

Bergmesteren Raudsand AS

Konsekvensutredning

Reguleringsplan for Bergmesteren

Temarapport - Hydrogeologi, geologi og geoteknikk



Oppdragsgiver: Bergmesteren Raudsand AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Bergmesteren Raudsand AS
Rådgiver: Norconsult AS, Retirovegen 4, NO-6019 Ålesund
Oppdragsleder: Siv Sundgot
Fagansvarlig: Kevin J. Tuttle
Andre nøkkelpersoner: Eivind Halvorsen, Martine Lund Andresen, Trym Abrahamsen, Ingvar Tyssekvam

E02	2018-02-08	For godkjenning hos myndigheter	EIHAL, MALAN, TROAB, KJT	KJT, INT	SIKSU
D02	2017-11-28	Godkjent hos kunde	EIHAL, MALAN, TROAB, KJT	KJT, INT	SIKSU
D02	2017-11-24	Godkjent hos kunde	EIHAL, MALAN, TROAB, KJT	KJT, INT	SIKSU
D01	2017-11-07	For godkjenning	EIHAL, MALAN, TROAB, KJT	KJT, INT	SIKSU
A02	2017-10-20	Til andre gjennomlesning	EiHal	KJT	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Tiltaket på Raudsand er todelt:

Del 1. Avslutning av eksisterende deponi og etablering av nye deponi for ordinært avfall.

Del 2. Etablering av et nytt anlegg for håndtering av uorganisk farlig avfall bestående av mottak, behandling, gjenvinning, lagring av stabiliserte masser i fjellhaller, pukkverk, igjenfylling og tetting av rasområde ved fv. 666 (Deponi 6), samt et administrasjons- og forskningsbygg.

Tiltakets del 1 er basert på avslutningsplan for Deponi 1 (inert avfall) og forslag til avslutning og etablering av nytt deponi i Deponi 2 (ordinært avfall) og eventuelt Deponi 3 (inert avfall), samt Deponi 4 og 5 (ordinært avfall). Transporten vil skje sjøveien som i dag.

Tiltakets del 2 er basert på myndighetenes oppfordring til Bergmesteren Raudsand om å komme med forslag til behandlingsløsning av farlig avfall basert på dagens prosess i Norge, og en alternativ løsning uten bruk av svovelsyre. Den forespurte prosessen med svovelsyre fra Kronos er behandlet og analysert i konsekvensutredningen. BMR undersøker og utvikler flere prosesser som er aktuelle på Raudsand, enten som en «hovedprosess» (Halosep-prosessen) for stabilisering eller kombinert med en tilleggsprosess for videre gjenvinning av metaller for salg. Dette er også beskrevet. Videre planlegges det å ha fasiliteter for innovasjon innenfor behandling og gjenvinning av farlig avfall.

Hydrogeologi og Geologi

Hydrogeologiske og geologiske undersøkelser viser at berget ved Raudsand er relativt tett og at det blir tettere i dypet på nivå med planlagte fjellhaller.

Fjellhallene vil redusere grunnvannsnivået over fjellhallene over tid på grunn av noe innlekkasje til hallene. Det er ikke registrert grunnvannsavhengige naturtyper av stor verdi eller rødlistede arter som er avhengige av et høyt grunnvannsnivå i områder over fjellhallene eller adkomsttunnel. Grunnvannet fra borehull i området med planlagte fjellhaller har $\text{pH} > 7$. Derfor er det ikke sannsynlig at det vil bli problemer med økt utlekking fra deponert avfall på grunn av surt innlekkasjevann til fjellhallene.

Det vil være en innadrettet grunnvannstrykk inn mot fjellhallene og adkomsttunnelen under anlegg- og driftsfasen. I etterdriftsfasen vil grunnvannet heves til tilnærmet opprinnelig grunnvannstand, og strømme sakte rundt fyllingene i fjellhallene i en mer permeabel sone ved fjellhall-veggene enn i de tettere fyllmassene. Eventuell utlekking av forurensninger fra fjellhallene vil migrere mye saktere enn grunnvannet på grunn av sorpsjon til fjell-sprekker og partikler i sprekkene.

Grunnvann nedstrøms fjellhallene må overvåkes både under drift og etter avslutning av fjellhallene for kontroll av grunnvannskvaliteten.

Planlagt berganlegg vurderes å være gjennomførbart på linje med andre prosjekter med store fjellhaller i Norge. Dette med bakgrunn i vanlig norsk praksis med bergsprengning og sikring.

Den anbefalte permanente terrengendring av bekkeløp vurderes å ville være tilstrekkelig for å hindre et eventuelt flomskred i bekkeløpet i å nå området. Det vurderes å kunne være fare for mindre sørpeskred med utløp ned på området. I reguleringsplanen må det komme tydelig fram hvilke deler av området som vurderes å ikke ha risiko for skred/blokkfall, slik at det er klart hvor de deler av tiltaket som utgjør storulykkeobjekt kan etableres.

Ifølge foreliggende notat/rapporter om forhold ved eksisterende gruvesystem har stabiliserende tiltak for eksisterende gruvene hatt ønsket virkning.

Innledende beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet ved sjø-fyllingen der skråningsstabiliteten er vurdert.

Forkortelser

KU	Konsekvensutredning
KLD	Klima og Miljødepartementet
NFD	Nærings og Fiskeridepartementet
Mdir	Miljødirektoratet
DMF	Direktoratet for mineralforvaltning
BMR	Bergmesteren Raudsand AS
VD	Veidekke ASA
VDI	Veidekke Industri AS
VDE	Veidekke Entreprenør AS
ENVN	Envoilution Norge AS
Stena	Stena Recycling Norge AS/Stena Group AB
BAT	Best Available Techniques
Fjord / fjorden	Tingvollfjorden / Sunndalfjorden

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Hensikt	7
1.2	Nasjonal lokalitetsvurdering (2015-5016) og andre nasjonale føringer	7
1.3	Bakgrunn	8
1.4	Tiltak del 1 - Deponering av ordinært/inert avfall i dagen	10
1.5	Tiltak del 2 – Behandling, gjenvinning og deponering av stabilisert farlig avfall	12
1.6	Planprogram	13
1.7	Andre planer og retningslinjer	13
1.8	Nasjonale planer, føringer, retningslinjer og lovverk	13
1.9	Regionale planer	15
1.10	Lokale planer, føringer, retningslinjer og lovverk	15
1.11	Konsekvensutredningens struktur	15
1.12	Planområde og influensområde	16
2	Beskrivelse av tiltaket	19
2.1	Nullalternativet	19
2.2	Alternativ 1 – gjennomføring av tiltak	27
2.3	Nærmere beskrivelse av prosess	31
3	Metode	37
3.1	Grunnlag	37
3.2	Geologi	38
3.3	Hydrogeologi	42
4	Grunnvannsforhold, avrenning og lekkasjer	43
4.1	Dagens situasjon	43
4.2	Fremtidig situasjon	45
5	Geologi	48
5.1	Eksisterende gruvesystem – tilstand og stabilitet	48
5.2	Planlagte deponihaller i fjell	48
5.3	Skredfare – industriområde ved sjø	49
5.4	Skredfare – tomt for planlagt administrasjonsbygg	54
5.5	Etablering av deponi i tidligere dagbrudd	56
6	Flomfare	58
7	Stabilitetsvurderinger	59

7.1	Dagens situasjon	59
7.2	Konsekvenser av tiltaket	59
7.3	Avbøtende tiltak	59
7.4	Usikkerhet	60
8	Geoteknikk ved utfylling i sjø	61
8.1	Dagens situasjon	61
8.2	Konsekvenser av tiltaket	61
8.3	Avbøtende tiltak	61
8.4	Usikkerhet	62
Kilder		63
	Kilder for løsning	64
	Andre kilder	66

1 Innledning

1.1 Hensikt

Denne konsekvensutredningen er en del av reguleringsplanprosessen som ble igangsatt våren 2016 for området Bergmesteren i Nesset kommune. Reguleringsplanen er initiert av selskapet Bergmesteren Raudsand AS (BMR). Formålet med planarbeidet er å legge til rette for massedeponi, stein- og masseuttak i fjell, mottak og gjenvinning av uorganisk farlig avfall, deponering av stabiliserte forurensede masser i fjellhall, samt anleggelse av industriområde og utvidelse av kaianlegg og pukkvirksomhet. Planområdet er ca. 1960 daa.

BMR har to hovedhensikter med tiltaket. For det første å legge til rette for å kunne ta imot og deponere lettere forurensede overskuddsmasser (inert og ordinært avfall) i henhold til enhver tid gjeldene lovverk og forskrifter (Tiltak del 1). Det er stor etterspørsel for slike deponier langs hele Vestlandskysten. Slik deponering er planlagt i områder i dagen hvor det tidligere er tatt ut malmforekomster samt i et skogsområde som egner seg godt til formålet. Ved å fylle opp og dekke til de områdene hvor det har foregått malmuttak, vil dagens gjennomstrømming av vann i eksisterende underjordiske gruver bli betraktelig redusert.

Den andre hovedhensikten med planen (Tiltak del 2), er å legge til rette for et anlegg som kan ta imot, behandle, gjenvinne og deponere stabilisert uorganisk farlig avfall. Planene ble initiert sommeren 2015 da Miljødirektoratet (Mdir) oppfordret private aktører om å fremme forslag til lokaliteter for plassering av et nytt nasjonalt anlegg for behandling og deponering av farlig avfall. Etter innledende undersøkelser, fremmet derfor BMR høsten 2015 Raudsand som aktuell lokasjon.

I tiden fra sommeren 2015 og frem til høsten 2017, har BMR gjennomført en rekke detaljerte undersøkelser og utredninger for å finne ut av hvorvidt planområdet for reguleringsplanen og tilstøtende område, egner seg til de to omtalte hovedaktivitetene.

Denne rapporten, samt tilsvarende øvrige temarapporter, har til hensikt å svare ut de aktuelle og sentrale spørsmålstillingene knyttet til planene.

1.2 Nasjonal lokalitetsvurdering (2015-2016) og andre nasjonale føringer

Norge har påtatt seg internasjonale forpliktelser om å ha tilstrekkelig nasjonal behandlingskapasitet for farlig avfall. Klima- og miljødepartementet har derfor som et nasjonalt mål at farlig avfall skal behandles på en forsvarlig måte samt sikre nasjonal behandlingskapasitet.

Direktoratet for mineralforvaltning (DMF) foretok i 2015 grovutvelgelsen av lokaliteter for behandling og deponering av farlig avfall. DMF ble bedt om å identifisere om lag ti lokaliteter langs kysten mellom svenskegrensen og Nord-Trøndelag som oppfylte følgende kriterier:

- Eventuell pågående virksomhet på lokaliteten må være avviklet senest 2020.
- Lokaliteten må være relativt nær en havn som kan ta imot middels store skip, eller ha mulighet for å anlegge en slik havn.
- Lokaliteten bør ha et oppfyllingsvolum som kan romme minst 20 års drift, dvs. i størrelsesorden 10 mill. m³.
- Lokaliteten bør aller helst ligge under grunnvannstand og bestå av bergarter med begrenset sprekkdannelse og vanninntrengning.

Undersøkelsen til DMF munnet ut i en liste på 12 lokaliteter. Norges geologiske undersøkelse (NGU) laget i desember 2015 en foreløpig rapport om geologiske og hydrogeologiske forhold ved alle 12 lokalitetene.

Tre av lokalitetene ble grundigere vurdert og dokumentert gjennom befarings sammen med Miljødirektoratet og Norconsult/COWI. Dalen gruver og Rekefjord ble på bakgrunn av befaringen og stedlige forhold vurdert som aktuelle. NGU har også laget et vedlegg til rapporten som omhandler to påtenkte fjellhaller, i henholdsvis Lervika i Kvinesdal kommune og Raudsand i Nesset kommune. Disse to lokalitetene ble lansert av virksomheter som ønsket å etablere deponi høsten 2015. Det ble da gjort tilsvarende vurderinger av disse lokalitetene (Kilde: Sammenstilling av rapporter og Miljødirektoratets vurderinger, Miljødirektoratet 2015/3637).

På bakgrunn av vurderingene som ble gjort, anbefalte Klima- og miljødepartementet lokasjonene Brevik og Raudsand. Begge må konsekvensutredes. I den forbindelse er det varslet oppstart og utarbeidet planprogram for å utarbeide reguleringsplan for området på Raudsand. Selv om en rekke tema er vurdert i rapportene som har konkludert med at Raudsand er egnet som lokalitet, skal alle beslutningsrelevante sider ved tiltaket likevel vurderes på vanlig måte i forbindelse med utarbeiding av reguleringsplan. Denne rapporten inngår i konsekvensutredningen som utarbeides i den forbindelse.

Denne delen av tiltaket (anlegget som kan ta imot, behandle, gjenvinne og deponere stabilisert uorganisk farlig avfall) er basert på myndighetenes oppfordring til BMR om å komme med forslag til behandlingsløsning basert på dagens prosess i Norge, men også forslag om å legge frem en prosess basert på at jernholdig svovelsyre fra Kronos ikke vil komme til anlegget. Det er den forespurte prosessen som er behandlet og analysert her. Den forespurte prosessen (dagens praksis i Norge) er ansett som «worst case scenario» ift mulige teknologivalg som BMR har vurdert. BMR er utfordret på å komme med løsninger som betraktes som best tilgjengelig teknikk (BAT). Siden 2012 har BMR arbeidet med kartlegging og testing av diverse (BAT) metoder aktuell for Raudsand. Det ser ut som om den patenterte Stena eide prosessen «Halosep» i industrielt stort format vil være BMRs foretrukne prosess. I forhold til «dagens praksis» i Norge vil Halosep prosessen medføre reduksjon i de beskrevne konsekvensene.

1.3 Bakgrunn

Bergmesteren Raudsand AS (BMR) er tiltakshaver for reguleringsplanen der denne konsekvensutredningen inngår. BMR har gjennom sine eiere og samarbeidspartnere bred kompetanse innenfor bygging av tunnel og fjellhaller, samt teknisk miljøvern, marin transport, prosessering, forskning og utvikling, samt gjenvinning av farlig avfall. Partenes kunnskap, kompetanse og erfaring benyttes i forbindelse med planlegging av tiltaket samt for å begrense og få kontroll over dagens miljøbelastning fra gruveområdet.

Veidekke-konsernet er Norges største entreprenørforetak med 7400 ansatte og en omsetning på ca. 30 milliarder kr/år. Veidekke-konsernet består av tre virksomhetsområder: Entreprenør, Eiendom og Industri.

Veidekke, er en av to eiere av Envoilution Norge AS som eier BMR 100 prosent. Veidekke har en solid posisjon både innen industri, bygg- og anlegg og eiendom. Veidekke-konsernet innehar en bred kompetanse som b.la. omfatter kompetanse i bygg- og anleggsvirksomheten (veganlegg, fjellhaller), råstoff, produksjon og sluttprodukt (asfalt, pukk og betong) og opprydding og tilbakeføring av forurensede eiendommer til utnyttbare arealer, for eksempel bolig- eller næringseiendommer.

Veidekke er Norges største produsent av asfalt, samt pukk og grus. Det plasserer Veidekke blant landets størst industrielle aktører innen feltet for prosessering og behandling av masser som stein, asfalt og betong. Denne produksjonen krever solid kunnskap om aktuelle prosesser, utstyr og teknologi. I tillegg har Veidekke et stort forsknings- og utviklingssenter som arbeider med prosjekter knyttet opp både mot denne produksjonen samt anvendelse og bruk av betong i mange forskjellige varianter. Denne basisen og kunnskapen vil bli gjort tilgjengelig for BMR AS på Raudsand og vil være svært lik de prosessene som planlegges brukt i behandlingsanlegget for avfallet.

Spesielt skal nevnes pågående prosjekt på Vallø i Tønsberg hvor Veidekke, sammen med det belgiske firma DEC, gjennomfører det største og mest krevende prosjektet i Norge med fjerning, masseutskifting og behandling av olje-forurensede masser og syrebek («Acid tar»). Prosjektet har utviklet stedspecifikke behandlingsmetoder og resepter for håndtering av syrebek slik at dette kan leveres som brensel til forbrenning i sementovner eller til termisk behandling og gjenbruk. Prosjektet har etablert et eget laboratorium for kjemiske analyser, og utviklet et eget analyseregime og korrelasjoner for raskt å kunne klassifisere masser på stedet og skille gjenbruksmasser fra deponimasser. Det er satt høye krav til dokumentasjon og sporing av alle massestrømmer, samt kontroll og overvåking av utslipp til luft og vann. Prosjektet har derfor utviklet et eget IT system for sporing av masser, overvåkning av gass og turbiditet, oppfølging og kjemisk klassifisering av massene.

BMRs aksjeeier Envoilution International AS, har spisskompetanse innen ytre miljø og behandling og gjenbruk av bl.a. offshore avfall. Selskapets 3 aksjeeiere representerer til sammen 80 års erfaring med teknologivalg, etablering og drift av teknologisentre / laboratorier, og disponering av avfallsstrømmer fra landbasert virksomheter og olje- og gassindustrien, både nasjonalt og internasjonalt. Dette skaper et verdiskapende samspill som kombinerer miljø- og anleggsteknisk kompetanse. BMR vil knytte til seg dyktige samarbeidspartnere - og vil utvikle nye løsninger for gjenvinning, behandling og deponering av avfall og som oppfyller de strenge krav som er knyttet håndtering av avfall mht. HMS- og miljørisiko. BMR har siden 2012 arbeidet med å finne muligheter for ressursutnyttelse av innhold av tungmetaller og næringsstoffer i flyveaske og annet uorganisk farlig avfall.

BMR inngikk i 2016 et tett samarbeid med Stena Recycling AS hvor blant annet valg og utvikling av metoder og teknologi for prosessering står sentralt. Stena Recycling AS inngår som del av Stena Metall konsernet, som er Nordens største selskap innen gjenvinning og avfallshåndtering. Konsernet har en omsetning på ca. 55 mrd SEK og drøyt 19.000 ansatte. Konsernet har nylig investert ca. 1 mrd i Nordic Recycling Center i Halmstad, som er selskapets ledende anlegg for metallgjenvinning. Stena Metall-konsernet bedriver gjenvinning i fem geografiske markeder. Konsernet har et stort nettverk av filialer og totalt finnes det nesten 200 anlegg i Norge, Danmark, Sverige, Finland og Polen, der avfall fra hele samfunnet foredles til nye råvarer.

Stena Recycling utvikler innovative løsninger som gir merverdi gjennom gjenvinningskjeden: fra transport og praktisk gjenvinning, inklusiv avfallsrelaterte tjenester som opplæring, rådgivning og rapportering. Hovedmålet er at valgte løsninger skaper en effektiv og lønnsom avfallsøkonomi, miljønytte og høy sikkerhet. Bedriften har stor innovasjonskraft, nysgjerrighet og ambisjon om å drive utviklingen i bransjen. Det arbeides kontinuerlig med å utvikle løsninger som dekker dagens og fremtidens forventede behov.

For anlegget på Raudsand planlegges det at Stena Recycling skal være driftsansvarlig for behandlingsanlegget for farlig avfall, mens Veidekke er driftsansvarlig for pukkverket samt fjellhallene.

Definisjoner Avfall

Farlig avfall:

Avfall som kan medføre alvorlig forurensing eller fare for skade på mennesker og dyr.

Farlig avfall innbefatter blant annet følgende typer avfall:

- Tungmetaller
- Avfall med etsende egenskaper
- Eksempler på farlig uorganisk avfall er syrer, baser, forurenset betong og aske fra forbrenningsanlegg.

Inert avfall:

Avfall som ikke gjennomgår noen betydelig fysisk, kjemisk eller biologisk omdanning. Eksempler på dette kan være:

- Ren jord, betong, murstein og takstein
- Lett forurensede masser, tilstandsklasse 2 og 3
- Innhold av organisk karbon under 3 %

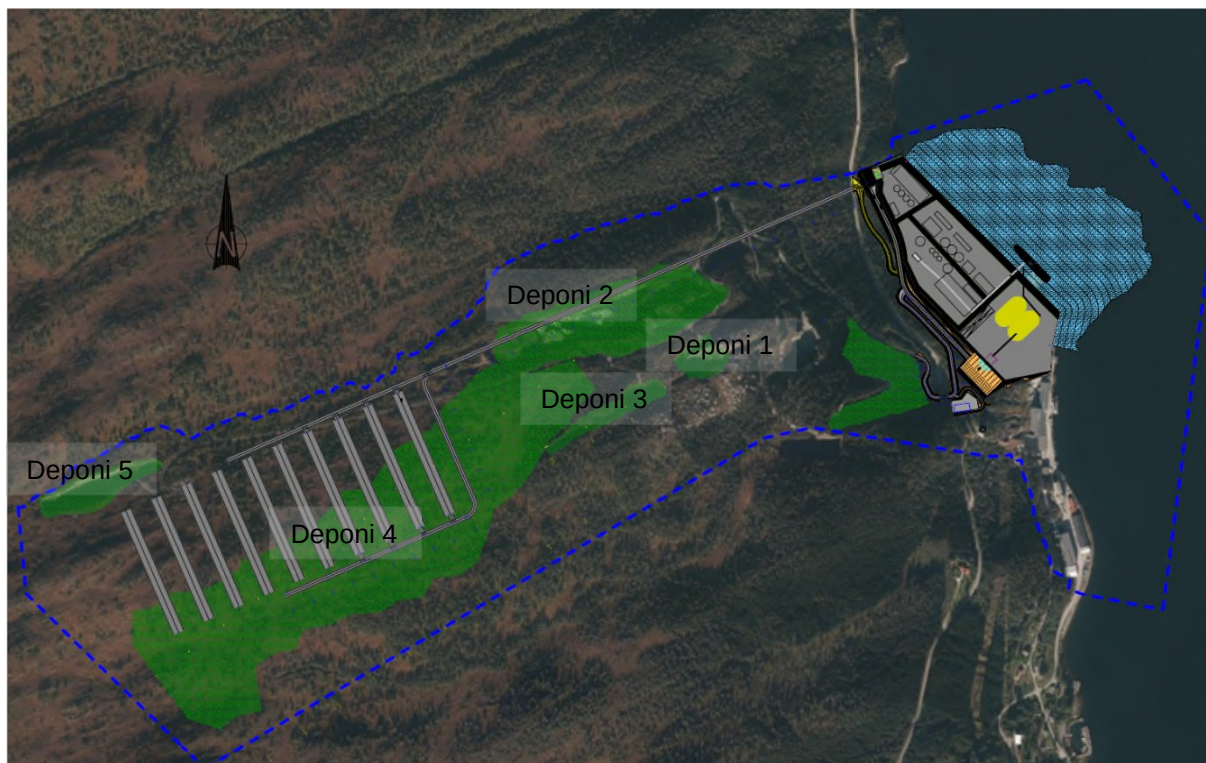
Ordinært avfall:

Avfall som ikke er klassifisert som farlig og ikke overskrider utlekkingspotensial for ordinært avfall.

- Jord- og gravemasser, betong og bunnske.
- Innhold av organisk karbon under 5%
- Stabilt, ikke-reaktivt farlig avfall med utlekkingssegenskaper tilsvarende de ordinære avfallstypene.

1.4 Tiltak del 1 - Deponering av ordinært/inert avfall i dagen

Løsninger for Deponi 1 og 2 er avklart gjennom egne prosesser med Miljødirektoratet, se omtale under. For Deponi 3-5 er det utarbeidet et forprosjekt (Kilde: Forprosjekt for etablering og drift av Deponiene 3, 4 og 5 på Raudsand, BMR, 2017) som gir en mer utfyllende omtale av eksisterende forhold, omfang og oppbygging av deponiene.



Figur 1-1 – Deponiene som inngår i tiltak del 1

1.4.1 Deponi 1

Bergmesteren Raudsand (BMR) har fått pålegg fra Miljødirektoratet om å avslutte Deponi 1. Det er utarbeidet en avslutningsplan med tilbakefylling og tildekking/tetting av deponi 1 med rene og inerte masser som Miljødirektoratet har godkjent. Deponi 1 skal være ferdigstilt høsten 2018. Deponi 1 ligger i sin helhet på BMRs eiendom og drenerer ned i eksisterende gruvesystem.

1.4.2 Deponi 2

For Deponi 2 er det i 2017 sendt søknad om deponering av ordinært avfall. Dersom Forurensningsmyndighetene gir tillatelse i tråd med søknaden, vil deponiet bli avsluttet på følgende måte:

For Deponi 2 er det i 2017 sendt søknad om deponering av såkalt ordinært avfall som definert i Avfallsforskriften § 9-8. Det er utarbeidet en miljørisikovurdering av lemping av krav gitt i Vedlegg I i kapittel 9 i Avfallsforskriften (og direktiv 80/68/EØF). Denne miljørisikovurderingen er utført i hht. Veileder TA 1995/2003. Miljørisikovurderingen konkluderte med at det ut fra forutsatte tiltak og stedlige forhold ikke er sannsynlighet for diffuse lekkasjer av sigevann over 5% av tilført vannmengde. Dermed kan det gis fritak for forskriftens krav om en fullverdig og heldekkende geologisk barriere kombinert med heldekkende kunstig bunnmembran i deponiets bunn og sider. Det er foreslått at det

etableres en geologisk barriere i bunn gjennom eksistensen av tett fjell hvor dette påvises og supplerende tetting av sprekkesoner gjennom en kombinasjon av pålegging av leire på flate arealer og, sprøytemembran og injisering i brattere sider. Over dette legges en supplerende kunstig membran på det meste av bunnarealet. Over dette igjen legges et robust, min. 0,5 m tykt, dremslag over hele bunnarealet. Alt sigevann fra det nye deponiet skal samles opp, renses forsvarlig iht. krav og slippes ut i fjorden på 30 m dyp.

Det skal etableres egen løsning for områder med deponert møllestøv; flytting vekk fra bunnålen, tildekking med tett membran og egen sigevannsoppsamling og transport ut av område for Deponi 2. Nedstrøms deponiet gjennomføres overvåking og ved behov rensing, som renseanlegget er tilrettelagt og dimensjonert for.

Deponi 2 vil fylle igjen dagens utsprengte område med bratte fjellsider, utsprengt stein og mangelfull vegetasjon og derigjennom bidra til å sikre området til beste for folk og dyr.

Etter avslutning vil Deponi 2 bli tildekket med tette masser. Deretter tilføres et dekke med stedlige masser som gir et best mulig grunnlag for en naturnær revegetering.

Deponi 2 ligger både på Statens og BMRs eiendom, og det deponerte avfallet (møllestøv) fordeler seg med en halvpart på hver av eiendommene. Løsningen for Deponi 2 forutsetter at Staten kommer til enighet med BMR hvordan dette løses. I dag drenerer området hvor møllestøvet ligger ut i en bremsebanetunnel med fangdam hvor vannet føres inn i gruvesystemet. Dette er foreslått endret med BMRs løsning.

1.4.3 Deponi 3

Deponi for inerte masser som planlegges etablert i sammenrast gruve hvor det tidligere ble tatt ut malm. Etter hvert som deponering avsluttes vil områdene bli tildekket med tette masser, og deretter tilføres et dekke med stedlige masser som gir et best mulig grunnlag for en naturnær revegetering. Deponi 3 ligger i sin helhet på Statens grunn.

1.4.4 Deponi 4

Deponi som planlegges etablert for deponering av ordinært avfall i jomfruelig terreng. Deponiet planlegges etablert i terreng som har en naturlig form som egner seg for et slikt tiltak. Etter hvert som deponering avsluttes vil områdene tilføres et dekke med stedlige masser som gir et best mulig grunnlag for en naturnær revegetering. Deponi 4 ligger i det vesentlige på Veidekkes grunn og delvis på Statens grunn.

1.4.5 Deponi 5

Deponi som planlegges etablert for deponering av ordinært avfall i gammelt dagbrudd hvor det tidligere er tatt ut malm (Bergmester Høyfjell). Etter hvert som deponering avsluttes vil områdene tilføres et dekke med stedlige masser som gir et best mulig grunnlag for en naturnær revegetering. Deponi 5 ligger på Veidekkes grunn.

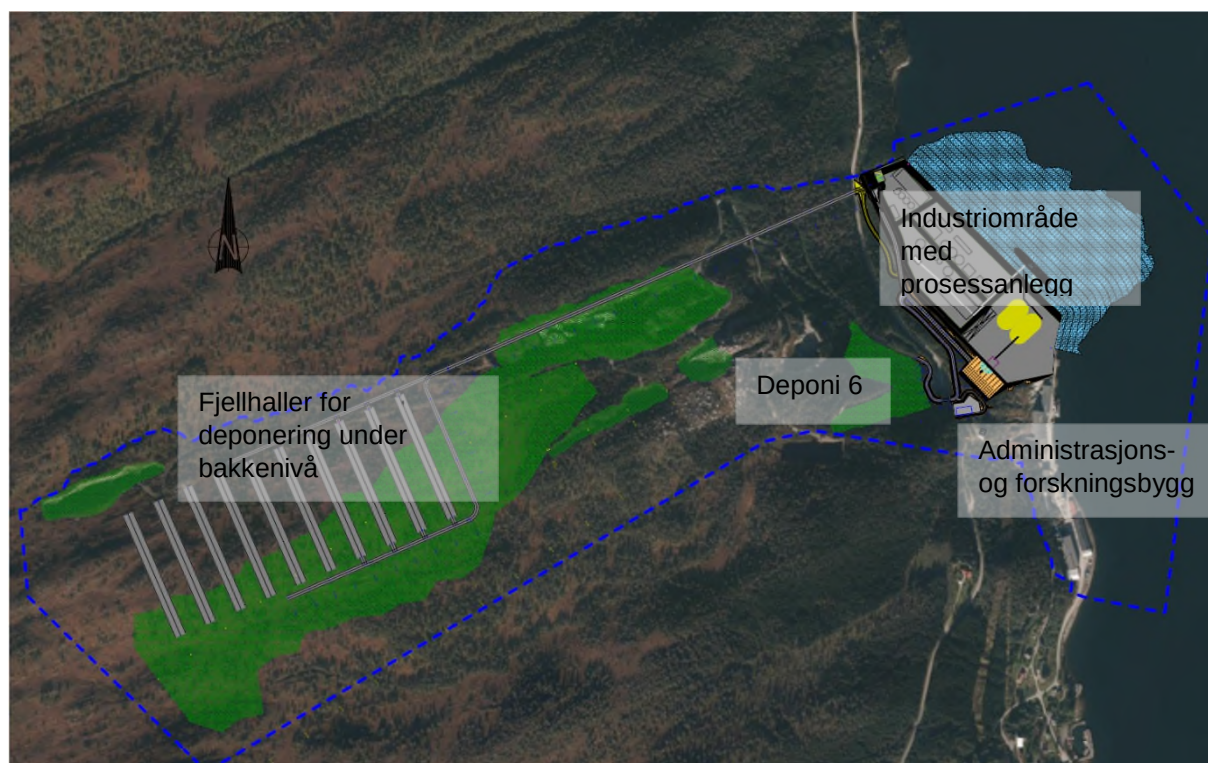
1.5 Tiltak del 2 – Behandling, gjenvinning og deponering av stabilisert farlig avfall

Tiltaket vil bestå av to hoveddeler:

- Bygging av fjellhaller for deponering av behandlet stabilisert avfall. Disse er nærmere beskrevet i egen rapport. (Kilde: Bergteknisk beskrivelse for deponi av farlig avfall Raudsand (Multiconsult, 2017))
- Utfylling av industriområde i sjøen. På industriområdet vil det både være et prosessanlegg for behandling, gjenvinning og stabilisering av avfall, og pukkverk for foredling av stein fra fjellhallene. Det er også planlagt et administrasjons- og forskningsbygg sørvest for industriområdet. Foreløpig valgt prosess er nærmere beskrevet i kapittel 2.4 med tilhørende utslipp til vann beskrevet i temarapport om miljøpåvirkning (kapittel 3) for de forskjellige råvarer som det er aktuelt å behandle i anlegget. I tillegg har Sweco beskrevet hvordan dagens behandling i Norge skjer i separat rapport (Kilde: Mottaks- og behandlingsanlegg for uorganisk farlig avfall (Sweco, 2017)).

I tillegg fylles rasområdet ved fv. 666 med rene masser fra fjellhallene og revegeteres med stedlige masser. Dette er kalt Deponi 6 i reguleringsplanen, selv om det primært er en masseoppfylling.

Se også utfyllende beskrivelse av tiltaket i pk. 2.2.



Figur 1-2 – Tiltakets del 2. Fjellhallene er vist med grått vest i området. Utfylling av industriområde øst i planområdet, Deponi 6 med igjenfylling og tetting av rasområdet ved fv. 666 og administrasjons- og forskningsbygg nord for sjakttårnet.

1.6 Planprogram

Det er utarbeidet planprogram for reguleringsarbeid med konsekvensutredning, risiko- og sårbarhetsanalyse. Forslag til planprogram ble lagt ut sammen med oppstartsmeldingen som ble annonsert 18.03.2016, Frist for å komme med innspill var 29.04.2016.

Planprogrammet ble deretter revidert med bakgrunn i de innkomne merknadene og sendt til kommunen for behandling. Planprogrammet ble fastsatt av kommunestyret i Nesset kommune 23.06.2016.

Denne konsekvensutredningen er basert på fastsatt planprogram som definerer hvilke tema som skal utredes. En rekke av de tema som skal inngå i konsekvensutredningen er etter nærmere vurdering ikke konsekvenser, men en del av løsningen. Løsninger blir beskrevet i kapittel 2. og det er konsekvenser av løsningene som blir utredet i de fire temarapportene.

Tema som i planprogrammet forutsettes skal inngå i konsekvensutredningen, men som er løsninger:

- Infrastruktur og trafikksituasjon – noen deler innenfor dette temaet.

I tillegg er følgende tema ikke tatt med i planprogrammet, men blir vurdert som beslutningsrelevant og inngår derfor i konsekvensutredningen:

- Nærmiljø herunder barn og unge blir vurdert samlet under nærmiljø og friluftsliv iht. *Håndbok V712 Konsekvensanalyser*.
- Akutte utslipp – vurdering av aktiviteter som kan medføre akutt forurensning med fare for helse- og/eller miljøskader. Dette blir vurdert i en egen miljørisikoanalyse.
- Påvirkning av akvakultur og fiskeressurser blir vurdert under temaet naturressurser.

1.7 Andre planer og retningslinjer

Kapittelet gir en kortfattet oversikt over de gjeldende planene og retningslinjene som anses som mest relevant for den videre behandlingen av reguleringsplanforslaget.

1.8 Nasjonale planer, føringer, retningslinjer og lovverk

- Tiltak i sjø krever tillatelse etter havne og farvannsloven § 27
- Tiltaket krever utslippstillatelser fra Miljødirektoratet og Statens Strålevern,
- Driften må registreres under Storulykkeforskriften som forvaltes av DSB.

Lover og forskrifter:

- Plan- og bygningsloven
- Kulturminneloven
- Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)
- Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (Avfallsforskriften).
- Tankforskriften (Forurensningsforskriften kapittel 18)
- Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen.
- Forskrift om klassifisering, merking og emballering av stoffer og stoffblandinger (CLP)
- Storulykkeforskriften
- Forskrift om trykkpåkjent utstyr
- Forskrift om minimumskrav for tunnelsikkerhet.
- Arbeidsmiljøloven
- DSB veiledning og forskrifter

Sentrale standarder og regulativer:

- Norsk standard: for tanker og konstruksjoner
- ISO: korrosjonsbeskyttelse og mekaniske
- NS/ISO standard (ASTM og alt NORSOK): rør og rørsystemer

Andre reguleringer og veiledere:

- Veileder for miljørisikovurderinger for deponier TA 1995/2003
- Maskindirektivet
- CE godkjenning av maskiner.
- Krav angitt av Justervesenet
- BAT/BREF direktiver for avfallshåndtering og rensing av utslippsvann.
- TEK17 for alle bygg
- Standarder og forskrifter for sikkerhet i bygninger.

Elektro lovverk og forskrifter:

- Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven) fastsetter at elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, driftes, vedlikeholdes og kontrolleres slik at de ikke frembyr fare for liv, helse og materielle verdier. Myndighet er delegert til DSB, som lager forskrifter.
- Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjoner for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr (FEK) regulerer kravene for den som skal forestå utførelsen og vedlikehold/repasasjon av elektriske anlegg.
- Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område (FUSEX/utstyrsdirektivet) er rettet mot produsenter og importører av utstyr.
- Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlig atmosfærer (Fhosex/brukerdirektivet) er en arbeidsplassforskrift. Den er rettet mot virksomheter og anleggseiere med eksplosjonsfarlige anlegg på land. Eksplosjonsvernsdokumentet er et sentralt krav i forskriften. Fhosex gjelder ikke for petroleumsvirksomheten offshore og skip.
- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) henviser til normen NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner. For eksplosjonsfarlige områder kommer i tillegg normen NEK 420 Elektriske installasjoner i eksplosjonsfarlige områder.
- Forskrift om lavspent landstrøm så henvises det til NEK IEC.

Statlige planretningslinjer:

- **2014 - Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging** - Planlegging av arealbruk og transportsystem skal fremme samfunnsøkonomisk effektiv ressursutnyttelse, god trafiksikkerhet og effektiv trafikkavvikling. Planleggingen skal bidra til å utvikle bærekraftige byer og tettsteder, legge til rette for verdiskaping og næringsutvikling, og fremme helse, miljø og livskvalitet. Utbyggingsmønster og transportsystem bør fremme utvikling av kompakte byer og tettsteder, redusere transportbehovet og legge til rette for klima- og miljøvennlige transportformer. *Denne er vurdert som relevant ift. at transportbehovet til bedriften vurderes.*
- **2011 Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen** - Retningslinjene følger opp den nye plan- og bygningsloven, der byggeforbudet i 100-metersbeltet langs sjøen er videreført og strammet inn. Målet er å ivareta allmennhetens interesser og unngå uheldig bygging langs sjøen. I 100-metersbeltet skal det tas særlig hensyn til natur- og kulturmiljø, friluftsliv, landskap og andre allmenne interesser. *Denne er vurdert som relevant ift. at deler av planområdet ligger i strandsonen*
- **1995 Rikspolitiske retningslinjer for å styrke barn og unges interesser i planleggingen** - Arealer og anlegg som skal brukes av barn og unge skal være sikret mot forurensning, støy, trafikkfare og annen helsefare. I nærmiljøet skal det finnes arealer hvor barn kan utfolde seg og skape sitt eget lekemiljø. *Denne vurderes som relevant i forhold til å hensynta barn og unge. Dette er omtalt i Temarapport – Ikke prissatte konsekvenser under Nærmiljø og friluftsliv.*

1.9 Regionale planer

Fylkesplan for Møre og Romsdal 2017-2020 har flere prioriteringer og innsatsområder. Utvikling av ny virksomhet for behandling og deponering av farlig avfall kan komme inn under flere av punktene som er nevnt i innsatsområdet kompetanse og verdiskapning. De er utarbeidet et eget *Handlingsprogram for Kompetanse og verdiskapning, 2017*.

Møre og Romsdal har en rekke regionale delplaner. Følgende er vurdert å være relevant for tiltaket:

- *Regional delplan for kulturminner* omtaler gruveområdet, se mer i temarapport ikke-prissatte konsekvenser under temaet kulturmiljø.
- *Regional plan for vassforvaltning i vassregion Møre og Romsdal 2016-2021*

Interkommunale kommunedelplan for sjøområdene på Nordmøre fra 2016 er også relevant.

1.10 Lokale planer, føringer, retningslinjer og lovverk

Kommunedelplan for Nesset kommune viser at planområdet på vestsiden av vegen er avsatt til gruvedrift. På østsiden er det avsatt areal til erverv. Det er krav om reguleringsplan for området. Områdeavgrensingen er ikke helt sammenfallende med kommuneplanen, så tilliggende LNF-områder kommer inn under planområdet.

Strategisk næringsplan for Nesset 2014 – Under overskriften Industri & nyskaping, setter mål om å skape flere arbeidsplasser der Nesset har naturgitte, komparative fortrinn. Kartlegging av geologiske ressurser på Raudsand er nevnt spesifikt, det samme er opprydding i eksisterende deponi for industriavfall på Raudsand. Det er også en strategi som omhandler det å skape ny aktivitet på Industriområdet Bergmesteren på Raudsand. Formålet er å etablere et moderne deponi for rene og lettere forurensede masser i samarbeid med miljøvernmyndighetene.

I lokaliseringsvurderingen ble det stilt følgende krav til lokale planer:

Den planlagte aktiviteten mht. mottak, behandling/prosessering deponering må være i overensstemmelse med lokale kommuneplaner og reguleringsplaner og -bestemmelser. På bakgrunn av dette utarbeides denne konsekvensutredningen som grunnlagsdokumentasjon i reguleringsplanprosessen.

I forbindelse med disse prosessene vil det bli krav til konsekvensutredning (KU) ihht. forskrift om KU av 2017, pkt.9 i vedlegg 1. (Henvising til Forskrift om konsekvensutredning er oppdatert ihht. gjeldende lovverk).

1.11 Konsekvensutredningens struktur

Konsekvensutredningen er delt i følgende temarapporter:

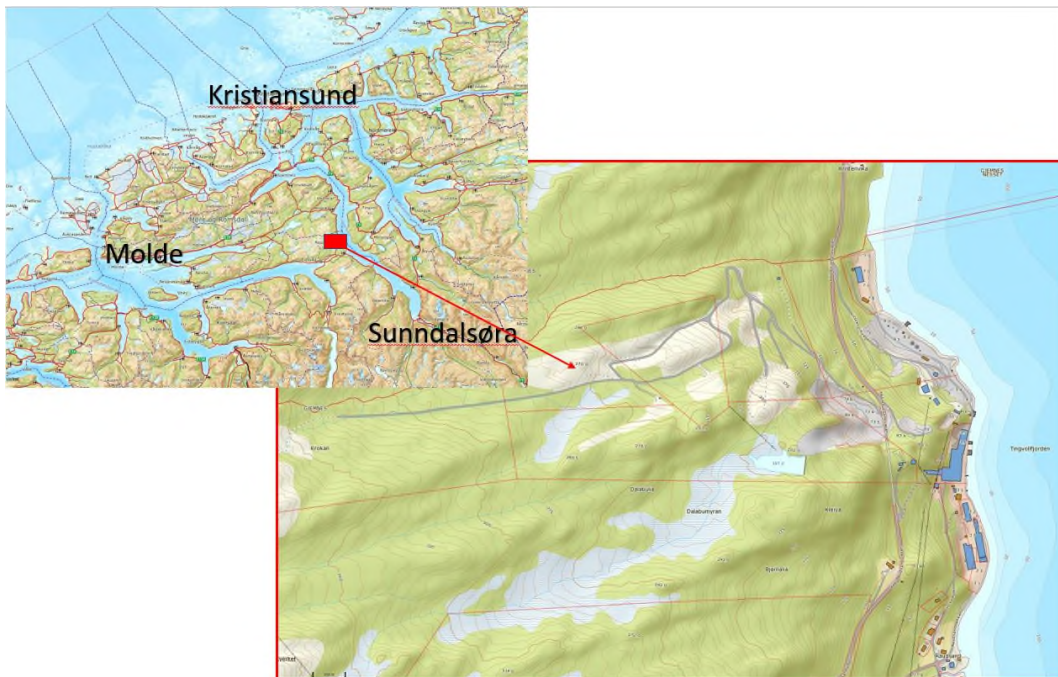
- Miljøpåvirkning
- Geologi og hydrogeologi
- Ikke-prissatte konsekvenser
- Infrastruktur og samfunn
- Sammenstillingsdokument - konsekvensutredning

Kapittel 1 og 2 er likt for alle rapportene.

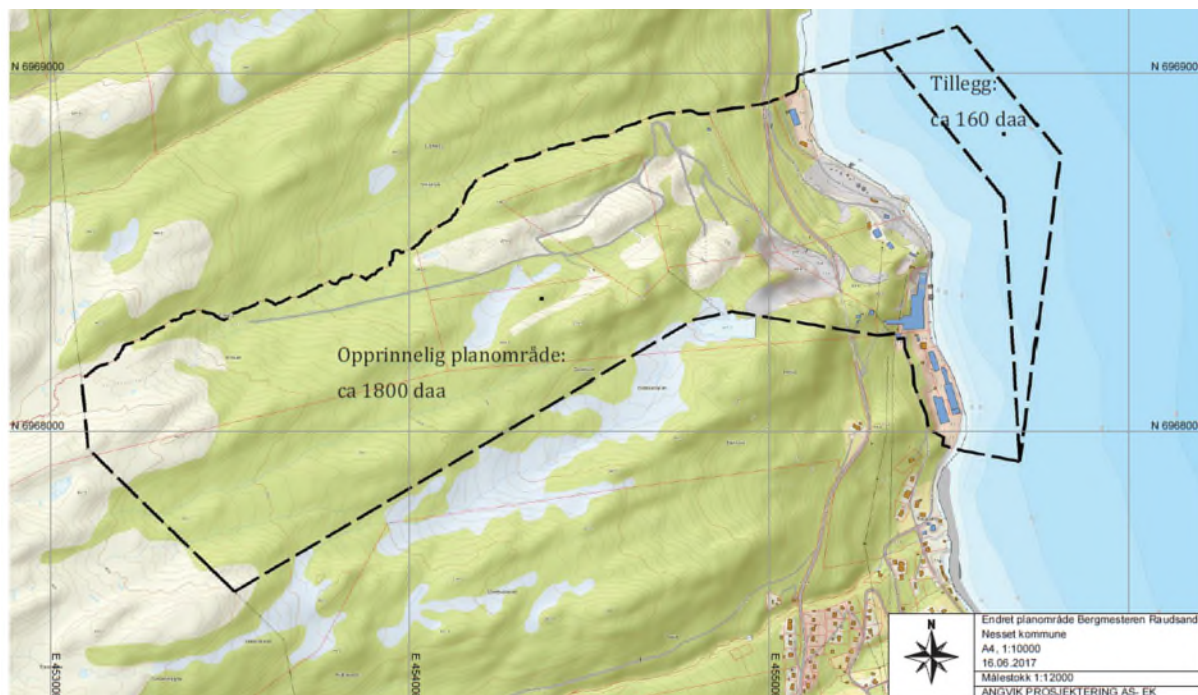
1.12 Planområde og influensområde

Planområdet ligger i Nesset kommune på Nordmøre og strekker seg fra Tingvollfjorden i øst, via eksisterende industriareal, gamle gruveområder på Raudsand og til dagbrudd og høyspentlinje på fjellet i vest. Planavgrensningen følger høyspentlinja mot sørøst til Seterskaret og derfra i retning nordøst til nordsiden av oppdemt dam. Mot nord grenser planområdet til Gjemnes kommunegrense.

Det er planlagt utfylling i sjø, og den forbindelse ser man at fyllingen vil ha et større omfang enn tidligere antatt pga. bratte undersjøiske skråninger. Derfor har man i juni 2017 varslet utvidelse av planområdet i samsvar med figur 1-4.



Figur 1-3 - Oversiktskart som viser planområdets lokalisering i Møre og Romsdal.



Figur 1-4 - Planavgrensningen viser både opprinnelig varslet område og utvidelse som ble varslet i juni 2017.

1.12.1 Planområdets eierforhold og historikk

De gamle gruvene på Raudsand med tilhørende områder, er et komplekst område å bli kjent med. I tillegg har det gjennom mer enn hundre år vært drevet forskjellige typer av virksomhet her og mange aktører har opp gjennom årene hatt forskjellige roller.

Det har vært drevet gruvevirksomhet på Raudsand fra omlag 1900 og frem til begynnelsen av 1990 tallet. Det har vært uttak av malm og gråberg både i dagen og under jord. Det har opp gjennom årene vært forskjellige eiere av gruvevirksomhetene, men i 1977 gikk eierskapet av gruveanlegget og en del landarealer over fra Elkem AS til Den norske stat under bestemmelsene om hjemfallsrettigheter. Fra 1977 og frem til underjordsgruven ble stengt midt på 80 tallet, leide Elkem underjordsgruven av Staten. Landarealene som Staten overtok eierskapet til samtidig, fortsatte Elkem å leie også etter at underjordsdriften ble stanset. Disse arealene (ca. 650 dekar omfattende gnr./bnr. 40/48, 40/49, 40/50 og 40/51) leier Veidekke Industri AS av Staten i dag, gjennom en langsiktig leieavtale. Midt inne i Statens eiendommer ligger en parsell (40/81) på om lag 100 dekar som eies av BMR. Veidekke Industri AS eier et større landområde på ca. 6000 dekar (bla. gnr./bnr. 40/1, 40/6, 40/13), beliggende sør-vest for de omtalte arealene tilhørende Staten samt et mindre område nede ved sjøen (gnr./bnr. 40/64).

Underjordsgruvene ble stengt midt på 1980 tallet etter at grunnlaget for lønnsom drift ikke lenger var til stede. Litt senere ble det besluttet at gruvene skulle settes under vann og fullstendig stenges. Den avgjørelsen gav Staten grønt lys for som eier. På begynnelsen av 1990 tallet, inngikk Staten avtale med selskapet Aluscan AS om at selskapet kunne få benytte Malmsjakten til deponering av avfall fra selskapets virksomhet. Dagens Miljødirektorat, den gang SFT, ga de nødvendige driftstillatelsene for deponeringen. I 2001 utvidet Staten Aluscans tillatelse til også å omfatte oppfylling av Personheisesjakten. SFT gav samtidig utvidet driftstillatelse. Senere, i 2006, ga Staten selskapet Reox tillatelse til å benytte den øvre delen av Malmsjakten til renseanlegg for dette selskapets drift.

Møllestøvet som i dag ligger lagret i Bergmesterområdet, har kommet dit i to omganger. En gang sent på nittitallet og en gang rundt 2003/2004. Begge deponeringer har skjedd med Statens samtykke og tillatelse.

På slutten av nittitallet hadde Aluscan AS behov for å deponere saltslaggskaker fra sin virksomhet innen aluminiums-gjenvinning. Selskapet søkte Staten om å få tillatelse til å fylle igjen et om lag 40 meter dypt krater i dagen i den malmsonen som ble kalt Z- Malmen. Krateret hadde oppstått som en følge av et ras i den underliggende malmsonen i 1972/73. Næringsdepartementet som eier av område og SFT som tilsynsmulighet, gav begge sin tilslutning og godkjente tiltaket. I 2005 godkjente daværende SFT (nå Mdir) videre deponering i Deponi 1 av farlig avfall til Alumox AS. Denne ble senere overført til BMR som i 2007 fikk tillatelse til å deponere inntil 80 000 tonn saltslagg og filterstøv fra Alumox AS, og 25 000 tonn saltslagg fra Reox AS. Dette ble aldri gjennomført, men tillatelse ble gitt.

Senere har BMR overtatt dette området og har nå pålegg om avslutning av oppfyllingen. Denne innfyllingen er i dag den nedre delen av det som kalles Deponi 1. Deponi 1 vil bli avsluttet høsten 2018 iht. avslutningspålegget. Avslutningstiltaket for Deponi 1 vil sørge for at avrenning av nedbør fra området hvor deponiet befinner seg og ned i underliggende gruve, vil stanse helt opp.

Det er også et mindre innrast område i Z-Malmen i overkant rett vest for Deponi 1, hvor det har vært fylt inn en del prosessert avfall og en del lokalt kommunalt grovavfall fra nærområdet. Dette området er kalt Deponi 3.

Det strømmer årlig betydelige vannmengder gjennom det underjordiske gruvesystemet på Raudsand. Vannmengdene utgjøres for det alt vesentlige av overflatevann som drenerer ned i gruvesystemet. Vannmengdene slippes ut av gruvesystemet på et punkt som er lokalisert på kote +4. Overflatevannet samles opp i til sammen fem overflateområder. For Bergmesterområdet, som utgjør to av disse fem områdene, har Staten ved tidligere SFT (nå Miljødirektoratet) bestemt at nedbørsvannet skal håndteres på denne måten. Næringsdepartementet, som er eier av både landområdene i dagen og det underjordiske gruvesystemet, har samtykket. Fra høsten 2013 har BMR kontinuerlig logget volum og kvalitet på dette vannet.

Bedriften Real Alloy driver med prosessering/resirkulering av saltslagg fra aluminiumsindustrien. Bedriften benytter samme utslippsledning som Statens utslipp fra gruvene, men har siden 2014 sin egen utslippsovervåking gjennom tidvise analyser og løpende flowmåling, men muligheter for beregning av årlige utslippstall.

BMR drifter og bekoster 100 % av vedlikeholdet samt målingene og analysene som gjøres ved målestasjonen på kote + 4. Dette til tross for at selskapet selv bare eier om lag en firedel av de områdene som dreneres ned i gruvene. Den viktigste hensikten med målingene på kote + 4, er å overvåke avrenningen fra selve gruvesystemet hvor det er lagret avfall som redegjort for tidligere. En deponivirksomhet som har skjedd i Statens gruver og med Statens tillatelse.

Staten har siden overtagelse av eierskapet i 1977 utøvd sitt eierskap og sin disposisjonsrett over anlegget. Dette leder frem til at det er Staten som har tatt beslutningen om å fylle igjen gruvene en gang for alle. Det er i praksis ingen mulighet for at gruvene på Raudsand kan tømmes og gjenåpnes. Det avfallet som er deponert i gruvene ligger der det ligger og er meget vanskelig og risikofylt å fjerne. Dagens avrenning fra gruvene kan reduseres betraktelig dersom det blir etablert deponier i dagen med tilhørende arrondering av terrenget. Dette vil redusere vannmengdene som i dag strømmer gjennom/er i kontakt med avfallet som er deponert i gruvene betydelig (Kilde: Redegjørelse om historien på Raudsand, BMR/Veidekke, 2017).

2 Beskrivelse av tiltaket

Den overordnede lokaliseringen av deponi for farlig avfall er gjort av relevante myndigheter, jf. kp. 1.

På Raudsand vil hovedspørsmålet være om tiltakene skal gjennomføres eller ikke. Deler av tiltakene er gitt pga. eksisterende etableringer, mens det for andre vil være naturgitte forhold eller faglige vurderinger som ligger til grunn for hvordan tiltaket etableres. Når det gjelder behandling og deponering av stabilisert uorganisk farlig avfall er det stilt krav fra Klima- og miljødepartementet om at det skal vurderes prosesser med og uten svovelsyre fra Kronos Titan.

2.1 Nullalternativet



Figur 2-1 - Oversiktsbilde som viser dagens virksomhet på Raudsand. Foto: Øyvind Leren

2.1.1 Generelt

For å si noe om konsekvensene av et tiltak må man ha en referansesituasjon å sammenligne med. Denne blir kalt nullalternativet og beskriver dagens situasjon inkludert vedtatte tiltak som vil bli gjennomført uavhengig av tiltaket som skal utredes.

For Raudsand er nullalternativet det samme som dagens situasjon, inkludert det pågående arbeidet med oppfylling, tetting og avslutning av Deponi 1.

Aktiviteten ved Real Alloy vil også fortsette som før ved nullalternativet.

Nullalternativet vil også inkludere at avrenning og utslipp fra alle andre kilder rundt fjorden vil fortsette. Dette inkluderer anleggene innen akvakultur, jordbruksaktivitet, kommunalt avløp, utslipp fra Hydro Aluminium på Sunndalsøra osv.

Her er utslippene fra Hydro Aluminium av særlig interesse, siden de er mye av samme parametere som fra aktivitetene på Raudsand. I tillegg vil de fortsette som en del av nullalternativet.

Tabellene som følger viser en del tall for registrerte utslipp til vann.

Tabell 2-1 Gjennomsnittstall for årlige utslipp fra Hydro Aluminium – Sunndalsøra basert på 21 målinger i perioden 2009-2014 (Kilde: Miljødirektoratet).

Tungmetall	Arsen [Kg/år]		Bly [Kg/år]		Kadmium [Kg/år]		Krom [Kg/år]		Kvikksølv [Kg/år]		Nikkel [Kg/år]	
	Luft	Sjø	Luft	Sjø	Luft	Sjø	Luft	Sjø	Luft	Sjø	Luft	Sjø
Resipient	16,2	4,0	13,7	3,4	1,2	0,4	4,7	1,6	0,018	0,005	256	68
SPC Prosessmiddel	16,2	4,0	13,7	3,4	1,2	0,4	4,7	1,6	0,018	0,005	256	68
SPC Øvre kontrollgrense	49,6	12,2	43,1	10,8	4,5	1,6	25,4	9,1	0,06	0,02	626	156
Usikkerhet (DNV)	70 %	*	62 %	*	63 %	*	200 %	*	200 %**	*	66 %	*

*) Usikkerhet i DNV-rapport er basert på differanse mellom «etter tørrens» og skorstein, det benyttes nå fordelingsfaktor luft/sjø.

**) Kvikksølv er ikke inkludert i usikkerhetsrapporten fra DNV. Vi har derfor valgt «worst case» for denne usikkerheten.

Tabell 2-2 Utslipp til vann i 2011 fra Hydro Aluminium Sunndalsøra (Kilde: Miljødirektoratet).

Fluorider	Årsutslipp	Tonn/år	151	110 %	4.2.1
PAH					
PAH	Årsutslipp	kg/år	52	200 %	4.3.1
PAH-6 (Anodefabrikk)	Årsutslipp	kg/år	52,1	200 %	4.3.1
	Årsmiddel per produsert mengde	g/tonn anodemasse	0,65	200 %	4.3.4
Tungmetaller					
Arsen	Årsutslipp	Kg/år	3,6	700 %	4.4
Bly	Årsutslipp	Kg/år	3,2	700 %	4.4
Kadmium	Årsutslipp	Kg/år	0,3	700 %	4.4
Kobber	Årsutslipp	Kg/år	19,3	690 %	4.4
Kobolt	Årsutslipp	Kg/år	0,6	700 %	4.4
Krom _{Total}	Årsutslipp	Kg/år	0,1	690 %	4.4
Molybden	Årsutslipp	Kg/år	0,2	690 %	4.4
Nikkel	Årsutslipp	Kg/år	60,9	700 %	4.4
Sink	Årsutslipp	Kg/år	0,8	690 %	4.4
Annet					
Totalt organisk karbon	Årsutslipp	tonn/år	2,28	150 %	4.5
Vannmengde	Årsutslipp	m ³ /år	9182000	32 %	4.6

Som det framgår, vil dette være en betydelig utslippskilde ved nullalternativet, som kan ha innvirkning på framtidig tilstandsklasse.

2.1.2 Beskrivelse av nullalternativet

Område med tidligere gruvevirksomhet, massetak og BMRs virksomhet

Området omfatter område ved sjøen, nedraste gruver, massedeponi, anleggsveger, m.m. Fv. 666 går gjennom dette delområdet. Det er deponert avfall (i hovedsak sekker med møllestøv fra aluminium smelteverk og aluminium-saltslagg) i Deponi 1 og 2, og i de eksisterende gruvesjaktene (malmsjakten / personheissjakten). Avfallet i Deponi 1 og 2 er deponert med tillatelse fra SFT (nå Mdir) med samtykke fra Staten som grunneier. Deponi 3 som eies av Staten har aldri vært omsøkt eller godkjent som deponi for avfall.

BMR driver i dag mottak og håndtering av inert avfall i forbindelse med avslutningstiltak for Deponi 1 og vil gjennomføre en tildekking av møllestøvet. Dette er i tråd med godkjent avslutningsplan for Deponi 1 fra Mdir.

Overordnet mål for hele delområdet er å tilbakefylle og tette dagbrudd og rasområder ved bruk av forurensede og rene tettemasser noe som vil hindre at nedbør infiltrerer inn i gruvene. Dette for å redusere utslippet fra gruvesystemet på kote +4. Arealberegninger viser at ved å tette innstrømningsområder til gruvene vil utslippet reduseres med mer enn 80-90 prosent på kote +4.



Figur 2-2 - Blå skravur markerer avgrensing av område med tidligere gruvevirksomhet, samt BMRs virksomhet

BMR har, for sin eiendom, fått pålegg fra Miljødirektoratet om å avslutte Deponi 1, og varsel om det samme for Deponi 2.

På Deponi 2 legges det membran over møllestøvet og deretter etableres et nytt deponi over møllestøvet. Det nye deponiet vil følge EUs krav til deponi med arrondering/nedsprenging av terreng inkludert bunntetningsmembraner, og igjenfylling med rene, lettere forurensede og forurensede masser. Det inngår også revegetering og overvåking av avrenning fra Deponi 2. Avslutning av Deponi 2 må skje i tett samarbeid med Nærings- og Fiskeridepartementet, som eier av det tilstøtende arealet hvor om lag halvparten av sekkene med møllestøv ligger.

Området er påvirket av denne aktiviteten på følgende måte:

- Miljøpåvirkning
 - o Utlekking fra møllestøv, Deponi 1 og 2
 - o Utlekking fra deponert prosessavfall i det underjordiske gruvesystemet
- Ikke-prissatte konsekvenser i form av:
 - o Landskapsbildet har reduserte visuelle kvaliteter som følge av utfylling i strandsonen, industrivirksomhet nede ved sjøen og tidligere gruvevirksomhet og massetak på vestsiden av fylkesvegen
 - o Friluftslivet har begrensninger som følge av at deler av området er avsperrert. Eldre gruveganger, bratte skrenter ned mot massetak og sammenraste deler av gruvevirksomheten, gjør det for farlig å ferdes fritt. Strandsonen er ikke tilgjengelig for ferdsel og fiske siden eksisterende virksomhet knyttet til deponiet ikke kan ha ferdsel inne på området.
 - o Nærmiljøet blir i liten grad påvirket av trafikk til og fra den virksomheten som foregår i dette området per i dag.
 - o Det er langt fra området til nærmeste bebyggelse.
- Infrastruktur og samfunn
 - o Veidekke/BMR har lav aktivitet i dag, sett bort fra arbeidet med inntransport av dekkmasser og tildekking av Deponi 1. I forbindelse med det, var det 16 skipsanløp i 2016.

Utslipp til vann

Det slippes i dag ut overflate- og grunnvann som har passert gjennom deponert prosessavfall i det underjordiske gruvesystemet. Det renner også en del vann gjennom møllestøvet som er deponert i område for Deponi 2. Vannet fra disse kildene slippes i dag ut i et samlet dypvannsutslipp, mengde måles kontinuerlig og det tas jevnlig analyser for overvåkning og rapportering av forurensningsutslippet. Dette er beskrevet mer i detalj i delrapport om miljøpåvirkning.

Dette utslippet vil fortsette i nullalternativet.

Utslipp til luft

Det har tidligere vært et til tider merkbart utslipp av bl.a. ammonium som har kommet fra prosesser i det deponerte prosessavfallet i det underjordiske gruvesystemet. Dette kom tidligere mye opp i og rundt Deponi 1. Dette er utslipp som nå er sterkt redusert gjennom BMRs tildekking av Deponi 1 og gjennom at prosessene har avtatt. Noe kan fortsatt komme, bl.a. via Deponi 3.

Det kommer også en del gasser fra prosessavfallet i det øvre gruvesystemet i området rundt heissjakten og personheissjakten. Dette kan være generert både over og under vann. Dette er mindre mengder av gasser som bl.a. H₂ og CO, som ikke er et problem for omgivelsene, men som kan være et helse- og sikkerhetsproblem i selve gruvesystemet med åpne sjakter. Målinger i det gamle gruvesystemet bekrefter at det fortsatt er gassutvikling i heissjakten på Raudsand, men det måles lave konsentrasjoner fra 0 til 200 ppm hydrogengass. Dette viser at tidligere deponert avfall (aluminium saltslagg) har avreagert og er lite reaktiv. Konsentrasjonen av hydrogen ligger langt under nedre antenningsgrense (LEL), som er 4 vol-% (40 000 ppm) hydrogen i luft.

Begge disse utslippene vil fortsatt være tilstede i nullalternativet.

Fra åpent deponert møllestøv (Deponi 2) har det ikke vært registrert luktproblemer eller utslipp av gasser i dag.

Industriområde med Real Alloys virksomhet



Figur 2-3 - Blå skravur markerer avgrensing av industriområde med Real Alloys virksomhet

Real Alloy er etablert i planområdet. Real Alloy driver med prosessering/resirkulering av saltslagg fra nasjonal og internasjonal aluminiumsindustri. Bedriften har tillatelse til å ta imot opptil 50 000 tonn/år. Ved full produksjon går det i dag med ca. 40 000 tonn saltslagg pr år, som igjen gir ca. 30 000 tonn aluminiumoksid til salg.

Utslipp til vann

Området er påvirket av denne aktiviteten på følgende måte:

Prosesen genererer et prosessvann som det er gitt begrensning på i form av mengde (maks. tillatt 45 000 m³/døgn), innhold av suspendert stoff -SS- (maks. 100 mg/l) og pH (7.5-10). Det er også angitt følgende: *Dersom det suspenderte stoffet inneholder tungmetaller skal disse utslippet av disse stoffene inngå i utslippskontrollen, jf. pkt. 14.1, og inngå i måleprogrammet, jf. pkt. 14.2.*

Bedriften foretar løpende måling av utslippsmengder og tar jevnlige målinger av pH og SS. Det har ikke vært tilgjengelig målinger/analyser av andre stoffer. Når felles analyser fra 2013 sammenlignes med separate tall for gruvesystemet i 2014-2016, framgår at bidraget fra Real Alloy er betydelig større enn fra gruvesystemet for de aller fleste parameterne.

Real Alloy sitt utslipp ligger i dag på ca. 5000 m³/driftdøgn. De har problemer med å oppfyllet kravet til pH<10 og oppgir å ha høye fluorkonsentrasjoner.

Den siste utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet sier følgende:

Alle utslipp til vann av miljømessig betydning skal rapporteres til Miljødirektoratet i den årlige egenkontrollrapporteringen selv om utslippet ikke er spesifikt regulert med grenseverdier i tillatelsen. Bedriften har ikke tillatelse til utslipp av prioriterte stoffer.

En konklusjon ut fra dette er at det uansett vil være en betydelig lokal utslippskilde ved nullalternativet, som kan ha innvirkning på framtidig tilstandsklasse og forhold ved utslippspunktet.

Utslipp til luft

Dagens utslippstillatelse for Real Alloy sier følgende om luftutslipp (figur neste side):

Følgende utslippsgrenser gjelder for alle utslippspunkter:

Kilde	Komponent	Grense		Gjelder fra
		Konsentrasjon mg/Nm ³ (timesmiddel)	Korttidsgrense kg/time (ukesmiddel)	
Vannskrubber	Støv	20	0,50	1. april 2014
Gassvasketårn	Ammoniakk	35	1,5	"
"	Fluorider	0,5	0,02	"
"	Fosfin	0,5	0,02	"

Kilde	Komponent	Grense	Gjelder fra
		Langtidsgrense kg/år (kalenderår)	
Hele bedriften	Støv	4 500	1. april 2014
"	Ammoniakk	13 000	"
"	Fluorider	150	"
"	Fosfin	150	"

Utslippsbegrensninger til luft i henhold til tillatelsen:

Utslippskilde:	Stoff:	Grense:	Enhet:	Midlingstid:	Kommentar til krav:
Smelteovner, produksjonshall og slagglager	partikulært utslipp til luft fra industri	9,5	tonn/år	År	
Smelteovner, produksjonshall og slagglager	fluorider	5	mg/Nm ³	Døgn	
Smelteovner, produksjonshall og slagglager	fluorider	0,8	tonn/år	År	
Smelteovner, produksjonshall og slagglager	partikulært utslipp til luft fra industri	15	mg/Nm ³	24 timer/døgn	
Smelteovner, produksjonshall og slagglager	partikulært utslipp til luft fra industri	10	mg/Nm ³	År	
Smelteovner	dioksiner og furaner	0,1	ng/Nm ³	Døgn	
Smelteovner	flyktige organiske forbindelser (VOC)	100	mg/Nm ³	Døgn	
Smelteovner	PAH Total	0,02	tonn/år	År	

Figur 2-4 - Vedrørende Real Alloy

Det foreligger oversikt over målte utslipp til luft som vist i etterfølgende tabell.

Tabell 2-3 - Målte utslipp til luft fra Real Alloy

Utslippsmengde fordelt på stoff og kilder :

Stoff:	Enhet:	Prosess- utslipp:	Mengde fra fakkel:	Mengde fra brensel, direkte fyring:	Mengde fra brensel, kjeler:	Mengde fra lasting:	Total mengde:	Grunnlag for verdien:
flyktige organiske forbindelser uten metan (NMVOC)	Tonn			75			75	Beregnet
nitrogenoksider (NOx)	Tonn			1718			1718	Beregnet
svoveldioksid	Tonn			6,5			6,5	Målt
benzo[g,h,i]perylene	Kilogram			0,0015			0,0015	Målt
naftalen	Kilogram			4,6			4,6	Målt
antracen	Kilogram			0,07			0,07	Målt
fluoranten	Kilogram			0,16			0,16	Målt
di-(2-etylheksyl)ftalat (DEHP)	Kilogram			0			0	Målt
acenaftylene	Kilogram			2,53			2,53	Målt
acenaften	Kilogram			0,075			0,075	Målt
fluoren	Kilogram			0,44			0,44	Målt
fenantren	Kilogram			0,66			0,66	Målt
pyren	Kilogram			0,14			0,14	Målt
benzo(a)antracen	Kilogram			0,01			0,01	Målt
krysen	Kilogram			0,015			0,015	Målt
benzo(b)fluoranten	Kilogram			0,01			0,01	Målt
benzo(k)fluoranten	Kilogram			0,004			0,004	Målt

Anlegget blir stilt ovenfor strengere krav fra 2019/2020, og dette blir hensyntatt i den pågående utbyggingen. Det skal bygges nye renseanlegg med prosessfilter og renseanlegg med dobbel renseprosess på avgasser (2 scrubbere med god kapasitet). Dette vil redusere utslipp til luft betydelig.

Ikke-prissatte konsekvenser

- Anlegget preger **landskapsbildet** for de som ferdes på fjorden. Det er et typisk industrianlegg, hvor både bygninger og uteområder som ligger nede ved sjøen, utgjør en vesentlig forringelse av strandsonen. Her er også eldre bygg som tilhører Staten. Landskapsbildet har reduserte visuelle kvaliteter som følge av utfylling i strandsonen, industrivirksomhet nede ved sjøen og tidligere gruvevirksomhet og massetak på vestsiden av fylkesvegen.

- **Nærmiljø og friluftsliv.** Ferdsel begrenses, siden strandsonen ikke er tilgjengelig for ferdsel og fiske. Eksisterende virksomhet kan ikke ha ferdsel inne på området. Strandsonen er ikke tilgjengelig for ferdsel og fiske siden eksisterende virksomhet ikke kan ha ferdsel inne på området.
- **Nærmiljøet** opplever til tider vond lukt fra anlegget (sannsynligvis primært ammonium). Folkehelseinstituttet har tidligere vurdert at lukt fra virksomheten til Real Alloy, Raudsand ikke vil medføre direkte helsefare, verken ved kortvarig eller langvarig eksponering, for beboere i nærmiljøet til bedriften. Over tid kan imidlertid ubehagelig lukt gi en stressfaktor som kan redusere trivsel og helse. Det er i dag bygd et nytt «scrubber» anlegg for rensing av avgasser som er satt i drift av Real Alloy.
- **Naturmangfold** er ikke registrert i eller nær området.
- **Kulturmiljø** - Gruvemiljøet er eit kjent kulturmiljø, jf. landsverneplan og kommunal kulturminneplan
- **Naturressurser** Fjorden har geografisk mindre, men godt dokumenterte lokale gyteområder. Aktivt benyttet fjordsystem for yrkes- og fritidsfiske. Fjordsystemet har verdi som funksjonsområde for laks (utvandrende smolt) og sjøørret (oppvekstområde i sjøfase), og har status som nasjonal laksefjord. Utslippene til fjorden over tid fra bedriften (nåværende og tidligere aktører) har bidratt til dagens situasjon med forhøyede verdier i bunnsedimenter i et større område rundt utløp av utslippsledningen fra bedriften og gruvesystemet.

Infrastruktur og samfunn

- Det er etablert om lag 25 arbeidsplasser på Real Alloy sin virksomhet på Raudsand. Persontrafikken til virksomheten bruker adgangsport i syd ved Raudsand gård (gjennom boligområdet). Anleggstrafikk går også i hovedsak inn fra sør, men Real Alloy har egen tilkomstrett for trafikken gjennom Veidekke/BMR sin eiendom fra nord. Dette skal etter planen videreføres. Real Alloy har om lag 10 skip som ankommer anlegget årlig, samt rundt 700 lastebiler pr år.

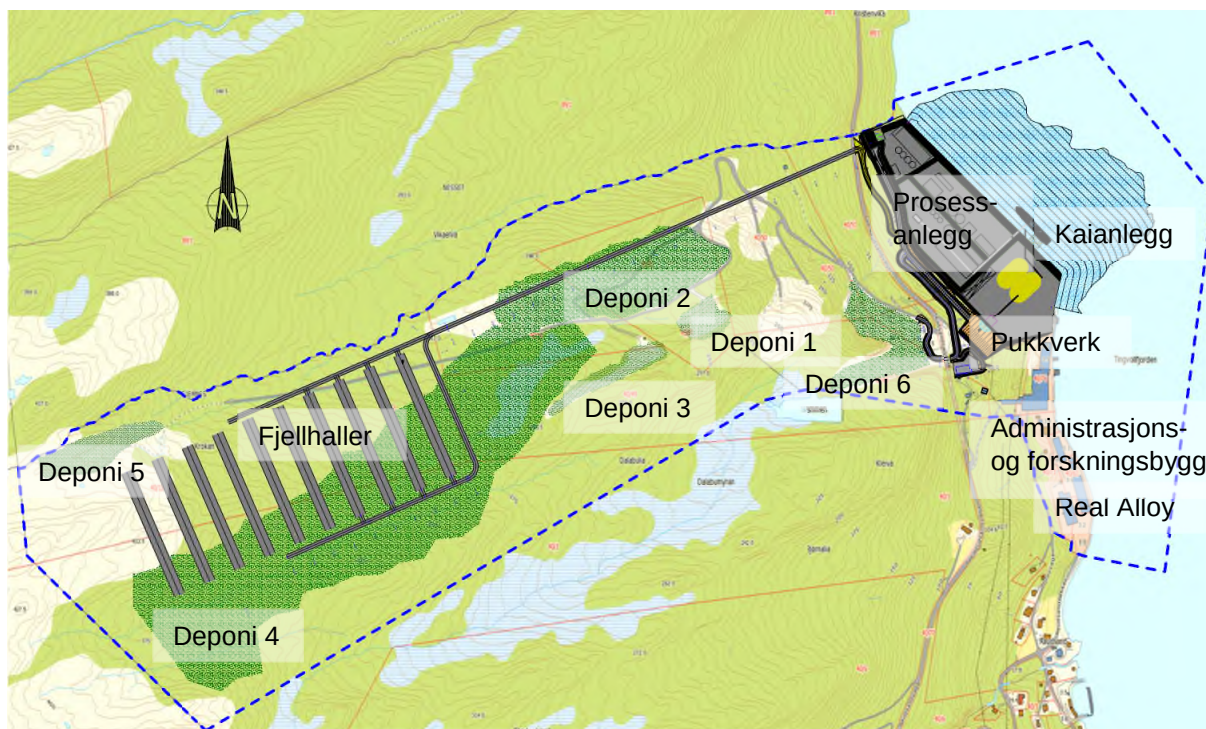
Del av planområde som er uberørt av gruvevirksomhet



Figur 2-5 - Blå skravur markerer avgrensing av del av planområde som er uberørt av gruvevirksomhet

Det er per i dag ikke aktivitet og området fremstår som et upåvirket naturområde.

2.2 Alternativ 1 – gjennomføring av tiltak



Figur 2-6 Oversikt over plassering av ulike funksjoner innenfor planområdet ved alternativ 1



Figur 2-7 - 3D-illustrasjon av tiltak del 1 og tiltak del 2 i alternativ 1 sett fra fjorden

2.2.1 Tiltak del 1 - Deponering av ordinært/inert avfall

Oppfylling og avslutning av eksisterende deponier og dagbrudd:

- Deponi 2 – Deponering av ordinært avfall. Det foreligger søknad om driftstillatelse for deponiet. (Norconsult prosjekt nr. 5164095 april 2017) Denne er sendt til Miljødirektoratet (og er under behandling og høringsrunde høsten 2017). På Deponi 2 legges det membran over møllestøvet og

deretter etableres et nytt deponi over møllestøvet. Det nye deponiet vil følge EUs krav til deponi med arrondering/nedsprenning av terreng inkludert bunntetningsmembraner, og igjenfylling med rene, lettere forurensede og forurensende masser. Det inngår også revegetering og overvåkning av avrenning fra Deponi 2. Avslutning av Deponi 2 må skje i tett samarbeid med Nærings- og Fiskeridepartementet, som eier av det tilstøtende arealet hvor om lag halvparten av sekkene med møllestøv ligger. Det inngår også revegetering og overvåkning av avrenning fra områdene.

- Deponi 3 – Deponering av inerte masser i en sammenrast gruve hvor det tidligere er tatt ut malm og hvor det ligger noe avfall. Det inngår også revegetering og overvåkning av avrenning fra området. Dette vil også medføre en fjerning av eventuelle restutslipp av gasser fra dette området.
- Deponi 5 – Deponering av ordinært avfall i et dagbrudd hvor det tidligere er tatt ut malm. Det inngår også revegetering og overvåkning av avrenning fra områdene.

Etablering av nye deponier

- Deponi 4 – Deponering av ordinært avfall i jomfruelig terreng. Deponiet har en utstrekning på 1200 meter og på det bredeste en bredde på 300 meter. Deponiet dekker et areal på ca. 300 dekar.

Deponi 3-5 er nærmere beskrevet i egen rapport (Kilde: Forprosjekt for etablering av Deponi 3-5, Veidekke 2017).

Tiltak i tilknytning til etablering av deponering av ordinært/inert avfall:

- Stenging av veg opp til deponi, og etablering av planfri anleggsveg for frakting av masser til Deponi 1-5.
- Etablering av renseanlegg for sigevann fra Deponi 2, 4 og 5.

2.2.2 Tiltak del 2 - Behandling, gjenvinning og deponering av stabilisert uorganisk farlig avfall

Deponi av stabilisert uorganisk farlig avfall i fjellhaller med tilhørende prosessanlegg vil omfatte:

- Utfylling av industriområde i sjø og kaianlegg der det legges til rette for mottak av uorganisk farlig avfall
- Områder der det legges til rette for prosessering av farlig avfall – stabilisering, nøytralisering osv.
 - o Alternativ 1a) Prosess med svovelsyre – Der ikke annet er nevnt er det denne prosessen som er lagt til grunn
 - o Alternativ 1b) Prosess uten svovelsyre – Flere alternative metoder er vurdert og nærmere beskrevet i temarapport om *Miljøpåvirkning*.
- Fjellhaller der stabilisert farlig avfall deponeres. Hallene er tenkt plassert ca. en kilometer inn i fjellet fra sjøen og slik at de blir liggende under havnivået. En fjellhall vil ha kapasitet til å ta imot et års avfall fra det norske markedet (ca. 500.000 tonn). Dimensjonene på en hall er Bredde x Høyde x Lengde: 25 m x 50 m x 300 m. Anlegget kan utvides og har et langsiktig tidsperspektiv og kapasitet.
- Bygning med administrasjon, forskningssenter og laboratorier. Dette er plassert i området mellom prosessanlegg og fv. 666 og man har dermed god oversikt over industriområdet og fjorden.
- Deponi 6 - Igjenfylling og tetting av rasområde ved fv. 666. Tiltaket vil benytte steinmasser fra de planlagte fjellhallene til å fylle og tette det nedraste området som ligger inntil fv. 666. Dette vil hindre overflatevann fra området å drenere inn i gruvesystemet.
- Produksjonsområde for pukk og grus. Steinmassene som frigjøres ved bygging av hallene vil bli foredlet ved pukkverk i dagen ved sjøen. Pukkproduktene vil gå til markedet langs kysten av Norge og det Skandinaviske og nord Europeiske markedet som har underskudd på slike masser.
- Etablering av renseanlegg for prosessvann og vann fra fjellhallene.
- Tilkomstveger – Oppgradering av kryss med fv. 666 og veg ned til industriområde ved sjøen.
- Lukking/tetting av det øvre gruvesystemet med sjakter i forbindelse med utsprenning av område for prosessanlegg.
- Etablering av et kontrollert avtrekk av luft med overvåkning i tilknytning til en etablert luftesjakt i området nedenfor fv. 666. Dette hindrer ukontrollert utslipp til luft og hindrer oppsamling av eventuelle gasser i gruvesystemet.

2.2.3 Mulige teknologier, BAT – vurdering

Flere mulige prosesser for behandling av flyveaske er blitt identifisert og er aktuelle på Raudsand (Kilde: Screening Report – Evaluation of Best Available Techniques, 12. sept. 2017, Bergmesteren Raudsand AS). Disse omfatter følgende:

'Våt'-prosesser:

1. Nøytralisering / stabilisering med brukt svovelsyre fra Kronos Titan
2. Nøytralisering / stabilisering og saltutvinning med saltsyre (Halosep-prosess)
3. Nøytralisering / stabilisering og saltutvinning med 'scrubbervæske,' redusert saltsyre forbruk (Halosep-prosess)
4. Nøytralisering / stabilisering og saltutvinning med brukt svovelsyre fra Kronos Titan (Halosep-prosess)

'Tørr'-prosesser:

5. Bruk av bindere for stabilisering
6. Tørr blanding av gjenbruksbetong og flyveaske
7. Vitrifisering ved smelteprosess inkludert viderebehandling til glassopor
8. Nøytralisering av asken ved innstøping i betong

Andre aktuelle gjenvinningsprosesser:

9. FLUWA – FLUREC prosess for gjenvinning og salg av tungmetaller
10. Elektrolyse prosess for gjenvinning og salg av tungmetaller, kombinert med flere alternativer ovenfor

I dagens marked deponeres store deler av Europas flyveaske i saltgruver uten forbehandling. I Norge har slikt avfall blitt behandlet i mange år i en nøytraliseringsprosess (prosess nr. 1 nevnt ovenfor) med brukt svovelsyre. Dette danner en gips iblandet tungmetallene fra asken, mens vannfasen etter nøytralisering slippes ut i sjøen etter rensing. Denne nøytraliseringsprosessen med brukt svovelsyre er presentert i detalj i eget notat i KU.

Videre forskes det på nøytralisering med CO₂ (kalk omdannes til kalsiumkarbonat), men denne prosessen er ikke aktuell i Raudsand grunnet manglende CO₂ kilder.

BMR har også vurdert OiW sin prosess og hatt innledende samtaler med forskningsbedriften (Porsgrunn), men ved at BMRs partner Stena har patent på Halosep som tilsynelatende likner mye på OiW sin prosess er ikke disse samtalene videreført p.t.. BMR mener at OiW-prosess har noe å bidra med i ekstraksjon av metaller og polering av vannfase for å øke gjenvinningsgrad og redusere utslipp til vann.

Uavhengig av om BMR velger en hovedprosess som dagens praksis (prosess nr. 1), en Halosep-prosess (prosess nr. 2, 3, eller 4), eller vitrifisering av asken (prosess nr. 7), så vil infrastruktur slik som lagringshaller, kaiområder og bygninger i det alt vesentlige være likt. Hver prosess har imidlertid sine fordeler og ulemper relativ til hverandre. Dette er vist i tabell 2-3.

Endelig avklaring av hvilken teknologisk plattform man velger på Raudsand, blir en del av søknadsprosessen for behandling inkludert utslippstillatelse, etter at man har fått en godkjent reguleringsplan. Dette valget vil kunne influere betydelig på forskjellige utslipp og annen påvirkning på omgivelsene.

I kapittel 2.4 er de forskjellige, aktuelle, prosesser nærmere beskrevet med tilhørende utslippsvurderinger. Det mest detaljerte tallmaterialet har man selvsagt for på dagens behandlingsløsning i Norge (prosess nr.1), men resultater fra demonstrasjonsanlegget til Stena (Halosep) er beskrevet, siden dette er den mest sannsynlige prosessen man velger og den som foreløpig har høyest materialgjenvinningsgrad blant de prosesser som kan regnes som kommersielt tilgjengelige. Pga. tilgjengelig tallmateriale har de forskjellige utslippsberegninger og vurderinger primært tatt utgangspunkt i prosess 1; enkel nøytralisering/stabilisering med brukt svovelsyre fra Kronos Titan. Utslippsmessig er denne å betrakte som et «worst case», men prosessen er enkel og relativt rimelig å bygge ut.

Prosess nr. 1 er likevel å anse som BAT-prosess, siden de andre prosessene (utenom FLUWA) ikke er ferdig utviklet i kommersiell skala og/eller utredet tilstrekkelig økonomisk av BMR ennå. Halosep installeres nå hos Vestforbrænding i København med støtte fra blant annet EU og antas få BAT status når dette er i drift. Etter endelig metodevalg skal prosessanlegget bygges etter gjeldende «BAT for Waste Treatment» fra EUs gjeldende IPPC og Industrial Emissions Directive.

Tabell 2-4 - Mulige behandlingsprosesser som er relevant for Raudsand med fordeler og ulemper

Nr.	Prosess betegnelse	Fordeler	Ulemper	Kommentar
<u>'Våt'-prosesser:</u>				
1	Nøytralisering / stabilisering med brukt svovelsyre fra Kronos Titan	Kjent prosess som ivaretar Kronos Titans behov. Driftskostnader.	Gir økt volum til deponi. Vanskeligere å skille ut tungmetaller. Gjenvinningsgrad.	Eksisterende praksis i Norge. 'Basis-prosess' for KU. P.t. dagens BAT for stabilisering.
2	Nøytralisering / stabilisering og saltutvinning med saltsyre (Halosep-prosess)	Økt materialgjenvinning. Mindre volum til fjellhall/deponi. Redusert gassdannelse.	Full-skala prosess ikke ferdig avsluttet.	Utvikles av Stena Recycling. Pågående utviklingsarbeid i Danmark, oppskalering pågår (2017/18).
3	Nøytralisering / stabilisering og saltutvinning med scrubbervæske	Forenklet drift. Redusert innkjøp av svovelsyre. Redusert kostnad for forbrenningsanlegg.	Økt transportkostnad.	Utvikles av Stena Recycling. Pågår utviklingsarbeid i Danmark, oppskalering pågår (2017/18).
4	Nøytralisering / stabilisering og saltutvinning med brukt svovelsyre fra Kronos Titan (Halosep-prosess)	Noe redusert deponivolum. Kan utvikles under drift av prosess 1 eller 2 på Raudsand. Testet i demoanlegg med gode resultater (Stena)	Ikke ferdig utviklet prosess.	Utvikles av Stena Recycling. Pågående utviklingsarbeid i Danmark, Oppskalering pågår (2017/18)
<u>'Tørr'-prosesser:</u>				
5	Bruk av bindere for stabilisering	Enkel kjemi, enkel prosess, lett tilgjengelig. Ingen H ₂ -gass dannelse. Kan utvikles videre på Raudsand.	Delvis utviklet prosess (Norge)	Fortrolig BMR prosess under utvikling med positive resultater fra forsøk. Samarbeider med laboratorier/ bedrifter ifm utvikling. Kan videre utvikles på Raudsand kompetansesenter.
6	Tørr blanding av gjenbruksbetong og flyveaske	Investeringskostnad. Driftskostnader. Enkel prosess.	Fjerner ikke tungmetaller. Moderat stabilisering.	

7	Vitrifisering ved smelteprosess inkludert viderebehandling til glassopor	Høy gjenvinningsgrad, enklere prosess	Imøtekommer ikke Kronos Titan behov, ikke ferdig utviklet prosess, spesielt i forhold til langtidig innlukking av urenheter.	
8	Nøytralisering av asken ved innstøping i betong	Investeringskostnad. Driftskostnader. Enkel prosess.	Fjerner ikke tungmetaller. Moderat stabilisering.	
9	FLUWA - FLUREC	Kjent teknologi. Effektiv og høy gjenvinning, direkte salg av metall, redusert behov for fjellhall / deponi, mindre metall-utslipp til resipient	Økonomi under vurdering. Imøtekommer ikke Kronos Titan behov.	Pågår diskusjoner med leverandør
10	Elektrolyse av tungmetaller	Høy gjenvinning. Redusert gassdannelse. Rene metallprodukter. Kan utvikles videre på Raudsand.	Delvis utviklet prosess	Kan videre utvikles på Raudsand kompetansesenter eller utlandet (Stena)

2.3 Nærmere beskrivelse av prosess

2.3.1 Utgangspunkt – mottak av avfall

Konsekvensutredningen konsentrerer seg i det alt vesentlige rundt materialer som skal behandles for så å deponere den andelen som ikke kan materialgjenvinnes. Dette er i hovedsak flygeaske og forskjellige syre/bad løsninger som er tilgjengelig innen forsvarlig økonomisk radius fra anlegget (Skandinavia, UK og Nord-Europa med tilgang til kai).

Oversikt over hvilke avfallsnumre som vil omfattes av deponiet vil det være naturlig å trekke inn i søknad om behandling av farlig avfall med tilhørende utslippstillatelse. Her konsentrerer man seg om fraksjoner som medfører utslipp / behandles.

Råvarer til behandlingsanlegget mottas i all hovedsak over kai, men også noe i tankbil eller stykk gods vogntog (bigbags og IBC). Det legges ikke opp til mottak av farlig uorganisk avfall i småemballasje på anlegget, dette henvises til bl.a. Stenas avfallsmottak rundt omkring i landet, samt andre avfallsaktører, for re-emballering og avsetting av emballasjen.

Tørr flygeaske fuktes ved ankomst av rensert prosessvann til ca 20% fuktighet for å redusere eventuelle utfordringer med støv. Fuktet flygeaske og eventuell levering av slurry med syre/asker pumpes rett på lager/tank, klar til prosessering. Bigbags åpnes over spyd, og massene går til fukteanlegget og videre på lager. Brukte transportposer vaskes, granuleres og går til gjenvinning.

2.3.2 Basisanlegg - kun nøytralisering og avvanning

Behandlingsanlegget inneholder en serie tanker hvor formålet er en nøytralisering av svovelsyren, ved både tilsetning av annen syre/base og innblanding av alkalisk materiale som kalkslurry og askeslurry i tillegg til annet materiale som skal behandles. Behandlingsprosessen styres av pH-verdier gjennom målinger foretatt underveis i prosesseringen.

Nøytraliseringsprosessen av svovelsyren ($\text{pH} < 2$) vil foregå i flere trinn før det endelig produktet er en gipsslurry (pH ca. 9) som eventuelt kan avvannes før sluttdisponering. Denne nøytraliseringsprosessen gjøres i en serie på 6 reaksjonstanker med røreverk. Slurrien kan gå i overløp mellom tankene, eventuelt pumpes. Total oppholdstid for prosessen bør helst være opp mot 2,5 time. Underveis, særlig tidlig i prosessen, vil det kunne dannes hydrogengass, CO_2 -gass og mindre mengder hydrogensulfid (H_2S) (avhengig av innblandet avfall). Det dannes også noe overskuddsvarme. Denne varmen kan utnyttes til oppvarming.

Før asken går inn i nøytraliseringsprosessen, må den slemmes opp med vann til en askeslurry (pH 10 - >12, med mulig dannelse av ammoniakk-gass (NH_3) og hydrogengass).

Nøytraliseringsprosessen vil kunne gjøres med basiske avfallsfraksjoner, hovedsakelig flyveaske. I denne prosessen kan det enkelt tilsettes andre avfallsfraksjoner som er forbehandlet (slemmet opp, pH-justert, ut-reagert eller annen forbehandling) underveis i nøytraliseringsprosessen, avhengig av pH og andre egenskaper. Anlegget skal ventileres godt både fra tanker og i selve bygning da dette kan utgjøre en HMS utfordring, både for personer og utstyr. Alt utstyr i behandlingsanlegget må være EX sertifisert. Gassene skal behandles gjennom et skrubberanlegg, og utslipp av avgasser overvåkes.

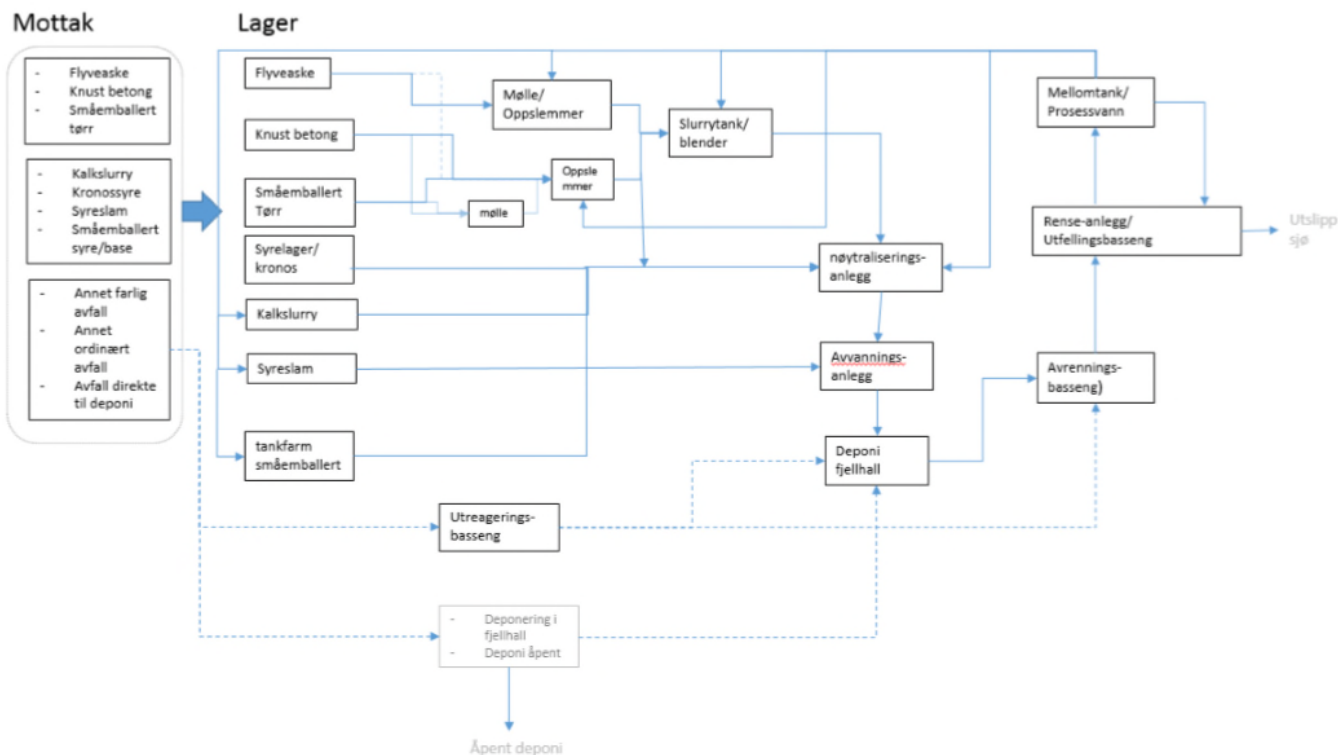
Det er tenkt et prosesseringsanlegg bestående av 6 tanker i størrelsesorden 300 m³ hvor de plasseres i to parallelle rekker for å spare plass. Hver av tankene har røreverk. Det er tiltenkt døgntkontinuerlig drift av nøytraliseringsanlegget, og gitt en oppholdstid gjennom nøytraliseringsprosessen på 2,5 timer vil man under de periodene med størst belastning til enhver tid ha 3-400 m³ slurrymasse til nøytralisering. To steder i prosessen måles pH, både før de siste alkaliske stoffene tilsettes og i tank etter tilsetning.

Den produserte gipsslurrien har et høyt innhold av vann (60-70 %). Før deponering av disse massene skal de avvannes. Dette gjøres ved bruk av filterpresser for å presse ut mesteparten av vannet, og deretter transportert på transportbånd av restmassen relativt tørr, inn i fjellhallene. Overskuddsvann fra avvanning transporteres enten til bufferbasseng i fjellhall eller direkte til renseanlegg avhengig av tilgjengelig kapasitet til enhver tid.

Pressene (minst to parallelle linjer) er en del av primær-prosessen slik at den ene kan fylles mens den andre blir presset. Dette er også viktig om det skulle oppstå uforutsette opphold på ene pressen for å kunne fortsette produksjon, da et lenger opphold vil medføre problemer med lagerkapasiteter og logistikk.

Det er gjennomgående industriell tenkning bak prosessdesignet, dvs. at anlegget skal gå, men på redusert kapasitet, i perioder med vedlikehold og reparasjoner.

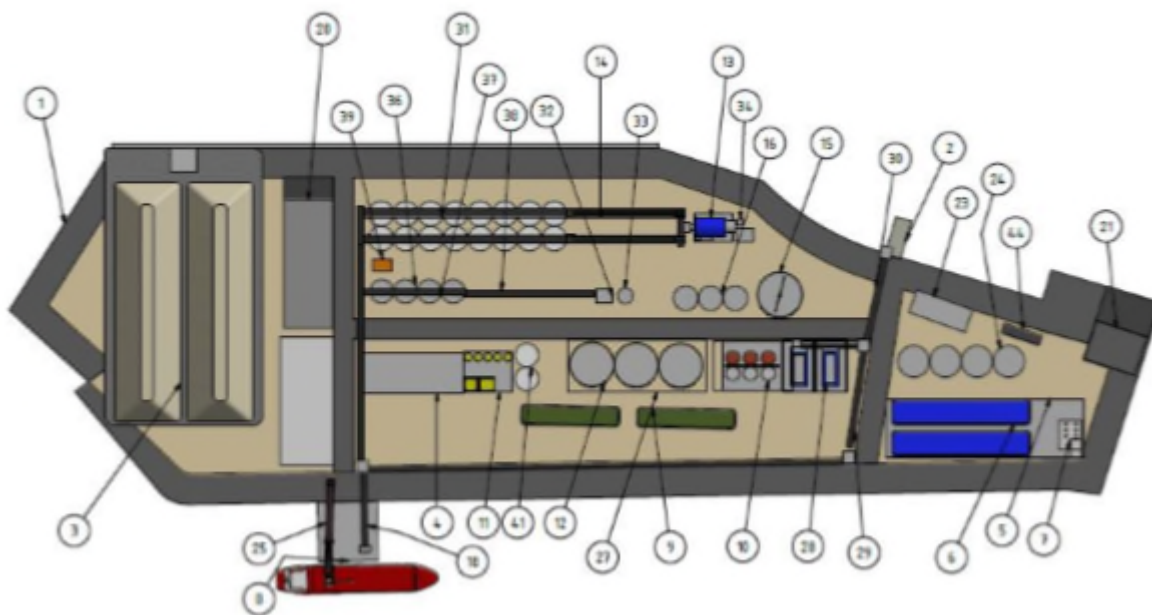
En overordnet skisse av prosessen er gitt i etterfølgende flytdiagram:



Figur 2-8 - Flytdiagram for basisanlegget

Etter prosessen går vannet til renseanlegg som vil være designet for en årlig gjennomstrømning av ca. 300 m³ for utslipp til sjø etter rensing. Mer detaljer om dette finnes i kapittel 3.

Utstyr som inngår og hvordan dette er plassert i forhold til hverandre i basisanlegget er gitt i nedenstående figur og tabell.



Figur 2-9 - Basisanlegg

PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
2	1	Inngang tunnel til fjellhall
3	1	Pukkverk
4	1	forbehandlingsanlegg og lager
5	1	område vannrenseanlegg
6	2	sedimenteringsbasseng
7	1	filtreringsanlegg med pH målestasjon
8	1	ISPS godkjent kaianlegg
9	2	Utfellingsbasseng
10	1	Prosessanlegg
11	1	Tankfarm for emballert væske
12	3	Syretanker
13	1	Oppmalingsmølle og oppslemming
14	2	Transportbånd til møllehus
15	1	Utevningsstank slurry
16	1	kalkslurry lagertanker med omrøring
18	1	belte kai til tunnelband
20	1	Verksted og Laboratorie
22	1	Bulkskip
23	1	vaskeanlegg lastebil
24	1	prosessvannstanker
25	1	skipslaster
26	4	conveyer hus/vendestasjon
27	1	Oppsamlingsbasseng for lekkasjer
28	2	Filterpresser for avvanning
29	1	transportbånd
30	1	transportbånd
31	1	silofarm asker
32	2	opslemmer
33	1	slurrytank betong
34	1	støvfiler
35	1	feederløsning til mølle
36	1	Silofarm knust betong
37	1	Transportbånd droppsjakter knust betong
38	1	transportbånd silofarm til oppslemmer
39	1	kompressorrom
40	1	transportbånd presse til transportlinje fjellhall
41	1	tanker til syreslamm
42	6	karbon og sandfilter
44	1	bilvekt

Figur 2-10 - Anleggsoversikt med komponenter - basisanlegget

2.3.3 Halosep © patentert Gjenvinningsprosess

Stena Recyclings danske avdeling har utviklet en metode for nøytralisering av flygeaske med scrubbervæske fra røykgassrenseanleggene i forbrenningsanleggene. Denne sure scrubbervæsken er i de fleste tilfeller basert på saltsyre og har typisk en styrke på 5-7 % saltsyre. Den store fordelene med prosessen ligger i kjemien rundt saltsyre, da man ikke får dannet gipsen som er typisk for dagens norske basisprosess, mens klor fra syren inngår som løst salt i prosessvannet og kan gjenvinnes sammen med det saltet som er en betydelig bestanddel i flygeasken. Dette medfører at volumet som skal deponeres reduseres kraftig i forhold til basisanlegget.

Proessen er videre utviklet med en vaskeprosess for filterkakene, så ytterligere salt vaskes ut og en stor del av tungmetallene (sink, kobber, bly) i asken løses i vannet og inngår ikke i deponiet. Derved kan man felle ut tungmetallene og selge disse som ledd i rensedelen for gjenvinning av saltlaken. I tillegg til en betydelig verdi i sinken, vil ekstraksjonen av tungmetaller kraftig redusere gassdannelse i deponiet fra oksydationsreaksjonen mellom metall og fuktighet.

Prosessanlegget designes til å ha stor fleksibilitet i syrevalg, med tre hovedkilder; tynnsyre fra Kronos Titan (svovelsyre 20 % med 10 % jernoksid), scrubbervæske fra forbrenningsanlegg og andre (5-7 % saltsyre med flygeaskerester) og jomfruelig saltsyre (37-50 %). Stenas demoanlegg i Brøndby utenfor

København har testet alle 3 varianter og har fått gode gjenvinningsresultater også med svovelsyre fra Kronos Titan.

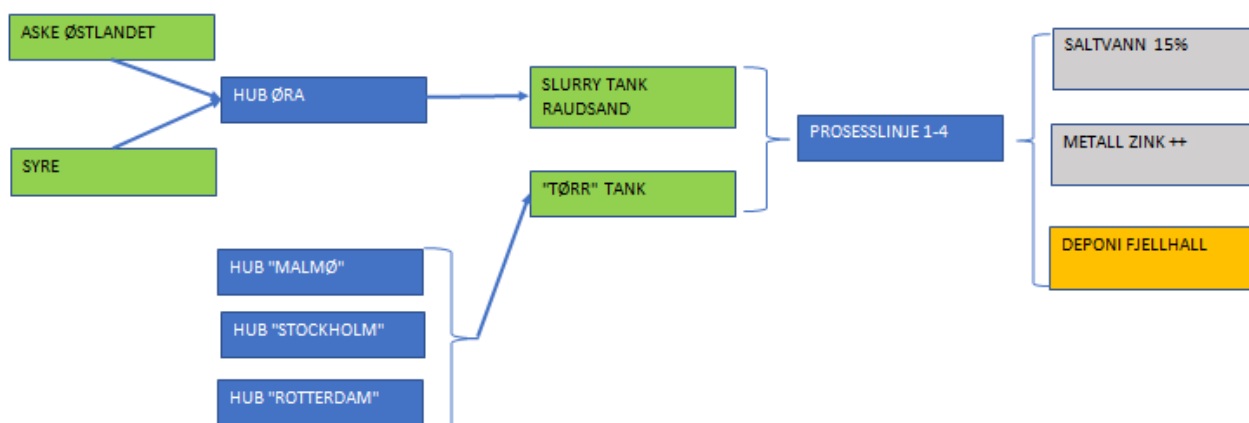
Proessen designes opp i flere parallelle linjer for fleksibilitet på råvarer, der flygeaske fra anlegg som har benyttet tørr røykgassrensing prioriteres i saltsyrelinjer, mens asker fra anlegg med våt røykgassrensing prioriteres mot svovelsyreløsning. Dette for optimal saltlakeproduksjon. Asken siktes for å ta ut uforbrennte partikler som returneres til ovn for forbrenning. Fuktet flygeaske blandes inn med svovelsyre, enten som inline blending før reaksjonstank eller i tanken, noe avhengig av hvilke reaksjonstider man oppnår under oppstart. Fuktingen vil sannsynligvis skje med saltlake fra prosessen for å oppkonsentrere saltinnholdet i sluttproduktet nærmest mulig det nivået veimyndighetene anbefaler for veisaltning (22 %).

Etter nøytralisering går slurryen over et vakuum transportbånd for avvanning. Vannet går til metallseparasjon og rensing, mens filterkaken går til vaskeanlegg (ferskvann, muligens fra renseanlegg for deponiene i tiltak del 1 for å fjerne resten av saltet og mer av tungmetallene). Ferdig vasket masse går til filterpresse der vannet går sammen med vann fra vakuumbåndet til metallseparasjon. Tørre filterkaker, uten salt og med kraftig redusert innhold av tungmetaller, transporteres med transportbånd til fjellhallene. Ved å deponere disse i egne fjellhaller, har man muligheten for å grave massene ut senere dersom man finner fornuftig bruk f.eks. basert på endret teknologi eller kraftig forverret ressursituasjon i Norge.

Vannet behandles med natriumlut (50 %) for felling av metaller, utfelt metallkake går til vaske- og oppgraderingsanlegg enten in-house eller eksternt, for produksjon av rene fraksjoner. Den sveitsiske BHS Flurec prosessen eller en prosess under utvikling i Skandinavia vurderes for denne delen av anlegget. Hvorvidt metallene bare fjernes som kake eller oppgraderes i anlegget har liten betydning for utslippene, både til luft og vann. Det viktige er at man redusere tungmetall-konsentrasjonen på masser til deponi. Man anser likevel at man ikke klarer fjerne så mye tungmetaller at restmassene kan benyttes som tilsatsstoff i betong eller annen bruk, selv om man muligens kan endre basiskarakteriseringen av restavfallet til ordinært avfall.

Saltet i rest-saltlaken vil være en blanding av natrium og kaliumklorid samt noe kalsiumklorid, med renhet som langt overgår kravene saltbransjen setter for jomfruelig salt. Dersom anlegget når det er satt i drift, har forhøyet innhold av tungmetaller i saltlaken, vil en etterinstallasjon av ytterligere rensetrinn, f.eks. med OIW sin polerings-masse, gjennomføres, og det settes av areal til dette i layout.

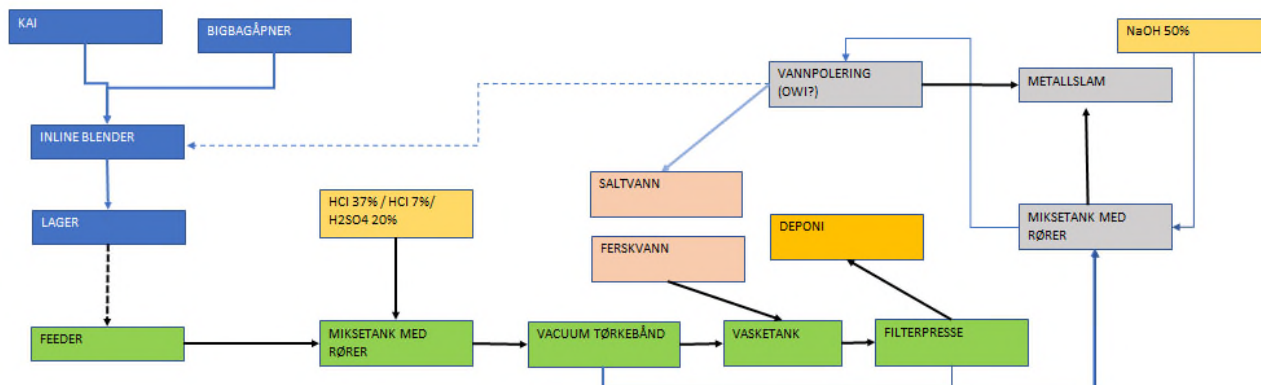
En skisse av prosessen fra innsamling til gjenvunnet materiale er gitt i etterfølgende figur.



Figur 2-11 - Prosess fra innsamling til gjenvunnet materiale og deponering

De grå boksene er her materiale til gjenvinning, 15 % saltløsning som råvare for veisaltning og metallkonsentrat, hovedsakelig sink til smelteverk.

Noe mer detaljert beskrivelse av hver av prosesslinjene finner man i nedenstående skisse. Her vil noen av funksjonalitetene være felles for flere linjer, slik som presse og renseanlegg, noe som relativt enkelt styres fra kontrollrommet gjennom moderne prosessovervåkningssystem.



Figur 2-12 - Prosesslinjer i Halosep

Som indikasjon på hvilken renseeffekt tiltaket forventes ha på de mottatte flygeaske viser etterfølgende figur en oversikt over resultat fra forsøk Stena har gjort med flygeaske fra Vestforbrænding med Halosep-metoden og brukt scrubbervæske som syre.

X-RGA (flyveaske) fra Vestforbrænding	Rå flyveaske mg/Kg	X-RGA (middel) mg/Kg
pH	12,4	9,4
NVOC, ikke flygt.org.carbon	40,5	43
Antimon (Sb), oppløst	0,01	1,4
Arsen (As), oppløst	0,12	0,2
Barium (Ba), oppløst	2,3	1,5
Bly (Pb), oppløst	170	0,01
Cadmium (Cd), oppløst	0,05	0
Chlorid, filtreret	75.000	2.400
Chrom (Cr), oppløst	2	0,18
Fluorid, filtreret	75	21
Kobber (Cu), oppløst	0,29	0,01
Kviksølv (Hg), oppløst	0	0,13
Molybdæn (Mo), oppløst	4,7	3
Nikkel (Ni), oppløst	0,01	0,01
Selen (Se), oppløst	0,15	0,21
Sulfat, filtreret	35.000	15.000
Zink (Zn), oppløst	15,5	0,1

Figur 2-13 - Eksempel - Renseeffekter for flyveaske ved Halosep-metoden

Fargekodene er i forhold til danske deponeringsregler. X-RGA er forkortelse for rensset røykgassavfall. Grønt tilsvarer inert deponi, gult er deponi for ordinært avfall, rosa er deponi for farlig avfall og rødt kan ikke deponeres, må behandles. Reduksjonen i farlighet er betydelig gjennom behandlingen. Tallene viser utlekking med L:S = 10.

3 Metode

3.1 Grunnlag

Det har blitt utarbeidet flere rapporter hvor bl.a. Raudsand har blitt vurdert som kandidat som deponi for uorganisk farlig avfall:

- M553 (Norconsult, 2016)
 - o Vurderer at Raudsand kan være en aktuell kandidat med en god geologisk barriere i form av 1 300 m berg mellom planlagte haller og resipient. Rapporten vurderer at det kan bli diffus utlekking av forurensning etter avslutning av drift, men at den vil være langsom.
- M554 (NGU, 2016)
 - o Vurderer Raudsand som en aktuell kandidat, men understreker behov for videre undersøkelser. Forhold som bør kartlegges vurderes å være evt. forekomster av sulfider og evt. surt grunnvann som er ugunstig pga potensiell mobilisering av forurensende stoffer fra deponert avfall. Betydelig grunnvannsgradient og muligheter for innlekkasje av grunnvann til deponi.
- NGU 2016.043 (NGU, 2016)
 - o Beskrivelse av geofysiske målinger fra helikopter. Det vurderes behov for å vurdere ytterligere om det finnes sulfider i berggrunnen, men det var ingen indikasjoner på større sulfidmineraliseringer, det blir påvist flere potensielle dypforvittringssoner. Det blir ikke påvist unormalt høye konsentrasjoner av radioaktive elementer i dagen, men det utelukkes ikke at det kan være slik lenger ned i berget. Det vurderes at det er behov for å bore borehull for å undersøke bergmassekvaliteten nærmere.
- Norconsult Miljøriskovurdering Deponi 2- Raudsand (Norconsult, 2017).
 - o Miljørisiko ved etablering av deponi 2 anses som lav.
- NGU 2017.020 (NGU, 2017)
 - o Beskrivelse av borehullslogging av 5 brønner ved Raudsand. Parameter som ble logget var resistivitet i fjell, seismisk hastighet, magnetisk susceptibilitet, Indusert Polarisasjon, selvpotensial, total naturlig gammastråling, spektralgamma (i ett hull), elektrisk ledningsevne i vann og temperatur. I tillegg er fire av brønnene logget med optisk viewer for å kartlegge sprekker og geologiske grenser. Ved hjelp av optisk viewer er bergartenes foliasjon (fallretning og fallvinkel) bestemt i alle hull.
- NGU 2017.024 (NGU, 2017)
 - o Tolkning av resultatene fra borehullsloggingen i de 5 brønnene. Det kunne ikke påvises større sulfidmineraliseringer, heller ikke for høy radioaktivitet, bergmassekvaliteten generelt betraktes som god, prøvepumping i brønnene viser normal til lav vannnivå i berget og at de største vanninnslagene er over nivået til planlagte fjellhaller. Vannets pH i brønnene var svakt basisk. Det ble konkludert med at ut fra tilgjengelige data fant ikke NGU geologiske forhold som skulle tilsi at Raudsand ikke var egnet som deponi for uorganisk farlig avfall.
- NIBIO-RAUDSAND GRUVER - MILJØOVERVÅKING AV AVRENNING I 2016 (NIBIO, 2017)
 - o NIBIO har overvåket vannkvalitet og vannmengde som drenerer ut fra dagens nedlagte gruver. Årlig estimert sigevannsmengde var i 2016 118 000 m³. Estimert utslipp av NH₄-N var ca. 7,8 tonn, aluminium ca. 78 kg og fluor ca. 1,8 tonn, Konsentrasjoner av prioriterte metaller (As, Cd, Cu, Ni, Pb, Hg og Cr) var i 2016 generelt lave.
- Norconsult 2017 (Norconsult, 2017), Grunnvannsforhold Raudsand. Vurderinger av grunnvannsforhold ved planlagt deponi for farlig uorganisk avfall ved Raudsandmodell.
 - o Norconsult har utarbeidet en hydrogeologisk modell som er basert på data fra NGU og NIBIO sine undersøkelser. Modellen brukes til å simulere grunnvannsforholdene i

berget ved dagens og fremtidige situasjoner. Resultatene fra simuleringene brukes i denne konsekvensutredningen for å svare ut hydrogeologiske problemstillinger rundt etablering av farlig avfall deponi i fjellhaller på Raudsand.

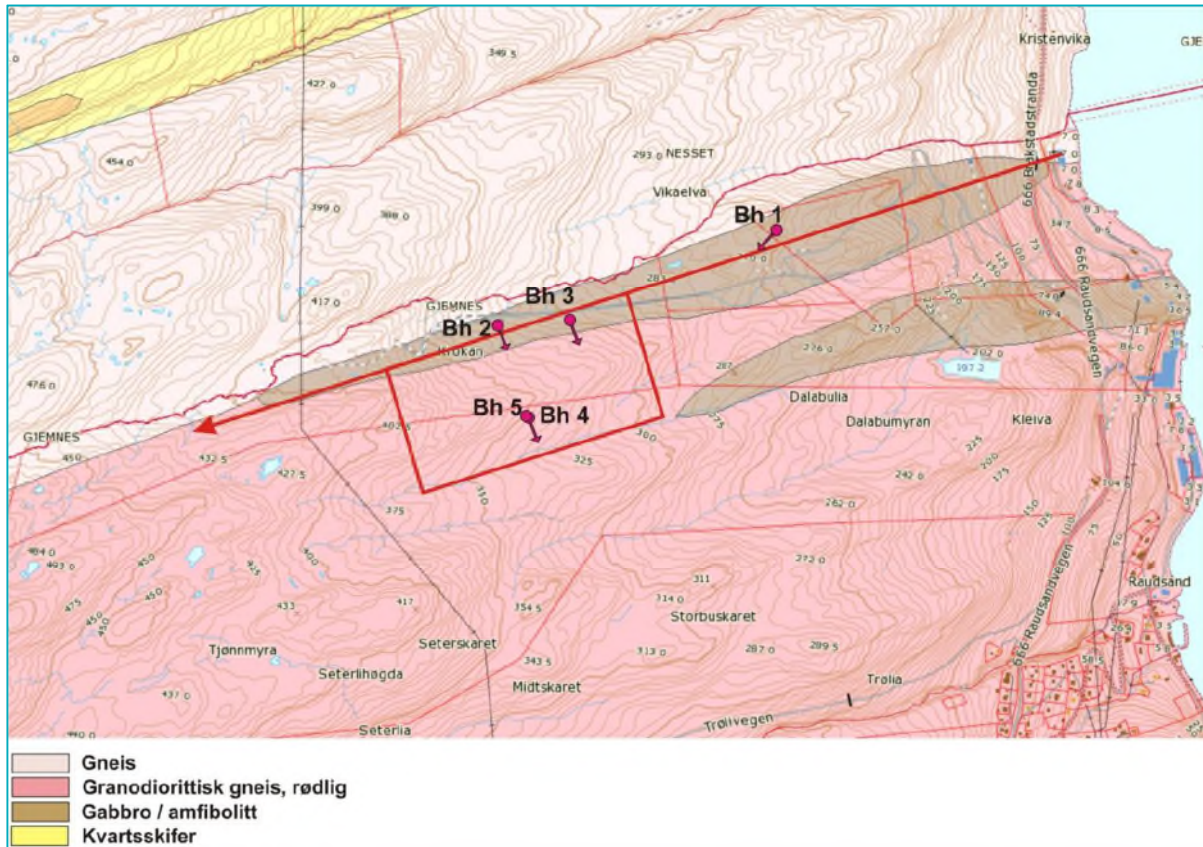
- Multiconsult 2017 (Multiconsult, 2017), Bergteknisk vurderinger av deponi.
 - o Her vurderes anleggsgjennomføring med vurderinger av bergkvalitet, sikringsbehov og fremgangsmåte for sprengning av fjellhaller. Anlegget vurderes som gjennomførbart.
- Parr, S.I. 2017 (Parr S. I., 2017), Raudsand, Nesset kommune – vurdering av stabilitet på byggegrunn Kristenvika. (17.07.2017)
 - o Rapporten gir en redegjørelse vedrørende stabiliteten på grunnen i Kristenvika. Dette spesielt med bakgrunn i rasutvikling på 70-tallet og stabilitet i berørte områder. Det konkluderes med at det ikke grunn til å tro at området ikke er permanent stabilisert og trygt for etablering av ny virksomhet i framtiden.
- Parr, S.I. 2003 (Parr S. I., 2003), Tilstand og stabilitet av eksisterende gruvesystem. Drensmønster og avrenning fra eksisterende deponiplasser. (23.03.2003)
 - o Gir en beskrivelse av eksisterende gruvesystem og stabilitet i disse. Beskriver brytningsmetoder, hendelser og tiltak som har påvirket stabiliteten til gruvene. Stabiliserende tiltak vurderes å ha hatt ønsket virkning.
 - o Gir også en beskrivelse av drensmønster og avrenning fra eksisterende deponi.
- Råheim, A. (Råheim, 2017). Notat – GEO. Tektoniske forhold i Raudsand området, Nesset kommune.
 - o Notat skrevet etter uttrykt bekymring for at mulig seismisk aktivitet kan gi brudd og lekkasje av forurensning fra deponihaller i fjell. Risikoen for at potensielle jordskjelv skal kunne påvirke fjellhallene og forårsake lekkasje til omgivelsene ansees som nærmest ikke eksisterende.
- Sandøy, G. 2012 (Sandøy, 2012), Back-analysis of the 1756 Tjellefonna rockslide, Langfjorden
 - o Mastergradsoppgaven tar for seg mulige utløsende faktorer for fjellskredet Tjellefonna i Langfjorden, sørvest for Raudsand. Jordskjelv er i tidligere publikasjoner presentert som en mulig utløsende mekanisme. På bakgrunn av registrert seismisk aktivitet i området samt numerisk modellering og analyse av ulike mekanismer blir jordskjelv avvist som mulig utløsende faktor i denne oppgaven.

3.2 Geologi

3.2.1 Berggrunnsgeologi

I Raudsand planlegges det å etablere fjellhaller i en grå gneis, som ligger innunder en mer rødlig gneis med innslag av amfibolittiserte bergarter. Gneisen i området er en forholdsvis massiv bergart med lav til moderat oppsprekking, og har god bergmassekvalitet (NGU, 2017).

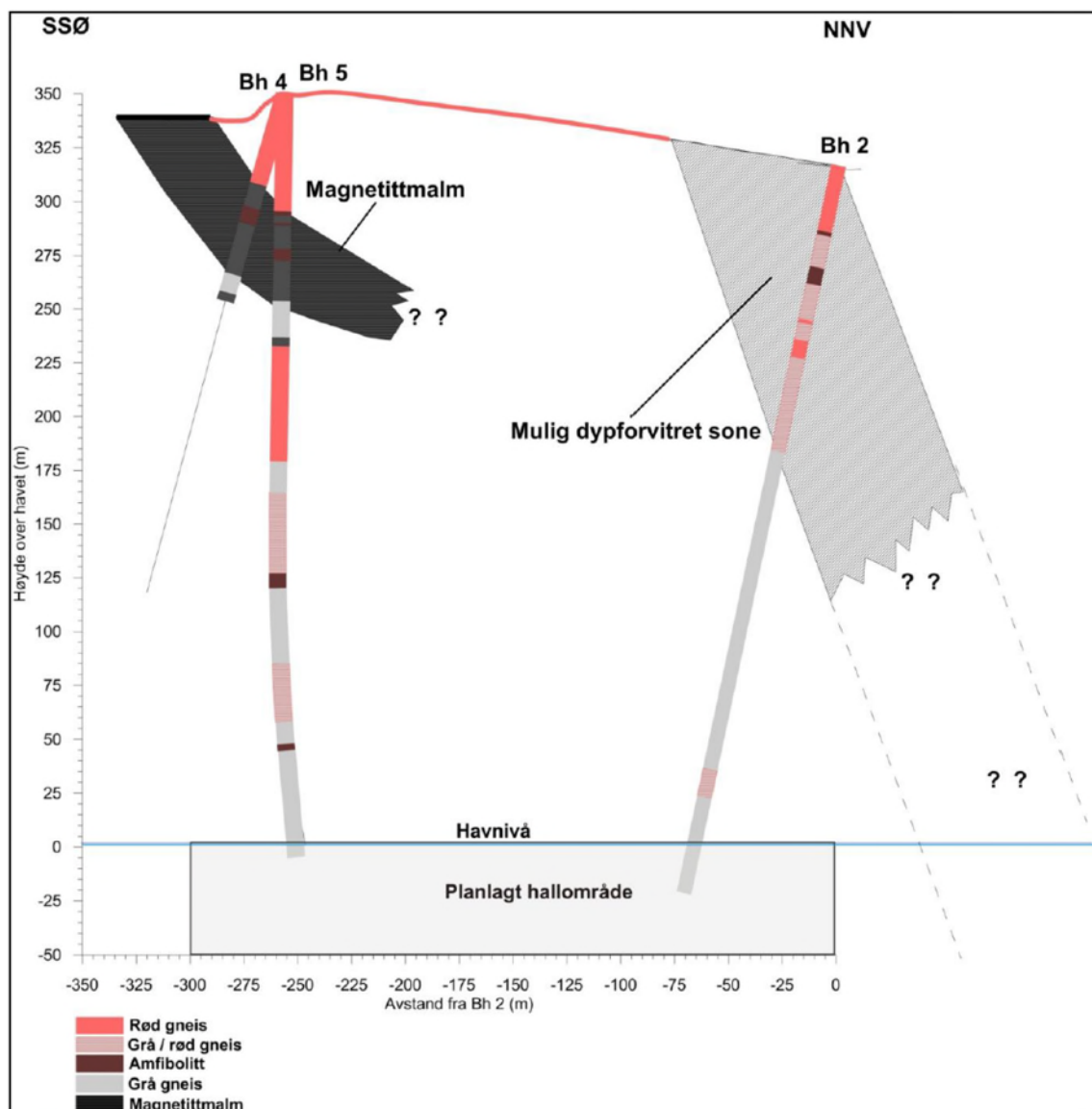
Gneisen har god mekanisk styrke og med orienteringen av fjellhallene som vist med hensyn til spenningsforhold i fjellet vil bergarten egne seg godt til etablering av fjellhaller. Det anbefales forboring og analyser av berg under drivingen av hallene for lokale tiltak (Multiconsult, 2017).



Figur 3-1 - Berggrunnsgeologisk kart (NGU, 2017) over området hvor det planlegges fjellhaller til deponi i gneis, med undersøkelsesborehull (Bh 1 – Bh 5). Mørke brune partier er Gabbro, dioritt, som er delvis amfibolittisert. Tidligere gruver var i de amfibolitt

Det er utført berggrunnsundersøkelser i form av geofysiske målinger for å kartlegge forvitringssoner og malmforekomster, samt borehullslogging for å kartlegge bergartstyper, malmmineraler og sulfider, sprekkeforekomster og svakhetssoner, samt hydrauliske forhold i vannførende soner.

Borehullene Bh 2, -3 og -5 har blitt boret ned til fjellhallnivået (Figur 3-2). Bh 4 måtte avslutte ca. 250 meter over hallnivået. Resultatene viser at fjellområdet ligger utenfor en mulig dypforvitringssone og en magnetittmalm som er kartlagt i terrengnivå, samt i Bh 4 og -5. Fjellhallene ligger i en grågneis med enkelte linser med amfibolitt (NGU, 2017). Det ble ikke funnet sulfidmineralisering i området ved fjellhallene og grunnvannanalyser viste heller ikke tegn til sulfider eller surt grunnvann (NGU, 2017).

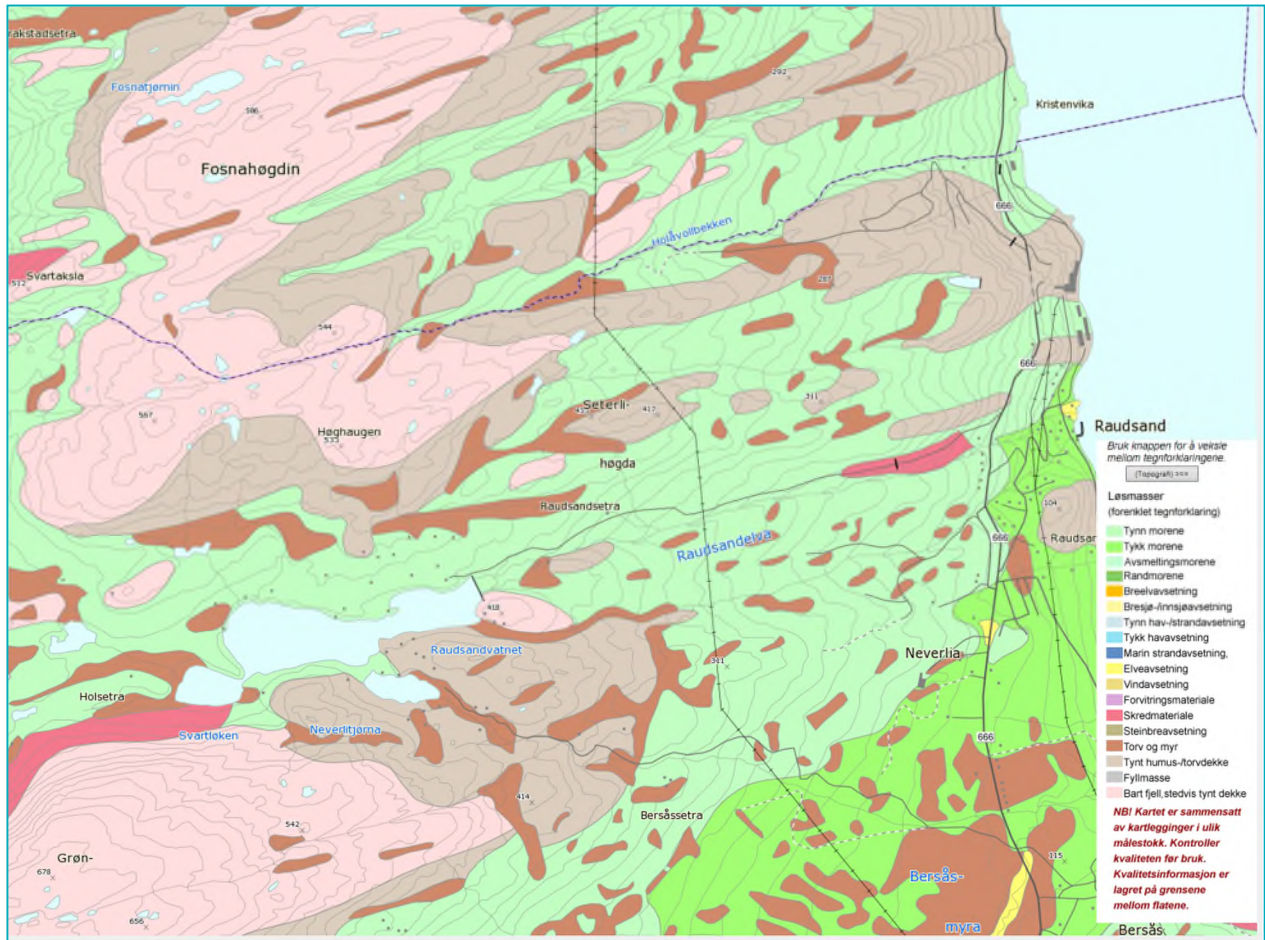


Figur 3-2 - Vertikalsnitt av berggrunnen kartlagt i borehullene Bh 2, -4, og -5, plassert i forhold til planlagt fjellhallområde. (NGU, 2017)

3.2.2 Løsmassegeologi

Løsmassene i området til de fremtidige fjellhallene består av et tynt morenedekke og torvmasser der berggrunn ikke stikker opp i dagen. Det er generelt et veldig begrenset løsmassedekke over berggrunnen i området. Det er ikke kartlagt marine leirer i terrenget, som kunne være setningssensitive.

Figur 3-3 viser kart over løsmasseavsetningene i området.



3.2.3 Seismisk aktivitet

Notat utarbeidet av geolog Arne Råheim gir en oppsummering av tektoniske forhold i området rundt Raudsand samt en vurdering av potensialet for at rystelser fra jordskjelv vil påvirke fjellhallene og gi lekkasje av forurensning.

Seismisk sonekart over Norge viser at kysten utenfor Sogn og Fjordane og området rundt Oslofjorden er mest utsatt for rystelser fra jordskjelvaktivitet. Ut ifra kartet er rystelsene som vil kunne nå Raudsand svært begrensede.

Raudsand ligger i et område påvirket av Møre-Trøndelagsforkastningen. Fjellhallene planlegges mellom to store hovedforkastninger eller svakhetssoner, der den nordligste er den mest dominerende. I tillegg beskrives det svakhetssoner med retning N/NV på hver side av området hvor fjellhallene planlegges, i Tingvollfjorden og i retning Visdal -Tjette. Dette resulterer i at området hvor det planlegges fjellhaller ligger avgrenset av forkastninger eller svakhetssoner, som ville kunne ta opp bevegelser fra eventuelle jordskjelv, på alle kanter (Råheim, 2017).

En masteroppgave skrevet av Gro Sandøy i 2012 tar for seg mulige utløsende faktorer for Norges største historiske fjellskred, Tjellefonna, lokalisert på Tjelle i Langfjorden, Møre og Romsdal, sørvest for Raudsand. Fjellskredet fant sted i 1756 og tok livet av 32 mennesker. I tidligere publikasjoner er jordskjelv nevnt som en mulig utløsende årsak til dette fjellskredet. Det er kjent at det kreves seismisk aktivitet av betydelig størrelse for at et jordskjelv skal kunne fungere som utløsende mekanisme for

fjellskred (magnitudo 6). En oversikt over registrerte jordskjelv i Møre og Romsdal fra 1981 – 2010 viser en gjennomsnittlig størrelse på magnitudo 2,7. På bakgrunn av registrert størrelse på seismisk aktivitet i området samt numerisk modellering og analyse av mulige løsnemekanismer, er jordskjelv utelukket som en mulig utløsende faktor for kollapsen av Tjellefonna. Det er også spekulert i om det som opplevdes som et jordskjelv i forbindelse med fjellskredet kan ha blitt forvekslet med bevegelser i grunnen som følge av selve kollapsen.

3.3 Hydrogeologi

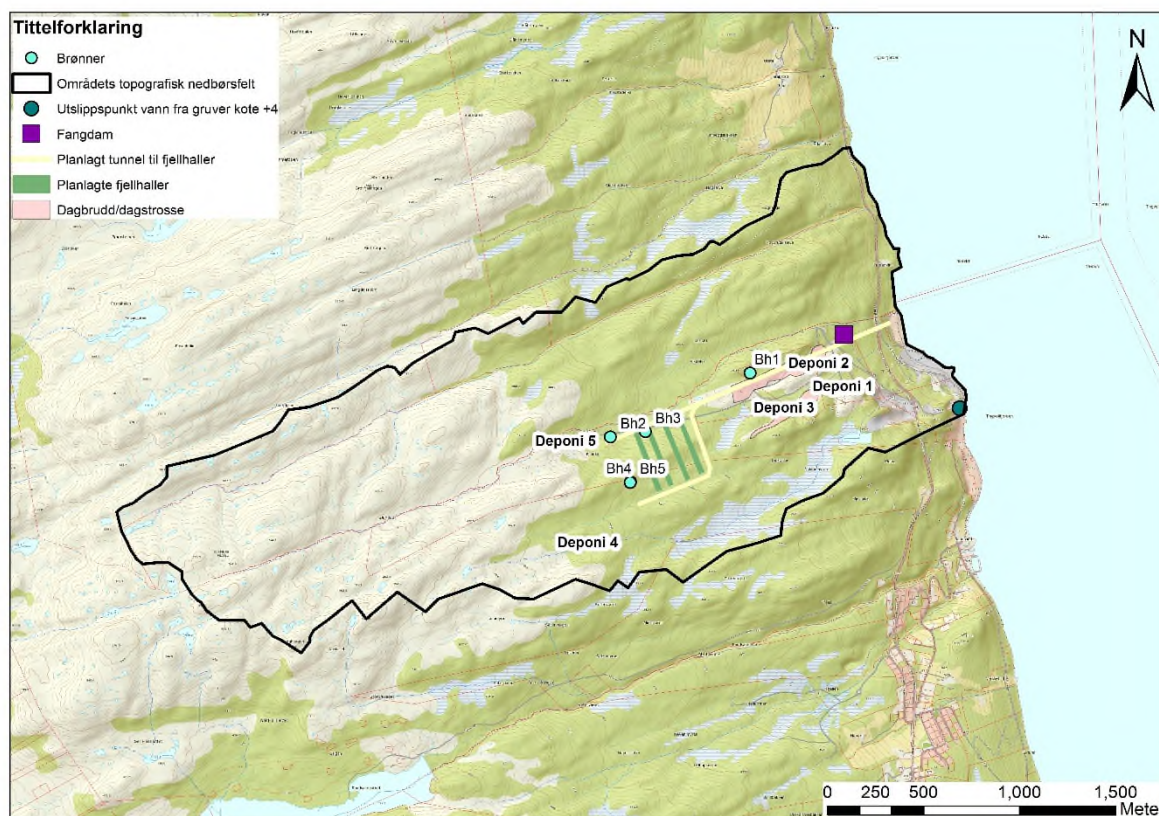
Tidligere rapporter er gjennomgått og data fra geofysiske, geologiske, hydrologiske og hydrogeologiske undersøkelser er vurdert. Hydrogeologiske forhold som vurderes er grunnvannsnivå, grunnvannsgradient, grunnvannskvalitet, bergets vannledningsevne, vannbalanse i berget, avrenningsforhold og evt. grunnvannsavhengige naturtyper. En hydrogeologisk numerisk modell er utarbeidet basert på tidligere rapporter og tilgjengelige data (Norconsult, 2017). Resultatene fra simuleringene av den hydrogeologiske modellen brukes til å gi hydrogeologiske vurderinger rundt dagens situasjon, konsekvenser av tiltaket i anleggs -og driftsfase og langsiktige effekter.

Modellens resultater er basert på visse generelle forutsetninger som ikke inneholder alle mulige heterogeniteter, og dermed har noe usikkerhet. Det vil kunne være forhold i berggrunnen som ikke er avdekket av grunnundersøkelsene på forhånd. Resultatene bør derfor anses som veiledende og ikke en fasit.

4 Grunnvannsforhold, avrenning og lekkasjer

4.1 Dagens situasjon

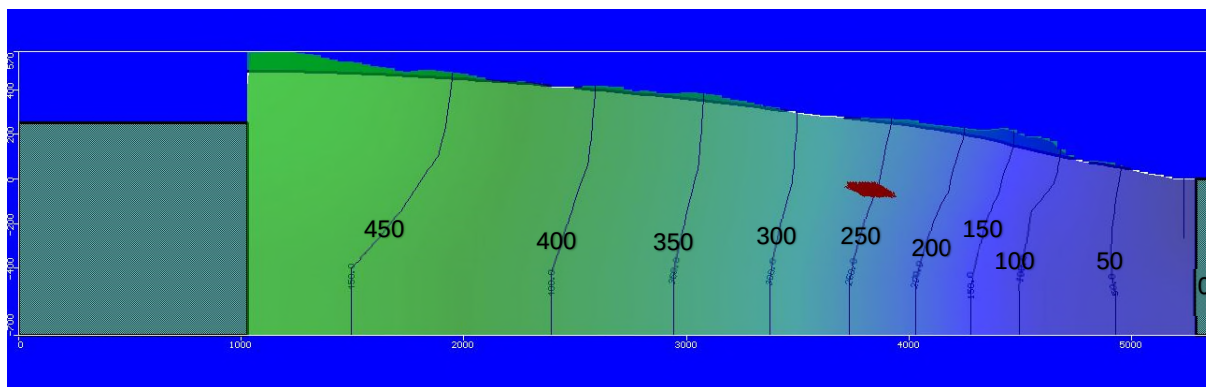
Data og vurderinger angående hydrogeologiske forhold er basert på tidligere arbeid beskrevet i kapittel 3. Figur 4-1 viser området.



Figur 4-1 - Fjellhallene er planlagt vest for dagens nedlagte gruver. Brønnene Bh1-Bh5 er etablert for å gi informasjon om hydrogeologiske og geologiske forhold i berget (NGU, 2017). På kote +4 er det et utløp for vann fra nedlagte gruver. Sorte koter i kartet er koter for mengde naturlig overflateavrenning (NVE, u.d.).

4.1.1 Grunnvannsnivå

Målte grunnvannsnivåer i observasjonsbrønner (Figur 4-1) viser at grunnvannet ved fjellhallene står generelt tett opp mot dagen (Norconsult, 2017). Dette indikerer et relativt tett berg. Grunnvannsnivået ved østligste fjellhall er estimert til kote +265. Grunnvannsnivået ved brønnen Bh1 er ca. 80 meter under terreng og er dermed et unntak. Grunnvannsnivået i Bh1 er sannsynligvis redusert av eksisterende nedlagte gruver. Bh1 ligger ca. 450 m nedstrøms planlagt lokalisering til fjellhallene. Modellert grunnvannsspeil for et tverrsnitt som skjærer gjennom området med fjellhall ses i Figur 4-2 (Norconsult, 2017).



Figur 4-2 - Grunnvannsspeilet er markert med en mørk strek under terrengoverflaten. Fjellhallen ligger i området markert med en rødbrun farge (diamant). Kotene angir modellert grunnvannstrykk i moh.

4.1.2 Grunnvannskvalitet

Grunnvannets kvalitet er typisk og forventet for typen bergart (NGU, 2017) med $\text{pH} > 7$ og lavt innhold av kationer og anioner (lav ledningsevne). Det er derfor ikke avdekket forhold som skulle tilsi risiko for innsig av surt grunnvann til fjellhallene.

4.1.3 Bergets vannledningsevne og grunnvannets strømningshastighet

Resultater fra strømningsmålere i brønnene tyder på at det ikke er store vannførende sprekkesoner i berget. Dette er i samsvar med målinger av høy resistivitet (massivt fjell = grå gneis) og avtakende oppsprekking med i nivå med fjellhallene. Det er stort sett samme tendens i alle borehull. Det forekommer enkeltsprekker hele veien men det er ikke påvist forkastningssoner eller oppknyt fjell (svakhetssoner) (NGU, 2017). Resultater fra pumpetester i brønner ved planlagte fjellhaller viser at fjellets vannledningsevne er i størrelsesorden 10^{-8} m/s nede på nivå ved de planlagte fjellhallene (NGU, 2017). Vannhastigheten på grunnvannet i nivå med fjellhallen er estimert til ca. 10^{-7} m/s eller ca. 3 m/år ved dagens situasjon. Gjennomsnittlig vannhastighet mellom fjellhallen og Tingvollfjorden er estimert til ca. 5×10^{-7} m/s eller 16 m/år. Under dagens situasjon er det estimert at grunnvannet vil bruke ca. 60 år på å sige fra der nærmeste fjellhall (østligste) er planlagt til dagens gruveganger. Forurensninger vil sannsynligvis bruke betraktelig lenger tid pga. adsorpsjon til berg og løsmasser i sprekker.

4.1.4 Vannbalanse

Resultater fra pumpetester, strømningsmålinger i brønner, kalibrering/verifisering av grunnvannsmodell og resultater fra simulering av grunnvannsmodell (Norconsult, 2017; NGU, 2017) tyder på at berget er relativt tett og at kun en liten del (3-5 %) av total avrenning tilgjengelig vil infiltrere berget. Unntaket er i nærheten av eksisterende gruver hvor det er sannsynlig at en større andel av avrenningen (ca. 20 %) infiltrerer berget på grunn av økt oppsprekking grunnet gruvevirksomhet, sjakter og hulrom i berget. Dette gruvesystemet er anslått til å ha en total overflate på ca. 200 000 m² over kote +4, og overvåking av sigevann fra gruvesystemet til fjorden over flere år (NIBIO overvåkingsrapporter 2014 - 2017) viser godt samsvar mellom målt sigevannsmengde og nedbør registrert på Sunndalsøra. I perioder med lite eller ingen nedbør er sigevannsmengden fra gruvesystemet ca. 0,4 l/s. Dette viser at vann som lekker inn i gruvesystemet fra omliggende gneis er svært lav og i tråd med NGUs geologiske undersøkelser av fjellet.

4.1.5 Avrenning fra eksisterende forurensningskilder

Det er deponert avfall fra aluminiumsindustri i nedlagte gruvesjakter og møllestøv ved deponi 2 (Figur 4-1). NIBIO har siden september 2013 overvåket sigevannets kvalitet og kvantitet fra det deponerte avfallet (NIBIO, 2017). Det er påvist høye konsentrasjoner av aluminium, ammonium og fluorid i sigevannet. For prioriterte tungmetaller beskrives funnene som generelt lave fra prøver tatt i 2015 og 2016. Fra prøver tatt i 2013 og 2014 er målte gjennomsnittskonsentrasjoner av kobber (2013) og kvikksølv (2014) i tilstandsklasse 5 som trolig skyldes blanding av gruvevann med prosessvann fra Real Alloy. Målinger av ledningsevne viser høyt saltinnhold og målt pH viser høye basiske verdier på over 10 (10,3-10,6).

Det planlegges å redusere dagens vannstrøm som går gjennom deponert avfall i de gamle gruvesystemene, i grunnen, og i dagen. Dette vil føre til en stor reduksjon av utslipp til fjorden. På lang sikt er overordnet mål å tette alle innstrømningsområder til gruvesystemet.

4.1.6 Grunnvannsavhengige naturtyper

Det er ikke registrert grunnvannsavhengige naturtyper av stor verdi eller rødlistede arter som er avhengige av et høyt grunnvannsnivå i områder over fjellhallene eller adkomsttunnel.

4.2 Fremtidig situasjon

4.2.1 Anleggsfase

I anleggsfasen må vann til tunneldriving og innlekkasje av grunnvann til tunneler og fjellhaller gå gjennom renseanlegg før det slippes til resipient. Det må settes krav til parametere som suspendert stoff, nitrogen, THC og pH. Nitrogen vil kunne forekomme som ammoniakk ved pH>8. Ammoniakk er giftig for fisk.

Avrenning fra midlertidige eller permanente massedeponier bør overvåkes og evt. renses.

Det bør sonderbores under driving av adkomsttunnel og fjellhaller for å oppdage evt. permeable soner som kan medføre grunnvannslekkasjer. Større innlekkasjer til tunneler og fjellhaller bør tettes ved injeksjon.

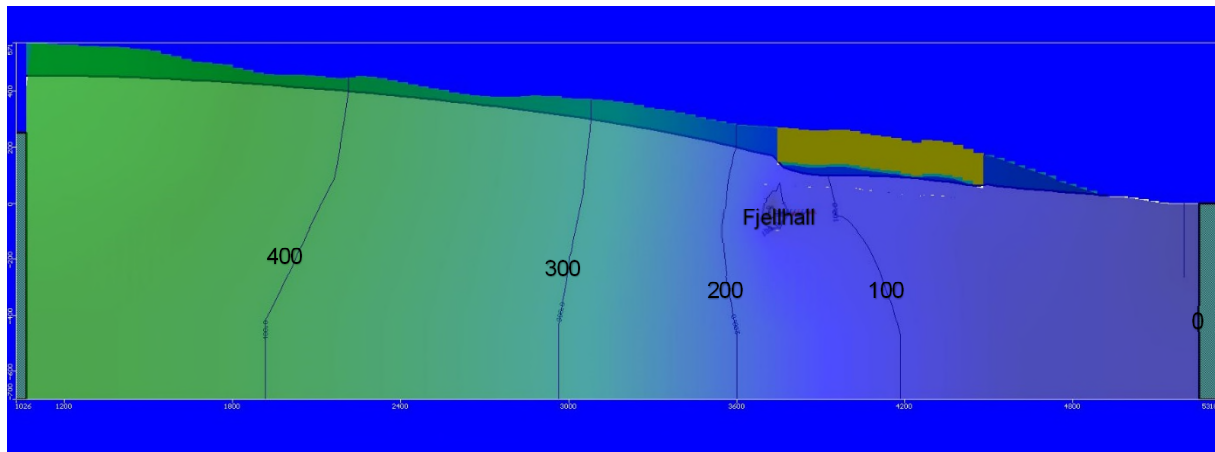
Det vil ikke være spredning fra adkomsttunnel eller fjellhaller under anleggsfasen på grunn av en innadrettet grunnvannstrykk under anleggsfasen.

4.2.2 Driftsfase

Under drift av deponi vil det være en innadrettet gradient mot fjellhallene. Dette sikrer at det ikke lekker forurensset vann ut, men det vil lekke noe grunnvann inn i hallene. Modellert innlekkasje til en fjellhall under drift er 1,4 l/s (Norconsult, 2017) som tilsvarer et innlekkasjevolum på ca. 44 000 m³/år pr fjellhall som ikke var tettet under drivingen av hallen. Det er planlagt tetting av lekkasjer i berget, slik at berget omkring hallene vil være tettere enn under naturlige forhold. Dersom en legger til grunn målt sigevann fra kote +4 for tørrværsavrenning på 0,4 l/s så kan innlekkasjevolumet reduseres til 12 000 m³/år. Hvis en antar at hallene etter hvert blir stengt og forseglet når de er fulle, er det antatt at det til enhver tid må tas hånd om vann fra to fjellhaller, dvs. fra 24 000 til 90 000 m³/år hvor 90 000 m³ er vurdert som konservativ «worst case».

Ved etablering av fjellhallen kan det påregnes større lekkasjer i begynnelsen, så reduseres det ned til likevekts-mengden. Innlekkasjen til adkomsttunnelen kan bli en del større da den krysser grunnere og mer permeable soner i berget i nærheten av gruvene, men da grunnvannsnivået er lavere i nærheten av fjorden og ved de gamle gruvene, vil dette begrense innlekkasjepotensialet.

Etablering av fjellhaller vil sannsynligvis redusere grunnvannsnivå over fjellhallene og adkomsttunnelen merkbart. Modellen simulerer et grunnvannsnivå på kote +100 ved etablert fjellhall (Figur 4-3). Dette er en reduksjon på 165 meter fra dagens nivå (kote +265) som er basert på målinger i brønner (Norconsult, 2017).



Figur 4-3 - Grunnvannsspeilet er markert med en mørk strek under terrengoverflaten. Brunt felt angir at det tørt (tørre celler i modellen). Kotene angir modellert grunnvannstrykk i moh.

Det vil sannsynligvis ikke være saltvannsinnntrengning i fjellhallene da modellens resultater viser at grunnvannspotensial over fjellhallen er betydelig over havnivå (Norconsult, 2017). Det er heller ikke sannsynlig med innlekkasje av saltvann til adkomsttunnelen i særlig grad da modellen viser et grunnvannsspeil som ligger godt over kote 0 (over adkomsttunnelen) nesten helt ut mot Tingvollfjorden.

Det vil ikke være spredning av forurensninger fra adkomsttunnelen eller fjellhallene i drift da det vil være en innadrettet grunnvannstrykk til disse anleggene.

4.2.3 Avbøtende tiltak

- Før vann fra fjellhallene slippes til resipient under drift av deponiet må det analyseres og sannsynligvis renses.
- Under tunneldriving bør større innlekkasjer til fjellhall og adkomsttunnel tettes ved injeksjon for å unngå for mye vann i fjellhallene og utlekking av forurenset grunnvann etter avslutning av driften. Det bør benyttes sonderboring under tunneldriving for å kunne oppdage evt. lekkasjer og tette de med injeksjon foran stoff. Det bør vurderes å injisere adkomsttunnelen på steder hvor det planlegges å plugge tunnelen igjen etter avslutning av driften. Da vil tettingen av adkomsttunnelen med plugger bli mer effektiv (Multiconsult, 2017).
- Ventilasjonssjakter og ventilasjonsrør opp i dagen fra fjellhallene bør etableres med foringsrør som gyses fast i fjellet med betong. Dette for å unngå at grunnvann lekker inn i fjellhallene fra høyere lag i berget.
- Etter avslutning av drift vil fjellhallene begynne å fylle seg opp og grunnvann vil sige mot Tingvollfjorden igjen. For å unngå stor hydraulisk gradient og unødvendig høy transporthastighet på grunnvannet fra fjellhallene etter avslutning av driften bør adkomsttunnelen tettes godt flere steder med tette plugger, også nærme Tingvollfjorden.

Under disse forutsetningene vil sannsynligvis grunnvannsnivået gå tilbake til dagens nivå etter noe tid.

- Grunnvannskjemien må overvåkes i brønner nedstrøms fjellhallene både under drift og etter at deponiet er nedlagt for kontroll mot spredning av forurensning. Hvis analyser av grunnvannet nedstrøms deponiet viser tegn til forurensning må det vurderes tiltak som kan rense eller på annen måte hindre forurenset grunnvann å nå resipient. Et slikt overvåkningsopplegg bør følges opp i lang tid etter at driften er avsluttet.

4.2.4 Konsekvenser med implementering av avbøtende tiltak og oppfølgende undersøkelser

Modellens resultater viser at etter at deponiene er avsluttet og grunnvannsforholdene har gått tilbake til dagens situasjon (etterdrifts-fasen) vil grunnvannet bruke ca. 60 år på å sige fra nærmeste fjellhall (østligste) til dagens gruveganger. Evt. forurensning i form av tungmetaller vil med stor sannsynlighet bruke mye lenger tid på grunn av adsorpsjon til berg og løsmasser/leirmineraler i sprekker.

Tungmetaller adsorberes i forskjellig grad til karbonater, oksider, organisk materiale og ved ionebytting på negativt ladede overflater (Norström & Jacks, 1998). I sprekker i berget vil det være naturlig at det finnes en del forvittringsmateriale som oksider og sekundære leiremineraler. Disse har stor spesifikk overflate med negativ ladning og vil kunne holde igjen tungmetaller i stor grad. Modellens resultater er basert på en løsning der grunnvannsforholdene går tilbake til dagens situasjon. For at dette skal skje må sannsynligvis adkomsttunnelen tettes godt flere steder med plugg, også nærme Tingvollfjorden. Velges en mer drenert løsning bør konsekvensene vurderes.

Erfaringer fra andre lignende deponier som i Stendafjellet i Bergen kommune og i Odda kommune (Veidekke, 2017) viser at det oppstår et lag mellom deponert avfall og bergveggen som har høyere permeabilitet enn resten av avfallet. Bergveggen er ujevn og overgangen mellom avfall og berg blir derfor ikke tett. Resten av det deponerte avfallet blir i stor grad komprimert på grunn av stor fyllingshøyde (50 m) og stor vekt. Dette fører til at innlekkasjevannet finner foretrukne strømningsveier i randsonene rundt avfallet der permeabilitet og porøsitet er størst. Mesteparten av vannet vil transporteres gjennom disse foretrukne strømningsveiene. Dette fører til at det blir mye mindre utlekking fra avfallet enn om vannet strømmet homogent gjennom hele avfallsmassen.

Observasjonene styrkes av analyser av vann som har vært i kontakt med det deponerte avfallet i Stendafjellet som viser veldig små forekomster av de aktuelle forurensningsstoffene. Lignende forhold ansees å ville være tilstede på Raudsand.

Overvåkning i overvåkningsbrønnene nedstrøms fjellhallene og ved adkomsttunnelen vil kunne avdekke om det er en spredning fra fjellanlegget og i hvilken konsentrasjon.

Reduksjon av grunnvannsnivået over fjellhaller og adkomsttunnel vil føre til at våte områder blir noe tørrere, men det er ikke registrert viktige våte naturtyper eller arter som er avhengige av høyt grunnvannsspeil i berget over fjellhallene.

5 Geologi

5.1 Eksisterende gruvesystem – tilstand og stabilitet

Geolog Svein Ivar Parr, som jobbet som gruvegeolog/bergingeniør ved Elkem AS/Raudsand Gruber fra 1974- 1981, har gjort en vurdering av tilstand og stabilitet til eksisterende gruvesystem (datert 23.03.2003) samt en vurdering av stabilitet av byggegrunn i Kristenvika (17.07.2017). Viktige punkter er gjengitt her.

Brytningsmetoden benyttet i gruen resulterte i at det på begynnelsen av 1970-tallet eksisterte flere store, tomme gruverom. Belastning på gjenstående bergfester, nivåskiller osv. i kombinasjon med svakhetssoner og slepper i bergmassen medførte omfattende rasutvikling i den eldre delen av gruva fra 1970-1975. Dette resulterte i en omfattende gjenfyllingskampanje, der lokale morenemasser og tilkjørt sand ble benyttet. Brytningsmetoden i den nyere delen ble lagt om og det ble innført et system for etterfylling av magasin. I forbindelse med nedleggelse av gruvedriften ble det gjort tiltak for å bevare fyllmassenes stabiliserende virkning. Fyllmassene er vurdert å ha en målbar stabiliserende virkning. Det ble i tiden etter raset og i en tid videre framover ført nøye overvåking og kontroll av virkningen av gjenfyllingstiltak. Det er godt dokumentert at området raskt ble stabilisert og at setninger i rasområdet var minimale. Senere er deler av rasområdet isolert med betongpropper.

Ifølge foreliggende notat/rapporter har stabiliserende tiltak hatt ønsket virkning.

5.2 Planlagte deponihaller i fjell

5.2.1 Beskrivelse

Bergmesteren Raudsand AS har utarbeidet et forslag om deponering av behandlet og stabilisert uorganisk avfall i fjellhaller på Raudsand, Nesset kommune. Fjellhallene planlegges å være 400 000 m³ og ha en bergoverdekning på ca. 400 m. Multiconsult har gjort en bergteknisk vurdering av deponiene (Multiconsult, 2017). Viktige vurderinger og anbefalinger fra deres rapport er gjengitt i dette sammendraget.

5.2.2 Konsekvenser

5.2.2.1 Utsprengning av deponihaller

Etter deponering vil nedfall av berg og deformasjoner i hallene kunne gi nye, åpne sprekker som påvirker muligheten for utlekking av forurensning med grunnvannstrømningen. Det er derfor viktig at hallene utformes og sikres slik at dette unngås.

5.2.2.2 Påvirkning på og fra eksisterende bergrom – Raudsand Gruber

Den nærmeste fjellhallen ligger om lag 800 meter unna nærmeste del av gruvesystemet utdrevet av Raudsand Gruber AS i forbindelse med gruvedriften i området (den absolutt korteste avstanden fra østligste hall (dagens plassering) til absolutt vestligste tunnelstue er 500 meter). Gruvedriften ble avsluttet i 1981 etter omkring 100 år. Deler av det gamle gruvesystemet er gjenfylt for stabilisering.

Det gamle gruvesystemet er vurdert til å være stabilt (Parr 2003 og 2017). Avstanden fra de gamle gruvene til fjellhallene er dessuten så stor at påvirkning ikke kan påregnes (Multiconsult, 2017).

Utsprengning av deponihallene må utføres suksessivt og skånsomt for å ivareta stabiliteten til hallene. De eksisterende gruverommene vil ikke bli utsatt for rystelser som vil øke sannsynligheten for nedfall og ras.

5.2.3 Oppfølgende undersøkelser

Det anbefales å gjøre bergmekaniske undersøkelser og modellering for å optimalisere utforming og sikringsomfang av bergrom og tunneler.

Før oppstart er det anbefalt å bore et kjerneboringshull fra adkomsttunnel mot planlagt plassering av hallene. Dette for å gjøre målinger og undersøkelser av bergmekaniske parametere for å optimalisere utformingen av bergrommene. De anbefalte undersøkelsene omfatter måling av størrelse og orientering til minste hovedspenning, uttak av prøver for måling av bergartsparemetere samt vanntaps- og lekkasjemåling.

Planlagt anlegg vurderes å være gjennomførbart på linje med andre prosjekter med store fjellhaller i Norge. Dette med bakgrunn i vanlig norsk praksis med bergsprengning og sikring (Multiconsult, 2017).

5.2.3.1 Anleggsfase

Høyden på deponihallene er planlagt å være over 50 m. Dette vil kreve løpende kartlegging, dimensjonering og beregning av nødvendig sikringsomfang. Både med hensyn på totalstabilitet i veggene og detaljsikring. Dette vil også gi indikasjoner på spenningstilstanden og grunnlag for inndeling i ulike sprengningsetapper. Det skal utføres overvåking av bevegelser i berget for å kontrollere at deformasjonene i bergrommet stemmer med beregnede verdier.

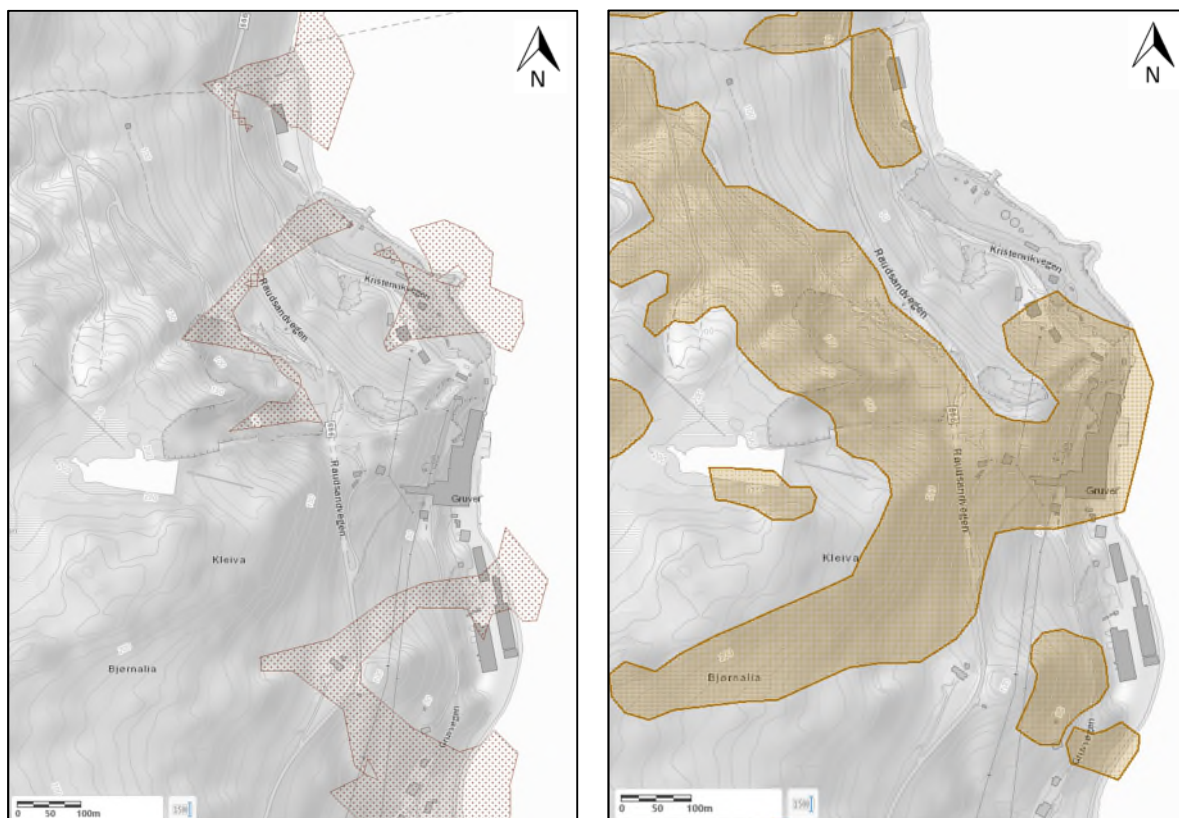
5.2.3.2 Driftsfase

Det er i rapporten fra Multiconsult anbefalt å etablere et system med måleceller i anlegget som registrerer bergtrykk, grunnvannstrykk og deformasjoner.

5.3 Skredfare – industriområde ved sjø

5.3.1 Dagens situasjon

Det skal etableres et prosessanlegg for behandling av uorganisk farlig avfall på fylling i sjø ved Raudsand. Dagens industriområde ligger nedenfor en vegetasjonsdekt skråning med varierende, men generelt slak helning ($>20\text{--}35^\circ$). Deler av området ligger innenfor aktsomhetsområder for jord- og flomskred, steinsprang og snø- og sørpeskred (Figur 5-1). Området vurderes å ha akseptabel risiko for jord- og flomskred og snø- og sørpeskred. Det vurderes å være fare for steinsprang med utløp ned på området. Steinsprang vurderes å være dimensjonerende skredtype, og vil ligge til grunn for fastsettelse av faresonegrenser.



Figur 5-1 - Aktsomhetskart for skred. Til venstre: Aktsomhetskart for jord- og flomskred. Til høyre: Aktsomhetskart for snøskred og steinsprang, utarbeidet av NGI

Eksisterende område skal utvides mot fylkesveg 666 ved utsprengning av berg og fjerning av løsmasser.

5.3.2 Konsekvenser av tiltaket

Etablering av prosessanlegg og medfølgende utvidelse av området vil føre til at potensielle løsneområder for skred fjernes, samtidig som avstanden til andre mulige løsneområder reduseres. Situasjonen vedrørende skredfare vurderes å ikke endres i vesentlig grad etter etablering av tiltaket. Steinsprang vurderes å være dimensjonerende skredtype også etter tiltaket, med blokkfall fra toppkant skjæring som den mest aktuelle problemstillingen.

5.3.3 Avbøtende tiltak

Virksomheten er underlagt storulykkeforskriften som utløser krav til første ledd i byggt teknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred». Dette medfører at det ikke er tillatt å utføre sikringstiltak for å oppnå akseptabel risiko for skred i områder hvor byggverk omfattes av dette planlegges plassert. Herunder omfattes etablering av fanggrøft samt rensk og boltesikring.

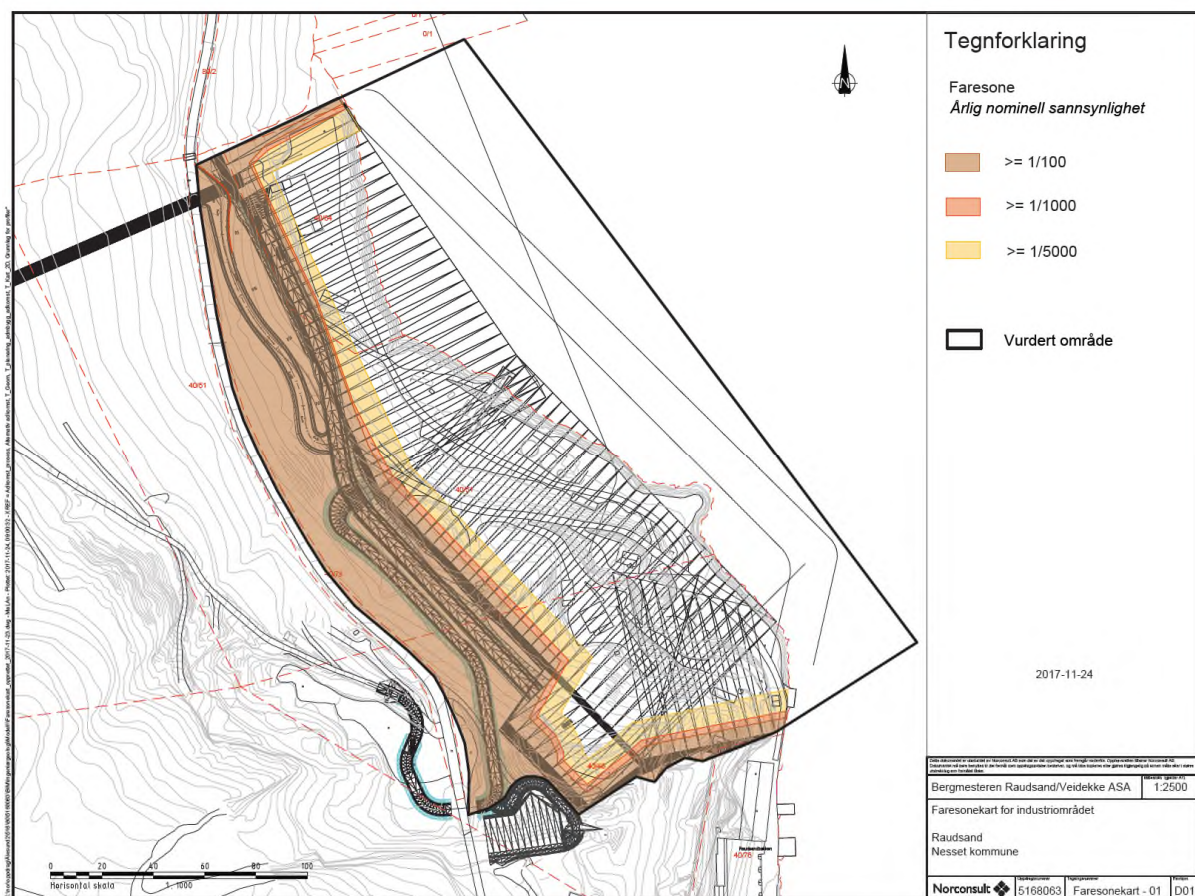
Det er imidlertid tillatt å utføre sikringstiltak for å øke sikkerheten mot skred for områder definert innenfor faresonegrenser for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 (uten storulykkeobjekt). Ved å utføre sikringstiltak kan areal frigis ved at disse faresonegrensene etter tiltak kan flyttes nærmere skjæring. Aktuelle sikringstiltak kan være rensk i terreng, fangnettgjerd, fanggrøft og/eller skredvoll.

Foreliggende tegninger og modeller er lagt til grunn for vurdering av skredfare. Dette betyr en skjæring bestående av flere smale hyller og avsatter og flatt terreng/fylling ut fra skjæringsfot. Smale hyller og avsatter kan fungere som sprettkanter for eventuelle steinsprang, og vil da bidra til å øke

utløpslengden. Det vil være en prosjekteringsteknisk problemstilling å optimalisere skjæringsutformingen for å redusere utløpslengden til eventuelle steinsprang. Simuleringer og tidligere erfaring viser at en glatt skjæringskontur, uten smale hyller og avsatser, vil redusere utløpslengden. Hvis det på grunn av bergmassekvalitet eller skjæringshøyde ikke lar seg gjøre å ta ut skjæringa i en høyde, anbefales det at skjæringa tas ut i to paller der en sørger for at flata mellom pallene er av tilstrekkelig bredde til at blokker vil kunne stoppe her. Nødvendig bredde vil avhenge av bergmassekvalitet og skjæringshøyde.

5.3.4 Konsekvenser ved avbøtende tiltak

Det vurderes å være fare for blokkutfall med utløp ned på området. Det er derfor nødvendig å tegne faresonegrenser som vil legge restriksjoner på plassering av storulykkevirksomhet. Dimensjonerende skredtype for området er vurdert å være steinsprang, og det er utløpslengde til denne skredtypen som ligger til grunn for tegning av faresonegrensene. Faresonegrensene svinger opp på plataået i sør og følger bakre skjæringsvegg. Faresonegrense for sikkerhetsklasse S3, med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet 1/5000, er vurdert å ligge med 30 m avstand til skjæringsfot (Figur 5-2). Dette er basert på en samlet vurdering ut ifra observasjoner i felt, skjæringshøyde og simuleringresultater. Storulykkevirksomhet må plasseres utenfor faresonegrense for sikkerhetsklasse S3. Dette vurderes å være tilfredsstillende sikkerhetsnivå for storulykkeobjekt, på bakgrunn av uttalelse fra NVE vedrørende gjeldende praksis for storulykkevirksomhet, i møte med deltakere fra Norconsult, Veidekke/Bergmesteren Raudsand og NVE 22.10.2017. I reguleringsplanen må det komme tydelig fram hvilke deler av området som vurderes å ha akseptabel risiko for skred i henhold til krav for storulykkeobjekt, slik at det er klart hvor de deler av tiltaket som omfattes av storulykkeforskriften kan etableres.



Figur 5-2 - Utsnitt av faresonekart for industriområde ved sjø.

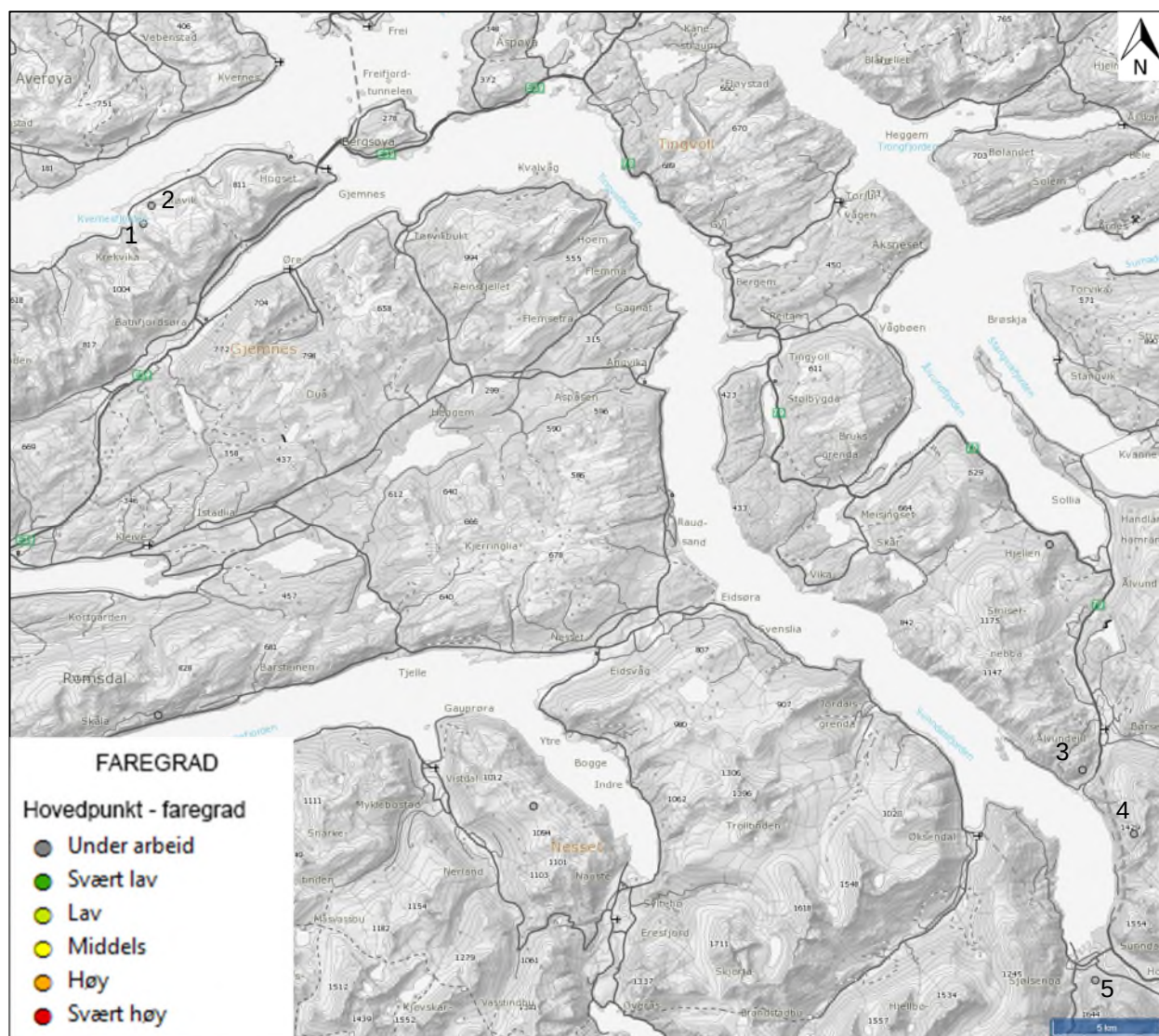
Skredfarevurderingen er utført med eksisterende planer for anlegget lagt til grunn. Store avvik fra eksisterende plan kan gi endringer i forutsetningene for denne vurderingen og endring i skredfare. Hvis det gjøres betydelige endringer i eksisterende planer for anlegg og terrengutforming, må det derfor vurderes å utføre en ny skredfarevurdering for området.

Det henvises til fagrapport vedrørende skredfare for fullstendig kart og mer utfyllende vurderinger (Norconsult, 2017).

5.3.5 Ustabile fjellparti – fare for påvirkning av fjellskred med påfølgende flodbølge

Virksomheten som planlegges ved Raudsand omfattes som nevnt av storulykkeforskriften og første ledd i byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred». Her er det presisert viktigheten av at storulykkeobjekt ikke plasseres i skredfarlig terreng, herunder gjelder sekundærvirkninger av skred, eksempelvis fjellskred med påfølgende flodbølge.

Det er detektert ustabile fjellparti i Tingvollfjorden, hvor Raudsand ligger (NGU, 2017). I den nasjonale databasen for ustabile fjellparti er disse kategorisert som 'under arbeid', som betyr at fare-, konsekvens- og risikoanalyse ikke er ferdigstilt og publisert (Figur 5-3). Dette skal etter planen ferdigstilles i løpet av 2017. Informasjon om objektenes foreløpige status og resultater er mottatt fra lag for geofarer og jordobservasjon ved Norges geologiske undersøkelse (NGU, 2017)



Figur 5-3 - Utsnitt av kart som viser ustabile fjellparti. De fem ustabile fjellpartiene i fjordsystemet hvor Raudsand ligger er alle i kategorien 'under arbeid' (grå farge). Objektene er nummerert, Fulånebbba er markert med nummer 4.

Det er opplyst at det finnes et ustabil fjellparti i fjordsystemet hvor Raudsand ligger (Fulånebbba) som ved en kollaps vil kunne nå fjorden og generere en flodbølge. Faregraden er foreløpig vurdert til lav, noe som tilsvarer en årlig nominell sannsynlighet for skred mindre enn 1/5000. I tillegg finnes det områder hvor mindre skred vil kunne føre til det samme. Oppskyllingshøydene er vurdert til henholdsvis <2 m og <1 m. Det er ikke utført detaljanalyser av flodbølger og oppskyllingshøyder i fjordsystemet, men erfaringer viser at de maksimale oppskyllingshøydene som NGU opererer med stemmer godt overens med maksimale oppskyllingshøyder fra slike detaljsimuleringer (NVE, 2017). Med dagens plan for industriområdet ved Raudsand lagt til grunn, vil ikke de estimerte oppskyllingshøydene utgjøre en fare for anlegget. Ettersom virksomheten er definert som storulykkeobjekt må det tas hensyn til forventet havnivåstigning og at en slik hendelse vil kunne sammenfalle med ekstremvær som gir stormflo. Forventet 1000-års stormflo, inkludert havnivåstigning og klimapåslag, er 2,6 m (Norconsult, 2017). En må da legge til grunn at oppskyllingshøyde ved en slik hendelse kan være opp til 4,6 m over dagens havnivå.

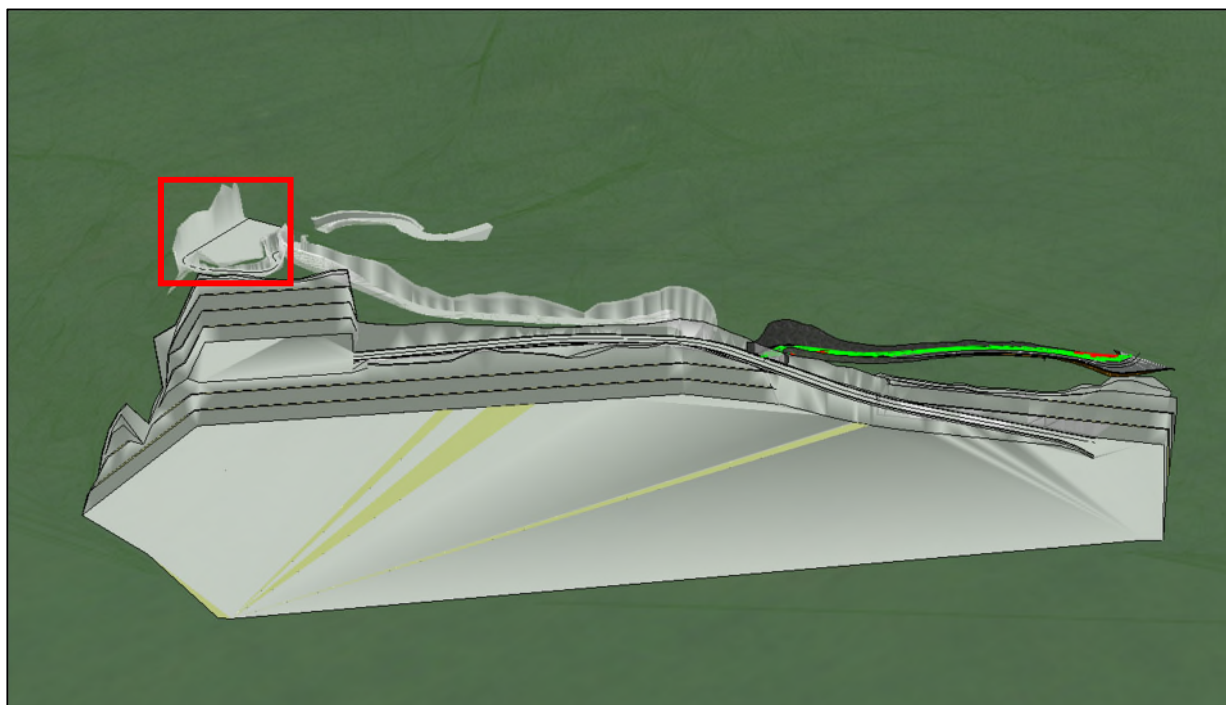
Ifølge foreliggende planer og tegninger skal anlegget ved Raudsand plasseres på kote +8. Basert på estimert oppskyllingshøyde for en eventuell fjellskredgenerert flodbølge ved Raudsand og anleggets planlagt plassering, vurderes industriområdet og ikke være utsatt for fjellskred eller sekundære virkninger av fjellskred.

Det henvises til fagrapport for skredfare for mer utfyllende informasjon om temaet (Norconsult, 2017).

5.4 Skredfare – tomt for planlagt administrasjonsbygg

5.4.1 Dagens situasjon

Det er utført en skredfarevurdering for området hvor nytt administrasjonsbygg planlegges, markert med rødt i Figur 5-4. Bygget planlegges ved nordre utløp av tunnelen på fylkesveg 666, like i overkant av skjæringstopp sør på industriområdet. Det planlagte bygget skal inneholde kontorlokaler, kantine, garderobefasiliteter og laboratorium. Forventet personopphold vil overstige 25 personer. I henhold til krav i Plan- og bygningsloven med tilhørende byggt teknisk forskrift (TEK17) utløser dette krav til sikkerhetsklasse S3, og største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred 1/5000.



Figur 5-4 - Utsnitt av 3D-modell over området etter planlagte endringer. Rød firkant markerer området hvor administrasjonsbygg planlegges plassert.

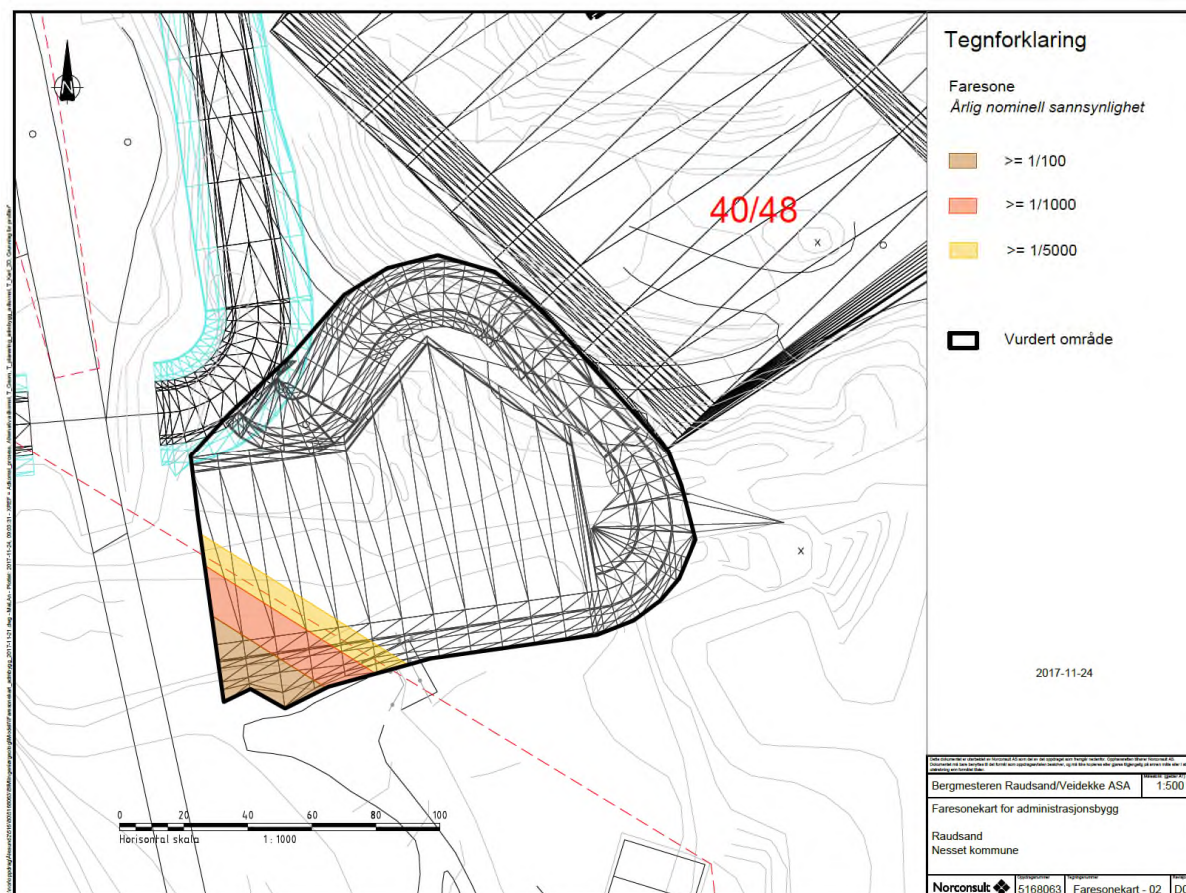
Området ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, definert av NVE og NGI sitt aktsomhetskart for snøskred og steinsprang (Figur 5-1). Det antas at sistnevnte er knyttet til fare for snøskred, basert på NVEs kart.

På bakgrunn av terreng og grunnforhold er tomte er vurdert å ha akseptabel sikkerhet mot snø- og sørpeskred og jord- og flomskred, i henhold til krav til sikkerhetsklasse S3.

Det finnes skrenter og lokale berghamre i området over tunnelen. Terrengformasjonene i området tilsier at eventuelle nedfall fra lia på oversiden av tunnel vil få utløp ut over tunnelpåhugg eller ned på motsatt side av terrengryggen. I overkant av planlagt bygg ligger en flate, hvor terrenget er ujevnt. Flaten vurderes å ville ha god fangevne og stoppe eventuelle nedfall med utløp i denne retningen. Faren for steinsprang med utløp ned på området, slik terrenget foreligger per dags dato, vurderes å være knyttet til to mulige løseområder. Skrenten rett i overkant av planlagt tomt, opp mot beskrevet flate, samt en ansamling av blokker sørvest for planlagt skjæring, i skråning opp mot tunnel.

5.4.2 Konsekvenser av tiltaket

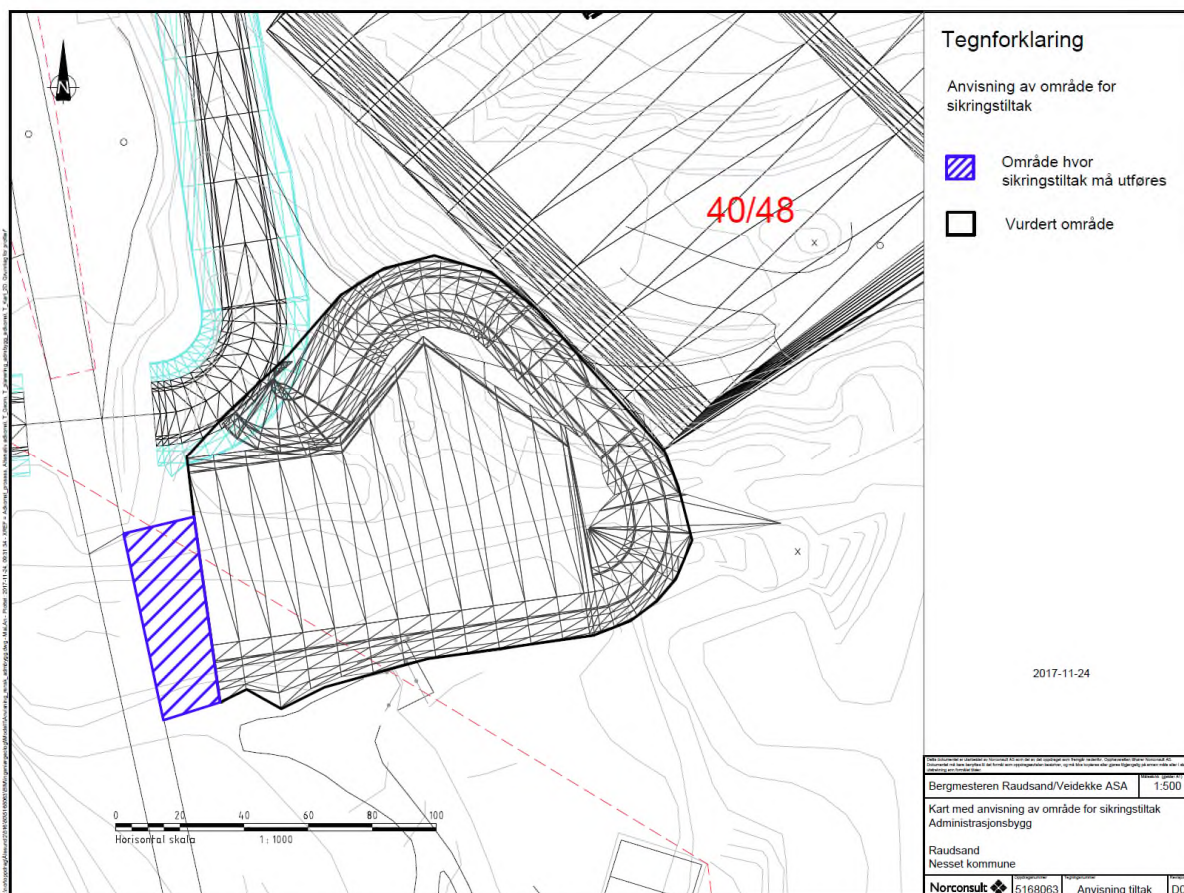
Utsprengning av tomt vil resultere i en omkring 20 m høy skjæring sør på tomta. Dette fører til at skrenten opp mot det flate partiet vil bli sprengt vekk. Naturlig terreng med tilhørende skredfare vil da elimineres, og det gjenstår kun ett potensielt løснеområde med fare for steinsprang med utløp ned på tomt. Partiet i skråning opp mot tunnel hvor det er observert en del blokker, blir ikke påvirket av etablering av tomt. Det vurderes derfor å være nødvendig å tegne faresonegrenser som legger restriksjoner på området sørvest på tomta. Det er tegnet faresonegrenser for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet på henholdsvis 1/100, 1/1000 og 1/5000 (Figur 5-5).



Figur 5-5 - Utsnitt som viser faresonekart for tomt for planlagt administrasjonsbygg.

5.4.3 Avbøtende tiltak

Ettersom det aktuelle bygget ikke er omfattet av storulykkeforskriften og første ledd i byggt teknisk forskrift (TEK17), er det tillatt å utføre sikringstiltak for å oppnå akseptabel risiko for skred. Det anbefales å utføre rensk, avgraving og eventuelt bergsikring av anvist område. Dette fører til at det potensielle løснеområdet fjernes, og at skredfaren fra gitt område elimineres. Utsnitt av kart hvor aktuelt område er vist, kan sees i Figur 5-6. Det henvises til temarapport for skredfare og vedlegg 4 for fullstendige kart og mer utfyllende vurderinger for området (Norconsult, 2017).



Figur 5-6 - Utsnitt av kart som gir anvisning av område hvor sikringstiltak bør utføres. Området er vist med blå skravur.

5.4.4 Konsekvenser ved avbøtende tiltak

Ved å utføre nevnte avbøtende tiltak vurderes det at det kan oppnås akseptabel risiko for skred for hele tomta i henhold til krav til sikkerhetsklasse S1, S2 og S3. Dette må vurderes av fagkyndig når arbeidet er utført

5.5 Etablering av deponi i tidligere dagbrudd

5.5.1 Dagens situasjon

Det skal etableres fire deponi (1-3 og 5) i tidligere dagbrudd fra gruvedriften ved Raudsand, der arbeidet i Deponi 1 i hovedsak omfatter lukking av eksisterende deponi. I den forbindelse ble det utført en befaring av dagbruddene for å vurdere dette tiltaket i forhold til fare for nedfall av blokker under arbeidet. Det er observert en del partier med småfallent og oppsprukket berg. Bergmassen vurderes å være av varierende kvalitet, men det er ikke gjort en detaljvurdering av bergveggene i deponiene, dette vil derfor være en generell vurdering.

5.5.2 Konsekvenser av tiltaket

Ved etablering av deponi i eksisterende dagbrudd må personell og utstyr tidvis oppholde seg nært eller under skjæringer i eksisterende dagbrudd. Det så ikke ut til å være utført rensk av skjæringer i forbindelse dagbruddsaktivitet. Høyden på skjæringene er enkelte steder relativt stor. Det er observert større avløste blokker i enkelte partier.

5.5.3 Avbøtende tiltak

For å redusere fare for nedfall og skade på personell og utstyr anbefales det å utføre rensk av skjæringer i dagbruddene før deponeringen settes i gang. Videre vil det være viktig å begrense oppholdstid nær og under skjæring ved god planlegging av arbeidet og ved å vise forsiktighet. Fortrinnsvis anbefales det å benytte utstyr som gjør at en kan unngå opphold under skjæring og å holde så god avstand til skjæringene som mulig.

5.5.4 Konsekvenser ved avbøtende tiltak

Ved å utføre rensk i forkant av deponering, planlegge arbeidet godt og å vise forsiktighet vurderes tiltaket som gjennomførbart med tanke på fare for blokkutfall.

6 Flomfare

Det er utført en vurdering av flomforholdene ved deponiområdet i Raudsand, i Nesset kommune. Deponiområdet går under storulykkeforskriften i TEK17, noe som innebærer at prosessanlegget må bygges utenfor flomutsatte områder, hvor det er tilnærmet null sannsynlighet for at det kan rammes av flom. I denne rapporten er det derfor gjort en vurdering i h.h.t. Sikkerhetsklasse 3 (1000-års returperiode), og eventuelle flomsoner for 1000-årsflom er synliggjort.

Det er tre hovedbekkeløp som ligger i nærheten til planområdet, i tillegg til at det finnes to bekkeløp som tar unna lokalt overvann og tilsig.

Resultatene viser at verken Rognbekken eller vannet fra Kleivdammen ventes å gi flomproblemer, da flommene herfra kan tas unna av det eksisterende flomavledningsanlegget.

Bekkeløpene fra Rognbekken eller vannet fra Kleivdammen som ligger på nedsiden av fv. 666 håndterer lokalt overflatevann og tilsig. Disse ligger altså nedenfor det etablerte avledningssystemet, og må tas inn i et nytt system for overvannshåndtering som må etableres i forbindelse med utbygging av deponiet.

Den delen av Rognbekken som ligger oppstrøms fv. 666, men som ikke er en del av Rognbakkens etablerte bekkeløp, håndterer kun lokalt overflatevann og tilsig. Denne bekken fanges opp av en veigrøft i fjell som går parallelt med veien fra nordenden av kanalen, og bort til Hålvåbekken.

Beregningene viser at Hålvåbekken, er den eneste av bekkene som gir flomvann i planområdet. Området som kan berøres, er den nordlige delen av planområdet. Hålvåbakkens vannføringskapasitet kan dog, med enkle tiltak, økes betraktelig i det partiet av bekken som i dag har for lav kapasitet til å forhindre at flomvannet renner ut av bekkeløpet.

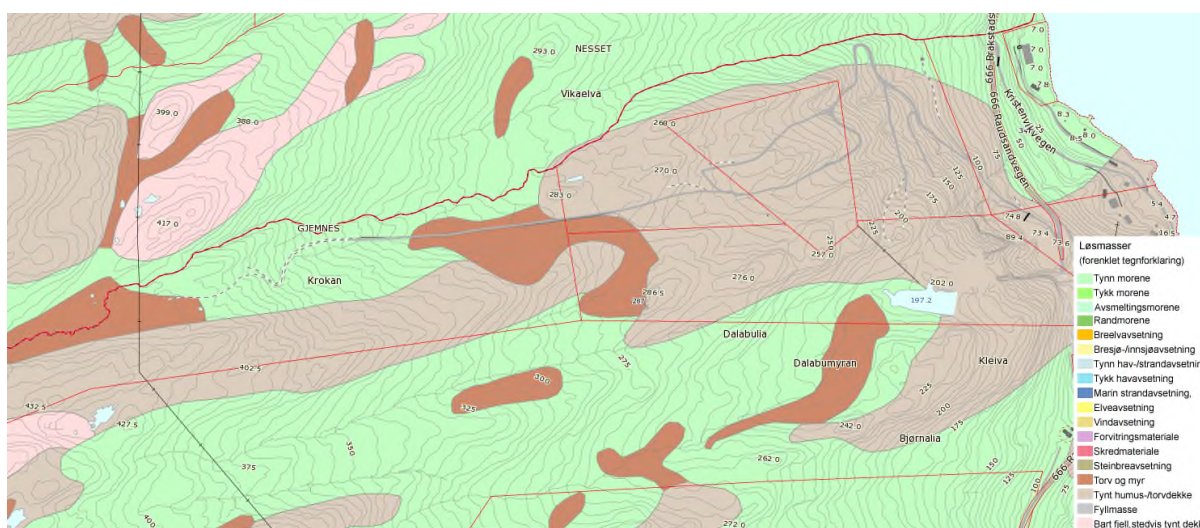
7 Stabilitetsvurderinger

7.1 Dagens situasjon

Deponi 1-3 og 5 skal etableres i tidligere dagbrudd der det er berg i dagen og eventuelt et tynt løsmasselag.

Deponi 4 er arealmessig det største deponiet og består av jomfruelige løsmasser. Det er flere rygger og enkeltpunkter med et tynt dekke av torv over antatt berg. Stedvis er det også berg i dagen. Mellom forhøyningene av berg er det bløt myr som ser ut til å være omsluttet av bergforhøyninger. Dybde til berg under myrforekomstene er ikke kjent, men antas å være relativt liten. Det er tidligere utført prøvegraving (Bergmesteren Raudsand AS, 2017) i området som viste et tynt lag av morene over berg. Det nevnes også i denne rapporten at det stedvis er et tynt myrlag over morenen.

Området er under marin grense, men det er ikke observert tegn til kvikkleire eller sprøbruddsmateriale i område.



Figur 7-1 - Løsmassekart fra NGU antyder hovedsakelig morene og brevavsetninger i området.

7.2 Konsekvenser av tiltaket

For deponiene som etableres i tidligere dagbrudd er det ingen geotekniske konsekvenser ved tiltaket.

Dersom Deponi 4 anlegges direkte på stedlige masser vil det oppstå setninger ettersom torv og myr har meget stort setningspotensiale. Størrelsen på setningene avhenger i stor grad av mektigheten på laget av torv og myr som ikke er kjent. Det er antatt løsmassene mellom bergryggene består av et tynt dekke av torv over morene. Gitt at forholdene er som antatt er stabiliteten ivaretatt.

7.3 Avbøtende tiltak

Deponi 1-3 og 5 etableres i tidligere dagbrudd og krever ikke tiltak med tanke på geoteknikk.

Det anbefales at det renses til berg ved Deponi 4 før deponiet etableres.

7.4 Usikkerhet

For Deponi 4 ble det ikke foretatt undersøkelser av annet enn toppdekket ved befaring. Det er derfor en viss usikkerhet rundt løsmassene under torvdekket.

8 Geoteknikk ved utfylling i sjø

I forbindelse med kaianlegg for mottak av farlig avfall planlegges det å etablere en fylling av sprengstein i sjøen ned til kote ca. -170.

Vurderingene baserer seg på rapport utarbeidet av Multiconsult (Multiconsult, 2017).

8.1 Dagens situasjon

Det er utført sjøbunnskartlegging og seismiske undersøkelser som primært danner grunnlaget for vurderingene og stabilitetsberegningene. I tillegg er det tatt opp prøver fra topplaget i forbindelse med miljøundersøkelser som viser svært bløte og humusholdige masser av sandig silt og siltig dy.

Seismiske undersøkelser er gjort i ett snitt som ligger parallelt og ett som ligger vinkelrett på fyllingsfronten. Resultatene fra seismikken antyder i hovedsak faste masser som er tolket som morenemateriale. I den sørlige delen av profilet parallelt med fyllingsfronten er det også oppdaget et lag med mektighet rundt 3-4 m der den seismiske bølgehastigheten er lavere. Dette antyder bløtere masser som kan tolkes som leire. Det foreligger ikke seismiske profiler perpendikulært på fyllingsfronten som kan vise om dette laget fortsetter mot dybden.

8.2 Konsekvenser av tiltaket

I beregningene er det bløte topplaget ikke hensyntatt ettersom det antas at det blir fortrent av fyllingen. Mektigheten av dette laget er viktig å kartlegge for å vurdere gyldigheten av denne forutsetningen. Det er nevnt at disse massene er forurensset som medfører at det må behandles i tråd med miljømessige krav. Dette kan medføre krav om at massene mudres bort.

Innledende beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet ved fyllingen der skråningsstabiliteten er vurdert. I det sørlige området der seismikken antyder bløte masser er det ikke utført stabilitetsberegninger. Det ventes at det vil bli utfordrende å påvise tilfredsstillende sikkerhet for fyllingen her. Det er sannsynlig at det vil kreves svært omfattende stabiliserende tiltak for å etablere fyllingen i det sørlige området.

Det ventes at setningene som oppstår i morenelaget blir små. Det bløte topplaget forutsettes at blir fortrent eller mudret bort, slik at det ikke bidrar til setninger. Leirlaget mot sør er ventelig mer utsatt for setninger og det kan også ta noe tid før disse setningene er unnagjort. Fylling av sprengstein bidrar erfaringsmessig med 1-2 % egensetning. For å fremskynde setningene anbefales det å dypkomprimere fyllingen i den grad det lar seg gjøre.

8.3 Avbøtende tiltak

Det er anbefalt å etablere fyllingen fra lekter opp til kote -4. Videre kan fyllingen legges fra land. For å sikre at fyllingen blir lagt ut som planlagt, bør det utarbeides en utfyllingsplan. I tillegg bør det utføres målinger av fyllingen underveis for å verifisere at den blir lagt ut i henhold til beskrivelsen.

Dersom det ikke kan påvises tilstrekkelig sikkerhet i området med antatte leirige masser, må det gjøres stabiliserende tiltak for å etablere fyllingen. Dette kan innebære å mudre bort bløte masser. Det er derimot snakk om relativt store vanddyp som gjør at dette kan bli en utfordrende og dyr problemstilling.

For å unngå at fyllingen eroderes, er det viktig at fyllingsfronten plastres.

8.4 Usikkerhet

Det er kun utført i seismiske undersøkelser i to snitt for et stort område og det kan ikke utelukkes variasjoner i forholdene utenfor profilene. Seismiske grunnundersøkelser anses vanligvis også som grove kartleggingsmetoder som for eksempel ikke vil avdekke et bløtt lag dersom dette er av begrenset mektighet. Et eventuelt bløtt lag vil derimot kunne ha stor betydning for stabilitetsberegningene.

De geotekniske parameterne er basert på erfaringsverdier for løsmasser som er tolket ved hjelp av seismikk. Dette betyr at det kan være usikkerheter rundt både lagdeling og valg av parametere som kan påvirke stabilitetsberegningene.

I neste prosjektfase må det utføres supplerende geotekniske grunnundersøkelser for å videre vurdere stabiliteten av fyllingen. Det er spesielt viktig å undersøke leirlaget som er antydnet sør på området. Her må det benyttes metoder som kan brukes til å fastsette geotekniske parametere for stabilitetsberegninger. Videre er det viktig at mektigheten av det bløte topplaget kartlegges.

Kilder

- Aarvold, V. (2017). *Fjellhaller på Raudsand. Notat om innfylling av stabilisert avfall samt ventilerings av hallene.*
- Bergmesteren Raudsand AS. (2017). *For-prosjekt for etablering og drift av deponiene nr 3, 4 og 5 på Raudsand.*
- Miljødirektoratet. (u.d.). *Naturbase.* (Miljødirektoratet) Hentet 02 07, 2017 fra <http://kart.naturbase.no/>
- Multiconsult. (2017). *Bergteknisk vurderinger av deponi.*
- Multiconsult. (2017). *Raudsand- Utfylling i sjø.*
- NGU. (2015). *Vurdering av geologiske forhold ved potensielle lokaliteter til deponi for uorganisk avfall. Rapport nr. 2015.055.*
- NGU. (2016). *Grunnundersøkelser ved Raudsand, Nesset kommune i Møre og Romsdal. Resultater fra helikoptermålinger og forslag til videre undersøkelser. Rapport nr. 2016.043.*
- NGU. (2016). *M554. Vurdering av geologiske forhold ved potensielle lokaliteter til deponi for uorganisk farlig avfall. Rapport nr. 2015.055.*
- NGU. (2017). *Grunnundersøkelser ved Raudsand, Nesset kommune, Møre og Romsdal. Tolkning av borehullslogging og vannanalyser. Rapport nr. 2017.024.* NGU.
- NGU. (2017). *Logging av fem borehull ved Raudsand, Nesset kommune, Møre og Romsdal. Rapport nr. 2017.020.* NGU.
- NGU. (2017). *NGU analyserapport 2017.0057.* NGU.
- NGU. (2017b, 09 19). *Ustabile fjellparti - nasjonal database for ustabile fjellparti.* Hentet fra http://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/
- NGU. (2017c, 09). *Ustabile fjellparti i Tingvollfjorden. Personlig kommunikasjon per epost med lag for geofarer og jordobservasjon v. Thierry Oppikofer.*
- NGU. (u.d.). *Løsmasser. Nasjonal løsmassedatabase.* (NGU) Hentet 02 07, 2017 fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NIBIO. (2017). *Raudsand gruver. Miljøovervåking av avrenning i 2016. Rapport nr 3(53)2017.*
- Norconsult. (2016). *M553, Utvalgte lokaliteters egnethet for mottak, behandling og deponering av uorganisk farlig avfall.* Miljødirektoratet.
- Norconsult. (2017). *Flomfarekartlegging - D01.* Norconsult.
- Norconsult. (2017). *Flomfarekartlegging - D01.* Norconsult.
- Norconsult. (2017). *Grunnvannsforhold Raudsand.*
- Norconsult. (2017). *Miljørisikovurdering Deponi 2 - Raudsand.* Bergmesteren Raudsand AS.
- Norconsult. (2017). *Skredfarevurdering - D01.*
- Norconsult. (2017). *Skredfarevurdering D01.*
- Norström, A., & Jacks, G. (1998). Concentration and fractionation of heavy metals in roadside soils receiving de-icing salts. *Science of the Total Environment*, 218, 161-174.
- NVE. (2017b, 09 15). *Håndtering av ustabile fjellparti i kategorien 'under arbeid'. Personlig kommunikasjon per epost med fjellskredseksjon v. Gudrun Dreiås Majala.*

NVE. (u.d.). *NVE Atlas*. (NVE) Hentet 02 06, 2017 fra <http://atlas.nve.no>

Olkiluto, Finland. (u.d.). Hentet 06 4, 2009 fra www.worldnuclear-news.org/WR-Approval_for_expanded_Olkiluoto_repository-0406098.html

Parr, S. I. (1986). *Rapport vedr. forberedelser til vurdering av mulig gjenopptakelse av gruvedrift u.j. ved Rødsand Gruber*.

Parr, S. I. (2003). *Tilstand og stabilitet av eksisterende gruvesystem. Drensmønster og avrenning fra eksisterende deponiplasser*.

Parr, S. I. (2017). *Raudsand, Nesset kommune - vurdering av stabilitet på byggegrunn Kristenvika*.

Parr, S. I. (2017b, 11 08). Opplysninger om gjenfylling av uttatte magasiner i barrierepillar. (V. Aarvol, Intervjuer)

Råheim, A. (2017). *Notat geo - tektoniske forhold i Raudsand området, Nesset kommune*.

Sandøy, G. (2012). *Back-analysis of the 1756 Tjellefonna rockslide, Langfjorden*. Norwegian University of Science and Technology, Department of Geology and Mineral Resources Engineering. Trondheim: NTNU.

Veidekke. (2017). *Notat om grunnvannstrømmer i og rundt fjellhaller som nyttes til deponiformål*.

Kilder for løsning

Løsningen som er utredet er basert på følgende kilder:

- Vurdering av geologiske forhold ved potensielle lokaliteter til deponi for uorganisk farlig avfall. (NGU, 2016)
- Grunnundersøkelser ved Raudsand, Nesset kommune, Møre og Romsdal. Resultater fra helikoptermålinger og forslag til videre undersøkelser (NGU, 2016)
- Logging av fem borehull ved Raudsand, Nesset kommune, Møre og Romsdal (NGU, 2017)
- Grunnundersøkelser ved Raudsand, Nesset kommune, Møre og Romsdal. Tolkning av borehullslogging og vannanalyser (NGU, 2017)
- Raudsand gruver - Miljøovervåking av avrenning i 2016 (Nibio, 2016)
- Grunnvannsforhold Raudsand (Norconsult, 2017)
- Mottaks- og behandlingsanlegg for uorganisk farlig avfall – delprosjekt prosess, grunnlag for konsekvensutredning (Sweco, 2017)
- Utslippsvann – input til spredningsanalyse (Sweco, 2017)
- Betraktninger rundt R-status for avfallsbehandlingsanlegg (Sweco, 2017)
- Miljøgeologiske grunnundersøkelser. Datarapport (Multiconsult 2017)
- Raudsand-Utfylling i sjø – stabilitetsvurderinger (Multiconsult, 2017)
- Bergteknisk vurderinger av deponi (Multiconsult, 2017)
- Rapport 17086:KU for utfylling i sjøen og kai, Raudsand - Refraksjonsseismiske undersøkelser (GeoPhysics, 2017)
- Inspeksjonsrapport Bergmesteren Raudsand (Abyss Subsea AS, 2017)
- Notat - GEOTEKTONISKE forhold i Raudsand området, Nesset kommune. (Arne Råheim, 2017)
- Nautisk vurdering av farled Grip-Raudsand (Kystverket Lostjenesten, 2017)
- Forprosjekt for etablering og drift av pukkverk på Raudsand (Veidekke, 2017)
- Notat - Historien knyttet til bergverksdriften på Raudsand og konsekvensene for fremtidig utnyttelse av gjenværende malmforekomster (BMR/Veidekke, 2017)

- Notat - Innfylling av stabilisert avfall i hallene, ventilering av hallene samt tiltak som vil bli iverksatt ved avslutning av anlegget. (Veidekke, 2017)
- Notat - Utslipp av hydrogengass fra heissjakt på Raudsand (Veidekke, 2017)
- Forprosjekt for etablering og drift av deponiene 3,4 og 5 på Raudsand (BMR, 2017)
- Transport ut og inn til Raudsand (BMR, 2017)
- Oppsummering av miljøforhold og risikoreduserende tiltak knyttet til drift av pukkverk (BMR, 2017)
- Rapport med vurdering om generell stabilitet av det gamle gruvesystemet på Raudsand inklusive spesiell vurdering av stabilitet av fjellet i forbindelse med planlagt etablering av prosess/industriområde nede ved sjøen. (BMR, 2017)
- Notat om grunnvannstrømmer i og rundt fjellhaller som nyttes til deponiformål (BMR, 2017)
- Fjellhaller på Raudsand. Notat om innfylling av stabilisert avfall samt ventilering av hallene. (BMR, 2017)
- Oversikt over estimerte arbeidsplasser (BMR, 2017)
- Screening Report – Evaluation of Best Available Techniques, 12.sept. 2017, Bergmesteren Raudsand AS).

- Leikanger, E. (2014): Estimert og malt sigevannsmengde fra nedbørsfelt som dreneres til gruvesystemet ved Raudsand gruver. Bioforsk notat 01.10.2014
- Leikanger, E og Roseth, R. (2015) Raudsand Gruver – Miljøovervåking av avrenning fra Raudsand gruver 2015. Bioforsk rapport 10 (58) 2015.
- Leikanger, E (2016) Raudsand Gruver – Miljøovervåking av avrenning fra Raudsand gruver 2016. Bioforsk vol:3 (53) 2017.

Andre kilder

- Tillatelse til virksomhet etter forurensingsloven for Aleris Aluminium Raudsand (Miljødirektoratet, 2013)
- Oversendelse av endret tillatelse Aleris Aluminium Raudsand (Miljødirektoratet, 2013)
- Planprogram for Bergmesteren Raudsand, (Angvik Prosjektering, 2016)
- Utvalgte lokaliteters egnethet for mottak, behandling og deponering av uorganisk farlig avfall (Miljødirektoratet, 2016)