

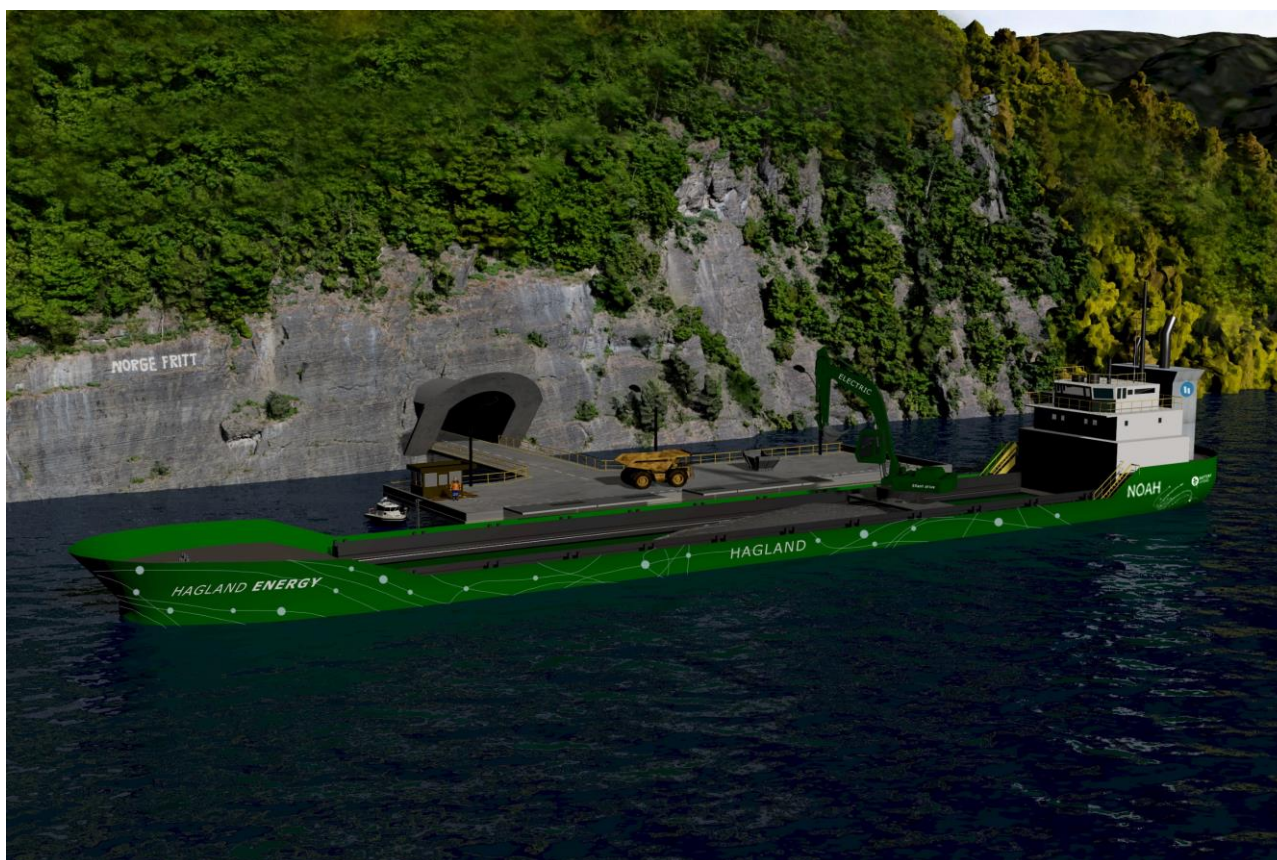
Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for anleggsfasen

NOAH AS

Rapportnr.: 2018-0371, Rev. 00

Dokumentnr.: 1155OBX5-20

Dato: 2018-07-17



Figur: Illustrasjon av skisse til kai og tunnelåpning ved Kongkleiv Kilde: NOAH.

Prosjektnavn: Analyser og bistand NOAH Brevik
Rapporttittel: Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for anleggsfasen
Oppdragsgiver: NOAH AS, Postboks 317
3081 HOLMESTRAND
Norway
Kontaktperson: Kjetil Hansen
Dato: 2018-07-17
Prosjektnr.: 10054591
Org. enhet: Environmental Risk Management
Rapportnr.: 2018-0371, Rev. 00
Dokumentnr.: 1155OBX5-20

DNV GL AS Oil & Gas
Environmental Risk Management
Veritasveien 1
1363 Høvik
Norway
Tel:
NO 945 748 931 MVA

Oppdragsbeskrivelse: På oppdrag fra NOAH AS har DNV GL AS utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) av anleggsfasen for etablering av NOAH AS sitt planlagte nye anlegg i Brevik i Porsgrunn kommune for deponering av behandlet uorganisk farlig avfall, som ikke kan gjenvinnes. Det er også utarbeidet en ROS-analyse for den etterfølgende driftsfasen (DNV GL rapportnummer 2017-1074).

Utført av:

**Laugesen,
Jens**

Digitally signed by
Laugesen, Jens
Date: 2018.08.31 13:23:59
+02'00'

Jens Laugesen, Chief Specialist

Verifisert av:

**Paaske, Børre
Johan**

Digitally signed by Paaske, Børre
Johan
Date: 2018.08.31 10:12:27 +02'00'

Børre Johan Paaske
Group Leader

Godkjent av:

Jensen, Tor

Digitally signed by
Jensen, Tor
Date: 2018.08.31
12:50:41 +02'00'

Tor Jensen
Vice President - Head of Section

**Funnemark,
Espen**

Digitally signed by Funnemark,
Espen
Date: 2018.08.31 12:05:05 +02'00'

Espen Funnemark
Principal Specialist

**Møskeland,
Thomas**

Digitally signed by Møskeland,
Thomas
Date: 2018.08.31 12:58:19 +02'00'

Thomas Møskeland, Senior Principal
Consultant

**Østbøll,
Helene**

Digitally signed by
Østbøll, Helene
Date: 2018.08.31
09:22:12 +02'00'

Helene Østbøll, Principal Consultant

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2018. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- Fri distribusjon (internt og eksternt)
 Fri distribusjon innen DNV GL
 Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er kontraktspart
 Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

NOAH, anleggsfase, Brevik, ROS-analyse

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
00	2018-06-18	Draft issue			
00	2018-07-17	Final issue			

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	1
1 BAKGRUNN	2
1.1 Planområde	2
1.2 Utredningsalternativer	3
1.3 Utredningstema fra planprogrammet del 7.21; ROS-analyse	4
2 INNLEDNING	5
3 GRUNNLAGET FOR OPPDRAGET	6
3.1 Generelt	6
3.2 Trinnvis inndeling	6
3.3 Antagelser og forutsetninger	6
4 METODE OG GJENNOMFØRING AV ROS-ANALYSEN	10
4.1 Metode – generelt	10
4.2 Risikomatrix med skalaer for sannsynlighet og konsekvens	11
4.3 Gjennomføring av ROS-analysen	15
5 RESULTATER FRA ROS-ANALYSEN	16
5.1 Identifiserte uønskede hendelser	16
5.2 Vurdering av uønskede hendelser	21
5.3 Oppsummering	22
6 RISIKOREDUSERENDE TILTAK	24
6.1 Når er risikoreduserende tiltak påkrevd	24
6.2 Hvordan kan risikoen reduseres	24
6.3 Trinn 1 – forslag til risikoreduserende tiltak	25
6.4 Trinn 2 – forslag til risikoreduserende tiltak	26
6.5 Trinn 3 – forslag til risikoreduserende tiltak	29
6.6 Uønskede hendelser med lav risiko	30
6.7 Uønskede hendelser som ikke anses relevante	30
6.8 Uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået (verken sannsynlighet eller konsekvens)	31
7 RISIKOBILDET ETTER RISIKOREDUSERENDE TILTAK	36
8 PÅVIRKNING PÅ TREDJEPART	38

Vedlegg A Oversikt over alle uønskede hendelser

SAMMENDRAG

På oppdrag fra NOAH AS (heretter NOAH) har DNV GL utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) av anleggsfasen for etablering av NOAH sitt planlagte nye anlegg i Brevik i Porsgrunn kommune for deponering av behandlet uorganisk farlig avfall, som ikke kan gjenvinnes. Det er tidligere også utarbeidet en ROS-analyse for den etterfølgende driftsfasen (rapportnummer 2017-1074) (ref. /3/).

DNV GLs metode for risikoanalyse er i tråd med NS 5814:2008, Krav til risikovurderinger (ref. /1/). DSBs veileder «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging – Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen» (ref. /2/) er også hensynstatt så langt det har vært hensiktsmessig. ROS-analysen er basert på kunnskap og informasjon som forelå da analysen ble utarbeidet. Den inkluderer i tillegg den informasjon som er gitt i workshop som er gjennomført i samarbeid med NOAH og i intervjuer med de fagekspertene som ikke kunne delta på workshopen. Datagrunnlaget for ROS-analysen har vært den dokumentasjon som DNV GL har mottatt fra NOAH vedrørende anleggsfasen ved NOAH Brevik. I tillegg har relevant informasjon fra det tidligere arbeidet med ROS-analyse for driftsfasen vært benyttet og DNV GL har også selv fremskaffet dokumentasjon av mer generell karakter til denne analysen.

For å strukturere arbeidet har DNV GL definert følgende trinn i anleggsfasen som inngår i ROS-analysen:

1. Etablering av kai ved Kongkleiv (inkludert mobilisering/demobilisering)
2. Etablering av transporttunnel (inkludert mobilisering/demobilisering)
3. Sikring av gruveganger som skal brukes til lagring og transport

ROS analysen gjelder for anleggsfasen ved NOAHs planlagte anlegg i Brevik. Analysens start er når mobilisering for anleggsfasen starter, og den slutter når alt anleggsarbeid er ferdigstilt og alt utstyr og personell er demobilisert. Det er antatt en 2 års anleggsperiode.

ROS-analysen er gjennomført i en en-dags workshop den 25. april 2018. Her deltok relevante fagpersoner fra NOAH, konsulenter som har arbeidet med relevante faglige utredninger for ROS-analysen, samt eksperter fra DNV GL som har ledet workshopen og fungert som sekretær. I workshopen den 25. april 2018 ble det identifisert til sammen 47 uønskede hendelser med tilhørende årsaker og konsekvenser. Disse ble så klassifisert med henblikk på sannsynlighet/frekvens og tre forskjellige konsekvenstyper; personskade, miljøskade og økonomisk tap. De uønskede hendelsene som ble identifisert til å representere høy eller middels risiko, ble siden vurdert med henblikk på identifisering av ytterligere risikoreducerende tiltak utover de som allerede var definert/forutsatt. Det ble sett på tiltak som enten var sannsynlighetsreducerende (avbøtende) eller konsekvensreducerende med hovedvekt på førstnevnte. Resultatet fra ROS-analysen for anleggsfasen etter iverksetting av risikoreducerende tiltak som foreslått i workshopen, kan oppsummeres som følger:

- Det er kun én uønsket hendelse som har høy risiko for anleggsfasen, det er hendelsen «*Sårbar natur blir påvirket av etablering av rassikring*» og gjelder konsekvenstypen miljøskade. Den handler om at fjellskråningen over tunnelåpningen ved Kongkleiv må rassikres. Dette kan medføre en konflikt med sårbar natur i fjellskråningen som ikke kan gjenopprettes. Denne hendelsen må utredes nærmere av eksperter på fjellsikring og sårbar natur og det forventes at når mer kunnskap og informasjon foreligger om hendelsen så kan den reduseres til et forsvarlig nivå.
- Det er til sammen 30 hendelser som har middels risiko for anleggsfasen. Hele 26 av disse er i «beredskapshjørnet» og 25 gjelder personskader, det vil si det er den typen hendelser som har meget lav sannsynlighet for å inntreffe men de har store konsekvenser hvis de inntreffer, i verste fall dødsfall. Dette er hendelser som best kan unngås ved å bl.a. ha en god beredskap, rutiner for HMS (helse, miljø og sikkerhet) og at det utføres sikker jobb analyser (SJA).

1 BAKGRUNN

Forslagsstiller for et mulig deponi i Dalen gruve i Brevik med mottaksanlegg ved Kongkleiv (kai og transporttunnel) er NOAH AS.

I dag behandles og deponeres uorganisk farlig avfall ved NOAHs anlegg på Langøya i Re kommune. Deponeringen skjer i et nedlagt kalksteinsbrudd, og dagens tilgjengelige deponikapasitet for uorganisk farlig avfall vil være fullt utnyttet i 2022. All deponering på Langøya skal ifølge gjeldende tillatelse opphøre innen utgangen av 2028.

Dalen gruve i Brevik er aktuell som fremtidig deponi for behandlet (nøytralisert og stabilisert) farlig uorganisk avfall. Behandlingen vil videreføres som i dag på Langøya, og behandlet avfall vil transporteres til ny kai ved Kongkleiv i Frierfjorden med skip. Fra kai vil det etableres tunnel direkte til Dalen gruve.

Konsekvensutredningen vil bidra til å avklare om Dalen gruve er egnet til deponi for nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall, og om mottaksanlegg kan etableres ved Kongkleiv.

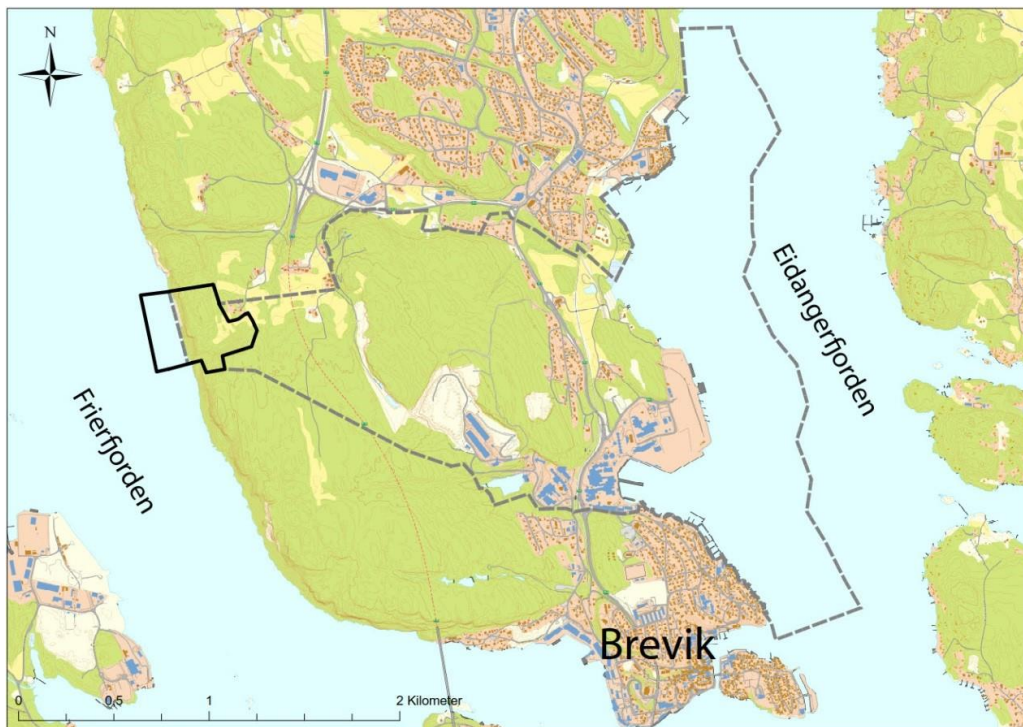
Analyse og konsekvensutredning for deponi for nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall er utarbeidet på grunnlag av planprogram fastsatt av Klima- og miljødepartementet 13.07.2018.

1.1 Planområde

Planområdet over bakken består av et område ved Kongkleiv på østsiden av Frierfjorden, og ligger ca. 7,5 km i luftlinje sør for Porsgrunn by og ca. 2 km i luftlinje nordvest for Brevik sentrum. Planen omfatter også et nivå under bakken, som i hovedsak dekker dagens driftsgrense for gruve og ny adkomsttunnel fra Kongkleiv.

Utredningsområdet (planområdet) er ca. 187 daa over bakken og ca. 4 444 daa under bakken. Ca. 1 840 daa av arealet under bakken ligger under Eidangerfjorden. Planområdets størrelse, både over og under bakken, vil bli redusert ved endelig planforslag etter at beliggenhet til kai og adkomsttunnel fra kai til gruve er endelig fastlagt. Foreslått planavgrensning over bakken/under bakken fremgår av Figur 1-1.

Tiltaket vil berøre en relativ begrenset dagsone ved Kongkleiv, hvor det foreslås å etablere nytt kaianlegg med tilhørende logistikkfunksjoner samt tunnel som kobler seg til Dalen gruve. Området er stedvis bratt med til dels tett vegetasjon som ender i skåningen ned mot Frierfjorden.



Figur 1-1 Utredningsområdet under bakken omfatter arealet innenfor stiplet strek, mens utredningsområdet over bakken omfatter arealet innenfor heltrukket strek.

1.2 Utredningsalternativer

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

- *Alternativ 0 (referanse):* Dagens situasjon med gruvedrift i regi av Norcem.
- *Alternativ 1:* Ny kai og tunnel for mottak av nøytralisert og stabilisert uorganisk farlig avfall med bruk av graven til deponi.

Alternativ 0 – referanse

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 situasjon.

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 tunnel og gruveganger til deponeringssted under kote 0 i Dalen gruve.

Avfallsvirksomheten vil ikke berøre Norcems kaianlegg eller industriarealer over bakken.

1.3 Utredningstema fra planprogrammet del 7.21; ROS-analyse

I planprogrammet inngår 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 friluft- 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.
- Evaluering av risiko og identifikasjon av behov for risikoreducerende 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 risikoreducerende 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 risikoreducerende tiltak. Arbeidet med analysen vil ta utgangspunkt i NS 5814:2008 og DSBs veileder *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging*.



2 INNLEDNING

På oppdrag fra NOAH AS (heretter NOAH) har DNV GL utført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) av anleggsfasen for NOAHs planlagte anlegg i Brevik i Porsgrunn kommune for behandling og deponering av uorganisk farlig avfall, som ikke kan gjenvinnes.

Det er tidligere også utarbeidet en ROS-analyse for den etterfølgende driftsfasen (DNV GL Rapport nr. 2017-1074) (ref. /3/).

Etableringen av et nytt deponi for farlig avfall må tilfredsstille krav satt av myndighetene i Norge, og retningslinjene må være i samsvar med EUs miljøkrav.

Hensikten med ROS-analysen 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 inkluderer hendelser både på land og i sjø i anleggsfasen.

Det understrekes at prosjektet fortsatt er i en tidlig fase og at dette er en overordnet og innledende ROS-analyse for uønskede hendelser i anleggsfasen. Det har imidlertid vært viktig å få utført denne ROS-analysen, slik at en i en tidlig fase kan få avdekket mest mulig av de kritiske delene knyttet til anleggsfasen.

3 GRUNNLAGET FOR OPPDRAGET

3.1 Generelt

DNV GLs metode for risikoanalyse er i tråd med NS 5814:2008, Krav til risikovurderinger (ref. /1/). DSBs veileder «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging – Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen» (ref. /2/) er også hensyntatt så langt det har vært hensiktsmessig.

ROS-analysen er basert på kunnskap og informasjon som forelå da analysen ble utarbeidet. Den inkluderer i tillegg den informasjon som er gitt i workshop som er gjennomført i samarbeid med NOAH og i intervjuer med de fagekspertene som ikke kunne delta på workshopen. Datagrunnlaget for ROS-analysen har vært den dokumentasjon som DNV GL har mottatt fra NOAH vedrørende anleggsfasen ved NOAH Brevik. I tillegg har relevant informasjon fra det tidligere arbeidet med ROS-analyse for driftsfasen vært benyttet og DNV GL har også selv fremskaffet dokumentasjon av mer generell karakter som har vært brukt i denne analysen.

3.2 Trinnvis inndeling

For å strukturere arbeidet har DNV GL definert følgende *trinn* i anleggsfasen som inngår i ROS-analysen:

1. Etablering av kai ved Kongkleiv (inkludert mobilisering/demobilisering)
2. Etablering av transporttunnel (inkludert mobilisering/demobilisering)
3. Sikring av gruveganger som skal brukes til lagring og transport

Merk at disse trinnene kun beskriver de forskjellige anleggsarbeidene som skal gjennomføres, men ikke nødvendigvis rekkefølgen av dem, da dette ennå ikke er bestemt.

3.3 Antagelser og forutsetninger

I dette kapitlet beskrives de antagelser og forutsetninger som er gjort for anleggsfasen.

ROS analysen gjelder for anleggsfasen ved NOAHs planlagte anlegg i Brevik. Analysens start er når mobilisering for anleggsfasen starter, og den slutter når alt anleggsarbeid er ferdigstilt og alt utstyr og personell er demobilisert. Det er antatt en 2 års anleggsperiode. Det er pr. dags dato usikkerhet knyttet til den nøyaktige rekkefølgen på anleggsarbeidene.

Mobilisering – demobilisering

Det antas at mobilisering og demobilisering for anleggsarbeider for kai ved Kongkleiv og tunnel ved Kongkleiv (som skal drives fra Norcem Brevik-siden) kan skje uavhengig av hverandre.

Kai ved Kongkleiv

Det antas at Kongkleiv kai vil bli en flytekai i betong. Siden det er bratt fjell i området vil det ikke bli mulig å anlegge anleggsveier i området. Derfor vil alt arbeid måtte foretas fra sjøsiden med anleggssartøy. Figur 3-1 viser fjellsiden og hvordan planlagt kai, med landgang og tunnelåpning/-portal kan bli seende ut. Det forutsettes at fjellsikring er gjennomført før oppstart av etableringen av kaia.



Figur 3-1 Øvre og nedre: Illustrasjon som viser fjellsiden samt hvordan kai og tunnelåpning kan bli seende ut ved Kongkleiv. Kilde: NOAH.

Tunnel ved Kongkleiv

Beskrivelse av hvordan tunnelen ved Kongkleiv vil bli utført er basert på en skisse gitt i et brev datert 14.01.2018 fra SCS til NOAH AS (ref. /4/).

Tunnelen vil bli drevet på tradisjonell måte (boring og sprengning), se Figur 3-2. Den vil bli drevet fra Norcem Brevik siden mot gjennomslag ved Kongkleiv kai slik at fjell kan fraktes ut på lastebil på Norcem-siden. Ved Kongkleiv kai skal det etableres et enkelt påhugg før gjennomslaget finner sted.



Figur 3-2 Borerigg som borer for neste salve i tunnel. Foto: Geir Brekke, Statens vegvesen.

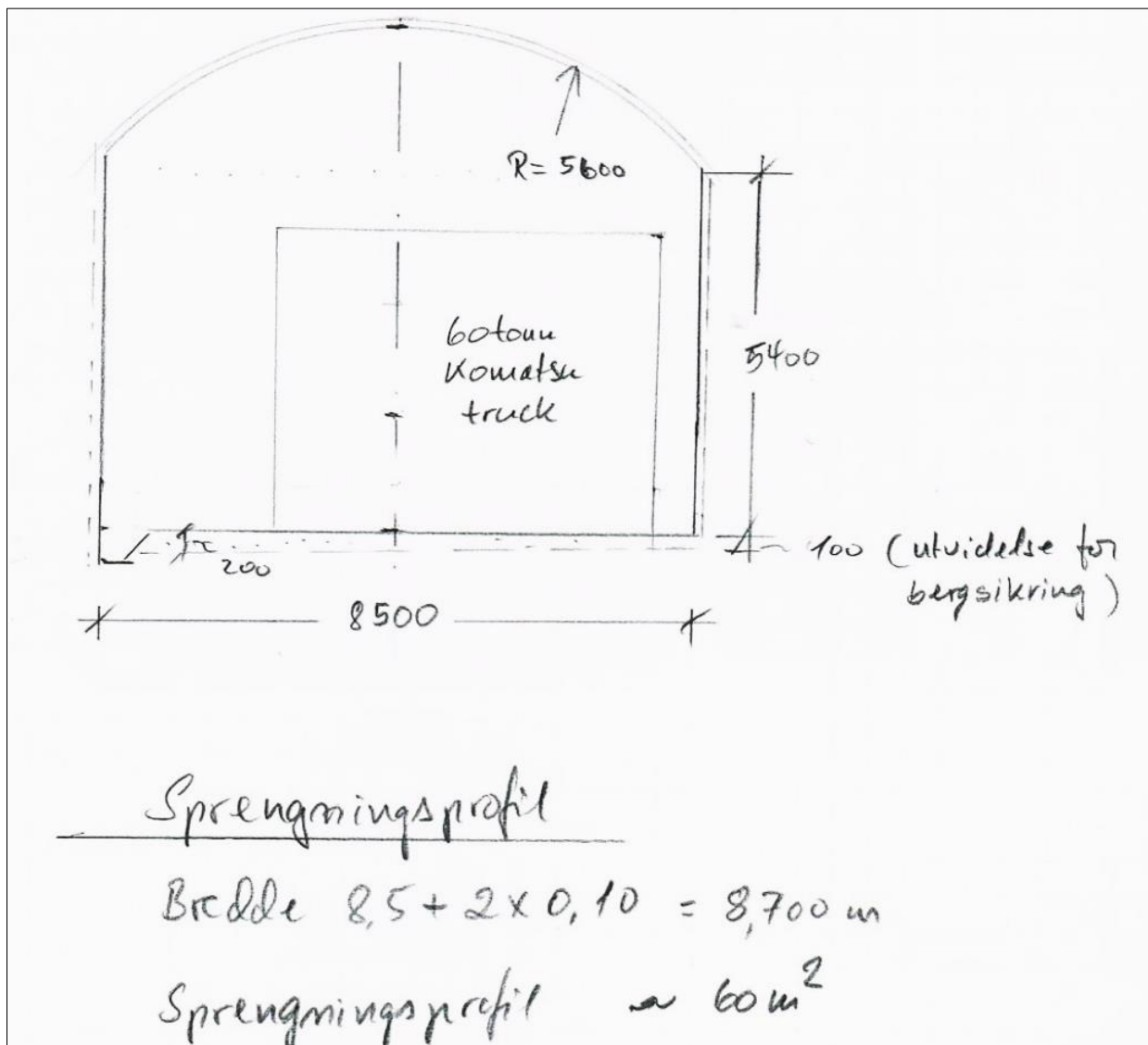
Det forutsettes at det vil bli etablert en råsprengt tunnel som sikres løpende etterhvert som den sprenges ut, først renskes fjellet, så sikres det med bolter og eventuelt injiseres også utett fjell og det etableres et lag med sprøytebetong. For sprøytebetong har Statens vegvesen utarbeidet retningslinjer. I håndbok R761 (Prosesskode 1, Standard beskrivelse for vegkontrakter) sies det i Prosess 33.4 (Sikring med sprøytebetong): «d) Midlere utført tykkelse skal, om ikke annet er spesifisert eller avtalt, være minst lik 80 mm. Målt minimumstykkelse skal være minst 50 % av beskrevet midlere tykkelse», (ref. /5/). Mer veiledning gis i håndbok N500 (Vegtunneler), hvor det i kapittel 6.3.2 (Grunnlag for bestemmelse av permanent sikring – fastsettelse av sikringsklasse) er gitt en mer detaljert beskrivelse av tykkelsen av sprøytebetongen avhengig av fjellets kvalitet (ref. /6/).

I foreliggende skisse fra SCS skal tunnelen være asfaltert, ha 3 møtenisjer for trucker, enkel belysning og åpen grøft for avledning av lekkasjevann gjennom tunnelen. Det er også forespurt mulighet for midlertidig ventilasjonsanlegg (1 000 m lengde, ventilasjonsduk med diameter 2 m). Det er planlagt mellomlagring av de sprengte tunnelmassene inne i graven. Det er ikke kjent om deler av tunnelmassene kan bli igjen i graven eller hvor massene som fraktes ut skal brukes/sluttdeponeres og det er derfor ikke tatt med i denne analysen. Tunnelen er planlagt å bli 7,5 m høy i senter, 8,5 meter bred (60 m² tverrsnitt) og ca. 2 000 meter lang, se Figur 3-3. Det betyr at teoretisk mengde tunnelmasser som genereres er ca. 60 m² * 2 000 m = 120 000 m³ teoretisk volum. Fast fjell har en utvidelsesfaktor på ca. 1,7. Det betyr at det blir ca. 200 000 m³ løse tunnelmasser som genereres. En lastebil med henger tar

ca. 20 m³, det vil si at det blir ca. 10 000 turer. Det innebærer at det vil være behov for koordinering av massetransporten med Norcem.

Tunneltverrsnittet for transporttunnelen skal tillate toveis trafikk av lastebiler/trucker som transporterer tunnelmasser.

Foreløpig plan for tunnelmassene er at det skal være mulighet for mellomlagring av deler av disse inne i graven. Tunnelmasser skal vurderes kjørt ut på Brevik-siden i Dalen gruve.



Figur 3-3 Skisse av forutsatt tunnelprofil. Kilde: Brev datert 14.01.2018 fra SCS (mottatt fra NOAH). Skissen viser en 60 tonn Komatsu truck i tunnelen. For transport av tunnelmasser er det forutsatt en annen (mindre) type lastbil/truck som tillater toveis trafikk.

4 METODE OG GJENNOMFØRING AV ROS-ANALYSEN

4.1 Metode – generelt

En ROS-analyse er en metode for kartlegging av risiko der en definerer en risiko som en uønsket hendelse med en viss sannsynlighet og med konsekvens for ett eller flere mål. En slik metode benyttes gjerne ved en risikogjennomgang av et tiltak eller en virksomhet.

Metodikken som har vært benyttet i dette prosjektet er DNV GLs standardmetodikk for en styrt risikogjennomgang av en virksomhet (grovanalyse). Det er en kvalitativ metodikk som kan oppsummeres i følgende deler:

1. Innledende del inkludert organisering, forslag til scenario, sannsynlighets- og konsekvensskalaer.
2. Identifikasjon av farer, risikofaktorer og usikkerheter
3. Analyse av identifisert risiko inkludert evaluering og rangering (etablering av risikobilder, konsekvens og sannsynlighet)
4. Identifisering av risikoreduserende tiltak og vurdering av risikoreduserende effekt

Risikoanalysen ble gjennomført i en heldags workshop. Flytskjema for arbeidsprosessen er vist i Figur 4-1 under.



*Verste tenkelige konsekvens kan også vurderes, **Usikkerheten bør synliggjøres

Figur 4-1 Flytskjema for arbeidsprosessen.

ROS-analysen har sett på tre risikoområder for anleggsfasen av det nye Breviksanlegget:

1. Personskader (ikke miljørelatert)
2. Miljø (ytre)
3. Økonomi (tap av materielle verdier)

Arbeidet har vært utført av en arbeidsgruppe bestående av NOAH og de konsulentselskaper som bistår dem, samt DNV GL. DNV GL har vært leder for arbeidsgruppen.

Ved oppstart av analysen ble det utarbeidet et forslag til risikomatrix med skalaer for sannsynlighet og konsekvens (se tabeller i kap. 4.2.2 og 4.2.3), og en liste med forslag til uønskede hendelser som skulle gjennomgås.

Under workshopen, har DNV GL hatt ansvaret for å etablere metoden for risikoanalysen, møteplan og møteledelse og sekretariat. Alle uønskede hendelser, klassifiseringer og kommentarer har vært presentert på en storskjerm slik at alle deltakerne kunne følge med. DNV GL har også hatt med egne fagekspert på workshopen.

Siste del av arbeidet har bestått av rapportering (foreliggende rapport) som oppsummerer hele ROS-analysen med det etablerte risikobildet inkludert beskrivelse av risikoreduserende tiltak.

4.2 Risikomatrix med skalaer for sannsynlighet og konsekvens

4.2.1 Risikomatrix

Innledningsvis i en risikokartlegging velges en risikomatrix og tilhørende skalering for sannsynlighet og konsekvens. Det ble vurdert som hensiktsmessig å bruke en tilsvarende matrix som DNV GL nylig har utarbeidet for ROS-analysen av driftsfasen /3/. Den eneste forandringen er at sannsynlighetskalaen er endret og tilpasset anleggstiden. Forslag til risikomatrix med skalaer for sannsynlighet og konsekvens, sammen med en beskrivelse av anleggsarbeidene og inndeling av hovedtemaer ble oversendt arbeidsgruppen 23.04.2018.

Den valgte matrisen er en 5x5 matrix. Den valgte risikomatrixen er vist i Tabell 4-1 Risikomatrixen har følgende risikonivåer:

Lav risiko (grønn): Uønskede hendelser som plasserer seg i grønt område betegnes som ubetydelig (lav/akseptabel) risiko. Her vil ikke risikoreducerende tiltak være påkrevd.

Middels risiko (gul): Uønskede hendelser som plasserer seg i gult område betegnes som betydelig (middels) risiko. Disse bør overvåkes og risikoreducerende tiltak bør vurderes.

Høy risiko (rød): Uønskede hendelser som plasserer seg i rødt område betegnes som kritisk (høy/alvorlig) risiko. Her vil risikoreducerende tiltak være påkrevd.

En spesiell utfordring i en risikomatrix er det såkalte «beredskapshjørnet». Det er en uønsket hendelse som har svært lav sannsynlighet (S1) men med svært alvorlig konsekvenser (K5). Den ligger helt oppe i det øverste venstre hjørnet i matrisen og plasserer seg som «middels risiko». Dette kan for eksempel være hendelser som skipskollisjoner, skipsforlis, naturhendelser (flom, jordskjelv, ras), sabotasje- og terrorhandlinger. Erfaringsmessig er dette uønskede hendelser som man aldri kan sikre seg 100 % mot. Det man må gjøre er å ha en best mulig beredskap for å sikre seg mot slike hendelser. Det typiske tiltaket når en hendelse plasserer seg i «beredskapshjørnet» er derfor at en utarbeider beredskapsplaner for den aktuelle hendelsen. Hendelsen vil fortsatt være i beredskapshjørnet etter at en beredskapsplan er laget men en har gjort det som med rimelighet kan forventes for å minimere risikoen.

Tabell 4-1 Risikomatrix som er brukt for ROS-analyse av anleggsfasen for det nye anlegget i Brevik.

						Personskader	Ytre miljø	Økonomi
K5						Dødsfall eller flere med meget alvorlige skader	Svært alvorlige og langvarige miljøskader Restaureringstid >10 år	>5 % årlig omsetning
K4						Omfattende behandling på sykehus Irreversibel skade	Alvorlige og langvarige miljøskader Restaureringstid 3-10 år	2-5 % årlig omsetning
K3						Sykehus >14d Reversibel skade	Betydelige miljøskader Restaureringstid 1-3 år	1-2 % årlig omsetning
K2						Legebehandling Fravær <14d	Miljøskader- registrerbar Restaureringstid <1 år	0,5-1 % årlig omsetning
K1						Førstehjelp	Små miljøskader - ikke registrerbar	<0,5 % årlig omsetning
	S1	S2	S3	S4	S5			
	Vil mest sannsynlig ikke skje / aldri hørt om	Vil mest sannsynlig ikke skje / har hørt om	Vil kunne skje 1 gang innen anleggsperioden	Kan skje flere ganger i anleggsperioden (2-5 ganger)	Kan skje mange ganger i anleggsperioden (>5 ganger)			

	Lav risiko		Middels risiko		Høy risiko	
--	-------------------	--	-----------------------	--	-------------------	--

4.2.2 Skala for sannsynlighet

Skala og beskrivelser for sannsynlighet er vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Skala med tilhørende beskrivelse for sannsynlighet.

Skala	Forklaring
S1	Vil mest sannsynlig ikke skje / aldri hørt om
S2	Vil mest sannsynlig ikke skje / har hørt om
S3	Vil kunne skje 1 gang innen anleggsperioden
S4	Kan skje flere ganger i anleggsperioden (2-5 ganger)
S5	Kan skje mange ganger i anleggsperioden (>5 ganger)

For anleggsfasen er det valgt en annen sannsynlighetsskala enn den som ble brukt for driftsfasen. Det henger sammen med at anleggsfasen vil være for en mye kortere tidsperiode (inntil 2 år) sammenlignet med driftsfasen som vil være i flere titalls år. Sannsynlighet S1, «Vil mest sannsynlig ikke skje / aldri hørt om» ble også brukt i analysen for hendelser som deltakerne hadde hørt om, men som hadde en meget lav sannsynlighet for å inntreffe, eksempelvis sabotasje, enkelte meget sjeldne naturhendelser og hendelser med skip som er meget sjeldne.

4.2.3 Skala for konsekvens

Konsekvens ble vurdert i forhold til tre forskjellige kategorier:

- Personskader (ikke miljørelatert)
- Miljø (ytre)
- Økonomi (tap av materielle verdier)

Forhold som vil kunne medføre arbeidsrelaterte skader på personer i anleggsfasen, vil for eksempel kunne være uhell ved arbeid med anleggsgartøy, uhell ved rassikring, sprengningsulykker i forbindelse med tunnelarbeid etc. Det vil være fire personkategorier; personell fra NOAH, personell fra anleggsentreprenør, personell fra Norcem og tredjepart (beboere og personer som beveger seg i tilknytting til områder hvor det foregår anleggsarbeid). I en mer detaljert ROS-analyse bør det også utredes hvilke personkategorier som påvirkes av hver uønsket hendelse.

Konsekvenser for miljø er koblet til påvirkning av ytre miljø (liv på land og i havet). Forhold som vil kunne medføre miljørelaterte skader på personer hører også inn under denne kategorien.

Økonomiske konsekvenser er begrenset til konsekvenser for NOAH, som vil være ansvarlig for etableringen av anlegget i Brevik. I de fleste tilfeller vil uhell som skyldes uaktsomhet fra utførende entreprenør, bli dekket direkte av entreprenøren eller de forsikringer som entreprenøren må ha. NOAHs kostnader vil i hovedsak være knyttet til de forsinkelser i fremdriften som en uønsket hendelse medfører og som ikke dekkes av entreprenøren. I denne analysen er det gjort en overordnet vurdering av hvem som er økonomisk ansvarlig for hendelser som har slike konsekvenser. Dette anbefales vurdert mer detaljert når det foreligger mer informasjon om anleggsarbeidene og det utføres en mer detaljert ROS-analyse. Økonomiske konsekvenser er definert som prosent av årlig omsetning. Som tommelfingerregel

ble det på workshopen antatt at årlig omsetning er i størrelsesorden 500 mill. NOK (basert på NOAHs nåværende årlige omsetning). Skala og beskrivelser for konsekvens for personskader, miljøskade og økonomisk tap er vist i Tabell 4-3.

Tabell 4-3 Skala med tilhørende beskrivelse for konsekvenser.

Konsekvens – personskade (ikke miljørelatert)	
Skala	Forklaring
K1	Ingen eller ubetydelig skade på personer. Enkel førstehjelp kan være påkrevd.
K2	Personskader som krever behandling hos lege. Fravær <14 dager. Reversibel skade.
K3	Alvorlige personskader som krever behandling på sykehus. Fravær >14 dager. Reversibel skade.
K4	Meget alvorlige personskader som krever omfattende behandling på sykehus. Mulig varig mén (irreversibel skade).
K5	Dødsfall eller flere med meget alvorlige skader.
Konsekvens – ytre miljø	
Skala	Forklaring
K1	Små miljøskader, ikke registrerbart i resipient.
K2	Miljøskader. Registrerbar skade, restaureringstid < 1 år.
K3	Betydelige miljøskader, restaureringstid mellom 1-3 år.
K4	Alvorlige og langvarige miljøskader. Lokale konsekvenser med restaureringstid 3-10 år.
K5	Svært alvorlige og langvarige miljøskader. Regionale og lokale konsekvenser med restaureringstid > 10 år.
Konsekvens – økonomi (økonomisk tap)	
Skala	Forklaring
K1	Tap som tilsvarer < 0,5 % av årlig omsetning.
K2	Tap som tilsvarer 0,5-1 % av årlig omsetning.
K3	Tap som tilsvarer 1-2 % av årlig omsetning.
K4	Tap som tilsvarer 2-5 % av årlig omsetning.
K5	Tap som tilsvarer >5 % av årlig omsetning.

4.3 Gjennomføring av ROS-analysen

Workshopen ble gjennomført på 1 (lang) dag. På workshopen ble det utført identifisering og klassifisering av uønskede hendelser samt identifisering av risikoreduserende tiltak for anleggsfasen. Deltakerlisten er vist i Tabell 4-4 nedenfor.

Tabell 4-4 Oversikt over deltakere på workshop 25.04.2018.

Navn	Selskap	Arbeidsområde
Anders Arild	Multiconsult	Plan- og KU prosess
Terje Ulltang	NOAH AS	Teknisk sjef
Kjetil Hansen	NOAH AS	Myndighetskontakt
Tomas Einstabland	Dr. Techn. Olav Olsen AS	Etablering av kai Kongkleiv
Vidar Kveldsvik	NGI	Rassikring og tunnelarbeider
Jens Laugesen	DNV GL	Ansvarlig ROS analyse
Helene Østbøll	DNV GL	Prosjektleder bistand NOAH Brevik/scribe/Risiko og miljø
Espen Funnemark	DNV GL	Risiko og sikkerhet
Thomas Møskeland	DNV GL	Forurensning og overvåkning

I tillegg har noen eksperter som ikke deltok på selve workshopen vært involvert etterpå for å bistå med vurderinger av de uønskede hendelser som berører deres spesialfelt. De som er kontaktet og deres arbeidsområde er vist i Tabell 4-5 nedenfor.

Tabell 4-5 Oversikt over eksperter som er kontaktet etter workshop.

Navn	Selskap	Arbeidsområde
Sigmund Olafsen	Brekke & Strand	Støy
Karina Ødegård	SINTEF Molab	Luftkvalitet
Arve Lepsøe	DNV GL	Maritim- manøvrering og operasjoner

Workshopen ble avholdt i DNV GLs lokaler den 25.04.2018. Her ble alle forhåndsdefinerte uønskede hendelser gjennomgått og supplert med nye av deltakerne. Hver uønsket hendelse ble klassifisert mht. sannsynlighet og konsekvens (ref. kap.4.2). Til sammen 47 uønskede hendelser ble identifisert.

De uønskede hendelser som ble identifisert til å representere høy eller middels risiko, ble vurdert med henblikk på identifisering av ytterligere risikoreduserende tiltak utover de som allerede var definert/forutsatt. Det ble sett på tiltak som enten var sannsynlighetsreduserende (avbøtende) eller konsekvensreduserende.

5 RESULTATER FRA ROS-ANALYSEN

5.1 Identifiserte uønskede hendelser

I workshopen den 25. april 2018 ble det identifisert til sammen 47 uønskede hendelser (trinn 1: 17 hendelser, trinn 2: 21 hendelser, trinn 3: 9 hendelser) med tilhørende årsaker og konsekvenser for anleggsfasen. En oversikt over alle hendelsene er vist i de tre etterfølgende tabeller, trinn 1 i Tabell 5-1, trinn 2 i Tabell 5-2 og trinn 3 i Tabell 5-3. Hver hendelse er gitt en unik id for senere referanse. En fullstendig oversikt over alle hendelser med tilhørende detaljerte beskrivelser og risikoklassifiseringer er vist i Vedlegg A.

Tabell 5-1 Vurderte uønskede hendelser (UH) – Trinn 1 Etablering av kai.

UH-nr	UH beskrivelse
Trinn 1: Etablering av kai ved Kongkleiv (inkludert mob/demob)	
1.1.1	Anleggsfartøy forliser - dieseldrevet fartøy 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 fartøy (dødsfall).
1.2.1	Anleggsfartøy/taubåt mister flytekai under transport eller ved Kongkleiv Antar flytekai slepes hel eller i deler til lokasjon. Slepning i vann, ett element. 4 taubåter antas brukt til slepning. Landgang kommer på egen lekter. Mulig personskafe på mannskap dersom slepeline skulle ryke.
1.3.1	Anleggsfartøy kolliderer med annet større fartøy Anleggsfartøyet kolliderer med annet større fartøy/anleggsfartøy, men forblir flytende og last intakt. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge fartøy.
1.4.1	Anleggsfartøy/slepebåt kolliderer med fritidsbåt 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 fartøy.
1.5.1	Anleggsfartøy mister motorkraft Fartøyet på vei til/fra Kongkleiv mister motorkraft og driver mot land og grunnstøter eller kolliderer. Materielle skader på fartøy, utslipp til sjø og personellskader, mister deler av lasten.
1.6.1	Anleggsfartøy kolliderer med Kongkleiv kai mens den etableres. 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.
1.7.1	Anleggsfartøy blir pårent av større fartøy ved kai (Kongkleiv) Annet større fartøy 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.
1.8.1	Tap av materiell ved lossing/flytting Materiell mistes i sjø ved lossing.
1.9.1	Støy (over gjeldende norm) fra anleggsarbeider for kai og tunnelpåhugg ved kai Anleggsarbeid/maskiner for etablering av kai forårsaker støy. Sprengningsarbeid for enkelt tunnelpåhugg for gjennomslag ved Kongkleiv kai forårsaker støy.

UH-nr	UH beskrivelse
1.10.1	<p>Personellskade ved etablering av kai Svingende/fallende last forårsaker klemskader/ knusningsskader.</p>
1.11.1	<p>Sabotasjeaksjon under etablering av kai Skade på kai f.eks. ved bruk av eksplosiver. Skade/dødsfall på mennesker som oppholder seg i området.</p>
1.11.2	<p>Demonstrasjoner som stanser arbeidet med etablering av kaien Demonstranter/aktivister stanser/hindrer arbeidet med etablering av kaien.</p>
1.12.1	<p>Naturhendelse på kai 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.</p>
1.13.1	<p>Person blir skadet under etablering av rassikring I forkant av andre anleggsarbeider må fjellskråningen sikres. Under sikring skades anleggsarbeider som følge av fall, ras, nedfall etc.</p> <p>Fjellet sikres ovenfra (rappellering). Involverer feste/fjerne løs stein, bruke boremaskin, bolting, luftputer, spett. Evt. sette opp fanggjerder på utsatte steder (og hvor tradisjonell sikring ikke mulig/tillatt).</p>
1.13.2	<p>Sårbar natur blir påvirket under ras ved etablering av rassikring I forkant av andre anleggsarbeider må fjellskråningen sikres. Under sikring skades sårbar natur som følge av fall, ras, nedfall etc.</p>
1.14.1	<p>Sprengningsuhell ved tunnelpåhugg ved kai Eksplosiver for tunnelpåhugg går av ved et uhell eller at sprengstoffmengde er feilkalkulert. Medfører nedfall av stein, skade/dødsfall på mennesker og kai/utstyr.</p>
1.15.1	<p>Person blir skadet under etablering tunnelportal Person som arbeider med tunnelportal ved Kongkleiv faller ned fra stor høyde. Alvorlig skade/dødsfall.</p>

Tabell 5-2 Vurderte uønskede hendelser (UH) – Trinn 2 Etablering av transporttunnel.

UH-nr	UH beskrivelse
Trinn 2: Etablering av transporttunnel (inkludert mob/demob)	
2.1.1	Tap av masser/utstyr under transport i tunnel 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.
2.2.1	Uhell med kjøretøy i transporttunnelen Kjøretøy kjører i tunnelvegg/krasjer med andre kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskade/omkomne.
2.3.1	Ras og nedfall i transporttunnel 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.
2.3.2	Ras og nedfall ved stoffen 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.
2.4.1	Uhell med eksplosiver Eksplosiver som skal brukes til tunnelarbeider går av ved et uhell eller at sprengstoffmengde er feilkalkulert og medfører ras i tunnel, trykkbølge, skade på mennesker.
2.5.1	Nedrivning av midlertidig ventilasjonsduk Anleggsmaskin river ned duk. Kun i forbindelse med innkjøring av andre maskiner enn lastebiler, f.eks. borerigg.
2.6.1	Innlekking av vann i tunnelen og endringer i naturmiljø Sprengning åpner opp sprekkesystemer med mye vann som trenger inn i tunnelen. Drenering av våtmark/myr. Worst case: Store områder dreneres ned i tunnelen, grunnvannssenking.
2.7.1	Forurenset avrenning Avrenning av tunnelvann fra sprengningsarbeider er forurenset (plast, sprengstoffrester).
2.8.1	Sprengningsarbeider forårsaker støy, eksos og støv (spesielt personell)
2.9.1	Skader på bygninger Sprengningsarbeider forårsaker skader på bygninger.
2.10.1	Utstyr faller ned under montering Under montering av utstyr faller dette ned og skader anleggsarbeider(e).
2.11.1	Frigjøring av radongass Sprengningsarbeider åpner opp sprekkesystem, radongass siver inn i tunnelen.
2.12.1	Uvedkommende (uten godkjent/gyldig ID) kommer seg inn i tunnel 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".
2.13.1	Strømgjennomgang på anleggsarbeider Ved elektriske arbeider blir det strømgjennomgang på en anleggsarbeider. Borerigg vil gå på strøm.
2.14.1	Brann/eksplosjon i transporttunnel Brann i kjøretøy og borerigg. Brann kan utløse eksplosjon f.eks. støveksplasjon. Personskade (brannskade/ røyk-forgiftning/dødsfall) som følge av brannen. Økonomiske

UH-nr	UH beskrivelse
	konsekvenser avhenger hvor brannen skjer, om den hindrer/stopper all transport. Last/utstyr på kjøretøy brenner/blir overopphetet.
2.15.1	Gasser fra sprengningsarbeid Normer kan overskrides ved: 1. Gasser kan danne en eksplosjon 2. Ved sprengning kan det dannes mindre mengder med nitrøse gasser (NOx) og kullos. Disse er giftige og kan være helseskadelige. Kan få forhøyede nivåer på NOx selv med strenge krav til ventilasjon.
2.16.1	Gasser fra asfalteringsarbeid (over norm) Personer som arbeider med asfaltering i tunnelen får helseskader fra gasser fra asfaltmassene og arbeidsutstyret. Dieseldrevet asfaltmaskin. Når asfalt skal legges, er imidlertid tunnelen åpen i begge ender (tunnelen er drevet ferdig).
2.17.1	Brann ved asfaltarbeid i tunnel Det ble på workshopen reist spørsmål om asfaltarbeidene for kjørebanelen kan utløse en brann i tunnelen. På workshopen ble denne oppgaven utsatt, til det er vurdert om dette faktisk representerer en risiko. Se vurdering under tabellen.
2.18.1	Midlertidig ventilasjonsanlegg i tunnel fungerer ikke Ved svikt i ventilasjon kan giftige gasser etc. komme ut i tunnelen og eksponere anleggsarbeidere. Overskrider norm. Avkrever evakuering. Alarm hvis ventilasjonsanlegget stopper.
2.19.1	Demonstrasjoner / sabotasje av anleggsarbeider for kai og tunnel Sabotasje. Bruk av sprengstoff.
2.19.2	Demonstrasjoner / sabotasje av anleggsarbeider for kai og tunnel "Fredelig" demonstrasjon uten bruk av vold og våpen/sprengstoff. Demonstranter/aktivister stanser/hindrer arbeidet med driving av tunnelen.

Arbeidsgruppen konkluderte med at følgende to identifiserte uønskede hendelser ikke ville representere risiko for verken person, miljø eller økonomi ved etablering av transporttunnelen:

- 2.5.1 - Nedrivning av midlertidig ventilasjonsduk

Begrunnelse: Det er en duk som hvis den blir revet ned raskt kan settes på plass igjen. Den vil heller ikke medføre noen personskader hvis noen får duken over seg.

- 2.11.1 - Frigjøring av radongass

Begrunnelse: En forutsetning for at det skal kunne utvikles radongass er at det er en farlig bergart med henblikk på radon. NGUs aktsomhetskart viser moderat til lav aktsomhet (laveste kategori) for radon i fjellet hvor tunnelen skal drives. Frigjøring av radongass i farlige konsentrasjoner ble derfor ikke vurdert som en risiko.

Etter workshopen er det også gjort en vurdering av om en av de uønskede hendelsene faktisk representerer en risiko:

- 2.17.1 Brann ved asfaltarbeid i tunnel

Etter en gjennomgang av litteratur og artikler om brann i tunneler er det vurdert at asfaltarbeidene ikke utløser brann i tunnelen (ref. /7/), risiko settes derfor til NA (not applicable). Imidlertid vil en kraftig brann utløst av andre årsaker kunne medføre at asfalten antennes, og den brennende asfalt vil kunne føre til ekstra røyk- og gassdannelse og kan øke forbrenningshastigheten på brannen. Det bør i neste fase overveies om tunnelbrann som f.eks.

er utløst av brann i kjøretøy bør vurderes spesielt med henblikk på eventuell røyk- og gassdannelse fra overopphetet asfalt (gjelder også driftsfasen).

Tabell 5-3 Vurderte uønskede hendelser (UH) – Trinn 3 Sikring av gruveganger.

UH-nr	UH beskrivelse
Trinn 3: Sikring av gruveganger som skal brukes til lagring og transport	
3.1.1	Uhell ved transport og opphold i gamle tunneler/gruvesystem 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. Driftsstans som følge av utredning ved personskade/omkomne.
3.2.1	Uhell ved sikring av gruveganger (veier)/ gruvesystem Materielle skader og personskader/ omkomne (anleggspersonell).
3.3.1	Ventilasjonsanlegg i gruve fungerer ikke Ventilasjonsanlegget går i stykker. Høye nivåer av NO ₂ i gruve. Helsefare for personer som oppholder seg i området. Kan medføre stopp. Midlertidig ventilasjonsanlegg installeres her som i driftstunnelen.
3.4.1	Brann i kjøretøy Store materielle skader, personskader/dødsfall, gruve ikke operativ. Kort tidsrom. Mange sidekanaler/-ganger tilgjengelig for evakuering.
3.5.1	Udetonert eldre sprengstoff detonerer Ved sikring med bolting bores det inn i udetonert sprengstoff som ligger igjen i fjellet fra tidligere.
3.6.1	Sabotasje i gruvene – sabotasje / terror 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.
3.6.2	Sabotasje i gruvene – fredelig demonstrasjon "Fredelig" demonstrasjon uten bruk av vold og våpen/sprengstoff. Demonstranter/ aktivister stanser/hindrer arbeidet med sikring i gruvene.
3.7.1	Naturhendelser i gruvene Ras i gruvene. Mennesker som oppholder seg i tunneler/gruver blir skadet/omkommer. Skader på utstyr og kjøretøyer.
3.8.1	Transport av bergmasser ut av gruvene og i dagen, opp til bruddet. Ulykke/ kollisjon. 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.

5.2 Vurdering av uønskede hendelser

Arbeidsgruppen har vurdert de 47 uønskede hendelser som er listet opp i de tre foregående tabellene. For hver uønsket hendelse har sannsynlighet (skala S1-S5) og konsekvens vært vurdert (skala K1-K5) i henhold til beskrivelser angitt i kapittel 4.2.2 og 4.2.3.

En samlet oversikt over den utførte ROS-analysen er vedlagt i Vedlegg A.

I Vedlegg A er også de kommentarer som ble gitt av arbeidsgruppen til hver uønsket hendelse gjengitt. Kommentarene gir også en utdypende begrunnelse for valget av sannsynlighet og konsekvens.

En rekke uønskede hendelser er ikke relevante for en eller flere typer av de kategorier som inngår i risikoanalysen, slike uønskede hendelser er merket "NA" (not applicable) i Vedlegg A. Med ikke-relevante menes uønskede hendelser som ikke kan kobles til en eller flere av kategoriene personskade, miljøskade eller økonomisk tap.

5.2.1 Ekspertvurderinger av uønskede hendelser etter workshopen

Noen eksperter kunne ikke delta på workshopen (se tabell 5-4) og det har derfor vært avholdt møte med disse etter workshopen.

Luft – Karina Ødegård (SINTEF Molab)

Noen få merknader til de vurderinger vedrørende luft som ble gjort på workshopen.

2.14 Brann/eksplosjon i transporttunnel: Ved en worst case med en kraftig brann nær tunnelåpningen ved Kongkleiv kan kraftig røyk og partikler komme ut av tunnelen og påvirke laven som befinner seg lokalt i fjellveggen nær tunnelåpningen. Miljø rettes til Sannsynlighet = 1 og Konsekvens = 2. (Hendelsen forutsetter at gjennomslaget til Kongkleiv er etablert).

2.16 Gasser fra asfalteringsarbeid (over norm): Statens vegvesen har retningslinjer (håndbok 213) "HMS ved arbeid i vegtunneler" for gasser og støv i tunneler (ref. /8/).

3.4 Brann i kjøretøy: Ved en worst case med en kraftig brann kan røyk og partikler komme ut av tunnelen og påvirke laven som befinner seg lokalt i fjellveggen nær tunnelåpningen. Har lavere konsekvens enn hendelse 2.14 fordi det er kun ett kjøretøy som brenner og det er forholdsvis lang vei fra gruvene til tunnelåpning. Miljø rettes til Sannsynlighet = 1 og Konsekvens = 1.

Støy – Sigmund Olafsen (Brekke & Strand)

Enig i de støyvurderinger som ble gjort på workshopen. I tillegg ble Brekke & Strands utendørs støyutredning for deponi i Dalen gruve i Brevik ferdigstilt etter workshopen. Den sier følgende om støy i anleggsperioden «*Støy i anleggsperioden forventes å i hovedsak være sprengning ved etablering av tunnel inn fra kai, etablering av selve kaia forventes å ikke støye vesentlig. Det vil trolig være snakk om relativt få sprengninger før arbeidene foregår inne i tunnel, og vår vurdering er at støy i anleggsperioden ikke vil være problematisk*» (ref. /9/).

5.3 Oppsummering

Fordelingen av de 47 identifiserte uønskede hendelsene på personskader, miljø og økonomi og risikonivå er vist i Tabell 5-5. I tabellen er også antall ikke-relevante hendelser presentert. Tabellen viser fordelingen uten ytterligere/nye risikoreduserende tiltak, risikobildet etter risikoreduserende tiltak er presentert i kapittel 7.

Tabell 5-5 Fordeling mellom uønskede hendelser med lav, middels og høy risiko (uten ytterligere/nye risikoreduserende tiltak).

Ønsket hendelse	Lav risiko	Middels risiko	Høy risiko	Ikke relevant	Sum
Personskader: Trinn 1	4	10	1	2	17
Personskader: Trinn 2	3	9	3	6	21
Personskader: Trinn 3	1	6	2	0	9
Sum Personskade	8	25	6	8	47
Miljø: Trinn 1	9	0	1	7	17
Miljø: Trinn 2	2	2	0	17	21
Miljø: Trinn 3	1	0	0	8	9
Sum Miljøskade	12	2	1	32	47
Økonomi: Trinn 1	16	0	0	1	17
Økonomi: Trinn 2	11	6	0	4	21
Økonomi: Trinn 3	8	1	0	0	9
Sum Økonomisk tap	35	7	0	5	47

- Én hendelse er ikke risikovurdert i workshop (2.17.1, Brann ved asfaltarbeid i tunnel). Den er vurdert etter workshopen, se kapittel 5.1.
- To hendelser er identifisert til ikke å ville representere risiko for verken person, miljø eller økonomi:
 - 2.5.1 - Nedrivning av midlertidig ventilasjonsduk
 - 2.11.1 - Frigjøring av radongass

En nærmere begrunnelse for dette er gitt i kapittel 5.1

I Tabell 5-6 nedenfor er det vist hvordan de enkelte analyserte uønskede hendelsene plasserer seg i risikomatriksen. De uønskede hendelsene i risikomatriksen er benevnt som P (personskade), M (miljøskade) og Ø (økonomisk konsekvens). De enkelte nummererte uønskede hendelsene er beskrevet nærmere i kap. 5.1.

K5	<p>Person: P1.1.1, P1.2.1, P1.3.1, P1.4.1, P1.7.1, P1.11.1, P1.12.1, P1.14.1, P1.15.1, P2.3.1, P2.4.1, P2.12.1, P2.14.1, P2.19.1, P3.4.1, P3.5.1, P3.6.1, P3.7.1, P3.8.1</p> <p>Miljø: M2.6.1</p>	<p>Person: P1.13.1, P2.2.1, P2.3.2, P2.13.1, P3.1.1, P3.2.1</p>			<p>Miljø: 1.13.2</p>
K4	<p>Økonomi: Ø2.3.1, Ø2.6.1</p>	<p>Økonomi: Ø2.3.2</p>			
K3	<p>Økonomi: Ø1.2.1</p>	<p>Person: P1.10.1</p>			
K2	<p>Miljø: M1.1.1, M1.7.1, M2.14.1</p>	<p>Person: P1.5.1, P1.6.1, P2.10.1</p>	<p>Miljø: M2.7.1</p>		
K1	<p>Person: P1.9.1, P2.16.1, P2.19.2, P3.6.2</p> <p>Miljø: M1.2.1, M1.3.1, M1.4.1, M1.9.1, M2.16.1, M3.4.1</p> <p>Økonomi: Ø1.1.1, Ø1.3.1, Ø1.4.1, Ø1.7.1, Ø1.9.1, Ø1.11.1, Ø1.12.1, Ø1.14.1, Ø1.15.1, Ø2.4.1, Ø2.12.1, Ø2.14.1, Ø2.16.1, Ø2.19.1, Ø2.19.2, Ø3.4.1, Ø3.5.1, Ø3.6.1, Ø3.6.2, Ø3.7.1, Ø3.8.1</p>	<p>Miljø: M1.5.1, M1.6.1</p> <p>Økonomi: Ø1.5.1, Ø1.6.1, Ø1.10.1, Ø1.13.1, Ø2.2.1, Ø2.9.1, Ø2.10.1, Ø2.13.1, Ø3.1.1, Ø3.2.1</p>	<p>Person: P1.11.2</p> <p>Miljø: M1.8.1</p> <p>Økonomi: Ø1.8.1, Ø1.11.2, Ø2.7.1</p>		<p>Person: P2.1.1, P2.8.1, P2.15.1, P2.18.1, P3.3.1</p> <p>Økonomi: Ø2.8.1, Ø2.15.1, Ø2.18.1, Ø3.3.1</p>
	S1	S2	S3	S4	S5

Tabell 5-6 Fordeling av de enkelte uønskede hendelsene (før ytterligere/nye risikoreduserende tiltak).

6 RISIKOREDUSERENDE TILTAK

6.1 Når er risikoreduserende tiltak påkrevd

Hvordan hver uønsket hendelse plasserer seg i risikomatriksen er avgjørende for om risikoreduserende tiltak er påkrevd eller ikke:

- Lav risiko (grønn): Uønskede hendelser som plasserer seg i grønt område betegnes som ubetydelig (lav/akseptabel) risiko. Her vil ikke risikoreduserende tiltak være påkrevd.
- Middels risiko (gul): Uønskede hendelser som plasserer seg i gult område betegnes som betydelig (middels) risiko. Disse bør overvåkes og risikoreduserende tiltak bør vurderes.
- Høy risiko (rød): Uønskede hendelser som plasserer seg i rødt område betegnes som kritisk (høy/alvorlig) risiko. Her vil risikoreduserende tiltak være påkrevd.

6.2 Hvordan kan risikoen reduseres

Ved å iverksette risikoreduserende tiltak kan risikoen påvirkes enten ved å:

- Redusere sannsynligheten for at hendelsen skjer (forebyggende tiltak)

og/eller

- Redusere omfanget/konsekvensen av den uønskede hendelsen/faren hvis denne inntreffer (korrektivt tiltak)

Typiske risikoreduserende tiltak vil kunne være:

- Vernetiltak (røykvarslingsutstyr, brannslukkingsapparater, verneutstyr etc.)
- Anleggstekniske tiltak (etablering/forbedring av barrierer, trafikkstyring, ventilasjonsløsninger etc.)
- Prosedyrer (egne prosedyrer for kritiske deler av anleggsarbeidene, f.eks. sikker jobb analyse (SJA), utnytte gunstig værvindu for kritiske arbeidere etc.)
- Organisatoriske tiltak (ledelse, opplæring, øvelser etc.)

Hvilke tiltak som velges for å oppnå risikoreduksjon vurderes i forhold til den konkrete inntrufne faresituasjonen, slik at tiltakene som settes inn gir størst og mest effektiv risikoreduksjon.

Normalt skal en ikke foreslå risikoreduserende tiltak som allerede er en del av planlagte eksisterende tiltak, det skal være nye tiltak utover disse.

Som del av vurderingene av risikoreduserende tiltak kan det typisk gjøres kost/nyttevurderinger. Det gjelder spesielt hvis man har flere alternative å velge mellom.

Et risikoforhold som ligger i matrisens øverste venstre hjørne (lav sannsynlighet – høy konsekvens), må uansett ivaretas ved f.eks. at det utarbeides beredskapsplaner. Dette hjørnet i risikomatriksen omtales derfor ofte som "beredskapshjørnet". Selv om sannsynligheten er liten risikerer man å være ute av business hvis en slik uønsket hendelse inntreffer. I utgangspunktet er det ofte 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.

For ubetydelige risikofaktorer (grønt område) kan det også foreslås risikoreduserende tiltak, men disse vil normalt ikke bli prioritert dersom det innebærer vesentlige kostnader.

I de etterfølgende kapitlene er det adressert de uønskede hendelsene som representerer høy og middels risiko, og hvor workshopen identifiserte risikoreduserende tiltak som medfører endring av plassering i risikomatriksen. De hendelser hvor workshopen ikke identifiserte risikoreduserende tiltak som var tilstrekkelige for å redusere risikonivået (hovedsakelig hendelser som er i «beredskapshjørnet»), er skilt ut i et eget kapittel, se kap. 6.8.

6.3 Trinn 1 – forslag til risikoreduserende tiltak

For trinn 1 «Etablering av kai ved Kongkleiv (inkl. mob/demob)» er det identifisert:

- 2 hendelser med høy risiko (1 i kategorien personskade og 1 i kategorien miljø)
- 1 hendelse med middels risiko (i kategorien personskade)

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi	
		K	S	K	S	K	S
1.10.1	Personellskade ved etablering av kai Svingende/Fallende last forårsaker klemskader/ knusningsskader	3	2	NA	NA	1	2
1.13.1	Person blir skadet under etablering av rassikring 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 fanggjerder på utsatte steder (og hvor tradisjonell sikring ikke mulig/tillatt).	5	2	NA	NA	1	2
1.13.2	Sårbar natur blir påvirket av etablering av rassikring I forkant av andre anleggsarbeider må fjellskråningen sikres. Under sikring skades sårbar natur som følge av fall, ras, nedfall etc.	NA	NA	5	5	NA	NA

6.3.1 Trinn 1 – uønskede hendelser med høy risiko

Person: P1.13.1 - Naturhendelse på kai

Tiltak: Ekstra fokus på Helse, Miljø og Sikkerhet (HMS). Personer som arbeider med rassikring jobber med dobbelt tau. Redningsberedskap på plass. Sikker Jobb Analyse (SJA) utføres. Det tas hensyn til vær. Fanggjerde eller gitter settes opp som del av fjellsikringen.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

Miljø: M1.13.2 - Sårbar natur blir påvirket av etablering av rassikring

Tiltak: Dialog mellom ansvarlig for fjellrensk og ekspert på lav og annen sårbar natur for å koordinere dette arbeidet med hensikt å utføre dette på en mest mulig sikker og skånsom måte.

Konklusjon: Risikoreduksjon som kan oppnås vurderes etter nærmere dialog mellom ansvarlig for fjellrensk og ekspert på lav.

NB: Denne uønskede hendelsen er inntil videre også listet opp i kapittel 6.8.2, «Andre uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået».

6.3.2 Trinn 1 – uønskede hendelser med middels risiko

Person: P1.10.1 - Personellskade ved etablering av kai

Tiltak: Krav til leverandør i forhold til HMS (arbeidstilsynets regler). Tett oppfølging av entreprenør. Kun sertifiserte løft. Velge leverandør med gode HMS-referanser. Stille strenge språkkrav. Sikker Jobb Analyse (SJA) utføres. Alle arbeidsoperasjoner utføres under gode lysforhold, f.eks. kun arbeide i dagslys.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

6.4 Trinn 2 – forslag til risikoreduserende tiltak

For trinn 2 «Etablering av transporttunnel (inkludert mob/demob)» er det identifisert:

- 3 hendelser med høy risiko (alle 3 i kategorien personskade)
- 6 hendelser med middels risiko (3 i kategorien personskade, 1 i kategorien miljø og 4 i kategorien økonomi)

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi	
		K	S	K	S	K	S
2.2.1	Uhell med kjøretøy i transporttunnelen Kjøretøy kjører i tunnelvegg/kolliderer med andre kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskade/omkomne.	5	2	NA	NA	1	2
2.3.2	Ras og nedfall ved stoffen 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.	5	2	NA	NA	4	2
2.7.1	Forurenset avrenning Avrenning av tunnelvann fra sprengningsarbeider er forurenset (plast, sprengstoffrester).	NA	NA	2	3	1	3
2.8.1	Sprengningsarbeider forårsaker støy, eksos og støv (spesielt personell)	1	5	NA	NA	1	5

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi	
		K	S	K	S	K	S
2.13.1	Strømgjennomgang på anleggsarbeider Ved elektriske arbeider blir det strømgjennomgang på en anleggsarbeider. Borerigg vil gå på strøm.	5	2	NA	NA	1	2
2.15.1	Gasser fra sprengningsarbeid 1. Gasser kan danne en eksplosjon. 2. Ved sprengning kan det dannes mindre mengder med nitrøse gasser (NOx) og kullos. Disse er giftige og kan være helseskadelige. Kan få forhøyede nivåer på NOx selv med strenge krav til ventilasjon. Normer for gasser i tunnelen kan overskrides.	1	5	NA	NA	1	5
2.18.1	Midlertidig ventilasjonsanlegg i tunnel fungerer ikke Ved svikt i ventilasjon kan giftige gasser etc. komme ut i tunnelen og eksponere anleggsarbeidere. Overskrider norm. Avkrever evakuering. Alarm hvis ventilasjonsanlegget stopper.	1	5	NA	NA	1	5

6.4.1 Trinn 2 – uønskede hendelser med høy risiko

P2.2.1: Uhell med kjøretøy i transporttunnelen

Tiltak: Gode prosedyrer og opplæring av sjåførere. Lav fartsgrense for å redusere kollisjonskonsekvens. Servicekjøretøy pålegges å kjøre med gult blinkende lys. Registreringssystem (vite hvem som er i tunnelen til enhver tid) og alle skal ha radiokommunikasjon. Pålagt bruk av refleksevest under opphold i tunnelen. Dumpere tillates kun å passere hverandre ved planlagte møteplasser.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

P2.3.2: Ras og nedfall ved stoffen

Tiltak: Sikre systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring (av geolog). Sikrer før man tar ut bergmassene. Etablere et lag med sprøytebetong.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

P2.13.1: Strømgjennomgang på anleggsarbeider

Tiltak: Krav til entreprenør med henblikk på sikring mot sterk strøm. Høyt HMS-fokus (eks. sikkerhetssamtale med arbeidsleder før oppstart, eget sikkerhetskurs for alle). SJA. Merking av kabler. Kabling legges og sikres i tunneltaket.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

6.4.2 Trinn 2 – uønskede hendelser med middels risiko

Ø2.3.2: Ras og nedfall ved stoffen

Tiltak: Sikre systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring (av geolog). Sikrer før man tar ut bergmassene. Etablere et lag med sprøytebetong.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

M2.7.1: Forurenset avrenning

Tiltak: Det finnes gode løsninger for å forhindre bruk av plast i sprengningsarbeid. Etablere renseanlegg for vann. Utslippskrav til nitrogen ved anleggsdrift.

Kommentar: Det er to ting det særlig er fokus på:

- Utlekking av udetonert sprengstoff i tunnelmassene. Spesielt bunnrensen vil normalt ha høye verdier av nitrogen, og eventuelt også være forurenset av olje.
- Utslipp av plastikk i form av rester av detonasjonslunter/skyteledninger til vann

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S3 til S2.

Person og økonomi: P2.8.1/Ø2.8.1 - Sprengningsarbeider forårsaker støy, eksos og støv (spesielt personell)

Tiltak: Strenge krav til ventilasjon som sikrer god luftkvalitet. Oppfølging av vedlikehold (vedlikeholdsplan). HMS fokus. NO_x-målere på personer. Tette maskiner, evt. med filter. Bruke elektriske maskiner.

Kommentar: Det forutsettes at det brukes hørselvern til enhver tid i støyutsatte områder. Det er kun sett på eksponering i anleggsperioden i forbindelse med risikoklassifiseringen. Dvs. at eventuelle langtidskonsekvenser er sett bort ifra i denne analysen.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S5 til S3.

Person og økonomi: P2.15.1/Ø2.15.1: Gasser fra sprengningsarbeid

Tiltak: Gode HMS-rutiner. Sørg for god/tilstrekkelig ventilasjon til enhver tid. Spyle alt etter sprengning. Kontinuerlige målinger av gassnivå. Alle arbeidere har personlige gassmålere på seg. Beredskaps-/redningskontainer med O₂ for evakuering ved gassalarm.

Kommentar: Langtidspåvirkning, kan være kreftfremkallende.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S5 til S3.

Person og økonomi: P2.18.1/Ø2.18.1: Midlertidig ventilasjonsanlegg i tunnel fungerer ikke

Tiltak: Etablere varselalarmer for drift av ventilasjonsanlegg. Overvåking av aggregat.

Beredskapskontainer med O₂. Nødaggregat. Nødvifte.

Kommentar: Følg bransjestandard/prosedyrer.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S5 til S3.

6.5 Trinn 3 – forslag til risikoreduserende tiltak

For trinn 3 «Sikring av gruveganger som skal brukes til lagring og transport» er det identifisert:

- 2 hendelser (personskade) med høy risiko
- 1 hendelse med middels risiko (1 i kategorien personskade og 1 i kategorien økonomi)

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi	
		K	S	K	S	K	S
3.1.1	Uhell ved transport og opphold i gamle tunneler/gruvesystem 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. Driftsstans som følge av utredning ved personskade/omkomne.	5	2	NA	NA	1	2
3.2.1	Uhell ved sikring av gruveganger (veier)/ gruvesystem Materielle skader og personskader/ omkomne (anleggspersonell).	5	2	NA	NA	1	2
3.3.1	Ventilasjonsanlegg i gruve fungerer ikke Ventilasjonsanlegget går i stykker. Høye nivåer av NO ₂ i gruve. Helsefare for personer som oppholder seg i området. Kan medføre stopp. Midlertidig ventilasjonsanlegg installeres her som i driftstunnelen.	1	5	NA	NA	1	5

6.5.1 Trinn 3 – uønskede hendelser med høy risiko

Person: P3.1.1 - Uhell ved transport og opphold i gamle tunneler/gruvesystem

Tiltak: Koordinering av anleggsarbeidene med Norcem. Organisatorisk: Prosedyrer, opplæring (konsekvenskultur, nulltoleranse for barrierebrudd), felles prosedyrer/regelverk med Norcem.

Trafikkregulering: Redusere fart med fysisk hindring (fartssperre) ved f.eks. krappe svinger. Driftsplan (i utgangspunktet ikke daglig samdrift i samme område i gruen). Lysregulering. Godt vedlikehold av veiene og kjøretøy. Strenge skiftregler for anleggsarbeidene (kontroll at arbeidstidsregler overholdes).

Alkolås i anleggskjøretøyer. Adgangskontroll i anleggsområdene. Kommentar: To aktører i dette området

gir økt risiko. I gruvene er det toveistrafikk som gjør at man må vite om hverandres bevegelser til enhver tid, siktsoner er viktig.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

Person: P3.2.1 - Uhell ved sikring av gruveganger (veier)/gruvesystem

Tiltak: Overvåke fjellstabilitet. Gode prosedyrer. God opplæring. Personlig verneutstyr. Aktiv bruk av radio/kommunikasjon. SJA. HMS fokus. Krav til entreprenør. Beredskap.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S2 til S1.

6.5.2 Trinn 3 – uønskede hendelser med middels risiko

Person og økonomi: P3.3.1/Ø3.3.1 - Ventilasjonsanlegg i gruve fungerer ikke

Tiltak: Rask varsling og evakuering. Alle som arbeider i gruva skal ha personlige målere på seg og i kjøretøy. Radiokommunikasjon. Overvåking av ventilasjonsanlegg. Bruke flere gassdetektorer i gruva. Beredskap i gruva (beredskapsleder tar vernerunder hver 3-4 time; med hjertestarter etc.). Helse screening av folk. El-drift på kjøretøy.

Kommentar: Det er stor bevegelse av luftmasser til enhver tid, så en har tid til rask evakuering. Sensor på ventilasjonsanlegg som varslers svikt på anlegget. Ventilasjon og hydrogenmålere finnes der NOAH opererer.

Konklusjon: Med foreslåtte tiltak reduseres sannsynlighet fra S5 til S3.

6.6 Uønskede hendelser med lav risiko

De fleste av de identifiserte uønskede hendelsene er vurdert å ha en lav risiko. For uønskede hendelser med lav risiko har arbeidsgruppen ikke foreslått tiltak. Imidlertid har de foreslåtte tiltakene som reduserer sannsynligheten også medført at noen av de uønskede hendelsene går fra middels til lav risiko. For en fullstendig oversikt over uønskede hendelser med lav risiko vises til Appendiks A.

6.7 Uønskede hendelser som ikke anses relevante

Når de uønskede hendelsene har vært vurdert av arbeidsgruppen er det ikke alltid at alle hendelser har hatt en påvirkning på alle de tre risikofaktorene som har vært vurdert (personskader, miljø og økonomi). Et typisk eksempel er en uønsket hendelse (ulykke) som gir personskader men ikke gir noen skader på miljøet. I tillegg er det identifisert to hendelser som arbeidsgruppen konkluderte ikke innebar risiko for verken person, miljø eller økonomi og en hendelse med tilsvarende vurdering utført etter workshopen, se kapittel 5.1. For en fullstendig oversikt over uønskede hendelser som har vært vurdert som ikke relevante vises til Appendiks A (slike hendelser er markert med NA = not applicable).

6.8 Uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået (verken sannsynlighet eller konsekvens)

For noen uønskede hendelser har det ikke vært mulig å redusere risikonivået. Det vil si at en har vurdert at det ikke har vært mulig å redusere nivået verken på sannsynligheten eller på konsekvensen.

Det har imidlertid vært mulig å beskrive tiltak som er positive for risikobildet men som ikke er nok for å redusere nivået.

De uønskede hendelsene hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået kan deles inn i to grupper:

- Uønskede hendelser som er plassert i «beredskapshjørnet» (kapittel 6.8.1)
- Andre uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået (kapittel 6.8.2)

6.8.1 Uønskede hendelser som er plassert i «beredskapshjørnet»

De fleste uønskede hendelsene hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået er plassert i «beredskapshjørnet». For nærmere beskrivelse av «beredskapshjørnet» vises til kapittel 4.2.1 og 6.2.

I Tabell 6-1 nedenfor er de uønskede hendelser vist som er plassert i «beredskapshjørnet» på grunn av at det ikke har vært mulig å redusere risikonivået. Det er kun vist for den kategorien det gjelder (person, miljø eller økonomi). Videre er det vist hvilke tiltak som er foreslått som er positive for risikobildet.

Tabell 6-1 Uønskede hendelser som er plassert i «beredskapshjørnet» på grunn av at det ikke har vært mulig å redusere risikonivået.

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi		Tiltak
		K	S	K	S	K	S	
1.1.1	Anleggsgartøy forliser - dieseldrevet fartøy Anleggsgartøy 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 fartøy (dødsfall).	5	1					Eksisterende beredskap er god i området. Kommunikasjon med Brevik radio. Tidsbuffer for operasjonen. Krav til og erfaring hos leverandør.
1.2.1	Anleggsgartøy/taubåt mister flytekai under transport eller ved Kongleiv Antar flytekai slepes hel eller i deler til lokasjon. Slepning i vann, ett element. 4 taubåter antas brukt til slepning. Landgang kommer på egen lekter. Mulig personskafe på mannskap dersom slepeline skulle ryke.	5	1					Værvindu, kommunikasjon, krav til erfaring. Følge krav og veileder til Sjøfartsdirektoratet.
1.3.1	Anleggsgartøy kolliderer med annet større fartøy Anleggsgartøyet kolliderer med annet større fartøy/anleggsgartøy, men forblir flytende og last intakt. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge fartøy.	5	1					Dagslys. Fjerning av grunne utenfor kaiområdet. God beredskap (overlevelsesdrakter, livbåter) og rask responstid kan redusere risiko. SOLAS konvensjonen som omhandler sikkerhet til personell og skip på sjøen internasjonalt maritimt regelverk skal brukes.

1.4.1	Anleggsgartøy/slepebåt kolliderer med fritidsbåt Anleggsgartøyet kolliderer med fritidsbåt, men begge forblir flytende og last og utstyr intakt på anleggsgartøyet. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge fartøy.	5	1				Navigere i dagslys i sesong med mye fritidsbåter. Redningsbåter ombord på anleggsgartøy/slepebåter?
1.7.1	Anleggsgartøy blir pårent av større fartøy ved kai (Kongkleiv) Annet større fartøy kolliderer i forholdsvis lav fart med anleggsgartøy 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.	5	1				Risikoreduserende tiltak vil være å sprengte grunna utenfor kai ved Kongkleiv. Varsle passerende fartøy ved kai. Bruke tydelige markeringer og navigasjonsbøyer. Flytte leden vestover.
1.11.1	Sabotasjeaksjon under etablering av kai Skade på kai f.eks. ved bruk av eksplosiver. Skade/dødsfall på mennesker som oppholder seg i området.	5	1				Kamera, overvåking. Opplæring/prosedyrer. Ikke attraktivt mål.
1.12.1	Naturhendelse på kai Ras fra fjellet over ned på kai (leire, stein, jord, is, snø). Kan skade kai, personell og kai-materiell/utstyr, samt anleggsgartøy som er ved kai. Stoppe/hindre anleggsarbeid over lengre tid. Sprangsikring er på plass.	5	1				Rassikring skal være etablert (i fjellvegg og skjerm). Prosedyrer, verneutstyr. Ytterligere reduksjon av risiko vil være for kostbart i forhold til kost/nytte. Lokalisering og dimensjonering av portalen. Se på spranghøyder. Hjelm.
1.14.1	Sprengningsuhell ved tunnelpåhugg ved kai Eksplosiver for tunnelpåhugg går av ved et uhell eller at sprengstoffmengde er feilkalkulert. Medfører nedfall av stein, skade/dødsfall på mennesker og kai/utstyr.	5	1				Krav til entreprenør/erfaring personell. HMS fokus, track record.
1.15.1	Person blir skadet under etablering tunnelportal Person som arbeider med tunnelportal ved Kongkleiv faller ned fra stor høyde. Alvorlig skade/dødsfall.	5	1				Prefabrikkert begrenser anleggsarbeid på lokasjon. Krav til entreprenør/erfaring personell. HMS fokus, track record. Beredskap etablert.

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi		Tiltak
		K	S	K	S	K	S	
2.3.1	Ras og nedfall i transporttunnel 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.	5	1					Sikre systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring (av geolog).
2.4.1	Uhell med eksplosiver Eksplosiver som skal brukes til tunnelarbeider går av ved et uhell eller at sprengstoffmengde er feilkalkulert og medfører ras i tunnel, trykkbølge, skade på mennesker.	5	1					Krav til entreprenør/erfaring personell. HMS fokus, track record.
2.6.1	Innlekking av vann i tunnelen og endringer i naturmiljø 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.			5	1			Geologiske forhåndsundersøkelser. Sondere på forhånd. Økt forinjeksjon av berget. Sekvensere ulikheter i bergtype. Dreneringssystem.
2.12.1	Uvedkommende (uten godkjent/gyldig ID) kommer seg inn i tunnel 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".	5	1					Skilting anleggsområde. Overvåking. Prosedyrer. Vakthold. ID kontroll.
2.14.1	Brann/eksplosjon i transporttunnel Brann i kjøretøy og borerigg. Brann kan utløse eksplosjon f.eks. støveksplasjon. Personskade (brannskade/ røykforgiftning/dødsfall) som følge av brannen. Økonomiske konsekvenser avhenger hvor brannen skjer, om den hindrer/stopper all transport. Last/utstyr på kjøretøy brenner/blir overopphetet.	5	1					Redningskontainer? Havarinisje. Slå av ventilasjon. Slukkeanlegg i kjøretøy som skal arbeide med etableringen av tunnelen. Fast hyppig vedlikehold. Slukkevann. Prosedyrer/opplæring. SJA.
2.19.1	Demonstrasjoner / sabotasje av anleggsarbeider for kai og tunnel Sabotasje. Bruk av sprengstoff.	5	1					Adgangskontroll, overvåking, ID kontroll.

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi		Tiltak
		K	S	K	S	K	S	
3.4.1	Brann i kjøretøy Store materielle skader, personskader/dødsfall, gruve ikke operativ. Kort tidsrom. Mange sidekanaler/-ganger tilgjengelig for evakuering.	5	1					Automatisk slukkeanlegg i kjøretøy som operer fast i tunnel/gruve. Fast hyppig vedlikehold. Prosedyrer. Våte bremses.
3.5.1	Udetonert eldre sprengstoff detonerer Ved sikring med bolting bores det inn i udetonert sprengstoff som ligger igjen i fjellet fra tidligere.	5	1					Bruke erfarne folk til inspeksjon i forkant av anleggsarbeid.
3.6.1	Sabotasje i gruvene – sabotasje / terror 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.	5	1					Adgangskontroll, vakthold, overvåking, ID kontroll.
3.7.1	Naturhendelser i gruvene Ras i gruvene. Mennesker som oppholder seg i tunneler/gruver blir skadet/ omkommer. Skader på utstyr og kjøretøyer.	5	1					Innføre strengt sikringsregime i gruveområdet. Krav om bolting og sikring før igangsettelse av deponering i nye områder. Områder som ikke er sikret og godkjent sperres av. Geologiske utredninger utføres i forkant der man skal inn og deponere. Overvåking. Etablere erfaringsoverføring fra Norcem om fjellstabilitet i gruvne.
3.8.1	Transport av bergmasser ut av gruvne og i dagen, opp til bruddet. Ulykke/ kollisjon. 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.	5	1					Stabilisere bratt skrent/ skråning. Rassikre. Sikring av veitrase.

6.8.2 Andre uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået

Det er også noen få andre uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået, se Tabell 6-2.

Den med høyest risiko (1.13.2) er tilknyttet miljøproblematikken ved at sårbar natur (spesielt lav) kan bli påvirket (ras etc.) når fjellet over tunnelen ved Kongkleiv skal sikres.

En annen type uønsket hendelse er tap av stein under uttransport fra tunnelen (2.1.1). Dette forventes å kunne skje mange ganger i anleggsperioden og det er vanskelig å helt sikre seg mot dette. Imidlertid vurderes konsekvensen (personskader) å være lav da sjåføren sitter i lastebil/truck og det er fokus på HMS, belysning og hastighet.

Det er også to hendelser som ligner på de som er i «beredskapshjørnet» det er ras og nedfall (2.3.1) og innlekking av vann (2.6.1), de er vurdert som lite sannsynlige men hvis de skjer så får de betydelige økonomiske konsekvenser. Det er vanskelig å redusere de økonomiske konsekvensene hvis en slik hendelse skulle inntreffe.

Tabell 6-2 Andre uønskede hendelser hvor det ikke har vært mulig å redusere risikonivået.

UH-nr	UH beskrivelse	Person		Miljø		Økonomi		Tiltak
		K	S	K	S	K	S	
1.13.2	Sårbar natur blir påvirket under ras ved etablering av rassikring I forkant av andre anleggsarbeider må fjellskråningen sikres. Under sikring kan sårbar natur skades som følge av fall, ras, nedfall etc.			5	5			Avventer mer informasjon! Se kapittel 6.3.1. Risikoreduksjon forventes å kunne oppnås etter nærmere dialog mellom ansvarlig for fjellrensk og ekspert på lav.
2.1.1	Tap av masser/utstyr under transport i tunnel Tap av masser (stein)/utstyr i tunnelen under transport med kjøretøy. Hoveddelen av transporten vil være masse-transport (sprengstein). Masser/utstyr mistes fra kjøretøy og dette kan medføre fare for påkjørsel.	1	5					God provisorisk belysning, lav hastighet. HMS fokus.
2.3.1	Ras og nedfall i transporttunnel 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.					4	1	Sikre systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring (av geolog).
2.6.1	Innlekking av vann i tunnelen og endringer i naturmiljø Sprengning åpner opp sprekkesystemer med mye vann som trenger inn i tunnelen. Drenering av våtmark/myr. Worst case: Store områder dreneres ned i tunnelen, grunnvannssenking.					4	1	Geologiske forhåndsundersøkelser. Sondere på forhånd. Økt forinjeksjon av berget. Sekvensere ulikheter i bergtype. Dreneringssystem.

7 RISIKOBILDET ETTER RISIKOREDUSERENDE TILTAK

Tabell 7-1 og Tabell 7-2 viser risikobildet etter foreslåtte tiltak.

Det er ikke mulig å redusere alle uønskede hendelser med middels risiko til lav risiko fordi mange plasserer seg i «beredskapshjørnet». Slike hendelser som er svært usannsynlige men har store og alvorlige konsekvenser vil en nesten alltid ha i en ROS-analyse.

Tabell 7-1 Fordeling mellom uønskede hendelser med lav, middels og høy risiko (med nye/ytterligere risikoreduserende tiltak identifisert i workshop).

Uønsket hendelse	Lav risiko	Middels risiko	Høy risiko	Ikke relevant	Sum
Personskader: Trinn 1	5	10	0	2	17
Personskader: Trinn 2	6	9	0	6	21
Personskader: Trinn 3	2	7	0	0	9
Sum Personskader	13	26	0	8	47
Miljø: Trinn 1	9	0	1	7	17
Miljø: Trinn 2	3	1	0	17	21
Miljø: Trinn 3	1	0	0	8	9
Sum Miljø	13	1	1	32	47
Økonomi: Trinn 1	16	0	0	1	17
Økonomi: Trinn 2	14	3	0	4	21
Økonomi: Trinn 3	9	0	0	0	9
Sum Økonomi	39	3	0	5	47

ROS-analysen viser at etter risikoreduserende tiltak er det kun én uønsket hendelse som har høy risiko for anleggsfasen, det er hendelsen «Sårbar natur blir påvirket av etablering av rassikring» og gjelder konsekvenstypen miljøskade. Den handler om at fjellskråningen over tunnelåpningen ved Kongkleiv må rassikres. Dette kan medføre en konflikt med sårbar natur i fjellskråningen som ikke kan gjenopprettes. Denne hendelsen må utredes nærmere av eksperter på fjellsikring og sårbar natur og det forventes at når mer kunnskap og informasjon foreligger om hendelsen så kan den reduseres til et forsvarlig nivå.

Det er til sammen 30 hendelser som har middels risiko for anleggsfasen. Hele 26 av disse er i «beredskapshjørnet» og 25 gjelder personskader, det vil si det er den typen hendelser som har meget lav sannsynlighet for å inntreffe men de har store konsekvenser hvis de inntreffer, i verste fall dødsfall. Dette er hendelser som best kan unngås ved å bl.a. ha en god beredskap, rutiner for HMS (helse, miljø og sikkerhet) og at det utføres sikker jobb analyse (SJA).

Som nevnt over er det mange hendelser med middels risiko (gule hendelser) som gjelder personskader. Det er samtidig mange tiltak/forutsetninger som må ivaretas for at de skal ha akseptabel risiko. Dette krever en meget tett oppfølging av sikkerhetsarbeidet og de risikoforholdene som er identifisert. Ellers vil en risikere at en eller flere hendelser kan bevege seg inn i «rød sone» i løpet av anleggsperioden.

K5	<p>Person: P1.1.1, P1.2.1, P1.3.1, P1.4.1, P1.7.1, P1.11.1, P1.12.1, P1.13.1, P1.14.1, P1.15.1, P2.2.1, P2.3.1, P2.3.2, P2.4.1, P2.12.1, P2.13.1, P2.14.1, P2.19.1, P3.1.1, P3.2.1, P3.4.1, P3.5.1, P3.6.1, P3.7.1, P3.8.1</p> <p>Miljø: M2.6.1</p>				Miljø: 1.13.2
K4	Økonomi: Ø2.3.1, Ø2.3.2, Ø2.6.1				
K3	<p>Person: P1.10.1</p> <p>Økonomi: Ø1.2.1</p>				
K2	Miljø: M1.1.1, M1.7.1, M2.14.1	<p>Person: P1.5.1, P1.6.1, P2.10.1</p> <p>Miljø: M2.7.1</p>			
K1	<p>Person: P1.9.1, P2.16.1, P2.19.2, P3.6.2</p> <p>Miljø: M1.2.1, M1.3.1, M1.4.1, M1.9.1, M2.16.1, M3.4.1</p> <p>Økonomi: Ø1.1.1, Ø1.3.1, Ø1.4.1, Ø1.7.1, Ø1.9.1, Ø1.10.1, Ø1.11.1, Ø1.12.1, Ø1.13.1, Ø1.14.1, Ø1.15.1, Ø2.2.1, Ø2.4.1, Ø2.12.1, Ø2.13.1, Ø2.14.1, Ø2.16.1, Ø2.19.1, Ø2.19.2, Ø3.1.1, Ø3.2.1, Ø3.4.1, Ø3.5.1, Ø3.6.1, Ø3.6.2, Ø3.7.1, Ø3.8.1</p>	<p>Miljø: M1.5.1, M1.6.1</p> <p>Økonomi: Ø1.5.1, Ø1.6.1, Ø2.7.1, Ø2.9.1, Ø2.10.1</p>	<p>Person: P1.11.2, P2.8.1, P2.15.1, P2.18.1, P3.3.1</p> <p>Miljø: M1.8.1</p> <p>Økonomi: Ø1.8.1, Ø1.11.2, Ø2.8.1, Ø2.15.1, Ø2.18.1, Ø3.3.1</p>		Person: P2.1.1
	S1	S2	S3	S4	S5

Tabell 7-2 Fordeling av de enkelte uønskede hendelsene i risikomatriksen med nye/ytterligere risikoreduserende tiltak (workshop).

8 PÅVIRKNING PÅ TREDJEPART

I anleggsfasen som er vurdert i foreliggende analyse, vil det være stort fokus på å forhindre påvirkningen på tredjepart og da spesielt lokalbefolkningen og det ytre miljøet i nærområdet.

De spørsmål som spesielt vurderes å være vesentlig for tredjepart er:

- En sprengningsulykke under tunnelarbeidene påvirker fjellstabiliteten og de som bor over.
- Anleggsarbeidene for Kongkleiv kai og tunnelpåhugg/gjennombrudd medfører støy i nærområdet.

Anleggsarbeidene for Kongkleiv kai og tunnelpåhugg/gjennombrudd medfører støy i nærområdet

Uønsket hendelse nr. 1.9.1 i ROS-analysen omhandler anleggsarbeidene for Kongkleiv kai og tunnelpåhugg/gjennombrudd og støy som dette kan medføre.

Brekke & Strands utendørs støyutredning for deponi i Dalen gruve i Brevik sier «*Støy i anleggsperioden forventes å i hovedsak være sprengning ved etablering av tunnel inn fra kai, etablering av selve kaia forventes å ikke støye vesentlig. Det vil trolig være snakk om relativt få sprengninger før arbeidene foregår inne i tunnel, og vår vurdering er at støy i anleggsperioden ikke vil være problematisk*»

9 REFERANSER

- /1/ Norsk Standard, 2008. NS 5814:2008, Krav til risikovurderinger. Utgave 2 (2008-07-01)
- /2/ DSB, 2017. Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging – Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen. Veileder utgitt januar 2017.
- /3/ DNV GL, 2018. Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS analyse) for driftsfasen. NOAH AS. Rapportnr. 2017-1074. Utgivelsesdato: 20.03.2018.
- /4/ SCS, 2018. Vedrørende kostnad for tunnel ved Kongklev. Brev til NOAH AS datert 14.01.2018.
- /5/ Staten vegvesen, Vegdirektoratet, 2015. Prosesskode 1, Standard beskrivelse for vegkontrakter. Retningslinje. Håndbok R761.
https://www.vegvesen.no/attachment/61418/binary/1077236?fast_title=H%C3%A5ndbok+R761+Prosesskode+1+Standard+beskrivelsestekster+for+vegkontrakter.pdf
- /6/ Staten vegvesen, Vegdirektoratet, 2016. Vegtunneler. Normal. Håndbok N500.
<https://www.vegvesen.no/attachment/61913>
- /7/ De Lathawer, W., 2007. Effects of pavement on fires in road tunnels. RoutesRoads 2007 - N° 334. Dossiers. www.piarc.org.
- /8/ Staten vegvesen, Vegdirektoratet, 2012. HMS ved arbeid i vegtunneler. Retningslinjer. Håndbok 213. <https://www.vegvesen.no/s/bransjekontakt/Funksjonskontrakt%20dokumenter/hb213-2012-04.pdf>
- /9/ Brekke & Strand, 2018. Deponi i Dalen gruve i Brevik. Utendørs støyutredning. Rapportnr. AKU-01, rev. 0. Dato 9. mai 2018.



VEDLEGG A

Oversikt over alle uønskede hendelser

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar					
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ faresituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi		
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S	
1	Etablering av kai ved Kongkleiv (inkl. mob/ demob)	1.1	Anleggss fartøy forliser - dieseldrevet fartøy	1.1.1	Anleggss utstyr 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 fartøy (dødsfall).	Årsak kan være grunnstøting eller kollisjon som følge av f.eks. storm, dårlig vær	2-3 anleggss fartøyer i maks. 2 år? Middels stor leker ca. 1000 tonn (50 m lang) og taubåt ca. 500 tonn	5	1	2	1	1	1	5	1	2	1	1	1	Eksisterende beredskap er god i området. Kommunikasjon med Brevik radio. Tidsbuffer for operasjonen. Krav til og erfaring hos leverandør.	SOLAS internasjonalt maritimt regelverk. Lite sannsynlig at dette skjer så raskt at du får dødsfall. Økonomi er satt til 4 pga kostnader ved opprydding av spill av diesel (økonomi ble satt til 3 for "grønne" fartøy). Dobbeltskrog på fartøyene.	
		1.2	Anleggss fartøy/ taubåt mister flytekai under transport eller ved Kongkleiv	1.2.1	Antar flytekai slepes hel eller i deler til lokasjon. Sleping i vann, ett element. 4 taubåter antas brukt til sleping. Landgang kommer på egen leker. Mulig personskade på mannskap dersom slepebane skulle ryke.	Dårlig vær (værvindu), slepetau ryker.	økonomi: har mulighet for mellomlagring på Langøya ved forsinkelser. Miljø:plast fra isopor	5	1	1	1	3	1	5	1	1	1	3	1	Værvindu, kommunikasjon, krav til erfaring. Følge krav og veileder sjøfartsdir.		
		1.3	Anleggss fartøy kolliderer med annet større fartøy	1.3.1	Anleggss fartøyet kolliderer med annet større fartøy/anleggss fartøy, men forblir flytende og last intakt. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge fartøyer.	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær		5	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	Dagslys. Fjerning av grunne utenfor kaiområdet. God beredskap (overlevelsedrakter, livbåter) og rask responstid kan redusere risiko. SOLAS konvensjonen som omhandler sikkerhet til personell og skip på sjøen internasjonalt maritimt regelverk skal	Eksisterende beredskap er god i området. Kommunikasjon med Brevik radio. Krav til og erfaring hos leverandør.	
		1.4	Anleggss fartøy/slepebåt kolliderer med fritidsbåt	1.4.1	Anleggss fartøyet kolliderer med fritidsbåt, men begge forblir flytende og last og utstyr intakt på anleggss fartøyet. Materielle skader. Personer skadd/omkomne ombord/i sjøen; gjelder mannskap på begge fartøyer.	Tap av motorkraft, (feil-) navigasjon, feil på navigasjonsutstyr, blackout, mørke, dårlig sikt, feilmanøvrering, storm, dårlig vær	Større personkonsekvens ved kollisjon med liten fritidsbåt	5	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	Navigere i dagslys i sesong med mye fritidsbåter. Redningsbåter ombord på anleggss fartøy/slepebåter?	Ny vurdering basert på statistikk, og vi setter S til 1 istedenfor 2. Ansvaret ligger på fritidsbåten (fritidsbåter har alltid vikeplikt for nyttefartøy). Anbefaler sjekk om Brevik radio har beredskap på fast rescue. Evt har NOAH fast rescue. Lav fart gir materielle skader, men ikke nødvendigvis dødsfall (10 % sannsynlighet for dødsfall). Redningsskøyte Langesund.
		1.5	Anleggss fartøy mister motorkraft	1.5.1	Fartøyet på vei til/fra Kongkleiv mister motorkraft og driver mot land og grunnstøter eller kolliderer. Materielle skader på fartøy, 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	2	2	1	2	1	2			

Kartlegge beredskap i området. Responstider. Hva er tilgjengelig av utstyr.

Los i begynnelsen av at fartøyet begynner å operere her. Ny vurdering ble utført i workshop nr. 2 av sannsynligheten basert på foreliggende data om ulykker med fritidsbåter. Norsk statistikk fra Sjøfartsdirektoratet viser at det var 27 dødsulykker i 2016 i norske farvann hvorav 12 av dødsfallene var i trange farvann. For nyttefartøyer var det 7 dødsfall i 2016. I den samlede statistikken over alle uhell (inkl. dødsfall) med fritidsbåter skyldtes 3,7 % kollisjon med annen båt. Basert på dette er det vurdert at en kollisjon mellom fartøyet som transporterer avfallet og en fritidsbåt som medfører dødsfall inntreffer sjeldnere enn en gang pr. 100 år.

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		1.6	Anleggsvartøy kolliderer med Kongkleiv kai mens den etableres	1.6.1	Anleggsvartøy 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	Typisk 2-3 ukers reparasjonstid for kai	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2		
		1.7	Anleggsvartøy blir pårent av større fartøy ved kai (Kongkleiv)	1.7.1	Annet større fartøy kolliderer i forholdsvis lav fart med anleggsvartøy 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	Lagt til grunn stort fartøy eksempelvis frakt av skifergass. Lav hastighet, los ombord. Hva med førerløse fartøyer?	5	1	2	1	1	1	5	1	2	1	1	1	Risikoreducerende tiltak vil være å sprengne grunna utenfor kai ved Kongkleiv. Varsle passerende fartøyer ved kai. Bruke tydelige markeringer og navigasjonsbøyer. Flytte leden vestover. Vurdere om gassfartøy er egnet som «grønt fartøy».	Miljø: 2 for det kan komme utslipp fra det store fartøyet også. Veldig kort tidsrom (ca 1 uke operasjon). Markering, navigasjonsbøyer. Flytte leden vestover. Vurdere gassfartøy.
		1.8	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	NA	NA	1	3	1	3	Opplæring, bevisstgjøring av personer som jobber med lossing.	Krav til erfaring.
		1.9	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/sprengningsarbeider forårsaker støy som er over gjeldende norm	<i>Refleksjon av lyd i fjellveggen vil kunne kastes mot hytte-område på motsatt side av fjorden. (Beregninger til Brekke & Strand viser at de ikke når så langt). Om fugler påvirkes eller ikke av anleggstøyen er vanskelig å si da det finnes lite data. Erfaringsmessig hekker fuglene der de føler seg trygge og det trenger ikke nødvendigvis å være i områder med lite støy.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	(Brekke & Strand vurderer at støy ikke vil være problematisk i anleggsperioden). Et ekstra tiltak vil være å unngå arbeider i hekkeperioden. Mulighet for ytterligere utregninger/ utredninger når mere data om støykilder foreligger.	Oppfølgende vurdering med Sigmund Olafsen, Brekke & Strand: Enig i støyvurderinger som ble gjort på workshopen. Vurdering i støyrapport fra Brekke & Strand er at støyen er tidsbegrenset til anleggsperioden og ikke vil være problematisk .
		1.10	Personellskade ved etablering av kai	1.10.1	Svingende/Fallende last forårsaker klemskader/ knusningsskader	Menneskelig svikt, manglende synbarhetstøy, dårlig belysning	All personskade med fravær skal rapporteres inn (sjekk med regelverk).	3	2	NA	NA	1	2	3	1	NA	NA	1	1	Krav til leverandør ift HMS (arbeidstilsynets regler). Oppfølging av entreprenør. sertifisert løft. Velge leverandør med god track record (HMS). Språkkrav. SJA	Operere i lys.

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik													Med tiltak								
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person		Miljø		Økonomi		Tiltak	Kommentar
								K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S		
	1.11		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 området.	Sabotasje		5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Kamera, overvåking. Opplæring/prosedyrer. Ikke attraktivt mål.	
			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	1	3	NA	NA	1	3		
	1.12	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 anleggsgartøy som er ved kai. Stoppe/hindre anleggsarbeid over lengre tid. Sprangsikring er på plass.	Værforhold (mye nedbør) og eventuelt jordskjelv. Svikt i sikring.	Utsatt spesielt utenfor kaiområdet. Aktiv sikring forutsettes utført (jf. PBL). Kai legges i område med lav rassann-synlighet.		5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Rassikring skal være etablert (i fjellvegg og skjerm). Prosedyrer, verneutstyr. Ytterligere reduksjon av risiko vil være for kostbart i forhold til kost/nytte. Lokalisering og dimensjonering av portalen. Se på spranghøyder. Hjelm.	Adressere konsekvens (flora) av inføring av rassikring.
	1.13		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	2	NA	NA	1	2	5	1	NA	NA	1	1	Ekstra HMS fokus. Jobber med dobbelt tau. Redningsberedskap på plass. SJA. Ta hensyn til vær.	Varighet 1-2 uker. Fanggjerd eller gitter. Biologer og NGI må samarbeide ift laven.
			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	Lav detaljkartlegges i senere utredninger.	NA	NA	5	5	NA	NA	NA	NA	5	5	NA	NA	Avventer mer informasjon!! Plan på plass for om dette skulle skje. Vise at det er tenkt på. Varighet 1-2 uker.	

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ faresituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		1.14	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)	Se på statistikk	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Krav til entreprenør/erfaring personell. HMS fokus, track record.	ca. 2 dagers arbeid
		1.15	Person blir skadet under etablering tunnelportal	1.15.1	Person som arbeider med tunnelportal ved Kongkleiv faller ned fra stor høyde. Alvorlig skade/dødsfall.		Antar prefabrikert portal. Mest mulig er gjort på forhånd, før den settes på plass.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Prefabrikkert begrenser anleggsarbeid på lokasjon. Krav til entreprenør/erfaring personell. HMS fokus, track record.beredskap etablert.	Flytekran. Kort periode. Alt på skissestadie, skal planlegges ytterligere.
2	Etablering av transport-tunnel (inkludert mob/ demob)	2.1	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 personskaade). Isdannelse i tunnel.	Toveistrafikk. Høyde på transporttruck med last må sjekkes mot tunnelhøyde.	1	5	NA	NA	NA	NA	1	5	NA	NA	NA	NA	God provisorisk belysning, lav hastighet. HMS fokus.	Når tunnelen er ferdig vil den være ca. 2 km lang, ha en høyde på 7,5 meter og en bredde på 8,5 meter. Den vil være asfaltert og tunnelsikret med bolting hele veien, og den vil ha ventilasjon. Det vil ikke være belysning i tunnelen, men strømkabler i tak og rør i veibanen.
		2.2	Uhell med kjøretøy i transporttunnelen	2.2.1	Kjøretøy kjører i tunnelvegg/ krasjer med andre kjøretøy - materielle skader (kjøretøy) og personskaade/ omkomne.	Førerfeil, dårlig/manglende belysning, dårlig sikt, unnamanøver.	Det er planlagt møtepunkter for kryssende kjøretøy i tunnelen. Det er i dag ikke lov å gå i de eksisterende gruvene og det vil også gjelde i transporttunnelen , men personer kan allikevel fra tid til annen oppholde seg utenfor kjøretøyet sitt av ulike grunner.	5	2	NA	NA	1	2	5	1	NA	NA	1	1	Prosedyrer, opplæring. Fartsgrense. Servicekjøretøy med gult blinkende lys. Registreringssystem, alle har radio. Refleksvest.	2 km tunnel, 3 møtesteder. Dumpere tillates kun å passere hverandre ved planlagte møteplasser. Norcem har krav på to brannslukningsapparater per kjøretøy på nye kjøretøy inne i gruen.

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar					
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi		
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S	
		2.3	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	Personell mest utsatt, antar dødsfall. Mulig skade på sjåfører i dumpere men disse sitter bedre beskyttet.	5	1	NA	NA	4	1	5	1	NA	NA	4	1	Sikre systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring (av geolog).	Alle personer er i kjøretøy. Bolting og sprøytebetong (iht håndbok Statens vegvesen).	
			Ras og nedfall ved stuffen	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.	Sprengningarbeider, dårlig sikret tunnel	Personell mest utsatt, antar dødsfall. Mulig skade på sjåfører i dumpere men disse sitter bedre beskyttet.	5	2	NA	NA	4	2	5	1	NA	NA	4	1	Sikre systematisk kartlegging og fortløpende geologisk sikring (av geolog). Sikrer før du tar ut bergmassene. Armerer bergmasser med sprøytebetongbue.		
		2.4	Uhell med eksplosiver	2.4.1	Eksploderer som skal brukes til tunnelarbeider går av ved et uhell eller at sprengstoff-mengde er feilkalkulert og medfører ras i tunnel, trykkbølge, skade på mennesker.	Støt, gnist, friksjon, varme (brann), menneskelig svikt.	DSB statistikk	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Krav til entreprenør/erfaring personell. HMS fokus, track record.	Står igjen berg som ikke har eksplodert. Går av ved neste sprengning.	
		2.5	Nedrivning av midlertidig ventilasjonsduk	2.5.1	Anleggsmaskin river ned duk. Kun i forbindelse med innkjøring av andre maskiner enn lastebiler, f.eks. borerigg.		Det er foreslått ventilasjonsduk med diam 2 m.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Etableres duk løpende- ja. Beregner 2-3 timer nedetid.	
		2.6	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, grunnvanns-senking.		Våtmark som kan dreneres ved sprengning.	NA	NA	5	1	4	1	NA	NA	5	1	4	1	Geologiske forhåndsundersøkelser. Sondere på forhånd. Økt forinjeksjon av berget. Sekvensere ulikheter i bergtype. Dreneringssystem.	Mye erfaringer fra tidligere prosjekter.	

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Ønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		2.7	Forurenset avrenning	2.7.1	Avrenning av tunnelvann fra sprengnings-arbeider er forurenset (plast, sprengstoffrester)		Følger krav fra statens vegvesens håndbøker. Nitrogen, olje, plast. Alt vann renner inn i gruvesystemet ved å drive fra Norcem siden. Overskrider utslippstillatelse.	NA	NA	2	3	1	3	NA	NA	2	2	1	2	Betale ekstra for å forhindre bruk av plast i sprengningsarbeid. Etablere renseanlegg for vann i gruvene. Vet ikke om det kommer utslippskrav i forhold til Nitrogen ved drift.	Det er to ting det særlig er fokus på: • Utlekking av udetonert sprengstoff i tunnelmassene. Spesielt bunnrensen vil normalt ha høye verdier av nitrogen, og eventuelt også være forurenset av olje. • Utslipp av plastikk i form av rester av detonasjonslunter/skyteledninger til vann
		2.8	Sprengningsarbeider forårsaker støy, eksos og støv (spesielt personell)	2.8.1		Norm overskrides	Vanner etter sprengning.	1	5	NA	NA	1	5	1	3	NA	NA	1	3	Strenge krav til ventilasjon som sikrer god luftkvalitet. Oppfølging av vedlikehold (vedlikeholdsplan). HMS fokus. Målere på personer. Tette maskiner, evt med filter. Elektriske maskiner.	Oppfølgende vurdering med Sigmund Olafsen, Brekke & Strand: Enig i vurdering som ble gjort på workshopen . Annet: Det forutsettes at det brukes hørselvern til enhver tid i støyutsatte områder. Det er kun sett på eksponering i anleggsperioden i forbindelse med risikoklassifiseringen. Dvs. at eventuelle langtidskonsekvenser er sett bort ifra i denne analysen.
		2.9	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	NA	NA	NA	NA	1	2	Forhåndskartlegge boliger. Rystelsesmåler.	Avstand til nærmeste bolig ca 200 meter.
		2.10	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,	Folk som står under får det på seg.	2	2	NA	NA	1	2	2	2	NA	NA	1	2	SJA.	Personnel i lift som utfører oppgaven.
		2.11	Frigjøring av radongass	2.11.1	Sprengnings-arbeider åpner opp sprekkesystem radongass siver inn i tunnelen	Eksponering for mennesker (kreftfare).	Sjekk grenseverdier	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Prøveboring viser moderat til lav Radon (NGUs kart).	
		2.12	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	Rent teoretisk kan personer ta seg inn i tunnelen fra gruvesiden via Norcem og Dalen gruve, dette vurderes imidlertid som svært lite sannsynlig.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Skilting anleggsområde. Overvåking. Prosedyrer. Vakthold. ID kontroll	

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		2.13	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	Boreriggen går på strøm.	5	2	NA	NA	1	2	5	1	NA	NA	1	1	Krav til entreprenør. Høyt HMS-fokus (eks. sikkerhetssamtale med arbeidsleder før oppstart, eget sikkerhetskurs for alle). SJA. Merking. Kabling i taket, sikret.	Får man strøm gjennom kroppen, for eksempel fra hånd til hånd, eller fra hånd til fot, kan kroppen i verste fall skades øyeblikkelig, ved at gjennomgangen fører til hjertestans eller at man slutter å puste, slik at livreddende førstehjelp er avgjørende for overlevelse. Også uten så dramatiske effekter kan hjertets funksjon påvirkes i løpet av de første timene etter ulykken, og kroppsvev kan varmes opp slik at muskler, sener og nerver skades langs strømmens vei gjennom kroppen. Særlig hvis man får kramper i hendene slik at man ikke greier å slippe taket i strømkilden med en gang er det risiko for dette.
		2.14	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 bremser	Eksplisiver oppbevares i sikre bokser.	5	1	2	1	1	1	5	1	2	1	1	1	Redningskontainer? Havarinisje. Slå av ventilasjon. Slukkeanlegg i kjøretøy som skal arbeide med etableringen av tunnelen. Fast hyppig vedlikehold. Slukkevann. Prosedyrer/opplæring. SJA.	Oppfølgende vurdering med Karina Ødegård (SINTEF Molab): Ved en worst case med en kraftig brann nær tunnelåpningen ved Kongleiv kan kraftig røyk og partikler komme ut av tunnelen og påvirke laven som befinner seg lokalt i fjellveggen nær tunnelåpningen. Miljø rettes til: Sannsynlighet = 1 Konsekvens = 2 (Miljøskader). Registrerbar skade, restaureringstid < 1 år (Hendelsen forutsetter at gjennomslaget til Kongleiv er etablert).
		2.15	Gasser fra sprengningsarbeid	2.15.1	1.Gasser kan danne en eksplosjon 2. Ved sprengning kan det dannes mindre mengder med nitrøse gasser (NOx) og kullos. Disse er giftige og kan være helseskadelige. Norm overskrides.	Spyler alt etter sprengning.	Avhengig av sprengstoffets sammensetning, vil det i tillegg dannes andre restprodukter som eksempelvis, ammoniakk, sot, metalloksider (aluminium- og natriumoksid). Man bør alltid sørge for god ventilasjon og utlufting og unngå opphold i gassproppen.	1	5	NA	NA	1	5	1	3	NA	NA	1	3	HMS-rutiner. God ventilasjon, spyle etter sprengning. Målinger av gassnivå. Personliger målere. Redningskontainer med O2.	Spyler alt etter sprengning. Langtidsvirkning, kreftfremkallende.

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		2.16	Gasser fra asfalteringsarbeid (over norm)	2.16.1	Personer som arbeider med asfaltering i tunnelen får helseskader fra gasser fra asfaltmassene og arbeidsutstyret. Dieseldrevet asfaltmaskin. Når asfalt skal legges, er imidlertid tunnelen åpen i begge ender (tunnelen er drevet ferdig).	Eksosgasser fra arbeidsutstyret og røyk fra asfaltmassene kan gi kjemisk helsefare i lukkede rom dersom ikke tilstrekkelig tiltak iverksettes. Utslipp som CO og nitroser gasser NO og NO2 samt sot fra dieseleksos er helseskadelige.	Tidsbegrenset periode. Åpning i begge ender på tunnel.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Merknader fra Karina Ødegård, SINTEF Molab: Sjekkes ut mot Statens vegvesen. Sannsynligvis ikke noe problem. Det finnes grenseverdi på totalstøv i tunneler på 5 mg/m3. Sjekk norm for arbeidsmiljø mhp på PAH. Sjekket: Statens vegvesen har retningslinjer (håndbok 213) "HMS ved arbeid i vegtunneler".
		2.17	Brann ved asfaltarbeid i tunnel	2.17.1	Det ble på workshopen reist spørsmål om asfaltarbeidene for kjørebane kan utløse en brann i tunnelen.		Etter gjennomgang av litteratur og artikler vurderes at asfaltarbeidene ikke utløser brann i tunnelen, risiko settes derfor til NA (not applicable)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Hendelsen risikovurderes ikke fordi det er ikke funnet noen indikasjoner på at asfaltarbeid utløser brann i tunneler. Det bør i neste fase overveies om tunnelbrann som f.eks. er utløst av brann i kjøretøy bør vurderes spesielt med henblikk på eventuel røyk- og gassdannelse fra overopphetet asfalt (gjelder også driftsfasen)	På workshopen ble denne oppgaven utsatt, til det er vurdert om dette faktisk representerer en risiko. Det er ikke funnet noen indikasjoner på at asfaltarbeid utløser brann i tunneler. En kraftig brann kan imidlertid medføre at asfalten antennes, dette skjer først ved en temperatur på ca. 500 C. Brennende asfalt utløser ekstra røyk- og gassdannelse og kan øke forbrenningshastigheten på brannen. Imidlertid vil den brennende asfalten i de fleste tilfeller kun utgjøre et lite tilskudd til brannen og vurderes derfor tillatt som veibelegg i tunneler. Ref: Effects of pavement on fires in road tunnels by Willy de Lathawer former Secretary of PIARC C5 "Road Tunnels Committee", Standing ITA representative to PIARC TC 3.3, and member of Working Group 6 "Ventilation and Smoke Control".
		2.18	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).	Midlertidig driftsstopp. Evakuere (folk må ut).	1	5	NA	NA	1	5	1	3	NA	NA	1	3	Varselalarmer for drift av ventilasjonsanlegg. Overvåkning av aggregat. Beredskap. Beredskapskontainer med O2. Nødaggregat. Elektriske kjøretøy. Nødvifte.	

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik													Med tiltak								
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ faresituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person		Miljø		Økonomi		Tiltak	Kommentar
								K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S		
		2.19	Demonstrasjoner / sabotasje av anleggsarbeider for kai og tunnel	2.19.1	Sabotasje. Bruk av sprengstoff.	Kriminell/terrorist handling	Uvedkommende kan (teoretisk) ta seg inn via Norcem. Det kreves mye sprengstoff for å skape stor skade.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Adgangskontroll, overvåking, ID kontroll	"Aldri hørt om" noe slikt. 3. part blir skadet. Anbefales å sjekke i forhold til forsikring. Hva dekker en slik forsikring? Se samme pkt under kai.
				2.19.2	"Fredelig" demonstrasjon uten bruk av vold og våpen/sprengstoff. Demonstranter/ aktivister stanser/hindrer arbeidet med driving av tunnelen.	Sivil ulydighet	Uvedkommende kan (teoretisk) ta seg inn via Norcem.	1	1	NA	NA	1	1	1	1	NA	NA	1	1	God kommunikasjon med/prosedyrer for kontakt med nødetater. God kommunikasjon/ åpenhet med 3 part.	3. part blir skadet. Se samme pkt under kai.
3	Sikring av gruveganger som skal brukes til lagring og transport	3.1	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. Driftsstans som følge av utredning ved personskade/ omkomne.	Førerfeil, dårlig/manglende belysning, dårlig sikt, unnamanøver. Problemer med samdrift med Norcem	Anleggsarbeid-ere som arbeider med stabilisering av av fjellet som oppholder seg i Norcems gruver vil bli eksponert	5	2	NA	NA	1	2	5	1	NA	NA	1	1	Koordinering med Norcem. Organisatorisk: Prosedyrer, opplæring (konsekvenskultur, nulltoleranse for barrierebrudd), felles prosedyrer/regelverk med Norcem. Trafikkregulering: Redusere fart med fysisk hindring (radio, fartssperre) ved f.eks krappe svinger. Driftsplan (i utgangspunktet ikke daglig samdrift i samme område i gruen). Lysregulering. Godt vedlikehold av veiene og kjøretøy. Strenge skiftregler. Teknologimuligheter på kjøretøy/alkolås.	To aktører i dette området, dette gir økt risiko. I gruvene er det toveistrafikk som gjør at man må vite om hverandres bevegelser til enhver tid (siktsoner). Det kan være hensiktsmessig på et senere tidspunkt å gjennomgå Norcems erfaringer med ulykker i gruvene.
		3.2	Uhell ved sikring av gruveganger (veier)/ gruvesystem	3.2.1	Materielle skader og personskader/ omkomne (anleggspersonell).	Fjellet svikter (ras)/Menneskelig svikt/Teknisk svikt/Nedfall	Gruveganger sikres for anleggstrafikk . Kjøre på hovedveier i gruvene.	5	2	NA	NA	1	2	5	1	NA	NA	1	1	Overvåke stabilitet. Prosedyrer. Opplæring. Personlig verneutstyr. Aktiv bruk av radio/kommunikasjon. SJA. HMS fokus. Krav til entreprenør. Beredskap.	Overvåke stabilitet. Horisontale spenninger.

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ faresituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		3.3	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	Er krav på faste målere på hver person. Det kan være hensiktsmessig å sjekke langtidsvirkninger på personer av lave konsentrasjoner av NO2 og H2-gass.	1	5	NA	NA	1	5	1	3	NA	NA	1	3	Rask varsling og evakuering. Alle har målere på seg og i kjøretøy. Radio. Overvåking av ventilasjonsanlegg. Bruke flere målere (god forsikring). Beredskap i gruve (beredskapsleder runde hver 3-4 time; med hjertestarter etc.). Helsecreening av folk. El-drift på kjøretøy.	Stor bevegelse av luftmasser til enhver tid, så har tid til rask evakuering. Sensor på anlegg. Ventilasjon og hydrogenmålere der NOAH opererer.
		3.4	Brann i kjøretøy	3.4.1	Store materielle skader, personskader/dødfall, gruve ikke operativ. Kort tidsrom. Mange sidekanaler/-ganger tilgjengelig for evakuering.		Brann i kjøretøy medfører trolig sykehusopphold for fører?	5	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	Automatisk slukkeanlegg i kjøretøy som operer fast i tunnel/gruve. Fast hyppig vedlikehold. Prosedyrer. Våte bremses.	Oppfølgende vurdering med Karina Ødegård (SINTEF Molab): Ved en worst case med en kraftig brann kan røyk og partikler komme ut av tunnelen og påvirke laven som befinner seg lokalt i fjellveggen nær tunnelåpningen. Har lavere konsekvens enn hendelse 2.14 fordi det er kun ett kjøretøy som brenner og det er forholdsvis lang vei fra gruve til tunnelåpning: Sannsynlighet = 1 Konsekvens = 1 (Små miljøskader. Ikke registrerbar skade) (Hendelsen forutsetter at gjennomslaget til Kongleiv er etablert). Annet: Alle kjøretøy skal ha to brannslukningsapparater ombord.
		3.5	Udetonert eldre sprengstoff detonerer	3.5.1	Ved sikring med bolting bores det inn i udetonert sprengstoff som ligger igjen i fjellet fra tidligere.		Mulig å se det. Erfarne folk inspisierer.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Bruke erfarne folk til inspeksjon i forkant av anleggsarbeid.	Mellomlagre fra tunneldrift til gruve, og derfra og videre ut. Alternative kjøreveier hvis veien til bruddet blir blokkert, men da på Norcem sitt område.
		3.6	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.	Uvedkommende kan (teoretisk) ta seg inn via Norcem. Det kreves mye sprengstoff for å skape stor skade.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Adgangskontroll, vakthold, overvåking, ID kontroll	"Aldri hørt om" noe slikt. 3. part blir skadet. Anbefales å sjekke i forhold til forsikring. Hva dekker en slik forsikring? Se samme pkt under kai og tunnel.
				3.6.2	"Fredelig" demonstrasjon uten bruk av vold og våpen/sprengstoff. Demonstranter/aktivister stanser/hindrer arbeidet med sikring i gruvene.	Sivil ulydighet	Uvedkommende kan (teoretisk) ta seg inn via Norcem.	1	1	NA	NA	1	1	1	1	1	1	NA	NA	1	1

Uønskede hendelser NOAH anleggsfasen Brevik								Med tiltak								Tiltak	Kommentar				
Trinn	Beskrivelse fase	Fase/ UH-nr	Uønsket hendelse (samlebeskrivelse)	UH-nr	UH beskrivelse	Initierende hendelse/ fasesituasjon/ årsak	Kommentar/ spørsmål	Person		Miljø		Økonomi		Person				Miljø		Økonomi	
								K	S	K	S	K	S	K	S			K	S	K	S
		3.7	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	Gruvene er eldre den nye transport-tunnelen, så det vil være større sannsynlighet for ras her enn i den nye tunnelen.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Innføre strengt sikringsregime i gruveområdet. Krav om bolting og sikring før igangsettelse av deponering i nye områder. Områder som ikke er sikret og godkjent sperres av. Geologiske utredninger utføres i forkant der man skal inn og deponere. Overvåkning. Etablere erfaringsoverføring fra Norcem om fjellstabilitet i gruv.	Norcem har pågående sprengning jevnt over i gruv.
		3.8	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.	Transportlengde opp til bruddet antatt å være et par hundre meter. Lukket område. Kun transportkjøretøy i dette området.	5	1	NA	NA	1	1	5	1	NA	NA	1	1	Stabilisere bratt skrent/skråning. Rassikre. Sikring av veitrase.	Alternativ hvis det ikke mellomlagres i gruv. Eller tar Norstone selv og transporterer steinen ut (kjøper stein fra mellomlager i gruv).



About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.