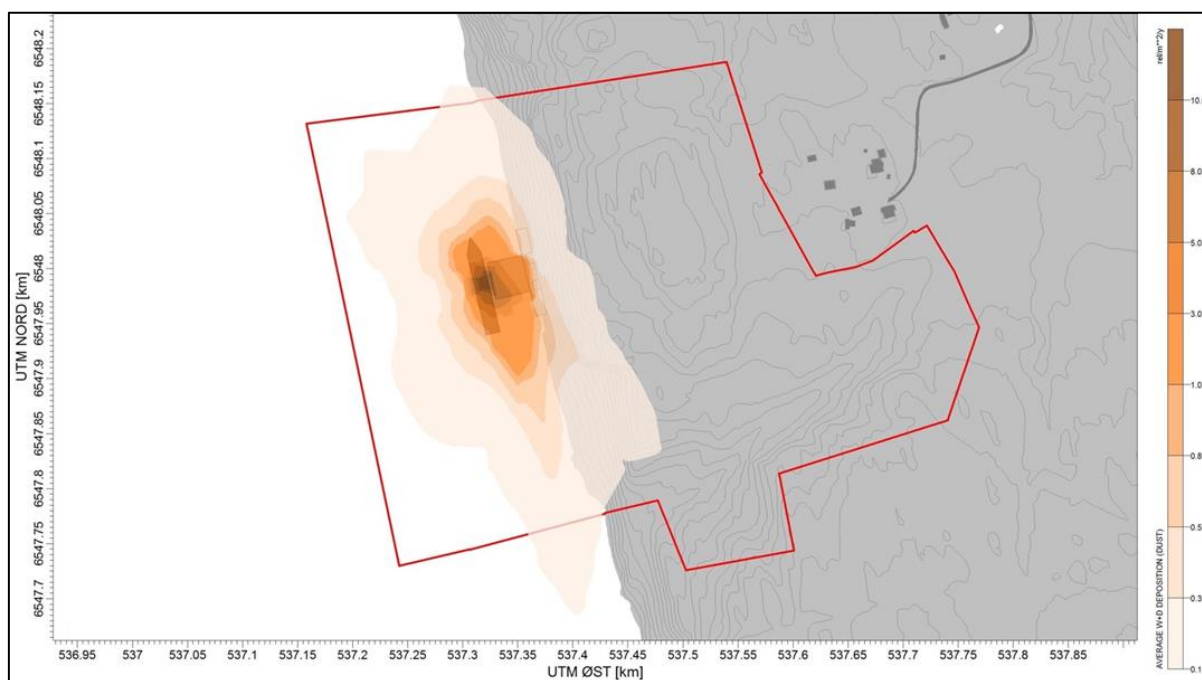
Støvutslipp ved lossing

Ved lossing vil det behandlede avfallet stort sett være godt bundet opp og støve lite. Ved lengre tids lagring før frakt fra Langøya til Kongkleiv, kan det antas at den vil være noe tørrere og at den derved kan støve noe mer. Et konservativt anslag er å anta at støvutslippet omtrentlig tilsvarer utslipp i samme størrelsesorden som ved lossing av aske på Langøya med dagens losseløsning. Dette er derfor lagt til grunn i denne analysen.

Støvutslippet kan gi to utslag. Det ene utslaget er bidrag til svevestøv i nærområdet. Losseaktiviteten avgir ikke mer støv enn at nivåene av svevestøv kun er mulig problematiske i umiddelbar nærhet av losseaktiviteten på kaia.

Det andre utslaget er støvnedfall i området rundt. Størstedelen av støv fra det behandlede avfallet vil falle ned på kai og i sjø. Mindre enn 40 prosent av støvnedfallet kan forventes å inntreffe i fjellsiden. Det er gjort to former for analyser for å fastslå dette. En analyse av vindrose for lokaliteten tilsier at vind i 63 prosent av tiden vil føre støvutslipp ut mot sjø, og i 37 prosent av tiden føre utslipp inn over land. En støvnedfallsberegning basert på et generisk utslipp, indikerer at 69 prosent av støvnedfallet vil være over sjø, mens 31 prosent vil være over land. Denne beregningen tar hensyn til at en del av det som ledes inn mot fjellsiden likevel vel falle ned i sjøen. Nøyaktig hvor mye støvnedfall som vil komme er vanskelig å anslå, da det ikke foreligger målinger på støvnedfall fra lossing av denne type materiale. Det kan forventes at mengdene er moderate utenfor kaiområdet. Dette anses likevel å være et punkt som bør følges opp tidlig i driftsfasen. Forventet spredningsmønster for støvnedfall er vist i figur 6-16, som viser relativ mengde støvnedfall per kvadratmeter per år.

Det er forventet et relativt beskjedent område med støvnedfall og i hovedsak innenfor reguleringsområdet. Det er likevel ikke kjent hvordan dette vil påvirke vegetasjon og økosystem, selv om påvirkningen kan antas å være liten. Dette er noe som bør følges opp.



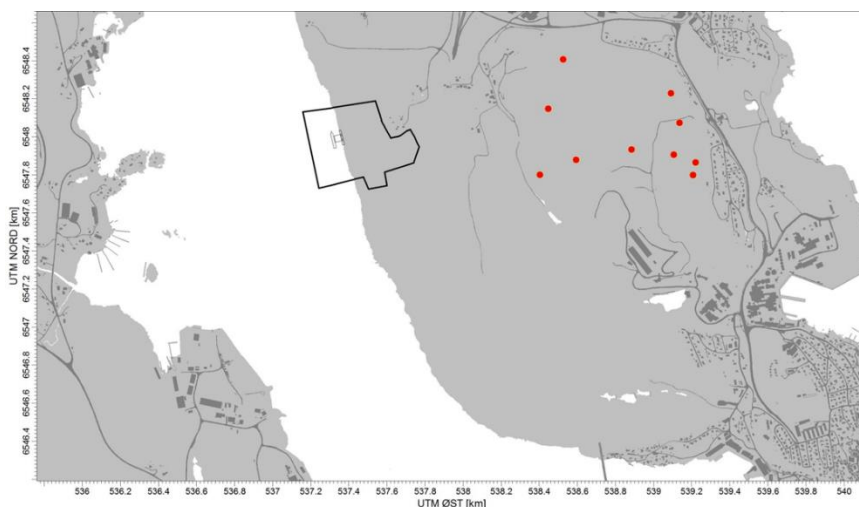
Figur 6-16: Forventet spredningsmønster for støvnedfall ved lossing av gips på Kongkleiv. Benevnningen er relativ mengde per kvadratmeter per år.

Andre utslipp ved aktivitet på kai

Det kan forventes noe utslipp ved kjøring av anleggsmaskiner på kaia i forbindelse med losseaktiviteten. Dette vil gi noe utslipp av forbrenningsgasser, slik som karbondioksid, nitrosergasser, samt forbrenningsstøv og mindre mengder svoveldioksid. Behandlet uorganisk farlig avfall skal være ferdig utreagert, men det kan likevel i noen tilfeller være noe og derved også lukt. Det kan forventes at dette vil kun være merkbart på kaia i umiddelbar nærhet av filterkaken.

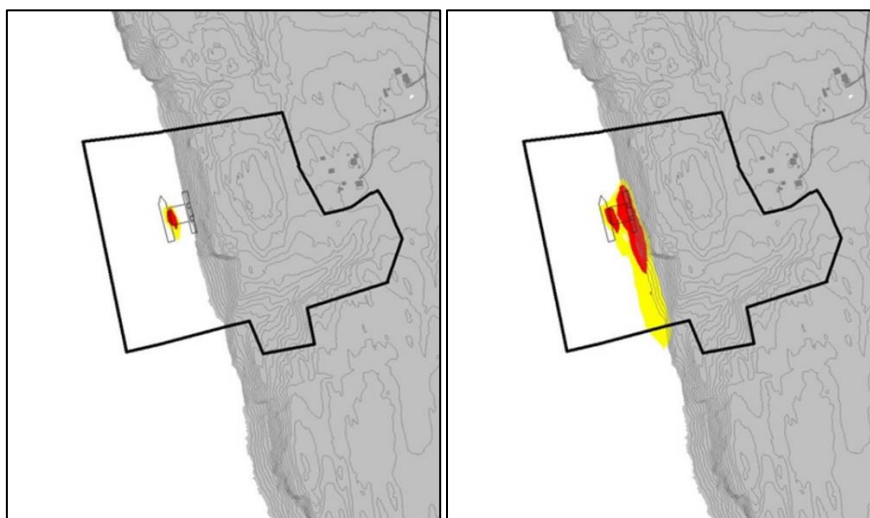
Utslipp fra gruen

Utslippene fra tunnelen vil sterkt avhenge av ventilasjonsregimet i gruen. Det er lagt til grunn at tunnelen skal brukes til innluft, og utslippet gjennom tunnelen og ut ved Kongkleiv vil da være minimal. Dersom deler av luften fra gruen likevel skulle ledes ut ved Kongkleiv, vil dette kunne gi et annet bilde. Aktivitetene nede i gruen er betydelig, som et resultat av transport og drift av anleggsmaskiner. Dette gir utslipp av primært nitrøse gasser, svevestøv og svoveldioksid som normalt vil slippes ut gjennom luftesjakter og tunnelløp hos Norcem. Plasseringen av luftesjaktene er vist i figur 6-17, og det må forventes periodevis dårlig luftkvalitet i utløpet av luftesjaktene. Beregninger viser at den største påvirkningen er i en kort periode etter sprengning i gruen (ved fortsatt gruedrift). Denne påvirkningen er innenfor noen få titalls meter fra sjaktene.



Figur 6-17: Eksisterende ventilasjonssjakter til gruen er indikert med røde punkter.

Det er beregnet konsekvens for at henholdsvis 0 % og 30 % av det som avgis av nitrøse gasser, svevestøv og svoveldioksid fra kjøring av anleggsmaskiner og ved sprengning i gruen slippes ut ved Kongkleiv, se figur 6-18. Det bør antas at vegetasjon innenfor den røde sonen vil kunne påvirkes av nivåene av nitrøse gasser, og det er derfor viktig å huske at 0 prosent-scenariet er det mest sannsynlige, mens 30 prosent-scenariet er konservativt. Ved 0 % er negativ påvirkning på vegetasjonen fra dårlig luftkvalitet grunnet aktiviteten på Kongkleiv lite sannsynlig.



Figur 6-18: Beregnet luftsonekart ved Kongkleiv ved henholdsvis 0 % og 30 % av utslipp i gruen gjennom adkomsttunnel. Aktivitet på kaia er inkludert i sonekartet.

Klimagasser

Klimagasser er i denne sammenheng først og fremst karbondioksid (CO₂) og NOAH vil slippe ut ca. 1600 tonn av denne gassen hvert år ved etablering av drift i planområdet basert på et forventet dieselforbruk på ca. 50 000 liter per måned. Dersom transport fra kai og ned i gruen gjøres uten dumper, men basert på elektriske systemer, vil klimagassutslippet kunne kuttes med ca. 180 tonn/år.

6.4.5 Avbøtende tiltak

Inntil støvbelastningen i form av støvnedfall i området er kjent bør denne følges opp, da størrelsesorden på denne ikke er eksakt kjent (utover at den forventes å være relativt lav). Samtidig foreligger det en teoretisk mulighet for at slikt støvnedfall over tid kan påvirke omkringliggende vegetasjon.

Eventuell fukting av filterkake før lossing kan vurderes som et tiltak for å redusere støv ved lossing av filterkake som har blitt tørr. Normalt skal filterkaken ha noe fuktighet og støve lite.

Dersom tunnelventilasjonen ikke skulle fungere optimalt, slik at det kommer luft fra gruen ut ved Kongkleiv, vil dette moderat kunne påvirke vegetasjon i fjellsiden. Kontroll av ventilasjonen er derfor et viktig tiltak. Frierflogene naturreservat vil bli påvirket ved 30 prosent-scenariet for luft fra gruen ut ved Kongkleiv.

6.5 Utslipp til vann**6.5.1 Utslipp til vann fra transport av behandlet avfall****Planprogram**

Utredningen vil dekke følgende aktiviteter:

- *Miljøovervåking: Det gjøres en gjennomgang av eksisterende miljøovervåkning i Frierfjorden - Kongkleiv. Behovet for miljøovervåkning for å følge opp tilstand vurderes ut fra dette. Ved behov for miljøovervåking ut over eksisterende program, opprettes forslag til et overvåkningsprogram.*
- *Ballastvann fra skip: Beskrive ballastvann og miljørisiko knyttet til dette, årsak til at det kan representere en miljøtrussel og hvilke regelverk som gjelder. Skaffe oversikt over forventet skipstrafikk sammenlignet med dagens situasjon, hvor skipene kommer fra, størrelse og hvor ofte de ankommer.*
- *Sårbarhet: Vurdere hvor sårbar resipienten er og om den tåler forventet påvirkning. Vurdering av hvilke avbøtende tiltak som kan iverksettes dersom resipienten ikke tåler forventet påvirkning.*
- *Utslipp til sjø fra skip: Det gjøres en gjennomgang av hvilke utslipp som er forventet fra skipene. En vurdering av konsekvenser av kloakkforurensning fra skip, farlig avfall og kjemikalier fra skip vil bli vurdert ut fra gjeldende regelverk.*

Luftforurensning er behandlet i kapittelet om utslipp til luft.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhenting av foreliggende kunnskap basert på tidligere utredninger og tilgjengelig informasjon.

Metode/fremstilling:

Miljøovervåking vurderes opp mot kravet i Vannforskriften. For ballastvann legges forskrift om hindring av spredning av fremmede organismer via ballastvann og sedimenter fra skip til grunn. Forskrift om miljømessig sikkerhet for skip og flyttbare innretninger og tilhørende vedlegg til Marpol 73/79 legges til grunn for utslipp til sjø fra skip.

Det er utarbeidet en egen rapport om dette tema, jf. kap. 7.18 i fastsatt planprogram. Rapporten er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

Myndighetskrav

Ved vurderinger av konsekvenser er miljømålene i henhold til vannforskriften sentrale. Overordnet er disse miljømålene at vannforekomstene skal oppnå «God» økologisk og kjemisk tilstand innen 2021. Hvordan økologisk og kjemisk tilstand skal vurderes er beskrevet i gjeldende veileder 02:2013 – revidert 2015 «Klassifisering av miljøtilstand i vann». Generelt bestemmes tilstanden ved at såkalte kvalitetselementer i vannforekomsten måles og analyseres. Et utdrag av relevante kvalitetselementer for økologisk tilstand oppgitt i veilederen (02:2013) er vist i tabell 6-21. Kjemisk tilstand vurderes i henhold til klassegrensene for ulike elementer og kjemikalier og her er gjeldende veileder M-608. Klassene for kjemisk tilstand baseres på konsentrasjoner av elementer og kjemikalier i vann, sediment og biota (eksempelvis skjell og fisk) og er generelt delt inn som vist i tabell 6-22.

Tabell 6-21: Kvalitetselementer i klassifiseringssystemet for vurdering av økologisk tilstand i kystvann (fra 02:2013 revidert i 2015).

	Biologiske kvalitetselementer				Fysisk-kjemiske kvalitetselementer		
	Plante-plankton	Makroalger	Ålegress	Bløtbunns-samfunn	Fysiske	Nærings-salter	Oksygen
Parameter	Klorofyll a	Nedre voksegrense: MSMDI ¹⁾ Fjæresamfunn: RSLA ¹⁾ , RSL ¹⁾	Nedre voksegrense	Artsmangfold Ømfintlighet Sammensatte indekser og abundans: H ¹⁾ , ES100 ¹⁾ med flere	Siktedyp Temperatur Salinitet	Nitrat og nitritt, fosfat, total fosfor, total nitrogen, ammonium	Oksygen

1) Indekser som beskriver makroalge- og bløtbunnsamfunn.

Tabell 6-22: Klasseinndeling for kjemikalier i vann og sediment (gjengitt fra M-608).

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter

Alternativ 0

Alternativ 0 er et referansealternativ, og defineres som en videreføring av området slik det er i dag, med arealet i Kongkleiv uberørt.

Alternativ 1

Følgende utslipp til vannforekomstene fra sjøvertsaktivitet er vurdert i av Norconsult i 2015 (11):

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

- Ballastvann
- Avløpsvann fra skip
- Avfall generelt
- Kjemikalier. Relevant for utlekking fra bunnstoff. Det vises forøvrig til utredningen om skipsrisiko, der et uhellsutslipp av filterkake er detaljert vurdert (11).

Utslipp fra ballastvann, avløpsvann fra skip og avfall fra skip er ubetydelig så lenge regelverket følges, mens utslipp av kjemikalier fra bunnstoff og skipsmaling (metaller) vil kunne øke noe grunnet økt skipstrafikk.

Kjemikalier

Når det gjelder utlekking fra bunnstoff, er det i Konstantinou (2006), gjengitt i (11) angitt noen lekkasjerater fra bunnstoff for henholdsvis TBT og Cu i størrelsesorden 0,5-4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{d}$ og 4-101 $\mu\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{d}$ som tilnærmet kan utgjøre i størrelsesorden 2 - 54 gram Cu i timen fra skipene som er planlagt brukt. TBT er forbudt å bruke på nye skip og er ikke relevant her. Det er naturligvis store usikkerheter i slike rater og de vil være avhengig av flere faktorer som type maling, alder på maling og seilingsmønster, men det kan hevdes at de ikke er ubetydelige.

Fremtidige skip er relativt små sammenliknet med den generelle trafikken i Frierfjorden og har derfor generelt et lite skrog (våt flate) med utlekking sammenliknet med den generelle trafikken.

Eksempelvis er det, basert på 2016 AIS data, 1593 passeringer av «General Cargo Ships» ved Brevikbrua og 438 passeringer «Chemical/oil products tankers» som generelt er mye større skip enn de NOAH har planlagt å benytte.

I tillegg er det lovlig utslipp, av eksempelvis kobber, fra industrien på Herøya hvor det i Norske utslipp (www.norskeutslipp.no) er angitt 42 kg Cu til vann i 2017 (Inovyn Norge AS og Eramet Norway) (11). Samlet sett kan det derfor argumenteres for at økningen i utlekking av metaller, hvor kobber er mest relevant, fra skipsmaling grunnet NOAHs planlagte aktivitet vil være liten.

Søl ved lossing av behandlet avfall vil kunne medføre noe avfall til sjø spesielt lokalt. Forøvrig er kaien planlagt med tett kant og avrenning fra kai og deponi vil samles opp og renses. Vanlig praksis er også å spyle flater for å unngå mye støv, og da vil dette primært samles opp i dreinsvannet som renses. Ved bulkkaia på Langøya hvor flyveaske losses i dag er det observert høyere konsentrasjoner av metaller utenfor kaia sammenliknet med lenger sør. Konsentrasjonene har allikevel vært i tilstandsklasse I eller II siden 2010 (11), som er lavt (klasse I tilsvarer naturlige bakgrunnskonsentrasjoner). Lossing av flyveaske på Langøya er ikke direkte sammenliknbar med lossing av behandlet farlig avfall som er planlagt ved Kongkleiv, da behandlet avfall har en helt annen konsistens (store mer kompakte klumper sammenliknet med flyveaske som generelt er små lette partikler) enn ubehandlet avfall (flyveaske) og således har et mindre potensial for spredning enn ubehandlet avfall. Det er derfor forventet mindre spredning ved lossing ved Kongkleiv sammenliknet med dagens situasjon på Langøya.

I denne sammenheng og basert på resultatene fra overvåking i Frierfjorden, nevnes det at vannforekomsten generelt er forurensset grunnet utslipp fra industri og at det er en risiko for at Vannforskriftens miljømål om god økologisk tilstand ikke oppnås uten tiltak.

6.5.2 Utslipp til vann fra aktivitet på land

Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det utarbeides en oversikt over forventede utslipp til sjø fra deponi, fra renseanlegg for behandling av vann fra underjordisk deponi og fra aktivitet i dagen, herunder utslipp i anleggsperioden. Estimat for forventede utslipp vil baseres på:

- *Modellberegninger (se kapittel 7.4)*
- *Målt vannmengde fra dagens gruvedrift*
- *Analyseresultater av gruvevann*
- *Analyseresultater fra prosessutvikling/avvanning av avfallsgips, renseprosess på Langøya,*
- *ROS-analyse*

Det vil angis mulig plassering av utslippspunkt på prinsipiell basis. Sammen med estimert utslipp fra deponi og sjøverts aktivitet, vil det utarbeides en vurdering av konsekvensene for resipient. Resipientens sårbarhet vil vurderes, og om den tåler forventet påvirkning. Dette omfatter fiskeri, gyte- og oppvekstområder for fisk og forholdet til mattrygghet. Det inngår vurdering av hvilke avbøtende tiltak som kan iverksettes dersom resipienten ikke tåler forventet påvirkning.

Ved behov for miljøovervåking ut over de pågående programmene i fjordsystemet blir det opprettet et forslag til et samlet nytt overvåkningsprogram.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhenting av foreliggende kunnskap basert på tidligere utredninger og kartlegginger, tilgjengelig informasjon og oppdaterte planer for fremtidig behandlingsprosess og håndtering av vann i og fra gruva.

Metode/fremstilling:

Dersom det identifiseres behov for videre undersøkelser i felt eller spredningsberegninger, vil disse bli konkretisert. Tekstlig vurdering.

For beskrivelse av ovenstående vises til følgende:

- Utslipp til sjø fra deponi: Kapittel 6.2.5, 6.2.7 og 6.2.8
- Utslipp fra renseanlegg: Kapittel 4.8
- Resipientens sårbarhet: Kapittel 7.4.5

Håndtering av vann fra deponi under drift

Ved eventuell etablering av deponi Dalen gruve skal vannstrømmer fra nedbør som trenger inn i øverste del av gruva begrenses ved etablering av overvannssystemer som leder overvann (nedbør, smeltevann) utenom gruva og gjennom tetting av åpninger. Det vil derfor være mulig å redusere nedbørmengden inn i den delen av gruvesystemet som er i kontakt med deponi til mindre enn 100 000 m³/år.

I tillegg til vann fra deponiet og vann fra rengjøring av arealer vil det oppstå sanitært avløpsvann fra 25 ansatte ved anlegget. Samlet vannbehov anslås på dette stadium i prosjektutviklingen til å være i

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

størrelsesorden 1000-1500 m³ for 25 ansatte. Dette avløpsvannet vil ledes inn på planlagt renseanlegg, eventuelt til kommunalt avløpsnett.

Etter iverksettelse av nevnte tiltak vil det trolig være behov for å rense 300 000-350 000 m³ vann pr år.

Ved å gjøre tiltak som begrenser de vannstrømmer som må pumpes ut av gruve i å komme i kontakt med deponerte masser eller forurensede kjøreveier er det forutsatt følgende:

- I størrelsesorden 100 000 m³ vann kommer i kontakt med kjøreveier og deponisteder
- Konsentrasjon av forurensingskomponenter i vann som har vært i kontakt med avfall er iht. NGIs ristetester av avvannet stabilisert avfallsmateriale
- Konsentrasjoner av forurensingskomponenter i dagens gruvevann er som i dag

Ovenstående forutsetninger gir konsentrasjoner som vist i tabell 6-23.

Tabell 6-23: Konsentrasjoner av forurensningskomponenter i vannsystemet i deponi.

Utslippskomponent	Konsentrasjon fra avvannet stabilisert avfall* (µg/l)	Konsentrasjoner i eksisterende gruvevann** (µg/l)	Maksimal konsentrasjon i vann før rensing*** (µg/l)	Maksimal konsentrasjon etter rensing**** (µg/l)	Årlig mengde til nytt renseanlegg (Kg/år)	Total årlig mengde utslipp til resipient etter rensing (kg/år)
As (Arsen)	3,29	50-80,0	50-80	4,4	28	1,5
Cd (Kadmium)	5,15	-	1,47	1,5	0,5	0,5
Cr (Krom)	0,75	3,0	3,21	1,7	1,1	0,7
Cu (Kopper)	1,31	4,0	4,37	2,7	1,5	0,9
Hg (Kvikksølv)	0,14	-	0,04	0,04	0,01	0,01
Mo (Molybden)	636	117,0	299	50	105	18
Ni (Nikkel)	2,03	68,0	68,6	6	24	2,1
Pb (Bly)	0,25	1,4	1,47	1,2	0,5	0,4
Sb (Antimon)	126	5,0	41	41	14,4	14,4
Zn (Sink)	8,58	16,0	18,45	6,8	6,5	2,4
Tot Nitrogen	50 000- 100 000	13 000-56 000	84 571	84 571	25 371	25 371
PAH (Sum)	-	-	-	-	-	-
PFOS	-	0,085	0,085	0,09	0,03	0,03
PFOA	-	-	-	-	-	-
Sum PFAS	-	0,228	0,228	0,23	0,08	0,08

*Data hentet fra NGIs Miljørisikovurdering. Mengden er konsentrasjoner i eluat fra ristetest på avvannet stabilisert avfall (filterkake 2018).

** Representative verdier basert på prøver i 2014-2015. Kvalitet vil variere avhengig av prøvepunkt, overvannsmengde mv.

*** Av totalt 350 000 m³ med vann forutsettes at 100 000 m³ av disse vært i kontakt med avfall.

**** Dette er rensegrad basert på dagens renseløsninger på Langøya i tillegg til ny teknologi som er under testing og utvikling.

Det foreslåtte tiltaket vil medføre at alt gruvevann som skal til sjø blir renset.

Håndtering av vann fra deponi etter avslutning

NGI har estimert vannmengden som kommer i kontakt med avfall til ca. 365 m³ pr. år etter at deponiet er fylt opp og driften er avsluttet. Samtidig vil NOAH bli pålagt rensing og oppfølging av vannkvaliteten så lenge som myndighetene anser dette nødvendig. På nåværende stadium legges til grunn konsentrasjoner i vannet fra deponiet lik konsentrasjonene angitt i Tabell 6-23.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Myndighetskrav

NOAH vil bidra i industriens overvåking av Grenlandsfjordene i tråd med den undersøkelsen som ble gjennomført i 2016 (NIVA). Da kan utviklingen i vannforekomsten i forhold til metaller og eventuelle andre parametre følges.

Konkrete krav til utslipp fra anlegget vil stilles fra Miljødirektoratets side ved en eventuell fremtidig utslippstillatelse.

Til orientering har anlegget på Langøya utslippskrav som vist i tabell 6-24 (fra 2014).

Tabell 6-24: Utslippsgrenser i NOAHs utslippstillatelse på Langøya gjeldende fra 8. juli 2014.

Utslippskomponent	Utslippsgrenser	
	Konsentrasjon mg/liter (månedsmiddel, kalender)	Maksimalt årlig utslipp (Kg/kalenderår)
N (total)	140	73 000
SUM PAH*	0,003	1,5
PFOS	70**	0,05
PFOA	20**	0,015
6:2 FTS	20**	0,015
As	0,03	15
Cr (total)	0,03	15
Ni	0,07	25
Cd	0,03	8,0
Pb	0,03	15
Hg	0,0008	0,40

*SUM PAH ut fra US EPA's (United States Environmental Protection Agency) liste over 16 PAH-stoffer

** Konsentrasjonsgrensen for PFOS, PFOA, 6:2 FTS er ng/liter

Alternativ 0

Alternativ 0 er et referansealternativ med arealet i Kongkleiv uberørt, og defineres som en videreføring av området og påvirkningen fra området slik situasjonen er i dag.

Alternativ 1

Søl ved lossing av behandlet avfall vil kunne medføre noe avfall til sjø spesielt lokalt. Forøvrig er kaien planlagt med tett kant og avrenning fra kai og deponi vil samles opp og renses. Vanlig praksis er også å spyle flater for å unngå mye støv og da vil dette primært samles opp i dreinsvannet som renses.

NOAH har beregnet konsentrasjoner av metaller i rensset avløpsvann som vist i tabell 6-25. I tabell 6-25. er det også vist konsentrasjoner i vann som pumpes ut av gruen i dag fra hovedsumper (1).

Tallene for utslippskonsentrasjoner etter rensing i tabell 6-25 er vurdert som et konservativt estimat basert på målte nivåer i gruvevannet i dag, tall på utlaking i filtratvann fra avvanningsprosess og rensesgrad i eksisterende renseanlegg på Langøya av komponenter i porevann fra Langøyaprosessen. Det er igangsatt utredning av optimalisering av renseteknologi som vil ha bedre rensesgrad enn rensesprosessen på Langøya oppnår i dag. NOAH vil i en eventuell senere fase gjennomføre ytterligere kartlegging av sammensetningen i utslippet fra gruvesystemet. Dette er nødvendig for å sikre at det velges en fremtidig rensesprosess som reduserer utslippet i forhold til dagens nivå.

Hvis det settes en fortynningsfaktor i størrelsesorden 0,2 til 5 ganger pr. meter (se tabell 6-26) kan det angis et maksimalt intervall for avstand fra utslippspunktet hvor konsentrasjonene av metallene

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

oppgitt i tabell 6-25 er over tilstandsklasse II, og dermed over grensen for negativ effekt for hvert metall (over såkalt PNEC, Predicted No Effect Concentration). Fortynningsfaktorene som er benyttet er tidligere brukt av blant annet NIVA (2012) og DNV (2013) (1), men det er naturligvis store usikkerheter relatert til fortynning da fortynningen både er variabel og stedsspesifikk. Overordnet er det i nærheten til utslippspunktet at konsentrasjoner over tilstandsklasse II kan forventes.

Tabell 6-25: Målte konsentrasjoner i gruvevann (1)) og NOAHs estimerte konsentrasjoner i utslippsvann (etter rensning).

Metall	Konsentrasjoner i gruvevann i dag (µg/l)				Konsentrasjon etter rensing (µg/l)	Estimert utslipp pr. år i kg (antatt 350 000 m ³)
	Brønn 25B	Brønn -150	-Brønn 190	Brønn -38		
Arsen	60 ± 30	<40	<40	<40	4,4 (fortynnes 7 ganger for å oppnå tilstandsklasse II – «God» på 0,6 µg/l)	1,5
Krom	20±10	<10	<10	<10	1,7 (tilsvarer tilstandsklasse II – «God»)	0,7
Nikkel	80±40	40±10	50±20	<20	6 (tilsvarer tilstandsklasse II – «God»)	2,1
Kadmium	<2	<2	<2	<2	1,5 (fortynnes 8 ganger for å oppnå tilstandsklasse II på 0,2 µg/l)	0,5
Bly	30	<20	<20	<20	1,2 tilsvarende tilstandsklasse II – «God»)	0,4
Kvikksølv	-	-	-	-	0,04 (tilsvarende tilstandsklasse II – «God»)	0,01
Kobber					2,7 (fortynnes 1 gang for å oppnå tilstandsklasse II – «God» på 2,6 µg/l)	0,9
Tot N	13100±3800	55600±85600	34700±4800	4450	84 571 (fortynnes 256 ganger for å oppnå tilstandsklasse II på 330 µg/l i overflatelag i sommerperiode ¹⁾)	25 371

1) Veileder 97:03 benyttet.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 6-26: Angivelse av avstand fra utslippspunktet hvor konsentrasjoner av metaller tilsvarer tilstandsklasse II, basert på en fortynning på henholdsvis 0,2 og 5 ganger pr. meter.

Metall	Estimert avstand fra utslippspunktet (m) hvor konsentrasjonen tilsvarer tilstandsklasse II	
	Fortynning 0,2 ganger pr. meter	Fortynning 5 ganger pr. meter
Arsen	35	1,5
Krom	0 ¹⁾	0 ¹⁾
Nikkel	30	1,2
Kadmium	40	1,6
Bly	0 ¹⁾	0 ¹⁾
Kvikksølv	0 ¹⁾	0 ¹⁾
Kobber	5	0,2
Tot N	1280	51

1) Konsentrasjonen tilsvarer tilstandsklasse II – «God» i utslippet

Avbøtende tiltak

Det er ikke vurdert behov for avbøtende tiltak utover de tiltakene som er inkludert i forslaget. De viktigste er:

- Rengjøring av skip ved Kongkleiv tillates ikke
- Sikring mot spill/søl fra kai til sjø
- Bygging av renseanlegg for behandling av forurenset avløpsvann fra deponert avfall og gruve
- Etablering av utjevningsvolumer/fordrøyningsvolumer før og etter renseanlegg, med tilstrekkelig volum for å håndtere driftsavbrudd i renseanlegg og utslippssystem
- Diffusor i utslipp som sikring mot at saltholdig utslippsvann synker til bunns ved utslippspunktet
- Etablering av faste vaskeplasser med oppsamling av vann for rengjøring av dumpere (inkl. oljeavskillere)

7 Konsekvensutredning

Vedtatt planprogram, datert 13. juli 2018, er lagt til grunn for vurdering av utredningsalternativ og utredningstemaer.

Konsekvensutredningen skal inneholde en beskrivelse av den nåværende miljøtilstanden og en oversikt over hvordan miljøet antas å utvikle seg hvis planen gjennomføres (alternativ 1) eller ikke (alternativ 0).

7.1 Metode

7.1.1 Ikke-prissatte konsekvenser

For ikke-prissatte konsekvenser er metoden basert på Statens vegvesens håndbok V712 Konsekvensanalyser (12).

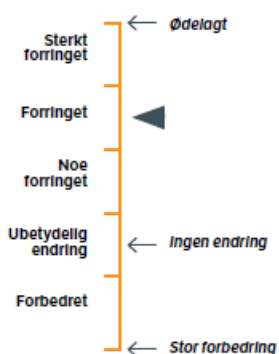
De ikke-prissatte temaene er landskapsbilde, nærmiljø og friluftsliv (friluftsliv/by- og bygdeliv), naturmangfold, kulturmiljø (kulturarv) og naturressurser, hvorav det sistnevnte ikke er definert som relevant i planprogrammet for foreliggende KU.

Arbeidsgangen er som følger for hvert tema:

1. Avgrensning av influensområdet.
2. Innsamling av informasjon innenfor influensområdet. V712 har egne registreringskategorier for hvert tema.
3. Inndeling i helhetlige delområder som kartfestes og gis verdi. Verdi settes etter en femdelt skala, og kriteriene for verdisetting er beskrevet i metoden for hvert tema, og også gjengitt i foreliggende rapport.



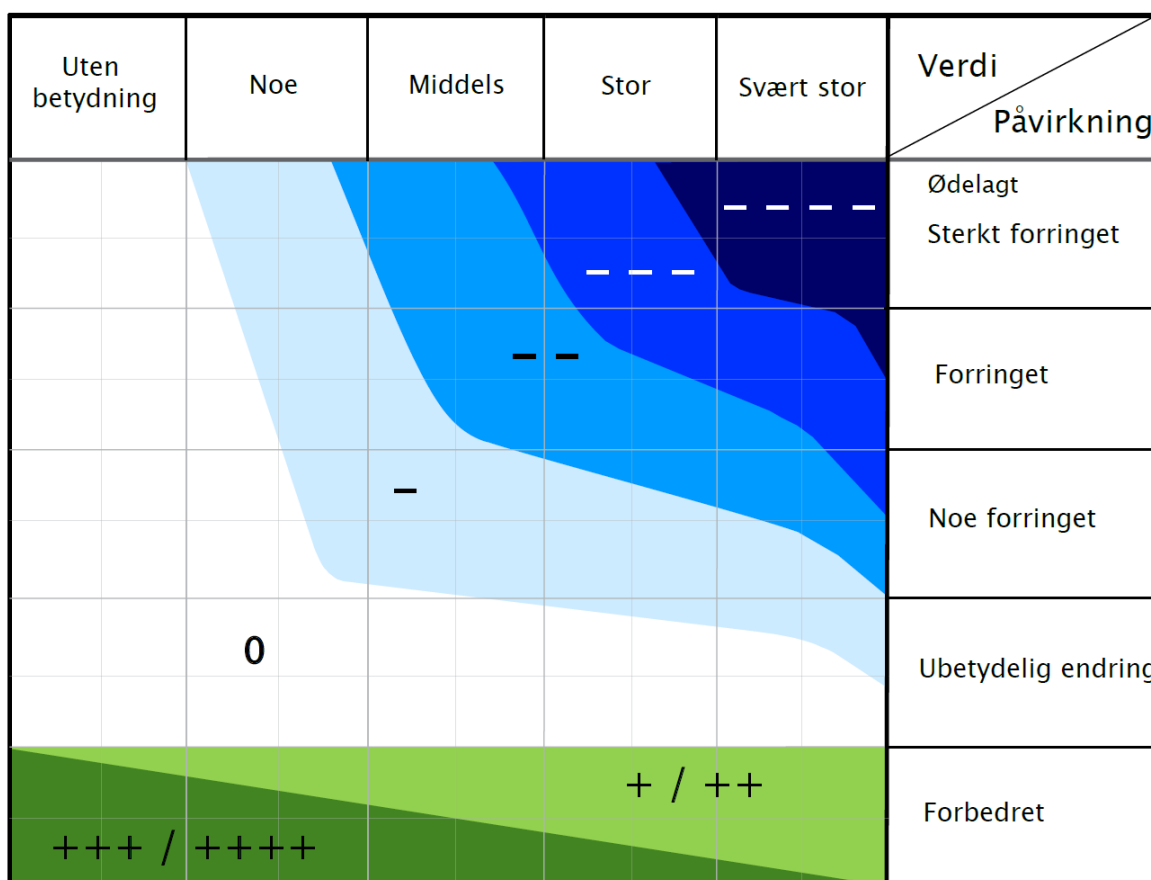
4. Det vurderes hvilken grad av endring (påvirkning) tiltaket medfører for de berørte delområdene. Påvirkningene kan være positive eller negative og skal vurderes i forhold til nullalternativet. Påvirkning vurderes etter en glidende skala som går fra sterkt forringet til stor forbedring. Figuren viser skalaen for påvirkning.



I håndboken er det definert kriterier for hvordan påvirkning skal vurderes innenfor hvert fagtema. Disse tabellene er ikke gjengitt i foreliggende rapport, og det vises til håndboken for detaljer.

5. Konsekvensen for delområdet bestemmes ved å sammenholde delområdets verdi med påvirkningen av tiltaket. Konsekvensgrad fastsettes ved bruk av konsekvensvifta som er vist i figur 7-1.
6. Samlet konsekvensvurdering: Det gjøres en samlet vurdering for hvert alternativ.
7. Rangering. Alternativene rangeres fra best til dårligst. Alternativ 0 er en del av rangeringen
8. Det redegjøres for beslutningsrelevant usikkerhet og forslag til avbøtende tiltak som kan redusere de negative virkningene.

Etter at alle tema er ferdig utredet gjøres en sammenstilling av alle ikke-prissatte konsekvenser for de ulike alternativene, og de rangeres.



Figur 7-1: Fastsettelse av konsekvens ut fra verdi og påvirkning (hentet fra Statens vegvesens håndbok V712)

7.1.2 Økonomiske konsekvenser – lokale ringvirkninger

Metodikk for dette temaet er beskrevet i kapittel 7.6.2.

7.1.3 Sammenstilling

Til slutt følger en sammenstilling av de ikke-prissatte konsekvensene og øvrige konsekvenser for alternativ 1 målt mot referansealternativet alternativ 0.

7.2 Kulturminner

7.2.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for tema kulturmiljø:

Konsekvensutredningen skal omhandle kulturminner i sjø, da det ikke tidligere er gjennomført kulturminneregistreringer i sjø i det området nevnte kaianlegg planlegges etablert. Det vil bli undersøkt om det er fornminner i planområdet og om anleggelse av kai på Kongkleiv er i konflikt med dette. Hensikten er å avklare eventuell konflikt i forhold til etablering av kaianlegg og eventuelle fredede eller vernede kulturminner under vann.

Når det gjelder kulturminner på land, er det avklart med Telemark fylkeskommune at dette skal gjennomføres i en eventuell planfase når endelig planavgrensning er satt. Dette gjelder også konsekvenser for nasjonale kulturminneverdier, som beskrevet i kapittel 4.8.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Innhenting av eksisterende grunnlag fra sjøkart. Befaring med en arkeologisk registrering i de delene av Frierfjorden som omfattes av plangrensen. Det skal gjennomføres registrering av automatisk fredede kulturminner under vann etter Lov om kulturminner av 9. juni 1978 (kml) § 11 første ledd bokstav a, jf. forskrift om faglig ansvarsfordeling § 1 nr. 4, og for gransking av skipsfunn etter kml § 14 annet ledd, første punktum.

Metode/fremstilling:

Planområdets avgrensning skal befares. Koter og dybdeforhold skal vurderes i forhold til opplegget for dykking. Sjøkartet for området viser at det er bratte skrenter ned mot 50-60 meter ganske nær land i hele planområdet.

Det skal dykkes i planområdet, men dybdebegrensning er satt til 22 meter. Dypere enn dette er det hele veien bratte skrenter, dels fjell og dels løsmasser. Funn/funnområder skal avgrenses og posisjoneres med GPS.

Tekstlig fremstilling.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.6 i fastsatt planprogram.

Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

7.2.2 Metode

Metoden i utredningene for kulturmiljø baseres på Statens vegvesens håndbok V712 (2018). Temaet kalles i den nye utgaven for Kulturarv. Her er det valgt å beholde begrepene fra fastsatt planprogram.

Definisjon og avgrensning

Kulturminner og kulturmiljø er definert i *Lov om kulturminner*. Kulturminner er her definert som alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Kulturmiljø er definert som et område der kulturminner inngår som en del av en større helhet eller sammenheng.

Registreringskategorier

Områdetyper som skal registreres i henhold til metodikken i håndbok V712 er vist i tabell 7-1.

Tabell 7-1: Registreringskategorier for kulturminner. Kilde: Statens vegvesens Håndbok V712.

Registreringskategori	Forklaring
Kulturmiljønivå	
Gårdsmiljøer/ fiskebruk mm	Gårdsbruk, småbruk og husmannsplasser med våningshus og driftsbygninger inkludert jordbruksspor, gravminner. Fiskebruk med våningshus og driftsbygninger inkludert naust/strandlinje.
Kulturmiljøer i tettbygde områder	Bygningssmiljøer, sentrumsområder, områder ved viktige knutepunkter ol.
Teknisk-industrielle kulturmiljøer	Industrianlegg, spor av gruvedrift, fløtningsminner, marine kulturminner, veger, jernbane, kraftanlegg, kaianlegg, bruer, osv.
Steder det knyttes tro eller tradisjon til	Tradisjonslokaliteter, hellige fjell, offersteiner, historiske hendelser osv.
Forsvarsanlegg	Bygdeborger, festningsanlegg, borganlegg, kaserner, leirområder, skanser, krigsminner.
Kulturminner i utmark	Bosetningsspor, gravminner, kullgroper, jernvinneanlegg, fangstanlegg, bergkunst, rester av åkerbruk, seterbruk, fangstanlegg, produksjonsanlegg knyttet til jern/stein, spor etter samiske bosetninger, uthus, plasser mm ⁷⁴ .
Andre kulturmiljø	Monumentalbygg, enkeltbygninger, monumenter, parker, kirker, skoler, forsamlingshus, parkanlegg, og så videre.
Landskapsnivå	
Kulturhistoriske landskap	Verdensarvområder. Områder registrert i forbindelse med «Registrering av nasjonalt verdifulle kulturlandskap» og Utvalgte kulturlandskap i jordbruket. Riksantikvarens register over kulturhistoriske landskap av nasjonal interesse (KULA). Større sammenhengende landskap/kulturmiljø avsatt i regionale og kommunale planer. Områder der de historiske relasjonene i landskapet er framtrepende.
Infrastruktur	Historiske veger, jernbane, vannveger, slep osv. Funksjonelle sammenhenger som fløtningsminner, produksjonsanlegg, kraftlinjer osv.
Bystruktur	Historiske bystrukturer og helhetlige bygningssmiljøer (NB! registrert - Nasjonale kulturminne-interesser i by).

Kartlegging

Kulturminner i sjø er kartlagt av Norsk Maritimt Museum.

Planområdet avgrensning i sjø, slik det forelå på kart i planprogrammet, ble georeferert slik at posisjonen under dykkingen kunne sporlogges med GPS. Koter og dybdeforhold ble vurdert i forhold til dykkingen. Sjøkartet for området viser at det er bratte skrenter ned mot 50-60 meter ganske nær land i hele planområdet.

Det ble dykket i linjer langs land gjennom hele planområdet, men med dybdebegrensning satt til 22 meter. Dypere enn dette var det bratte skrenter, dels fjell og dels løsmasser. Båten og dykkerens posisjon ble fulgt på plankartet og kommunikasjon med dykker foregikk via kabel. Funn/funnområder ble avgrenset og posisjonert med GPS. Det ble gjennomført seks dykk for å dekke hele planområdet.

Verdivurdering

Verdivurdering av områdene følger kriteriene i håndbok V712, se tabell 7-2.

Tabell 7-2: Verdikriterier for fagtema kulturmiljø. Kilde: Statens vegvesens Håndbok V712.

	Ubetydelig verdi	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
Kulturmiljønivå					
Kulturhistorisk betydning	Uten betydning	er alminnelig/lokalt vanlig	har lokal/regional betydning	har stor regional/nasjonal betydning	har stor nasjonal/internasjonal betydning
Arkitekturhistorisk betydning		bygningssmiljø som inneholder bygninger av begrenset arkitekturhistorisk betydning	bygningssmiljø som inneholder bygninger med arkitekturhistorisk betydning	helhetlig bygningssmiljø som inneholder bygninger med stor arkitekturhistorisk betydning	helhetlig bygningssmiljø som inneholder bygninger med særlig stor arkitekturhistorisk betydning
Betydning for kulturell eller etnisk gruppe		inneholder få elementer som kan knyttes til en kulturell/etnisk gruppe	inneholder flere elementer som er karakteristisk for en kulturell /etnisk gruppe	miljø som er karakteristisk for en kulturell/etnisk gruppe	helhetlig miljø som er karakteristisk for kulturell /etnisk gruppe og som er sjeldent/unikt
Historisk hendelse eller personer		er svakt knyttet til en lokal historisk hendelse/ person	er knyttet til en lokal historisk hendelse/ person	er knyttet til en regional historisk hendelse/ person	er knyttet til en nasjonal historisk hendelse/ person
Landskapsnivå					
Kulturhistoriske sammenhenger		ligger i en kontekst/sammenheng som er noe fragmentert	inngår i en kontekst/sammenheng	inngår i en helhetlig kontekst /sammenheng	inngår i en særlig helhetlig kontekst
Kulturhistorisk landskap		delvis ødelagt	som har lokal/regional betydning	som har stor regional/nasjonal betydning	sammenheng som har meget stor nasjonal/internasjonal betydning (er unikt)

7.2.3 Influensområde

I tråd med planprogrammet er influensområdet avgrenset til sjøområdene ved Kongkleiv, der ny kai og tunnelpåhugg skal etableres i alternativ 1.

7.2.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering

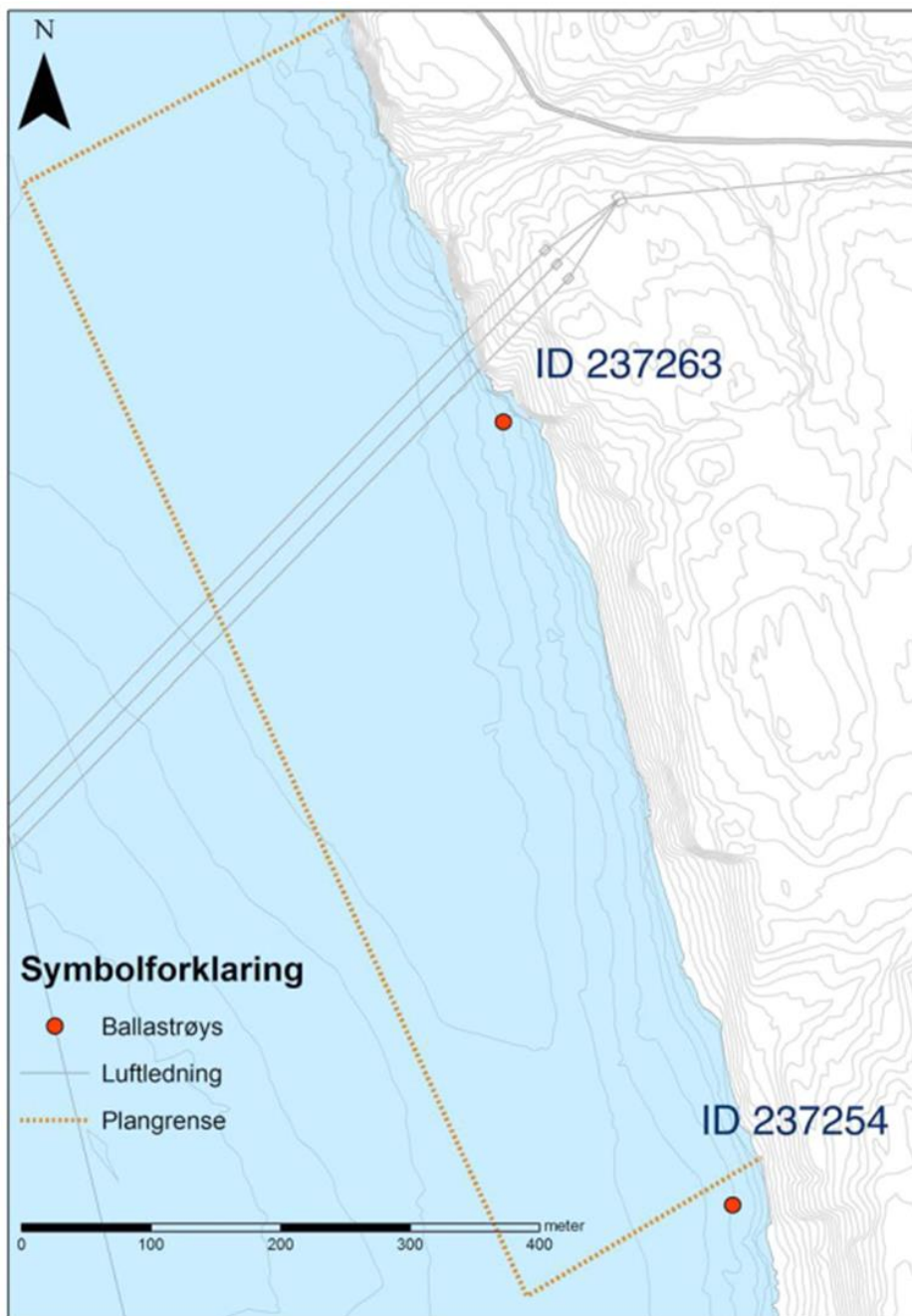
Delområde 1. Sjøområdene ved Kongkleiv



Figur 7-2: Ballastområde på sjøbunnen like ved land nord for Kongkleiv, NMM 08050027 / ID 237263

Litt sør for eksisterende luftspenn over Frierfjorden ble det på sjøbunnen observert et avgrenset område med betydelige mengder stein som ikke hører naturlig hjemme i dette området (Foto i figur 7-2, posisjon på kart i figur 7-3; ID 237263). Steinen besto vesentlig av knyttnevestore og større flintknoller. Dette funnmaterialet tolkes som en ballastrøys, og det er trolig at det representerer spor etter en omlasting som kan ha skjedd her perioden ca. 1500-1800 e Kr.

Tilsvarende funnområde med flintballast, her mengder av flintknoller av noe mindre størrelse og vekt, ble registrert sør i området ved Kongkleiv.



Figur 7-3: Registreringskart med studieområdet (angitt som plangrense i figuren) inntegnet og funnposisjoner

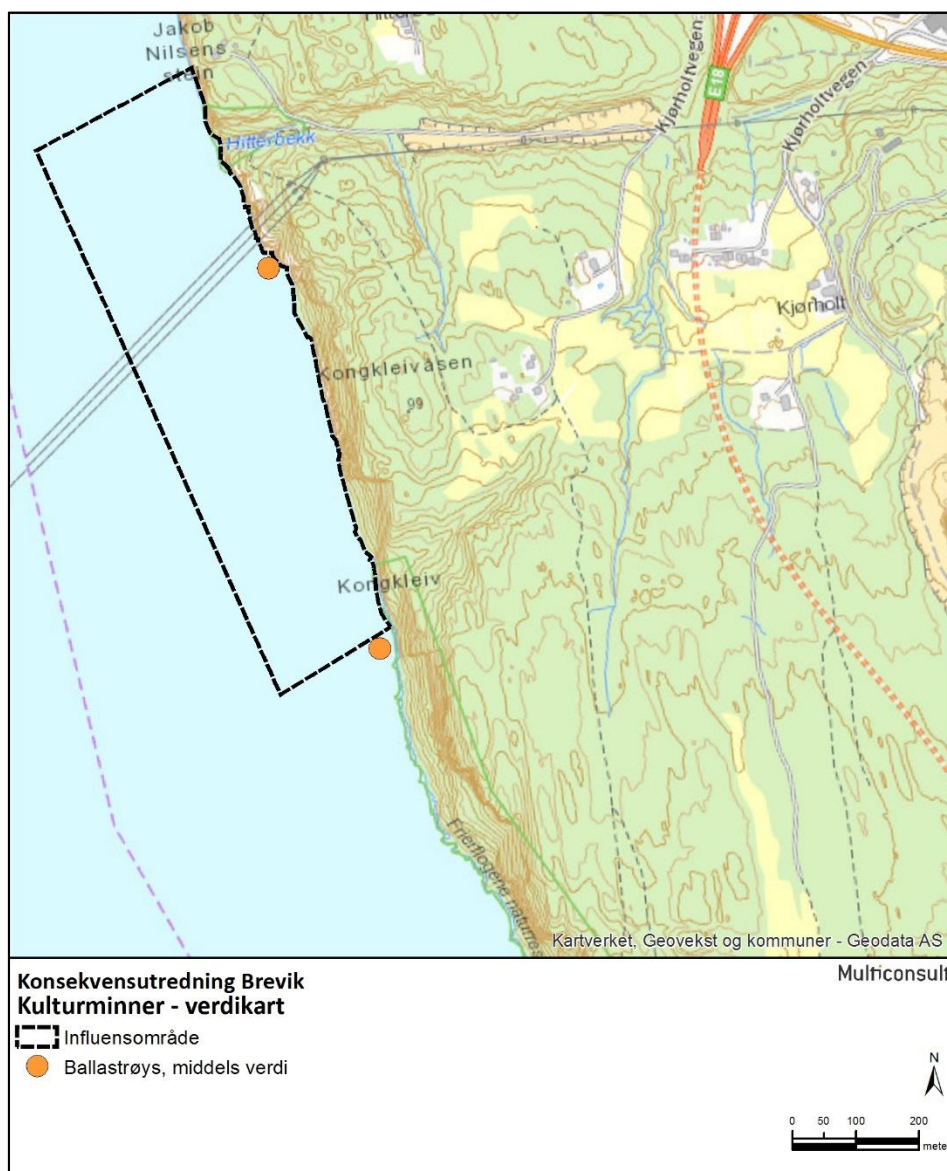
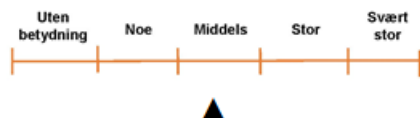
Det er liten tvil om at de to ballastområdene som ble registrert ved Kongkleiv har nær sammenheng med den rollen Skien, Porsgrunn og Frier har hatt som havneområde og utskipningssted i lang tid. Det er særlig ballastfunnenes kildeverdi knyttet til historiene om tømmer og senere iseksport fra regionen som er av betydning. Forekomstene av ballast har, rent bortsett fra at de er tydelig indikasjon på at omlasting har foregått, også en høy kildeverdi i seg selv, fordi man ved geologiske analyser og stedfasting steinen kan få kilder egnet til å kaste nytt lys over handelskontakter og handelsruter i Skiensregionen i middelalder og ny tid.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

De to registrerte kulturminneområdene på sjøbunnen ved Kongkleiv er pr. definisjon omfattet av bestemmelsene i kulturminneloven § 14. De består av ballast Norsk Maritimt museum mener er eldre enn 100 år, slik omtalt i nevnte lovbestemmelse som «last og annet som har vært om bord»

Vurdering av verdi

Ballastrøysene har høy kildeverdi som dokumentasjon på handelsvirksomheten som fant sted i området i den aktuelle tidsepoken. Verdien vurderes som *middels*.

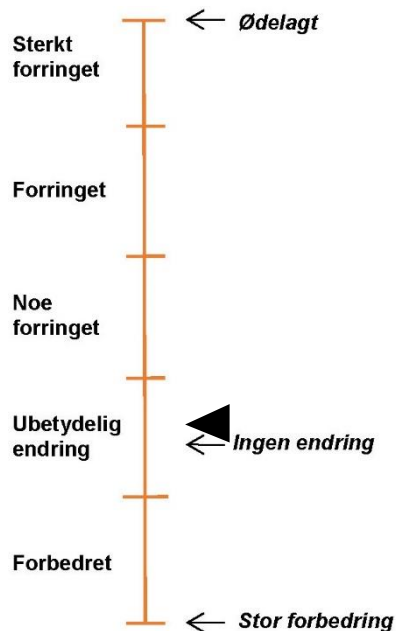


Figur 7-4. Verdikart kulturminner.

7.2.5 Påvirkning og konsekvens

Delområde 1. Sjøområdene ved Kongkleiv

Norsk Maritimt museum påpeker i rapporten at «den foreløpige planavgrensningen som foreligger pr nå i planprogram for avfallslagring i Dalen gruve, er det vanskelig å se i hvilken grad det er lagt opp til



inngrep som er egnet til å skade eller ødelegge kulturminneområdene. Planprogrammet beskriver at det er planlagt en dypvannskai innenfor den plangrensen vi forholdt oss til under registreringsarbeidet».

Forslagsstiller legger til grunn at det skal etableres en flytekai som forankres i fjell. De to lokalitetene som er registrert ved kartleggingen og omfattes av kulturminnelovens § 14 vil ikke bli berørt av tiltaket basert på foreslåtte løsning, og ligger utenfor det varslede planområdet.

Vurdering av påvirkning

Påvirkningen på de to lokalitetene vurderes som *ubetydelig*.

Konsekvensvurdering

Konsekvensen for området er vurdert som *ubetydelig* (0).

Samlet vurdering av konsekvenser

Samlet vurdering av konsekvenser er vist i tabell 7-3.

Tabell 7-3: Samlet vurdering av konsekvenser for kulturmiljø

Delområder	Alternativ 0	Alternativ 1
1. Sjøområdene ved Kongkleiv	0	0
Avveining	Alternativ 0 er sammenligningsalternativet og har pr definisjon ingen konsekvens	Alternativet vil ikke berøre verdiene i delområdet
Samlet vurdering	0	0

7.2.6 Avbøtende tiltak

Dersom planen kommer til å åpne for tiltak i sjø i form av eksempelvis sprengning og utfylling, må det søkes dispensasjon fra kulturminneloven § 14. Slik søknad skal stiles til Riksantikvaren, men sendes til Norsk Maritimt Museum som gir en faglig tilrådning i saken.

7.2.7 Konsekvenser i anleggsfasen

Tiltaket vil ikke medføre konsekvenser for ballastrøysene i anleggsfasen.

7.2.8 Oppfølgende undersøkelser

Det er ikke vurdert at det er behov for oppfølgende undersøkelser.

7.3 Landskapsbilde

7.3.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for tema landskapsbilde:

Det utarbeides et notat som belyser fjernvirkninger av kai og tunnel for den delen av planforslaget som berører situasjon over bakken. Analysen skal vurdere konsekvensen av det planlagte tiltakets forventede plassering og dimensjon/skala. Dette vurderes opp mot stedets visuelle kvaliteter og robusthet i forhold til inngrep. Videre skal landskapsbildet og visuelle fjernvirkninger illustreres.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Befaring og innhenting av eksisterende data, tilgjengelig kartmateriale, bilder og flyfoto.

Metode/fremstilling:

Skriftlig notat med illustrasjoner av fjernvirkninger fra ulike ståsteder. Nattsituasjonen med belysning av kai illustreres.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.8 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

7.3.2 Metode

Definisjon og avgrensning

Fagtema landskapsbilde omhandler landskapets romlige og visuelle egenskaper og hvordan landskapet oppleves som fysisk form. Landskapsbilde omfatter generelt alle omgivelsene, fra det tette bylandskap til det uberørte naturlandskap.

Registreringskategorier

Områdetyper som skal registreres i henhold til metodikken i håndbok V712 er vist i tabell 7-4.

Tabell 7-4: Registreringskategorier for landskapsbilde. Kilde: Statens vegvesens håndbok V712.

Registreringskategorier	Forklaring
Topografiske hovedformer	Landformer og terrengformer. Kystlinjer. Større vassdrag, breer, fjordsystemer, skjærgård og sjøområder. Storskala- og småskala landskap. Variasjoner i relieff.
Romlige egenskaper	Avgrensninger, strukturer og andre visuelle uttrykk som danner landskapsrom. By- og gaterom.
Naturskapte visuelle egenskaper	Ubrutte sammenhenger fra fjord til fjell, åskammer, fjellrygger, horisontlinjer og strandlinjer. Naturpregede områder med tydelige brudd eller overganger i landskapet. Særlige naturfenomen og temporære variasjoner i vær og årstidsvekslinger.
Naturskapte nøkkelelementer	Fremtredende terrengformasjoner, landemerker og orienteringspunkter. Naturminner som geologiske formasjoner eller enkeltstående særpregede trær.
Vegetasjon	Form- og strukturdannende vegetasjon kan være naturlig, kulturpåvirket, eller kultur-betinget. Vegetasjonen avtegner seg som mosaikk og mønster i naturlige, kulturpåvirkete eller i rene menneskeskapte miljøer.
Arealbruk	Næringsvirksomhet, landbruk, bosetting, transport, annen infrastruktur.
Byform og arkitektur	Bygninger, plasser, parker, gater, og annen bystruktur.
Menneskeskapte visuelle egenskaper	Sammenhengende bebygde områder, gateløp, vegsystem, stisystem, kraftlinjer, jord- og skogbruksområder, fysiske grenselinjer, alleer, trerekker. Menneskeskapte områder med tydelige brudd eller overganger i landskapet.
Menneskeskapte nøkkelelementer	Landemerker, knutepunkt, fremtredende bygninger, tekniske installasjoner, formklippede særpregede trær, trær med arkitektonisk betydning.

Verdivurdering

Verdivurdering av områdene følger kriteriene i håndbok V712.

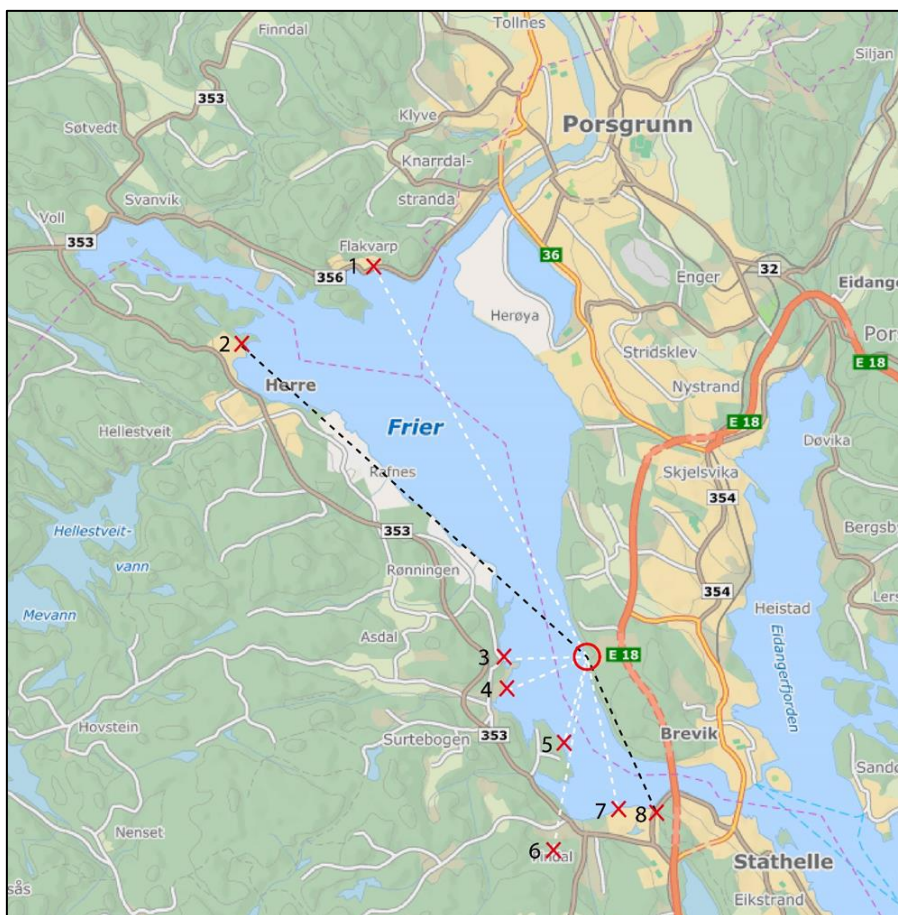
Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 7-5: Verdikriterier for fagtema landskapsbilde. Kilde: Statens vegvesens Håndbok V712.

Verdi ASPEKTER	Uten betydning	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
Visuelle kvaliteter	Delområde uten visuelle kvaliteter	Delområde med noen visuelle kvaliteter	Delområde med gode visuelle kvaliteter, eller kvaliteter av lokal betydning	Delområde med særlig gode visuelle kvaliteter, eller kvaliteter av regional betydning	Delområde med unike visuelle kvaliteter, eller kvaliteter av nasjonal og/eller internasjonal betydning
Helhet Variasjon	Delområde med dårlig balanse mellom helhet og variasjon	Delområde med mindre god balanse mellom helhet og variasjon	Delområde med god balanse mellom helhet og variasjon	Delområde med særlig god balanse mellom helhet og variasjon	Delområde med unik balanse mellom helhet og variasjon
Særpreg	Delområde uten særpreg	Delområde med lite særpreg	Delområde med særpreg	Delområde med stort særpreg	Delområde med svært stort særpreg
Byform Bystruktur	Delområde der byformen/ bystrukturen er fragmentert/ sprengt/ ødelagt	Delområde der byformen/ bystrukturen er noe fragmentert	Delområde med god byform/ bystruktur	Delområde med særlig god byform/ bystruktur	Delområde med en unik byform/ bystruktur
Arkitektur	Bebyggelse, bygninger, byrom, infrastruktur og landskap mangler sammenheng. Er dårlig tilpasset byens skala	Bebyggelse, bygninger, byrom, infrastruktur og landskap danner tilsammen mindre gode og/eller lite lesbare omgivelser. Er mindre godt tilpasset byens skala	Bebyggelse, bygninger, byrom, infrastruktur og landskap danner tilsammen gode og lesbare omgivelser. Er tilpasset byens skala	Bebyggelse, bygninger, byrom, infrastruktur og landskap danner tilsammen særlig gode og lesbare omgivelser. Er godt tilpasset byens skala	Bebyggelse, bygninger, byrom, infrastruktur og landskap danner tilsammen unike og lesbare omgivelser. Er svært godt tilpasset byens skala
Totalinntrykk	Delområde der landskap og bebyggelse/ anlegg til sammen gir et dårlig totalinntrykk	Delområde der landskap og bebyggelse/ anlegg til sammen gir et noe redusert totalinntrykk	Delområde der landskap og bebyggelse/ anlegg til sammen gir et godt totalinntrykk	Delområde der landskap og bebyggelse/ anlegg til sammen gir et spesielt godt totalinntrykk	Delområde der landskap og bebyggelse/ anlegg til sammen gir et unikt totalinntrykk
Sjeldenhet Representativitet ⁴¹			Delområdet inngår i landskapstyper som er fåtallig/sjeldne regionalt	Delområdet inngår i landskapstyper som er fåtallig/sjeldne nasjonalt	
Forvaltningsprioritet/ Prioriterte landskapsområder ^{42,43}			Delområdet har kvaliteter av lokal og/eller regional betydning	Delområdet har kvaliteter av regional og/eller nasjonal betydning	Delområdet har kvaliteter av nasjonal og/eller internasjonal betydning

Illustrasjoner

Det ble utført befaring 3. november 2017 til Skien og Bamble kommune for å vurdere fjernvirkningene av tiltaket på motsatt side av Frierfjorden. Det ble fotografert fra sju boligområder og ett industriområde i de to kommunene for å undersøke hvor man kunne se tiltaket fra. Alle foto er tatt fra bakkenivå mellom kl. 10 og 12. I tillegg er det foretatt befaring oppe på platået ved Kongkleiv (fra Frierstien) for å bedømme synlighet til kai fra landsiden.



Figur 7-3: Røde kryss viser de ulike stedene det ble fotografert mot tiltaket. Hvite stiplede linjer viser hvor det er fri sikt til tiltaket, mens svarte linjer viser at det på grunn av terreng og industribebyggelse ikke er fri sikt.

For å lage illustrasjonene av tiltaket er det benyttet en 3D-modell av terreng og kaianlegg. Det er deretter tatt bilder fra modellen som samsvarer med fotografiene fra befaring. Deretter er bildene bearbejdet i Photoshop for å gi et mest mulig naturlig utseende. «Linsen» i 3D-modellen er noe mer vidvinklet enn den kameralinsen som er benyttet, men det skal være tilnærmet lik skala på de to grunnlagene slik at fremstillingen er realistisk.

Det er ikke fotografert fra industriområdet Rafnes og Rønningen, da disse områdene ikke er tilgjengelig for allmenheten.

7.3.3 Influensområde

Influensområdet er avgrenset til området hvor det gjøres direkte inngrep, og hvor tiltaket kan være synlig, se figur 7-7.

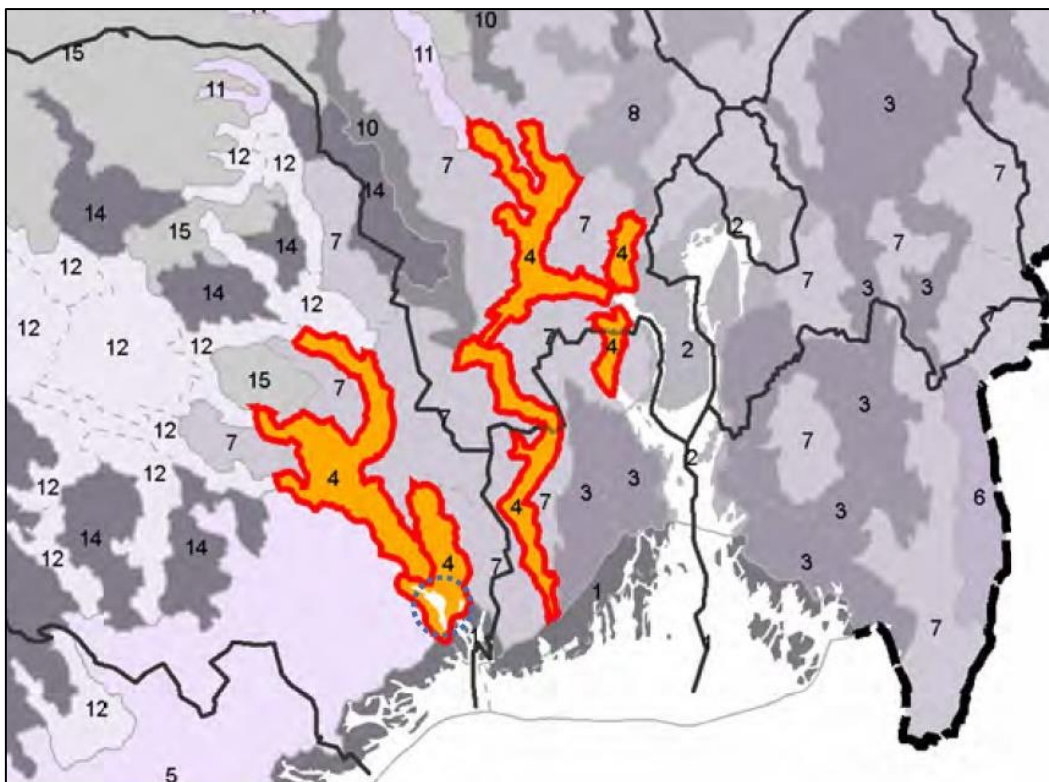
7.3.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering

Landskapsregion

I 2005 gav Norsk Institutt for jord og skogkartlegging, NIJOS, ut rapporten *Nasjonalt referansesystem for landskap, Beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner*. Utredningsområdet er ifølge dette referansesystemet å regne som en del av region 4 Lågendalsfjella i Telemark, Buskerud og Vestfold.

Landskapets hovedform i landskapsregionen er dalprofil. Dalsidene er tydelige, med lave til moderate høyder. Dalprofilens høyde øker fra kysten(fjordene) mot innlandet. Ved Frierfjorden er det en

asymmetrisk dalform, der kalkbergets vestvendte brattkant skaper kontrast til motstående dalsides svakt stigende grunnfjellåser. Denne dalformen strekker seg ca. seks km fra Blekebakken ved Brevik til Skrapeklev og Herøya i Porsgrunn.



Figur 7-5: Planområdet ligger innenfor region 4 Lågendalsfjora i Telemark, Buskerud og Vestfold, og er antydnet med blå stiplede sirkel. Kartutsnittet er hentet fra NIJOS-rapporten Nasjonalt referansesystem for landskap, Beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner.

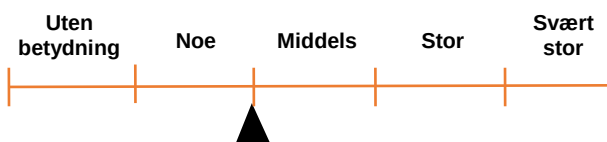
Delområde 1: Vestsiden av Frierfjorden

Vestsiden av Frierfjorden innenfor influensområdet er preget av et rolig, bølgende, skogkledd åslandskap som stiger gradvis opp fra fjorden. Strandsonen er stedvis sterkt preget av inngrep, blant annet med store industriområder på Rafnes og Skjerkøya. I sør begynner tettbebyggelsen ved Herre, og i hovedsak er dette boligområder med dominans av eneboliger og et gjennomgående grønt preg.

Verdivurdering

Delområdet vurderes å ha stedvis gode visuelle kvaliteter, men de store industriområdene i strandsonen reduserer totalinntrykket.

Området vurderes å ha *noe til middels verdi*.



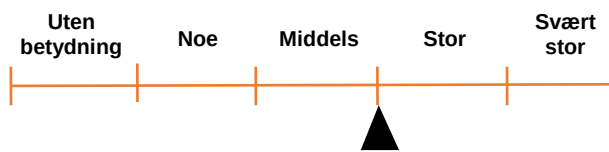
Delområde 2: Østsiden av Frierfjorden

De bratte skrentene langs vestsiden av Frierfjorden er et iøynefallende landskapselement. Nord for Brevik er også graden av inngrep liten, da det i dag kun er en høyspentmast/-ledning som er synlig av menneskelige inngrep. U-dalform er regionens hovedtrekk, mens det ved planområdet er en noe mer uvanlig, asymmetrisk dalform som skaper variasjon og beriker landskapet.

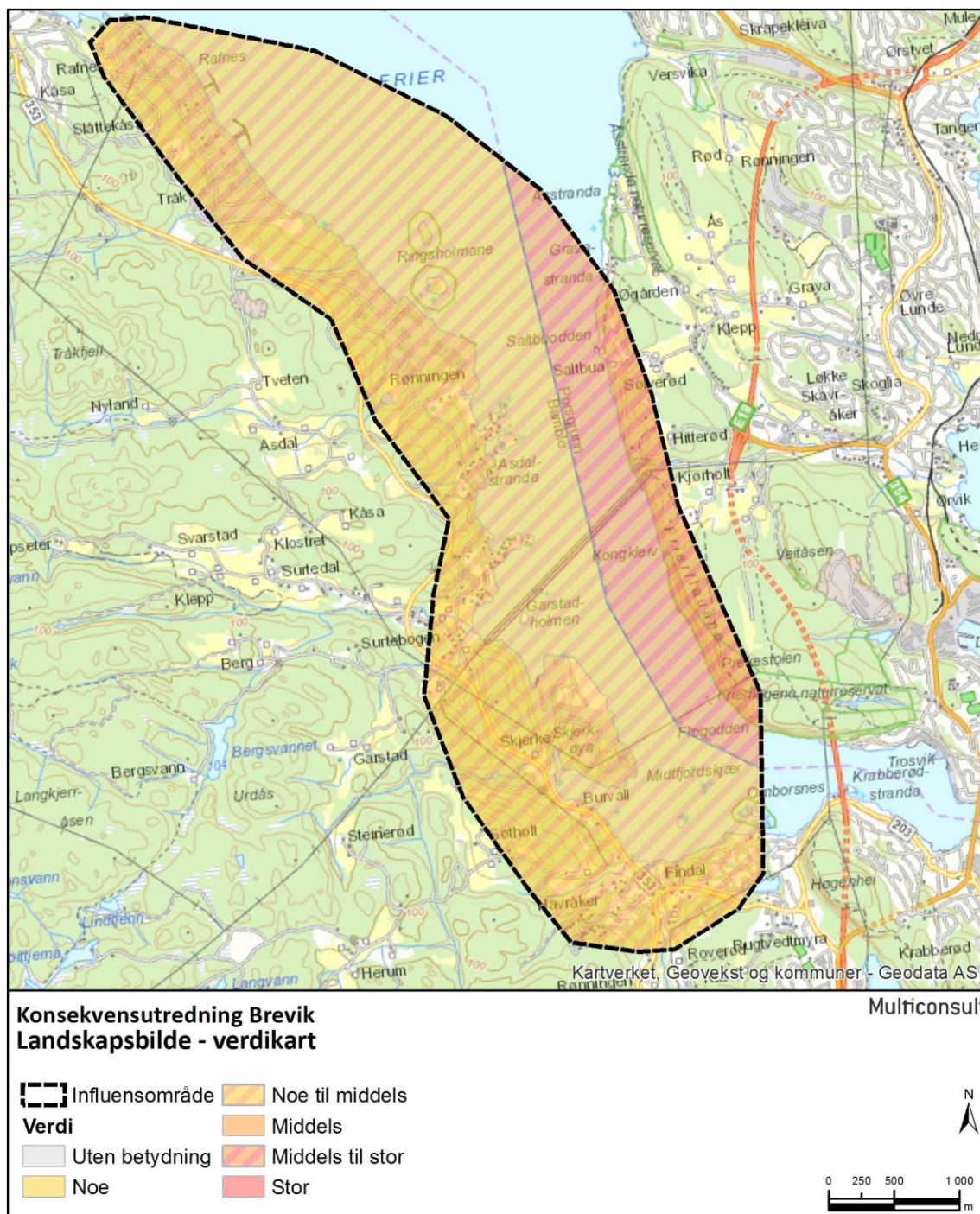
Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Verdivurdering

Delområdet vurderes å ha visuelle kvaliteter av stor lokal betydning og særpreg på regionalt nivå. Området vurderes å ha *middels til stor verdi*.



Figur 7-6: De bratte skrentene på østsiden av Frierfjorden er nokså uberørte innenfor influensområdet. Masten for høyspentledningen over Frierfjorden er imidlertid et godt synlig inngrep.



Figur 7-7: Verdikart for landskapsbilde

7.3.5 Påvirkning og konsekvens

Delområde 1: Vestsiden av Frierfjorden

Enkelte bolig- og hytteområder vil ligge forholdsvis nærmere kaianlegget, der korteste avstand er ca. 930 meter til hytter og ca. 1,3 km til helårsbolig. Det konkrete tiltaket er forholdsvis lite sammenlignet med fjellveggen i bakgrunnen. Det vil ankomme inntil ca. 230 skip i året med en forventet liggetid ved kai på ca. 8-12 timer, altså ca. 1 skip per dag mandag-fredag. Skipet som legger til er større enn kai og tunnelpåhugg og vil derfor være det som er mest synlig i området.

Tiltaket er mest synlig fra boliger og hytter ved punkt 3 (Asdalstrand og Jonsholmen) og 4 (Sildeberget). Punkt nr. 5 (Skjerkøya) har også god utsikt til tiltaket, men det er i dag ingen

boligbebyggelse i området. Punkt 6 (Fagerliåsen) og 7 (Marta Cochs vei) ligger noe lenger vekk og med mer skrå vinkel på tiltaksområdet og vil således påvirkes i mindre grad enn punkt 3, 4 og 5. Boligene ved punkt 2 (Herre) og 8 (Ishusveien) har ikke fri sikt til området på grunn av terreng og industribebyggelse. Fra punkt 1 (Svanvikvegen) er det på grunn av avstand lite sannsynlig at tiltaket vil kunne sees med det blotte øye.



Figur 7-8: Illustrasjon 1 viser tiltaket med skip til kai sett fra Asdalstrand 125. Rød pil viser tiltaket.



Figur 7-9: Illustrasjon 2 viser tiltaket sett fra veien Sildeberget. Rød pil viser tiltaket.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall



Figur 7-10: Illustrasjon 3 viser tiltaket sett fra Skjerkøya. Rød pil viser tiltaket.



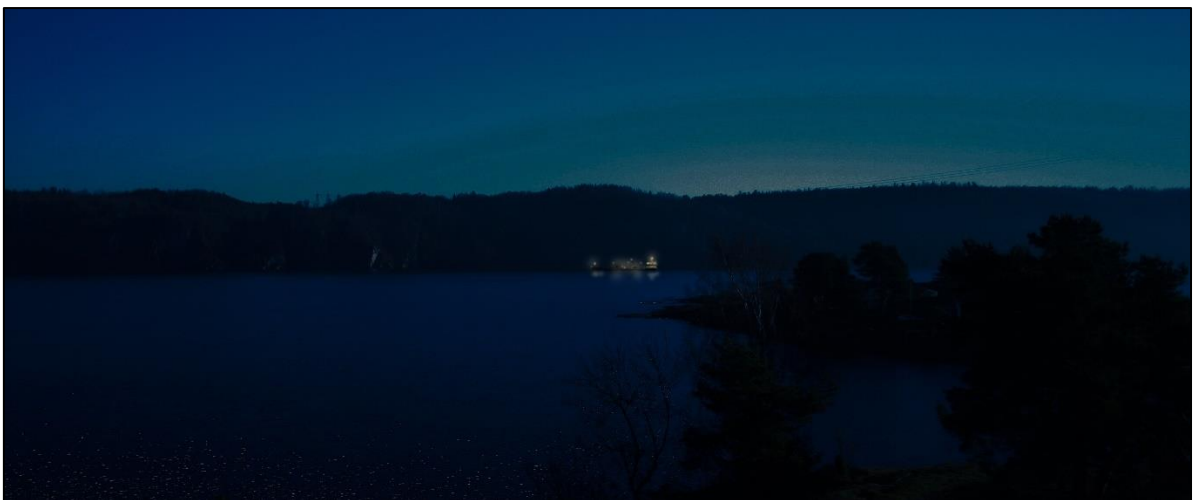
Figur 7-11: Illustrasjon 4 viser tiltaket fra Hafrakerskrenten 2. Rød pil viser tiltaket.



Figur 7-12: Illustrasjon 5 viser tiltaket sett fra Marta Cochs vei 73. Rød pil viser tiltaket.

Det er også utarbeidet illustrasjoner for nattsituasjon, se eksempel i figur 7-13. Disse er vist i delutredningen for landskap. Ved nattestid og i mørketiden vil belysningen fra kaianlegget med skip oppleves som en kontrast til den ellers uberørte kystlinjen. Dette gjelder spesielt for nærliggende mottakere som hytteområdet, hvor de nærmeste hyttene ligger med en avstand på under 1 km.

Fjernvirkningen av belysningen vil kunne reduseres hvis skipene ikke ligger til kai utover nødvendig tidsrom for lossing av behandlet avfall. Det er lite sannsynlig at kaianlegget i seg selv vil gi vesentlige fjernvirkninger. Belysning fra skip og kai vurderes å ikke gi betydelige fjernvirkninger, da lossing i all hovedsak skjer på dagtid.

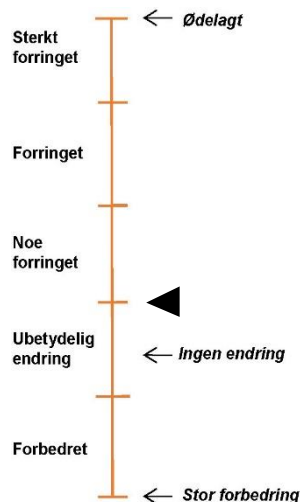


Figur 7-13: Illustrasjon 6. Punkt nr. 3, Asdalstrand (avstand på ca. 1,3 km) i nattsituasjon.

Vurdering av påvirkning

Synligheten av tiltaket fra delområdet vest for Frierfjorden vil være moderat, både på grunn av avstand og at tiltaket i seg selv underordner seg landskapet og ikke utgjør noen stor del av det totale synsintrykket.

Påvirkningen vurderes som ubetydelig til noe forringet.

**Konsekvensvurdering**

Konsekvensen for området er vurdert som ubetydelig til noe negativ (0/-).

Delområde 2: Østsiden av Frierfjorden

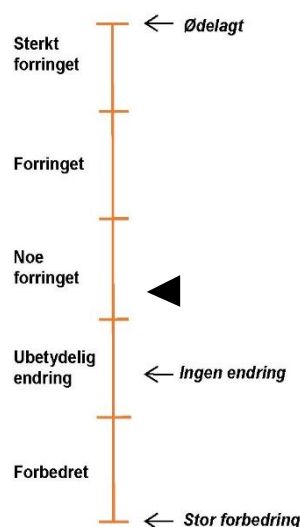
Det at tiltaket er lagt til en forholdsvis ren fjellside, gjør det mulig å etablere kai og tunnelpåhugg som blir lite synlig fra turveiene. Det er heller ikke nødvendig å fjerne eksisterende vegetasjon og slik forandre denne i særlig grad. Tiltaket vil dog ligge nærme landemerket «Norge Fritt».

Det er vanlig med høy skipstrafikk (store skip) i området pga. Herøya industripark som ligger innerst i fjorden. Forskjellen er imidlertid at disse skipene er i bevegelse, mens et skip ved kaianlegget vil være synlig ved fjellveggen store deler av dagen og slik forandre landskapsbildet noe.

Tunnelpåhugget er moderat av størrelse og kaianlegget er forholdsvis lite, og den foreslåtte utformingen gjør at det integreres godt visuelt med eksisterende fjellside.

Vurdering av påvirkning

Tiltaket i alternativ 1 er forholdsvis godt tilpasset landskapet, og underordner seg landskapets skala.



Flytekai og tunnelpåhugg med tilhørende fjellsikring er i en ellers liten berørt del av fjordskråningen.

Påvirkningen vurderes som *noe forringet*.

Konsekvensvurdering

Alternativ 1 vurderes å ha noe negativ konsekvens (-) sammenlignet med 0-alternativet.

Samlet vurdering av konsekvenser

Samlet vurdering av konsekvenser er vist i tabell 7-6.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 7-6: Samlet vurdering av konsekvenser for landskapsbilde

Delområder	Alternativ 0	Alternativ 1
1. Vestsiden av Frierfjorden	0	0/-
2. Østsiden av Frierfjorden	0	-
Avveining	Alternativ 0 er sammenligningsalternativet og har pr definisjon ingen konsekvens	Alternativet har moderat fjernvirkning fra vestsiden av fjorden, men medfører inngrep i enn ellers uberørt del av det særpregete landskapet på østsiden.
Samlet vurdering	0	- Noe negativ konsekvens

7.3.6 Usikkerhet

Det er noe usikkerhet knyttet til hvor stort inngrep som vil være nødvendig for å etablere tunnelpåkugg, bl. a. omfang og teknisk løsning for fjellsikring. Dette vil detaljeres i en senere fase.

7.3.7 Avbøtende tiltak

Det er beregnet at det kommer ca. 1 skip per dag til kaianlegget mandag-fredag. Altså vil det hovedsakelig være kaianleggets front og tunnelåpningen som er synlig utenfra når det ikke ligger skip til kai. Det er i det etterfølgende listet opp enkelte grep som kan bidra til å dempe påvirkningen fra det planlagte tiltaket.

- Materialvalg og fargevalg på det permanente anlegget bør harmonisere med den eksisterende fjellveggen med sikte på å dempe fjernvirkningene.
- Fargevalg på skip som legger til bør vurderes med sikte på å dempe fjernvirkningene ved lossing.
- Unngå unødige inngrep i fjellside og skogsterreng i planområdet.
- Unngå at skip ligger til kai utover nødvendig tidsrom av hensyn til fjernvirkninger som følge av belysning fra skip og kai.

7.3.8 Konsekvenser i anleggsfasen

Det forventes ikke vesentlige konsekvenser i anleggsfasen for dette temaet.

7.3.9 Oppfølgende undersøkelser

Det er ikke identifisert behov for oppfølgende undersøkelser for dette temaet.

7.4 Naturmangfold

7.4.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for tema naturmangfold:

Biologisk mangfold/naturmiljø på land

Utredningen skal omhandle naturtyper og artsforekomster som har betydning for dyr og planter sitt levegrunnlag. Det gjennomføres en naturtypekartlegging og viltkartlegging. Viktige kriterier for utvelgelse og verdisetting av områder er artsmangfold, habitatkvalitet, størrelse og grad av påvirkning. Det henvises til Direktoratet for naturforvaltning (DN - nå Miljødirektoratet) sin håndbok 13 for en nærmere redegjørelse av kriteriene. Systemet for verdisetting har tre verdikategorier: Svært viktig (A-verdi), viktig (B-verdi) og lokalt viktig (C-verdi). Tilgjengelige naturdatabaser og litteratur blir gjennomgått for å samle eksisterende kunnskap om området. Undersøkelsene har til hensikt å danne et godt kunnskapsgrunnlag (jf. § 8 i Naturmangfoldloven), angi avbøtende tiltak (jf. § 12 i naturmangfoldloven), samt si noe om den samlede belastning på naturmangfoldet (jf. § 10 i Naturmangfoldloven).

Naturtilstanden i Frierfjorden, Kongkleiv og Eidangerfjorden

Naturtilstanden i Frierfjorden er kjent (jf. Vann-nett). Fjorden er en av de mest undersøkte fjordområdene i Norge, og den økologiske tilstanden er undersøkt og karakterisert via bløtbunnsprøvetakinger og analyser. Vannforekomsten utenfor Kongkleiv har en antatt moderat økologisk tilstand og en dårlig kjemisk tilstand i henhold til Vannforskriften. Det anses at tiltaket ikke medfører behov for kartlegging med tilhørende sedimentanalyser i fjorden.

Det vil foretas en sammenstilling av resultatene fra relevante undersøkelser av Frierfjorden og Eidangerfjorden. Sammenstillingen vil i prosessen presenteres og eventuelt drøftes med Miljødirektoratet for å avklare behovet for ytterligere undersøkelser.

Sedimentforurensningen i manøvreringsområdet og ved kaianlegget – Kongkleiv vil utredes. Resultatene fra undersøkelsen vil tilpasses og anvendes i denne temautredningen.

Risiko for forurensning som følge av propelloppvirvling ved manøvrering og aktivitet ved kaianlegget vil bli gjennomført. Modelleringen vil ta utgangspunkt i de fartøy som NOAH planlegger brukt ved kaianlegget, samt antall anløp ved oppstart.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Befaring og innhenting av foreliggende kunnskap basert på tidligere utredninger.

Metode/fremstilling:

DNs håndbok 13, revidert utgave Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold legges til grunn, samt konsekvensvurdering basert på metodikken i Statens vegvesenets håndbok V712 «Konsekvensanalyser».

Propelloppvirvling iht. modellering av propellstrøm, Miljødirektoratets relevante veiledninger og Naturtilstand, jfr. veileder Klassifisering av miljøtilstand i vann. 02/2013 Miljødirektoratet. Tekstlig vurdering.

Det er utarbeidet egnedelutredninger om dette tema, jf. kap. 7.7 og 7.15 i fastsatt planprogram. Utredningene er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til disse for utfyllende informasjon.

7.4.2 Metode

Metoden i utredningene for naturmangfold baseres på Statens vegvesens håndbok V712 (2018).

Definisjon og avgrensning

Temaet omhandler naturmangfold knyttet til terrestriske (landjord), limniske (ferskvann) og marine (brakkvann og saltvann) systemer, inkludert livsbetingelser knyttet til disse.

Registreringskategorier

Områdetyper som skal registreres i henhold til metodikken i håndbok V712 er vist i tabell 7-7.

Kartlegging av naturmangfold knyttes til to nivåer:

- Landskapsnivå, registreringskategorien landskapsøkologiske funksjonsområder.
- Lokaltetsnivå inkludert enkeltforekomster er delt inn i fire registreringskategorier, se tabell 7-7

Tabell 7-7: Registreringskategorier for naturmangfold. Kilde: Statens vegvesens håndbok V712.

Kategorier	Forklaring
Landskapsøkologiske funksjonsområder	Viktige arealer for naturmangfold, bundet sammen av områder med naturkvaliteter som legger til rette for vandring/spredning (økologisk flyt) mellom disse. Landskapsøkologiske funksjonsområder (se Figur 6-16) bidrar til bevaring av levedyktige bestander av arter gjennom flyt av gener/individer mellom leveområder. Landskapsøkologiske funksjonsområder faller inn under definisjonen av «grønn infrastruktur», jmfør Stortingsmelding 14 (2015-16).
Vernet natur	Verneområder etter naturmangfoldloven. Prioriterte arter og deres økologiske funksjonsområder.
Viktige naturtyper	Viktige naturtyper på land, i ferskvann og marint. Jmfør håndbøker fra Miljødirektoratet om kartlegging av naturtyper og marine typer (håndbok 13 og 19). Utvalgte naturtyper. Naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse, se forklaring i tekst.
Økologiske funksjonsområder for arter	Områder som oppfyller en økologisk funksjon for en art. Omfatter områder i ferskvann, brakkvann, kystvann og på land. Omfatter arealer med viktige økologiske funksjoner som ikke fanges opp av naturtypenivået. Funksjonsområder kan variere mye i utstrekning, og inkluderer også mindre områder i form av forekomster av arter med spesielle miljøkrav. Funksjonsområder kan omfatte flere arter som opptre sammen på samme ressurs. Eksempler på økologiske funksjonsområder er gitt i Tabell 6-21.
Geosteder	Et avgrenset område som representerer en del av vår geologiske arv.

Kartlegging av områder på land

Kartlegging av området på land er gjennomført av BioFokus, og dokumentert i egen delrapport. Arbeidet har omfattet kartlegging av:

- Områder spesielt viktige for bevaring av biologisk mangfold (viktige naturtyper) etter DN-håndbok 13 (Direktoratet for Naturforvaltning 2007) (13)
- Viktige viltområder etter DN-håndbok 11 (13)
- Levesteder for rødlistearter iht. den norske rødlista (14))
- Forekomster av svartlistearter iht. Fremmede arter i Norge - med norsk svartliste 2012 (Gederaas et al. 2012) (13)

For detaljer rundt metode henvises til delrapporten.

Vurderinger av sjøområdene

For datagrunnlag og metodikk benyttet til beregninger og vurdering av propelloppvirvling vises det til delrapport utarbeidet av DNV GL (11). For en detaljert beskrivelse av metodikk for verdivurdering og konsekvens henvises det til rapport fra Norconsult (2015) som er gjengitt i vedlegg i DNV GLs rapport, men metodikken som er benyttet bygger på en syntese av prinsipper slik disse fremkommer i følgende referanser:

- Norsk Standard NS 5814, juli 2008 Krav til risikovurderinger
- Norconsults prinsipper for grovrisikoanalyse, jf. rapporten fra 2015
- Statens vegvesen håndbok V712. Juni 2014. kap. 6. Ikke prissatte konsekvenser
- Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veiledning 02:2013. Vann fra fjell til fjord
- Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold. Direktoratet for naturforvaltning. Håndbok 13:2007.
- Kartlegging av marint biologisk mangfold. Direktoratet for naturforvaltning. Håndbok 19:2007.

Verdivurdering

Kriteriene for verdivurdering i V712 er benyttet, se tabell 7-8.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 7-8: Kriterier for verdivurdering, tema naturmangfold. Kilde: Statens vegvesens håndbok V712.

Verdi Kategori	Uten betydning	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
Landskaps-økologiske funksjonsområder		Områder med mulig landskaps økologisk funksjon. Små (lokalt viktige) vilt- og fugletrekk.	Områder med lokal eller regional landskapsøkologisk funksjon. Vilt- og fugletrekk som er viktig på lokalt/ regionalt nivå. Områder med mulig betydning i sammenbinding av dokumenterte funksjonsområder for arter.	Områder med regional til nasjonal landskaps-økologisk funksjon. Vilt- og fugletrekk som er viktig på regionalt/ nasjonalt nivå. Områder som med stor grad av sikkerhet bidrar til sammenbinding av dokumenterte funksjonsområder for arter.	Områder med nasjonal, landskapsøkologisk funksjon. Særlig store og nasjonalt/ internasjonale viktige vilt- og fugletrekk. Områder som med stor grad av sikkerhet bidrar til sammenbinding av verneområder eller dokumenterte funksjonsområder for arter med stor eller svært stor verdi.
Vernet natur				Verneområder (naturmangfoldloven §§ 35-39 ⁵⁹) med permanent redusert verneverdi. Prioriterte arter i kategori VU og deres ØFO ⁶⁰ .	Verneområder (naturmangfoldloven §§ 35-39). Øverste del forbeholdes verneområder med internasjonal verdi eller status, (Ramsar, Emerald-nettverk m.fl). Prioriterte arter i kategori EN og CR og deres ØFO ⁶⁰ .
Viktige naturtyper		Lokaliteter verdi C (øvre del)	Lokaliteter verdi C og B (øvre del)	Lokaliteter verdi B og A (øvre del) Utvalgte naturtyper verdi B/C (B øverst i stor verdi).	Lokaliteter verdi A Utvalgte naturtyper verdi A.
Økologiske funksjonsområder for arter ⁶¹		Områder med funksjoner for vanlige arter (eks. høy tetthet av spurvefugl, ordinære beiteområder for hjortedyr, sjø/ fjæreal med få/små funksjoner). Funksjonsområder for enkelte vidt utbredte og alminnelige NT arter. Ferskvannsfisk: Vassdrag/ bestander i verdikategori «Liten verdi» NVE rapport 49/2013 ⁵⁷ .	Lokalt til regionalt verdifulle funksjonsområder. Funksjonsområder for arter i kategori NT. Funksjonsområder for fredede arter ⁶² utenfor rødlista. Funksjonsområder for spesielt hensynskrevende arter ⁶³ Ferskvannsfisk: Vassdrag/ bestander i verdi-kategori «middels verdi» NVE rapport 49/2013 ⁵⁷ samt vassdrag med forekomst av ål.	Viktige funksjonsområder region Funksjonsområder for arter i kategori VU. Funksjonsområder for NT-arter der disse er norske ansvarsarter og/ eller globalt rødlistet. Ferskvannsfisk: Vassdrag/ bestander i verdikategori «stor verdi» NVE rapport 49/2013 ⁵⁷ samt viktige vassdrag for ål.	Store, veldokumenterte funksjonsområder av nasjonal (nedre del) og internasjonal (øvre del) betydning Funksjonsområder for trua arter i kategori CR (øvre del). Nedre del: EN-arter og arter i VU der disse er norske ansvarsarter og/eller globalt rødlistet. Ferskvannsfisk: Vassdrag/bestander i verdikategori «svært stor verdi» NVE rapport 49/2013 ⁵⁷ .
Geosteder		Geosteder med lokal betydning.	Geosteder med lokal-regional betydning.	Geosteder regional-nasjonale betydning.	Geosteder med nasjonal-internasjonale betydning.

7.4.3 Influensområde

Influensområdet er todelt:

- For områder på land er influensområdet avgrenset til sonen rundt ny kai og planlagt påhugg for tunnel

- For områder i sjø omfatter influensområdet Frierfjorden, hvor det vil etableres ny kai, og Eidangerfjorden, som vurderes som mest aktuell som resipient for vann fra renseanlegget til tiltaket

7.4.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering av områder på land

Naturgrunnlag og kunnskapsstatus

Kalkområdene på Eidangerhalvøya med tilgrensende areal sør til Langesundstangen og nord inn i Gjerpensdalen har grunnnet den kalkrike berggrunnen og et svært gunstig lokalklima en spesiell betydning for sørlige, varmekjære og kalkkrevende arter fra mange organismegrupper. Sammen med de andre kalkområdene innen det geologiske Oslofeltet utgjør kalkområdene i Grenland et nasjonalt kjerneområde for denne type arter, der en stor andel av disse er rødlistet. En lang rekke rødlistearter er utelukkende knyttet til Oslofeltets kalkgrunn. Karakteristiske naturtyper for kalkområdene i Oslofeltet er bl. a. kalkedelløvskog, kalkbarskog og åpen kalkmark. Alle disse er representert i planområdet.

Det foreligger fra tidligere flere rapporter om naturverdiene fra Eidangerhalvøya og Breviksområdet, først og fremst gjennom flere kommunale naturtypekartlegginger (Reiso 2012, Reiso og Olberg 2011) og i senere år også mer i detalj gjennom kommunedelplan og reguleringsplanarbeid med ny E18 (Solvang in prep). Det er bl. a. tidligere kjent fire naturtypelokaliteter fra planområdet. Inkludert kartleggingen i dette prosjektet er kunnskapen om naturtyper i planområdet og landskapet svært god.

Kunnskapen om karplanter, sopp, lav og moser regnes for god og tilstrekkelig som grunnlag for naturtypekartlegging, ikke minst ved de kompletterende spesialistkartleggingene i 2017. Spesielt for markboende sopp, lav og moser er det også tilkommet en del nye data høsten 2017. Etter de kartlegginger som er gjort er naturverdier og arts mangfold i området dermed godt kjent og dokumentert, og utgjør et godt grunnlag for å gjennomføre konsekvensutredning.

Landskapsøkologi

Eidangerhalvøya har som nevnt stor tetthet av kalknaturtyper og kalktilknyttede arter, der flere er nasjonalt sjeldne. Av viktige naturtyper kan åpen kalkmark og ulike kalkskogstyper, spesielt kalklindskog (inkl. kalkeikeskog), kalkfuruskog og kalkgranskog nevnes spesielt. Den store konsentrasjonen av slike naturtypelokaliteter på Eidangerhalvøya «binder» området sammen til en landskapsøkologisk enhet med totalt sett svært store naturkvaliteter. Sammen med de tilgrensende kalkarealene sørover i Bamble er det her bl.a. en av Oslofeltets største tettheter av verdifulle kalkskoger. På Eidangerhalvøya er det vests trentene langs Frierfjorden som er minst fragmentert og nedbygget, og som har de aller største arealene med mer eller mindre sammenhengende kalk(skogs)natur fra Versvik i nord og sør til Blekebakken.

Eidangerhalvøya er særdeles viktig i både nasjonal og internasjonal målestokk for en rekke arter, spesielt sopp, moser og lav, med viktige bestander av arter som er sjeldne nasjonalt og internasjonalt. Funn av en ny soppart for Norge ved undersøkelsene i 2017 understreker dette bildet. Stor tetthet av potensielle leveområder på landskapsnivå er viktig for at disse artene skal overleve på lang sikt.

Naturtyper

Totalt er det kartlagt tolv naturtypelokaliteter helt eller delvis innenfor planområdet, se tabell 7-9 og figur 7-15. Lokalitet nr. 6 (Kongkleivåsen S) er vurdert som godt avgrenset og beskrevet fra før og er videreført med samme avgrensing og beskrivelse som fra 2010. Øvrige naturtyper er oppdatert eller

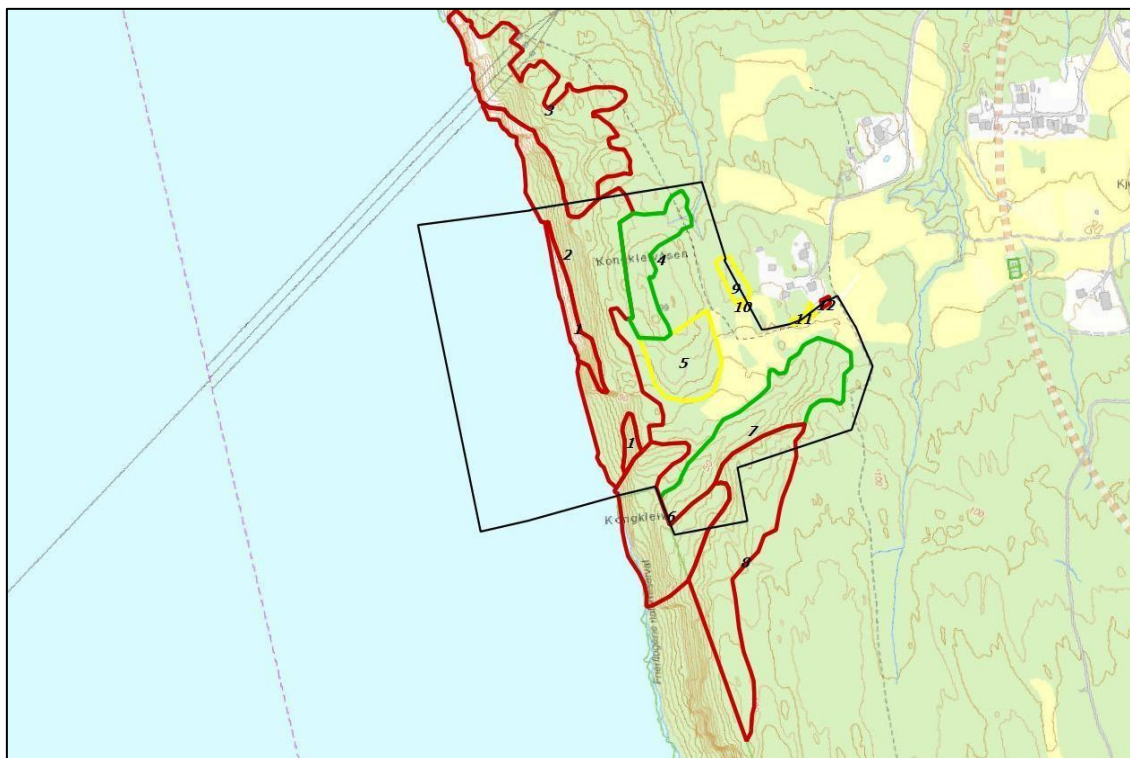
nyregistrert i forbindelse med dette KU-arbeidet eller allerede beskrevet i forbindelse med parallelle undersøkelser i forbindelse med reguleringsplan for E18 Langangen-Rugtvedt. Fullstendige naturtypebeskrivelser for nykartlagte og reviderte lokaliteter er vist i delrapport.

Tabell 7-9: Naturtypelokaliteter i tilknytning til planområdet.

Nr.	Navn	Data	Kommentarer
1	Kongkleivåsen V, bergvegg	Åpen kalkmark. A-verdi	Omfatter to polygoner. Begge ligger innenfor planområdet i sin helhet. Skilt ut som egen lokalitet 2017/2018.
2	Kongkleivåsen V	Kalkedelløvskog. A-verdi	Stor andel ligger innenfor planområdet, strekker seg videre nordover. Revidert 2017.
3	Kongkleivåsen N	Kalkedelløvskog. A-verdi	Sørenden ligger så vidt innenfor nord i planområdet. Revidert 2017.
4	Kongkleivåsen I	Kalkedelløvskog. B-verdi	Ligger innenfor planområdet i sin helhet. Nykartlagt 2017.
5	Kongkleivåsen II	Kalkedelløvskog. C-verdi	Ligger innenfor planområdet i sin helhet. Nykartlagt 2017.
6	Kongkleivåsen S	Kalkedelløvskog. A-verdi	Ligger delvis innenfor planområdet langs grense i sør. Ikke oppdatert. Beskrivelse fra 2010
7	Kongkleiv	Kalkedelløvskog. B-verdi	Ligger innenfor planområdet i sin helhet. Nykartlagt 2017.
8	Kongkleiv S	Kalkbarskog. A-verdi	Ligger delvis innenfor planområdet langs grense i sør. Nykartlagt 2017.
9	Kjørholtveien 35 NV	Tresatt kulturmark. C-verdi.	Ligger delvis innenfor planområdet langs grense i øst. Nykartlagt 2017
10	Kjørholtveien 35 V	Store gamle trær. C-verdi.	Ligger innenfor planområdet i sin helhet. Nykartlagt 2017.
11	Kjørholtveien 35 S	Store gamle trær. C-verdi.	Ligger delvis innenfor planområdet langs grense i øst. Nykartlagt 2017
12	Kjørholtveien 35	Store gamle trær. A-verdi.	Ligger delvis innenfor planområdet langs grense i øst. Nykartlagt 2017



Figur 7-14: Eksempler på naturtyper i planområdet. Venstre: Åpen kalkmark i form av nakne vestvendte kalkvegger som stuper i sjøen til Frierfjorden. Høyre: Kalkedelløvskog med eik, lind og hassel fra Kongkleivåsen V. Fotos: Sigve Reiso.



Figur 7-15: Oversiktskart over registrerte naturtypelokaliteter som ligger helt eller delvis innenfor avgrenset planområde (svart), der rødt omriss er verdi svært viktig A, grønt omriss er verdi viktig B og gult omriss er verdi lokalt viktig C. Nummerering viser lokalitetsnummer i denne rapporten, se også tabell 7-9.

Vilt

Som følge av tidspunktet på undersøkelsene i midtre del av oktober 2017, ble vilt lite fokusert i feltarbeidet. Generelt kan en anta at de rike løvskogslokalitetene innen planområdet har et rikt fugleliv, både med høy tetthet av hekkende par og med potensial for en variert fuglefauna både når det gjelder spurvefugl og hakkespetter. Foruten rovfugl foreligger få konkrete registreringer i området, men det er bl. a. observert gråspett ved Kongkleiv og dvergspett i områdene rundt Kjørholt. Dvergspett, svartspett og grønnspett hekker med stor sannsynlighet i området. Det er mer usikkert hvorvidt gråspett hekker, eller om dette er fugler på streif utenfor hekkesesongen. Alle disse artene er fåtallige på Eidangerhalvøya og i Porsgrunn kommune. Av spurvefugl hekker blant annet nøttekråke, stjermeis, løvmeis, bøksanger, gulsanger, kjernebiter og trolig andre arter med få eller relativt få hekkende par på Eidangerhalvøya for øvrig. Stær (NT) og vendehals kan hekke i hule trær i randsonene til kulturlandskapet. Stupene mot fjorden i vest har godt potensial for klippehekkende rovfugl. Det er kjent at vandrefalk årlig hekker i Frierbergene (Odd Frydenlund Steen, pers medd.). Det er også en hekkeplass for vandrefalk i bergskrenten innenfor planområdet, men som ikke har vært i bruk de siste par årene. Ellers hekker både hønsehauk og vepsevåk (begge NT), samt musvåk i skogen innenfor de vestvendte bergene. Det er også observasjoner av hubro (EN) i nærområdene i senere år, men det er usikkert om hekkelokaliteten er her eller lenger inn på halvøya. Av øvrige ugler hekker kattugle og trolig også hornugle i randsonene mot kulturlandskapet. Generelt sett er området viktig for skoglevende rovfuglarter på grunn av relativt store sammenhengende arealer med eldre skog med lite forstyrrelser.

Rødlistearter

Der er påvist hele 48 rødlistede arter av karplanter, lav, moser og sopp i planområdet. Fullstendig liste er vist i delrapport.

Rødlisteforekomstene er i stor grad tilknyttet de kartlagte naturtypelokalitetene. En del arter var kjent fra de to kalklindeskogene Kongkleivåsen N og S fra tidligere, men hovedvekten av rødlistefunnene for øvrig ble gjort under feltarbeidet i 2017. Den sjeldent store tettheten av rødlistearter understreker at planområdet huser det som kalles «hotspot-habitater» for rødlistede arter. «Hotspot-habitater» kan defineres som sjeldne, velavgrensede naturtyper med ansamlinger av rødlistearter, gjerne også mange rødlistearter med snevre habitatkrav, såkalte habitatspesialister.

Det er først og fremst den eldre kalklinde-eikeskogen langs stupkanten innenfor naturtypene Kongkleivåsen N, Kongkleivåsen V og Kongkleivåsen S, samt kalkbergene mot sjøen innenfor lokaliteten Kongkleivåsen V, bergvegg, som kan betegnes som «hotspotareal» og som huser uvanlig tette bestander av rødlistede arter. Kalklinde-eikeskogene er en spesiell utforming av kalklindeskog som karakteriseres med stedvis eikedominans, og har et nasjonalt tyngdepunkt langs sørvestskrentene langs Frierfjorden i området Blekebakken, Frierflogene, Kongkleiv og Hitterødområdet.

De fleste artene er mykorrhizasopper, og har symbiose (samliv) med røtter av lind, hassel og/eller eik. Dette elementet er i Norge bare knyttet til kalklind-hassel-eikeskog, og betegnes som kalklindeskogsopper.

Også kalkbergene langs vestskrenten skiller seg ut med store konsentrasjoner av rødlistearter av lav og moser, der flere sjeldne og varmekjære arter inngår. Også dette bergveggs miljøet fremviser «hotspot-habitat»-kvaliteter med naturverdier av nasjonalt til internasjonalt nivå. Bl. a. ble det funnet rike forekomster av den kritisk truede arten *Squamarina gypsacea* (CR) med minst hundre individer. Arten er i Telemark kun kjent fra de aller rikeste og varmeste kalkbergene langs Frierfjorden, der berget under Kongkleivåsen viser seg å være det aller mest gunstige voksestedet for arten i regionen, og trolig i Skandinavia som helhet. Kalkbergene ved Kongkleivåsen er høyst sannsynlig særdeles viktige for arten.

Av de 48 påviste rødlisteartene er hele 33 arter eller 69 prosent klassifisert som truet. Dette er en svært høy andel, noe som forsterker vurderingen av områdets viktige hotspotfunksjon.



Figur 7-16: Den sjeldne og kritisk truede laven *Squamarina gypsacea* (CR) finnes i stort antall og har ut i fra dagens kunnskap Norges rikeste bestand på de eksponerte og varme kalkbergene mot sjøen. Foto: Sigve Reiso.



Figur 7-17: Den direkte truede mosen dvergbegermose *Microbryum floerkeanum* (rødlig farge midt i bildet) på kalkrik naken jord i de varme vestvendte bergene mot sjøen. Foto: Sigve Reiso.

Fremmede arter

Det ble ikke påvist fremmede arter i planområdet under feltarbeidet. Trolig er det derfor ikke store bestander av slike, men enkelte av de vidt utbredte fremmede artene på Eidangerhalvøya som for eksempel brunskogsnegl og fremmede mispler kan finnes spredt. Sprikemispel er funnet i lokaliteten Kongkleivåsen S, sør for planområdet.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Delområder og verdivurdering

Tabell 7-10: Delområder / delmiljøer med verdibegrunnelse og KU-verdi.

Nr	Navn	Verdibegrunnelse	KU-verdi
1	Kongkleivåsen V, bergvegg	Åpen kalkmark. Naturtype A-verdi. «Hotspot-habitat» for rødlistearter. Svært stor verdi. Regional viltverdi.	
2	Kongkleivåsen V	Kalkedelløvskog. Naturtype A-verdi. «Hotspot-habitat» for rødlistearter. Svært stor verdi. Regional viltverdi.	
3	Kongkleivåsen N	Kalkedelløvskog. Naturtype A-verdi. Stor/svært stor verdi. Regional viltverdi.	
4	Kongkleivåsen I	Kalkedelløvskog. Naturtype sterk B-verdi. Lokal viltverdi.	
5	Kongkleivåsen II	Kalkedelløvskog. Naturtype C-verdi. Middels verdi. Lokal viltverdi.	
6	Kongkleivåsen S	Kalkedelløvskog. Naturtype A-verdi. Stor/svært stor verdi. Regional viltverdi.	
7	Kongkleiv	Kalkedelløvskog. Naturtype sterk B-verdi. Stor verdi. Lokal viltverdi.	
8	Kongkleiv S	Kalkbarskog. Naturtype A-verdi. Stor verdi. Lokal viltverdi.	
9	Kjørholtveien 35 NV	Tresatt kulturmark. Naturtype C-verdi. Middels verdi. Lokal viltverdi.	
10	Kjørholtveien 35 V	Store gamle trær. Naturtype C-verdi. Middels verdi.	
11	Kjørholtveien 35 S	Store gamle trær. Naturtype C-verdi. Middels verdi.	
12	Kjørholtveien 35	Store gamle trær. Naturtype A-verdi. Stor verdi.	
13	Øvrig natur	Åkerareal, ungsog og granplantasjer med skog. Liten verdi.	

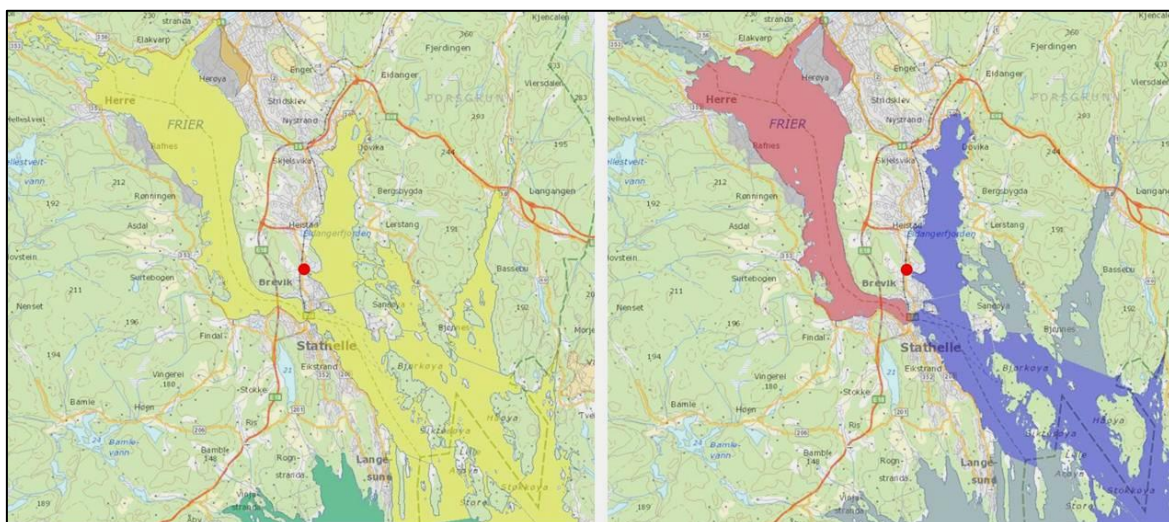
7.4.5 Områdebeskrivelse og verdivurdering av sjøområder

Frierfjorden

Tilstand

Frierfjorden er en sterkt ferskvannspåvirket fjord i vannregion Vest-Viken. Fjorden er ca. 14 km lang og ca. 3 km på det bredeste og er opp til 100 m dyp (innenfor terskelen ved Brevikbrua). Vannmassen i fjorden er permanent lagdelt, med lang utskiftningstid for bunnvann og med moderate strømhastigheter (1-3 knop). Fjorden er forurensset med flere miljøgifter som polyaromatiske hydrokarboner (PAH), dioksiner og metaller.

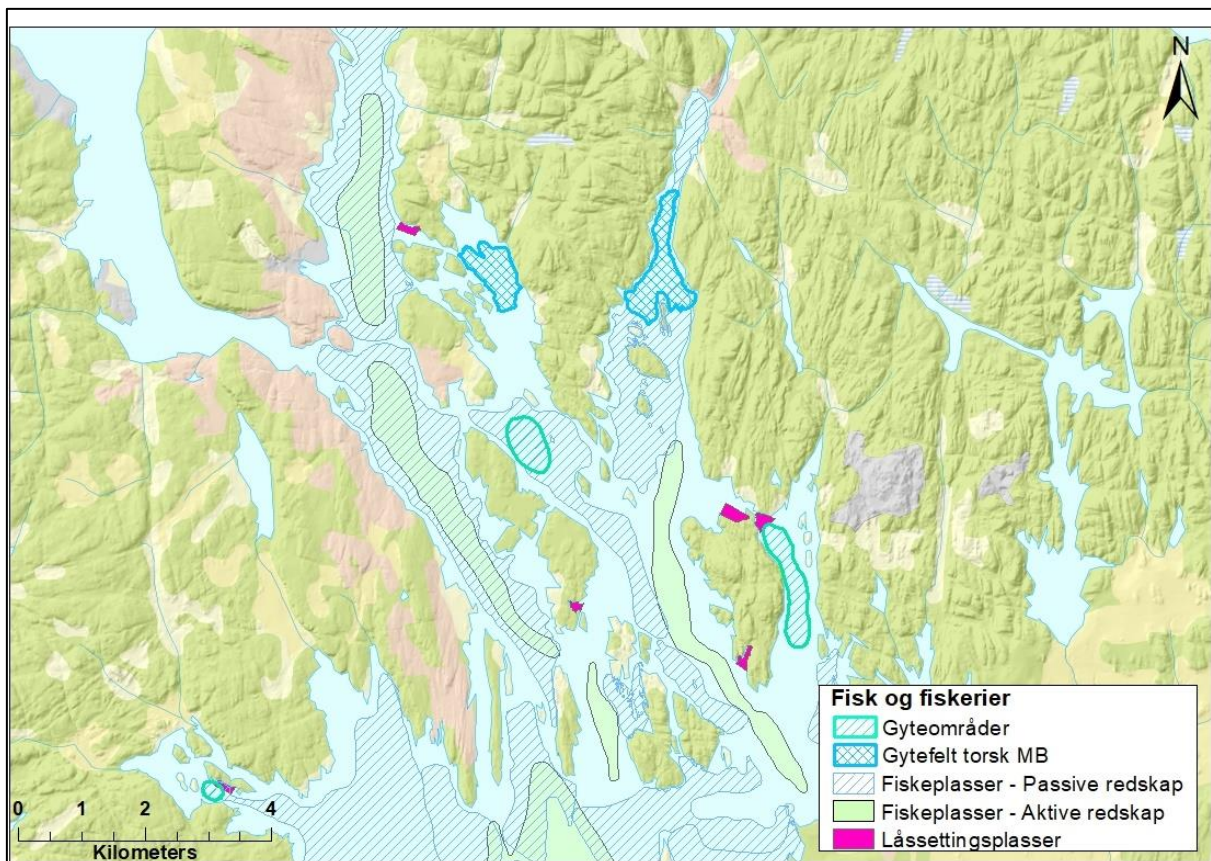
Økologisk- og kjemisk tilstand, basert på informasjon fra Vann-nett, er henholdsvis **Moderat** og **Dårlig**. Frierfjorden er påvirket av industriutslipp, diffus avrenning og utslipp fra transport/-infrastruktur. Sedimentet i fjorden er forurensset med flere stoffer som kvikksølv, dioksiner og hydrokarboner. Mattilsynet fraråder konsum av all fisk og skalldyr fanget i Volls fjorden og Frierfjorden ut til Brevikbrua. Det er i Vann-nett oppgitt at det er en risiko for at vannforekomsten ikke oppnår miljømålene om god kjemisk og økologisk tilstand uten tiltak.



Figur 7-18: Venstre: økologisk tilstand for vannforekomstene i området. Høyre: Kjemisk tilstand for vannforekomstene i området. Rød=oppnår ikke god, blå=oppnår god og grå=ikke definert

Fisk

Det er ikke registrert fiskeriområder eller gyteområder i Frierfjorden. Dette er antakeligvis delvis relatert til at området er underlagt kostholdsrestriksjoner, og at Frierfjorden generelt er forurensset (forurensset sjøbunn).



Figur 7-19: Gytefelt for kysttorsk, gyteområder og oppvekst og beiteområder innenfor analyseområdet. Figuren viser også fiskeplasser for aktive og passive redskaper innenfor analyseområdet (Fiskeridirektoratet/HI).

Naturverdier

Det er registrerte naturtyper flere steder i fjorden, blant annet en rekke lokaliteter med «bløtbunnsområder i strandsonen», hvorav de nærmeste ligger ved Asdalstrand og Surtebogen. Videre er det verneområder på Omborsnesholmane sør for planområdet, Ringsholmane nord for planområdet og Lagmansskjær lenger nord i fjorden

Det er registrert en rekke rødlistede arter i og rundt Frierfjorden. Flertallet av registreringene er fuglearter knyttet til marint miljø, men det er også registrert en del rødlistede plantearter i strandsonen.

Videre er både Frierfjorden og Eidangerfjorden en del av Svennerbassenget, som er en nasjonal laksefjord som det nasjonale laksevassdraget Lågen munner ut i, se figur 7-22. Laks og sjøørret som går opp i Telemarksvassdraget bruker også fjorden.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall



Figur 7-20: Kart over naturtyper og naturvernområder.

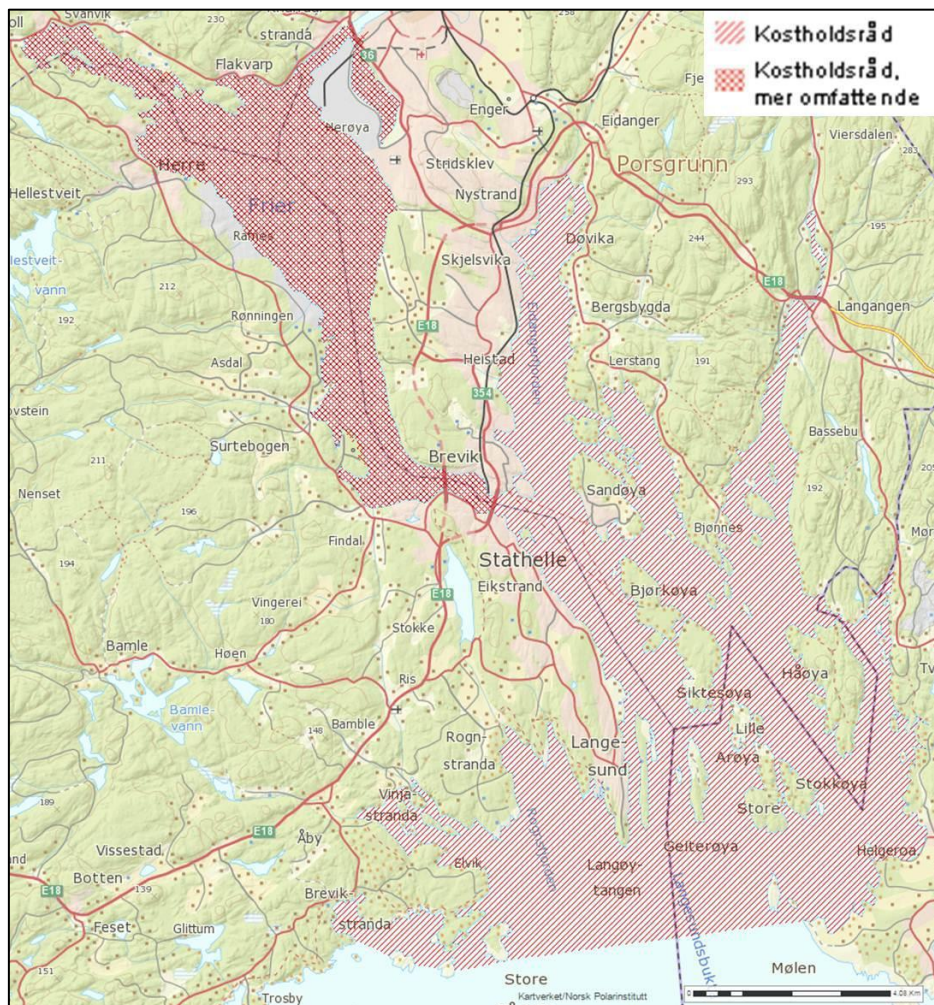
Eidangerfjorden

Vannforekomsten Eidangerfjorden er karakterisert som "Beskyttet kyst/fjord" som er permanent lagdelt og har et areal på 7 824 km² (Vann-nett.no). Fjorden er ca. 6,3 km lang, 0,8 – 1,2 km bred og om lag 100 m dyp i store deler. Oppholdstiden for bunnvann er oppgitt som moderat (uker) og strømhastigheten er moderat (1 – 3 knop).

I vann-nett står nå Eidangerfjorden oppgitt med «Moderat» økologisk tilstand, men det er oppgitt at informasjon mangler, og «Dårlig» kjemisk tilstand.

Vannforekomsten registrert med risiko for ikke å nå miljømålet om minimum "God" økologisk tilstand og "God" kjemisk tilstand innen 2021.

Også Eidangerfjorden er omfattet av Mattilsynets kostholdsråd, men de er her noe mindre omfattende enn i Frierfjorden.



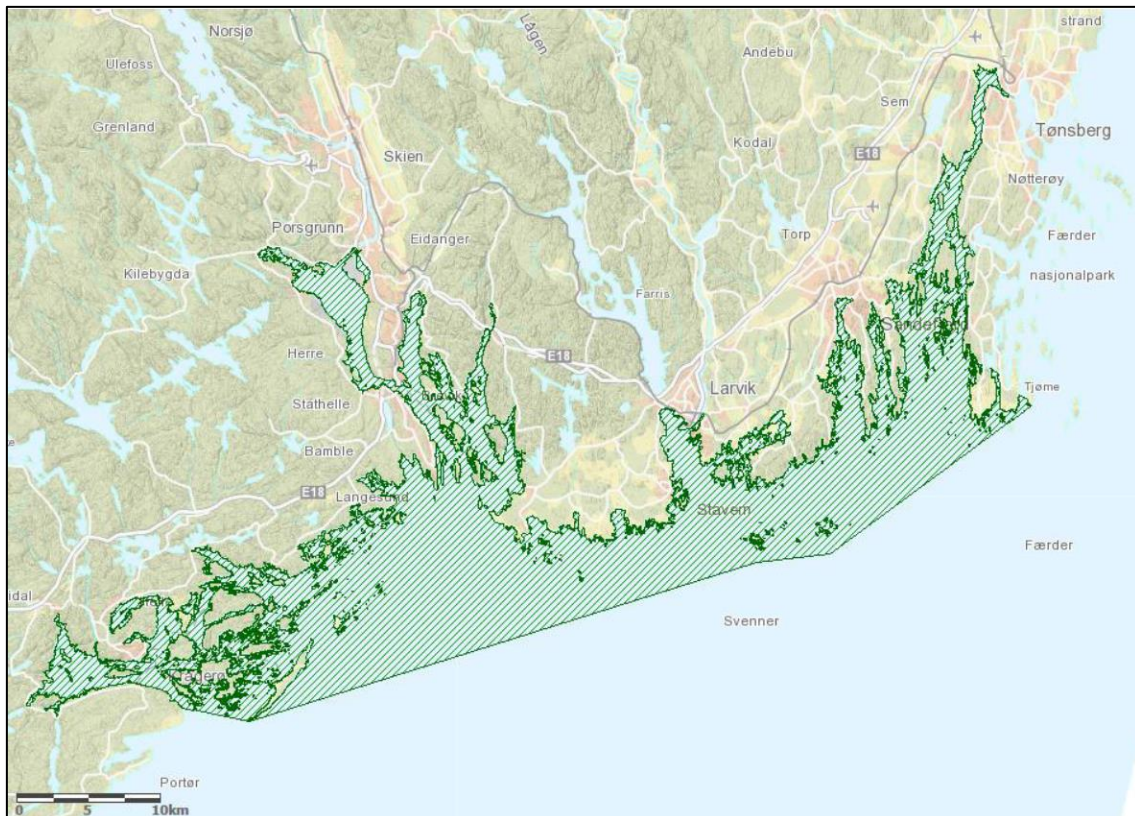
Figur 7-21: Områdene omfattet av kostholdsråd fra Mattilsynet (miljostatus.no)

Naturverdier

Det er registrert en rekke rødlistearter i fjordsystemet. Norconsults gjennomgang i 2015⁵ viste at det er registrert 136 rødlistede marine arter i Eidangerfjorden.

I Eidangerfjorden og utover i Langesundsfjorden er det på flere lokaliteter registrert "ålegrasenger" og "bløtbunnsområder i strandsonen". I Eidangerfjorden er det tre lokaliteter av typen "ålegrasenger" og ca. 15 lokaliteter av typen "bløtbunnsområder i strandsonen". I Langesundsfjorden er det en lokalitet av typen "ålegrasenger" og ca. 20 lokaliteter av typen "bløtbunnsområder i strandsonen". Alle disse er i Naturbase gitt verdi C, «lokalt viktige områder».

⁵ Norconsult: Delutredning: Naturtilstanden i Dalenbukta Eidangerfjorden. Rapport nr. 5144505-D, 4.9.2015

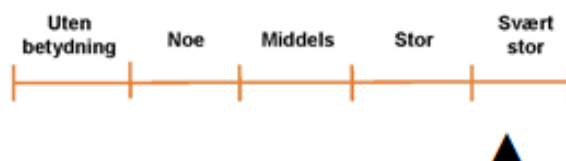


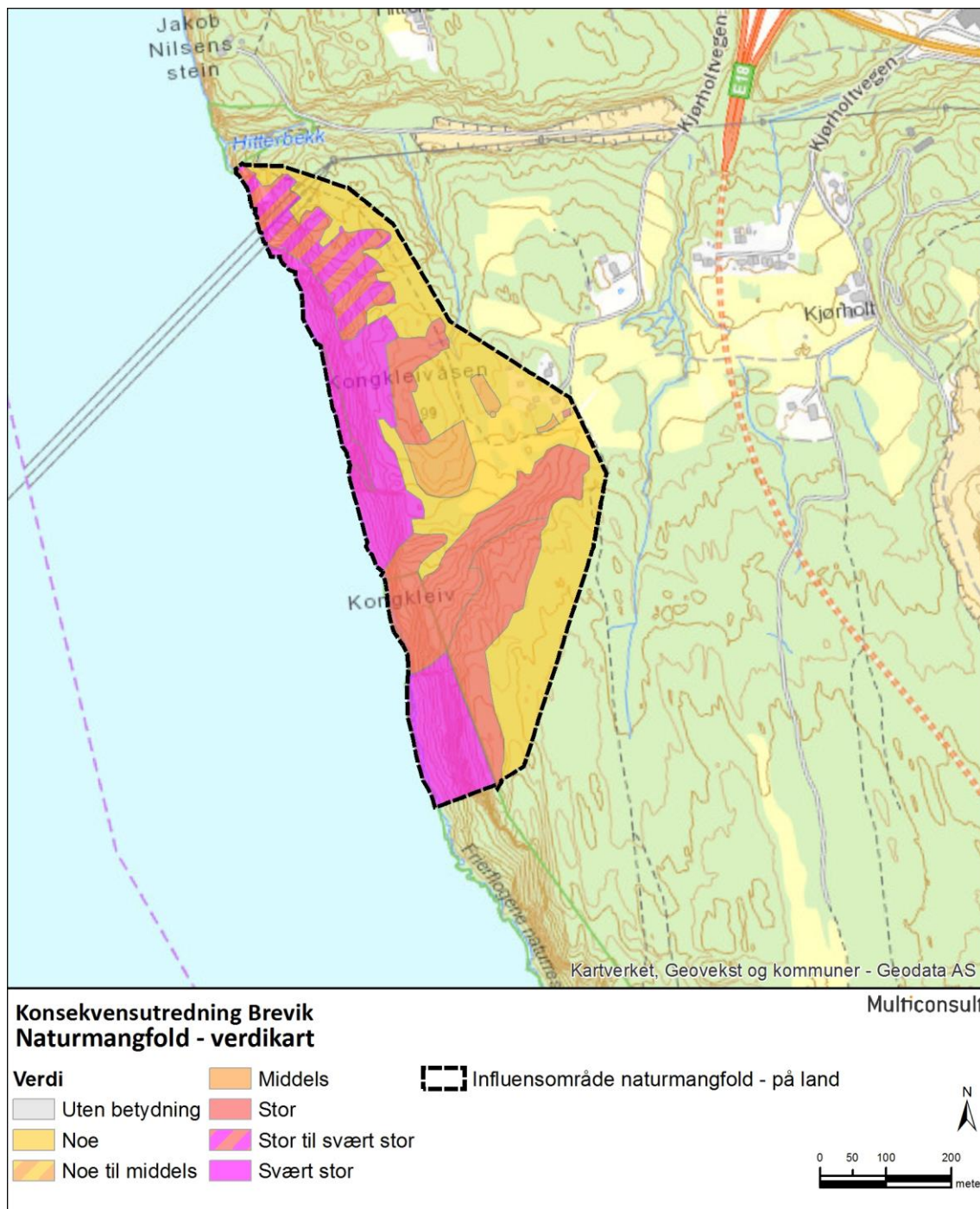
Figur 7-22: Svannefjordbassenget som er nasjonal laksefjord (Vannmiljø.no).

Verdivurdering

Både Frierfjorden og Eidangerfjorden er forurensset etter mange tiår med mye industrivirksomhet som har generert betydelige utslipp. Selv om utslippssituasjonen nå er langt bedre, er spesielt Frierfjorden sterkt påvirket, og har redusert tilstand. Likevel er det i begge fjordene en rekke naturtypelokaliteter, og det er flere verneområder for fugleliv. Videre er fjordsystemet inkludert i Svannefjordbassenget, som er en nasjonal laksefjord.

Verdien av begge fjordene vurderes på denne bakgrunn som *svært stor verdi*.





Figur 7-23: Verdikart naturmangfold – vist for områdene på land (sjøområdene har svært stor verdi)

7.4.6 Påvirkning og konsekvens

Påvirkning og konsekvens for områder på land

Tunnelåpning og nytt kaianlegg vil med foreslått beliggenhet langs sjøkanten innenfor planområdet medføre fysisk inngrep i lok. 1, se figur 7-15. Det er ikke endelig avklart om eventuelle sikringsarbeider vil berøre en liten del av lok. 2 eller søndre del av lok. 3, se figur 7-15. Lok. 1 og 2 utgjør de arealene innen planområdet med høyest verdi og med «hotspot-kvaliteter» for rødlistede arter både i nasjonal og internasjonal målestokk.

Fragmentering / oppdeling

En nedbygging av naturtyper innenfor planområdet, vil generelt føre til tap av viktige naturtyper i et landskapsperspektiv og føre til oppsplitting av den verdifulle naturen. Grenlands helt spesielle naturmiljøer med bl. a. kalkedelløvskog og åpen kalkmark som dekker små arealer i nasjonal målestokk, er spesielt sårbare for slik fragmentering. Naturmangfoldlovens bestemmelser i § 10 om samlet belastning bør muligens gjøres gjeldende for slike små rester av viktig natur i områder med sterkt nedbyggingspress. Økosystemene i Oslofjord-området generelt, og på kalkfjellet i Grenland spesielt, er under hardt press. Det kan derfor være relevant å vurdere presset på denne regionen samlet når restområder verdisettes og tiltak skal konsekvensvurderes. Ny tunnel på E18 ved Blekebakken lenger sør som også beslaglegger lignende «hotspot-habitat» med åpent kalkberg understreker dette trusselbildet. Areal som vests-krentene langs Frierfjorden som av topografiske årsaker tidligere ble sett på som lite truet, viser seg nå å ha et reelt nedbyggingspress.

Forurensing, forstyrrelse og støy

Transport av avfall med tunge kjøretøy fra kai vil generelt føre til økt forstyrrelse, støy og svevestøv. Forurensing fra svevestøv og eksos vil spesielt kunne forstyrre areal med artsrike kalkberg som ikke blir direkte berørt av tunnelåpningen innen lokalitet nr. 1. Spesielt vil mange av de rødlistede lav- og moseartene kunne påvirkes direkte negativt om det legger seg støv på bergene som dekker til artene, slik at de får redusert livskvalitet, eller indirekte ved at støvet påvirker kjemi/pH innen leveområdet for artene. Forurensing står oppført som mulig trussel i Artsdatabankens faktaark for mange av de rødlistede artene funnet i området.

Luftforurensing fra aktiviteten rundt tunnelmunningen, kan også ha en negativ påvirkning, spesielt ved vindforhold der eksos eller annen luftforurensing driver rett mot bergveggen. Det poengteres at det legges opp til elektrisk drift av skip til og fra kai, samt elektrisk losseløsning fra skip. Det antas at flere lavarter kan være følsomme for luftforurensing. Ventilasjonsanlegg, trekk og forurensing fra tunnelmunningen kan generelt forstyrre de stabile lokalklimatiske forholdene for de varmekjære artene, men ved gjennomføring av tiltaket er det lagt opp til innadrettet ventilasjon fra Frier til gruve. Dersom deler av luften fra gruva likevel skulle ledes ut ved Kongkleiv, vil dette kunne gi et annet bilde. Andre mulige forstyrrelsesfaktorer er om installasjoner/kjøretøy/skip skygger for berg og forstyrrer mikroklima for varmekjære arter.

Transport av avfall gir også en økt risiko for forurensing ved at avfallsstoffer som fraktes inn til anlegget kan lekke ut til omgivelsene. Det er først og fremst naturtypene rundt tunnelåpningen som kan være utsatt, slik planene foreligger.

All aktivitet ved tunnelåpningen i forbindelse med transport vil, både ved aktiviteten i seg selv (tilstedeværelse og bevegelse av mennesker og maskiner) og støy fra arbeidene kunne innebære forstyrrelse på fugler og annet vilt i bergskrentene. Spesielt kan hekkende rovfugler, som vandrefalk, være følsomme for forstyrrelser i hekkeperioden. Forstyrrelser kan risikere å bidra til at hekkingen mislykkes eller at hekkelokaliteten blir forlatt.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 7-11: Delområder/delmiljøer med vurdert påvirkning og konsekvens for alternativ 1.

Område	Påvirkning ved realisering av alternativ 1	Konsekvens
Kongkleivåsen V, bergvegger	Verdi: Åpen kalkmark. <u>Svært stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Vil ligge i eller nær planlagt tunnelmunning med rassikring og kai. Antatt stor innvirkning både direkte og indirekte. Vesentlige forandringer fra dagens situasjon. Påvirkningen vurderes som <u>forringet/svært forringet.</u>	Meget stor negativ 4 minus (----)
Kongkleivåsen V	Verdi: Kalkedelløvsog. <u>Svært stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte innvirkning, men ligger nær tiltaket og vil antatt ha stor direkte innvirkning ifm. rassikring. Vesentlige forandringer fra dagens situasjon. Påvirkningen vurderes som <u>forringet.</u>	Stor til meget stor negativ 3-4 minus (---/----)
Kongkleivåsen N	Verdi: Kalkedelløvsog. <u>Svært stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte innvirkning, men ligger nær tiltaket og kan påvirkes av rassikring avhengig av plassering av tunnel. Mulige forandringer fra dagens situasjon, men ligger et stykke unna planlagte inngrep. Påvirkningen vurderes som <u>noe forringet.</u>	Stor negativ 2 minus (--)
Kongkleivåsen I	Verdi: Kalkedelløvsog. <u>Stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel, kai og rassikring ikke har direkte innvirkning. Mulige forandringer fra dagens situasjon, men ligger et stykke unna planlagte inngrep. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Kongkleivåsen II	Verdi: Kalkedelløvsog. <u>Middels verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte innvirkning, og i liten grad indirekte negative konsekvenser. Mulige forandringer fra dagens situasjon, men ligger et stykke unna planlagte inngrep. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Kongkleivåsen S	Verdi: Kalkedelløvsog. <u>Svært stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai i liten grad har direkte innvirkning, men vil ligge nær lokaliteten. Indirekte negative konsekvenser som bl.a. forurensing er sannsynlige. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig</u>	Ubetydelig (0)
Kongkleiv	Verdi: Kalkedelløvsog. <u>Stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte innvirkning, og trolig heller ingen indirekte negative konsekvenser. Mulige forandringer fra dagens situasjon, men ligger et stykke unna planlagte inngrep. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Kongkleiv S	Verdi: Kalkbarskog. <u>Svært stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte innvirkning, og i liten grad indirekte negative konsekvenser. Mulige forandringer fra dagens situasjon, men ligger et stykke unna planlagte inngrep. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Kjørholtveien 35 NV	Verdi: Tresatt kulturmark. <u>Middels verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte eller indirekte innvirkning. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Område	Påvirkning ved realisering av alternativ 1	Konsekvens
Kjørholtveien 35 V	Verdi: Store gamle trær. <u>Middels verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte eller indirekte innvirkning. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Kjørholtveien 35 S	Verdi: Store gamle trær. <u>Middels verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte eller indirekte innvirkning. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Kjørholtveien 35	Verdi: Store gamle trær. <u>Stor/svært stor verdi.</u> Påvirkning: <u>Vurdert mot dagens tilstand (0-alternativet):</u> Antatt at tunnel og kai ikke har direkte eller indirekte innvirkning. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)
Øvrig natur	Verdi: Landskapsøkologiske sammenhenger. <u>Liten verdi.</u> Påvirkning: Ingen planlagte inngrep. Påvirkningen vurderes som <u>ubetydelig.</u>	Ubetydelig (0)

Påvirkning og konsekvens for sjøområdene

Forurensing fra skip

Økningen i skipstrafikk i Frierfjorden på grunn av den planlagte aktiviteten til NOAH tilsvarer i størrelsesorden 11 prosent ved maksimalt antall anløp som legges til grunn for konsekvensutredningen (230 skip/år). Økningen i utlekking av metaller fra bunnstoff, hvor kobber er mest relevant, fra skipsmaling grunnet NOAHs planlagte aktivitet vil være liten. Temaet er omtalt mer detaljert i kapittel 6.5.1.

Utslipp fra lossing

Søl ved lossing av behandlet avfall vil kunne medføre noe avfall til sjø spesielt lokalt. Det er imidlertid forventet mindre utslipp enn ved Langøya, hvor man selv etter lang tids drift ikke har målt nivåer over tilstandsklasse I eller II siden 2010, noe som er lavt (tilsvarer naturlige bakgrunnskonsentrasjoner). Temaet er omtalt mer detaljert i kapittel 6.5.2.

Oppvirvling av forurensede sedimenter

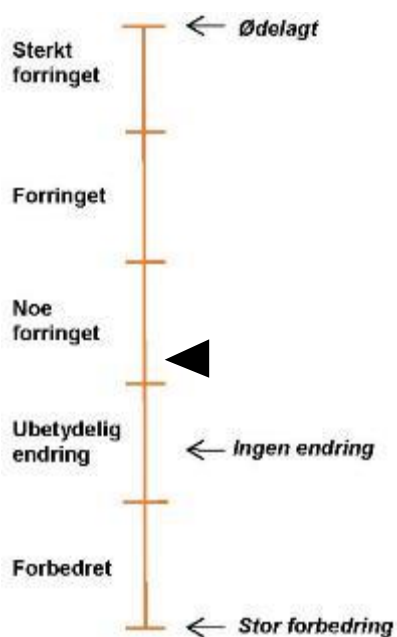
Modellering utført av DNV GL viser at potensialet for erosjon er til stede innenfor -20 m koten og at et sjøbunnsareal maksimalt tilsvarende 2 300 m² potensielt kan eroderes, men dette er avhengig av sedimenttype. På lokaliteten ved Kongkleiv er det relativt sterkt skrånende bunn og det er forventet at det er lite løsmasser med en slik topografi, noe som i stor grad er bekreftet av undersøkelser gjennomført av Norsk Maritim Museum (2018) (16). Topografien viser at ca. 50 m ut fra land er det > 30 m vanddyb og det er sannsynlig, basert på foreliggende skisse av mulig kaiutforming, at skipene vil ligge utenfor -20 m koten. Da vil erosjonsproblematikken i forhold til propelloppvirvling i stor grad ikke være relevant. Vurderingen er derfor at det er forventet liten til ubetydelig oppvirvling av løsmasser ved den planlagte kaien ved Kongkleiv.

Utslipp av rensed avløpsvann

Som omtalt i kapittel 6.5.2 **Feil! Fant ikke referanseilden.** vil rensed avløpsvann fra deponiet i Dalen gruve ha lavere konsentrasjoner enn vannet som pumpes ut fra gruen i dag. Overordnet er det i nærheten til utslippspunktet at konsentrasjoner over tilstandsklasse II kan forventes.

Vurdering av påvirkning

Endringene for resipientene som følge av alternativ 1 kan være knyttet til forurensning fra skip i drift, lossing av behandlet uorganisk farlig avfall, oppvirvling av forurensede sedimenter fra skip som manøvrerer ved kai, samt utslipp av rensed avløpsvann.



Det vurderes å være små forskjeller i belastning på de to delområdene Frierfjorden og Eidangerfjorden. Begge delområdene vil få en beskjeden økning i forurensning som følge av økt skipstrafikk.

Frierfjorden kan få svakt økt forurensningsbelastning fra støv/søl ved lossing og oppvirvling av sedimenter fra skip som skal til og fra kai. Det forventes imidlertid lave nivåer og lokalt ved kai.

Tilførselen av forurensning til Eidangerfjorden vil være mindre enn i alternativ 0, siden utslippet i dag har høyere forurensningskonsentrasjoner enn rensed vann. I alternativ 1 vil det kun være lokalt rundt utslippspunktet at konsentrasjonen overstiger tilstandsklasse 2, og påvirkningen for tilstanden i fjordsystemet vurderes å være liten til moderat.

Påvirkningen for Frierfjorden vurderes å være *noe forringet*, mens Eidangerfjorden får en forbedring sammenlignet med alternativ 0.

Vurdering av konsekvens

For delområde Frierfjorden vurderes alternativ 1 å gi *noe negativ konsekvens (-)*. For delområde Eidangerfjorden vil alternativ 1 gi *noe positiv konsekvens (+)*.

Samlet vurdering av konsekvenser

Samlet vurdering av konsekvenser for naturmangfold er vist i Tabell 7-12. **Feil! Fant ikke referanseilden..**

Tabell 7-12: Samlet vurdering av konsekvenser for naturmangfold

Delområder	Alternativ 0	Alternativ 1
1. Kongkleivåsen V, bergvegg		----
2. Kongkleivåsen V		(---/- ---)
3. Kongkleivåsen N		--
4. Kongkleivåsen I		0
5. Kongkleivåsen II		0
6. Kongkleivåsen S		0
7. Kongkleiv		0
8. Kongkleiv S		0
9. Kjørholtveien 35 NV		0
10. Kjørholtveien 35 V		0
11. Kjørholtveien 35 S		0
12. Kjørholtveien 35		0
13. Øvrige naturområder på land		0
14. Frierfjorden		-
15. Eidangerfjorden		+
Avveining	Alternativ 0 er sammenligningsalternativet og har pr definisjon ingen konsekvens	Alternativet gir inngrep i lokaliteter i vestsikanten av planområdet hvor det er påvist nasjonale/internasjonale kvaliteter. Inngrepet i bergveggen er i konflikt med nasjonale mål om bevaring av biologisk mangfold
Samlet vurdering	0	---- Svært stor negativ konsekvens

7.4.7 Usikkerhet

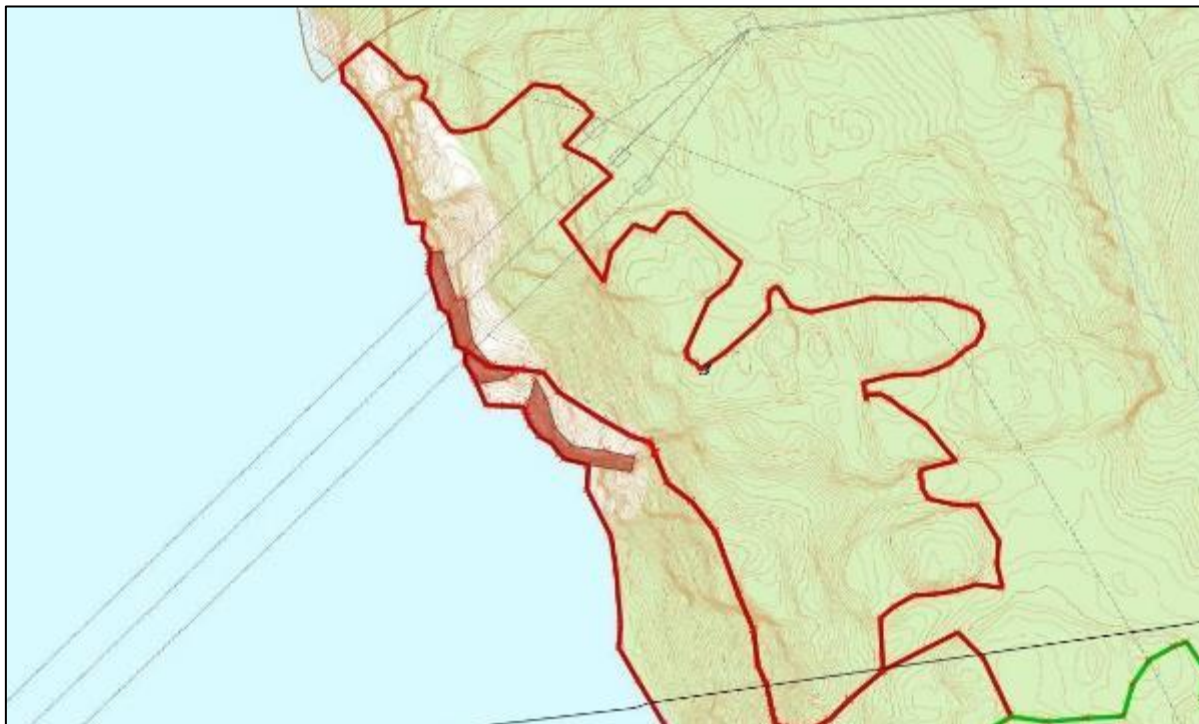
Det er knyttet usikkerhet til konsekvensvurderingene, da forslaget er på et tidlig stadium og ikke er endelig fastlagt i detalj.

Usikkerheten ligger først og fremst i omfanget ved etablering av kai, tunnelpåhugg og behovet for rassikring på oversiden av tunnelmunningen. Arealet til disse formål utgjør en liten andel av bergveggens samlede areal. Videre planarbeid kan derfor avdekke inngrep som forandrer omfanget av en eller flere delområder, spesielt de som i denne omgang er satt til lite-intet negativt omfang.

7.4.8 Avbøtende tiltak**Vurdere justert plassering av kai og tunnelmunning**

Ved supplerende undersøkelser våren 2018, ble også de bratte kalkveggene 200 m videre nord for planområdet raskt befart og kartlagt (Figur 7-24). Kalkveggene viste seg på samme måte som innenfor planområdet å ha høy verdi, men med lavere tetthet av rødlistede lav og moser samtidig som de aller mest krevende lav- og moseartene ikke ble observert. Mulige forklaringer på dette kan være dominans av nokså «ferskt» eksponerte vegger som følge av ras, der lav og moser ikke ennå har fått etablert seg i samme grad som lenger sør, eller som følge av mer dominans av hardere og noe fattigere kalkberg som i mindre grad huser de aller mest krevende artene. For å unngå direkte

inngrep i de aller viktigste «hotspot» arealene innen delområde 1, kan derfor et mulig avbøtende tiltak være å legge tunell og kai i tilknytning til bergveggene lenger nord eller andre steder. De negative direkte og indirekte konsekvensene på skogkvalitetene i overkant av bergene vil trolig bli tilsvarende som lenger sør, men de negative direkte inngrepene i bergveggen vil bli noe mindre (men fremdeles store), spesielt i forhold til de aller mest krevende enkeltartene av lav- og moser. Det anbefales derfor at mulighetene for å flytte tunnelmunning og kai vurderes, og i denne sammenheng påpekes at plassering av tunnelpåhugg i bergveggens randsoner. Kai bør forankres lavest mulig (lavere enn tre meter over vannspeilet). I tillegg kan teknisk løsning for transport av behandlet avfall fra skip til tunnel utvikles med sikte på å redusere inngrep i anleggsfasen og påvirkning i driftsfasen.



Figur 7-24: Røde felt viser undersøkte bergvegger nord for planområdet (sort strek) med noe lavere verdi enn bergveggene innen delområde 1.

7.4.9 Konsekvenser i anleggsfasen

I anleggsfasen vil de nærmeste omgivelsene til planlagt kai og tunnelmunning bli usatt for støv, støy og rystelser i forbindelse med etablering av tunnelpåhugg. Sterkt støyende arbeider bør ikke utføres i hekkeperioden for fugl. Sårbare lav- og mosearter vil være følsomme for støv, og det er viktig å gjennomføre tiltak for å begrense støvspredning fra anleggsarbeidene.

7.4.10 Oppfølgende undersøkelser

Etter de kartlegginger som er gjort regnes naturverdiene og arts mangfoldet i planområdet som godt kjent og dokumentert. Det bør vurderes ytterligere og mer detaljerte kartlegginger av arts mangfold, da spesielt markboende sopp, når planene blir endelig fastlagt, for bedre å kunne styre unna de aller viktigste «hotspot-habitatene». Det bør også gjøres mer detaljerte kartlegginger hvis planområdet utvides.

7.5 Nærmiljø og friluftsliv

7.5.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for tema nærmiljø og friluftsliv:

Barn og unges oppvekstvilkår og interesser på land

Konsekvensutredningen skal beskrive hvordan tiltaket påvirker barn og unge og hvordan deres interesser ivaretas. Dette inkluderer vurdering av eventuelle konflikter med dagens arealbruk og hvordan planforslaget legger til rette for barn og unges bruk av området over graven/tunnel.

Følgende skal vies spesiell oppmerksomhet:

- Arealer og anlegg som skal brukes av barn og unge skal være sikret mot forurensning, støy, trafikkfare og annen helsefare.
- Ved omdisponering av arealer som i planer er avsatt til fellesareal eller friområde som er i bruk eller er egnet for lek, skal det skaffes fullverdig erstatning. Erstatning skal også skaffes ved utbygging eller omdisponering av uregulert areal som barn bruker som lekeareal, eller dersom omdisponering av areal egnet for lek fører til at de hensyn som er nevnt for å møte dagens eller framtidens behov ikke blir oppfylt.

Friluftsliv og rekreasjon på land

Konsekvensutredningen skal beskrive hvordan tiltaket påvirker friluftsliv og rekreasjon i berørte friluftsområder både i anleggs- og driftsperioden. Det skal vurderes hvordan tiltaket påvirker bruken og opplevelsen av områdene. Viktige aspekter er arealbeslag, tilgjengelighet, barrierevirkninger, støy- og luftsituasjon ved etablering og bruk av kai og tunnel ved Kongleiv i Frierfjorden.

Bruk av friluftsområder i sjø

Utredningen vil beskrive det allmenne båtliv/sjøliv og konflikter i forhold til dette.

Redegjørelsen vil være en beskrivelse og vurdering basert på foreliggende kunnskap.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Rikspolitiske retningslinjer for styrking av barn og unges interesser legges til grunn. Innhenting av eksisterende arealdata, tilgjengelig kartmateriale over viktige arenaer for barn og unge i dag. Forslagsstiller ønsker møte med FAU-er i Brevik.

Innhenting av eksisterende data fra offentlige databaser for friluftsliv og rekreasjon. Vurderingene fra temautredningene støy og luft innarbeides for å kartlegge påvirkningen på eksisterende friområder og turveier.

Innhenting av foreliggende kunnskap fra kommunen inkl. Grenland Havn og Kystverket.

Metode/fremstilling:

Tekstlig vurdering med figurer.

Det er utarbeidet egnedelutredningen om dette tema, jf. kap. 7.10, 7.11 og 7.14 i fastsatt planprogram. Utredningene er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til disse for utfyllende informasjon.

7.5.2 Metode

Metoden i utredningene for nærmiljø og friluftsliv baseres på Statens vegvesens håndbok V712 (2018). Temaet kalles i ny utgave av håndboken for Friluftsliv, by- og bygdeliv, men det er her valgt å beholde begrepene fra planprogrammet.

Definisjon og avgrensning

Friluftsliv er definert som opphold og fysisk aktivitet i friluft i fritiden med sikte på miljøforandring og naturopplevelse. Begrepet nærmiljø (by- og bygdeliv) defineres her som opphold og fysisk aktivitet i byer og tettsteder.

Temaet omfatter følgende deltemaer:

- Friluftslivsområder
- Utearealer i byer og tettsteder som er allment tilgjengelige (i hele eller deler av døgnet).
- Forbindelseslinjer for myke trafikanter
- Nett for tursykling

Sykel på offentlig vegnett inngår i vurderingene dersom temaet ikke er behandlet i prissatte konsekvenser.

Videre utredes hvilken påvirkning støy har på menneskers bruk og opplevelse av by- og friluftslivsområder.

Registreringskategorier

Områdetyper som skal registreres i henhold til metodikken i håndbok V712 er vist i tabell 7-13.

Tabell 7-13: Registreringskategorier for friluftsliv/by- og bygdeliv (fra Statens vegvesens håndbok V712)

Registreringskategori	Forklaring
Forbindelseslinjer/soner	
Ferdselsforbindelser	Sammenhengende forbindelseslinjer som brukes av gående og syklende (stier, løyper, gangveger og lignende).
Blå/grønne korridorer	Sammenhengende vegetasjonspregede forbindelsessoner som brukes av gående og syklende, samt ferdsel til vanns. Kategorien sammenfaller i stor grad med Grønkorridor i Miljødirektoratets veileder M98.
Sykelruter	Sykelruter som er en del av det offisielle vegnettet. NB! Denne kategorien benyttes bare dersom sykling ikke behandles som prissatt konsekvens. Må avklares i hvert enkelt prosjekt.
Geografiske områder	
Turområder	Fjell-, skog- og heiområder egnet for lengre turer til fots og på ski, jakt og fiske. Inkluderer også områder med tilrettelegging (merkede løyper, stier og overnattingssteder).
Utfartsområde	Store og små dagstuområder utenfor byer og tettsteder som innbyr til spesielle enkeltaktiviteter.
Nærturterreng	Allment tilgjengelige skogsområder på mer enn 200 daa, i gangavstand fra boligområder, skoler eller barnehager. Områdene er vanligvis naturlig avgrenset av veger, bebyggelse eller dyrka mark.
Marka/bymark	Sammenhengende utfartsområder som ofte grenser til byer og tettsteder, med direkte adkomst derfra.
Urbane uteområder	Opparbeidete områder som brukes til opphold og rekreasjon, eksempelvis gater, torg, allmenninger og promenader.
Leke- og rekreasjonsområder	Leke-/ballplasser, nærmiljøanlegg, hundremeterskog, badestrender, offentlig sikrede områder, parker o.l., mindre enn 200 daa. Ligger i bebyggelse, maks. 200 m fra boliger.
Strandsone med tilhørende sjø og vassdrag	Områder langs kyst, innsjøer og vassdrag med mulighet for allment friluftsliv. Områder på sjøen og øyer, strandsoner eller skjærgård.
Jordbrukslandskap som brukes til friluftsliv	Områder i jordbrukslandskapet med betydning for friluftsliv, med fri ferdsel til fots på frossen eller snølagt mark.
Andre rekreasjons- og friluftslivsområder	Områder som ikke lar seg plassere innenfor øvrige kategorier. Områdets egenskaper må beskrives. Kategorien brukes unntaksvis.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Verdivurdering

Verdivurdering av områdene følger kriteriene i håndbok V712.

Tabell 7-14: Verdikriterier for fagtema friluftsliv/by- og bygdeliv. Kilde: Statens vegvesens Håndbok V712.

Verdi	Uten betydning	Noe verdi	Middels	Stor verdi	Svært stor verdi
Bruksfrekvens	Mindre bruk	Brukes av få	Brukes av flere	Brukes av mange	Brukes av svært mange
Betydning	Ingen betydning	Lokal betydning	Lokal/regional betydning Statlig sikret friluftsområde	Regional/ nasjonal betydning Statlig sikret friluftsområde	Nasjonal/ internasjonal betydning Statlig sikret friluftsområde
Kvaliteter	Mindre attraktivt for opphold	Attraktivt for noen grupper	Attraktivt for flere	Svært attraktivt/ har særlig gode kvaliteter	Særdeles attraktivt/ har unike kvaliteter
Kartlagte friluftslivsområder i Naturbase ⁴⁷		← C →	← B →	← A →	

7.5.3 Influensområde

Innunder dette tema vurderes arealet rett over gruen samt de arealer der det er skoler, barnehager, idrettsanlegg, friluftsområder og andre utendørs aktivitetsarealer på nedre del av Eidangerhalvøya.

Arealene under bakken er ikke relevante for temaet siden disse arealene ikke er synlige eller tilgjengelige/i bruk for allmennheten. Influensområde og delområder er vist i figur 7-26.

7.5.4 Områdebeskrivelse og verdivurdering

Delområde 1: Friområdene på vestsiden av Eidangerhalvøya

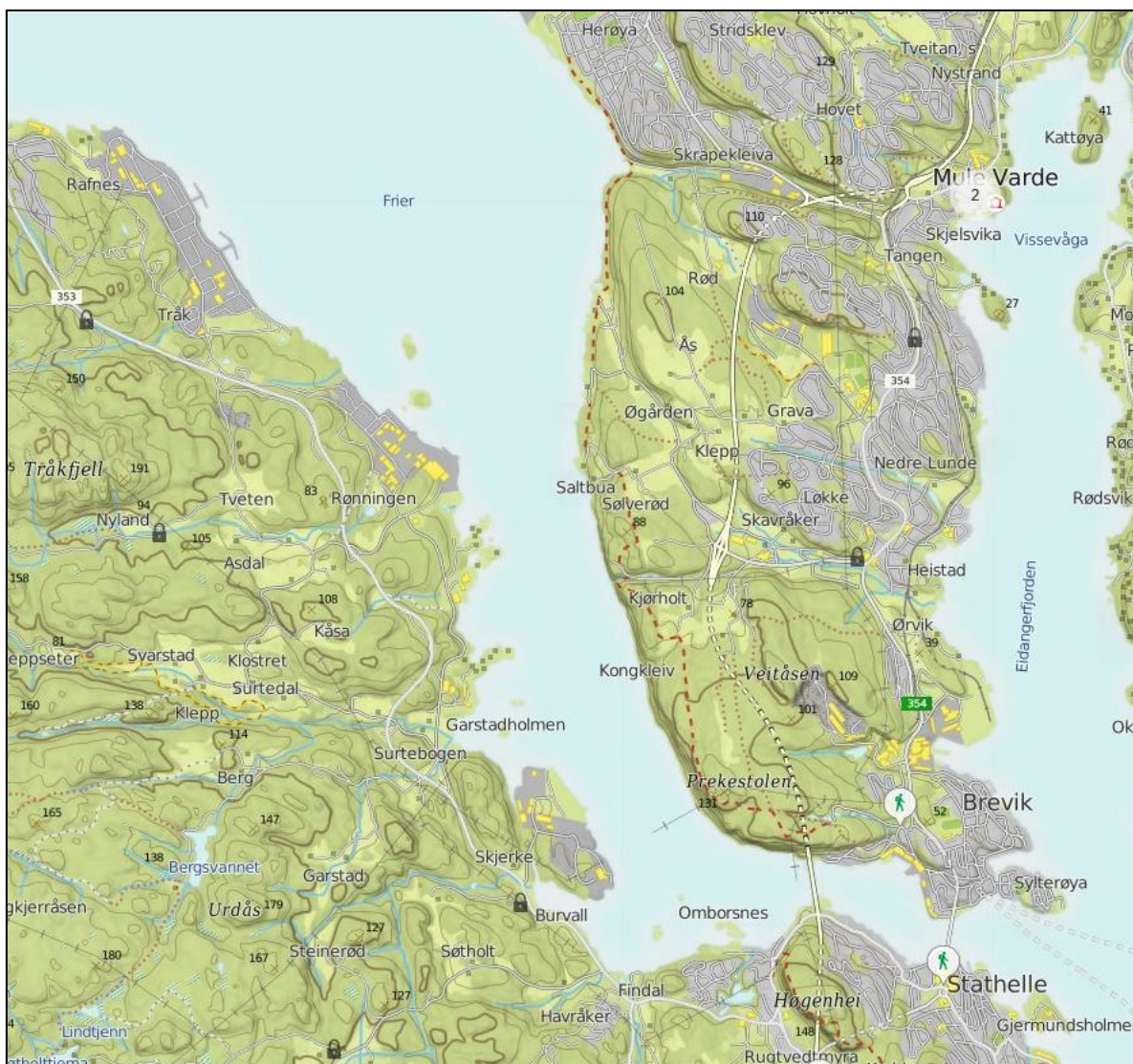
Registreringskategori: Marka/bymark

Friområdene på vestsiden av Eidangerhalvøya er et mye brukt og populært turområde året rundt. Det går flere umerkede stier i området (rødprikket linje på kart vist i Figur 7-25): Fra Ørvik over Veitåsen mot Kongkleiv går det en umerket sti over gruen. Fra Prekestolen mot Veitåsen går det også en umerket sti. I tillegg er det flere stier, noen gjengrodd, som ikke er markert på kartet.

Fra Dammane ved Brevik til Herøya er det en merket sti kalt Frierstien. Frierstien er en del av kyststien i Porsgrunn, og forbinder områdene langs Frierfjorden vest på Eidangerhalvøya. Deler av stien har vært brukt av mennesker svært lenge, enten som vei frem til boplasser, eller i forbindelse med fiske, skogs- eller landbruksvirksomhet. Senere fant friluftinteresserte frem til den frodige skogen og de mange utkikkspunktene. Stiene ble derved holdt vedlike. Frierstien går på plataet langs fjorden forbi Prekestolen, Kongkleiv og Kjørholt. Stien går litt inn fra fjorden ved Kongkleiv. Fra Saltbrua mot nord går stien langs fjorden. Frierstien er blåmerket og skiltet av POT (Porsgrunn og Omegn Turistforening) som en del av kyststien mellom Brevik og Herøya.

Det er mange rasteplasser langs stien. Prekestolen er et utkikkspunkt, og er per dags dato stengt med gjerde på grunn av rasfare. Det er hovedsakelig skog langs stien, med innslag av åpne områder, som hovedsakelig er jorder. Naturen med kalkfuruskog er svært spesiell og det er flere fredningsområder.

Fjellskråningene ned mot Frierfjorden er for bratte for alminnelig ferdsel.



Figur 7-25: Kart over området. Kilde: DNTs kartdatabase UT. Frierstien er markert med rød stiple linje.

Verdivurdering

Delområdet er mye brukt og har regional betydning, med spesielle opplevelseskvaliteter. Verdien vurderes som **stor**.



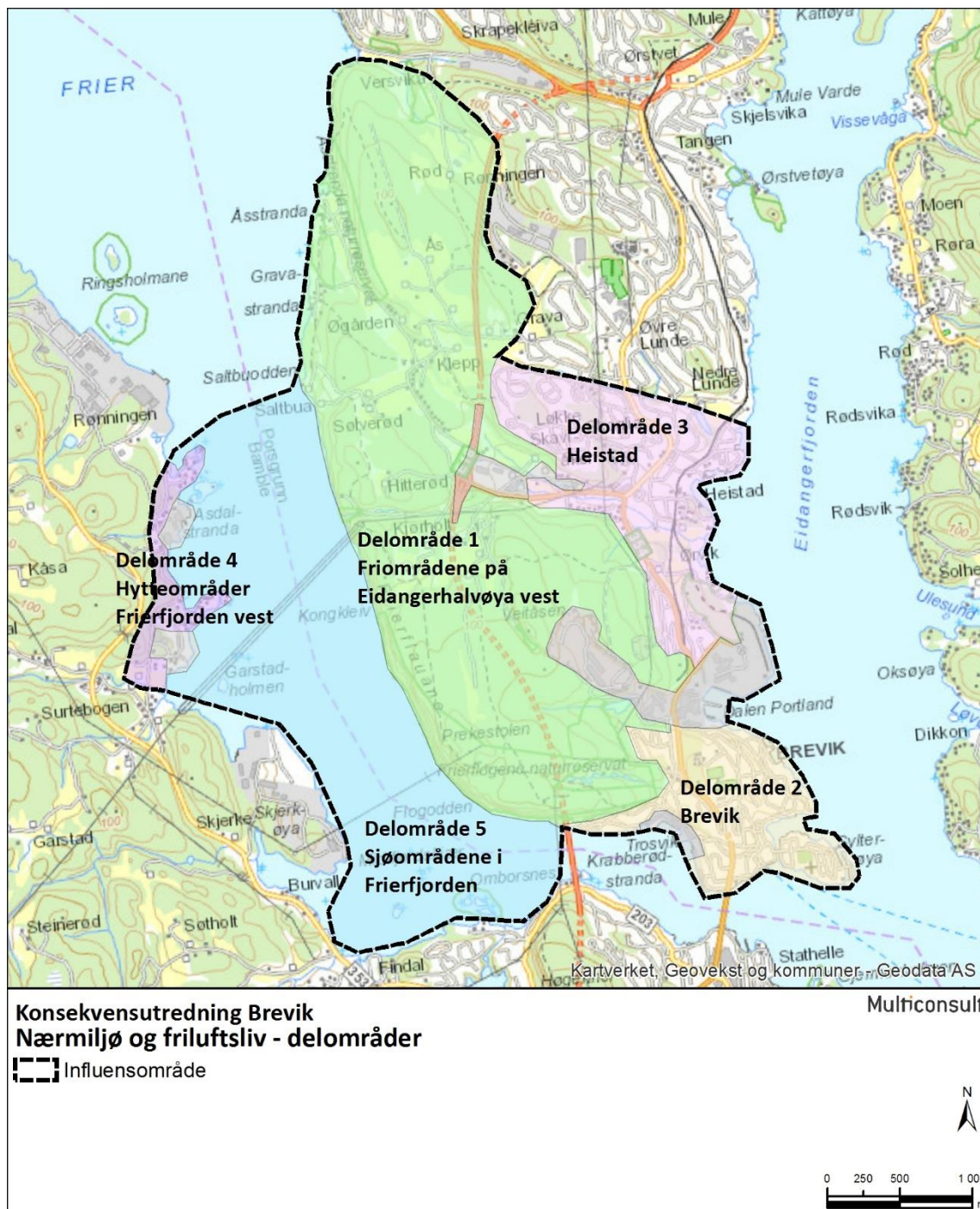
Delområde 2: Brevik

Registreringskategori: Leke og rekreasjonsområder/urbane uteområder

Viktige områder for lek og rekreasjon i dette området, og da spesielt for barn og unge, er skoler, barnehager og idrettsanlegg. Barnehager er gjengitt i figur 7-27 og skoler i figur 7-28.

Innenfor delområdet Brevik ligger Brevik oppvekstsenter med skole og barnehage. I tillegg er idrettsanlegget ved Furulund et viktig aktivitetsområde.

Sentrumsområdet med Storgata og servicetilbudene der er et urbant uteområde som er lokalt viktig.



Figur 7-26: Delområder tema nærmiljø og friluftsliv

Øvrige deler av delområdet består i hovedsak av boligområder med et grønt preg (villa-/småhusbebyggelse med hager) og noe mellomliggende grøntområder.

Gang- og sykkeltrafikk

Det er boligbebyggelse både nord og sør for krysset Breviksvegen/Hillsveg. Dette medfører gang- og sykkeltrafikk på omkringingende veinett. Gang- og sykkelveier er vist i figur 7-27. Både Breviksvegen, Setrevegen og Hillsveg fungerer som skolevei. Krysset Hillsveg/Breviksvegen vurderes ikke å være optimalt utformet.

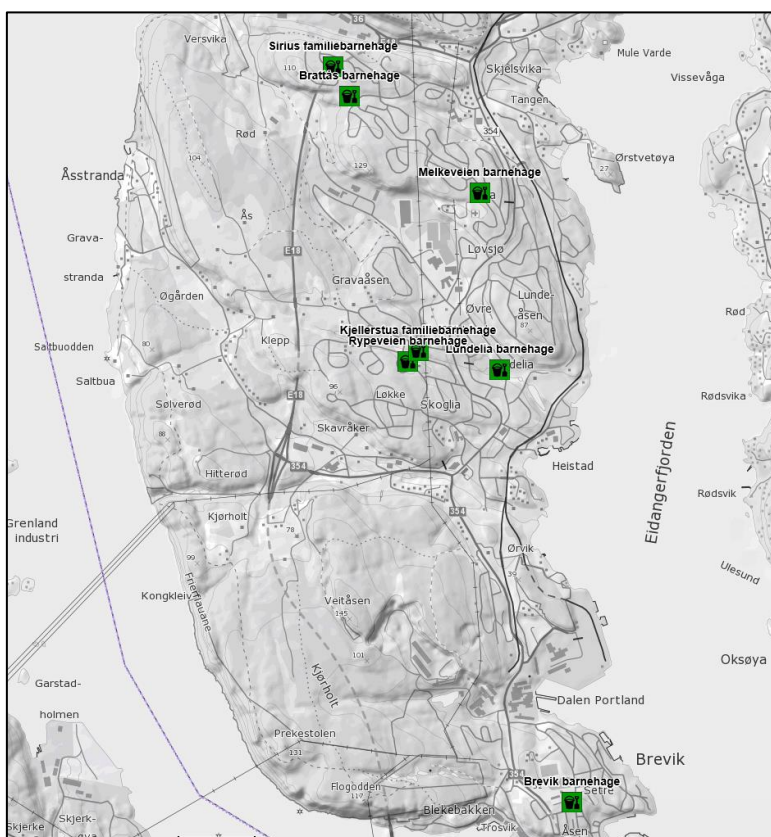
Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Det er opparbeidet gang- og sykkelvei sørover langs Breviksvegen frem til Furulund holdeplass med smal rabatt i forbindelse med at Breviksvegen benyttes som omkjøringsvei for E18. Videre mot syd er det etablert fortau til brua. Gang- og sykkelveien krysser Hillsveg ved Breviksvegen i plan.

Det er ikke etablert fortau i Hillsveg fra Breviksvegen mot sør. 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.

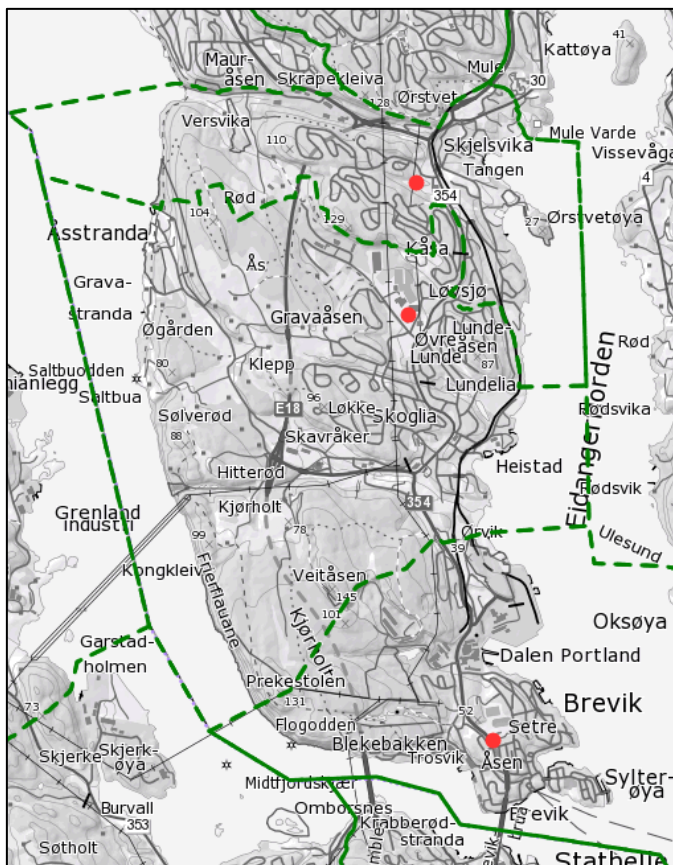
Verdivurdering

Delområdet brukes av mange fra lokalsamfunnet og har stor lokal betydning. Verdien vurderes som **middels**.



Figur 7-27: Barnehager på søndre del av Eidangerhalvøya. Kilde: Porsgrunn kommunes nettsider.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall



Figur 7-28: Skoler på søndre del av Eidangerhalvøya. Rødt punkt nederst på kartet er Brevik oppvekstsenter (Brevik skole SFO og Brevik barnehage). Rødt punkt i midten av kartet er Heistad barneskole og Heistad ungdomsskole. Kilde: Porsgrunn kommunes nettsider.



Figur 7-29: Gang- og sykkelveier i området. Kilde: Nasjonal vegdatabank og kartdata fra GeoNorge.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Delområde 3: Heistad

Registreringskategori: Leke og rekreasjonsområder/urbane uteområder

Innenfor delområdet Heistad ligger to barnehager og en familiebarnehage. Skoler, idrettsanlegg og flere andre barnehager ligger lenger nord på Heistad, utenfor influensområdet. Det vises til figur 7-25 og 7-26.

I Heistadbukta og i Lundebukta er det badeplasser.

Det er ikke urbane uteområder tilrettelagt eller egnet for opphold og aktivitet innenfor delområdet.

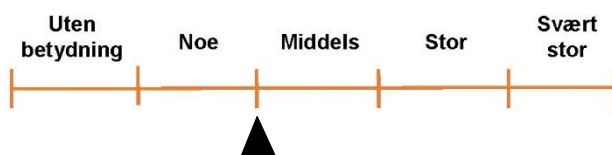
Øvrige deler av delområdet består i hovedsak av boligområder med et grønt preg (villa-/småhusbebyggelse med hager) og noen mellomliggende grøntområder og mindre landbruksarealer.

Gang- og sykkeltrafikk

Det er opparbeidet gang- og sykkelvei langs Breviksvegen i retning mot nord fra Setrevegen, se figur 7-27.

Verdivurdering

Delområdet brukes av lokalsamfunnet og har stedvis aktivitetsområder av lokal betydning. Verdien vurderes som **noe til middels verdi**.



Delområde 4: Hytteområder på vestsiden av Frierfjorden

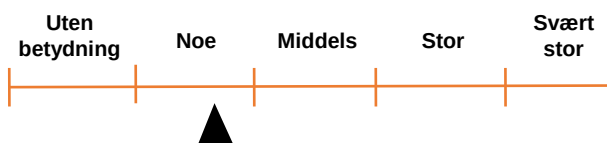
Registreringskategori: Strandsone med tilhørende sjø og vassdrag.

På andre siden av Frierfjorden for Eidangerhalvøya er det hytteområder nær sjøen ved Asdalstrand, Jonsholmen og Sildeberget.

Verdivurdering

Hytteområdene har attraktiv beliggenhet i strandsonen, men brukes i hovedsak kun av hytteiere, da de har begrenset tilgjengelighet for allmennheten.

Verdien vurderes som **noe verdi**.



Delområde 5: Sjøområdene i Frierfjorden

Registreringskategori: Strandsone med tilhørende sjø og vassdrag.

Frierfjorden strekker seg fra Brevik inn til munningen av Skienselva. Fjorden grenser i vest mot Bamble, i nord mot Skien og i øst mot Porsgrunn. Frierfjorden er sterkt forurensert på grunn av lang tids tilførsel av miljøgifter fra industrien, og tidligere ble også avløpsvann fra kommunene sluppet ut her. Det har i lang tid vært dårlig vannkvalitet i fjorden, men etter at Miljøpakke Grenland ble iverksatt har vannkvaliteten bedret seg betraktelig. I 2015 viste vannprøver gode verdier på miljøgifter og bakterier ved Frierstranden sør for Herøya (nord for influensområdet), og stranden ble igjen tatt i bruk til bading.

Det er to definerte områder brukt til bading og friluftsliv på østsiden av fjorden, Sommerlyst og Bøkkerkåsa. Sommerlyst er et fiske-, bade- og turområde av lokal og regional verdi, og med høy besøksfrekvens. Bøkkerkåsa er et tur- og badeområde av lokal og regional verdi, også med høy besøksfrekvens. Kyststien fra Herøya til Brevik passerer gjennom området (Forvaltningsplan for Skjærgårdsparken Telemark, 2006). Bøkkerkåsa ligger lenger nord i Frierfjorden enn influensområdet, mens Sommerlyst er verdisatt under delområde 1.

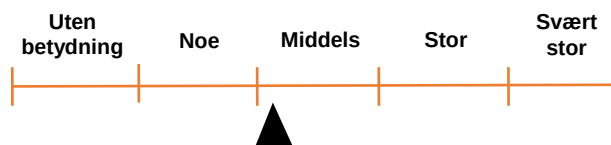
Vestsiden av Frierfjorden har flere hytte- og boligområder, og det er aktiv bruk av fritidsbåter i sommerhalvåret (vår, sommer og høst). For fritidsbåter med fast båtplass i Skienselva og utover i Frierfjorden brukes også fjorden som transportvei for å komme lenger ut i skjærgården, der det er en rekke utfarts- og rekreasjonsområder. Vinterstid ligger det vanligvis is i deler av Frierfjorden, men seilingsleden inn til havneområdene vil stort sett være fri for is på grunn av den daglige skipstrafikken her.

Fjordområdet blir ikke brukt til fiske, da det foreligger en advarsel fra Mattilsynet mot konsum av fisk og skalldyr fra Frierfjorden.

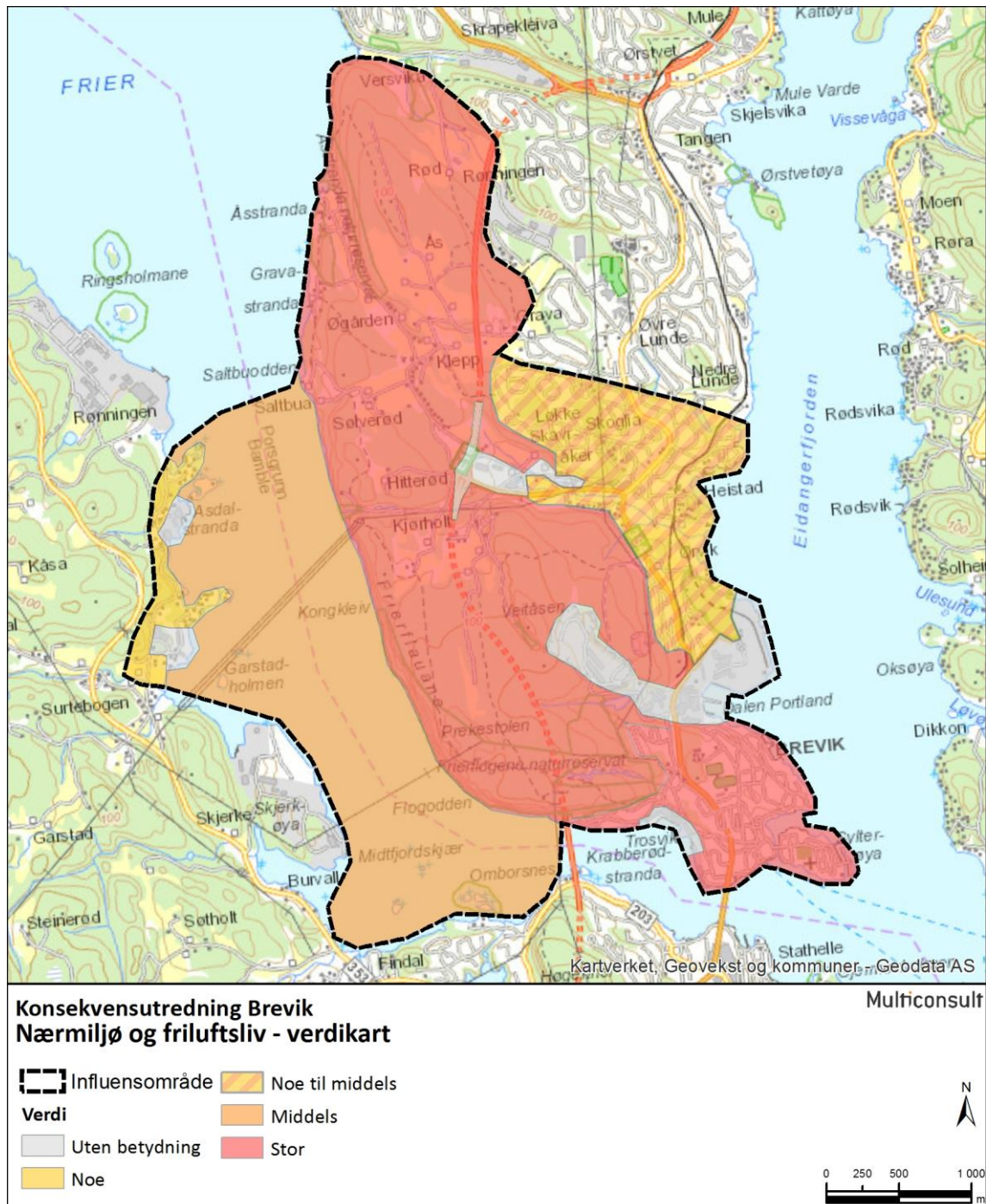
Verdivurdering

Sjøområdene innenfor influensområdet har stor trafikk av nyttefartøyer, men er også en viktig ferdselskorridor for småbåter som skal videre ut i Eidangerfjorden. Strandsonen er kun tilgjengelig i mindre partier grunnet bratt terreng på østsiden og industri-/næringsvirksomhet på vestsiden.

Verdien vurderes som **middels** verdi.



Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall



Figur 7-30: Verdikart nærmiljø og friluftsliv.

7.5.5 Påvirkning og konsekvens

Delområde 1: Friområdene på vestsiden av Eidangerhalvøya

Tiltakene som skal gjøres i dagen er etablering av kai og tunnellportal. Når det gjelder eventuelle sikringstiltak over kai og tunnellåpning, konkluderer teknisk notat om tunnellpåhugg og skredfare med at det i bart-berg-skrenten fra vannet og oppover må sikres noe i øvre del av skrenten mot steinsprang, og at det i overgangen mellom bart-berg og skogkledd skråning generelt må sikres mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger ved bruk av steinspranggjerde. Det forutsettes at det ikke er nødvendig med sikringstiltak som vil medføre arealbeslag oppe på platået.



Figur 7-31: Illustrasjon av kai med skip og tunnellportal

Det vil ikke etableres barrierer som begrenser tilgjengeligheten i området som følge av etablering av et eventuelt deponi i Dalen gruve.

Langs den umerkede stien som går over gruve fra Ørvik over Veitåsen mot Kongleiv er det eksisterende luftesjakter for Dalen gruve. Turstien er nær to eksisterende luftesjakter mellom Ørvik og Veitåsen. Det legges til grunn at det ikke vil gjøres endringer i de eksisterende luftesjaktene, og at disse ved behov sikres forsvarlig uten at dette medfører behov for ytterligere bruk av areal.

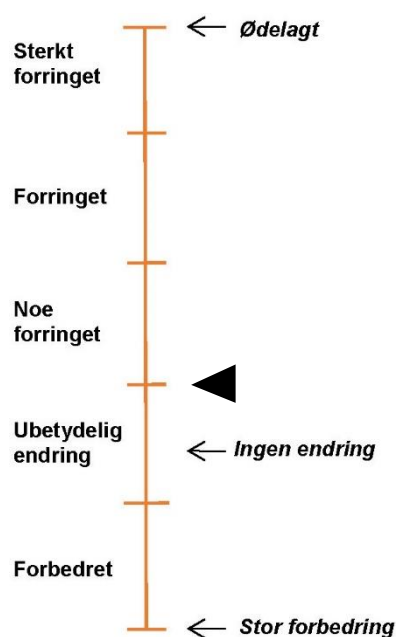
Frierstien, og øvrige stier i delområdet, vil ligge utenfor støysonene som er beregnet. Det kan likevel ikke garanteres at anlegget ikke vil gi hørbar støy, for eksempel vil lasteskip muligens være hørbar ved ankomst og avgang. Ettersom bakgrunnsstøynivået i området i dag vurderes å være minst 10 dB høyere enn beregnet støynivå fra anlegget, er økningen i støybelastning i området som følge av et eventuelt deponi liten. Det kan likevel tidvis være hørbar støy fra anlegget.

Vurdering av påvirkning

Alternativ 1 kommer ikke til å ha negativ påvirkning på tilgjengelighet, barrierevirkninger, eller føre til arealbeslag av eksisterende turstier eller øvrige friområder.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Arealet hvor det eventuelt skal gjøres fysiske inngrep er for bratt for alminnelig ferdsel, og vil ikke medføre at areal brukt til friluftsliv eller rekreasjon blir beslaglagt til annet formål, eller blir gjort utilgjengelig.



Inngrepet kan være synlig fra utsiktpunkter langs kanten av Frierflogene, og støy fra aktiviteten ved anlegget kan tidvis være hørbar. Påvirkningen vurderes som ubetydelig til noe forringet.

Konsekvensvurdering

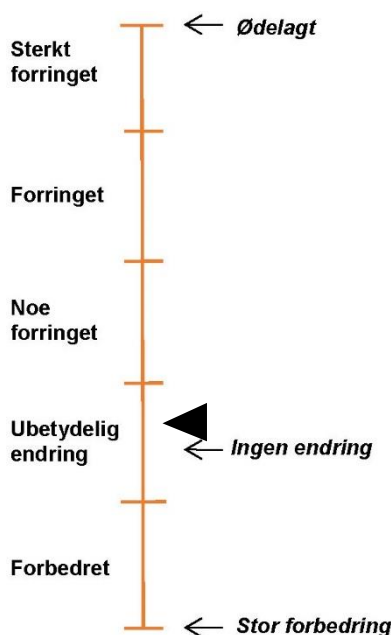
Konsekvensen for området er vurdert som **ubetydelig til noe negativ (0/-)**.

Delområde 2 Brevik og delområde 3 Heistad

Det vil ikke være noen fysiske endringer i arealer over graven som følge av tiltaket. De fysiske endringene som gjøres over bakken er ny kai, tunnelloportal og eventuelle sikringstiltak i fjellsiden mot Frierfjorden, og berører ikke delområdet. Eksisterende luftesjakter vil benyttes til ventilasjon. Disse ligger i god avstand fra skoler, barnehager og idrettsanlegg.

Det vil ikke være støy fra gruvegangene som berører arealene over bakken, da disse ligger langt under bakken og under Eidangerfjorden.

Trafikkvurderingen konkluderer med at alternativ 1 i liten grad vil medføre økt trafikk, hverken i anleggs- eller driftsperioden. Det vurderes at alternativ 1 ikke medfører behov for å etablere nye tiltak for myke trafikanter, men at en i en eventuell planfase bør vurdere en oppstramming av adkomsten fra Hillsveg til Norcem samt at det etterstrebes en klarere definering av Hillsveg forbi adkomsten. Gjennomføringen av alternativ 1 forventes å gi marginale endringer i trafikksikkerheten i og ved området.



Vurdering av påvirkning

Alternativ 1 vil i liten grad påvirke områdene. Det er ingen nye inngrep eller forurensningskilder, og økning i trafikk vil være liten. Påvirkningen vurderes å være ubetydelig.

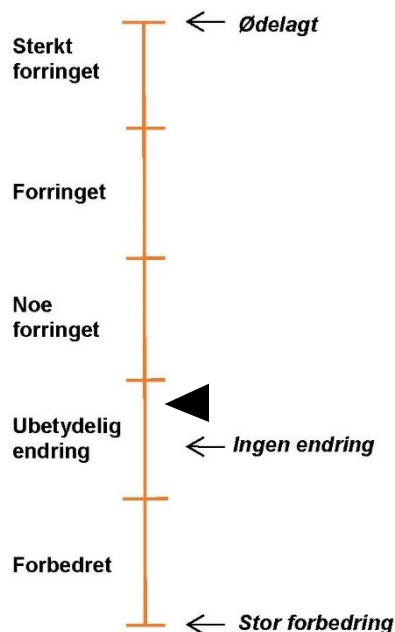
Konsekvensvurdering

Konsekvensen for områdene er vurdert som **ubetydelig (0)**.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Delområde 4: Hytteområder på vestsiden av Frierfjorden

Tiltaket i alternativ 1 vil bli synlig fra hytter og boliger i delområde 4. Skip som vil legge til ny kai ved Kongkleiv er større enn det permanente tiltaket (kai/tunell) og vil være det som er mest synlig i



området. Dette vil imidlertid i liten grad påvirke bruken av områdene. Hytteområdene på vestsiden av Frierfjorden ligger utenfor de beregnede støysonene, men det kan ikke utelukkes at det i enkelte tilfeller kan oppstå hørbar støy.

Vurdering av påvirkning

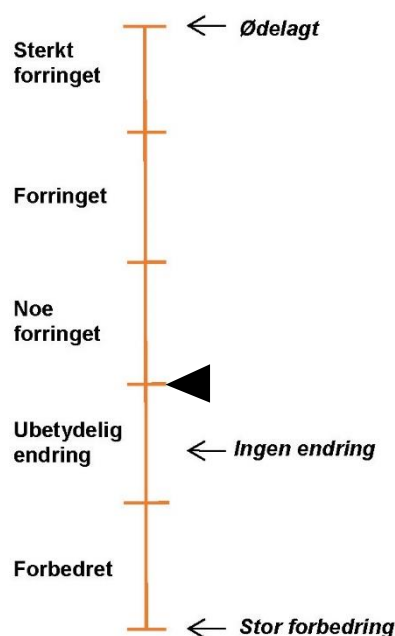
Tiltaket vil gi små påvirkninger på området. Hørbar støy kan opptre i enkelte tilfeller, men støybelastningen vil være svært liten sammenliknet med andre kilder i området. Påvirkningen vurderes å være ubetydelig.

Konsekvensvurdering

Konsekvensen for områdene er vurdert som **ubetydelig (0)**.

Delområde 5: Sjøområdene i Frierfjorden

NOAHs kaianlegg er planlagt som en flytekai festet til den rette fjellskrenten der tunnelen fra Dalen gruve kommer ut ved Kongkleiv. Området er vanskelig tilgjengelig og er i dag uberørt uten infra-



struktur. Området for den planlagte kaien har kun tilgang fra sjøsiden. Det er ingen småbåthavner ved Kongkleiv der planområdet ligger.

Skipstrafikken under Brevikbrua vil øke med maksimalt inntil 11 prosent som følge av tiltaket.

Vurdering av påvirkning

Etablering av kai og den økte skipstrafikken vil lokalt kunne gi en noe redusert bruksmulighet for området i sjø.

Konsekvensvurdering

Samlet sett er tiltaket i alternativ 1 vurdert å gi **ubetydelig til noe negativ konsekvens (0/-)** for delområde 5.

Samlet vurdering av konsekvenser

Samlet vurdering av konsekvenser er vist i

tabell 7-15.

Tabell 7-15: Samlet vurdering av konsekvenser for nærmiljø og friluftsliv.

Delområder	Alternativ 0	Alternativ 1
1. Friområdene Eidangerhalvøya vest	0	0/-
2. Brevik	0	0
3. Heistad	0	0
4. Hytteområder vest for Frierfjorden	0	0
5. Sjøområdene i Frierfjorden	0	0/-
Avveining	Alternativ 0 er sammenligningsalternativet og har pr definisjon ingen konsekvens	Alternativet har ubetydelig til noe negativ konsekvens for sjøområdene, og ubetydelig til noe for friområder på land. Friområdene på land er vurdert å ha størst verdi og vektlegges mest.
Samlet vurdering	0	0/- Ubetydelig til noe negativ konsekvens

7.5.6 Usikkerhet

Det er på dette stadiet ikke påvist usikkerheter som vil ha vesentlig betydning for konsekvensvurderingen for nærmiljø og friluftsliv

7.5.7 Avbøtende tiltak

Konsekvensene av tiltaket for områdene på land er små, og det er ikke sett behov for å identifisere avbøtende tiltak som vil gi ytterligere reduksjon i konsekvenser. For bruk av sjøområdene er det viktig med god kommunikasjon og dialog mellom alle aktører som bruker farvannet. Det er pekt på følgende mulige konsekvensreduserende tiltak:

- God informasjon om seilingsmønster og manøvrering ved kai (Kongkleiv), og dialog med VTS og båtforeninger
- Videoovervåking ved kaianlegget
- Beredskapsplaner for ulykker og uønskede hendelser

I tillegg kan det være aktuelt å fjerne Kongkleivbåen.

7.5.8 Konsekvenser i anleggsfasen

Det ses ikke bort fra at sprengningsarbeider i tunnelåpning ved Kongkleiv vil medføre behov for sikkerhetssoner ved utførelse av selve sprengningsarbeidet. Sprengningsarbeidet vil være av kort varighet.

Støyende aktivitet i anleggsfasen vil være begrenset til boring og sprengning av tunnelpåhugg, bygging av portal samt montering av kai. De mest støyende arbeidene er boring for de første salvene, som forutsettes å vare i bare noen dager. Driving av resten av tunellen vil bli gjort fra Dalen gruve og vil derfor ikke gi støy ut. Sprengningene samt eventuell lasting av steinmasser o.l. på skip vil kunne være hørbare for naboene, men det vil trolig være snakk om relativt få sprengninger før arbeidene foregår inne i tunnel. Støynivå i anleggsperioden vil være under aktuelle grenseverdier.

7.5.9 Oppfølgende undersøkelser

Det er ikke identifisert behov for oppfølgende undersøkelser for dette temaet.

7.6 Økonomiske konsekvenser – Ringvirkningsregnskap

7.6.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det vil utarbeides et ringvirkningsregnskap for en mulig fremtidig etablering av deponi i Dalen gruve. Ringvirkningsregnskapet vil ta utgangspunkt i samfunnsøkonomisk verdiskaping som fordeles og skaper ringvirkninger i lokalsamfunnet. Den samfunnsøkonomiske effekten av en eventuell fremtidig deponivirksomhet i Dalen gruve vil tydeliggjøres. Regnskapet bl. a. vil belyse ulike fremtidige bidrag innen:

- *næringsetablering, lokale arbeidsplasser*
- *offentlig velferd gjennom skatter, avgifter og verdiskapning*

Ringvirkningsregnskapet vil belyse ringvirkningene både av ny virksomhet i Dalen gruve og videreføring av mottak og behandling på Langøya.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Offentlig statistikk. Ringvirkningsregnskap for Langøya (2015).

Metode/fremstilling:

Beskrivelse og vurdering av økonomiske konsekvenser som følge av tiltaket. Tekstlig fremstilling.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.5 i fastsatt planprogram.

Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

7.6.2 Metode

Et ringvirkningsregnskap viser samfunnsbidraget fra en virksomhet og synliggjør positive økonomiske effekter fra en virksomhet på underleverandører og resten av økonomien. Gjennom ringvirkningsregnskapet kan man anslå hvor mye en virksomhet bidrar med til økonomien, både gjennom egen aktivitet og indirekte gjennom aktiviteten hos underleverandører. Dette gjelder både direkte virkninger og indirekte virkninger. Ringvirkningsregnskapet bygger på regnskapstall fra bedriften og kostnadsberegninger basert på en rekke kilder, inkludert Statistisk sentralbyrå.

Bidrag til samfunnet defineres som virksomhetens EBITDA, lønnskostnader inkludert personskatt og innkjøp av varer og tjenester.

Bidrag til nasjonal / lokal offentlig velferd defineres som innbetalt skatt og avgift fra virksomheten til stat / kommune og består av selskapsskatt, arbeidsgiveravgift, merverdiavgift, personskatt, eiendomsskatt og øvrige skatter og avgifter.

Bidrag til økonomisk vekst defineres som ansattes kjøp av varer og tjenester basert på disponibel inntekt etter skatt.

Bidrag til næringsliv defineres som virksomhetens innkjøp av varer og tjenester.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Bidrag til idrett og kultur defineres som sponsormidler til idrett-, kultur-, miljø- og veldedighetsformål.

7.6.3 Dagens situasjon - 0 alternativet

Ringvirkningsregnskapet for Langøya viser hvilken effekt NOAH har på samfunnet i dag i lokalmiljøet rundt Langøya:

- I 2017 behandlet NOAH over 1 million tonn avfall. Det tilsvarer den årlige mengden husholdningsavfall fra halve Norges befolkning.
- NOAH rehabiliterer områder på Langøya tilsvarende 205 fotballbaner til friluftsområde for allmennheten.
- NOAHs virksomhet på Langøya bidrar til at lokalt næringsliv blomstrer. 167 lokale bedrifter har inntekt fra NOAHs virksomhet på Langøya.
- NOAH bidro med MNOK 4,5 til lokal velferd gjennom innbetalte skatter fra ansatte på Langøya.
- NOAH støtter idretts- og kulturlivet i Holmestrand og Re kommuner.

NOAH har i dag ingen virksomhet i Brevik, men etablerte i 2017 en avdeling for teknologiutvikling innen bl. a. gjenvinning på Herøya. Virksomheten i denne avdelingen vil videreføres og utvikles, og det vises til vedlagt temarapport for informasjon om forventede ringvirkninger av denne virksomheten.

7.6.4 Alternativ 1

Et fremtidig deponi i Dalen gruve vil gi 25 nye arbeidsplasser i Brevik direkte knyttet til driften av anlegget.

Ved etablering av anlegget vil NOAH kjøpe varer og tjenester fra lokale leverandører for anslagsvis 75 millioner kroner. I driftsfasen vil NOAH kjøpe tjenester for ca. 14 millioner kr pr. år. Ansatte vil gjennom skatter årlig bidra med ca. 1,7 millioner kroner pr. år og forbruke varer og tjenester for ca. 11,5 mill. kr pr. år. Kommunale avgifter er beregnet til 330 000 kr pr. år.

8 Risiko og sårbarhet

8.1 Skipsulykke

8.1.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det vil gjennomføres en sannsynlighetsanalyse for å beskrive dagens sannsynlighet for skipsulykker i farvannet fra losbordingsfeltet i Langesundbukta og inn til Kongkleiv. Analyseområdet omfatter dermed bevegelsene til skipene som trafikkerer den nye lokasjonen ved Kongkleiv og tar i betraktning ulykker som resulterer i akutt forurensning. Det vil gjennomføres en spredningsmodellering for å se på konsekvenser av utslipp av behandlet avfall, samt en vurdering av miljørisiko av slike utslipp. Det vil også gjøres en vurdering i forhold til effekter et bunkersutslipp fra fartøyene vil ha, dersom en hendelse medfører ødeleggelse og utslipp av drivstofftanker.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Data fra Automatisk Identifikasjonssystem (AIS) vil benyttes for å kartlegge skipstrafikken i analyseområdet, målt i utseilte distanser (nm). Utseilte distanser blir videre benyttet som underlag til beregninger av ulykkesfrekvenser. Det vil innhentes informasjon og data for lasten av avfallsgips, samt bunkersinformasjon om fartøyene som trafikkerer området. Kartlegging av sårbare miljøressurser baseres på tilgjengelig informasjon og databaser.

Metode/fremstilling:

Til utregning av sannsynlighet for navigasjonsulykker benyttes analyseverktøyet IWRAP Mk21. IWRAP er et modelleringsverktøy for maritime risikovurderinger og brukes til å estimere hyppigheten av kollisjoner og grunnstøtinger i farvann basert på informasjon om trafikkmengde/-komposisjon og rutegeometri. Spredningsmodelleringen vil gjøres med partikkelspredningsmodellen DREAM (Dose Related Risk and Effects Assessment Model). Influensområdet fra spredningsmodelleringen vil overlappes med kartlagte miljøressurser, og en kvalitativ miljørisikovurdering utføres.

Det er utarbeidet en egen delutredning om dette tema, jf. kap. 7.17 i fastsatt planprogram. Utredningen er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til denne for utfyllende informasjon.

8.1.2 Behandlet uorganisk farlig avfall

Det behandlede uorganiske avfallet som transporteres fra Langøya til Kongkleiv på skip ansees ikke som farlig gods, men det har et potensial for forurensning dersom det slippes til sjø.

8.1.3 Metode

Risiko defineres som sannsynligheten for at en hendelse skjer multiplisert med konsekvensen av en slik hendelse. Sannsynligheten er delt inn i kategoriene:

- Hendelse skjer sjeldnere enn hvert 100 år
- Hendelse skjer mellom 10 og 100 år
- Hendelse skjer mellom 1 og 10 år
- Hendelse skjer 1-10 ganger per år

- Hendelse skjer mer enn 10 ganger per år

Miljøkonsekvensene er delt inn i fem skadekategorier med tilhørende restitusjonstid. Restitusjonstid er definert som tiden det tar før en ressurs eller habitat er tilbake til 99 % av tilstanden den var i før hendelsen inntraff. De fem miljøskadekategoriene er:

- Ubetydelig miljøskade (ikke målbar miljøskade uten forventet restitusjonstid)
- Mindre miljøskade (miljøskade med forventet restitusjonstid mindre enn 1 år)
- Moderat miljøskade (miljøskade med forventet restitusjonstid på 1-3 år)
- Alvorlig miljøskade (miljøskade med forventet restitusjonstid på 3-10 år)
- Svært alvorlig miljøskade (miljøskade med forventet restitusjonstid på mer enn 10 år)

Til utregningen av sannsynlighet for navigasjonsulykker, blir analyseverktøyet IWRAP Mk2 benyttet, i kombinasjon med et estimat av utslippsmengder. Metodeverket forbundet med utslippsmengder ble utviklet i prosjektet Sjøsikkerhetsanalysen (17), utarbeidet for Kystverket. Både metodikk for sannsynlighet for ulykker og metodikk for utslippsmengder er kjente og aksepterte i industrien for denne typen analyser.

Følgende metode er brukt til modelleringen av sannsynlighet for ulykkeshendelser:

- Modellering i IWRAP
- Risikoreduserende effekter i IWRAP
- Videre beregninger
- Mengde utslipp etter hendelse

8.1.4 Sannsynlighetsanalyse

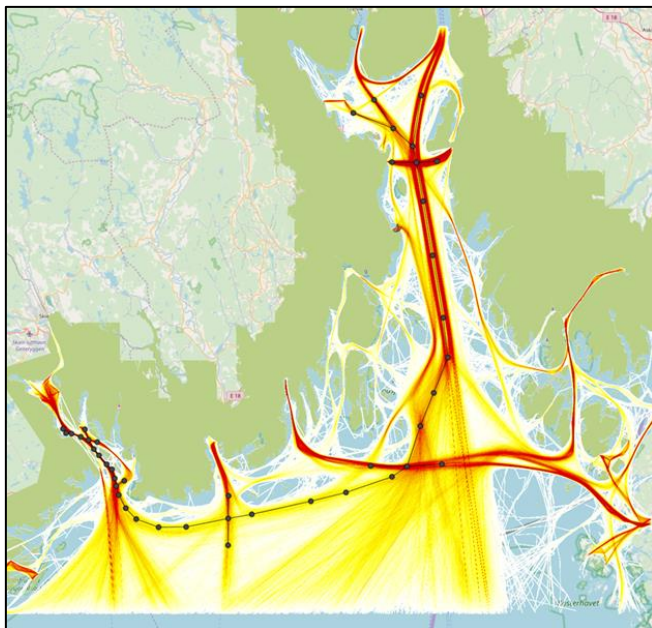
Det er utført en sannsynlighetsanalyse for ulykker som kan føre til utslipp ved sjøtransport av behandlet uorganisk farlig avfall i bulk fra Langøya til Kongkleiv. Sannsynlighet og sted for ulykker, samt estimat om akutt forurensning, er benyttet som inngangsdata til konsekvensanalysen.

Formålet med sannsynlighetsanalysen er å beskrive dagens sannsynlighet for navigasjonsulykker forbundet med seilas fra Langøya til Kongkleiv, heretter kalt analyseområdet. Analyseområdet omfatter bevegelsene til skip som trafikkerer strekningen, lastet med behandlet uorganisk farlig avfall, og tar i betraktning ulykker som resulterer i akutt forurensning.

8.1.5 Sannsynlighetsanalyse - Resultater

Trafikktetthet

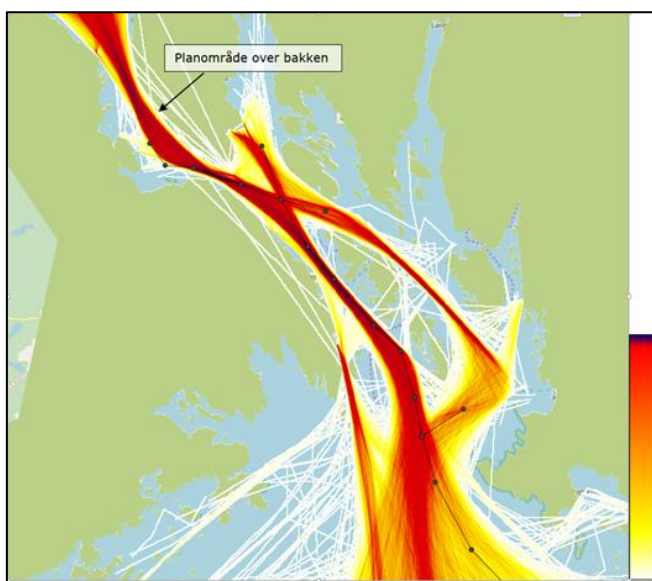
Figur 8-1 viser et tetthetsplot over skipstrafikken. Hvit og lysegul farge er områder med lite trafikk, og røde og mørkerøde områder er mer trafikkerte strekninger. I tillegg er ruten fra Langøya til Kongkleiv i Brevik, representert som «legs» (streker) mellom «waypoints» (sirkler), lagt inn i modellen. I tillegg til selve ruten, er det lagt inn kryssinger langs tyngre trafikkerte strekninger.



Figur 8-1: Tetthetsplott langs seilingsruten fra Langøya til Kongkleiv, basert på AIS data for 2016. Fargekoden går fra lyst til mørkt, der det mørkeste indikerer høyest tetthet av skipstrafikk.

Fra tetthetsplottet kan vi tydelig se enkelte ruter. Spesielt tydelig er trafikkseparasjonssystemet i Oslofjorden, samt der leden deler seg i tre sør for Hurumlandet, men én led videre mot Oslo, én mot Drammen og én mot Langøya/Holmestrand. Strekningene Moss-Horten og Sandefjord-Strømstad, samt innseilingene til Larvik og Porsgrunn er også godt definerte.

Dersom vi fokuserer på trafikken i Langesundsfjorden, i innseilingen mot Kongkleiv, ser vi at trafikken deler seg i to – ett vestre og ett østre løp (figur 8-2). Nærmere analyser viser at det typisk er større skip som velger å gå det østre løpet og mindre skip som går det vestre løpet, da det østre løpet er noe dypere og ikke fullt så smalt. Vi ser i tillegg innseilingen til Langesund tydelig.



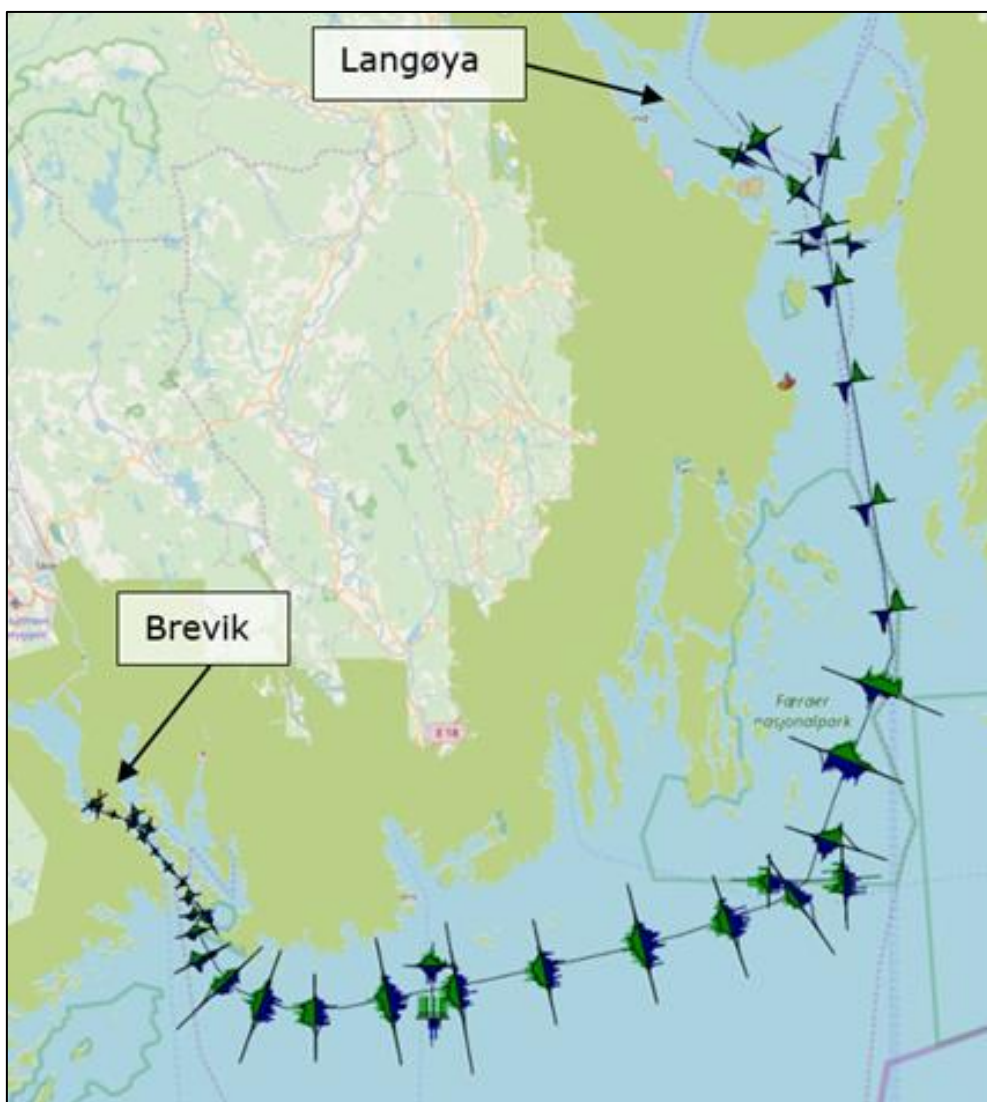
Figur 8-2: Tetthetsplot for innseiling mot Kongkleiv, basert på AIS data for 2016. Fargekoden går fra lyst til mørkt, der det mørkeste indikerer høyest tetthet av skipstrafikk.

Det foreligger planer om å utvide seilingsleden til Grenlandsområdet ved å etablere en ny led gjennom Gamle Langesund, mellom Langøya og Geiterøya. Målet er en led på 120 -130 meters

bredde og dybde 16 meter. Prosjektet inngår i Norsk Transportplan 2018-23 og i Kystverkets handlingsprogram.

Trafikkfordeling

Trafikktettheten inngår i beregningen av trafikkfordeling langs ruten. I figur 8-3 vises trafikkfordeling langs hele ruten fra Langøya til Kongkleiv. Figur 8-4 viser trafikkfordelingen med fokus på innseilingen til Kongkleiv i Brevik. Igjen kan trafikkseparasjonssystemet i Oslofjorden ses tydelig, samt at det ikke er noen tydelig trafikkfordeling langs resten av ruten. Blå histogrammer er sør- og østgående, og grønne histogrammer er nord- og vestgående. Lange og tynne fordelinger indikerer mye trafikk langs et smalt område. Dette er spesielt tydelig i Brevikstrømmen og resten av innseilingen mot Porsgrunn.



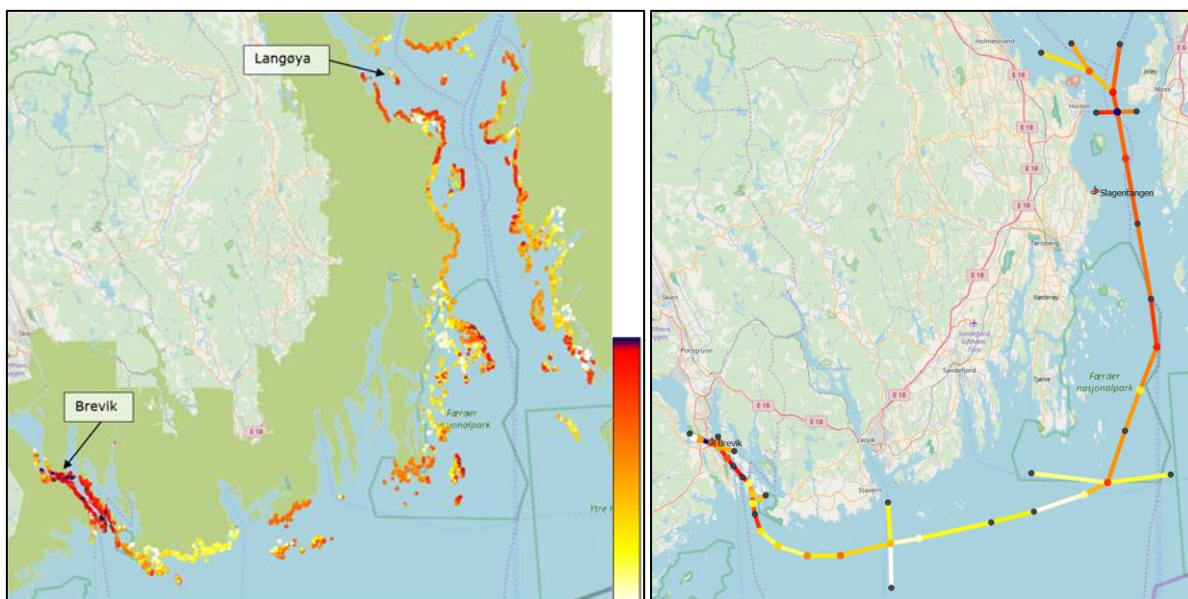
Figur 8-3: Trafikkfordeling langs seilingsruten.



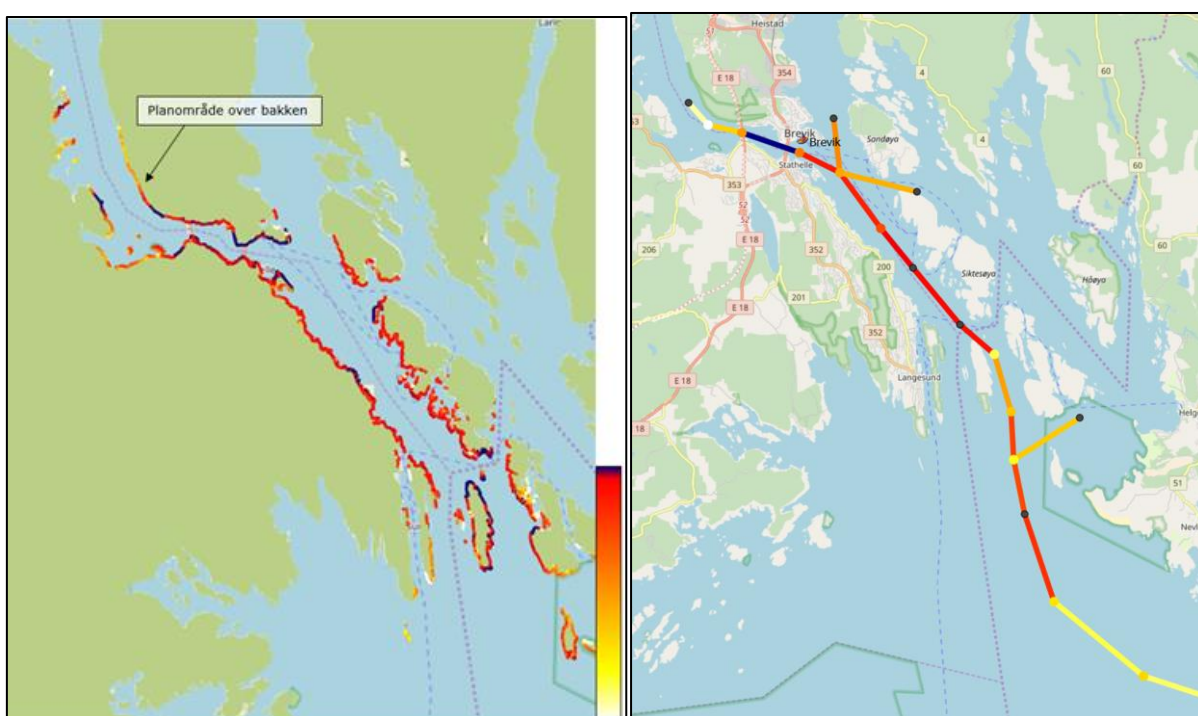
Figur 8-4: Trafikkfordeling langs innseilingen til Kongkleiv i Brevik.

Risikoområder

En grafisk fremstilling av risikoområdene for grunnstøting og kollisjon er vist i figur 8-5 og figur 8-6. Fremstillingene indikerer mørkerødt områder med høy risiko, og gule og lysegule områder er områder med lav risiko for grunnstøting eller kollisjon. Risiko for grunnstøting indikeres av farger der et skip eventuelt ville grunnstøtt på land, kollisjonsrisiko indikeres av farger langs «legs», eller i knutepunkt mellom skipsleder som farger på «waypoints» (uthevede sirkler).



Figur 8-5: Grunnstøtings- og kollisjonsrisiko langs seilingsruten fra Langøya til Kongkleiv. Fargekoden går fra lyst til mørkt, der det mørkeste indikerer høyest risiko for grunnstøting og kollisjon.



Figur 8-6: Grunnstøtings- og kollisjonsrisiko langs innseilingen til Kongkleiv i Brevik. Fargekoden går fra lyst til mørkt, der det mørkeste indikerer høyest sannsynlighet for grunnstøting og kollisjon.

De grafiske fremstillingene viser at enkelte områder har høyere risiko enn andre. Når det gjelder grunnstøting, er området det seiles inn og ut i fra Kongkleiv som er representert ved høye frekvenser for grunnstøting. Dette er som forventet, da dette er et trangt område med relativt høy trafikk til et så trangt område å være, med mange små øyer og grunner. Spesielt nordøst- og sørøstsiden av Geiterøya, området rundt Brevikbrua og Grenlandsbrua, Brevik by, Øya og Gjermesholmen er områder med høy risiko.

For kollisjon med andre skip, er det ikke uventet mellom ferjeleiene Moss og Horten som bærer den høyeste risikoen. I tillegg er området i Ytre Oslofjord fra Jeløy til Færder representert med jevnt over

høy risiko. Langs strekningen fra Færder til innseilingen til Kongkleiv er det liten sannsynlighet for kollisjon, med unntak av strekket der ruten krysser mellom ferjeleiene i Sandefjord og Strømstad.

Ved innseilingen til Kongkleiv øker kollisjonsrisikoen igjen, grunnet det trange farvannet som gir mindre manøvreringsrom. Det kan virke som at området mellom Brevikbrua og Grenlandsbrua er området med høyest sannsynlighet for kollisjon mellom skip. Dette er sannsynligvis noe overestimert i modellen, da IWRAP benytter seg av en probabilistisk (sannsynlighet og konsekvens) tilnærming basert på trafikk tetthet, og tar ikke hensyn til at det sannsynligvis ikke er mer en ett skip av gangen som kan seile mellom broene.

Basert på trafikkdata og tilhørende fordeling av skipstrafikk, er et miljømessig «worst case scenario» at bulkskipet fra Langøya til Kongkleiv kolliderer med en 200 meter lang olje-/kjemikalietanker i innseilingen til Kongkleiv. Dette er en skipstype som ifølge DNV GLs estimerer går på tungolje (HFO: heavy fuel oil).

Ulykkesfrekvens

Resultatene fra modellen gir ulykkesfrekvensene vist i tabell 8-1, i forventet antall hendelser per år samt returperiode mellom hver forventet hendelse.

Tabell 8-1: Endelige ulykkesfrekvenser for seilas mellom Langøya og Kongkleiv

Ulykkeshendelse	Antall hendelser per år	Returperiode (år)
Kollisjon	$2,3 \times 10^{-3}$	419
Grunnstøting	$2,6 \times 10^{-2}$	38

Mengde utslipp etter hendelse

Beregningen av forventet utslipp av bunkers (MDO) og last (behandlet uorganisk farlig avfall) ved hendelser er basert på metoden beskrevet i delrapporten. Sannsynlighetsfordelingen for utslipp viser at det er desidert høyest sannsynlighet, **97 prosent**, for at det **ikke** blir utslipp ved en eventuell hendelse.

Den høyest sannsynligheten for at en grunnstøtingshendelse ender med akutt utslipp havner i kategori 2. Denne kategorien tilsvarer en utslippsmengde på 30 prosent av drivstoff fra en tank ved en grunnstøtingshendelse. Tilsvarende faller en kollisjonshendelse i samme kategori, som gir en utslippsmengde på 100 prosent av last.

Tabell 8-2: Utslippsmengde ved hendelse (for skipene NOAH planlegger brukt).

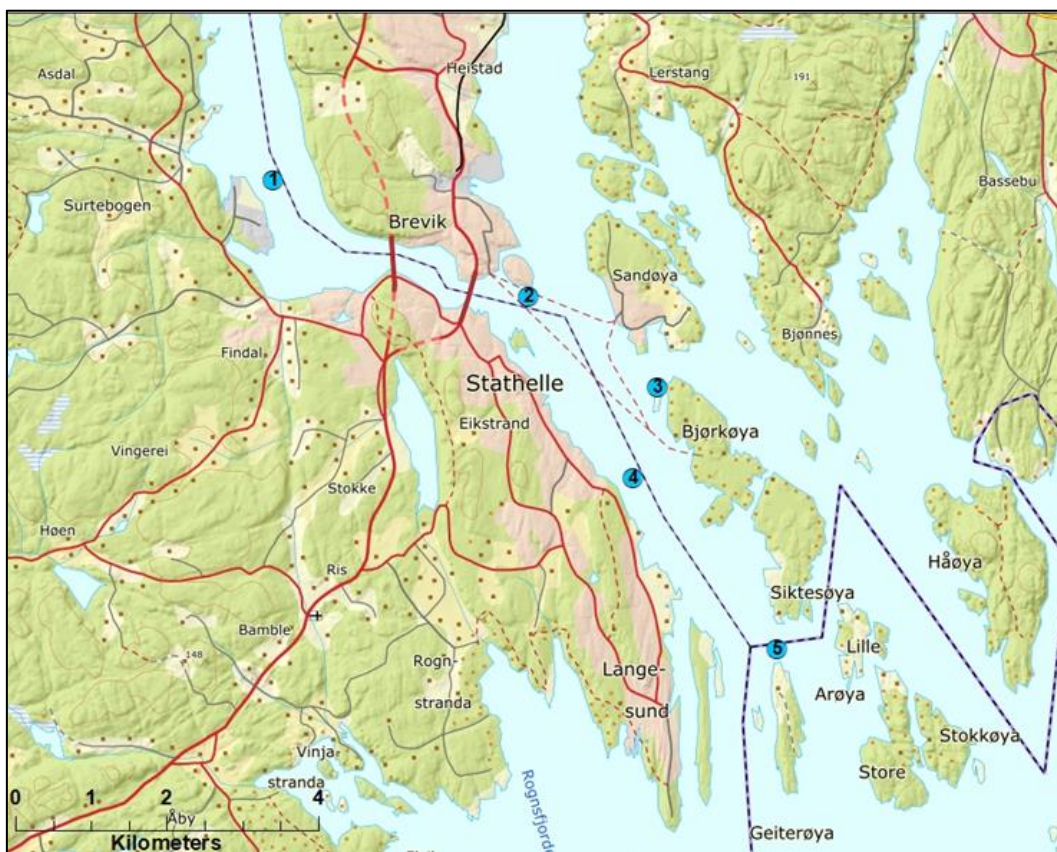
Hendelse	Utslipp (m^3 MDO)	Utslipp (tonn uorganisk farlig avfall)
Grunnstøtingshendelse	20	4 500
Kollisjonshendelse	65	4 500

Den totale risikoen for en hendelse med utslipp blir dermed et produkt av sannsynlighet og mengde. Det er denne totale risikoen (sannsynlighet multiplisert med utslippsmengde) som har blitt benyttet for utvelgelsen av scenario til konsekvensanalysen. En sammenligning av den totale risikoen ved grunnstøting- og kollisjonshendelse viser at den totale risikoen for grunnstøtingshendelsen er langt høyere enn kollisjonshendelsen.

Grunnstøtingshendelser er brukt videre i konsekvensanalysen, ved en hendelse i området ved innseiling til Kongkleiv med et utslipp av rundt 20 m^3 MDO og med konservativ antakelse at 4 500 tonn behandlet uorganisk farlig avfall (total last) går til sjø.

8.1.6 Konsekvensanalyse for utslipp av behandlet avfall - oppsummering

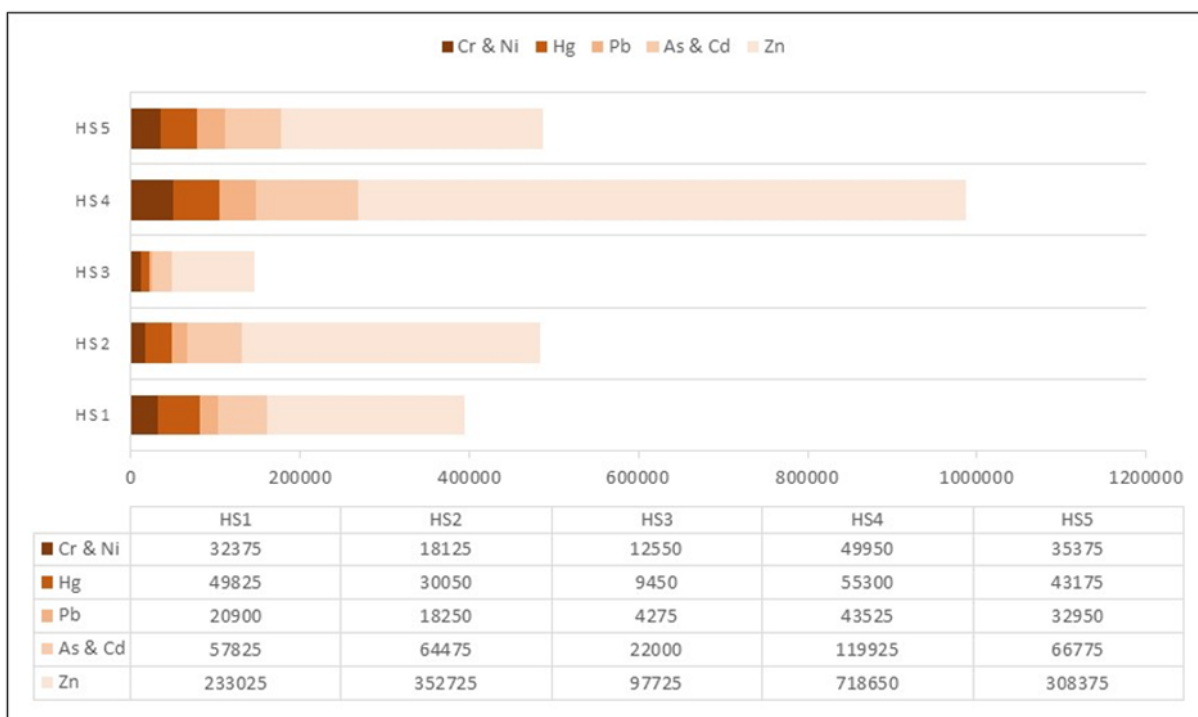
Det er modellert utslipp av 4 500 tonn behandlet uorganisk farlig avfall (skipslasten) på fem lokaliteter (HS1-HS5) i områder med relativt høy risiko for en skipsulykke under frakt av avfallet inn Grenlandsområdet til Kongekleiv. Det er viktig å merke seg at det ikke samtidig vil skje en skipsulykke i alle fem punktene, men at de fem punktene er modellert med tanke på å representere mulige hendelser i hele innseilingen i Grenlandsfjordene.



Figur 8-7: Oversikt over lokaliteter benyttet i modelleringen av et utslipp av 4 500 tonn behandlet uorganisk farlig avfall.

Ved en ulykke, hvor det behandlede avfallet går til sjø, viser modelleringsresultatene at i størrelsesorden > 95 prosent av avfallet vil synke og sedimentere i nærområdet, indikativt 100 – 300 m fra utslippspunktet. Årsaken til dette er at størstedelen (> 90 %) av det behandlede avfallet er relativt store klumper/partikler med høy synkehastighet.

Konsentrasjoner av metaller i det behandlede avfallet er generelt høye og overskrider de konsentrasjonene som forventes å gi negative effekter i henhold til gjeldende veileder (M-608 publisert av Miljødirektoratet). Ved et utslipp vil metallene i avfallet medføre betydelig økte metallkonsentrasjoner i sedimentet. Det er beregnet en konsentrasjon av metallene i et 2 cm sedimentsjikt, der det er modellert at avfallet vil sedimentere ut på sjøbunnen. Det biologiske mest aktive laget er overflatelaget selv om noen dyr også lever dypere i sedimentet. Overflatelaget i sedimentet er vanlig å bruke som utgangspunkt for konsekvensvurderinger. Det største arealet berørt ved en ulykke ved punkt HS4 og det minste ved punkt HS3 (se delutredningen). For Punkt HS1, HS2 og HS5 er det relativt små forskjeller. Modellert totalareal for utslipp ved HS4 er 1 km² og ved HS3 0,15 km², se figur 8-7.



Figur 8-8: Sjøbunnsarealer (m²) hvor konsentrasjoner av metaller overskrider grenseverdiene for negative effekter i overflatelaget av sedimentet (0-2 cm) ved utslipp av 4 500 tonn behandlet uorganisk farlig avfall på punkt HS1-HS5.

Generelt vil det under utslippets varighet være relativt høye konsentrasjoner av partikler med relativt høye metalkonsentrasjoner i vannsøylen. Konsentrasjoner og utstrekning av influensområdet vil variere mye avhengig av blant annet rådende strømforhold. Når utslippet opphører, vil konsentrasjonen av partiklene fortynnes raskt og synke ut.

8.1.7 Miljøkonsekvensvurdering for utslipp av behandlet avfall - oppsummering

Ved vurderinger av effekter i miljøet er det vanlig å vurdere det såkalte PEC/PNEC forholdet, hvor PEC er den beregnede konsentrasjonen av et stoff i miljøet (Predicted Environmental Concentration) og PNEC er «Predicted No Effect Concentration». PNEC-verdier er ikke organismespesifikke. Det betyr at de må forstås som en generell (global) verdi for alle organismene i et økosystem. Videre settes PNEC-verdiene for å gi en beskyttelse av 95 prosent av artene, som betyr at 5 prosent av artene kan påvirkes av konsentrasjoner tilsvarende PEC/PNEC =1.

Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (M-608) angir klassegrenser for ulike stoffer og elementer. Klassegrensene i veilederen er basert på effekter hvor grensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn. Definisjon på de fem klassene som benyttes i veilederen er vist i tabellen nedenfor. Da klassegrensene er basert på effekter, kan grensen mellom klasse II og III forstås som PNEC for kroniske effekter, mens grensen mellom klasse III og IV kan forstås som PNEC for akutte effekter.

Tabell 8-3: Miljødirektoratets tolkning av klassegrenser i veileder M-608.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids- eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

Influensområdene fra modelleringene angir områder der det forventes metaller tilsvarende øvre grense for tilstandsklasse II eller høyere.

Verneområdene som overlapper med influensområdene er vernet på bakgrunn av landbasert plante- og dyreliv, og ikke på bakgrunn av marine ressurser. Det er forventet at en grunnstøtingshendelse med utslipp av metaller til sjø vil ha en lokal påvirkning på berørte naturreservat/naturområder på grunn av bergings- og oppryddingsarbeidet i etterkant av hendelsen.

Det er registrert fiskeplasser for aktive og passive redskap innenfor influensområdene for grunnstøttingsscenariene. Det forventes at delene av områdene som berøres ved en eventuell ulykke ikke vil brukes i perioden etter en grunnstøtingsulykke, men at fiskere bruker de andre definerte fiskeplassene i området.

Det er registrert flere sikrede friluftsområder innenfor influensområdene gitt et utslipp. I tillegg til de sikrede friluftsområdene, kan det antas at store deler av skjærgården brukes til bading og utfart i sommerhalvåret. For flere av utslippsstedene vil influensområdene trekke mot kystlinjen. Det er forventet at badeplasser og friluftsområder ikke vil brukes i perioden like etter en grunnstøtingsulykke, men at brukere vil benytte andre rekreasjonsmuligheter i området. Behandlet avfall/metallene vil synke til bunns, og over tid vil badeplasser og friluftsområder kunne komme tilbake til normal bruk slik det var før grunnstøtingsulykken.

Selv om definerte områder, enten det er vern eller friluft, ikke direkte berøres av et utslipp gitt en grunnstøting, vil et utslipp kunne ha konsekvenser for enkeltindivider innen en art. Det er vanskelig å kvantifisere hvor mye som skal til før f.eks. en sjøfugl vil kunne få kroniske effekter eller omkomme basert på inntak av tungmetaller. Bio-akkumuleringen fører til at de leddene som er høyest opp i næringskjeden vil få de største konsekvensene. Mennesket har en mulighet for å tilegne seg informasjon om tilstanden omkring seg. Det er likevel sannsynlig at det er enkeltindivider av fugl, fisk og andre vannlevende organismer som berøres negativt, og ikke hele populasjoner.

For friluftsliv er vurderingen basert på at dette er definert som et utfartsområde. Befolkningens følelser rundt bruken av området etter en skipsulykke er ikke tatt med i betraktningen.

Fjordene i Grenlandsområdet har miljømål om forbedring av kjemisk og økologisk tilstand. For å kunne oppnå disse miljømålene må tilførsel av miljøgiftene til området avta. Hvor raskt nivåene avtar, er avhengig av de fysiske parametere i området (strømningsforhold, sedimentasjon etc). En grunnstøting med utslipp av last til sjø vil kunne gi økt tilførsel av metaller til et allerede belastet område. Dette vil kunne føre til økning i tiden det tar før miljømålet oppnås. Det er imidlertid et begrenset område som vil berøres.

Figur 8-9 gir en oppsummering av miljøkonsekvensvurdering for de kartlagte miljøressursene i området. Vurderingene er gjort for hvert utslippssted, og baserer seg på vurderinger gjort i forhold til antall områder som berøres og hvor stor andel av kystlinjen som berøres. Det forventes ingen miljøkonsekvenser med restitusjonstid høyere enn ett år. Skaleringen er gjort med bakgrunn i at det er et begrenset område som berøres/overlapper med definerte miljøressurser gitt utslipp i en av de fem utvalgte grunnstøtingslokalitetene. Figur 8-9 viser også sannsynligheten for grunnstøting fra

sannsynlighetsanalysen i kap. 2.4 i delutredningen. Frekvensen på $2,61E-02$ ($2,6 \times 10^{-2}$) har en returperiode på 38 år, det vil si at det er sannsynlighet for at et slikt scenario kan skje hvert 38 år med seilingsaktivitet.

$2,61E-02$
↓

Konsekvens (restitusjonstid)	Sannsynlighet				
	Sjeldnere enn hvert 100. år	Mellom 10 og 100 år	Mellom 1 og 10 år	1-10 ganger per år	Mer enn 10 ganger per år
Svært alvorlig miljøskade (>10 år)					
Alvorlig miljøskade (3- 10 år)					
Moderat Miljøskade (1-3 år)					
Mindre miljøskade (<1 år)		HS1, HS2, HS4, HS5 Vern HS2, HS4, HS5 Friluft HS2, HS3, HS4, HS5 Fiskerier			
Ubetydelig miljøskade (0 år)		HS3 Vern HS1, HS3 Friluft HS1, HS2, HS3, HS4, HS5 Fisk HS1 Fiskerier			

Figur 8-9: Beregnede miljøkonsekvenser for kartlagte miljøressurser i analyseområdet. Fargekoden Grønn viser liten risiko (ofte ikke nødvendig å iverksette risikoreduserende tiltak så lenge lover og forskrifter er oppfylt).

8.1.8 Vurdering av miljøkonsekvenser ved et bunkersutslipp

Skip som frakter behandlet avfall fra Langøya til Kongkleiv har en total lagringskapasitet til bunkers på 120 m^3 , fordelt på to lagertanker og en dagtank. Under seiling kan skipet ha med seg alt fra 40 til 120 m^3 marin diesel, men under en typisk seilas fra Langøya til Kongkleiv vil skipet være lastet med 65 m^3 bunkers, der det er 30 m^3 i hver lagertank og omtrent 5 m^3 i dagtanken. Skipene har enkelt skrog (18)

Marin diesel olje (MDO) er et lett destillert petroleumsprodukt. Lette hydrokarboner er relativt vannløselige og flyktige, og vil raskt etter et utslipp fordampe og blandes ned i vannmassene hvor de etter kort tid løses opp og fortynnes. Generelt er lette hydrokarboner ansett som mer akutt toksiske enn tunge hydrokarbonkomponenter, da de inneholder monoaromatiske hydrokarboner (benzene, toluene og xylene) som er lettopptakelige for organismer. Men de er samtidig svært flyktige og vil forvitte/fordampe raskt, slik at eksponeringstiden blir kort og konsekvensene små. Tyngre hydrokarbonkomponenter anses som mer skadelige for miljøet, da de er biotilgjengelige og har lang levetid på overflaten og i vannmassene.

For vurdering av miljøkonsekvenser for bunkersutslipp benyttes en miljøskadematrise opparbeidet for Kystverket i samfunnsøkonomiske analyser (19). Matrisen viser forventet spredningsradius (buffersone) et utslipp med ulike volum og ulike bunkerstyper vil kunne gi. Matrisen viser også grad av miljøskade som kan forventes ved slike utslipp, basert på sårbarheten til ressursene som vurderes. Store utslipp er naturlig nok forventet å gi størst spredningsradius, og disse utslippene vil også bidra til høyest miljøskade, spesielt ved utslipp av tungoljer.

Tabell 8-4: Matrise for vurdering av miljøskade som følge av oljeutslipp fra skipsfart i områder med ulik sårbarhet (kilde: Vista (19)).

Utslippstype	Volum (tonn)	Miljøfølsomhet				Spredningsradius (buffersone) (km)
		Liten	Moderat	Høy	Svært høy	
Marin diesel	10-100					10
	100-500					25
	500-2 000					50
	2 000-10 000					75
	10 000-50 000					100
Råolje	10-100					10
	100-500					25
	500-2 000					50
	2 000-10 000					75
	10 000-50 000					100
Bunkers	10-100					10
	100-500					25
	500-2 000					50
	2000-10 000					75
	10 000-50 000					100

Noter: Fargekodene tilsvarende liten (lys gul), middels (mørkere gul), stor (brun/oransje) og svært stor (rød) miljøskade.

Det er beregnet at ved en grunnstøtingshendelse vil det forventes at 30 prosent av drivstoff fra skipet vil slippes ut. Lagt til grunn at skipet frakter 65 m³ marin diesel, vil det forventes et utslipp på inntil 20 m³ marin diesel ved en grunnstøting.

Et slikt utslipp forventes å ha størst påvirkning innenfor en radius på 10 km fra utslippsstedet avhengig av opptredende vind- og strømningsforhold. Utslipet vil kunne berøre definerte verneområder, sikrede friluftsområder og fisk og fiskeriområder. Influensområdet kan karakteriseres ved moderat til høy sårbarhet (for olje), og utslipp mellom 10-100 tonn marin diesel vil forventes å gi mindre miljøkonsekvenser med restitusjonstid på inntil 1 år (figur 8-10).

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

2,61E-02					
					
Konsekvens (restitusjonstid)	Sannsynlighet				
	Sjeldnere enn hvert 100. år	Mellom 10 og 100 år	Mellom 1 og 10 år	1-10 ganger per år	Mer enn 10 ganger per år
Svært alvorlig miljøskade (>10 år)					
Alvorlig miljøskade (3- 10 år)					
Miljøskade (1-3 år)					
Mindre miljøskade (<1 år)		Diesel- utslipp (20 m ³)			
Ubetydelig miljøskade (0 år)					

Figur 8-10: Beregnede miljøkonsekvenser gitt et utslipp av diesel iht. analysert utslippsscenario. Frekvensen for grunnstøting (fra sannsynlighetsanalysen) på 2,61E-02 har en returperioden på 38 år (det er sannsynlighet for at et slikt scenario kan skje hvert 38 år med seilingsaktivitet).

8.2 ROS-analyser for anleggs- og driftsperioden

8.2.1 Planprogram

Planprogrammet spesifiserer følgende for dette temaet:

Det skal gjennomføres en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for det planlagte tiltaket for å identifisere uønskede hendelser. Transport fra Langøya til Kongkleiv med skip inngår i ROS-analysen. Analysen vil inngå som en del av beslutningsgrunnlaget for prosjektet, og inkluderer hendelser både på land og i sjø. Hensikten med analysen er å bidra til at planen gis en sikker utforming, samt å undersøke om området er egnet for planlagt tiltak. Ved en eventuell videreføring av prosjektet vil ROS-analysen inngå som en del av grunnlaget for beredskap.

I ROS-analysen inngår også anleggsperioden.

Faremomenter knyttet til at anlegget ligger i et bratt område inntil etablerte frilufts- og verneområder vil belyses spesielt i ROS-analysen.

ROS-analysen utarbeides i tråd med kravene gitt i plan- og bygningsloven § 4-3. I ROS-analysen skal det vurderes hvorvidt den planlagte utviklingen av planområdet vil medføre endret risiko for mennesker, miljø og/eller materielle verdier. Forhold knyttet til

akutt forurensing inkludert farlig avfall, brann, eksplosjon og skipskollisjon/kollisjon med fritidsbåt inkluderes.

Basert på gjennomført risiko- og sårbarhetsanalyse, skal nødvendige tiltak vurderes for å ivareta samfunnssikkerheten og etablere en hensiktsmessig beredskap. I ROS-analysen vil det bl. a. bli identifisert hvilke hendelser som vil kunne bidra til fastlegging av eventuelle hensynssoner rundt anlegget.

Arbeidsmetodikken for ROS-analysens vurdering av sjørelatert virksomhet omfatter følgende trinn:

- *Fareidentifikasjon – kartlegging av uønskede hendelser.*
- *Identifikasjon av objekter, virksomheter eller aktiviteter som representerer en fare innenfor planavgrensningen eller dens nærhet.*
- *Utarbeidelse av liste over representative og beslutningsrelevante uønskede hendelser som underlegges en mer detaljert analyse.*
- *Gjennomføring av analyse av sårbarhet og risiko.*
- *Evaluerer av risiko og identifikasjon av behov for risikoreduserende tiltak.*

Arbeidsmetodikken og analysen må tilpasses planområdets kompleksitet. Analysen er i hovedsak avgrenset til vurdering av ferdige løsninger. Det blir lagt vekt på å formulere risikoreduserende tiltak.

Bakgrunn/datagrunnlag:

Foreliggende materiale/analyser/utredninger. Øvrige temarapporter utarbeidet som del av konsekvensutredningen. Innspill fra medvirkningsprosesser. Risikovurdering for Telemark Fylke vil bli benyttet som en av kildene til relevant informasjon om risikobildet.

Metode/fremstilling:

Det vil bli foretatt en systematisk gjennomgang av mulige uønskede hendelser og kartlegging av mulige risikoreduserende tiltak. Arbeidet med analysen vil ta utgangspunkt i NS 5814:2008 og DSBs veileder Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging.

Det er utarbeidet egne delutredninger om dette tema for hhv. anleggsfasen og driftsfasen, jf. kap. 7.21 i fastsatt planprogram. Utredningene er gitt som vedlegg til konsekvensutredningen, og det henvises til disse for utfyllende informasjon.

8.2.2 ROS-analyse for anleggsfasen

Hensikten med ROS-analysen for anleggsfasen er å kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan oppstå i anleggsfasen for det fremtidige anlegget i Brevik, samt å identifisere risikoreduserende tiltak. Analysen inngår som en del av beslutningsgrunnlaget for prosjektet og et eventuelt fremtidig planarbeid, og inkluderer hendelser både på land og i sjø.

Det understrekes at prosjektet fortsatt er i en tidlig fase og at dette er en overordnet og innledende ROS-analyse for uønskede hendelser. Det har imidlertid vært viktig å få utført denne ROS-analysen, slik at det i en tidlig fase kan avdekkes flest mulig av de kritiske hendelsene.

Det er til sammen identifisert 47 uønskede hendelser med tilhørende årsaker og konsekvenser for anleggsfasen i tre trinn. Trinn en - Etablering av kai ved kongkleiv, trinn to - Etablering av transporttunnel og trinn tre - Sikring av gruveganger som skal brukes til lagring og transport.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 8-5: Oppsummering av uønskede hendelser, anleggsfase

Uønskete hendelser (UH) i anleggsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/ faresituasjon/ årsak	Person		Miljø		Økonomi	
				K	S	K	S	K	S
Anleggsfartøy forliser - dieseldrevet skip	1.1.1	Anleggsutstyr og evt. last over bord. Forlis: Alt utstyr og evt. last går til sjø og synker. Personer om bord skades/dør eller går ned med skip (dødsfall).	Årsak kan være grunnstøting eller kollisjon som følge av f.eks. storm, dårlig vær	5	1	2	1	1	1
Anleggsfartøy/taubåt mister flytekai under transport eller ved Kongkleiv	1.2.1	Antar flytekai slepes hel eller i deler til lokasjon. Slepning i vann, ett element. 4 taubåter antas brukt til sleping. Landgang kommer på egen lekter. Mulig personskade på mannskap dersom slepebane skulle ryke.	Dårlig vær (værvindu), slepetau ryker.	5	1	1	1	3	1
Anleggsfartøy kolliderer med annet større skip	1.3.1	Anleggsfartøyet kolliderer med annet større skip/anleggsfartøy, men forblir flytende og last intakt. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge skipene.	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	5	1	1	1	1	1
Anleggsfartøy/slepebåt kolliderer med fritidsbåt	1.4.1	Anleggsfartøyet kolliderer med fritidsbåt, men begge forblir flytende og last og utstyr intakt på anleggsfartøyet. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge skipene.	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	5	1	1	1	1	1
Anleggsfartøy mister motorkraft	1.5.1	Fartøyet på vei til/fra Kongkleiv mister motorkraft og driver mot land og grunnstøter eller kolliderer. Materielle skader på skip, utslipp til sjø og personellskader, mister deler av lasten.	Tap av motorkraft, feil-navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	2	2	1	2	1	2
Anleggsfartøy kolliderer med Kongkleiv kai mens den etableres	1.6.1	Anleggsfartøy kolliderer med kaien i forholdsvis lav fart, men forblir flytende og det gir skader på mannskap og personer på kaien, mister deler av lasten.	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	2	2	1	2	1	2
Anleggsfartøy blir pårent av større skip ved kai (Kongkleiv)	1.7.1	Annet større skip kolliderer i forholdsvis lav fart med anleggsfartøy som ligger til kai, men som forblir flytende og det gir skader på kai, dødsfall/skader på mannskap og personer på kaien, mister deler av lasten.	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	5	1	2	1	1	1
Tap av materiell ved lossing/flytting	1.8.1	Materiell mistes i sjø ved lossing.	Dårlig håndtering av kran og løfteutstyr, feilmanøvrering losseutstyr (kran),	NA	NA	1	3	1	3
Støy (over gjeldende norm) fra anleggsarbeider for kai og tunnelpåhugg ved kai	1.9.1	Anleggsarbeid/maskiner for etablering av kai forårsaker støy. Sprengningsarbeid for enkelt tunnelpåhugg for gjennomslag ved Kongkleiv kai forårsaker støy.	Anleggsarbeider/sprengningsarbeid er forårsaker støy som er over gjeldende norm	1	1	1	1	1	1
Personellskade ved etablering av kai	1.10.1	Svingende/Fallende last forårsaker klemskader/ knusningsskader	Menneskelig svikt, manglende synbarhetstøy, dårlig belysning	3	1	NA	NA	1	1
Sabotasjeaksjon under etablering av kai	1.11.1	Skade på kai f.eks. ved bruk av eksplosiver. Skade/dødsfall på mennesker som oppholder seg i	Sabotasje	5	1	NA	NA	1	1

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i anleggsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi	
		området.							
Demonstrasjoner som stanser arbeidet med etablering av kaien	1.11.2	Demonstranter/aktivister stanser arbeidet med etablering av kaien.	Sivil ulydighet	1	3	NA	NA	1	3
Naturhendelse på kai	1.12.1	Ras fra fjellet over ned på kai (leire, stein, jord, is, snø). Kan skade kai, personell og kai-materiell/utstyr, samt anleggsfartøy som er ved kai. Stoppe/hindre anleggsarbeid over lengre tid. Sprangsikring er på plass.	Værforhold (mye nedbør) og eventuelt jordskjelv. Svikt i sikring.	5	1	NA	NA	1	1
Person blir skadet under etablering av rassikring	1.13.1	I forkant av andre anleggsarbeider må fjellskråningen sikres. Under sikring skades anleggsarbeider som følge av fall, ras, nedfall etc. Fjellet sikres ovenfra (rappellering). Involverer feste/fjerne løs stein, bruke boremaskin, bolting, luftputer, spett. Evt. sette opp fanggjerd på utsatte steder (og hvor tradisjonell sikring ikke mulig/tillatt).	Værforhold, menneskelig svikt, mangelfull sikring	5	1	NA	NA	1	1
Sårbar natur blir påvirket under ras ved etablering av rassikring	1.13.2	I forkant av andre anleggsarbeider må fjellskråningen sikres. Under sikring skades sårbar natur som følge av fall, ras, nedfall etc.	Værforhold, menneskelig svikt, mangelfull sikring	NA	NA	5	5	NA	NA
Sprengningsuhell ved tunnelpåhugg ved kai	1.14.1	Eksploderer for tunnelpåhugg går av ved et uhell eller at sprengstoff-mengde er feilkalkulert. Medfører nedfall av stein, skade/døds-fall på mennesker og kai/utstyr.	Støt, gnist, friksjon, varme (brann)	5	1	NA	NA	1	1
Person blir skadet under etablering tunnelportal	1.15.1	Person som arbeider med tunnelportal ved Kongleiv faller ned fra stor høyde. Alvorlig skade/dødsfall.		5	1	NA	NA	1	1
Tap av masser/utstyr under transport i tunnel	2.1.1	Tap av masser (stein)/utstyr i tunnelen under transport med kjøretøy. Hoveddelen av transporten vil være massetransport (sprengstein). Masser/utstyr mistes fra kjøretøy og dette kan medføre fare for påkjørsel.	Dårlig sikret masser/utstyr, annen hendelse (kollisjon med annet kjøretøy, tunnelvegg men uten personskade). Isdannelse i tunnel.	1	5	NA	NA	NA	NA
Uhell med kjøretøy i transporttunnelen	2.2.1	Kjøretøy kjører i tunnelvegg/ krasjer med andre kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskade/omkomme.	Førerfeil, dårlig/manglende belysning, dårlig sikt, unnamanøver.	5	1	NA	NA	1	1
Ras og nedfall i transporttunnel	2.3.1	Ras og nedfall i tunnel skader kjøretøy og medfører at last/utstyr mistes. Ras medfører fare for påkjørsel av rasmasser og mistet last/utstyr. Personskader.	Sprengningsarbeider, dårlig sikret tunnel	5	1	NA	NA	4	1
Ras og nedfall ved stoffen	2.3.2	Ras og nedfall i tunnel skader kjøretøy og medfører at last/utstyr mistes. Ras medfører fare for påkjørsel av rasmasser og mistet last/utstyr. Personskader.	Sprengningsarbeider, dårlig sikret tunnel	5	1	NA	NA	4	1
Uhell med eksplosiver	2.4.1	Eksploderer som skal brukes til tunnelarbeider går av ved et uhell eller at sprengstoff-mengde er	Støt, gnist, friksjon, varme (brann), menneskelig svikt.	5	1	NA	NA	1	1

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i anleggsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi	
		feilkalkulert og medfører ras i tunnel, trykkløse, skade på mennesker.							
Nedrivning av midlertidig ventilasjonsduk	2.5.1	Anleggsmaskin river ned duk. Kun i forbindelse med innkjøring av andre maskiner enn lastebiler, f.eks. borerigg.		NA	NA	NA	NA	NA	NA
Innlekking av vann i tunnelen og endringer i naturmiljø	2.6.1	Sprengning åpner opp sprekkesystemer med mye vann som trenger inn i tunnelen. Drenering av våtmark/myr. Worst case: Store områder dreneres ned i tunnelen, grunnvannssenkning.		NA	NA	5	1	4	1
Forurenset avrenning	2.7.1	Avrenning av tunnelvann fra sprengnings-arbeider er forurenset (plast, sprengstoffrester)		NA	NA	2	2	1	2
Sprengningsarbeider forårsaker støv, eksos og støv (spesielt personell)	2.8.1		Norm overskrides	1	3	NA	NA	1	3
Skader på bygninger	2.9.1	Sprengnings-arbeider forårsaker skader på bygninger	Salve går ikke som den skal. Salve sitter fast og energi går i annen retning.	NA	NA	NA	NA	1	2
Utstyr faller ned under montering	2.10.1	Under montering av utstyr faller dette ned og skader anleggsarbeider(e)	For eksempel montering av ventilasjonsanlegg, belysning,	2	2	NA	NA	1	2
Frigjøring av radongass	2.11.1	Sprengnings-arbeider åpner opp sprekkesystem radongass siver inn i tunnelen	Eksponering for mennesker (kreftfare).	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Uvedkommende (uten godkjent/gyldig ID) kommer seg inn i tunnel	2.12.1	Uvedkommende kommer seg inn i tunnel når anleggsarbeid pågår. Personskade som følge av sprengningsarbeid, påkjørsel/fallende last. Dødsfall som følge av påkjørsel, eksosforgiftning, "går seg vill".	Påkjørsel, fallende last, ulovlig opphold, mangelfull/manglende informasjon og vakthold/sikring	5	1	NA	NA	1	1
Strømgjennomgang på anleggsarbeider	2.13.1	Ved elektriske arbeider blir det strømgjennomgang på en anleggsarbeider. Borerigg vil gå på strøm.	Montering av strøm til ventilasjon og belysning i tunnel	5	1	NA	NA	1	1
Brann/eksplosjon i transporttunnel	2.14.1	Brann i kjøretøy og borerigg. Brann kan utløse eksplosjon f.eks. støveksplisjon. Personskade (brannskade/ røyk-forgiftning/dødsfall) som følge av brannen. Økonomiske konsekvenser avhenger hvor brannen skjer, om den hindrer/stopper all transport. Last/utstyr på kjøretøy brenner/blir overopphetet.	Drivstofflekkasje, varmgang i bremses	5	1	2	1	1	1
Gasser fra sprengningsarbeid	2.15.1	1. Gasser kan danne en eksplosjon 2. Ved sprenging kan det dannes mindre mengder med nitroøse gasser (NOx) og kullos. Disse er giftige og kan være helseskadelige. Norm overskrides.	Spyler alt etter sprengning.	1	3	NA	NA	1	3
Gasser fra asfalteringsarbeid (over norm)	2.16.1	Personer som arbeider med asfaltering i tunnelen får helseskader fra gasser fra	Eksosgasser fra arbeidsutstyret og røyk fra asfaltmassene kan gi	1	1	1	1	1	1

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i anleggsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi	
		asfaltmassene og arbeidsutstyret. Dieseldrevet asfaltmaskin. Når asfalt skal legges, er imidlertid tunnelen åpen i begge ender (tunnelen er drevet ferdig).	kjemisk helsefare i lukkede rom dersom ikke tilstrekkelig tiltak iverksettes. Utslipp som CO og nitrøse gasser NO og NO2 samt sot fra dieseleksos er helseskadelige.						
Brann ved asfaltarbeid i tunnel	2.17.1	Det ble på workshopen reist spørsmål om asfaltarbeidene for kjørebanen kan utløse en brann i tunnelen.		NA	NA	NA	NA	NA	NA
Midlertidig ventilasjonsanlegg i tunnel fungerer ikke	2.18.1	Ved svikt i ventilasjon kan giftige gasser etc. komme ut i tunnelen og eksponere anleggsarbeidere. Overskrider norm. Avkrever evakuering. Alarm hvis ventilasjons-anlegget stopper.	Teknisk svikt på ventilasjonsanlegg (aggregat).	1	3	NA	NA	1	3
Demonstrasjoner / sabotasje av anleggsarbeider for kai og tunnel	2.19.1	Sabotasje. Bruk av sprengstoff.	Kriminell/terrorist handling	5	1	NA	NA	1	1
	2.19.2	"Fredelig" demonstrasjon uten bruk av vold og våpen/sprengstoff. Demonstranter/ aktivister stanser/hindrer arbeidet med driving av tunnelen.	Sivil ulydighet	1	1	NA	NA	1	1
Uhell ved transport og opphold i gamle tunneler/gruvesystem	3.1.1	Kjøretøy kjører i tunnelvegg/ kolliderer med annet kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskade/ omkomne (fører eller personer som oppholder seg i tunnelen). Last/utstyr mistes fra kjøretøy og dette medfører fare for påkjørsel. Driftstans som følge av utredning ved personskade/ omkomne.	Førerfeil, dårlig/manglende belysning, dårlig sikt, unnamanøver. Problemer med samdrift med Norcem	5	1	NA	NA	1	1
Uhell ved sikring av gruveganger (veier)/ gruvesystem	3.2.1	Materielle skader og personskader/ omkomne (anleggspersonell).	Fjellet svikter (ras)/Menneskelig svikt/Teknisk svikt/Nedfall	5	1	NA	NA	1	1
Ventilasjonsanlegg i gruve fungerer ikke	3.3.1	Ventilasjons-anlegget går i stykker. Høye nivåer av NO2 i gruve. Helsefare for personer som oppholder seg i området. Kan medføre stopp. Midlertidig ventilasjonsanlegg installeres her som i driftstunnelen.	Feil på vifteanlegg/avsug/ NO2 personmåler ikke fungerer/ikke sjekkes	1	3	NA	NA	1	3
Brann i kjøretøy	3.4.1	Store materielle skader, personskader/dødsfall, gruve ikke operativ. Kort tidsrom. Mange sidekanaler/-ganger tilgjengelig for evakuering.		5	1	1	1	1	1
Udetonert eldre sprengstoff detonerer	3.5.1	Ved sikring med bolting bores det inn i udetonert sprengstoff som ligger igjen i fjellet fra tidligere.		5	1	NA	NA	1	1
Sabotasje i gruvene	3.6.1	Uvedkommende personer tar seg inn i gruve - skade på utstyr, hindrer deponering og fremdrift, kollaps av tunnelen. Personer som oppholder seg i tunnelen blir skadet/omkommer.	Sabotasje. Bruk av sprengstoff.	5	1	NA	NA	1	1
	3.6.2	"Fredelig" demonstrasjon uten	Sivil ulydighet	1	1	NA	NA	1	1

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i anleggsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi	
		bruk av vold og våpen/sprengstoff. Demonstranter/ aktivister stanser/hindrer arbeidet med sikring i gruvene.							
Naturhendelser i gruvene	3.7.1	Ras i gruvene. Mennesker som oppholder seg i tunneler/gruver blir skadet/ omkommer. Skader på utstyr og kjøretøyer.	Instabilt fjell/Jordskjelv	5	1	NA	NA	1	1
Transport av bergmasser ut av gruvene og i dagen, opp til bruddet. Ulykke/kollisjon.	3.8.1	Ras fra løst fjell på kjøretøy. Dersom Norcem kjøper sprengstein av NOAH, vil det ikke bli massetransport helt fram til steinbrudd i dagen. Hentes fra mellomlager i gruve.	Ras fra bratt kant.	5	1	NA	NA	1	1

8.2.3 ROS-analyse for driftsfasen

Hensikten med ROS-analysen for driftsfasen er å kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan oppstå i forbindelse med den framtidige driften av anlegget i Brevik, samt å identifisere risiko-reducerende tiltak. Analysen inngår som en del av beslutningsgrunnlaget for prosjektet og et eventuelt fremtidig planarbeid, og inkluderer hendelser både på land og i sjø frem til og med at deponeringen en gang i fremtiden er avsluttet.

Det understrekes at prosjektet fortsatt er i en tidlig fase og at dette er en overordnet og innledende ROS-analyse for uønskede hendelser. Det har imidlertid vært viktig å få utført denne ROS-analysen slik at det i en tidlig fase kan avdekkes flest mulig av de kritiske delene.

Det er til sammen identifisert 37 uønskede hendelser med tilhørende årsaker og konsekvenser for driftsfasen i fire trinn. Trinn en - Transport av behandlet uorganisk avfall på fartøy fra Langøya til kai ved Kongkleiv, trinn to - Lossing og omlasting av behandlet avfall ved kaien ved Kongkleiv, trinn tre - Transport av avfall fra kaien ved Kongkleiv og inn til gruen og trinn fire - Lossing av avfall og plassering i deponi i gruen.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Tabell 8-6: Oppsummering av uønskede hendelser, driftsfase

Uønskete hendelser (UH) i driftsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/ faresituasjon/ årsak	Person		Miljø		Økonomi	
				K	S	K	S	K	S
Skip forliser - "Grønt" skip	1.1.1	Behandlet avfall over bord. Forlis: Hele lasten går til sjø og synker. Personer om bord skades/dør eller går ned med skip (dødsfall).	Årsak kan være grunnstøting eller kollisjon som følge av f.eks. storm, dårlig vær	5	1	2	1	3	1
Skip forliser - Dieseldrevet skip	1.2.1	Behandlet avfall over bord. Forlis: Hele lasten går til sjø og synker. Personer om bord skades/dør eller går ned med skip (dødsfall).	Årsak kan være grunnstøting eller kollisjon som følge av f.eks. storm, dårlig vær	5	1	3	1	4	1
Skip kolliderer med annet større skip	1.3.1	Skipet kolliderer med annet større skip, men forblir flytende og last intakt. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge skip	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	5	1	1	1	1	1
Skip kolliderer med fritidsbåt	1.4.1	Skipet kolliderer med fritidsbåt, men begge forblir flytende og last intakt på skipet. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord /i sjøen; gjelder mannskap på begge skip	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	5	1	1	1	1	1
Skip mister motorkraft	1.5.1	Skipet mister motorkraft og driver mot land og grunnstøter eller kolliderer. Materielle skader på skip, utslipp til sjø og personell-skader, mister deler av lasten	Tap av motorkraft, feil-navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	2	2	2	2	1	2
Skip kolliderer med Kongkleiv kai	1.6.1	Skipet kolliderer med kaien i forholdsvis lav fart, men forblir flytende og det gir skader på mannskap og personer på kaien, mister deler av lasten	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	2	2	2	2	2	2
NOAH skip blir pårent ved kai (Kongkleiv)	2.1.1	Annet skip kolliderer i forholdsvis lav fart med NOAH skip som ligger til kai, men som forblir flytende og det gir skader på kai, dødsfall/skader på mannskap og personer på kaien, mister deler av lasten	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	5	1	2	1	2	1
Tap av avfall ved lossing og omlasting	2.2.1	Avfall mistes i sjø ved lossing og omlasting. Det vil si mindre mengder av lasten. Kan imidlertid bli betraktelige mengder lokalt over tid ved gjentatt søl.	Dårlig håndtering av gravemaskin, feilmanøvrering losseutstyr (kran), overlaster lastebil/ transportbånd	NA	NA	1	3	NA	NA
Støvdannelse ⁶ fra avfallet ved lossing	2.3.1	Støv fra avfallet spres til kaiarbeidere og omkringliggende naturområder og bebyggelse	Tørre masser, vind, oppvirvling ved lossing fører til spredning av støv. Personer og dyreliv i nærheten påvirkes (inhalasjon av støv). Mulige erstatninger ved helseskader	1	5	3	5	NA	NA
Støy fra losse- og kaioperasjoner ⁷	2.4.1	Maskiner som brukes til losse- og kaioperasjoner forårsaker støy	Maskiner som brukes til losse- og kaioperasjoner	NA	NA	2	5	NA	NA

⁶ Etter ROS-seminaret er utslipp til luft beregnet. Beregningene viser at støv kun vil spres til nærliggende deler rundt kai.⁷ Etter ROS-seminaret er støy beregnet. Beregningene viser at risiko for overskridelse av normer er svært liten. Sannsynligheten kan derfor reduseres.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i driftsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi	
			forårsaker støy som er over gjeldende norm						
Personellskade ved lossing/omlastning	2.5.1	Svingende/fallende last ved omlastning til kjøretøy - klemskader/knusningsskader/eksponering for avfall	Menneskelig svikt, manglende synbarhetstøy, mørke, dårlig belysning	3	1	NA	NA	NA	NA
	2.5.2	Personell på kai blir påkjørt av hjullaster/gravemaskin ifm omlastning til kjøretøy	Menneskelig svikt, manglende synbarhetstøy, mørke, dårlig belysning	3	1	NA	NA	NA	NA
Sabotasje av kai	2.6.1	Skade på kai f.eks. ved bruk av eksplosiver. Skade/dødsfall på mennesker som oppholder seg i området.	Sabotasje/Terrormål?	5	1	2	1	5	1
Naturhendelse på kai	2.7.1	Ras fra fjellet over ned på kai (leire, stein, jord, is, snø). Kan skade kai, personell og kai-materiell/utstyr, samt skip som er ved kai. Stoppe/hindre lossing/omlastning over lengre tid. Sprangsikring er på plass.	Værforhold (mye nedbør) og eventuelt jordskjelv. Svikt i sikring.	5	1	NA	NA	1	1
Person, graver eller dumper faller/kjører i sjø	2.8.1	Dødsfall, personskader, materielle skader, noe last til sjø	Værforhold (isdannelse), menneskelig svikt	5	1	1	1	2	1
Tap av avfall under transport frem til gruve/deponi	3.1.1	Tap av avfall i tunnelen under transport (kjøretøy/transportbånd). Last mistes fra kjøretøy og dette kan medføre fare for påkjørsel. Avfallet kan spres i tunnelen.	Dårlig sikret last, annen hendelse (kollisjon med annet kjøretøy, tunnelvegg men uten personskaade). Isdannelse i tunnel.	NA	NA	1	3	NA	NA
Tap av små mengder avfall kontinuerlig i transportfasen i samdriftsområde	3.2.1	Tap av små mengder avfall i tunnelen under transport (kjøretøy/transportbånd). Avfallet kan spres i samdriftsområde		NA	NA	1	5	NA	NA
Uhell under transport fra kai til gruve/deponi	3.3.1	Kjøretøy kjører i tunnelvegg/krasjer med andre kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskaade/omkomne (fører eller personer som oppholder seg i tunnelen). Last mistes fra kjøretøy og dette medfører fare for påkjørsel. Avfallet kan spres i tunnelen.	Førerfeil, dårlig/manglende belysning, dårlig sikt, unnamanøver. Isdannelse i tunnel.	5	1	1	1	3	1
Mindre uhell under transport fra kai til gruve/deponi	3.4.1	Mindre materielle skader		1	3	NA	NA	1	3
Ras i transporttunnel	3.5.1	Ras i tunnel skader kjøretøy/transportbånd. Last mistes og dette medfører fare for påkjørsel. Avfallet kan spres i tunnelen. Personskader	Dårlig sikret tunnel/Jordskjelv	5	1	1	1	2	1
Uvedkommende blir skadet (ved kai eller) i tunnel	3.6.1	Uvedkommende kommer seg inn/ned på kai og/eller inn i tunnel når arbeid pågår. Personskade som følge av påkjørsel/fallende last. Dødsfall som følge av påkjørsel, kontakt med transportbånd, eksosforgiftning, "går seg vill".	Påkjørsel, fallende last, ulovlig opphold, mangelfull/manglende informasjon og vakthold/sikring	5	1	NA	NA	NA	NA
Brann i transporttunnel	3.7.1	Brann i kjøretøy eller transportbånd. Personskade	Drivstofflekkasje, varmgang i bremses	5	1	1	1	1	1

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i driftsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak									
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi	
		(brannskade/ røyk-forgiftning/dødsfall) som følge av brannen. Økonomiske konsekvenser avhenger hvor brannen skjer, om den hindrer/stopper all transport. Last på kjøretøy brenner/blir overopphetet.							
Ventilasjonsanlegg i tunnel fungerer ikke	3.8.1	Ventilasjonsanlegget går i stykker. Høye nivåer av eksos og støv i tunnelen	Teknisk svikt på ventilasjonsanlegg.	NA	NA	NA	NA	1	2
Demonstrasjoner / sabotasje av kai og tunnel	3.9.1	Personer tar seg inn i tunnelen - skade på utstyr, hindrer transport og fremdrift, kollaps av tunnelen. Dødsfall/skade på personer som oppholder seg i tunnelen.	Sabotasje. Bruk av sprengstoff.	5	1	NA	NA	1	1
	3.9.2	Demonstrasjoner blokkerer tilgang til kai/tunnel. Demonstranter skader seg under demonstrasjonen.	"Fredelig" demonstrasjon uten bruk av vold og våpen/sprengstoff	2	2	NA	NA	1	2
Uhell ved transport i eksisterende gruvesystem	4.1.1	Kjøretøy kjører i tunnelvegg/krasjer med andre kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskade/omkomne (fører eller personer som oppholder seg i tunnelen). Last mistes fra kjøretøy og dette medfører fare for påkjørsel. Avfallet kan spres i området. Driftsstans som følge av utredning ved personskade/omkomne.	Førerfeil, dårlig/manglende belysning, dårlig sikt, unnamanøver. Isdannelse i tunnel. Problemer med samdrift med Norcem	5	1	1	1	3	1
Uhell ved lossing fra transport til plassering av avfall i gruve	4.2.1	Materielle skader og personskader/omkomne (service personell) ved tipping av last. Last spres til "feil" område.	Menneskelig svikt/Teknisk svikt	5	1	NA	NA	1	1
Avfall deponeres på feil sted i gruen	4.3.1	Avfall må flyttes og deponeres på riktig plass.	Menneskelig svikt, manglende skilting	NA	NA	NA	NA	1	3
Ventilasjonsanlegg i gruve fungerer ikke	4.4.1	Ventilasjonsanlegget går i stykker. Høye nivåer av NO2 i gruve. Helsefare for personer som oppholder seg i området. Kan medføre stopp.	Feil på vifteanlegg/avsug/NO2 personmåler ikke fungerer/ikke sjekkes	2	3	NA	NA	1	3
Avfallet oppfører seg ikke som forventet i deponiet	4.5.1	Avfallet oppfører seg ikke som det skal hvis store mengder vann kommer til og gir geoteknikk ustabilitet som igjen gir ras av deponert avfall.	Manglende kunnskaper om avfallets egenskaper. Andre forutsetninger for avfallet enn forutsatt.	1	2	NA	NA	1	2
Avrenning fra avfallet pga. vann som renner forbi	4.6.1	Vann fra filterkakene er ikke farlig avfall. Vann som renner forbi kan dra med partikler fra filterkakene. Pumpes til rensing og slippes videre ut.	Andre forutsetninger for avfallet enn forutsatt. NGI rapport	NA	NA	1	2	1	2
Gasseksplisjon ⁸	4.7.1	Eksplisjon - store materielle skader, personskader/omkomne, gruve ikke operativ.	Hydrogen i gips, brann i kjøretøy, Teknisk svikt	5	2	NA	NA	5	2
Gass siver ut til omgivelser og evt.	4.8.1	Gassdannelse i deponi som siver ut i sprekkekanaler i gruen og ut til	Gassdannelse fra deponerte masser	5	2	NA	NA	5	2

⁸ Etter ROS-seminaret er eksplosjon i gruve utredet. Utredningen viser at eksplosjon ikke medfører større skade i gruen.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Uønskete hendelser (UH) i driftsfase - Konsekvens (K) og sannsynlighet (S) - vurdert med tiltak								
Uønsket hendelse	UH-nr	Beskrivelse av hendelse	Initierende hendelse/	Person		Miljø		Økonomi
eksplosjon		omgivelser. Potensiale for eksplosjon eller lukt.						
Brann i kjøretøy	4.9.1	Store materielle skader, personskader, gruve ikke operativ.		3	1	NA	NA	2 1
Sabotasje av deponi	4.10.1	Uvedkommende personer tar seg inn i gruve - skade på utstyr, hindrer deponering og fremdrift, kollaps av tunnelen. Personer som oppholder seg i tunnelen blir skadet/omkommer.	Sabotasje. Bruk av sprengstoff.	5	1	NA	NA	1 1
Naturhendelser deponi	4.11.1	Ras i gruve ved deponi. Mennesker som oppholder seg i gruve ved deponi blir skadet/ omkommer. Skader på utstyr og kjøretøyer.	Instabilt fjell/Jordskjelv	5	1	1	1	2 1
	4.11.2	Oversvømmelse av deponi. Avfall kommer under vann, spres og blander seg.	Stor innlekkasje av vann/vann kommer fra sjøen via tunnelen.	3	1	NA	NA	2 1

8.2.4 Nærmere vurdering av hendelser i anleggsfasen og driftsfasen

Ved å iverksette risikoreduserende tiltak kan risikoen påvirkes enten ved å redusere sannsynligheten for hendelsen og/eller redusere omfanget/konsekvensen av den uønskede hendelsen. Normalt foreslås det ikke risikoreduserende tiltak som allerede er en del av det planlagte tiltaket, - det skal være nye tiltak utover disse.

Et risikoforhold som ligger i matrisens øverste venstre del (lav sannsynlighet – høy konsekvens), må ivaretas ved f.eks. at det utarbeides beredskapsplaner. Dette hjørnet i risikomatrisen omtales derfor ofte som «beredskapshjørnet». I utgangspunktet er det vanligvis en rekke innebygde sikkerhetstiltak knyttet til god praksis og oppfølging av gjeldende regelverk knyttet til design og operasjon som gjør at hendelsene har lav sannsynlighet. Oppfyllelse av slike normale tiltak er derfor en forutsetning.

Ved gjennomføring av workshop-delen av ROS-analysene forelå ikke delutredningene om støy og utslipp til luft. Vurdering av gass fra behandlet avfall var heller ikke gjennomført. Vurderingene er ferdigstilt i etterkant, og innarbeidet i etterfølgende tekst.

Hendelser med skip

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

SOLAS-konvensjonen om sikkerhet til skip og personell på sjøen er et internasjonalt maritimt regelverk som forutsettes fulgt. Det legges i denne vurderingen til grunn at skipene som benyttes til anleggstrafikk og avfallstransport har enkle skrog. Sannsynligheten for ulykker med skip vurderes som liten.

For å redusere faren for ulykker med fritidsbåter, vil navigering av skip i sesongen med mye fritidsbåter på sjøen i all hovedsak foregå i dagslys. Ansvar for å forhindre kollisjon med skip ligger på fører av fritidsbåten. Fritidsbåter har alltid vikeplikt for nyttefartøy.

Det er også god beredskap i området. Bruk av overlevelsesdrakter, livbåter etc. og rask responstid fra beredskap kan redusere risiko.

Hendelser ved kai

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

For å redusere risiko for at et skip blir pårent ved kai (Kongkleiv), kan det vurderes å sprengte bort Kongkleivbåen og flytte farleden vestover i Frierfjorden. Det kan etableres markeringer og navigasjonsbøyer. Det forutsetts at skip som skal legge til har lav fart og los om bord.

Håndtering av avfall ifm. lossing og omlasting

Kommentarene er aktuelle for driftsfasen.

Det vil bli benyttet en tett overgang mellom skip og kai for å hindre direkte søl til sjø ved lossing til dumper. Dette medfører at søl i all hovedsak havner på kaia eller på skip.

Det legges opp til spillsikring rundt hele kaia. Alt vann som renner av kai fanges opp og samles i tank på kaia. Derfra vil vannet gå til rensing.

Spillkanten dimensjoneres for kjøretøy for å forhindre at personer eller kjøretøy faller utenfor kai og i sjøen. Til informasjon er det ikke registrert uhell med dumpere ved kai på Langøya etter 25 års virksomhet.

Støvdannelse fra avfallet ved lossing er forventet å spres på kai og mot fjellveggen, jf. delutredning *Utslipp til luft* (SINTEF Molab (20)) utarbeidet i etterkant av ROS-analysen. For å redusere eventuell støvdannelse fra avfallet, kan det vurderes å vanne avfallet ved lossing, eventuell å bruke tett losseløsning fra skip til tunnel.

Det etableres god belysning på kai, og ved enkelte operasjoner vil det alltid være minimum to personer på kai.

Uvedkommende skal komme seg inn på anlegget

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

Det etableres vakthold, adgangskontroll og overvåkning. Anleggs- og driftsområdet skiltes. Tunnelen vil være stengt med port når det ikke pågår operasjon.

Naturhendelser på/ved kai

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

Kai etableres i et område med lav sannsynlighet for ras, men det er fare for steinsprang. Det er området utenfor kai som er mest utsatt. Sikring mot naturfare skal etableres iht. krav i og i medhold av plan- og bygningsloven. Det etableres rassikring i fjellvegg og skjerming av tunnelåpning. For å redusere inngrepene av tunnel og rassikring vil det vurderes ulike løsninger i detaljfasen.

Avfall på avveie under transport i tunnel

Kommentarene er aktuelle for driftsfasen.

Det forventes noe søl av last ved transport fra kai til deponi. Spill vil samles opp og legges i deponiet, mens eventuelt forurenset vann vil pumpes til nytt renseanlegg før det ledes til resipient.

Tunellen vil bli rengjort regelmessig. Valg av dekke/rister i området vil bli gjort med hensyn til å hindre mulighet for at avfall skal komme på avveie. Det vil bli etablert vaskestasjoner for kjøretøyer.

Uhell under transport fra kai til gruve/deponi

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

All forflytning skjer ved kjøretøy, det er ikke tillatt å gå i gruen. Det vil likevel fra tid til annen være personer som oppholder seg utenfor kjøretøyet av ulike grunner.

For å redusere sannsynlighet for ulykker, vil det bli vurdert og iverksatt ulike tiltak som f. eks. lysregulering, fartsgrenser, radarteologi på kjøretøy, gule blinkende lys på servicekjøretøy, registreringssystemer og radiokommunikasjon. Hvert kjøretøy skal være utstyrt med to brannslukkingsapparater.

Det etableres møteplasser i tunnelen der dumpere kan passere hverandre.

For å redusere faren for uhell ifm. transport i eksisterende gruvesystem, der det vil være to aktører i en periode (Norcem og NOAH), etableres felles prosedyrer/regelverk med Norcem. Driftsplan utvikles slik at det i utgangspunktet ikke skal være daglig samdrift i samme område av gruven. Det vil være toveistrafikk i gruvene. Det etableres siktsoner i tunnelen, hastighetsbegrensning og lysregulering.

Ras i transporttunnel og Dalen gruve

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

For å unngå rashendelser i tunnel vil systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring gjennomføres i anleggsfasen. Sikring vil utføres etter anerkjente metoder. Det vil bli etablert vedlikeholdsprogram for tunnelen.

Det vil videreføres et strengt sikringsregime i gruveområdet. Sikring før igangsettelse av deponering i nye områder der dette er nødvendig. Geologiske undersøkelser og vurderinger utføres i forkant av at områdene tas i bruk til deponi.

Brann i transporttunnel

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

Kjøretøy vil kunne utsettes for brann, da det forutsettes at brann ikke oppstår i selve avfallet.

Alle kjøretøy skal ha to brannslukkingsapparater om bord. Det etableres automatisk slukkeanlegg i kjøretøy som opererer fast i tunnel/gruve.

Det etableres prosedyrer og rutiner for fast, hyppig vedlikehold. Dumpere bør fortrinnsvis ha våte bremses som ikke kan bli overopphetet.

I anleggsfasen skal eksplosiver oppbevares i henhold til gjeldende regelverk. Det etableres redningscontainer som skal ha oksygen.

Gass

Kommentarene er aktuelle for både anleggs- og driftsfasen.

Det forutsettes at avfallet oppfyller kravene i avfallsforskriften for deponering i lukkede bergrom. Det etableres hydrogenmålere i gruven der det opererer folk. Alle arbeidere vil også ha personlige målere av SO₂ og NO_x. Hvis målere slår ut i gruven, stoppes all aktivitet. Det vil etableres god ventilasjon.

Eksplosjon i Dalen gruve i driftsfasen er utredet nærmere av Ranold AS (21) etter ROS-analyse. Utredningen viser at det er lite sannsynlig med gasseksplasjon. Frontrykket ved en detonasjon av sprengstoff i dag ligger i størrelsesorden 10-17 GPa, hvilket er langt høyere enn de maksimale eksplosjonslastene beregnet ved en gasseksplasjon (0,002 GPa).

En kollaps i gruven som følge av gasseksplasjon kan ikke skje. Trykklastene beregnet er kraftige nok til å ta livet av personer som befinner seg i umiddelbar nærhet, og trykkbølgene fra en eksplosjon med verst tenkelige utfall vil forplante seg et godt stykke unna tennposisjon. Et effektivt ventilasjonsopplegg vil være en viktig metode for å unngå oppsamling av hydrogen i høye nok

konsentrasjoner. Det forutsettes at sensorer benyttes til å verifisere at gruvegangene er trygge før og under deponering.

En eventuell gaseksplasjon vil være vesentlig mindre enn sprengningene i gruedriften, og vil ikke medføre skade på terrengnivå. Restinnholdet av metallisk aluminium i filterkaken etter nøytraliseringsprosessen vil ligge innkapslet i et beskyttende oksidlag. Det kan derfor ta lang tid før siste rest av i utgangspunktet meget små mengder fører til gassdannelse. Lave temperaturer gir dessuten langsom reaksjonshastighet. Med så små mengder det her er snakk om, er det imidlertid sannsynlig at gassen vil bli absorbert inn i kalksteininformasjonene i gruen og ikke sive til bebyggelse. Dette vil utredes ytterligere i en senere fase.

Overvåkning av avfallet vil bli gjennomført med tilhørende beredskapsplan.

Eventuell gass fra deponerte masser kan være hydrogen, metan, H₂S eller ammoniakk. SINTEF Molab har et pågående program for å undersøke restpotensiale for gassdannelse fra stabilisert filterkake med fokus på hydrogengass. Langtidstester på filterkake basert på ulike typer flyveaske/avfall (inklusive avfall fra aluminiumsindustrien) vil gi mer detaljert informasjon om mengden og hastighet på hydrogengassdannelse over tid, og således danne grunnlag for hva som kan tillates deponert i gruen. Avfallsforskriftens bestemmelser legges til grunn, der det fremgår at følgende avfall er forbudt å deponere i underjordiske deponier:

- Avfall som kan produsere en giftig gass eller eksplosiv blanding av gass og luft.
- I lukket beholder skal ikke innholdet av eksplosiv gass overstige ti prosent av konsentrasjon som svarer til nedre eksplosjonsgrense.

I anleggsfasen kan det oppstå gasser fra sprengningsarbeid. Det vil sørges for god ventilasjon og utlufting og opphold i gassgropen skal unngås. Det spyles etter sprenging. Det gjøres målinger av gassnivå og arbeiderene vil ha personlige målinger. Redningscontainer skal ha oksygen.

Det kan også oppstå gass fra asfaltering i tunnelen. Statens vegvesens retningslinjer i håndbok 213 HMS ved arbeid i veggutunneler følges. Når asfalt legges vil det være åpning i begge ender av tunnelen.

Særskilt om anleggsfasen

Brekke & Strand (se delutredning Støy) vurderer at støy ikke vil være problematisk i anleggsperioden. Beregninger viser at refleksjon av lyd i fjellveggen ikke vil nå hytteområdet på motsatt side av fjorden.

Erfaringsmessig hekker fugler der de føler seg trygge, og det trenger ikke nødvendigvis være i områder med lite støy. Det bør likevel søkes å unngå anleggsarbeid i hekketida.

For å unngå skade på anleggspersonell, vises det til generelle krav til entreprenør iht. arbeidstilsynets regler. Dette omfatter HMS, krav til SJA, språkkrav, bekledning, inkl. hørselvern, hjelm m.m. Valg av entreprenør med tilfredsstillende referanser, generell oppfølging av entreprenør. Anleggsarbeid skal foregå i godt lys.

Ved anleggsarbeid ved tunnelpåhugg og rassikring skal det være ekstra HMS-fokus. SJA gjennomføres.

Bruk av prefabrikkerte elementer reduserer anleggsarbeidet ved Kongkleiv.

Gruveganger (veier)/gruvesystem overvåkes mht. stabilitet og sikres for anleggstrafikk.

Sprengning kan åpne opp sprekkesystemer med «mye» vann som trenger inn i tunnelen, forårsake drenering av våtmark/myr og grunnvannsenkning. Det gjøres geologiske forundersøkelser for å

forhindre dette. Ulikheter i bergtype sekvenseres og det utføres økt forinjeksjon av berget og dreneringssystem etableres ved behov.

For å hindre at eventuelt udetonert sprengstoff detonerer vil det bli brukt erfarent personell til inspeksjon i forkant av anleggsarbeid.

For å redusere støy, eksos og støv fra anleggsarbeid stilles strenge krav til ventilasjon, vedlikehold og HMS-fokus. Personell vil bære målere. Tette maskiner, eventuelt med filter på ventilasjon. Elektriske maskiner vil kunne redusere konsekvenser. Hørselvern benyttes i støyutsatte områder. Det vannes etter sprengning. Midlertidig ventilasjonsanlegg ifm. anleggsfasen. Varselalarmer for drift av ventilasjonsanlegg. Overvåkning av aggregat. Nødaggregat og nødvifte.

Anleggsarbeidene kan medføre spredning av avfall (avrenning av tunnelvann fra sprengningsarbeider kan være forurenset av plast eller sprengstoffrester). Det etableres renseanlegg for vann i gruen. Krav i Statens vegvesens håndbøker skal følges.

9 Sammenstilling og oppsummering

9.1 Formål med konsekvensutredningen

Formålet med konsekvensutredningen er å avklare om gruven i Dalen er egnet som lokalitet for etablering av underjordisk deponi og hvilke konsekvenser de foreslåtte tiltakene vil kunne få for miljø og samfunn.

9.2 Tekniske premisser

De tekniske premissene for tiltaket er omtalt i kapittel 4 og 6, og oppsummert i tabellene under. De angitte delutredningene er ikke vurdert etter metodikken for konsekvensanalyser i henhold til Statens vegvesens håndbok V712.

Mengden uorganisk farlig avfall til Langøya er begrenset til 560 000 tonn pr. år, men dette er et glidende gjennomsnitt over flere år. Ut fra dette er det lagt til grunn en maksimal mengde på inntil 800 000 tonn behandlet og avvannet avfall pr. år til Dalen gruve.

Tabell 9-1: Oppsummering av miljørisikovurderingen.

Hovedtema	Delt tema	Kort beskrivelse
Miljørisiko-vurdering	Vurdering av avfall til deponi	Utlekkingstester viser liten utlekking fra avfallet og på nivå med kriterier for inert og ordinært avfallsdeponi i avfallsforskriften. Unntaket er klorid som ligger høyere.
	Geologisk og geomekanisk vurdering	Kalksteinen i Dalen gruve er massiv med liten oppsprekkningsgrad, og har lav vannledningsevne. Gruverommene er generelt tørre. Det er flere forkastningssoner i gruven. Den største er Dalenforkastningen, der det er utført tetttiltak. Samlet vurderes bergarten i gruven å oppfylle avfallsforskriftens krav til geologisk barriere. Den bergmekaniske stabiliteten i gruven er god som følge av høye horisontale spenninger i bergmassen. I tillegg har gruven blitt drevet etter en modifisert rom-og-pilar-brytningsmetode i den delen hvor deponiet er planlagt. Dette gir god bergmekanisk stabilitet. Planlagt deponiområde i Dalen gruve vil derfor være stabil under og etter et jordskjelv med returperiode på 10 000 år.
	Hydrogeologisk vurdering	Vannet vil under drift i hovedsak følge de samme strømningsveier i gruven som i dag. Det er en innadrettet grunnvannsgradient inn i gruven som vil opprettholdes i driftsfasen. Vannet fra deponiet/gruven vil samles opp og renses. Etter at deponiet er avsluttet, vil gruven fylles helt med vann. Utslipet fra gruven vil ikke ha nevneverdig negativ påvirkning for vannkvaliteten i Eidangerfjorden.
	Geokjemisk vurdering	Avfallet som planlegges deponert i gruven er i all hovedsak basisk med god bufferkapasitet. Avfallet vil således ikke ha negativ effekt på kalksteinen i gruven (gruveveggen).

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Hovedtema	Deltema	Kort beskrivelse
	Spredning fra deponiet og resipient-påvirkning	Forurensset vann fra deponiet vil renses med beste tilgjengelige teknologi. Tilgjengelige vannanalyser viser at utslippet vil kunne reduseres sammenliknet med i dag.
	Langsiktige vurderinger	Utslipp av ballastvann, avløpsvann fra skip og avfall fra skip er ubetydelig så lenge regelverket følges, mens utslipp av kjemikalier fra bunnstoff og skipsmaling vil kunne øke noe på grunn av økt skipstrafikk. Modellsimulering av grunnvannsstrømmen i området etter at deponiet er avsluttet viser at når vannstrømningen når en stabil tilstand, vil total vannmengde i kontakt med avfall være ca. 1 m ³ /døgn (365 m ³ /år). Samtidig vil NOAH bli pålagt overvåking av vannkvaliteten så lenge som myndighetene anser dette nødvendig.

Tabell 9-2: Oppsummering av tekniske premisser for planforslaget

Hovedtema	Deltema	Kort beskrivelse
Skipstransport – Nautisk sikkerhet	Område/trafikk	Det legges opp til inntil 230 skipsanløp pr. år til kai ved Kongkleiv, som er en økning på ca. 11 prosent i Frierfjorden. Området forbi Kongkleiv har et gjennomsnittlig daglig anløp på 6 skip. Lystbåttrafikken er betydelig høyere i perioder. Skipstrafikken holder i hovedsak en avstand til det planlagte kaianlegget med ca. 200-300 meter.
	Ankring	Det er et vanddyp i området som muliggjør oppankring.
	Antatt manøvrerings-mønster ved kai	Skip vil kunne ligge med både styrbord og babord side til kai. Dette medfører at det vil være mulig å tørne skipet før det legges til kai eller etter avgang.
	Vurdering av miljøkrefters påvirkning ved kai	Forventet strøm eller bølger er ikke antatt å utgjøre noen nevneverdig utfordring for sikker manøvrering i området. Den dominerende miljøkraften er vind. Beregninger indikerer at skipene som skal brukes vil kunne manøvrere effektivt i det nevnte farvannet med opptil 12-15 m/s vind.
Veitrafikk i anleggs- og driftsperioden	Adkomst/parkering	All trafikk til området er foreslått fra eksisterende adkomst til Norcem via Hillsveg. Parkering foreslås anlagt innenfor Norcems område. Adkomst og parkering vil bli avklart i dialog med Norcem.
	Trafikkmengde i driftsfasen	Totalt vil tiltaket medføre en trafikk på 72 kjt/d på offentlig vei. Den totale trafikkøkningen vil være marginal på veinettet i området, og i liten grad påvirke trafikkavvikling og trafiksikkerhet.
	Trafikkmengde i anleggsfasen	Totalt vil tiltaket medføre ca. 50 lastebiler i uken på offentlig vei. Ansatt- og servicetrafikken er vurdert til lag 50 kjt/d.
	Gang-sykel og skolevei	På grunn av marginal trafikkøkning er det ikke behov for tiltak overfor gående og syklende langs Breviksvegen eller Hillsveg. I en eventuell planfase vurderes en oppstramming av adkomsten fra Hillsveg til Norcem.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Hovedtema	Deltema	Kort beskrivelse
Ny kai i Kongkleiv, påhuggs-lokalitet og adkomsttunnel	Kai	Flytekai vil ha en utstrekning på minimum 60 meter lengde. Bredde fra kaifront til land er ca. 45 meter. Kaien utformes med opphevet kaifront og sider for å hindre avrenning til sjø ved lossing. Kai skal også ha oppsamlingssystem for eventuelt spill og spylevann.
	Påhuggslokaliteter	Fjellveggen ved «Norge Fritt» er best egnet for tunnelpåhugg. I bart-berg-skrenten fra vannet og opp må det sikres mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger i øvre del av skrenten. Tunnelmunning utgjør et lite areal i forhold til bergveggenes samlede areal.
	Adkomsttunnel	Adkomsttunnelen vil gå under E18. I antatt krysningspunkt mellom adkomsttunnelen og E18- tunnelen antas det en vertikal høydeforskjell på ca. 60 m. Denne avstanden er stor nok til at bygging av planlagt adkomsttunnel ikke vil utfordre den ytre sikkerhetssonen rundt Kjørholt-tunnelen.
	Kryssing av forkastninger og svakhetssoner	Adkomsttunnelen vil krysse «Kongkleivforkastningen» og «Dagbruddforkastningen». Informasjon fra E18-prosjektet viser at de store forkastningene ikke er forbundet med stor vanninntrenging eller betydelig bergmekanisk ustabilitet.
Sikkerhet og terror-beredskap		Det forventes ikke at tiltaket berører temaet sikkerhet og terrorberedskap på skip og i havn i en slik grad at konsekvenser vil være av betydning.
Støy	Driftsfasen	Bakgrunnsstøynivået i området i dag er minst 10 dB høyere enn beregnet støynivå fra anlegget. Det kan tidvis bli hørbar støy fra anlegget, men økningen i støybelastning i området som følge av tiltaket er liten.
	Anleggsfasen	Tidsmidlet støynivå i anleggsfasen antas å være betydelig lavere enn i driftsfasen og være knyttet til etablering av kai og sprengning av tunnelportal.
Utslipp til luft	Bakgrunnsnivåer	Ved Kongkleiv antas det at svevestøvbidraget i stor grad kommer fra bakgrunn, mens det for NO _x vil kunne være et større bidrag fra dagens skipstrafikk.
	Kilder til utslipp	Ved lossing antas det at noe støv kan frigis. I tillegg vil det forbrennes diesel ved kjøring av anleggsmaskiner på kaia i forbindelse med lossingen. Etablering av landstrøm og bruk av miljøvennlige skip gjør at innseiling, lossing og utseiling vil være fullelektrisk.
	Støvutslipp	Ved lossing bidrar utslipp av støv til rød og gul sone i umiddelbar nærhet av losseaktiviteten. Størstedelen av støvnedfallet vil falle ned på kai og i sjø.
Utslipp til vann fra sjøverts aktivitet	Ballastvann, avløpsvann og avfall fra skip	Det er vurdert at utslipp fra ballastvann, avløpsvann og avfall fra skip er ubetydelig så lenge regelverket følges.
	Kjemikalier	Utslipp av kjemikalier fra bunnstoff og skipsmalning kan øke noe på grunn av økt skipstrafikk. Det kan oppstå søl ved lossing av behandlet avfall, men kun i små mengder.
Utslipp til resipient fra land	Vannbehandling	Alt vann fra deponidriften vil renses. Utslipp av rensed vann vil skje på større dyp i Frierfjorden, Eidangerfjorden eller Langesundsfjorden. Endelig plassering av

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Hovedtema	Deltema	Kort beskrivelse
	Utslipp	utslippspunkt vil utredes senere.

9.3 Sammenstilling av ikke prissatte konsekvenser

Løsningen som er lagt til grunn for Alternativ 1 er vurdert å ha ingen konsekvens for kulturminner, ubetydelig til noe negativ konsekvens for nærmiljø og friluftsliv, og noe negativ konsekvens for landskapsbilde. For nærmiljø og friluftsliv er det noe negative konsekvenser knyttet til synlighet og hørbar støy i umiddelbar nærhet fra lossing av skip. For landskapsbildet er det inngrep i en ellers uberørt del av det særpregete landskapet på østsiden av Frierfjorden og skip liggende ved kai som medfører noe negativ konsekvens.

For utredningstemaet naturmangfold, medfører løsning og plassering i alternativ 1 svært stor negativ konsekvens for naturmangfold. Dette skyldes flere sjeldne rødlistearter, herunder en kritisk truet lavart, i bergveggen der tunnelpåhugget er vist. Da metodikken i håndbok V712 fra Statens vegvesen benyttes, blir de samlede negative konsekvensene store til tross for ubetydelige til moderate konsekvenser for alle øvrige temaer.

Påvist konflikt mellom beskrevet løsning og naturmangfold i bergveggen er løsbart. Det vil arbeides videre med en optimalisert og tilpasset løsning for anleggs- og driftsfasen for å minimere konflikten, se kap. 9.7.

Tabell 9-3: Sammenstillingstabell ikke-prissatte konsekvenser

Tema	Alternativ 0	Alternativ 1
Kulturminner	0	0
Landskapsbilde	0	-
Naturmangfold	0	----
Nærmiljø og friluftsliv	0	0/-
Avveining	Alternativ 0 er sammenligningsalternativet og har pr definisjon ingen konsekvens	Konsekvensene for naturmangfold ved Kongkleiv er vurdert som svært stor negativ, og dette vil iht. metodikken medføre at samlet vurdering av ikke-prissatte konsekvenser blir «stor negativ konsekvens», selv om konsekvensene for andre tema er ingen, ubetydelig eller moderat
Samlet vurdering	0	---
Rangering	1	2

9.4 Økonomiske ringvirkninger

Et fremtidig deponi i Dalen gruve vil i utgangspunktet gi 25 nye arbeidsplasser i Brevik direkte knyttet til driften av anlegget. Det er utarbeidet et ringvirkningsregnskap for både etablering og drift, som bl. a. viser kjøp av varer og tjenester fra lokale leverandører. Videre er også ansattes bidrag gjennom årlig skatter og alminnelig forbruk av varer og tjenester inkludert.

9.5 Måloppnåelse

I Miljøverndepartementets avfallsstrategi datert 5. august 2013 (med supplering i 2018) har departementet lagt frem en nasjonal avfallsstrategi for prioriteringer innen avfallsområdet. Strategien fastslår at «Vi har nasjonale mål om å ta forsvarlig hånd om farlig avfall og internasjonale forpliktelser til å ha egen behandlingskapasitet for farlig avfall. Dette er også en viktig del av vår

industrielle infrastruktur. Det er derfor nødvendig å få på plass et nytt deponi for uorganisk farlig avfall før nåværende kapasitet er brukt opp».

Avfall som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer kan medføre skade på mennesker og miljø om dette avfallet ikke håndteres forsvarlig. Det er derfor viktig at det farlige avfallet samles inn og gjennomgår en trygg behandling.

På generell basis har mengden farlig avfall som er blitt samlet inn og behandlet økt de senere år. Økningen skyldes først og fremst:

- Økt forbruk.
- Strengere regelverk og bedre oppfølging av dette.
- Bedre innsamlingssystemer.
- At nye stoffer klassifiseres som farlig avfall.

Basert på oppsummeringen i kapittel 5 - overordnede målsetninger, vil tiltaket ha ingen eller liten effekt på flertallet av målsetningene i førende dokumenter. Dette på grunn av prosjektets spesielle karakter. Prosjektet bidrar positivt til målsetninger om miljøvennlige transportløsninger gjennom redusert transport på vei, og bidrar til lokal verdiskapning i form av industriarbeidsplasser med tilhørende ringvirkninger. Løsningen som er foreslått for kai og tunnelmunning i alternativ 1 har imidlertid konflikter med målsetninger knyttet til naturmangfold.

Etableringen vurderes å bidra positivt til måloppnåelse innenfor de samfunnsområder der det er definerte målsetninger. For naturmangfold i bergveggen og nærliggende område er det vurdert at tiltaket slik det er beskrevet reduserer mulighetene for at målsetningene kan nås. NOAH vil utvikle beskrevet løsning, slik at konflikten minimeres.

Det prosjekttløsende behovet for et deponi i Dalen gruve er å sikre at det opprettholdes en nasjonal behandlingskapasitet for uorganisk farlig avfall når dagens deponi på Langøya er fullt. Det vil i overskuelig fremtid produseres uorganisk farlig avfall som må behandles og deponeres på en forsvarlig måte. Dette er viktig for norsk industri, for miljøet, og for Norges internasjonale forpliktelser knyttet til en forsvarlig behandling av eget uorganisk farlig avfall.

Konsekvensutredningen viser at etablering av et deponi for behandlet og stabilisert uorganisk farlig avfall i Dalen gruve, sammen med videre drift av behandlingsanlegget på Langøya, vil tilfredsstillende behovet på en god måte ved at Dalen gruve er godt egnet som deponi for behandlet uorganisk farlig avfall.

I det videre arbeidet vil det arbeides for å redusere de negative konsekvensene for naturmiljø i bergveggen ved Kongkleiv både i anleggs- og driftsfasen.

9.6 Risiko og sårbarhet - avbøtende tiltak

Gjennomføring av tiltaket vil medføre risiko for hendelser med grunnstøting og skipskollisjon. Det er beregnet en sannsynlighet for slik skipsulykke hvert 38 år med skipstransport. Det forventes ingen miljøkonsekvenser med restitusjonstid lengre enn ett år om lasten havner i sjøen.

Beregninger viser at 30 prosent av skipets drivstoff kan slippes ut ved en grunnstøting. Et utslipp mellom 10-100 tonn marin diesel forventes å gi mindre miljøkonsekvenser med restitusjonstid på inntil 1 år.

Risiko- og sårbarhetsanalysen for anleggs- og driftsfasen viser at følgende risikofaktorer må vies oppmerksomhet i videre planlegging:

- Vurdere fjerning av Kongkleivbåen for å minimere mulige konflikter med annen skipstrafikk

- Pågående program for å undersøke restpotensiale for gassdannelse fra behandlet avfall fullføres.

I tillegg kommer oppfølgende undersøkelser av forhold knyttet til naturmiljø. Det vil utredes en plassering av tiltaket som gir minst mulig negativ påvirkning på naturmangfoldet i området, se kapittel 9.7.

9.7 Oppfølgende undersøkelser

I et eventuelt videre arbeid vil NOAH gjennomføre følgende tilleggsundersøkelser og vurderinger:

- Utvikling og dokumentasjon av karboniseringsmetoden for å optimalisere denne for eventuell behandling av flyveaske for underjordisk deponering.
- Ytterligere laboratorietester på stabilisert filterkake gjennomføres for å avklare om høyt innhold av metaller (spesielt jern) vil immobilisere H₂S som eventuelt produseres.
- Utføre ytterligere analyser relatert til en ikke planlagt situasjon med gassdannelse i gruvne etter deponering.
- Tiltak for reduksjon av overvannsmengden inn i gruve.
- Kartlegging av vannkvalitet i dagens gruvevann for å styrke grunnlaget for fremtidig valg av renseprosess for vann fra deponi. Samtidig vil forurensningssituasjonen knyttet til nåværende deponier og deres eventuelle påvirkning av vannkvaliteten i gruvevannet kartlegges. Gjennomføres i forbindelse med eventuell utarbeidelse av utslippssøknad.
- Tiltak for reduksjon av de fysiske inngrepene i bergveggen som følge av tunnel og rassikring for å redusere konfliktnivået med kartlagt naturmangfold. For anleggsfasen kan dette f. eks. være flytting av påhugg og reduksjon av fysisk omfang. For driftsfasen er aktuelle tiltak for å redusere eksponering på naturverdier fra støv og eksos, f. eks. avskjerming av støv mot fjellvegg og/eller tett losseløsning.

Det er ikke kjent hvordan eksponering av støv og eksos vil påvirke vegetasjon ved Kongkleiv. NOAH vil sammen med relevant fagmiljø vurdere tiltak for å avklare dette forhold.

Som følge av at planene ikke er endelige, er det vanskelig å fastsette konkrete avbøtende tiltak. Generelt kan viktige avbøtende tiltak ved inngrep i eller nær naturtyper være å minimere terrenginngrep innenfor naturtypene og sikre naturtyper fra forurensing. Etter at alle hensiktsmessige tiltak for å unngå skade, avbøte konsekvenser og restaurere påvirkede områder er gjennomført, vil det vurderes offentlig fredning og økologisk kompensasjon hvis tiltaket gjennomføres.

9.8 Interesse motsetninger

Forslag til planprogram for deponi for nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall var på høring i perioden 13.12.17-31.1.18. Forslag til planprogram ble varslet i Porsgrunn Dagblad, Telemarksavisa og Varden samt på Klima- og miljødepartementets nettside. Totalt kom det inn 214 høringsuttalelser, der noen hadde flere/supplerende uttalelser. Det er utarbeidet et eget notat med sammenstilling og kommentarer til alle innkomne høringsuttalelser, se vedlegg 2. Høringsuttalelsene viser at det er betydelig lokal motstand mot etablering av deponi for uorganisk farlig avfall i Brevik.

Interesse motsetninger knyttet til prosjektet vil først og fremst være:

- Forholdet til naboer som ikke ønsker et anlegg for deponi av uorganisk farlig avfall
- Lokal motstand – uttrykte bekymringer for negative konsekvenser med et deponi

9.9 Oppsummering

I desember 2016 vurderte Klima- og miljøverndepartementet at det var behov for at det ble gjennomført en konsekvensutredning av et mulig deponi i Brevik for å styrke kunnskapsgrunnlaget om lokaliteten. Samtidig ønsket myndighetene å få belyst flere alternativer. Formålet med foreliggende konsekvensutredning er å belyse Dalen gruves egnethet og hvilke konsekvenser tiltaket vil kunne få for miljø og samfunn.

Tunnelåpning og nytt kaianlegg vil med foreslått beliggenhet gi inngrep i de høyt verdisatte naturtypene ved Kongkleiv. I tillegg vil den fremtidige driften kunne påvirke naturtypene negativt.

Konsekvensutredningen har bidratt til å styrke kunnskapen om etablering og drift av et deponi i Dalen gruve. Konsekvensutredningen viser at Dalen gruve er godt egnet som fremtidig deponi for behandlet uorganisk farlig avfall. Det er påvist ubetydelig til noe negativ konsekvens for miljø og samfunn, med unntak av naturmangfold lokalt ved Kongkleiv. Konsekvensene for naturmangfold er vurdert som svært stor negativ. Det vil i det videre arbeid være fokus på å minimere konsekvensene for dette tema i anleggs- og driftsfasen.

10 Referanser

1. **Norges geotekniske institutt (NGI).** *Deponi for nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall i Dalen gruve, Brevik - Miljørisikovurdering.* 22.06.2018.
2. **Batchelor.** Overview of waste stabilization with cement. *Waste management.* 2006, Vol. 26, s. 689-698.
3. **Hjelmar, O. et. al (2009).** *Treatment methods for waste to be landfilled. TemaNord 2009, Nordic Council of Ministers.* . 2009.
4. *Dissolution, growth and recrystallisation of Calcite and Limestone: Effects of impurities. Dr. Scient avhandling. Univ. Oslo. A.O, Harstad.* 2006.
5. **SINTEF.** *Teoretisk vurdering av gassdannelse fra avfall. Filterkaker fra flyveaske lagret i kalksteinsgruver.* Juni 2018.
6. **Rambøll (2016): Sprekkekartlegging Dalen gruve og brudd, Brevik. Rapport nr. 1350017562.** *Sprekkekartlegging Dalen gruve og brudd, Brevik. Rapport nr. 1350017562.* 20. desember 2016.
7. **NOAH.** *NOAH Brevik Gruverapport. Kapittel 02. Innlekkasjevann. Dok. Nr. NB-K-R-GRU-00-001-01.* 17.11.2014.
8. **NOAH.** *NOAH Brevik Gruverapport. Kapittel 01. Infrastruktur vann. Dok. Nr. NB-K-R-GRU-00-001-01.* 17.11.2014.
9. **Klima- og miljødepartementet.** *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2016).* s.l. : www.miljodirektoratet.no/stoy, 2016.
10. —. *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging.* 25.4.2012. T-1520.
11. **DNV GL.** *Utslipp til resipient fra sjøverts aktivitet.* juli 2018.
12. **Statens vegvesen Vegdirektoratet.** *Håndbok V712. Konsekvensanalyser. Veiledning.* 2018.
13. **Sigve Reiso, Torbjørn Høitomt og Anders Thylén.** *Konsekvensutredning for naturmangfold på land for planlagt kaianlegg og adkomsttunnel ved Kongkleiv, ifm. deponi for farlig avfall i Dalen gruve, Porsgrunn kommune - Biofokus-rapport 2017-19.* s.l. : Biofokus, august 2018.
14. **Direktoratet for naturforvaltning.** *Viltkartlegging. DN-håndbok 11.* 2000.
15. **O., Henriksen S. og Hilmo.** *Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.* 2015.
16. **Nymo, Pål.** *Arkeologisk registrering under vann ved Kongkleiv, Frierfjorden, Porsgrunn kommune - Telemark Fylke.* s.l. : Norsk Maritimt Museum, Februar 2018.
17. **DNV GL.** *Sjøsikkerhetsanalysen. Analyse av sannsynligheten for ulykker med tap av menneskeliv og akutt forurensning fra skipstrafikk i norske farvann. Rapport nr. 2014-1317.* 2015.
18. **Shipbrokers., RG Hagland.** *Informasjon om skipstyper, lastekapasitet og bunkerskapasitet på fartøy som skal brukes i frakt av filterkaker fra Langøya i Oslofjorden til Kongkleiv ved Brevik.* 2018.
19. **Vista.** *Verdsetting av miljørelatert velferdstap ved oljeutslipp fra skip: Kalkulasjonspriser for samfunnsøkonomiske analyser. Vista Analyse rapport nr 2016/22.* 2016.
20. **SINTEF MOLAB.** *NOAH Kongkleiv: Deponi for nøytralisert og stabilisert uorganisk avfall.* august 2018.
21. **Ranold AS.** *Eksplisjonsberegninger i gruvegang.* juni 2018.
22. **Reiso, S. og Olberg, S. - Biofokusrapport 2011-14.** *Naturtypekartlegging i Porsgrunn kommune 2011 .* 2011.
23. **Reiso, S. 2012.** *Naturtypekartlegging i Porsgrunn kommune 2011 - Biofokus-rapport 2012-11.* 2012.
24. **Viak., Solvang R. In prep.** *Reguleringsplan E18 Langangen-Rugtvedt. Reguleringsplan E18 Langangen-Rugtvedt.* s.l. : Asplan Viak.

Deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) uorganisk farlig avfall

Vedlegg

Vedlegg nr.	
1	Fastsatt planprogram
2	Sammenstilling av høringsuttalelsene

Delutredninger

Kapittel i fastsatt planprogram	Delutredning	Utført av
7.2	Forhold til overordnede planer og mål	Multiconsult
7.3	Geoteknisk vurdering ny kai og tunnel	NGI
7.4	Gruvens egnethet – Miljørisikovurdering	NGI
7.5	Økonomiske konsekvenser - Ringvirkningsregnskap	Varde Hartmark
7.6	Kulturminner	Norsk Maritimt Museum
7.7	Biologisk mangfold/ naturmiljø på land	Biofokus
7.8	Landskap	Multiconsult
7.9	Trafikk	Multiconsult
7.10	Barn og unges oppvekstsvilkår og interesser på land	Multiconsult
7.11	Friluftsliv og rekreasjon på land	Multiconsult
7.12	Støy	Brekke & Strand
7.13	Utslipp til luft inkl. støv	Molab Sintef
7.14	Bruk av naturmiljø i sjø	DNV-GL
7.15	Naturtilstanden i Frierfjorden, - Kongleiv og	DNV-GL
7.16	Nautisk sikkerhet	DNV-GL
7.17	Skipsulykke	DNV-GL
7.18	Utslipp til resipient fra transport av behandlet avfall	DNV-GL
7.19	Utslipp til resipient fra aktivitet på land	NOAH
7.20	Sikkerhet og terrorberedskap på skip og i havn	DNV-GL
7.21	ROS- analyse (anleggs- og driftsfasen)	DNV-GL