

**NORDIC
MINING**

Avfallshandteringsplan

Engebø Rutile and Garnet

Document Type:	Public Document	Document Title:	Avfallshandteringsplan		
Creator:	SK	Approved:	MS	Date:	03.07.2022
	Project Reference/Number:	ENG-002-001-003	Document Number	Page	Pages
	Engebø Rutile and Garnet		ENG-002-001-003	0	70
				Revi.	A

1 Innhold

2 INTRODUKSJON	3
2.1 Bakgrunn	3
2.2 Formålet til avfallshandteringsplanen	3
2.3 Relevante standardar og lovverk	4
2.3.1 Forskrifter for gruveavfall	4
2.3.2 Krav sett i løyva.....	5
2.3.3 Styringsdokument	5
2.4 Rapportens struktur.....	6
3 BESKRIVING AV TILTAKET OG OMRÅDET RUNDT	7
3.1 Geografisk bakgrunn	7
3.1.1 Førdefjorden.....	9
3.2 Undersøking av førekomsten.....	9
3.3 Engebøprosjektet sin infrastruktur	10
3.4 Undersøking av grunnforhold og overdekke.....	13
4 AVFALLSGENERERING	15
4.1 Uttak av malm og gråberg	15
4.2 Mineralprosessering.....	17
4.3 Minimering av avfall frå gruveaktiviteten under drift.....	17
4.3.1 Avfallsreduserande tiltak	18
4.3.2 Tilbakefylling i dagbrot og bergrom.....	19
4.3.3 Bruk av gråberg/avgang til interne formål.....	19
4.3.4 Bruk av gråberg og avgang til eksterne formål	19
4.3.5 Eksterne initiativ for å utvikle bruksområde for restmassar.....	22
5 KARAKTERISERING AV AVFALL FRÅ DRIFTA.....	22
5.1 Geologisk bakgrunn	22
5.2 Beskriving av ulike avfallsstraumar	24
5.3 Geoteknisk karakterisering av avfallet	25
5.4 Geokjemisk karakterisering av avfallet	25
5.4.1 Geokjemisk karakterisering av Gråberg	26
5.4.2 MalmLAGER	28
5.4.3 Sediment i sedimentasjonsbassenget	29
5.4.4 Avgang frå prosessering av malm.....	30
5.5 Innhold av asbestos.....	33
5.6 Samandrag av beskriving av avfall.....	33

6 KLASIFISERING AV AVFALLSHÅNDTERINGSANLEGG.....	33
6.1 Klassifisering av områder for lagring av avfall.....	33
6.1.1 Definisjon av eit risikoanlegg (Kategori A avfallsanlegg).....	34
6.1.2 Vurdering av et risikoanlegg	34
7 DESIGN OG DRIFT AV GRUVEAVFALLSANLEGG.....	36
7.1 Gråbergsdeponi	36
7.1.1 Førebuing	36
7.1.2 Oppbygging av gråbergdeponiet og malmlager	38
7.1.3 Stabilitet i gråbergsdeponiet	41
7.1.4 Tilsig og vassbalanse	42
7.2 Sedimentasjonsbasseng	46
7.3 Sjødeponi	47
7.4 Prosedyrar for kontroll og driftsovervaking.....	49
8 AVSLUTNING OG REHABILITERING AV GRUVEAVFALLSANLEGG	50
8.1 Plan for avslutning og rehabilitering	50
8.1.1 Gråbergsdeponi	51
8.1.2 Sedimentasjonsbasseng	55
8.1.3 Sjødeponiet	55
9 TILTAK FOR Å UNNGÅ MILJØ- OG SAMFUNNSPÅVERKING	56
9.1 Vasskvalitet.....	56
9.1.1 Effektar knytt til gråbergsdeponi og tilhøyrande sedimentasjonsbasseng ..	56
9.1.2 Effektar knytt til sjødeponi.....	57
9.2 Luftkvalitet.....	59
9.2.1 Effektar frå gråbergsdeponi	59
9.2.2 Effektar frå sjødeponiet	59
9.3 Plan for naturmangfold.....	59
9.4 Samfunnskontakt og involvering.....	60
10 MILJØOVERVAKING.....	61
10.1 Overvaking i driftsfasen	61
10.2 Overvaking i anleggsfasen.....	63
10.3 Overvaking etter drift	67
11 GJENNOMGANG AV AVFALLSHÅNDTERINGSPLANEN	68
12 REFERANSER	69

2 INTRODUKSJON

2.1 Bakgrunn

Denne avfallshandteringsplanen er utvikla for Engebøprosjektet, av Nordic Rutile AS i samarbeid med SRK, UK. Den tekniske utforminga av gråbergsdeponi, geotekniske vurderingar og vassbalanse er utført i samarbeid med Asplan Viak. Planen er utvikla i tråd med krava i utsleppsløyvet i tillegg til beste tilgjengelege praksis (BAT) i høve EU. Nordic Rutile utviklar Engebøprosjektet med høge standardar for miljø og berekraft. Avfallshandteringsplanen er eit viktig ledd i dette arbeidet.

Engebøprosjektet er lokalisert i Sunnfjord Kommune i Vestland Fylke. Førekomsten ligg på nordsida av Førdefjorden, og det er kort veg frå førekomenst til Florø og Førde som er dei to største byane i området, begge med flyplass.

Førekomsten er kjent som ein titanressurs sidan midten av 1970-talet, og har vore under aktiv undersøking og utvikling sidan midten av 1990-talet. Nordic Rutile AS, eit heileigd datterselskap av Nordic Mining ASA, har eigm rettigheten til førekomenst sidan 2006, og har kontinuerleg jobba fram mot realisering av prosjektet.

Engebøprosjektet er eit prosjekt der malm og gråberg skal brytast for å mate eit prosessanlegg med 1,5 millionar tonn eklogittmalm per år, først i ope dagbrot og deretter i underjordsgruve. Malmen prosesserast for å produsere to mineralprodukt: rutil og granat. Rutil skal nyttast som råstoff til titanmetallindustrien samt til produksjon av fargepigment, medan granat skal brukast i industrielle skjæreprosessar. Titan står på EU si liste over kritiske råstoff med målsetning om å sikre tilgangen til EU/Europa.

Prosjektets levetid er, basert på målte og indikerte ressursar (i samsvar med JORC-klassifisering), berekna til 39 år. I denne perioden vil følgande avfallsanlegg for mineralsk avfall bli anlagt:

- Gråbergsdeponi for grovskote stein som skal lagrast i Engjabødalen på nordsida av førekomenst
- Avgangsdeponi for finmala avgang frå mineralprosesseringa som skal lagrast i eit fjorddeponi på om lag 300 meters djup ved prosessanlegget
- Sedimentasjonsbasseng for sediment frå avrenning frå 1) gråbergsdeponiet og 2) dagbrotet som lagrast i eit sedimentasjonsbasseng ved foten av gråbergsdeponiet.

2.2 Formålet til avfallshandteringsplanen

Formålet med avfallshandteringsplanen er å beskrive det mineralske avfallet frå drifta samt å beskrive korleis Nordic Rutile planlegg å minimere, anvende og handtere avfallet. Planen er fundamentert i EU sin retningslinje for beste tilgjengelege praksis (BAT) og basert på prinsippa for berekraftig utvikling.

Planen er forankra i Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskrifta) kapittel 17 – Handtering av mineralavfall frå mineralindustrien.

Avfallshandteringsplanen skal dekke følgjande punkt frå utsleppsløyvet (2021):

- Ei karakterisering av mineralavfallet
- Ei beskriving av effektar på miljøet og menneske si helse som følge av deponering av mineralavfallet
- Forslag til tiltak for å minimere miljøpåverkinga, inkludert tiltak for å førebygge svekking av vasskvaliteten og å hindre eller minimere luftforureining
- Beskriving av mogleg tilbakeføring av masser
- Beskriving av mogleg alternativ bruk av masser
- Forslag til plan for avslutting, inkludert rehabilitering av deponiområda
- Forslag til plan for etterdrift og framgangsmåtar for overvaking og kontroll etter avslutta drift

2.3 Relevante standardar og lovverk

Dei primære løyva som er gitt for prosjektet er presentert i Tabell 1. Nordic Rutile har alle dei behøvde løyva for Engebøprosjektet. Miljøomsyn og berekraft er viktige kriteria for myndighetene si behandling av reguleringsplan, utsleppsløyve og driftsløyve. Reguleringsplanen og utsleppsløyvet er basert på konsekvensutreilinga og det påfølgjande arbeidet som vart gjort fram mot godkjenning av utsleppsløyvet i 2016.

Tabell 1 - Primære løyver for Engebøprosjektet

Løyve	Ansvarleg forvaltar	Status
Reguleringsplan (Under plan- og Bygningsloven (2008))	Sunnfjord og Askvoll kommune	Endeleg godkjenning i 2015 med oppdatert detaljreguleringsplan godkjent i 2021.
Utsleppsløyve (Under forureiningslova (1981))	Miljødirektoratet	Tildelt i 2016, revidert utgåve godkjent 2021
Driftsløyve (Under Minerallova (2009))	Direktorat for Mineralforvaltning	Endeleg godkjent i 2022
Byggeløyve (Under Plan- og Bygningsloven (2008))	Sunnfjord Kommune	Løyve for grunnarbeid og riving av bygningar tildelt i 2022. Søknadar om oppføring av bygningar vil sendast inn i andre halvdel av 2022

2.3.1 Forskrifter for gruveavfall

Handtering av avfall frå gruveindustrien er regulert av forskrifta om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskrifta) kapittel 17 – Handtering av mineralavfall frå mineralindustrien) datert til 15. juni 2012.

Avfallsforskrifta er utforma for å forsikre at avfall blir handtert på ein trygg og kontrollert måte, slik at skader på miljø og menneske blir hindra eller redusert i så stor grad som mogleg. Avfallsforskrifta stiller krav til følgjande:

- Godkjenning av områder for deponering av avfall, inkludert ein avfallshandteringsplan samt ein finansiell sikkerhetsstilling for avslutting
- Oppbygging, drift og avslutting av deponia, samt detaljar om korleis hindre påverknad på vasskvalitet, luftkvalitet og grunnforholda.

- Plan for å hindre og å være førebudd på større ulykker/hendingar for avfallshandteringsanlegga

I tillegg inneholder avfallsforskrifta tre vedlegg for å 1) hindre større ulykker, 2) kriteria for karakterisering av mineralsk avfall og 3) kriteria for karakterisering av avfallshandteringsanlegg.

2.3.2 Krav sett i løyva

Utsleppsløyvet og reguleringsplanen inneholder beskrivinger av deponiområda og begrensingar som påverkar utforminga og drifta.

Gråbergsdeponiet er i utsleppsløyve klassifisert som klasse 3 deponi (landdeponi for inert avfall). Deponiet har eit maksimalt oppfyllingsvolum på 15 millionar m³ gråberg i samsvar med reguleringsplan. Gråberg definerast som stein som må takst ut under gruvedrifta for å komme til malmen. Deponiet skal være utforma og kontrollert på ein slik måte at forureining til luft, grunn, overflatevatn og grunnvatn blir redusert i så stor grad som mogleg.

I reguleringsplan er et område på 4,4km² i Førdefjorden regulert til sjødeponi. Sjødeponiet er godkjent for eit totalt volum på 250 millionar tonn avgang. Avgang definerast som restmassar som er igjen etter at mineralprodukta er utvinne ved prosessering. Ifølgje dagens driftsplan (basert på målte og indikerte ressursar) vil 39 år i drift generere i underkant av 50 millionar tonn avgang.

Utsleppsløyve setter grenser for mengde partiklar i vassøyla og sedimentering på botnen av fjorden med utgangspunkt i at det ikkje skal førekjemme effektar av deponiet utanfor det regulerte området. Deponiområdet skal overvakast kontinuerleg for å sikre at drifta er i samsvar med løyva. Type og mengde mineralsk avfall skal rapporterast til miljødirektoratet årleg (innan 1. mars).

Løyva dekkjer også avrenning i høve sedimentasjonsbassenget ved foten av gråbergsdeponiet. Avrenning frå gråbergsdeponiet og dagbrotet leiaast til sedimentasjonsbassenget kor reinsa vann vidare leiaast ned via grøft ut i fjorden.

Utsleppsløyvet inneholder også forventingar til å minimere behovet for deponering av avfall ved tilbakefylling og alternativ bruk av avgang og gråberg. Arbeidet med å finne alternativt bruk for å redusere deponeringsbehovet skal årleg rapporterast til Miljødirektoratet. For å møte forventningane til utsleppsløyvet i høve reduksjon i deponeringsbehov skal avfallshandteringsplanen også innehalde:

- Beskriving av mengder gråberg/avgang som kan tilbakeførast til holrom i fjellet
- Beskriving av korleis Nordic Rutile arbeider med å selje/anvende avgang og gråberg som råstoff til alternative formål/produkt, og korleis avgang og gråberg kan erstatte uttak av jomfruelege masser.

2.3.3 Styringsdokument

Styringsdokument for handtering av avfall frå gruveindustrien som også ligger til grunn for denne avfallshandteringsplanen er:

- Dokument for EU sin beste tilgjengelege praksis (BAT): *European Commission Reference Document on Best Available Techniques for*

Management of Waste from the Extractive Industries, in accordance with Directive 2006/21/EC 2018

- *Towards Sustainable Mining (TSM) protokoller for berekraftig mineralindustri.* Bransjeorganisasjonen Norsk Bergindustri jobbar med implementering av TSM i Norge. Nordic Rutile sikter mot en A-nivå for drifta på Engebø.

2.4 Rapportens struktur

Rapporten vil strukturerast på følgjande måte

- Kapittel 2: Introduksjon
- Kapittel 3: Beskriving av tiltaket og området rundt
- Kapittel 4: Generering og minimering av avfall
- Kapittel 5: Karakterisering av avfall
- Kapittel 6: Klassifisering av deponi
- Kapittel 7: Design og drift av deponi
- Kapittel 8: Avslutting og rehabilitering av gruveavfallsanlegga og overvaking
- Kapittel 9: Tiltak for å unngå miljø og samfunnspåverknad
- Kapittel 10: Overvaking av effektar på miljø og samfunn
- Kapittel 11: Vurdering i forhold til beste tilgjengelege praksis (BAT)
- Kapittel 12: Referanseliste

Kapittel 17-7 i avfallsforskrifta seier at ein avfallshandteringsplan minst må innehalde elementa beskrive i Tabell 2. Tabellen inneheld også krav frå utsleppsløyvet samt ei oversikt over i kva for kapittel i denne avfallshandteringsplanen dei ulike elementa beskrivast.

Tabell 2 - Innhold i ein avfallshandteringsplanen i følge Avfallsforskrifta (17-7)

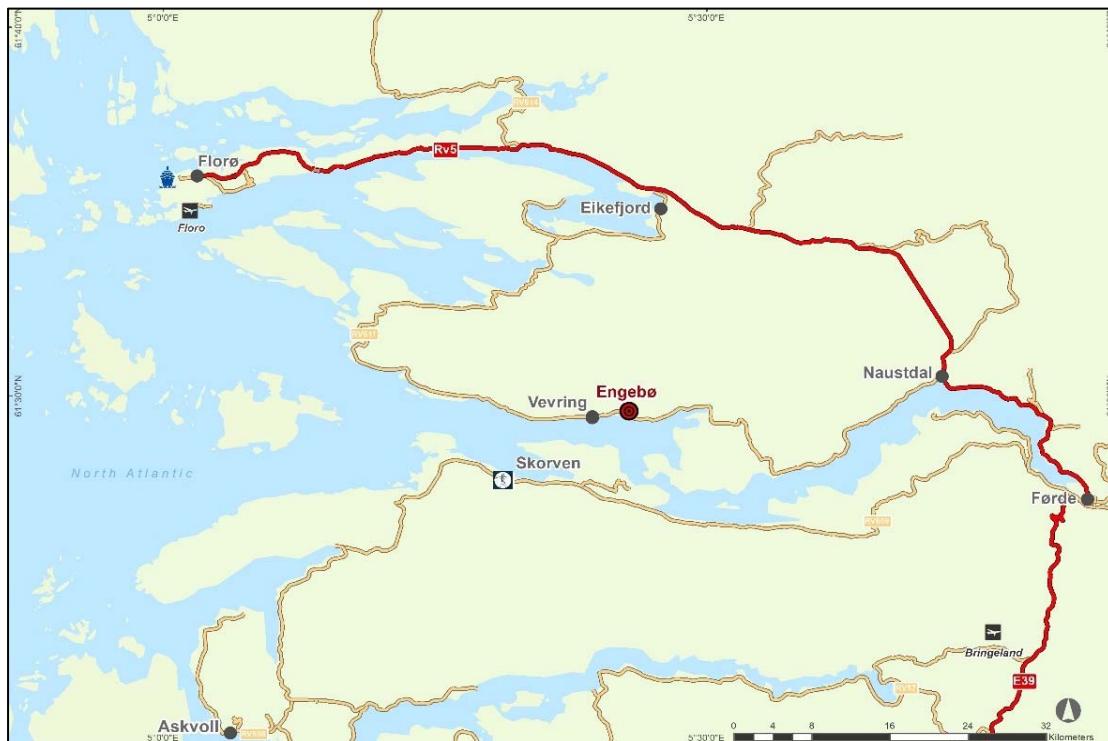
Informasjon kravd av kapittel 17-7	Informasjon kravd av utsleppsløyvet kapittel 9.2.1	Relevante kapittel i denne planen
17-7(a) Ei karakterisering av mineralavfallet ifølge vedlegg 2.	(a) Ei beskriving av mineralavfallet	Kapittel 4 og 5
17-7(b) Ei beskriving av korleis miljø og menneskes helse kan bli skada av deponeringa av mineralavfallet	(b) Ei beskriving av korleis miljø og menneskes helse kan bli skada av deponeringa av mineralavfallet	Kapittel 9
17-7(c) Forslag til tiltak for å minimere miljøpåverknaden, inkludert tiltak for å hindre forringing av vasskvalitet og hindre eller minimere forringing av luftkvalitet	(c) Forslag til tiltak for å minimere miljøpåverknaden, inkludert tiltak for å hindre forringing av vasskvalitet og hindre eller minimere forringing av luftkvalitet	Kapittel 9
17-7(d) Forslag til framgangsmåtar for overvaking og kontroll av deponia	N/A	Kapittel 10
17-7(e) Forslag til avslutningsplan inkludert rehabilitering	(f) forslag til plan for avslutning, herunder rehabilitering av deponiområda	Kapittel 8

Informasjon kravd av kapittel 17-7	Informasjon kravd av utsleppsløyvet kapittel 9.2.1	Relevante kapittel i denne planen
17-7(f) Dersom aktuelt, forslag til plan for etterdrift og forslag til framgangsmåtar for overvaking og kontroll etter avslutning	(g) Forslag til plan for etterdrift og forslag til framgangsmåtar for overvaking og kontroll etter avslutning	Kapittel 8 og 10
N/A	(d) Beskriving av moglegheitene for tilbakefylling av massar	Kapittel 4.3
N/A	(e) Beskriving av alternativ bruk av massar	Kapittel 4.3

3 BESKRIVING AV TILTAKET OG OMRÅDET RUNDT

3.1 Geografisk bakgrunn

Engebøprosjektet ligg lokalisert ved Vevring i Sunnfjord kommune på vestkysten av Noreg. Engebø (Figur 1) er det lokale namnet på eit landbruksområde under Engebøfjellet som inneheld eklogittførekomsten. Fjellet ligg parallelt med Førdefjorden og går frå havnivå opp til 335 meter.

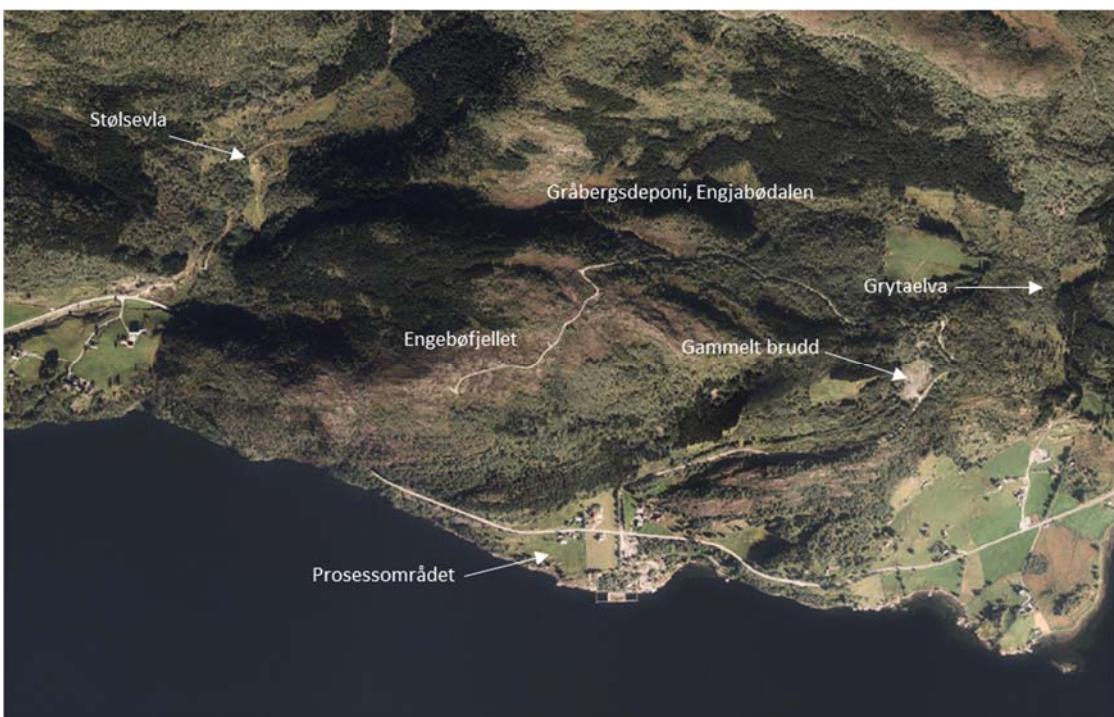


Figur 1 - Geografisk plassering av Engebøprosjektet

Klimaet på Engebø er typisk for vestlandet med lange relativt varme dagar om sumaren til korte, relativt kalde dagar på vinteren. Grunna nærliken til fjorden og kysten er det ikkje langvarig tele, og snøen ligg sjeldan meir enn eit par månadar. Årleg fell det om lag 2.000 mm nedbør over Engebø fordelt ut over alle fire årstider.

Figur 2 viser prosjektområdet på Engebø. Området ligg på nordsida av Førdefjorden mellom to små vassdrag, Stølselva i vest og Grytaelva i aust. Ein mindre sidebekk

til Grytaelva renn gjennom området regulert til gråbergsdeponi. Vasskvaliteten er generelt god, men grunna låg alkalinitet er det ikke føretrekte drikkevasskjelder. Det er ikke aktivt hobbyfiske i elvane, men begge elver fører aure og ål. Aurebestanden i Grytaelva vandrar ut i havet, og Grytaelva er difor klassifisert som regionalt gyteområde for aure.



Figur 2 Oversiktskart over prosjektområdet på Engebø

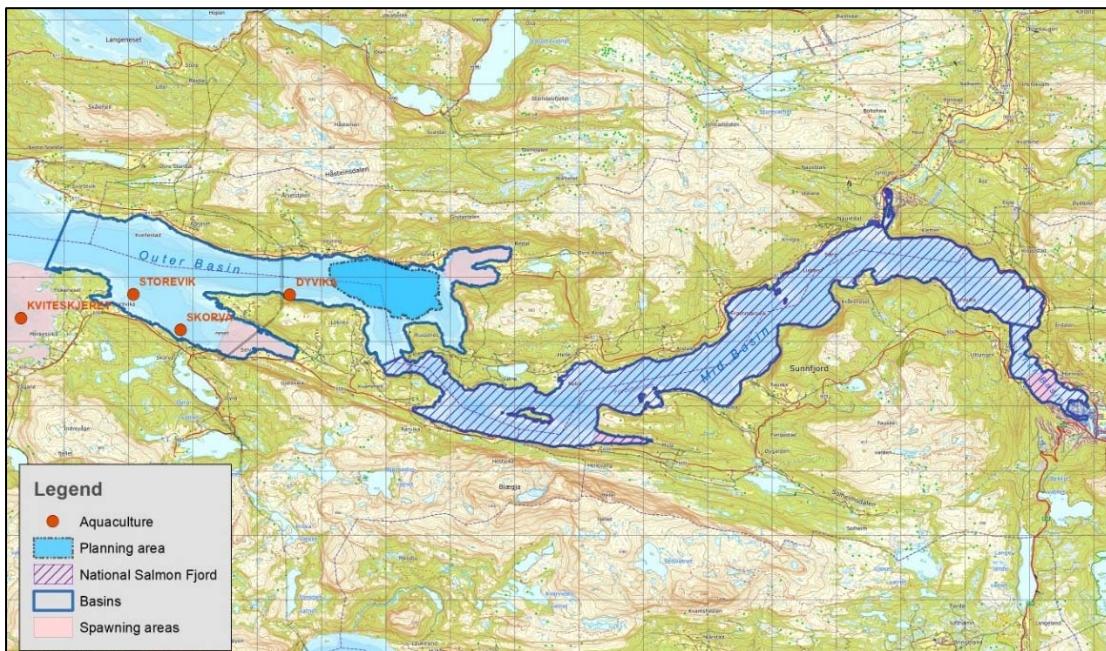
Toppen av Engebøfjellet, der malmuttaket vil føregå, er dominert av borealhei med hyppige blottingar av fjell (utgåande malm) og lyngvekst. Omliggande fjellsider er dekt av både naturleg og planta skog. På den sørlege sia av Engebøfjellet finns eit habitat av rik lauvskog. Her er det også dokumentert ein raudelista orkidé art. Prosessområdet, som er lokalisert ved foten av fjellet, er dominert av dyrka mark, primært brukt som beiteland og fôr for dyr.

Prosjektområdet ligg i ein relativt tynt busett del av Sunnfjord kommune. Området er dominert av spreidd gardsdrift, og tettstaden Veiring ligg om lag 2 kilometer lenger vest. I Veiring bur det om lag 300 personar, og det er ein skule, barnehage, ein butikk og ei kyrkje i tillegg til bustadhus. Naustdal sentrum ligg om lag 20 km aust for Engebø. Her bur om lag 2.000 personar, og i sentrum finn ein skule, butikk, kyrkje og bensinstasjon i tillegg til eit relativt tettbygd sentrumsområde. 30 km aust for Engebø ligg Førde som er administrasjonsenteret i Sunnfjord kommune og den største byen mellom Bergen og Ålesund.

Askvoll kommune ligg lokalisert på motsett side av Førdefjorden frå Engebø. Delar av området som er regulert til sjødeponi ligg innanfor kommunegrensa til Askvoll. Kommunen har om lag 3.000 innbyggjarar, og økonomien i kommunen er driven av mindre verksemder, fiske og landbruk

3.1.1 Førdefjorden

Førdefjorden er ein 40 kilometer lang fjord som er delt inn i tre delar; Indre, Midtre og Ytre Førdefjorden. Førdefjorden er delt inn av ein grunn terskel mellom den ytre og midtre delen (Figur 3). Fjordbassenget i den ytre delen har bratte sida og en tilnærma flat fjordbund på om lag 300 meter djup. Bunnen er karakterisert som eit sedimentasjonsmiljø med fleire millionar kubikkmeter med leire- og silthaldig sediment akkumulert frå omliggande landmassar sidan siste istid.



Figur 3 - Oversikt over Førdefjorden delt inn i ulike soner. Regulert område for sjødeponi er markert med mørkeblått i det ytre bassenget.

Den indre og midtre delen av fjorden er klassifisert som nasjonal laksefjord. Området regulert for sjødeponi ligger i den ytre del av Førdefjorden utanfor den nasjonale laksefjorden.

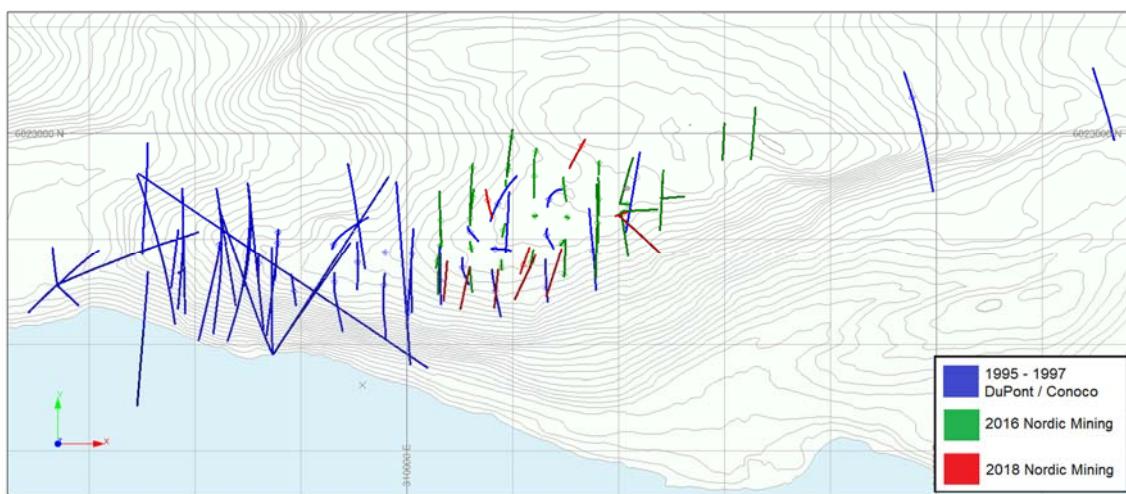
Sjødeponiet skal etablerast på fjordbotnen på om lag 300 meter like utafor prosessanlegget på Engebø og utanfor nasjonal laksefjord (Figur 3). Grunne tersklar rundt sjødeponiet dannar barrierar til omgjevnadane. Ein 50 meter grunn terskel mot sør avgrensar deponiområdet mot midtre del av fjorden, medan ein terskel på 25 meter dannar ei barriere mot Redalsvika mot øst som er kjent som gytefelt for torsk.

Habitatet på bunden i Førdefjorden er dominert av et blautbotnsdyr (benthos) med artar av djupvassfisk. Fleire lokalitetar for oppdrettsanlegg ligg vest for deponiet slik vist i Figur 3. Bestanden av laks som vandrar opp elver lenger inne i fjorden vil passere forbi prosjektområdet.

3.2 Undersøking av førekomsten

Engebøførekomsten har vore kjent som ein rutilressurs sidan midten av 1970-talet i høve med undersøkingar Elkem gjorde i området. I løpet av siste halvdel av 1990-talet tok DuPont/Conoco Phillips, som då eigde rettighetene til førekomsten, saman

med Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) om lag 15.000 meter borkjernar. Nordic Mining kjøpte i 2006 rettighetene til førekomsten frå DuPont/Conoco Phillips og har sidan utvikla førekomsten gjennom sitt heileigde datterselskap Nordic Rutile. Gjennom to boreprogram i høvesvis 2016 og 2018 tok Nordic Rutile ut om lag 8.000 meter borkjernar fokusert i området for dagbrotet, sentralt i førekomsten. Oversikt over kjerneboring utført i førekomsten er vist i Figur 4. Datagrunnlag og ressursestimat for førekomsten er utført i samsvar med JORC (2012) og Engebø-prosjektet er utvikla på DFS-nivå (i samsvar med JORC). I tillegg er overflatekartlegging med prøvetaking gjennomført av både NGU og av Nordic Rutile.



Figur 4 - Oversikt over kjerneboring utført i Engebøførekomsten.

Det er gjort omfattande prosesstestar med malm frå førekomsten for å maksimere uttak av høgverdige rutil og granat produkt.

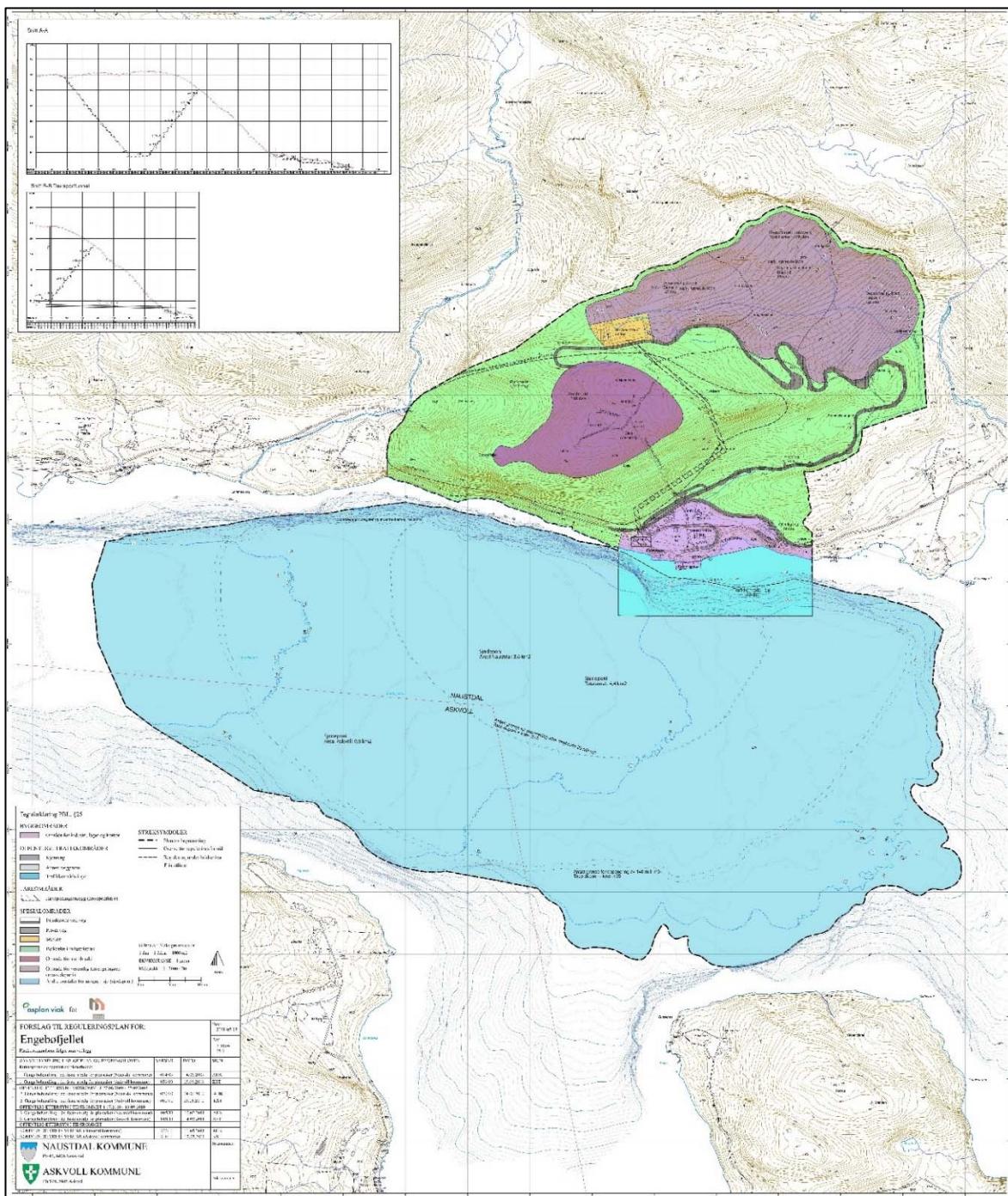
3.3 Engebøprosjektet sin infrastruktur

Prosjektet ligg innanfor området detaljregulert for mineraluttak og mineralprosessering på Engebø. Kart for reguleringsplan er vist i Figur 5 og kart for detaljregulering er vist i Figur 6.

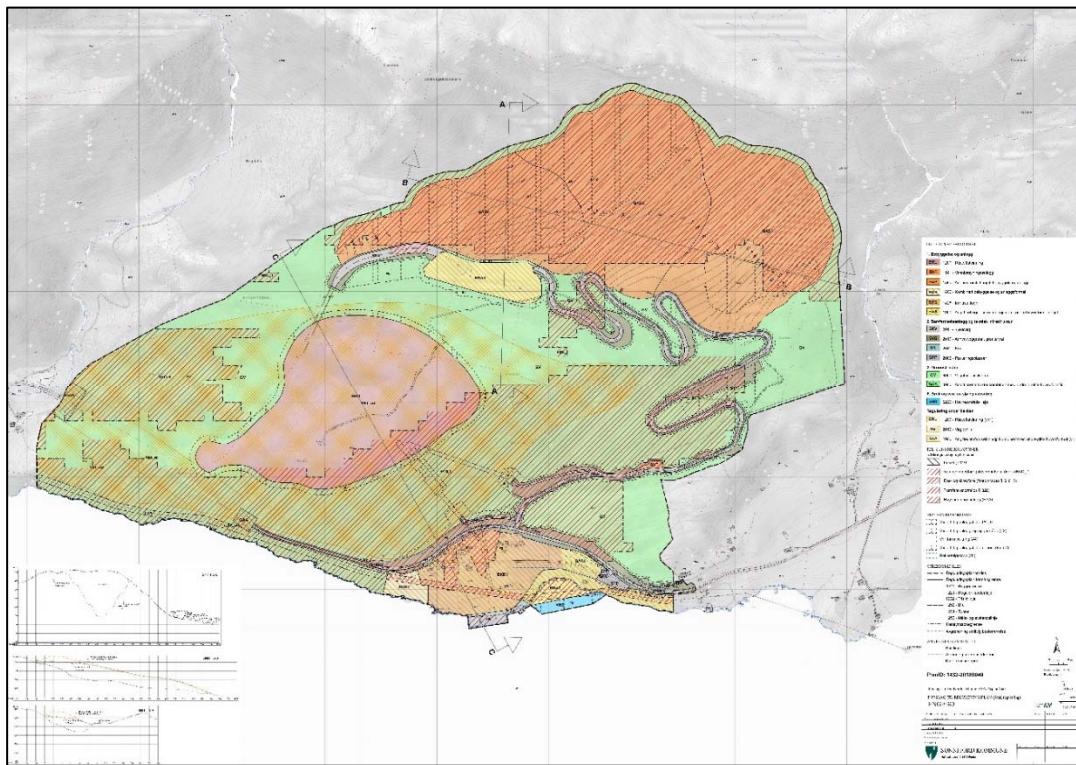
Infrastruktur som omfattar prosjektet er vist i Figur 7 og består, grovt sett, av to hovudområde

- Malmuttak (Ope dagbrot og underjordsgruve), service-område og gråbergsdeponi
- Prosesområde inkludert djupvasskai og fjorddeponi

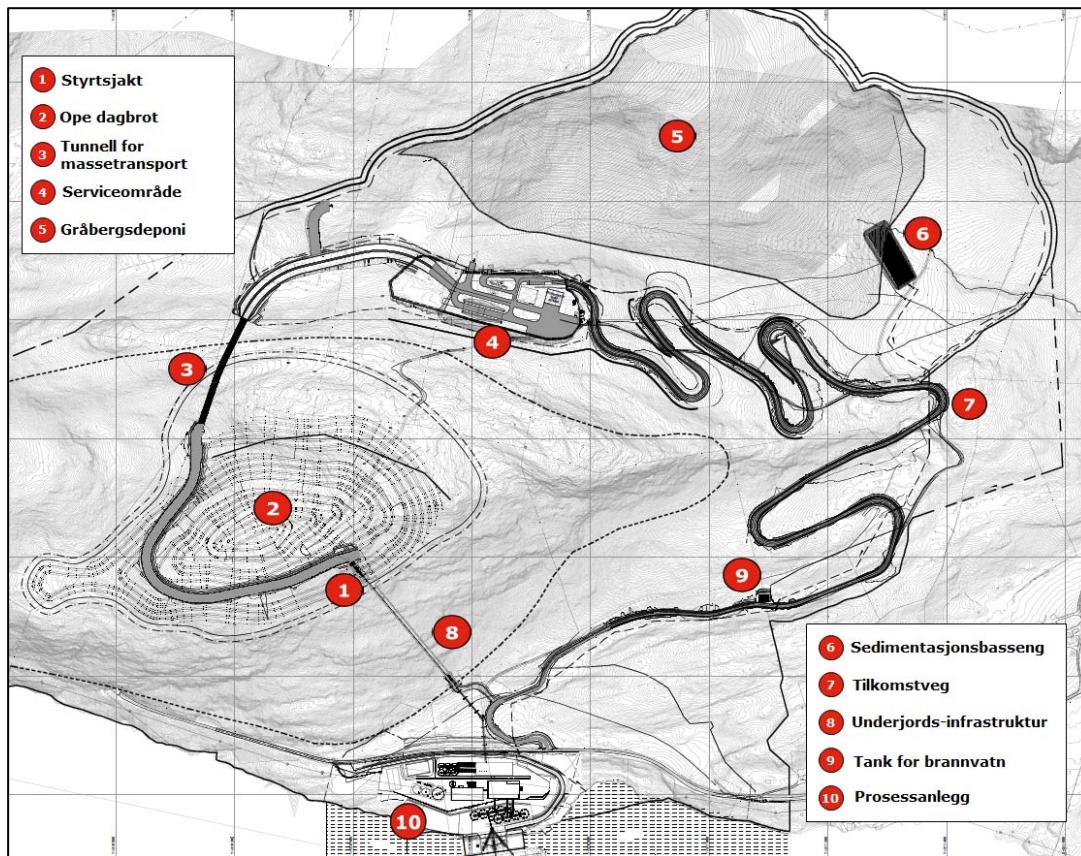
Ferskvatn for prosessanlegget vil dannast frå avsalting av sjøvatn pumpa opp frå om lag 50 meter djup utanfor prosessanlegget. Elektrisk straum vil takast frå eksisterande 22kV nett som i dag går gjennom prosjektorådet.



Figur 5 - Reguleringsplan for Engebøprosjektet



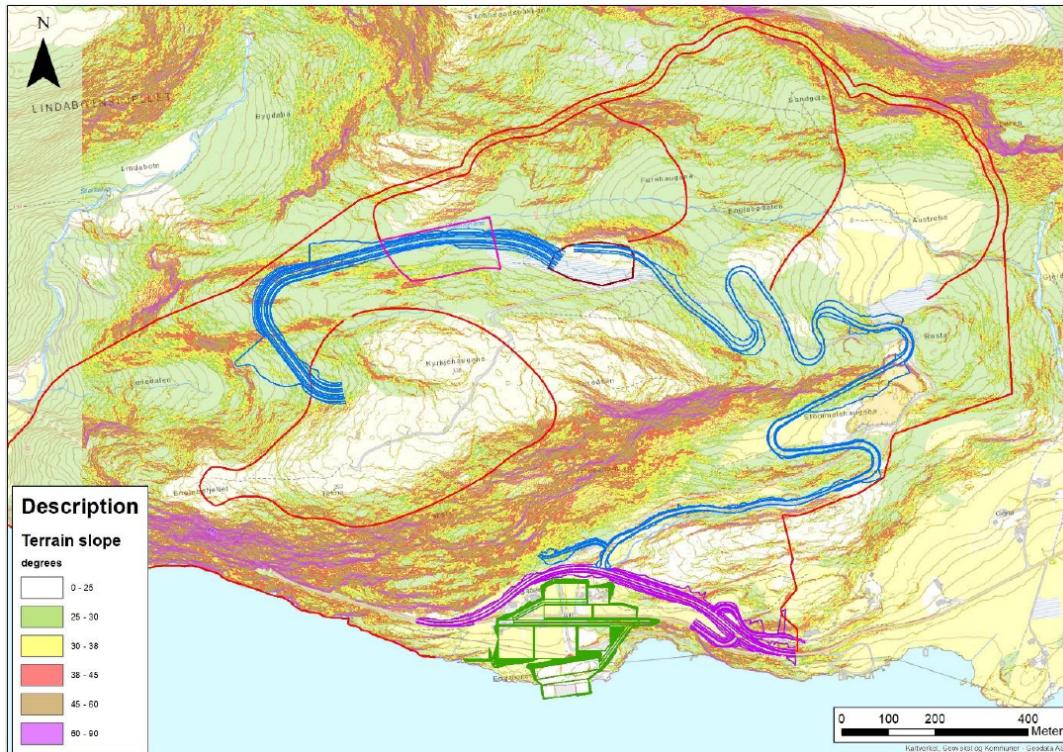
Figur 6 - Detaljreguleringsplan for Engebøprosjektet



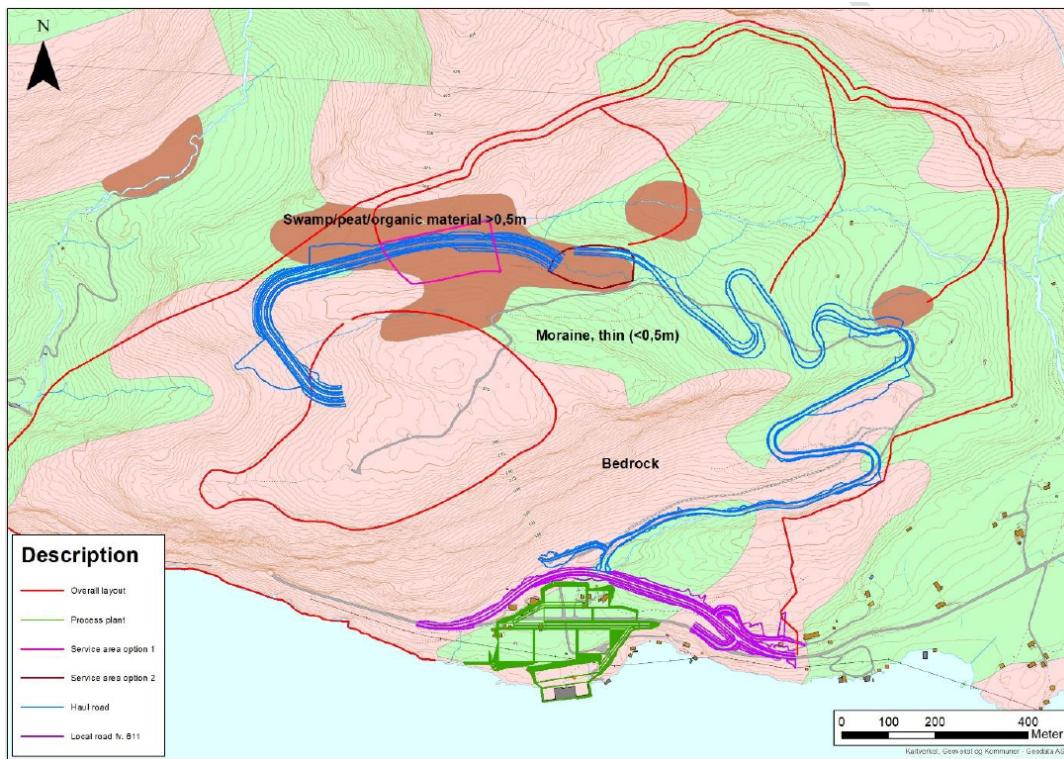
Figur 7 - Prosjektområdet for Engebøprosjektet

3.4 Undersøking av grunnforhold og overdekke

Undersøkingar av grunnforhold er utført av Asplan Viak (2018). Geomorfologisk er Engebø typisk for det vestnorske landskapet med bratte fjell, djupe fjordar og eksponert fjell (Figur 8). Engebøområde består hovudsakeleg av eksponerte blotningar eller tynt (<0,5 meter) morenelag samt mindre myrområde (Figur 9). I figurane under er prosjektområdet vist i områdegrenser (raudt), vegar (blått), prosessområde (grønt) og serviceområde (lilla).

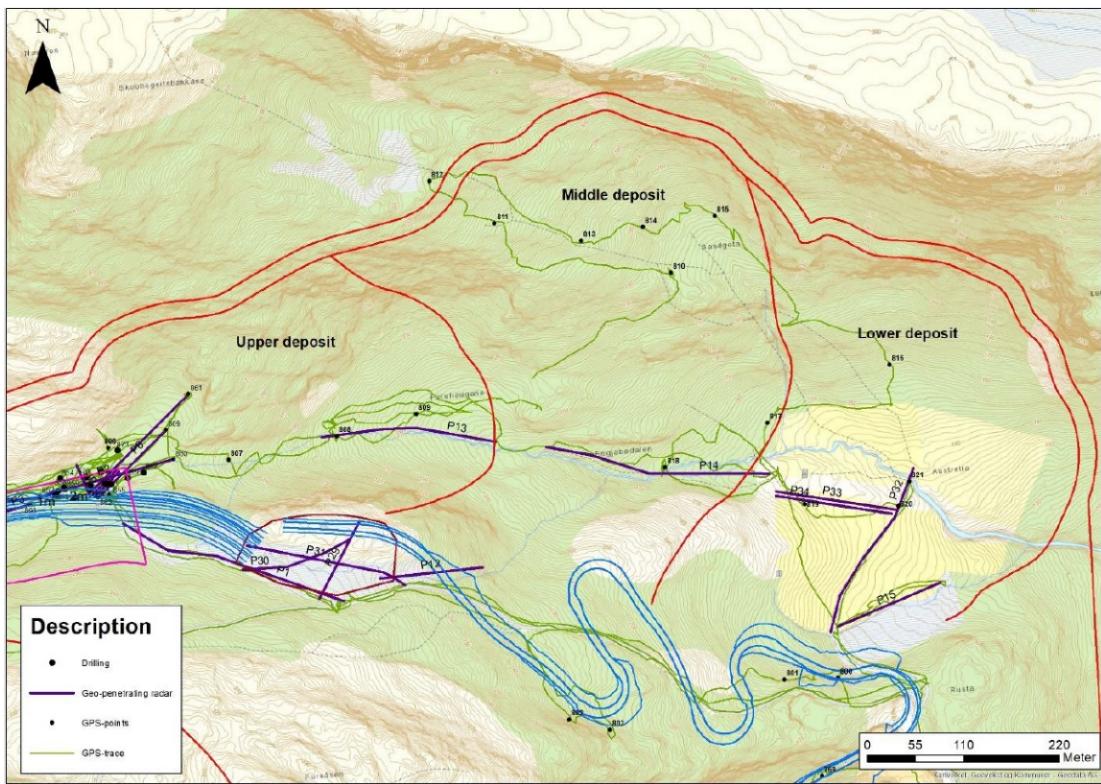


Figur 8 - Terregnkart over Engebøområde



Figur 9 - Lausmassekart over Engebøområde

Området for gråbergsdeponiet er delt inn i tre områder (øvre, midtre og nedre del, sjå Figur 10). Det er utført boring og undersøkingar med radar i dei ulike områda.



Figur 10 - Oversikt over inndeling av område for gråbergsdeponi

Øvre del

Mesteparten (om lag 75%) av det øvre området er dominert av bratt terreng med eksponert grunnfjell eller eit tynt morenelag. Det resterande området (om lag 25%) er flatare og består av eksponert grunnfjell (særleg i nord), nokon stader dekt av opp til 2 meter overdekke.

Midtre del

Dei bratte delane (om lag 75%) av består av vekslande soner med eksponert fjell og tynne lag morene/myrjord. Området der bekken renn er dekt av eit tynt lag (<2 meter) overdekke.

Nedre del

Dette området er flatare enn dei to områda over, og består av eit lite, brattare område i nord og eit større områder med dyra mark (beitemark). Basert på undersøkingar er tjuknaden på overdekket vurdert til om lag 5 meter (typisk frå 3 til 9 meter).

Total inneheldt gråbergsdeponiområdet mellom 70 og 80.000 m³ myr/jord som heilt eller delvis må gravast av og lagrast før arealet blir beslaglagt av gråbergsdeponiet. Dette volumet vil seinare kunne nyttast til revegetasjonsformål.

4 AVFALLSGENERERING

Prosjektområdet kan som vist i Figur 7 deles inn i ope dagbrot, underjordsgruve, serviceområde, gråbergsdeponi, midlertidige malmlager, sedimentasjonsbasseng, prosessområde og sjødeponi. Figur 12 viser eit flytskjema for drifta på Engebø og viser frå kva prosessar avfallsstraumar vart danna og kor dei skal deponerast. Volum og karakteristikk av avfallet finns i kapittel 5 og 6, og ei beskriving av deponia finns i kapittel 7.

I tillegg til prosessane vist Figur 12 i vil grunnarbeid i byggjefasen generere masser av ikkje-kontaminert jord og andre masser frå gravearbeid. Dei massane som ikkje kan brukast direkte skal lagrast i det gamle dagbrotet aust for Engebøfjellet og/eller i gråbergsdeponiet. Matjord skal lagrast til bruk for revegetasjon av dagbrot og gråbergsdeponi. Steinmassar vil nyttast som fyllmateriale til utbygging av infrastruktur i prosjektområdet inkludert tilkomstveg og serviceområde.

4.1 Uttak av malm og gråberg

Malmuttaket vil først gjerast ved dagbrot og deretter underjordsdrift. Dagbrotet vil generere 29,7 millionar tonn malm og 18,9 millionar tonn gråberg over ein periode på 15 år. Underjordsdrifta vil generere 27,3 millionar tonn malm og 0,78 millionar tonn gråberg over 18 års drift ved skivepallbryting. Gråberg frå dagbrotet og underjordsgruva vil transporterast til gråbergsdeponiet der det vil utplasserast som beskrive i kapittel 7. I tillegg til gråberg vil gråbergsdeponiet romme malm i eit mellomlager. Tabell 3 viser årleg generering av gråberg og malm som skal køyrast til gråbergsdeponiet.

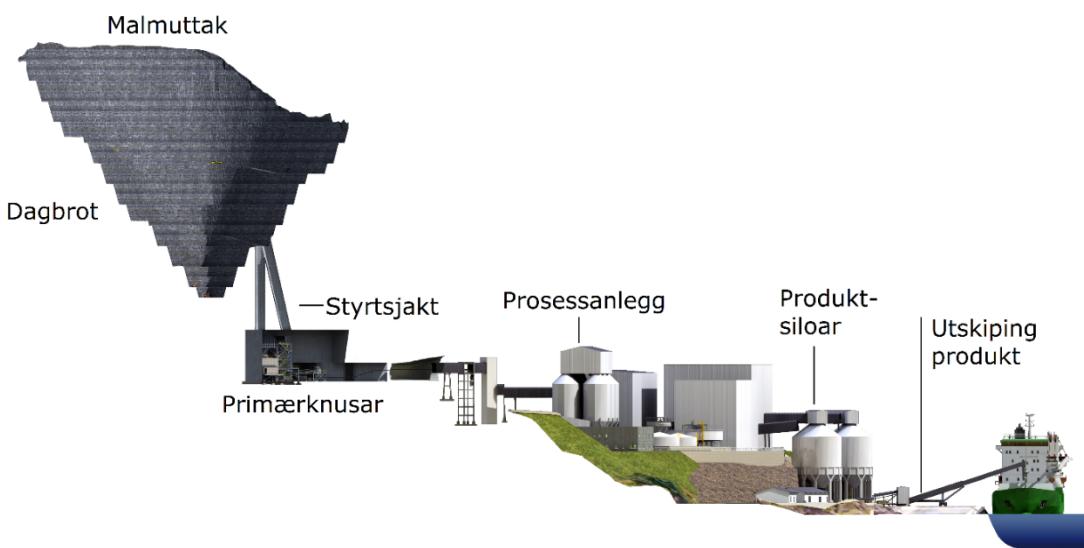
Optimaliseringar er gjort for både dagbrot og underjordsdrift for å maksimere malmuttaket og minimere uttaket av gråberg.

Tabell 3 - Årleg generering av gråberg og malm til mellomlager

År	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7
Malm til mellomlagring (t)	737 096	1 058 650	1 072 047	947 019	597 906	527 686	591 803
Gråberg (t)	1 885 917	1 047 671	506 681	181 900	2 359 268	1 112 973	1 325 322
Malm (m ³)*	346 212	497 245	503 537	444 812	280 835	247 853	277 968
Gråberg (m ³)*	885 810	492 088	237 987	85 438	1 108 141	522 760	622 500
Akkumulert malm (m³)	346 212	843 456	1 346 994	1 791 806	2 072 640	2 320 493	2 598 461
Akkumulert gråberg (m³)	885 810	1 377 897	1 615 884	1 701 322	2 809 463	3 332 223	3 954 723
År	År 8	År 9	År 10	År 11	År 12	År 13	År 14
Malm (t)	1 020 161	568 868	-	346 821	339 826	63 231	-
Gråberg (t)	1 129 084	638 064	167 321	117 820	4 036 912	3 807 922	570 793
Malm (m ³)*	479 167	267 196	-	162 901	159 615	29 699	-
Gråberg (m ³)*	530 327	299 697	78 590	55 340	1 896 125	1 788 569	268 100
Akkumulert malm (m³)	3 077 627	3 344 823	3 344 823	3 507 724	3 667 339	3 697 038	3 697 038
Akkumulert gråberg (m³)	4 485 050	4 784 747	4 863 337	4 918 677	6 814 802	8 603 371	8 871 471

* Basert på 3,3 tonn/m³ og ein svellefaktor på 1,55

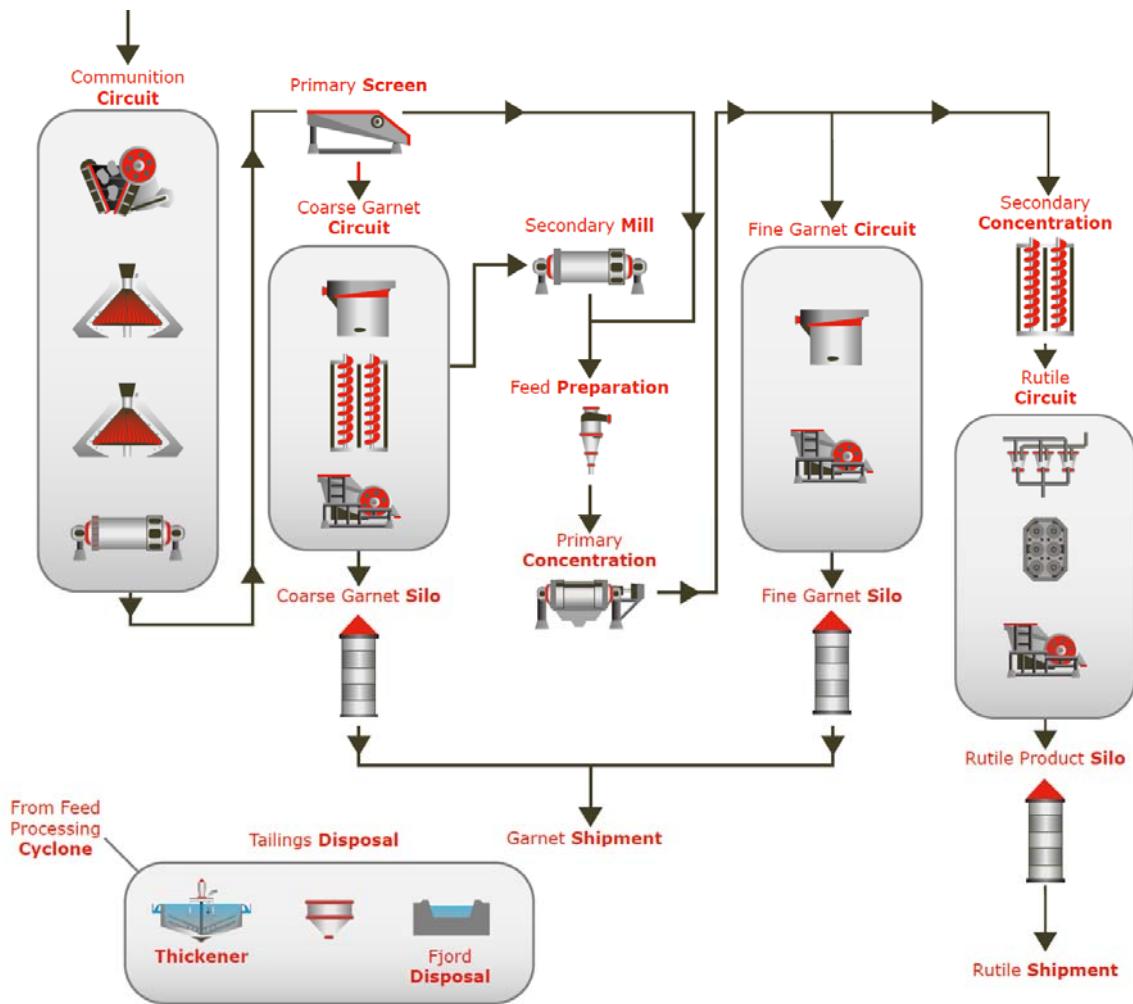
Malm frå dagbrotet vil bli tippa i ei vertikal styrtsjakt frå toppen av fjellet. Inne i fjellet vil malmen grovknusast før den transporterast på band ut til prosessanlegget på Engebø for videre nedknusing og prosessering (Sjå Figur 11).



Figur 11 - Skjematisk oversikt over operasjonen på Engebø

4.2 Mineralprosesserings

Eit forenkla flytskjema for prosessering av malm på Engebø er vist i Figur 12. Malmpågangen vart knust og mølla ned til ein pågang til prosessanlegget. Prosesseringa består av to hovuddelar, ein grov og ein fin krets. I den grove kretsen takast det ut eit grovt granatprodukt, medan det i en fine prosessen takast ut eit fint granatprodukt samt eit rutilprodukt. Det nyttast ei rekke separasjonsmetodar inkludert tyngdeseparasjon, magnetisk separasjon, flotasjon og elektrostatisk separasjon for å utvinne mineralane til ferdig produkt.



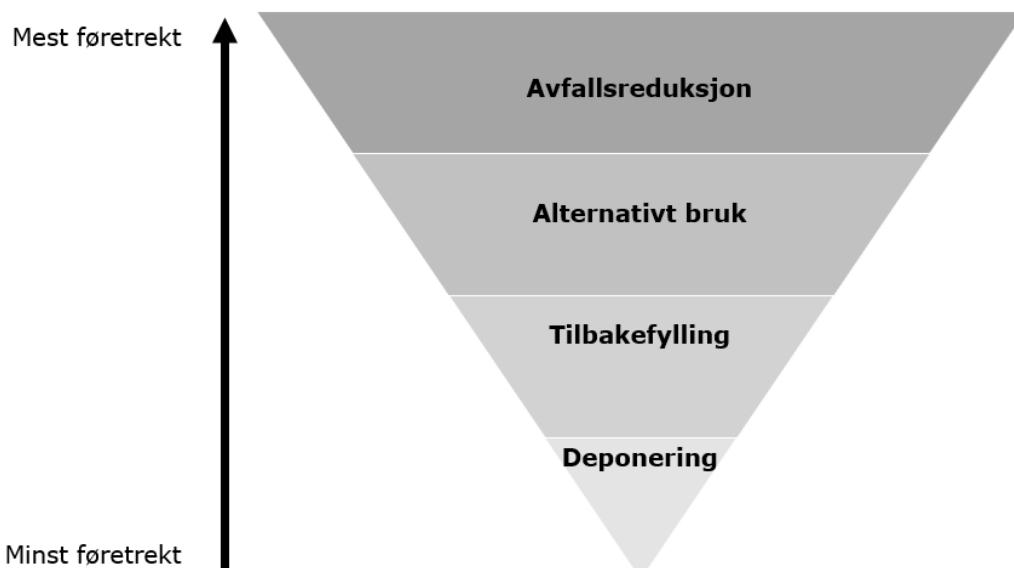
Figur 12 - Flytskjema for danning av avfall frå Engebøprosjektet

Det produserast restmassar frå 7 ulike prosessområder som til saman utgjer avgangen frå prosessen. Avgangen blandast i eit kammer og tilførast sjøvatn før det blir ført i rør ned til fjordbotn. Sjøvatn for innblanding med avgang blir henta frå om lag 100 meters djup i fjorden (Sjå kapittel 7.3).

4.3 Minimering av avfall frå gruveaktiviteten under drift

Nordic Rutile har en målsetning om å minimere behovet for deponering av restmassar gjennom fokus på tilbakefylling og alternativ bruk. Denne delen beskriver bedriftas arbeid for å oppnå disse målsetjingane.

Nordic Rutile sitt arbeid er fundamentert i hierarkiet for avfallsreduksjon for å identifisere praktisk og gjennomførbare løysningar for å redusere, gjenbruk og resirkulere gruveavfall (Figur 13). Som ein del av driftsorganisasjonen vil Nordic Rutile etablere eigne aktivitetar og dedikerte ressursar for å systematisk arbeide for å minimere avfall frå gruveaktiviteten under drift.



Figur 13 – Avfallshierarki for Engebø

4.3.1 Avfallsreduserande tiltak

For å minimere og redusere avfall har Nordic Rutile optimalisert malmuttaket for å få ut så mykje malm som mogleg og samtidig minimere uttaket av gråberg. Dette er gjort ved å gjennomføre geotekniske vurderinger, optimaliseringar av dagbrotsdesign og tilpassingar av gruveutstyr. Dette har gjennom utviklinga av prosjektet gitt eit betydeleg redusert volum av gråberg – frå 12 millionar kubikkmeter til om lag 8 millionar kubikkmeter over gruva si levetid (Tabell 3).

Nordic Rutile vil jobbe systematisk for å auke utvinninga av verdimineraler frå førekomensten som vil vere positivt både for framtidig sal og bidra til redusert mengde avgang.

Driftsløyvet stiller krav til høgast mogleg utnytting av ressursen inkludert gråberget. Design av gråbergsdeponiet sikrar moglegheit til utnytting av lågverdig malm og gråberg over tid og sikrar at steinen ikkje 'låsast' for bruk. Gråbergsdeponiet er designa slik at gråberget og malmen skal være enkelt tilgjengeleg under produksjonsfasa.

Etter å ha redusert det faktiske uttaket av avfall finnast det, ifølgje EU sin beste tilgjengelege praksis (BAT), tre hovudalternativ for å redusere den totale mengda avfall som må deponerast.

- Tilbakeføre avfall til holromma som er danna etter malmuttak

- Bruke avfall til interne formål (for eksempel byggjemateriale, bygging av ramper, bermar, vollar eller til rehabiliteringsmateriale for å dekkje til avfallsområder)
- Bruke avfall til eksterne formål (som byggemateriale for grunnarbeid eller til infrastruktur)
- Potensialet for gjenbruk av avfall vil avhenge av
 - Avfallets karakteristikk som for eksempel mineralogi, partikkelstorleik og kjemiske eigenskapar
 - Økonomiske aspekt, som for eksempel behovet i marknaden for denne typen materiale, kvar marknaden er, pris og transportkostnad

4.3.2 *Tilbakefylling i dagbrot og bergrom*

Det er ikkje mogleg å tilbakefylle masser i dagbrotet under drift sidan dette vil hindre drifta. Det er mogleg å redusere mengda avfall som blir lagra i deponiet, ved å tilbakefylle gråberg til dagbrotet etter avslutta produksjon. Dette vil være en kostbar aktivitet som også har et miljøavtrykk gjennom blant anna klimagassutslepp frå maskiner. Utnytting av gråberget til alternative formål vil være å føretrekke spesielt dersom det kan redusere behovet for uttak av jomfruelege masser andre steder.

I underjordsdrifta kan det være mogleg å bruke både gråberg og avgang til å tilbakefylle i gruverom, og potensielt også til å erstatte bergstøtter for auka malmuttak. Det er gjennomført ein konseptstudie av Axe Mining (2021) for tilbakefylling i underjordsdrifta som ein del av moglegheitsstudiane i 2021. Konseptstudiet identifiserte moglegheit for å bruke opp mot 500.000 tonn restmassar årleg som tilslagsmasse til strukturell betong for gjenfylling i gruva. Dette arbeidet vil bli vidare detaljert ut som del av driftsplanen for underjordsproduksjon.

4.3.3 *Bruk av gråberg/avgang til interne formål*

Gråberg og avgang kan brukast som fyllmassar ved eventuelle utbyggingsformål internt på prosjektområdet. Dette vil vurderast i kvart enkel tilfelle i produksjonsfasa. I anleggsfasen vil skoten stein frå grunnarbeid brukast til utbygging av infrastruktur i prosjektområdet.

4.3.4 *Bruk av gråberg og avgang til eksterne formål*

Nordic Rutile har gjennomført fleire undersøkingar av moglege bruksområda for restmassane er til ulike formål. Dette har inkludert vurdering av bruk til blant anna fyllmassar, dikeforsterkning, vegpukk, sement/tilslag, overdekksmassar for forureina sjøbotn og jordforbetring. Generelt er det en fordel for bruk at gråberg og avgang frå Engebø er inerte massar som ikkje kan lekke ut skadelege stoffar. I tillegg har massane eit lavt innhald av kvarts som er fordelaktig med omsyn til arbeidsmiljø ved handtering av massane.

Eit utval av moglegheiter er meir beskrive nedanfor:

- **Fyllmassar til bygg og anlegg**

Det er antatt at den mest nærliggande utnyttinga av restmassane er som fyllmassar i anleggsindustrien. Avgang og gråberg vil kunne ha bruk som

ulike typar fyllmasse. Typisk vil dette kunne være i private og offentlege anleggs- og bygg prosjekter. Type bruk og behov vil variere frå prosjekt til prosjekt nasjonalt og internasjonal. I forbindelse med utbygging av kraftproduksjon frå havindsanlegg kan det opne seg mogleheter for bruk av store mengder restmassar knytt til fundamentering og kunstige øyer.

Knust og sprengt stein kan også være aktuelt som bruk til ballastmateriale. Bruksområde kan vere til offshore-formål som ballast for røyreleidningar og andre installasjonar, fundamentering for vindmøller og bruer, og forsterking av demningar og diker. Bergartar med høg massetettleik, som eklogitten på Engebø (Typisk over 3.2 g/cm³), er ofte ynskt grunna eigenskapar knytt til høgt vekt-til-volum-forhold.

Avgang kan utnyttast til fyllmasse i forbindelse med utbygging landområde og til dikeforsterkning i til dømes i UK eller Nederland. Bygging og forsterking av dikar er nærmast eit kontinuerleg arbeid i Nederland og det brukast i dag store mengder lausmassar til dette formålet. Mykje av lausmassane mudrast opp frå marine nærområde. Dikane fungera i prinsipp som langstrakte demningar og må derfor tote trykkbelastningar frå vatnet utanfrå. Dikane byggast opp gjennom fleire ulike komponentar for å sikre stabilitet og tettheit. Ein av konsekvensane er at det leggast beslag på relativt store landområde i bakkant av dikane. Forsterking av dikane sin bakvegg med eigna massar kan være eit av fleire alternativ.

- **Vegformål**

Bruk til vegformål kan være et marknad for avhending av gråberg. Noreg eksportera store mengder pukk til Europa for vegprosjekt. Det stillast då strenge krav til massane sine eigenskapar. Gråberget har blitt testa for mekaniske eigenskapar. Foreløpige testar viser gode eigenskapar som vegpukk. Nordic Rutile vil undersøke mogleheitene for bruk av gråberg til pukkformål vidare fram mot driftsfasa.

- **Jordforbetring**

Eit mogleg bruksområde for avgang er som steinmjøl. Steinmjøl brukt til gjødsling og jordforbetring består normalt av uforvitra, næringsrike bergartar som har blitt knust til fint støv, der 80 % av partiklane er mindre enn 90 mikron. Tilgjengelegeita av næringsstoff i steinmel for plantar aukar betrakteleg jo mindre partiklane er. En stor del av det som i dag brukast som steinmel og som kjem frå grustak og gruver er ikkje rent steinmel etter definisjonen ovanfor, men inneholder mykje sand. Dette er også tilfellet for partikkelsamansetninga i Engebø avgangen. Eit omfattande utviklingsarbeid må gjennomførast for å undersøke om steinmel frå Engebø skal kunne bli etablert i ein større europeisk marknad.

- **Tilslag til betong**

Ein mogleg bruk av avgang og gråberg er som tilslag til betong. Det brukast i dag store mengder sand/grus og pukk til disse formåla. Avgang vil kunne

erstatte de fine fraksjonane som inngår i slike produkt. Mens gråberg potensielt kan inngå som grovt tilslag etter knusing. For å kvalifisere til betongformål må avgangen gjennomgå omfattande testar for å undersøke om tilslaget gir en tilstrekkeleg sterk og bestandig betong. Tilslaget må også gi eit akseptabelt sementforbruk og ikkje gje alkalireaksjonar som kan skade betongen. Nordic Rutile har i samarbeida med Høgskulen på Vestlandet testa avgang som tilslag til betong. Testane ga positive resultat ved bruk av avgang som erstatning for fint tilslag. Betongproduktet ga god fastheit og styrke. Nordic Rutile vil under drift sjå på moglegheiter for eit etablere eit større prosjekt for produksjon av betong i tilknyting til gruveanlegget. Betongen kan potensielt nyttast både til tilbakefylling i gruverom under jord og til eksterne formål. Meir testarbeid, samt forsking og utvikling må gjennomførast.

- **Tildekkingsmasse over tidlegare forureina sjøbotn**

Avgang frå Engebø er kvalifisert som eigna til tildekkingsmasse over forureina sjøbotn (Biologge 2010). I Noreg er det identifisert ca. 17 ulike hamnar der myndighetene vil iverksette tiltak for å forbetre miljøtilstanden på botn. Nordic Rutile vil söke samarbeide med myndighetane for å vurder om det kan være eigna prosjekt for bruk av restmineralene. Slik tildekking krevjar ofte relativt store mengder masse då tjuknaden på sjølve overdekkingslaget bør være opp til 0,5 meter for å hindre spreiling av dei forureina sedimenta under. Avgangsminerala har høg eigenvekt ($3,2 \text{ g/cm}^3$) samanlikna med mineral som kvarts og feltspat. Dette er ein fordel for å gi ein meir effektiv sedimentasjon og for materialets evne til å motsette seg erosjon og oppvirvling. Bruk for tildekking vil i kvart enkelt tilfelle måtte vurderast i forhold til kostnader for transport og eventuelt annet tilgjengeleg materiale lokalt.

Detaljreguleringsplan stiller krav til å stille sprengt gråberg disponibelt for Sunnfjord kommune der dei ynskjer å utnytte stein til lokale formål, inkludert:

- Utbygging av næringsområde for aktivitet knytt til mineralutvinning
- Utbygging av fritidsanlegg og infrastruktur i nærområdet som moloar og liknande

I samsvar med detaljreguleringsplanen er det tillat å sette opp eit knuseverk i området regulert for gråbergsdeponi. Ytterlegare investering vil vere nødvendig for å kunne levere større mengder massar til bruk, deriblant ein mobil knusar, transportband og tilrettelegging av kaiområde for skipslastar.

Grunna store volum som vil genererast frå drifta vil det være utfordrande å fortløpende avhende ein stor del av gråberget. Bruken kan vere kampanjedriven i høve større infrastrukturprosjekt. Gråberget må difor ligge tilgjengeleg når slike moglegheiter opnast.

Tekniske løysingar samt relevante marknader for sal av gråberg, hovudsakeleg eklogitt, vil undersøkast og utviklast i drift. Eit viktig kriterium for å kunne avhende større mengder er å ha materialet tilgjengeleg på kort varsel. Sidan massane er relativt tunge og har forventa lav verdi, vil transportkostnader være viktig for å

vurdere kor langt massane kan fraktast innanfor finansielt realistiske rammar. Her er plasseringa like ved fjorden og opent hav, ein fordel. Det kan likevel være utfordrande å konkurrere mot bedrifter som ligg nærmere sluttkunden. Bruk av massane må også veies opp mot miljøavtrykk knytt til klimagassutslepp frå transport. Nasjonale offentleg anskaffing vil kunne bidra til bruk av gråberg og restmineral gjennom krav om bruk av gjenbruk i store prosjekt.

4.3.5 *Eksterne initiativ for å utvikle bruksområde for restmassar*

Nordic Rutile jobbar aktivt for initiativ og deltaking i regionale og nasjonale prosjekter for å utvikle bruksområda for avgang og gråberg i nye og eksisterande verdikjedar. Eksisterande arbeid innebera:

- Opprette en lokal mineralinkubator: Nordic Rutile har gjennom utbyggingsavtale med Sunnfjord og Askvoll kommune, samt Vestland fylkeskommune bekrefta finansiell støtte og ressursar til ein inkubator som skal fokusera på bruk av restmineraler og teknologi for å auke/forbetre produksjon som fører til mindre avfall. Inkubatoren skal være etablert ved oppstart av produksjon.
- Delta i prosjekter i samarbeid med Norsk Bergindustri (NBI): Gjennom deltaking i deponikomiteen jobbar Nordic Rutile saman med andre medlemsbedrifter for å igangsette prosjekter for økt utnytting av restmasse. Saman med Norsk Bergindustri har Nordic Rutile tatt initiativ til etablering av et nasjonalt prosjekt for kartlegging og utvikling av bruksområda for restmasse.

5 KARAKTERISERING AV AVFALL FRÅ DRIFTA

Dette kapittelet svarer ut krav til karakterisering av avfall i samsvar med avfallsforskrifta kap. 17 vedlegg II. Ei oversikt over og generering av avfall frå uttak og mineralprosessering er gitt i kapittel 4.1 og 4.2. Karakterisering er basert på analyser og testar av gråberg, malm, avgang, materiale til mellomlager og sedimentasjonsbasseng. Alle geokjemiske analyser (tungmetallanalyser, Acid/Base-analyser og analyser av utlekking) er utført at ALS Minerals, Sverige, mellom 2017 og 2022 og alle asbest-analyser er utført av Sintef (2016 og 2021).

5.1 Geologisk bakgrunn

Engebøførekomsten (malmen) er ein av verdas rikaste førekommstar av rutil (TiO_2), i tillegg til å være unik for sitt svært høge innhald av almandin-type ($Fe_3Al_2Si_3O_{12}$) granat. Førekomsten er ei større eklogitt-linse danna ved høgtrykks regional metamorfose av ein proterozoisk gabbro anrika på ilmenitt ($FeTiO_3$). Den metamorfe hendinga som førte til eklogitt facies forhold var den Kaledonske fjellkjedefoldinga som kulminerte i tidsperioden devon, for om lag 400 millionar år sidan. Som eit av resultata frå dannninga og den geologiske utviklinga til førekommsten er innhaldet av tungmetall og radionuklider lågt i førekommsten, typisk på bakrunnnsnivå.

Malmen er ei linse på om lag $2,5 \times 0,5$ km som stryker aust-vest med eit subvertikalt fall mot nord. Den faktiske mektigheita til førekommsten er ikkje bekrefta ved boring, men høgverdig eklogittmalm er funne i overflata ved om lag 300 meter over havet

i aust, til borehol frå om lag 200 meter under havnivået. Gjennom kjerneboringar og ressursmodellering er Engebøførekomenst estimert til å innehalde om lag 390 millionar tonn (målte, indikerte og utleia ressursar) malm (>2% TiO₂) med gjennomsnittleg innhald av TiO₂ på 3,3% og 42% granat. Kjernevolumet av eklogitten er lite omvandla, og omvandlinga aukar typisk ut mot marginane av eklogittlinsa. Mot kontakta til den omliggande gneisen er omvandlinga total, og eklogitten er fullstendig amfibolittisert. Grunna sterke, regionale skjærkrefter under omvandlinga er kontakta mellom eklogitten og gneisen folda og er dominert av ei blandingssone av gneis og meir eller mindre omvandla eklogitt/amfibolitt. Eklogitt er ein bestandig bergart, og overflateforvitring eller anna omvandling er for alle praktiske formål ikkje-eksisterande.

Som eit verktøy for å sub-klassifisere eklogitten vart under nemnde eklogittklassar oppretta basert på innhaldet av TiO₂:

- Ferro-eklogitt: >3% TiO₂
- Trans-ekloitt: 2-3% TiO₂
- Leuco-eklogitt: <2% TiO₂

I dagens gruveplan vil grovt sett ferro-eklogitt prosesserast direkte, trans-eklogitt vil lagrast i eit mellomlager og leuco-eklogitten vil bli deponert på gråbergsdeponiet. I tillegg vil mindre mengder amfibolitt, gneis og alternerande (folda og blanda gneis og eklogitt/amfibolitt) bryast som gråberg. For ei oversikt over dei ulike litologiane, sjå Tabell 4.

Tabell 4 - oversikt over malm- og gråberglitologiane i Engebøfjellet

Litologi	Tyngde (g/cm ³)	Bergartsdannande mineralogi	Typisk kornstorlei k	Saman-setnin g	Danning	Malm/Gråberg
Ferro-eklogitt	3,5	Pyrokse, Granat, amfibol, rutil, kvarts og karbonat	<0,5 mm	Mafisk	Prograd metamorfose	Malm
Trans-eklogitt	3,4	Pyrokse, Granat, amfibol, rutil, kvarts og karbonat	<0,5 mm	Mafisk	Prograd metamorfose	Malm(lager)
Leuco-eklogitt	3,2	Pyrokse, Granat, amfibol, kvarts, glimmer, rutil og karbonat	<0,5 mm	Mafisk	Prograd metamorfose	Gråberg
Amfibolitt	3,2	Amfibol, glimmer, felspat og karbonat	<2 mm	Mafisk	Retrograd metamorfose	Gråberg
Alternerande	3,0	Pyrokse, kvarts, granat, glimmer og amfibol	<0,5 mm	Mafisk/ Felsisk	Blanding ved folding og skjær	Gråberg
Gneis	2,8	Kvarts, felspat og glimmer	<10 mm	Felsisk	Deformasjon/skjær under trykk	Gråberg

I ferro-eklogitt er granat typisk det andre mest førekommende mineralet (ca. 45 vekt%) medan rutil typisk er det fjerde mest førekommende mineralet (ca. 4 vekt%) i ferro-eklogitt. Basert på kjemiske analyser er det fastsett at meir enn 95% av all TiO₂ i malmtypene opptrer i form av rutil. I områder prega av meir omvandling er dette talet mindre, men dette utgjer ein liten andel av førekomensten. I desse områda førekjem ein større andel av TiO₂ i form av ilmenitt. Tabell 5 viser ei oversikt

over det gjennomsnittlige, kjemiske innhaldet (hovedelement) i dei ulike malm- og gråberglitologiane.

Tabell 5 - Oversikt gjennomsnittleg kjemisk innhald i malm- og gråberg

Litologi	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	TiO ₂	K ₂ O	SO ₃
Leuco-eklogitt	49	12	16	8	8	3	1	1	0,4
Trans-eklogitt	47	16	15	10	6	3	2	1	0,5
Ferro-eklogitt	45	18	14	10	6	2	4	0	0,5
Amfibolitt	50	11	10	10	11	2	1	1	0,4
Alternerande	56	9	15	6	6	3	1	1	0,3
Gneis	73	3	13	2	1	2	0	3	0,0

Strukturgeologisk er Engebøførekomsten dominert av eklogitt-facies foldar, skjærsoner og foliasjon. Mekanismane bak deformasjonen er tolka til å ha vore topp-til-venstre aust-vest skjærbevegelse kombinert med nord-sør-kompresjon.

5.2 Beskriving av ulike avfallsstraumar

Dei ulike avfallstraumane kan klassifiserast i tråd med den europeiske avfallslista (EAL) som vist i Tabell 6. Gråberg, malmlager og sediment i sedimentasjonsbassenget klassifiserast som avfall frå utvinning av metallholdige mineral, kode 01 01 01. Avgangen består av fleire avgangsstraumar slik vist i Tabell 6. Den totale avgangen er klassifisert som avfall frå fysisk og kjemisk bearbeiding av metallholdige mineral, kode 01 03 05.

Tabell 6 - Avfallstype, mengde og EU sin avfallskode for Engebøprosjektet

Avfall	Gjennomsnittleg årlig mengde (Mtpa)	Mengde over levetid (Mt)	EU avfallskode sin	Deponi
Avfallsstraum				
Gråberg	0,9	18,9	01 01 01	Gråbergsdeponi
Malmlager	0,6	9,6	01 01 01	Gråbergsdeponi
Avgang (totalt)	1,30	51,4	01 03 05	Sjødeponi
Avgangstraumar				
• Våt avgang frå Fin granat*	0,49	17,8	N/A	Sjødeponi
• Våt avgang frå rutilkrets*	0,47	16,8	N/A	Sjødeponi
• Tørr avgang frå rutilkrets*	0,14	5,1	N/A	Sjødeponi
• Våt avgang frå grov granat*	0,08	2,8	N/A	Sjødeponi
• Tørr avgang frå fin granat*	0,05	1,9	N/A	Sjødeponi
• Avgang frå førebuing av pågang til prosessanlegg*	0,08	2,8	N/A	Sjødeponi
• Pyrittavgang	0,01	0,5	N/A	Sjødeponi
Avsette sediment i sedimentasjonsbasseng		TBC	01 01 01	Sedimentasjons- basseng

5.3 Geoteknisk karakterisering av avfallet

Det er gjort testar og simuleringer av kornkurver og eigenskapar ved utsprengt malm og gråberg. Nordic Rutile har målt bulkettleik for avgang og berekna porøsitet og komprimeringsgrad. Eit samandrag av geotekniske eigenskapar for materialet er vist i Tabell 7.

Tabell 7 - Oversikt over geotekniske eigenskapar for dei ulike avfallstypane frå Engebøprosjektet

Eigenskap	Gråberg	Malmlage r	Sediment i sedimentasjonsbasse ng	Avgang frå prosessanleg g	Eining g
Partikkeltettleik	3,2	3,4	3,3	3,3	t/m ³
Bulkettleik	2,0	2,2	2,1	2,1	t/m ³
D50	200 mm	210 mm	60 µm*	95	mm/µm
D80	345 mm	355 mm	85 µm*	155	mm/µm
Porøsitet	35	35	39	36	%
Hardheit (teoretisk)	6,5	6,5	6,5	6,5	Mohs
Vass- innhald	N/A	N/A	39	30**	Vektprosent
Intern, effektiv friksjonsvinkel	45-50	45-50	45-55	40-45	grader
Komprimeringsgrad	20-25	20-25	20-25	20-25	%

* Berekna

** Før tilsetting av sjøvatn

5.4 Geokjemisk karakterisering av avfallet

Basert på en geokjemisk karakterisering kan avfall klassifiserast som inert, ikkje-inert eller farleg. EU sitt direktiv for avfallshandtering for utvinningsindustrien (2014/EØS/21/33) definera inert avfall som:

Avfall som ikkje gjennomgår nokon vesentleg fysisk, kjemisk eller biologisk omdanning. Inert avfall vil ikkje oppløysast, brenne eller på nokon anna måte reagere fysisk eller kjemisk, det er ikkje biologisk nedbrytbart og skadar ikkje andre stoff det kjem i kontakt med på ein måte som kan medføre forureining av miljøet eller være skadeleg for menneske si helse. Avfallet si totale utekking og innhald av forureinande stoff må være ubetydeleg, og må framfor alt ikkje representere nokon fare for kvaliteten til overflatevatnet og/eller grunnvatnet.

Den kjemiske stabiliteten til avfallet er førande for definisjonen av inert avfall. Kjemisk stabilitet kan vurderast basert på:

- Kjemisk innhald av svovel og tungmetall
- Potensial for syrenøytraliseringspotensialet (NPR) sette føringar for om avfallet skal vurderast som inert.
- Potensial for utekking av tungmetall i vatn

For avfall med over 0,1% svovel på sulfidform vil syrenøytraliseringspotensialet (NPR) sette føringar for om avfallet skal vurderast som inert. Avfallsforskrifta

definera avfall som inert dersom NPR er over 3 (NPR bestemt ved statistisk test i tråd til EN15875).

Dersom innhaldet av tungmetall overstig normverdiane for forureina grunn som er angitt i forureiningsforskrifta (1. juni 2004 nr. 931) skal det i samsvar med avfallsforskrifta utførast utlekkningstestar av avfallet for å dokumentere kjemisk stabilitet.

I denne delen vil geokjemisk karakterisering av dei ulike avfallstypane beskrivast. Geokjemiske analyser av avfallsprøver er gjennomført av akkreditert laboratorium, ALS Minerals. Eit representativt utval av prøver er gjort for å reflektere variasjonar i mineralogi, kjemi og romleg plassering.

5.4.1 Geokjemisk karakterisering av Gråberg

Det er utført ulike analyser for å karakterisere gråberget. Gråberget består av 4 ulike bergartar. Andelane av dei ulike gråbergslitologiane som vil utgjere det totale gråbergsdeponiet knytt til Engebøprosjektet er vist i Tabell 8. For ein overordna oversikt over innhaldet i dei ulike litologiane, sjå Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 8 - Andel av litologiar i gråbergsdeponiet

Litologi	Andel i gråbergsdeponiet (vekt-prosent)
Leuco-eklgoitt	87,5
Amfibolitt	10,5
Gneis	1,5
Alternerande	0,5

Potensial for syreutlekkning

Analyser av syreutlekkingspotensial er gjort basert på Acid/Base-analyser (ABA) i samsvar med EN 15875¹. Samandrag av testarbeidet er oppsummert i Tabell 9. Resultata viser at alle gråbergslitologiane har ein NPR over 3 og derfor definerast som å ikkje ha eit potensial for sur avrenning i tråd med inert-klassifiseringa. Det totale gråbergsdeponiet har i gjennomsnitt ein NPR på om lag 10. Basert på testarbeidet kan det konkluderast med at det ikkje vil førekomme sur avrenning frå gråbergsdeponiet.

¹NPR definerast basert på balansen mellom syregenereringspotensial (AP) og syrenøytraliseringspotensial (NP), $NPR = NP/AP$. Ein høgare verdi for NPR viser ein lågare risiko for syredanning. Dersom ei prøve har NPR over 3 er prøva klassifisert som ikkje-syredannande.

Tabell 9 - Oppsummering testarbeid for syrenøytraliseringspotensiale (NPR) av gråberglitologiar

Litologi	Antal prøver	NPR
Leuco-eklogitt	5	6,4
Amfibolitt	4	6,0
Alternerande	2	7,3
Gneis	3	674,7
Totalt gråbergsdeponi	14	9,7

Innhald av tungmetall

Det er gjennomført analyser av innhold av tungmetall (ICP-MS-analyse) for 56 gråbergsprøver. Resultata av testane er vist i Tabell 10. Tungmetallverdiane er under normverdiane forutan om for nikkel og krom. For innhold av krom er det viktig å vurdere i kva for oksidasjonsform krom opptrer. Analyser kan vise om krom førekjem som trivalent (Cr^{3+}) eller heksavalent (Cr^{6+}). Det er heksavalent krom, som er anset for å være den helse- og miljøskadelege varianten. Kromanalyser av gråberget viser at det det utelukkande dreier seg om trivalent krom i gråberget som ikke vurderast å utgjere en miljørisiko. Nikkelverdiane er over normverdiane for leuco-eklogitt og amfibolitt og det har difor blitt gjort ytterlegare undersøkingar for å vurdere potensialet for utlekking.

Tabell 10 - Oversikt over sporelementanalyser av gråberglitologiar i forhold til normverdiane for forureina grunn ref. forureiningsforskrifta .

Lithologi	Antal prøver	Andel i gråbergsdeponi	As	Cd	Cr tot	Cr (6+)	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Leuco-eklogitt	12	87,5	1,3	0,1	109	<0.3	47	104	7,4	113	0,01
Amfibolitt	24	10,5	1,7	0,2	509	<0.3	81	203	6,9	117	0,01
Gneis	9	1,5	0,7	0,1	28	<0.3	22	14	21,1	55	-
Alternerande	11	0,5	1,2	0,1	64	<0.3	41	54	14,4	84	-
Totalt gråbergsdeponi	56	100	1,3	0,1	150	<0.3	49,8	113	7,5	112	0,01
Normverdi*			8	1,5	50	2	100	60	60	200	1

* Forutan verdiane for krom vil alle verdiar målst opp mot kapittel 2, vedlegg 1. Jordprøver frå gråbergsområdet viser forhøga bakgrunnsverdiar av metallet.

Utlekkingstestar

Sidan innhaldet av nikkel overstig normverdiane for leuco-eklogitt og amfibolitt er

det gjennomført utlekkingsforsøk for å undersøke potensialet for miljørisiko knytt til nikkelutlekking. Perkolasjonstestar (Kolonnetestar) er gjennomført av ALS i samsvar med SIS-CEN/TS 14405. Ein prøvesylinder blir fylt med prøvemateriale og vatn blir rolig pumpa opp gjennom prøvematerialet (om lag 15 cm per dag). Totalt pågår testen i 30 dagar ved forskjellege forhold mellom væske og faststoff (L/S). Ved L/S = 0,1 oppnåast likevekt etter om lag 2 døgn. Ved jamne mellomrom blir lakvatn tappa ut og analysert for sitt innhald. Resultata frå prøvene viser at tungmetallkonsentrasjonane i lakvatnet typisk er 10-50 gangar lågare enn grenseverdiar for utlekkingspotensial satt i avfallsforskriften kapittel 11. Resultata av utlekkningstestarbeida er oppsummert i Tabell 11.

Tabell 11 - Oppsummering utlekkningstestar på to gråbergsprøver sammenlikna mot grenseverdiar

Analyse på utlekkingsvatn	L/S = 0,1 kg/l. Alle analysene er oppgitt i mg/l utlekkingsvatn (kolonnetestar)		
	Grenseverdi	Leuco-eklogitt	Amfibolitt
As	0,060	0,027	0,015
Ba	4,000	0,176	0,226
Cd	0,020	0,0003	0,0001
Cr	0,100	0,012	0,004
Cu	0,600	0,029	0,013
Hg	0,002	0,000	<0,00002
Mo	0,200	0,029	0,015
Ni	0,120	0,009	0,012
Pb	0,150	0,015	0,010
Sb	0,100	0,028	0,046
Se	0,040	0,003	0,003
Zn	1,200	0,082	0,060
Cl	460	17	15
F	2,5	0,52	0,42
SO ₄	1500	41	76
DOC	160	6	5

5.4.2 Malmlager

Trans-eklogitt er lågverdig malm som blir tatt ut i dagbrotsfasa og vil mellomlagrast i et området på toppen av gråbergsdeponiet. Mellomlageret vil etter avslutta gruvedrift hentast tilbake og mate prosessanlegget. Utforminga og drifta av gråbergsdeponiet tillata aktiv utkøyring til både gråberg og mellomlager samtidig (Figur 14). Grunna varigheita av mellomlageret vil det, i avfallssamanheng, behandlast som eit deponi på linje med gråbergsdeponiet. Totalt 16

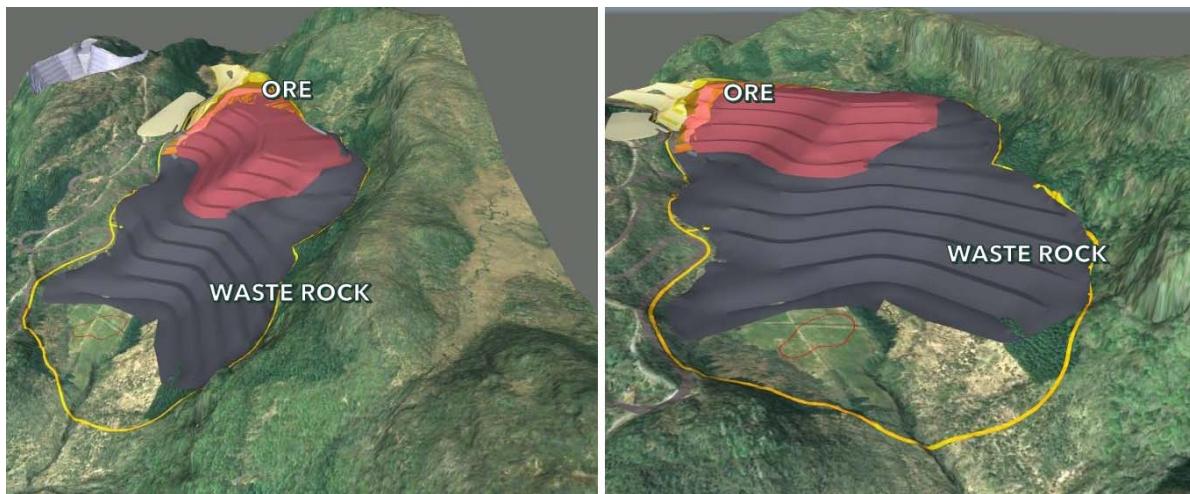
sporelementanalyser og 8 Acid/Base-analyser (ABA) er gjort av trans-eklogitt for karakterisering.

Tabell 12 - oppsummering geokjemiske analyser for trans-eklogitt (malmlager)

Lithology	Antal prøver	NPR*	As	Cd	Cr tot	Cr (6+)	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Trans-eklogitt	16	5,03	0,8	0,1	26	<0.3	32	27	7,1	126	0,01
Grenseverdi		3	8	1,5	50	2	100	60	60	200	1

* 8 prøver er analyser for NPR

Sidan nivået av tungmetall i trans-eklogitten ligger under normverdiane og syrenøytraliseringspotensiale er under grensa for inertklassifikasjon er det ikkje forventa at trans-eklogitten vil føre til sur avrenning med tilhøyrande utlekking av tungmetall.



Figur 14 - illustrasjon av gråbergsdeponiet med malmlager (ore) og gråberg (Waste rock)

5.4.3 Sediment i sedimentasjonsbassenget

Sedimentasjonsbassenget vil innehalde materiale både frå dagbrotet (finpartiklar frå boring og sprenging) i tillegg til finpartiklar frå gråbergsdeponiet. Materialet frå sedimentasjonsbassenget er anslått å ha samansetning som vist i Tabell 13. Tabell 13 viser også den geokjemiske karakteristikken av materialet i sedimentasjonsbassenget. Sedimenta er forventa å ha noko forhøgja verdiar av krom, men dette er ved analyse bestemt til å være trivalent krom og vil derfor ikkje utgjere ein miljørisiko. Dei resterande tungmetalla er under grenseverdiane. Kopla med ein NPR på over 9 er det noko som tilseier at sur avrenning med tilhøyrande utlekking av tungmetall vil førekomme frå sedimentasjonsbassenget. I tillegg er utlekkingsforsøk gjort på leuco-eklogitt, amfibolitt (Sjå kapittel 5.4.1) og ferro-eklogitt (Sjå kapittel 0 for utlekkingsforsøk i sjøvatn), og alle dei testa litologiane (som byggjer opp innhaldet i sedimentasjonsbassenget er langt under grenseverdiane for inert med tanke på utlekking).

Tabell 13 - Samandrag over samansetning og geokjemiske eigenskapar for materialet i sedimentasjonsbassengen

Lithology	Andel i sedimentasjonsbasseng	Average NPR	As	Cd	Cr tot	Cr (6+)	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Ferro-eklogitt	30,5	4,1	0,5	0,1	22	-	29	16	3,0	137	0,01
Trans-eklogitt	30,5	5,0	0,8	0,1	26	<0,3	32	27	7,1	126	0,01
Leuco-eklogitt	34,1	6,4	1,3	0,1	109	<0,3	47	104	7,4	113	0,01
Amfibolitt	4,1	6,0	1,7	0,2	509	<0,3	81	203	6,9	117	0,01
Alternerande	0,2	7,3	1,2	0,1	64	<0,3	41	54	14,4	84	-
Gneis	0,6	674,7	0,7	0,1	28	<0,3	22	14	21,1	55	-
Sedimentasjonsbasseng		9,3	0,9	0,1	73,1	<0,3	38,0	57,3	6,0	123,9	0,0
Grenseverdi		3,0	8	1,5	50	2	100	60	60	200	1

5.4.4 Avgang frå prosessering av malm

Avgang frå mineralprosesseringa består av knust og malt eklogitt som har vore gjennom fysisk separasjon for å skilje ut eit rutil- og granatkonsentrat. Om lag 15% av malmen takast ut som salbare produkt. Med utgangspunkt i ein driftsmodell med eit uttak på 1.500.000 tonn per år vil dette utgjere eit deponeringsbehov opp mot 1.300.000 tonn per år.

Mineralogisk og kjemisk samansetning

Sidan trans-eklogitt blir langtidslagra på malmlageret er karakteriseringa av avgangen basert på ferro-eklogitt som vil være malmpågang til prosessanlegget de første 30 årene. Avgangen vil i stor grad ha same mineralogiske og kjemiske samansetning som pågangen til mineraloppredningsverket.

Tabell 14 viser mineralogisk samansetning for avgang danna frå prosessering av ferro-eklogitt.

Tabell 14 - Oversikt typisk mineralogi i avgang

Mineral	Vekt% i avgang
Omfasitt (Klinopyroksen)	40-45
Granat	30-35
Amfibol	5-10
Kvarts	5
Glimmer	2
Rutil	1
Andre mineral (typisk silikat)	5

Totalt er 16 prøver av ferro-eklogitt analysert for sporelement. I tillegg er 10 prøver analysert for syrenøytraliseringspotensiale (NPR). Resultata viser at innhald av

tungmetall i avgangen er under normverdiane for samlede metaller og en NPR over 3 viser at avgangen ikke har potensial for å danne syre. Analysene viser at det er låg risiko for utlekking av tungmetall og sur avrenning fra malm og avgang.

Tabell 15 - Oppsummering av sporelementanalyser (inkludert 1.25x faktor) og NPR for avgang generert fra ferro- og trans-eklogitt

Kjelde for avgang	NPR	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Avgang fra Ferro-malm*	4,1	0,6	0,2	28	36	21	3,8	171	0,0
Grense for inertklassifisering	3,0	8,0	1,5	50	100	60	60,0	200	1,0

* Analysene er basert på prøver av ferro-eklogitt. Det er konservativt antatt at alt av tungmetall følger avgangen og alle verdier er multiplisert med ein faktor 1.25 for oppkonsenterering.

Utlekkingstestar

For å bekrefte at tungmetallar frå avgangen ikke kan lekke ut i miljøet vart det i tillegg gjennomført utlekkingstestar. Malmprøver med ulik gehalt for TiO₂ har blitt testa i samsvar med SIS-CEN/TS 14405 av ALS. Utlekkingsforsøka vart gjort i sjøvatn henta frå båt utafor Florø (som ligg rett vest for Vevring). Tabell 16 gir ei oversikt over utlekkingstestarbeidet for dei ulike malmprøvene. Resultata viser at utlekkinga er svært låg, typisk 10-50 gangar lågare enn grenseverdiane gitt i avfallsforskrifta Kapittel 9.

Tabell 16 - Resultat frå utlekkingforsøk (perkolasjon/kolonnetest) av 3 malmprøver av ulik gehalt av TiO₂. Alle analysene er gjort i sjøvatn

Analyse på utlekkingsvatn	L/S = 0,1 kg/l. Alle analysene er oppgitt i mg/l utlekkingsvatn			
	Grenseverdi	4.63 % TiO ₂	3.72% TiO ₂	2.82% TiO ₂
As	0,06	0,002	0,001	0,001
Ba	4	0,227	0,362	0,283
Cd	0,02	0,001	0,0006	0,0004
Cr	0,1	<0,0005	0,001	<0,0005
Cu	0,6	0,011	0,074	0,006
Hg	0,002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Mo	0,2	0,016	0,022	0,044
Ni	0,12	0,008	0,003	0,006
Pb	0,15	0,020	0,003	0,005
Sb	0,1	0,002	0,003	0,003
Se	0,04	<0,003	0,003	<0,003
Zn	1,2	0,235	0,153	0,148
Cl*	460	12500	13200	13000
F	2,5	<1	<1	<1
SO ₄ *	1500	1790	1960	1810
DOC	160	10	11	11

*Verdiane er ikke relevante fordi sjøvatn naturleg inneholder forhøgt konsentrasijsjonar av Cl og SO₄

Basert på dokumentert geokjemisk samansetning av malm/avgang, samt utlekkings-testar kan det konkluderast med at avgang frå mineralprosesseringa på Engebø er inert.

Tilsetningstoff

Tilsetningstoff nyttast i flotasjonsprosessen for å reinse rutilproduktet og i fortjukkar for å attvinne ferskvatn. Tre reagentar vil bli brukt i mineralprosesseringa; Magnafloc 5250, Sodium Isobutyl Xanthate (SIBX) og polypropylene glykol (DowFroth 400). Kjemikalieforbruken for Engebø-prosjektet er redusert med 99% ved å gå frå rutilflotasjon til pyrittflotasjon. SIBX og DowFroth 400 blir brukt i ein mindre flotasjonskrets for å skilje rutil frå pyritt medan Magnafloc 5250 skal brukast for gjenvinning av prosessvatn.

Tabell 17 gir ein oversikt over de ulike tilsetningsstoffa, formål og tillat mengde slik gitt i utsleppsløyve for Engebø-prosjektet.

Tabell 17 - Oppsummering av prosesskjemikalier

Kjemikalie	Formål	Forbruk (tpa)
Magnafloc 5250	Flokkulerinsmiddel	4
Sodium Isobutyl Xanthate (SIBX)	Flotasjon (Samlar)	2
Polypropylene glykol	Flotasjon (Skummar)	3

Det er gjennomført omfattande testing av potensielle effektar knytt til prosesskjemikaliane som del av konsekvensutgreiinga og godkjenning av utsleppsløyvet. Resultata frå testarbeidet er samanfatta i rapportar frå DNV (2019, 2020). Det er generelt lite miljørisiko knytte til bruken av DowFroth og Magnafloc 5250. Sidan SIBX er kjent for å kunne ha negative effektar for vasslevande organismar har det meste av testearbeidet fokusert på å dokumentere effektar knytt til planlagt bruk. Det er gjennomført rundt 20 test- og modelleringsprogram for SIBX som inkludera:

- Testar for akutt og kronisk toksisitet
- Absorpsjonstestar
- Nedbrytingstestar
- Evaluering av bioakkumulasjon
- Berekning av konsentrasjonar som ikkje gir effektar (Predicted-Non-Effect-Concentration (PNEC))
- Modellering av SIBX-konsentrasjonar i fjorden

Resultata frå avanserte 3D-modelleringer viser at konsentrasjonen av SIBX var langt under PNEC i umiddelbar nærleik til utløpet for utsleppet, sjølv ved å anvende konservative parameterar (SINTEF 2020). DNV (2020) sin konklusjon er basert på dette at det er låg risiko for miljømessig effektar som følgjer av den planlagde bruken av SIBX.

5.5 Innhold av asbest

Det stillast ikkje spesifikke krav til karakterisering av asbest i avfallet i samsvar med avfallsforskrifta. Sidan asbest kan utgjere en helserisiko, spesielt i form av luftboren støv, er det gjennomført asbesttestar for å undersøke potensielt innhald.

SINTEF (2016 og 2021) har gjennomført en rekke analyser av asbest innhald for ulike malm og gråbergslitologiar. Resultata frå analysane er gitt i Tabell 18. Et målbart innhald av asbest er funne i to prøver, men i konsentrasjonar som er langt under grensa for definert asbestinnhold (1 %) og grensa for krav til markering (0,1 %). Analysane viser at det ikkje er forbundet nokon helserisiko med omsyn til asbest korkje for malm eller gråberg.

Tabell 18 - Oppsummering analyser av asbest i gråbergslitologiar.

Litologi	Antal prøver	Vekt Asbest-fiber	Vekt ikkje-asbestiforme fiber
Ferro-eklogitt	1	0,00	0,01
Trans-eklogitt	5	0,00	0,02
Leuco	3	0,00	0,02
Amfibolitt	3	0,01	0,07
Gneis	3	0,00	0,01
Alternerande	3	0,00	0,05

5.6 Samandrag av beskriving av avfall

Gråberg, avgang, sediment i sedimentasjonsbasseng, samt malmprøver har blitt karakterisert i samsvar med avfallsforskrifta. Tabell 19 sumrar klassifiseringa av avfallet.

Tabell 19 - Oppsummering av avfallsklassifikasjon for mineralavfall frå Engebøprosjektet

Avfallstype	Klassifisering	Deponi
Gråberg	Inert, ikkje-farleg	Gråbergsdeponi
Sediment i sedimentasjonsbasseng	Inert, ikkje-farleg	Sedimentasjonsbasseng
Malmlager	Inert, ikkje-farleg	Gråbergsdeponi
Avgang frå mineraloppredning	Inert, ikkje-farleg	Sjødeponi

6 KLASSIFISERING AV AVFALLSHÅNDTERINGSANLEGG

6.1 Klassifisering av områder for lagring av avfall

Ifølgje definisjonane i kapittel 17 i avfallsforskrifta er eit avfallsdeponi eit område på land, i sjøen eller i eit vassdrag som brukast til oppsamling eller deponering av avfall, enten i fast form, væskeform eller suspendert i ei væske (typisk vatn). Området er berre anset som eit avfallshandteringsanlegg dersom eitt av kriteria under er oppfylt

- Området blir over tre år brukt til lagring av *inert avfall*
- Området blir over eitt år brukt til lagring av *ikkje-inert, ufarleg avfall*

- Området blir over seks månadar brukt til lagring av pluteleg oppstått *farleg avfall*
- Området er klassifisert som eit «deponi for risikabelt avfall» eller brukt til planlagt lagring av *farleg avfall*

Basert på definisjonen over er områda som faller inn under definisjon for som avfallshandteringsanlegg for Engebøprosjektet: gråbergsdeponiet (inkludert malmlager og sedimentasjonsbasseng) og sjødeponiet.

6.1.1 *Definisjon av eit risikoanlegg (Kategori A avfallsanlegg)*

I følgje avfallsforskrifta skal et anlegg definerast som eit risikoanlegg dersom anlegget kan forårsake en større ulykke. Eit risikoanlegg er den norske ekvivalenten til eit kategori A avfallsanlegg i EU sitt avfallsdirektiv. Eit avfallsanlegg klassifiserast som eit risikoanlegg på grunnlag av:

- Vurdering av om svikt eller feildrift kan forårsake ei større ulykke
- Innhold av farleg avfall
- Innhold av farlege stoff eller stoffblandingar

I følgje avfallsforskrifta vedlegg 3 skal eit anlegg klassifiserast som et risikoanlegg dersom ei risikovurdering viser at svikt som følgje av tap av strukturell integritet eller feildrift kan forårsake ei større ulykke. Med større ulykke meinast ei hending som på kort eller kan sikt kan medføre:

- Ikkje-negligerbar fare for tap av menneskeliv
- Alvorleg fare for menneskers helse, herunder at menneske påførast skader som medfører handikap eller langvarige helseproblem
- Alvorleg fare for miljøet

Basert på definisjonane i kapittel 17 vedlegg III har følgande blitt brukt til å støtte vurderinga av risikoanlegg:

- Svikt eller feildrift ved eit avfallsanlegg skal ikkje ansjåast å medføre ikkje-negligerbar fare for tap av menneskeliv eller alvorleg fare for menneske si helse dersom de menneske som kan bli påverka, med unntak av dei som er tilsett ved anlegget, ikkje forventast å opphalde seg permanent eller i lengre periodar i det området som kan bli påverka.
- Svikt eller feildrift ved eit avfallsanlegg skal ikkje ansjåast å medføre alvorleg fare for miljøet dersom eventuell forureining minkar kraftig innan kort tid, svikten ikkje førar til permanente eller langvarige miljøskadar, eller det påverka miljøet kan gjenopprettast gjennom ein mindre oppryddings- og gjenopprettingsinnsats.

6.1.2 *Vurdering av et risikoanlegg*

Tabell 20 gir ei oppsummeringa av ei risikovurdering av alle avfallsanlegga knytt til Engebøprosjektet. Denne risikovurderinga er gjort for å sikre at avfallsanlegga er designa for å oppfylle følgjande, overordna mål:

- Krevjar minimal, og dersom mogleg ingen, overvaking, kontroll eller styring etter avslutta drift
- Forhindrar, eller minimera, eventuelle langsiktige, negative påverknadar som for eksempel frå spreiling av luft- eller vassboren forureining frå avfallsanlegget
- Sikre den langsiktig, geotekniske stabiliteten til eventuelle demningar og haugar som strekker seg opp over opphavleg topografi.

Risikovurderingane vurdera potensielle kjelde-, veg- og reseptorkoplingar som kan oppstå ved kvart av avfallsanlegga i tillegg til handteringstiltaka som skal setjast i verk for å minimere risikoen for menneskes helse og for miljøet.

Følgjande, potensielt sensitive reseptorar har blitt identifisert og vurdert

- Kontrollert vatn og vassmiljøet
- Atmosfære
- Land/grunn/geologi
- Menneske
- Økologiske reseptorar

Risikovurderingane har tatt omsyn til risikoane knytt til følgjande, potensielle farar:

- Stabiliteten til det endelige gråbergsdeponiet og ytre skråningar knytt til sedimentasjonsbassenget
- Hydrogeologi (Grunnvatn)
- Hydrologi (Overflatevatn)
- Støv
- Leire på vegar
- Støy og vibrasjon
- Ulykker med tilhøyrande konsekvensar (brann, søl, lekkasje, tryggleik og hærverk)

Tabell 20 - Risikovurdering av dei ulike avfallsanlegga knytt til Engebøprosjektet. Risikovurderinga er utført av SRK, UK.

Avfallsområdet	Lagringstid	Type materiale	Avfallsanlegg (Ja/Nei)	Risikoanlegg (Ja/Nei)
Gråbergsdeponi	> 3 år	Inert, ikkje-farleg	Ja	Nei
• Sedimentasjonsbassenget	> 3 år	Inert ikkje-farleg	Ja	Nei
• Malm Lager	> 3 år	Inert ikkje-farleg	Ja	Nei
Sjødeponi	> 3 år	Inert ikkje-farleg	Ja	Nei

Basert på risikovurderinga og definisjonane og kriteria i vedlegg III i kapittel 17 er ingen av deponia for Engebøprosjektet klassifisert som risikoanlegg klasse A.

7 DESIGN OG DRIFT AV GRUVEAVFALLSANLEGG

Denne delen av avfallshandteringsplanen vil beskrive design, oppbygging og drift av gråbergsdeponiet (inkludert sedimentasjonsbasseng og malmlager) og sjødeponi. Stenging av anlegga er beskrive i kapittel 8.

7.1 Gråbergsdeponi

Gråbergsdeponiet er designa for å kunne romme om lag 9,2 millionar m³ (19,7 millionar tonn) gråberg og 5,5 millionar m³ (11,7 millionar tonn) malm. Dette er betydeleg meir enn 18,9 millionar tonn gråberg og 7,9 millionar tonn malm som ligg inne i driftsplanen. Overkapasitet er lagt inn er for å ha ein margin i tilfelle avvik frå designkriteria. Design av gråbergsdeponiet og stabilitetsberekingar er utført av Asplan Viak (2022a, 2022c) basert på data frå det oppdaterte moglegheitstudiet for Engebøprosjektet. Vurderingar gjort i høve førebuing av områda for deponering og avslutting er gjort i samarbeid med Asplan Viak.

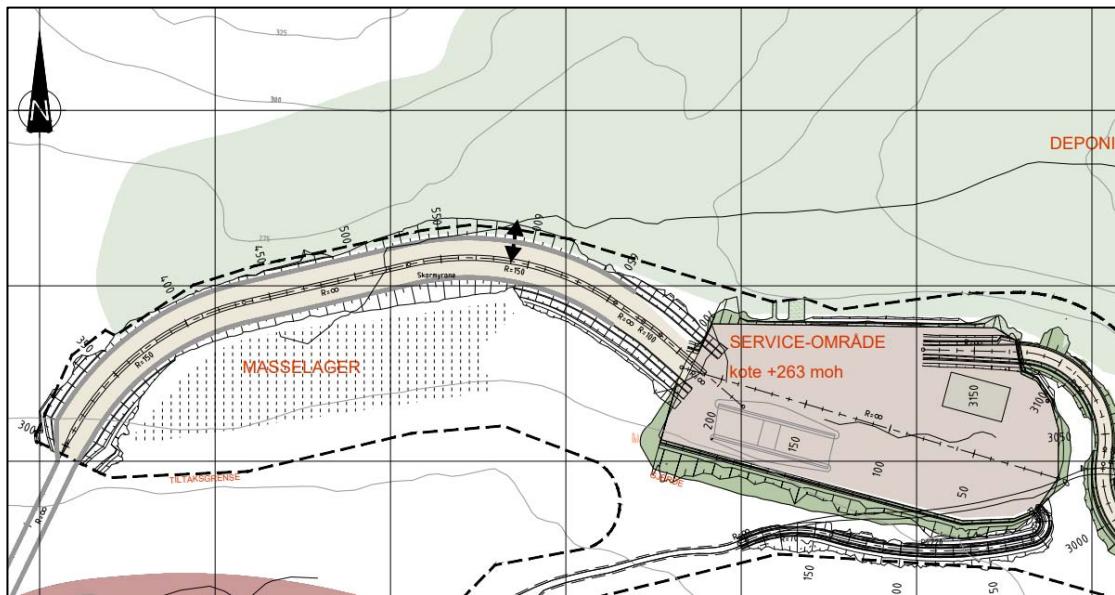
7.1.1 Førebuing

I førekant av etableringa av gråbergsdeponiet må underlaget (i Engjabødalen) førebuast på følgjande måte:

- Fjerne trær og røter
- Fylle myrområde med grovt steinmateriale eller dekke til med geotekstil for å sikre tilstrekkeleg berekraft for undergrunnen.
- Fjerning og oppbevaring av topplag/matjord for framtidig bruk

Det er estimert at ein stad mellom 10.000 og 13.000 grantre som må fellast før gråbergsdeponiet takast i bruk. Røtene må gravast opp, kvernast og leggast ut over grøntareal innanfor det regulerte området for nedbryting. Maksimal tjuknad på laget av oppkverna røter er om lag 20 cm for å hindre anaerob nedbryting.

I området for gråbergsdeponi er det berekna om lag 100.000 m³ med myr. Ved drenering vil volum av myra bli om lag 40.000 m³. I førebuinga av gråbergsdeponiet vil ein kombinasjon av oppgraving av myr og fortrenging av myr ved steinfylling vurderast. Sistnemnde tilnærming vil være optimal med tanke på lagringsplass og låsing av CO₂ i myr, men det etablerast ein balanse for å sikre nok masser til revegetasjon. Eigna stad for lagring av (drenert) myr vil være i vest for planlagt serviceområde markert som masselager (Figur 15). Dette arealet vil kunne lagre opp mot 40.000 m³ drenert myr som er antatt å være tilstrekkeleg etter at oppgravd myr er drenert. Dersom myr lagrast i dette området vil avrenning frå området kunne ledast ned i sedimentasjonsbassenget.



Figur 15 - Eigna stad for lagring av drenert myr ,markert som masselager.

Basert på dei geotekniske forundersøkingane i prosjektområdet er det estimert at om lag 77.000 m³ vekstjord vil gravast vekk frå deponiområdet, som kan lagrast til seinare bruk i for revegetasjon. Ved å dele opp lageret av vekstjord slik at noko av vekstjorda blir lagra på oppsida og noko på nedsida av gråbergsdeponiet sikrar ein at det er nok plass samtidig som at avrenning frå vekstjordsdeponia går til sedimentasjonsbassenget.

I tillegg til dei to nemnde kjeldene for myr/jord vil førebuing og opparbeiding av det resterende prosjektområdet gi om lag 35.000 m³. Totalt vil utgraving av prosjektområdet gi 150.000 m³ myr/matjord som kan brukast til revegetasjon for avslutning av gråbergsdeponi samt revegetasjon av gruvepallar og anna infrastruktur.

Kriteria for design

Gråbergsdeponiet er designa av ut frå plassering av totalt på 18,9 millionar tonn stein innanfor det regulerte området. Samtidig som gråbergsdeponiet er aktivt skal det også leggast ut malm i eit mellomlag. Fordi malmen skal være tilgjengeleg for seinare bruk vil den deponerast på toppen av gråberget.

Designet av gråbergsdeponiet er basert på følgjande vilkår:

- Gråberg og malm har tyngde 3,3 tonn/m³ og har ein svellefaktor på 1,55
 - Skal romme gråberg og malm i tråd med Tabell 3
 - Gråbergsdeponiet skal byggjast innanfor det regulerte området, og det skal være gjenværande plass til sedimentasjonsbasseng (nedanfor gråbergsdeponiet) samt mellomlager av matjord til revegetasjon
 - Gråberg og mellomlager av malm må i tid og rom utplasserast på ein måte som gjer at mellomlageret kan utnyttast og ikkje blir låst av gråberget
 - Malm Lageret skal plasserast så nære dagbrotet som mogeleg samt ligge på toppen av gråberget
 - Gråbergsdeponiet skal være stabilt, og benkane skal maks være 1:1,25 (H:I) og 20 meter høge.

- Malm må mellomlagrast slik at deponiet er stabilt også etter at malm er tatt bort
- Mellom benkane skal det være 12 meter breie bermar for å danne ei total, gjennomsnittleg helling på 1:1,5
- Bermene er i utgangspunktet designa flate, men i realiteten må dei byggjast med eit fall på 1:50 for å forhindre at overflatevatn blir liggande
- Utkøyring av gråberg og malm skal effektiviserast med tanke på utkøyringstid og dieselforbruk
- Gråberg og malm kan maksimalt fyllast opp til kote 320 moh og innanfor området slik definert i reguleringsplan
- Endeleg utforming av gråbergsdeponiet skal passe inn i eksisterande terren.

Deponiet er designa for å, innafor kriteria, romme så mykje gråberg som mogeleg på eit minst mogeleg fotavtrykk.

7.1.2 *Oppbygging av gråbergdeponiet og malmlager*

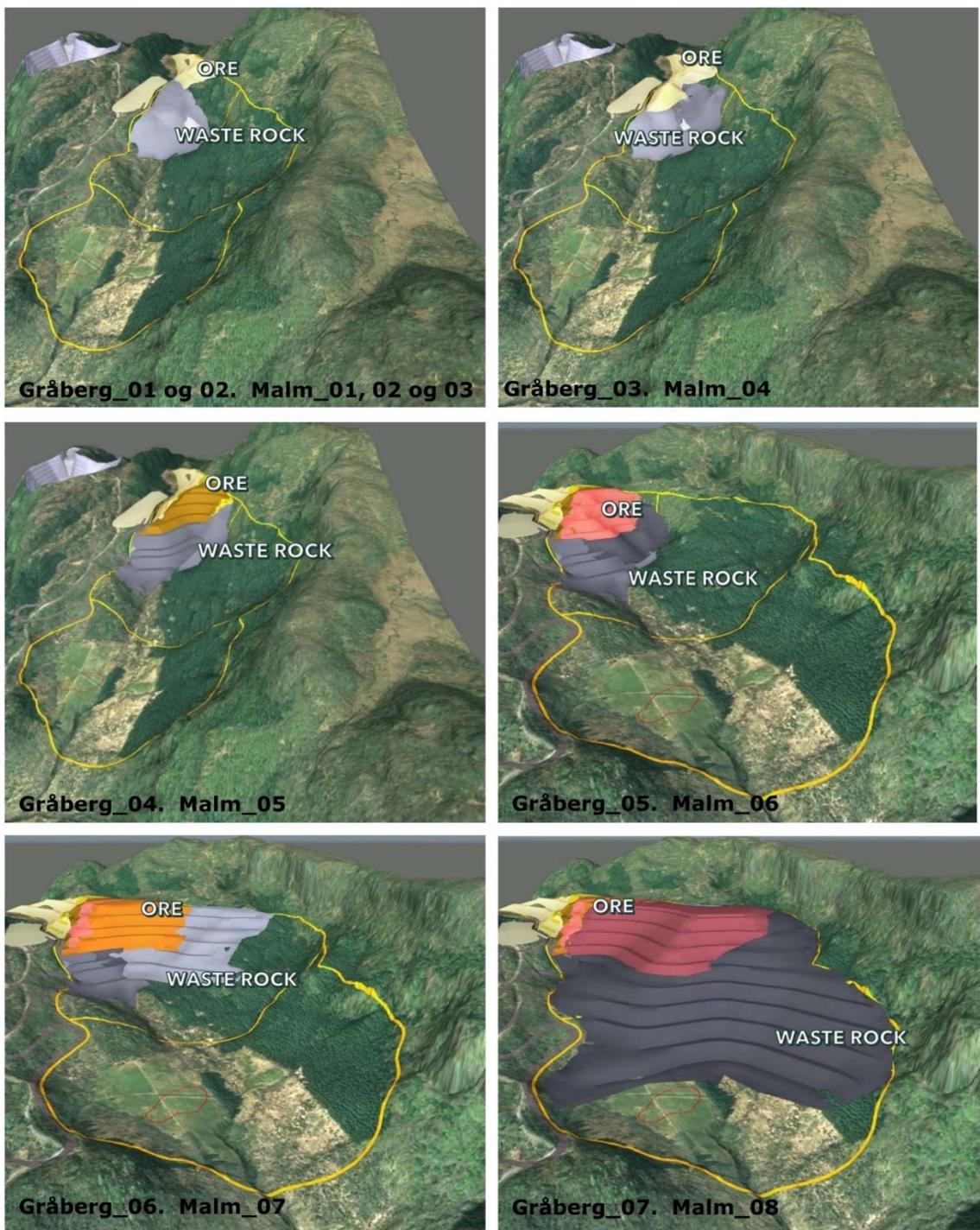
Tabell 21 og Tabell 22 viser oppbygginga og utviklinga av høvesvis gråbergsdeponiet og malmlageret. Figur 1 Figur 16 viser oppbygging og utvikling av gråbergsdeponi og malmlager frå start til maksimal utfylling, og videre uttak av malmlageret. Den endelege overflata til gråbergsdeponiet er 380.000 m². Steg 1 til 6 (for gråberg og malm) illustrerer dei første 7 åra av drift.

Tabell 21 - Beskriving av gråberget si oppbygging med undervolum

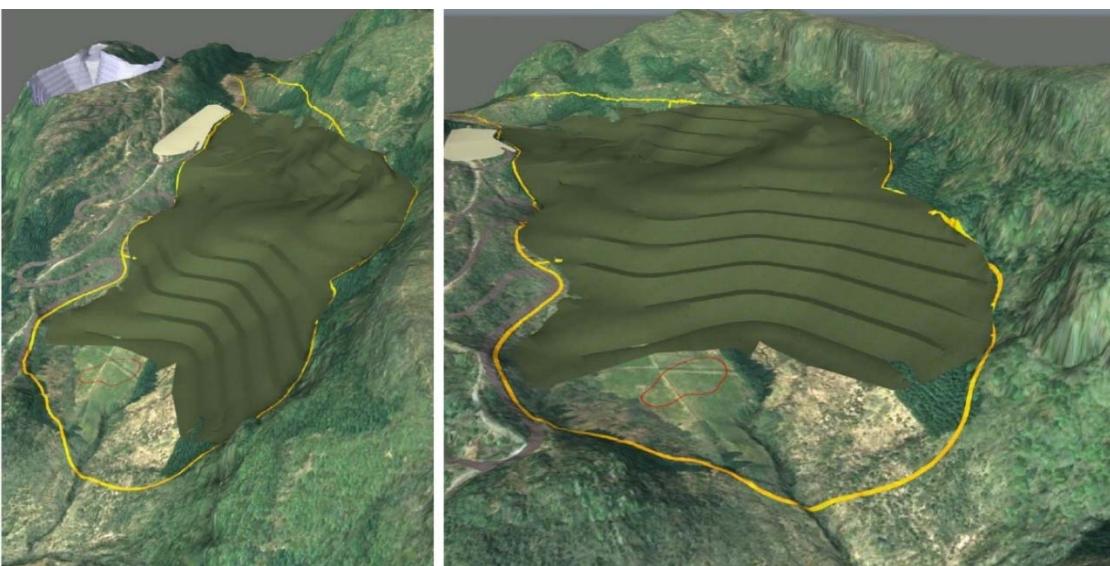
Gråbergsmodell	Beskriving	Volum (m ³)	Akkumulert volum (m ³)	% Av totalvolum
Gråberg_01	Sikre tilgang til gråbergsdeponiet frå serviceområdet	259 086	259 086	2,8
Gråberg_02	Byggje opp til kote 262 for lagring av malm på toppen	623 199	882 285	6,7
Gråberg_03	Byggje opp gråberg til ei ny overflate for lagring av malm. Gjer det mogleg å utvide Malm_1 og Malm_2. Byggje opp med grus i dalsida (nord) for å kunne legge ut malm ved sidan av, samtidig som ein kan legge ut gråberg på andre sida av ryggen seinare.	164 617	1 046 902	1,8
Gråberg_04	Utviding av platået for å kunne legge ut meir malm	390 000	1 436 902	4,2
Gråberg_05	Utviding av Gråberg_04 i horisontalplanet og oppover. Bruke så lite gråberg som mogeleg for å utvide lagringsplassen for malm	316 300	1 753 202	3,4
Gråberg_06	Fortsettning av Gråberg_05 ved å legge ut gråberg nedover dalen samt opp i fjellsida i nord.	990 000	2 743 202	10,7
Gråberg_07	Ferdig utlagt gråbergsdeponi med maks lagring	6 500 000	9 243 202	70,3
Total		9 243 202	9 243 202	100,0

Tabell 22 - Beskriving av malmlageret si oppbygging og volum

Malmodell	Beskriving	Volum (m ³)	Akkumulert volum (m ³)	% Av totalvolum
Malm_01	Legge ut malm langs vegen mellom serviceområdet og dagbrotet. Etablira ein margin for oppbygginga av gråbergsflater	455 000	455 000	8,2
Malm_02	Hjelppmodell. Viser kor mykje malm som kan lagrast på kote 262 i gråbergsmodellen Gråberg_02 samtidig som ein kan ha passasje rundt	120 000	575 000	2,2
Malm_03	Mellomlager oppå Gråberg_02, Malm_01 og Malm_02 (hjelppmodell).	145 000	720 000	2,6
Malm_04	Fortsette utlegging av malm på toppen av kote 275 i Gråberg_03	230 000	950 000	4,2
Malm_05	Utlegging av malm på kote 250 på toppen av Malm_04 og Gråberg_04	436 000	1 386 000	7,9
Malm_06	Utlegging av malm i forlenging av Malm_05. Byggje oppå Gråberg_05	525 000	1 911 000	9,5
Malm_07	Utviding av Malm_06	808 000	2 719 000	14,6
Malm_08	Maksimalt volum av malm på toppen av ferdig utlagt gråbergsdeponiflate	2 800 000	5 519 000	50,7
Total		5 519 000	5 519 000	100,0



Figur 16 - Oppbygging og utvikling av gråbergsdeponi og mellomlager



Figur 17 - Form på gråbergsdeponi etter at malmlageret er fjerna

Slik figur 16 illustrerer vil deponiet bli etablert frå toppen av Engjabødalen og videre nedover med tiden. Gråbergstippene vil baserast på 'End of dumping' metoden (sjå Figur 30) der skråningane på deponiet være aktive arbeidsflater under driftsperioden.

7.1.3 Stabilitet i gråbergsdeponiet

Ei vurdering av stabiliteten i gråbergsdeponiet er gjort av Asplan Viak (2022c) med utgangspunkt i gjeldande design. Skråningsvinkel for tipping av stein på gråbergsdeponiet er antatt å naturleg bygge seg opp med ein vinkel nær 1:1,25. For å gi tippen ei gjennomsnittshelling på rundt 1:1,5 vil det leggast inn bermar i fyllinga for å skape ei stabil og sikker totalhelling. Det skal tippast i 20 meters høgde mellom kvar benk. Nøyaktig høgde er ikkje detaljert, men 20 meter er i designet valt av praktiske omsyn med tanke på fyllingseffektivitet og sikkerheit.

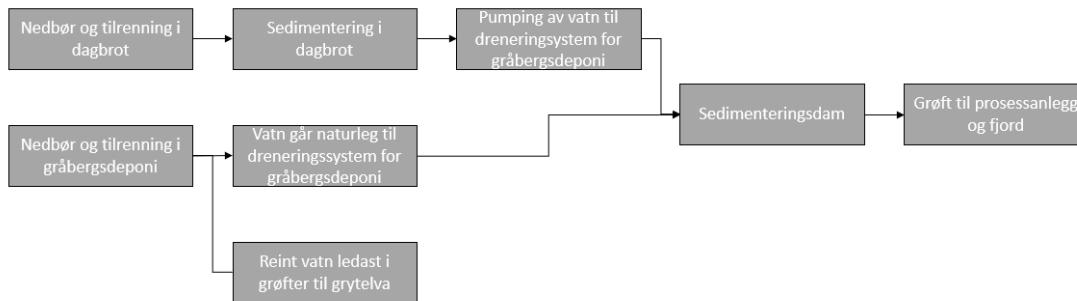
Den maksimale hellinga i deponiet er gjort slakkare enn minstekravet (Ref. NVA sin fyllingsveileiar) i stabilitetsvurderinga. Stabilitetsbereking viser ein tryggleiksfaktor på 1,62.

Det er utført ei stabilitetsbereking for gråbergsdeponiet ved å bruke programvara Geosuite Stabilitet, med reknemodellen Beast 2003. I berekninga er det er valt å bruke parametrar for sprengstein frå NVE sin fyllingsveiledar. Friksjonsvinkelen er då spenningsavhengig. Oppfylling med grovspreng berg gir liten fare for oppbygging av poretrykk i massane. Det er vurdert som usannsynleg at frost kan føre til etablering av ispropp i gråbergsdeponiet sidan grov sprengstein raskt drenerer vatn ut av deponiet. Det er modellert med eit lågt nivå på poretrykk for normaltilstand, men det er også gjort ei berekning på eit høg nivå som ein ulykkestilstand.

For normaltilstand viser stabilitetsberekinga ein sikkerheitsfaktor på 1,62, medan det med eit høgt (langt over det som er venta) poretrykksnivå viser sikkerheitsfaktor på 1,37.

7.1.4 Tilsig og vassbalanse

Slik påkrevd i reguleringsplanen skal vann fra gråbergsdeponiet og dagbruddet samles i et sedimentasjonsbasseng for å unngå påvirkning av vassdrag nedstrøms. Renset vann fra sedimentasjonsbassenget ledes videre ut via grøft til fjorden. Figur 18 viser eit enkelt flytskjema over tilrenning og nedbør i prosjektområdet og transport av vatnet gjennom sedimentteringsdam og til sjø.



Figur 18 - Enkel flytskjema over vassbalanse i prosjektområdet

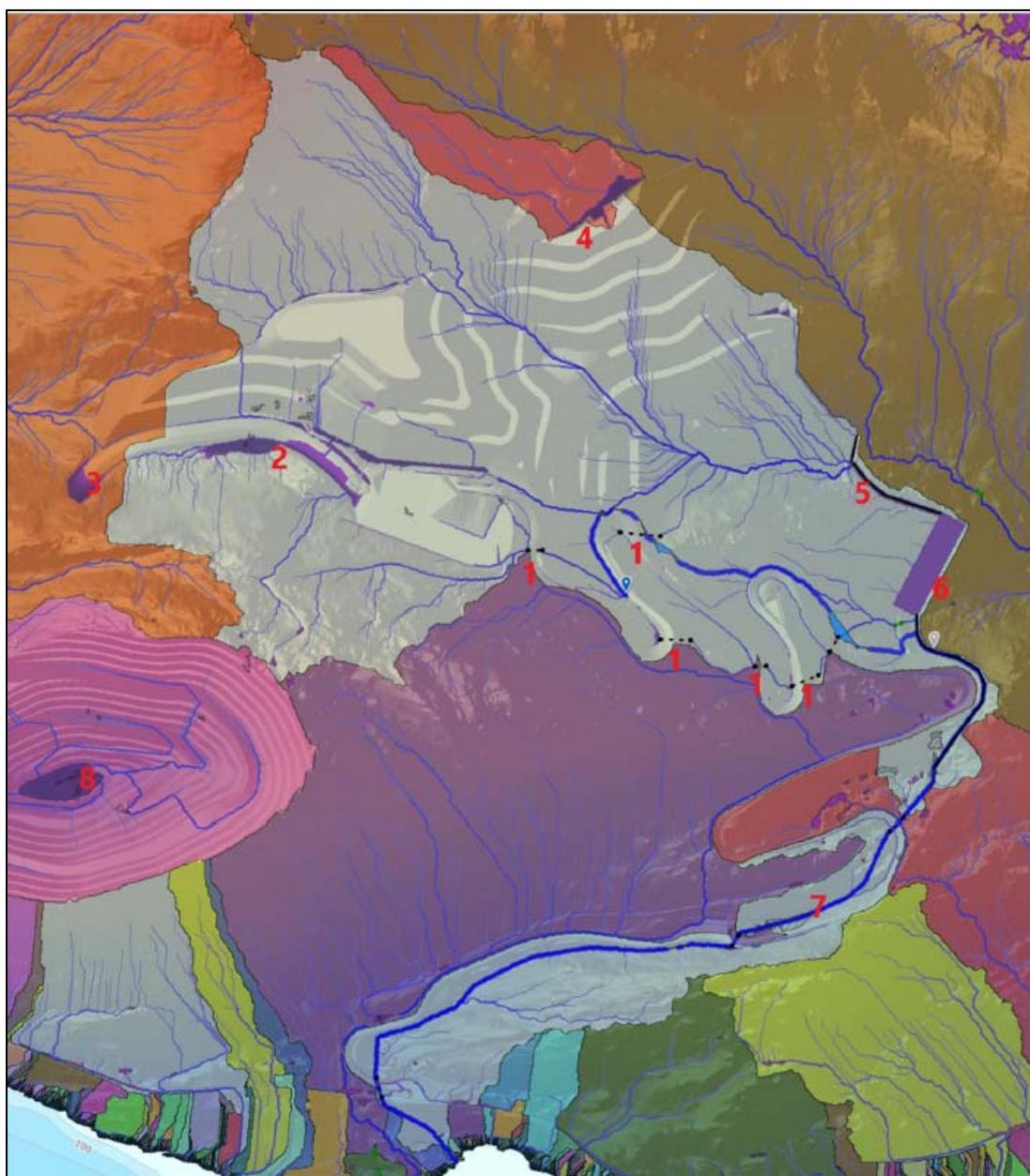
Asplan Viak (2022b) har gjennomført ein analyse av tilrenning og vassbalanse i området regulert for gråbergsdeponi og vassgjennomstrøyminga i avfallsanlegget. Området som er regulert til gråbergsdeponi har ein fordel i form av den geografiske beliggenheita. Deponiet ligg i eit dalsøkk (Engegjabødalen) med eit relativt lågt nedslagsfelt. Det har en positivt effekt på vanngjennomstrømning i avfallsanlegget.

Fjellryggen nord for avfallsanlegget ligg nær den maksimale utstrekninga. Frå fjellryggen og nordover ligger et nedslagsfelt som ikkje berørar det regulerte deponiområdet. Sørsida av avfallsanlegget er avgrensa av eit serviceområde og tilkomstvegen til fjellet.

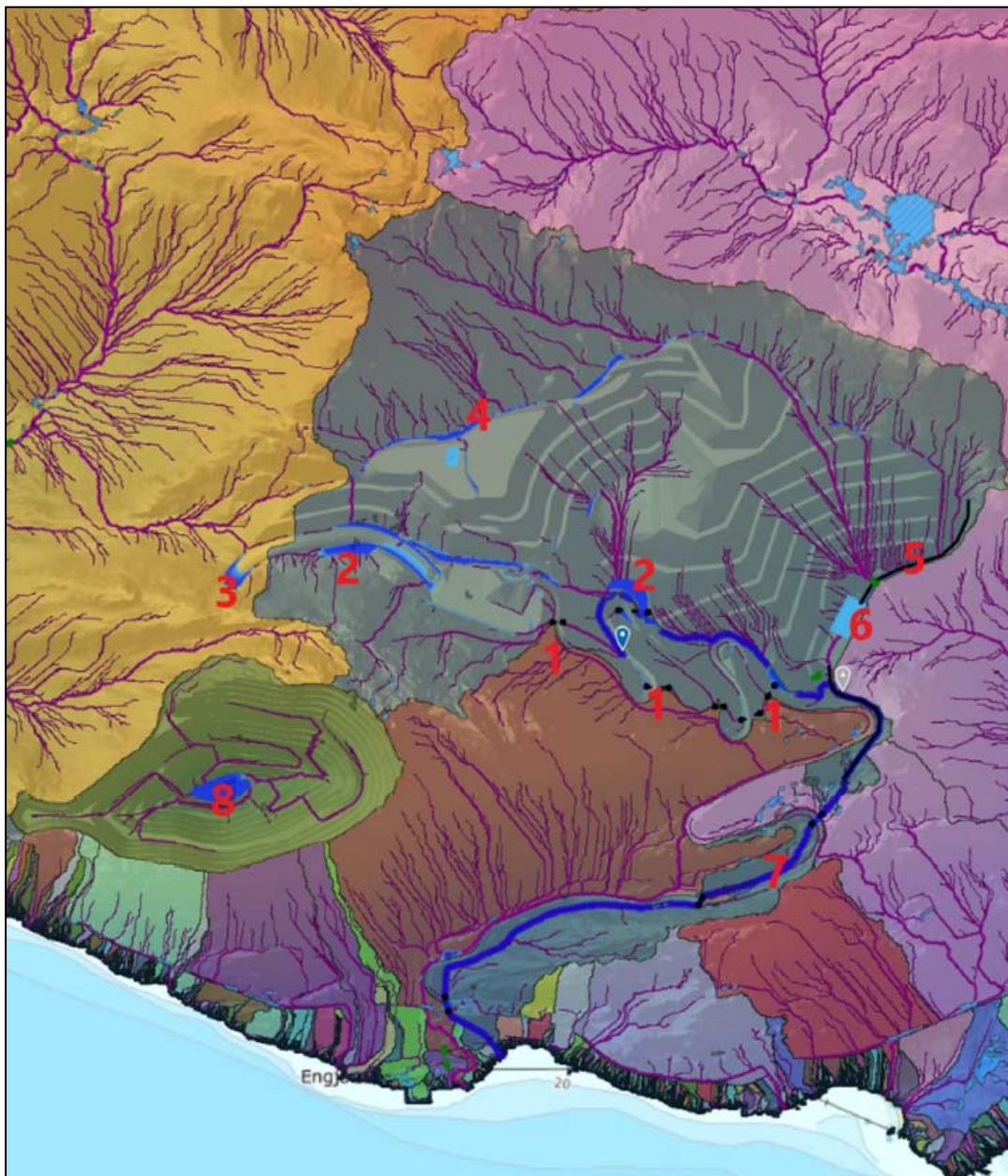
Modellering av tilrenning er gjort ved bruk av 3D modellane som er blitt generert for oppbygginga av gråbergsdeponiet som vist i Tabell 21. For modellering er det brukt hovudsakleg to fasar, Gråberg_06 (Figur 19) og Gråberg_07 (Figur 20). Nummera på figurane indikerer viktige fokusområde i produksjonsfasen og input til metodikk for grøfter og endeleg prosjektering for handtering av vatn i gråbergsdeponiet. Dagbrotet er modellert i sin fulle størrelse for å reflektere potensiell vassmengda. I dei første åra, når malmuttaket er i overflata, vil tilrenning av vatn gå til ein eigen pumpestasjon ved tunnel for transportveg. Tilrenninga vil skje langs transportveg i første fase og deretter etablerast ein ny pumpestasjon i den vestlege delen av dagbrotet for å fange opp vann frå sedimentasjonsbasseng i bunden. Følgjande fokuspunkt kan utleiaast frå modelleringa av tilrenning og tilpassingar til design, vist i figur 19 og 20:

1. Det må byggast eit dreneringssystem ved/gjennom tilkomstveg for å lede reint overflatevatn utanom sedimentteringsdam
2. Areal regulert for midlertidig lagring av masser (i dagbrotsområde) vil ikkje ha avrenning mot gråbergsdeponi, men transportveg.
3. Avrenning frå transportveg er mot tunnel for massetransport og tunellen mot dagbrot. Det oransje nedbørsfeltet vil ha avrenning mot transportveg
4. Avrenning frå gråbergsdeponiet må ledast til eit inntakssystem or å lede vatnet i ei grøft til sedimentteringsdam

5. Sedimenteringsdam må prosjekterast med ein kontrollert overrenning som minimerer negativ reinseeffekt og nedstrøms erosjon
6. Dreneringssystem for å lede vatnet frå sedimenteringsdam til sjø lages hovudsakleg av opne grøfter.
7. Dagbrotet vil ha ein naturleg sedimenteringsdam som har ein bufferfunksjon og pumper vatnet til sedimenteringsdam.

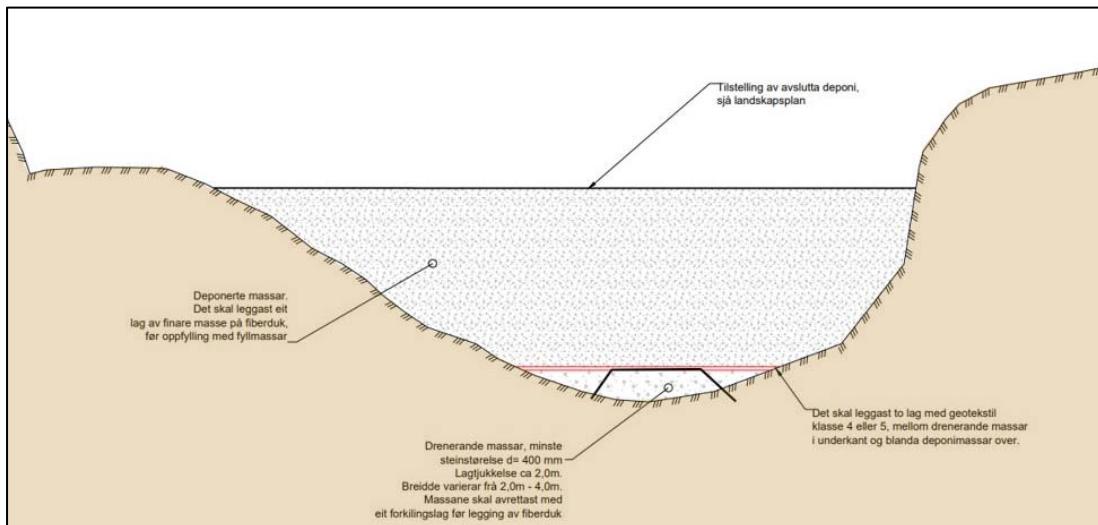


Figur 19 – Modellering av tilrenning og indikerte fokusområdet for tilrenning til gråbergsdeponiet etter Gråberg_06



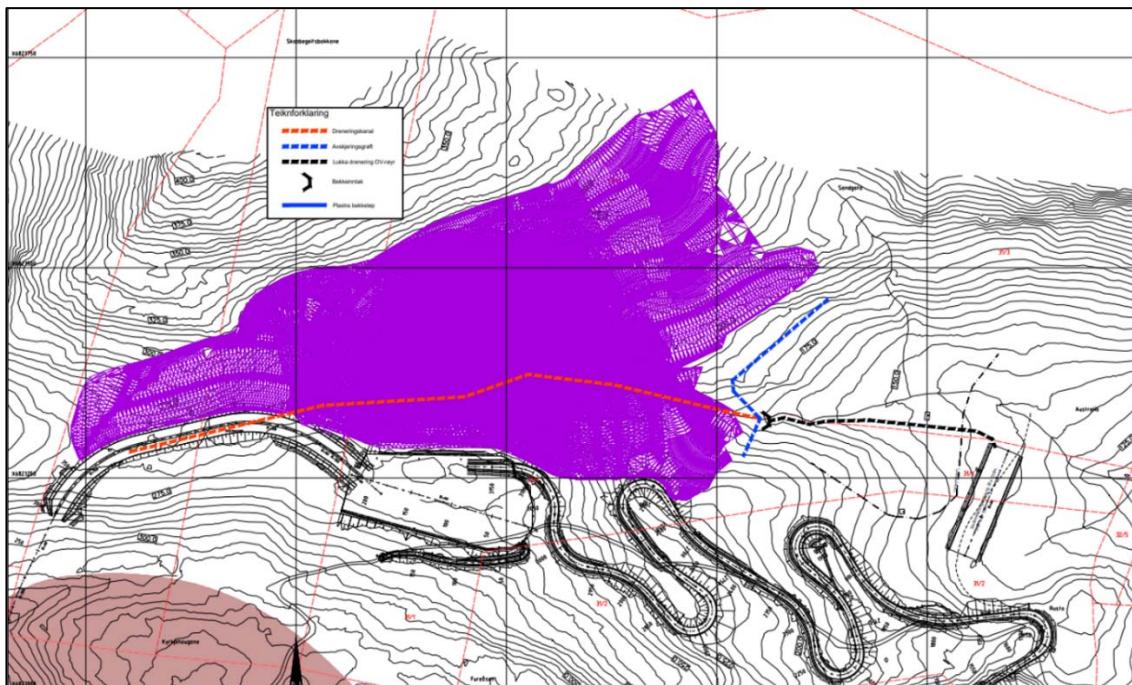
Figur 20 - Modellering av tilrenning og indikerte fokusområdet for tilrenning i gråbergsdeponiet etter Gråberg_07

Konklusjonen er at har lite nedslagsfelt som bidrar til låg tilrenning av overflatevatn. Difor vil avfallsanlegget byggjast med lavt omfang av avskjeringsgrøfter og ledevoller. Vatnet vil alltid drenere mot dalbotnen og komme ut ved den djupaste foten. Det vil bli laga eit dreneringssystem på dalbotnen for å sikre vassgjennomstrøyming i gråbergsdeponiet (Sjå Figur 21).



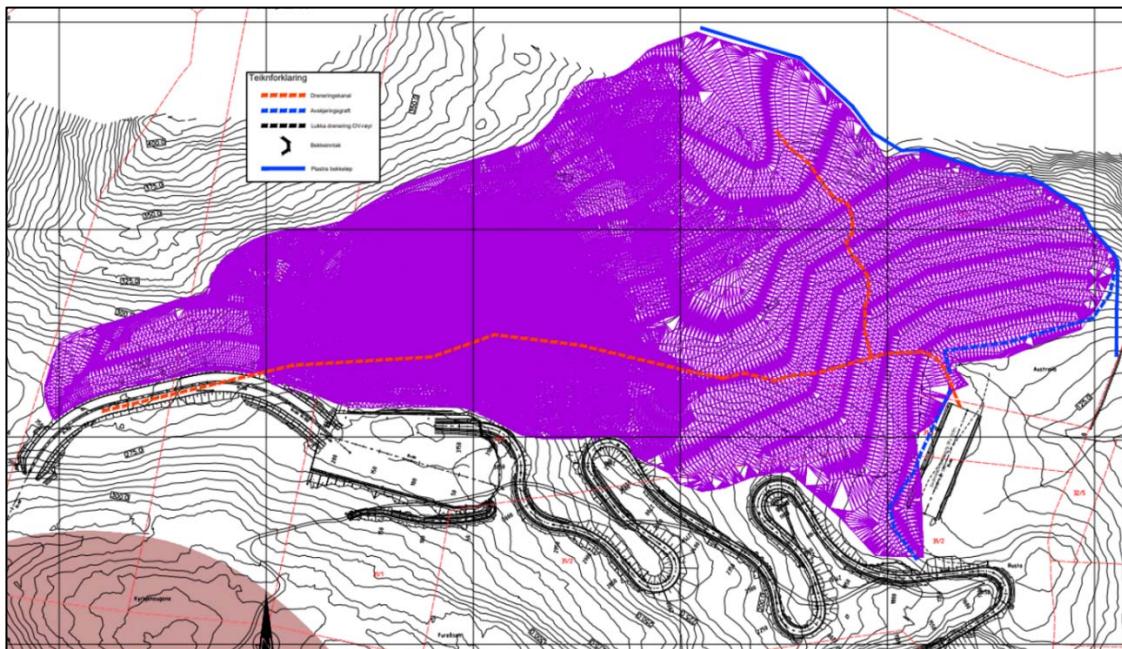
Figur 21 - Konseptskisse over dreneringssystem i botnen av gråbergsdeponi

Det vil bli lagd eit inntak som handtera alt vatn nedstrøms avfallsanlegget, og er kontinuerleg tilpassa oppbygninga av avfallsanlegget. Figur 22 viser illustrasjon over det nødvendige dreneringssystemet i dalbotnen tilknytt transportveg og inntak av vatnet som skal til sedimentteringsdammen og er knytt opp mot oppbygginga av gråbergsdeponiet og Gråberg_06 (Tabell 21).



Figur 22 – Illustrasjon av planlagt dreneringssystem og inntak etter Gråberg_06 med sedimentasjonsbasseng tegnet inn som rektangel i dalbunnen

Figur 23 viser illustrasjon over det nødvendige dreneringssystemet i dalbotnen tilknytt transportveg og inntak av vatnet som skal til sedimentteringsdammen og er knytt opp mot oppbygginga av gråbergsdeponiet og Gråberg_07 (Tabell 21).



Figur 23 - Illustrasjon av planlagt dreneringssystem og inntak etter Gråberg_07 med sedimentasjonsbasseng tegnet inn som rektangel i dalbunnen

7.2 Sedimentasjonsbasseng

Ein sedimenteringsdam vil bli etablert i den austlege delen av det regulerte gråbergsdeponiet som vist på Figur 22 og Figur 23. Det er ikkje planlagt behandling av vatnet i sedimenteringsdammen, då funksjonen er å fange partiklane i vatnet. Design av sedimentasjonsbasseng er basert på arbeid frå Asplan Viak (2022b og 2022d).

Reguleringsplanen for gråbergsdeponiet tillèt ein eller fleire sedimenteringsdammar. Eit konsept for plassering og utforming av sedimentasjonsbassenget blei utarbeida som del av byggeløyvet for grunnarbeid. Konseptet vil detaljerast av utførende entreprenør med støtte frå Asplan Viak og bli ferdigprosjektert som ein del av detaljprosjekteringen for prosjektet. Asplan Viak står for dimensjonering. Det kan bli mogleg å etablere fleire sedimentasjonsdammar under drifta etter behov, dersom det er avvik mellom modelleringa og faktiske målingar underveis i drifta.

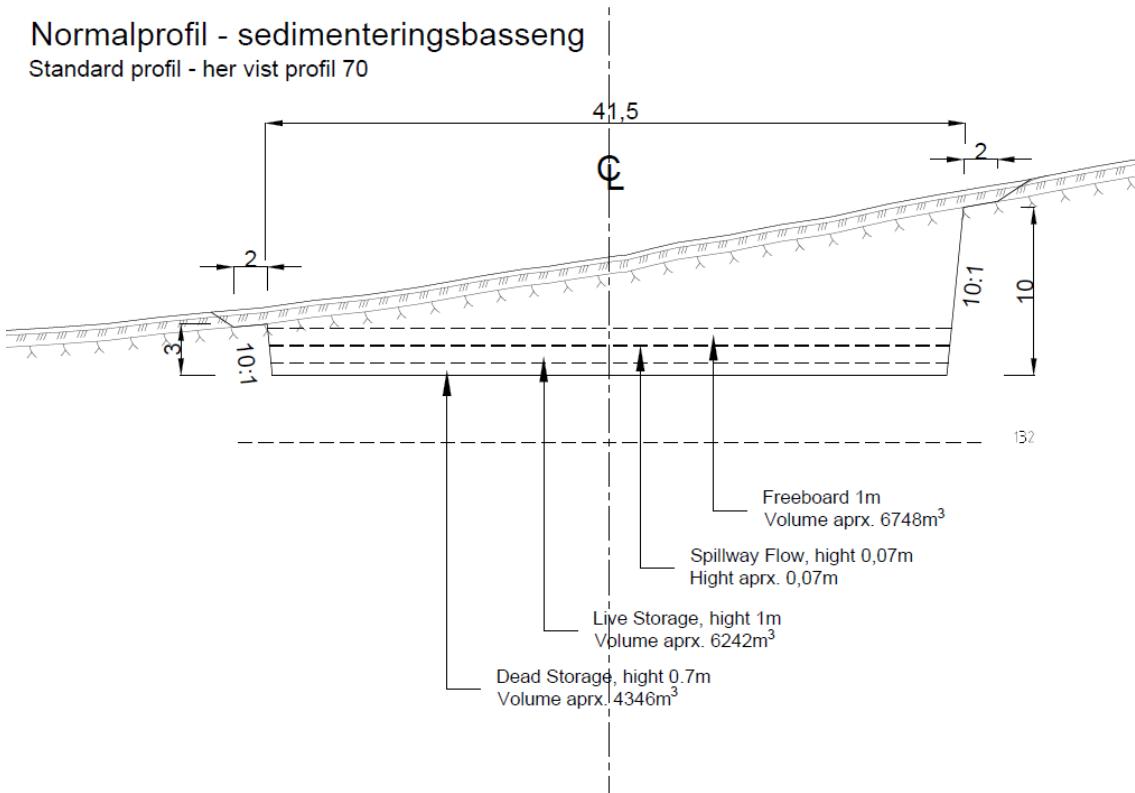
Det er ynskjeleg å avdekke matjord frå området der sedimentasjonsdammen skal byggast på før prosjektering blir ferdigstilt. Sedimentasjonsbassenget vil bli bygd ved å sprenga det ned i fjell for å ikkje ha behov for ein demning og med det minimere risiko for anlegget betrakteleg. Det blir lagt til grunn at detaljprosjekteringen skal imøtekomme krav for konsekvensklasse 0 i damsikkerheitforskrifta (2009).

Gjennom detaljprosjektering av sedimentasjonsdammen vil det være også være fokus på miljørisikoanalyse:

- Behov for sandfilter ved ekstremnedbør
- Oppdeling av sedimentasjonsbassenget i riktig mengde soner
- Reserveløysing for forhåndsreinsing av vatn frå dagbrot

- Behov for oljeutskiljar
- Frostsikring
- Endeleg plassering i terrenget etter forberedande arbeid i terrenget
- Detaljere avskjerande grøfter

Figur 24 viser eit snitt av skisse for sedimentteringsdammen i profil, slik den er tenkt plassert i terrenget, med eit overflateareal på om lag 6.200 m².



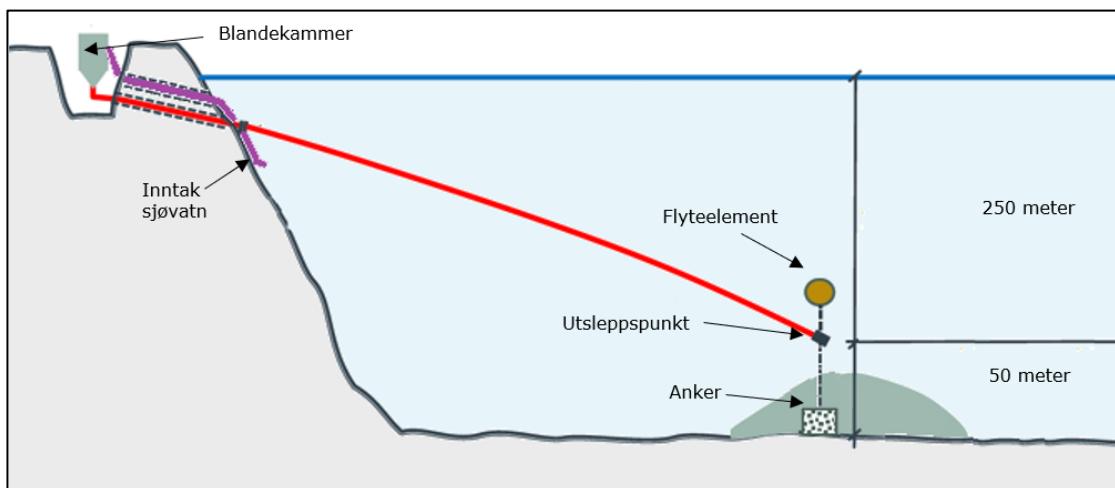
Figur 24 - Snitt av skisse til sedimentteringsdam

7.3 Sjødeponi

Ei skjematisk oversikt over sjødeponiet og utsleppssystemet er vist i Figur 25. Utsleppssystemet består av tre hovudkomponentar:

- Blandetank
- Avgangsrør
- Returpumpe for sjøvatn og tilhøyrande rør

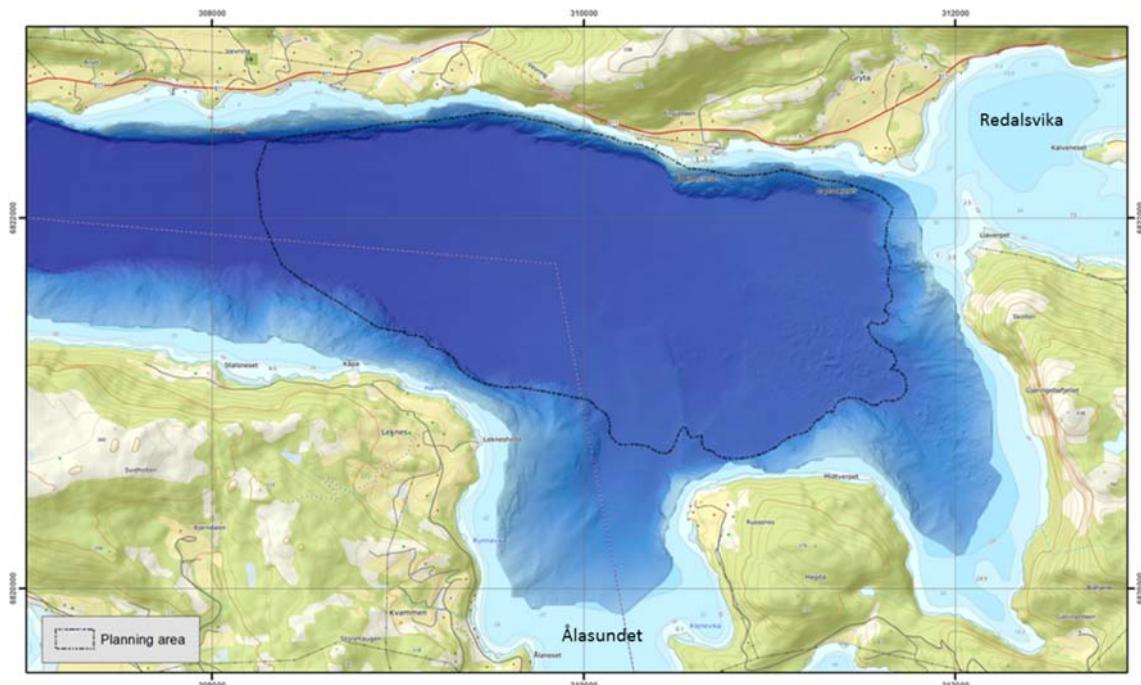
Våt og tørr avgang frå prosessanlegget samt sjøvatn frå om lag 100 meter djup blir blanda saman i en blandetank. Sjøvatn blandast inn for å sikre at avgangen får stabil temperatur og salinitet som gir tilstrekkeleg massettettleik for å sikre effektiv sedimenttering av utsleppsplumen. Blandetanken er også designet for å sikre at luft ikkje følgjer ned i avgangsrøyret som kan skape oppdriftseffektar. Dette sikrar ei kontrollert deponering på fjordbotn på 300 meters djupne. Avgangsrøyret er eit samanhengande, 385 meter langt HDPE-rør forankra slik at utsleppspunktet ligg om lag 50 meter over fjordbotn som ligg på 300 meter.



Figur 25 – skisse for utslippsarrangement

Avgangen (avgang blanda med sjøvatn) førast ved hjelp av tyngdekraft, gjennom avgangsøyret med ein estimert strømningshastigheit på om lag 4m/s, og ein materialkonsentrasjon på 5%. Design av utslippsarrangementet er gjennomført av Cowi (2019).

Utsleppsløyvet definera, saman med reguleringsplanen, eit 3-dimensjonalt område som regulerer partikkelkonsentrasjonar og sedimentering knytt til fjorddeponiet (Figur 26). Partikkelkonsentrasjonar og sedimentasjon utanfor deponiområdet og/eller 40 meter over utsleppspunktet, kan ikkje overskride gitte konsentrasjonar. Grenseverdiane er sett basert på konservative nivå slik at det ikkje skal førekomm effektar på marint liv utanfor det regulerte området.



Figur 26 - Batymetriisk kart over området regulert til sjødeponi

Utslippsrøret er fleksibelt slik at det kan flyttast i horisontal og vertikal planet. Dette gir moglegheit for å bygge opp deponiet som eitt eller fleire undersjøiske delta. Figur 27 illustrera ei mogleg oppbygging der deponiet anleggjast i 6 undersjøiske deponikjegle som rommar heile deponivolumet over drifta si levetid. I eit slikt scenario vil deponiets topp-punkt være maksimalt 65 meter over eksisterande havbotn og under terskeldjupna ved Svanøy på 220 meter. Dette kan gje ein fordel med omsyn til potensiell spreiing av partiklar. Basert på overvaking under drift vil ein basert på kunnskap plassere utslippsrøret for å i størst mogeleg grad minimere avtrykket av deponiet over tid.



Figur 27 – Illustrasjon av deponikjegler etter 40 års drift

Eit areal på totalt 4,4 km² er i reguleringsplanen avsett for sjødeponi. Av dette forventas en eller fleire deponikjegler å dekke 25-40% av arealet avhengig av høyde og antall kjepler. Om lag 1,30 millionar tonn avgang vil maksimalt deponerast i sjødeponiet per år, totalt om lag 50 millionar tonn over prosjekttida på 39 år.

7.4 Prosedyrar for kontroll og driftsovervaking

Selskapet vil etablere eit overordna internkontrollsysten, med eiga fokus på avfallsanlegga før oppstart av produksjon. Arbeidsbeskrivingane vil innehalde alle prosedyrar for å drifte, overvake og vedlikehalde avfallsanlegga for å sikre at alle

funksjonar møter krav til design, løyve og selskapets eigne målsetningar. Desse prosedyrane vil bli utarbeidd i samsvar med:

- Establishment of Guidelines for the inspection of mining waste facilities, inventory and rehabilitation of abandoned facilities and review of the BREF document No. 070307/2010/576108/ETU/C2. Annex 2, Guidelines for the Inspection of Mining Waste Facilities, April 2012. DHI.

Avfallsanlegga vil være ein integrert del av verksemda, og vil bli følgt opp av eksterne ressursar med lang erfaring av avfallsanlegg for mineralindustrien og EUs direktiv for minerallavfall. Dei eksterne ressursane vil gjennomføre tredjepartskontroll av drift av avfallsanlegga.

Prosedyrane vil blant anna definere og beskrive i detalj:

- Organisasjonskart med ansvarlege personar og ressursar
- Avgangstraumar
- Metodologi for oppbygging av gråbergsdeponi og sjødeponi
- Risikoanalyse
- Hydrologi
- Miljøovervaking
- Inspeksjonsrutinar og skjema for rapportering
- Beredskapsplan for avfallsanlegga

Prosedyrane vil spesifikt møte følgande krav til kontroll av avfallsanlegga:

- Sekvens for oppbygginga av gråbergsdeponi
- Stabilitet for gråbergsdeponi
- Støvkontroll for gråbergsdeponi
- Funksjonalitet, volumkontroll og vasskvalitet frå sedimenteringsdam

8 AVSLUTNING OG REHABILITERING AV GRUVEAVFALLSANLEGG

8.1 Plan for avslutning og rehabilitering

Utsleppsløyet stiller krav til at avfallshandteringsplanen skal innehalde ein plan for avslutning og rehabilitering av deponiområda. Avslutning av deponia skal gjerast i samsvar med gjeldande plan. Miljødirektoratet skal varslast i god tid før avslutningsprosessen. I samsvar med avfallsforskrifta kapittel 17 stillast det krav til godkjenning frå miljødirektoratet før eit avfallsanlegg kan vurderast som avslutta. Dette gjeld ikkje avfallsanlegg for inerte masser. Avslutning av deponia vil likevel gjerast i dialog med myndighetene.

Nordic Rutile har som del av styringssystemet for miljø og samfunn laga ein plan for avslutning og rehabilitering av prosjektområdet inkludert, gruve, prosessanlegg, infrastruktur og avfallsanlegg. I dette kapittelet presenterast delar av planen som omhandlar avslutning og rehabilitering av gruveavfallsanlegg.

Målsetninga med avslutning- og rehabiliteringsplanen er å demonstrere korleis Engebøprosjektet kan bli avslutta i tråd med pliktar i løyver og på eit miljømessig og samfunnsmessig forsvarleg vis. Planen har blitt utarbeida basert på gjeldande prosjektplanar og med basis i følgjande løyver:

- Utsleppsløyve etter forureningslova, Miljødirektoratet (revidert, 2021)
- Detaljreguleringsplan for utvinning av rutil i Engebøfjellet, Askvoll og Naustdal kommune (2019)
- Driftsplan for Engebøprosjektet, Direktoratet for mineralforvaltning (2019)

Planen er utarbeida med betraktning til 'god industripraksis' representert av International Council on Mining and Metals (ICMM)²

Ved nedlegging av drift skal området for deponia avsluttast og tilbakeførast til ein trygg og miljømessig forsvarleg tilstand. Generelle målsetningar for avslutninga er:

- Vedlikehalde arbeidstryggleik og helse gjennom ned stenging av aktivitetar
- Ivareta folkehelse og tryggleik
- Demonstrere kjemisk stabilitet for deponia
- Demonstrere fysisk stabilitet for deponia
- Etablere sjølvoppfaldande økosystem i deponiområda
- Minimere behovet for vedlikehald av rehabiliterete deponiområder
- Minimere negative effektar for anna næringsaktivitet og lokal økonomi
- Oppretthalde gode relasjonar med lokalsamfunnet
- Legge til rette for god framdrift for rehabilitering og tilbakeføring også under drift

8.1.1 Gråbergsdeponi

Ifølgje reguleringsplanen skal det skal lagast ein plan for snarast mogleg istrandsetting av gråbergsdeponiet gjennom levetida. Etter avslutta drift skal gråbergsdeponiet tilbakeførast til landbruksareal. Dagens bruk av området er som beitemark for husdyr. Med landbruk forståast det i denne samanheng tilbakeføring til beitemark.

Istrandsetting av deponiet vil gjerast ved å planere massane for å tilpasse terrenget. Det vil leggast til rette for ei helling på deponimassane som mogleggjer planting. Det vil bli gjennomført grøfting for effektiv drenering frå deponiet for å unngå danning av dammar. Grøfting vil også gjennomførast i omkringliggende områder for å føre vatn bort frå deponimassane for direkte tilsig til naturlege vassdrag. Etter avslutta drift vil eit lag med matjord leggast over deponimassane og massane vil deretter plantast. Deponiet vil vegeterast med stadeigne arter eigna for beiteland.

Omfanget av planering og planting avhenger av kor mykje av gråberget som utnyttast til alternativ bruk. I utsleppsløyvet stillast det krav til at gråberg i størst mogleg grad skal nyttast til alternative formål. Nordic Rutile ser det som truleg at ein stor del av gråberget kan nyttast over tid, sjå kapittel. 4.3. Ved bruk av

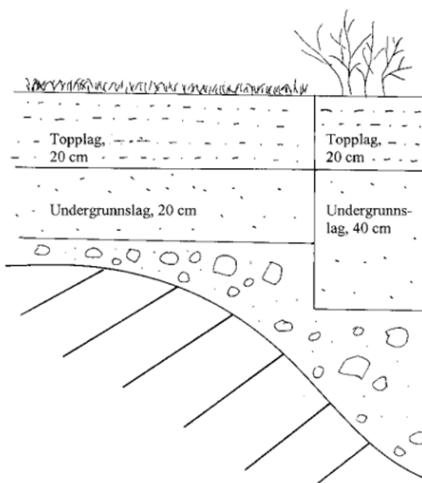
² Integrated Mine Closure Good Practice Guide 2nd Edition (ICMM, 2019) and supporting closure maturity framework (ICMM, 2020)

gråberget vil behovet for rehabilitering redusert. Sjølv ved full utnytting er det likevel truleg at det vil være terrenginngrep frå ulike aktivitetar (transport av stein og knusing/sikting av gråberg til pukkformål) og at det vil være et behov for opprydding, istandsetting og plantning for tilbakeføring. Dagens plan for tilbakeføring legg konservativt til grunn maksimal deponering av gråberg over tid, utan uttak til alternativt bruk. Dersom omfanget av deponi og inngrep endrast, vil planen oppdaterast med gjeldande pliktar.

Under anleggsfasa vil omlag 150.000m³ matjord (myrjord og vekstjord) fjernast fra prosess-, gruve- og gråbergsområdet og deponerast for seinare bruk. Oppmåling og veging av matjord vil gjerast under uttak slik at det føreligger eit rekneskap over jord inn/ut på lager. Ved rehabilitering av deponiet vil denne massen nyttast til tildekking og revegetasjon av deponiet. Lageret for matjord plasserast innanfor deponiområdet slik at avrenning frå massane fangast opp av sedimentasjonsbassenget nedstraums for gråbergsdeponiet.

Etter avslutta drift vil gråbergsdeponiet dekke eit areal på ca. 380.000 m². Med eit tilgjengelig volum på 150.000 m³ med matjord/myr gir dette overdekking av deponiet med en tykkelse på 0,4 m. Figur 28 viser en skisse for overdekke, inndelt i topplag og undergrunnslag. I undergrunnslaget kan blandast inn andre lausmasser som sand, silt og leire. Bruk av avgangsmasse til dette formålet kan da vere ein moglelse. Mengda matjord frå prosjektområdet er forventa å dekke behovet for revegetasjon. Dette vil undersøkast nærmare når rehabiliteringsplanane detaljerast ut og jordlageret anleggjast.

Gras Busker og små trær



Figur 28 - Skisse for utlegging av jordmassar for tildekking (Asplan Viak 2022)

Planen for rehabilitering av gråbergsdeponiet vil oppdaterast jamleg ettersom planlagt deponering og bruk utviklast over tid. Figur 29 under viser deponiet slik

det er tenkt planert og planta med antaking om at gråberg ikkje blir nytta til alternative formål.



Figur 29- Figur som viser gråbergsdeponiet etter rehabilitering (retn. SØ-NV)

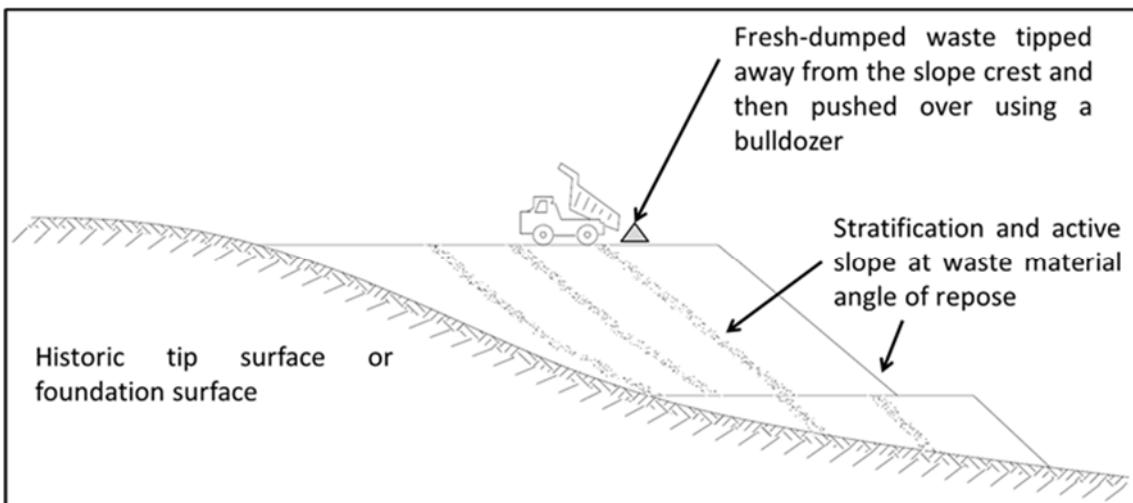
Gråbergsdeponiet er, som beskrive i kap. 5.4.1, karakterisert som inerte masser. Risiko for sur og metallholdig avrenning vurderast difor som låg. Det er likevel ynskjeleg å minimere gjennomstrøyming av vatn i deponiet slik at finstoff og sprengstoffrestar i minst moglege grad vaskast ut. Eit vegetasjonsdekke vil bidra til å redusere avrenning og vassgjennomstrøyminga i massane.

Følgande steg er planlagd for istandsetting av gråbergsdeponiet:

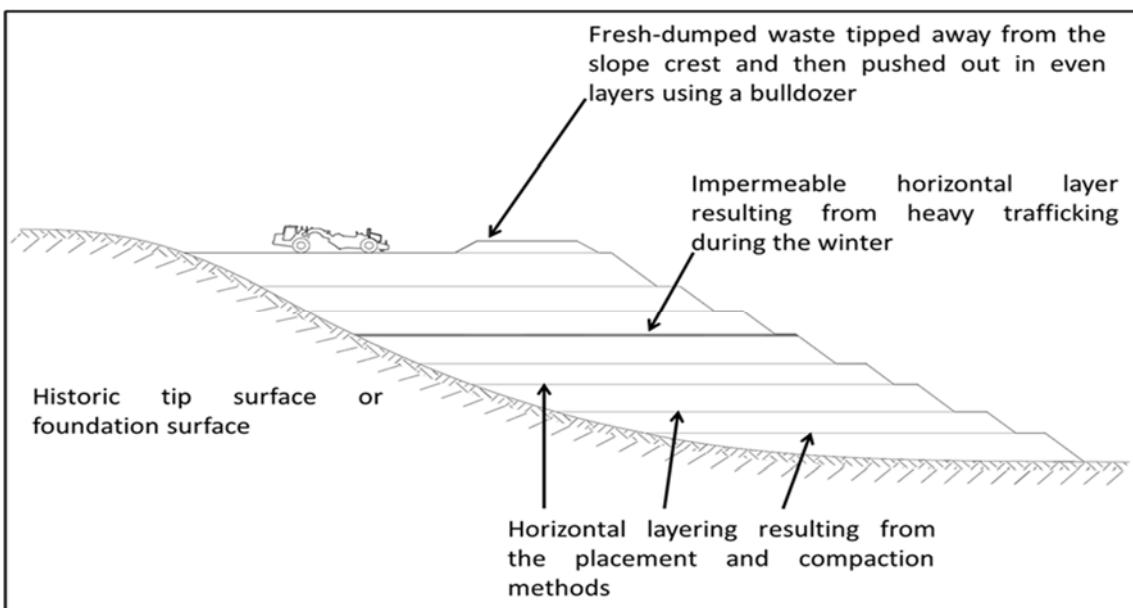
- Avleie vatn som ikkje har vore i kontakt med gråbergsdeponiet til naturlege bekkeleier ved hjelp av grøfting og design
- Planere og forme gråbergsdeponiet til ein helling på 1:2 for effektiv avrenning og moglegheit for plantning
- Etablere dreneringsgrøfter på gråbergsdeponiet for å hindre danning av dammar og minimere infiltrering av vatn
- Gradere toppen av gråbergsdeponiet til ei helling på 1% for å sikre drenering, forhindre danning av dammar og tilrettelegging for tildekking.
- Toppen må vera utforma slik at ein sikrar tryggleik for folk og dyr. Det kan leggjast opp ein voll som sikringstiltak, toppen bør ha ei god avrunding og/eller låge avsatsar.
- Etter avslutta drift, og når alternativ bruk ikkje er mogleg, anlegga eit lag med matjord som vekstmedium for revegetasjon.
- plante matjorda med passande, stadeigne artar
- Når gruveområdet er avstengt, og rehabiliteret skal deponiområdet opnast til bruk som beitemark

Reguleringsplanen stiller krav til at det skal leggast en plan for snarast mogleg istandsetting av dei ulike delane av gråbergsdeponiet. Det er identifisert begrensa moglegheit til progressiv istandsetting av deponiet under drift spesielt med omsyn

til plantning. Dette har samanheng med at store deler av deponiet vil ha aktive arbeidsflater under dagbrotsdrifta. Gråbergsdeponiet vil bli etablert basert på 'End of dumping' metoden, sjå Figur 30. Slik figuren viser vil skråningane på deponiet være aktive arbeidsflater under driftsperioden. Det er difor lite hensiktsmessig å plante deponiet før deponeringa er avslutta. Ved å avvente revegetasjon til etter avslutta drift er også en føresetnad for å kunne utnytta massane til alternative formål gjennom driftsfasa. Skulle det bli klart at alternative bruksområde ikke er mogeleg så kan alternative 'bottom up'-metodar for gråbergsdeponering vurderast (Figur 31). Dette vil i større grad moglegjøre progressiv revegetasjon.



Figur 30 - Konseptskisse for "end of dumping" metodikken som skal anvendast for utplassering av masser i gråberget



Figur 31 - Konseptskisse for "bottom up" metodikk

8.1.2 Sedimentasjonsbasseng

Etter at gråbergsdeponiet er ferdig rehabilert, inkludert revegetasjon, er det sannsynleg at avrenninga frå deponiet vil være eigna for utslepp direkte til vassdrag utan videre behandling. Sedimentasjonsbassenget kan på dette tidspunktet avsluttast og istandsettast. Planlagt istandsetting inneber at damkonstruksjonen bli fjerna og at bassenget blir fylt med inerte bergmassar og morenemateriale frå omliggande områder. Heile bassengområdet vil deretter dekkast med eit matjordlag og revegeterast.

8.1.3 Sjødeponiet

Infrastruktur forbunde med sjødeponiet skal etter avslutta drift fjernast. Dette inneberer:

- Blandetank
- Utsleppsøy
- Pumpe og røyrleidning for inntak av sjøvatn
- Oppdriftselement for utsleppsøyret

Utstyret skal demonterast og fraktast bort på eigna måte i samsvar med plan for industriavfall.

Massane som deponerast på fjordbotnen er klassifisert som inerte (kap. 5.4.4) og er ikkje forventa å lekke ut metall eller andre miljøskadelege stoff. Det vurderast difor ikkje som naudsynt å dekke til deponiområdet med andre masser etter avslutta drift.

Erfaringar frå eksisterande og tidlegare sjødeponi viser at sjødeponi kort tid etter avslutta drift har god evne til naturleg rehabilitering. Det er forventa at deponiet i løpet av få år vil rekoloniserast og at det igjen vil etablerast eit botndyrsamfunn med godt artsmangfald og samansetning. Havbotnen vil på denne måten reetablerast som habitat for djupvassfisk og andre artar som lever på nær og i fjordbotn. Slik beskrive i kapittel 7.3 vil ikkje heile det regulerte området være påverka av sedimentering gjennom utsleppsperioden. Den miljømessige påverknaden vil være knytt til den delen av vassøyla og havbotnen kor utsleppet til ei kvar tid føregår. Dette gir moglegheit progressiv rekolonisering av deponiområdet under drift. I områder der deponeringa er avslutta kan botndyr vende tilbake slik at området kan oppnå noko av sin opphavlege funksjon. Effektar av deponeringa og moglegheiter for progressiv rehabilitering vil overvakast nøye både under og etter drift, sjå kapittel 9. Det vil også undersøkast moglegheiter for å avgrense fotavtrykket og framskynde rehabiliteringa. Moglege tiltak kan være utsetting av kunstige rev og tilførsel av organisk materiale. Slike tiltak vil være gjenstand for forsking og utvikling i løpet av driftsperioden.

9 Tiltak for å unngå miljø- og samfunnspåverking

Nordic Rutile har gjennomført omfattende konsekvensutgreiingar for å vurdere miljømessige og sosiale effektar av prosjektet, inkludert konsekvensar knytt til avfallshandteringsanlegga. KU-prosessen byrja i 2007 og inkluderte over 70 studiar. Avfallshandteringsanlegga er designa for å i størst mogleg grad minimere negative effektar på miljø, naturmangfald og samfunn, inkludert forhindre påverknad på omliggande vassførekomstar, og for å minimere potensialet for luftforureining.

Effektane avfallsanlegga har på miljøet (vatn og luft) og tiltak for å minimere effektar minimere negative konsekvensar presenterast i denne delen av avfallshandteringsplanen.

9.1 Vasskvalitet

9.1.1 Effektar knytt til gråbergsdeponi og tilhøyrande sedimentasjonsbasseng

Moglege miljøeffektar av gråbergsdeponiet er hovedsakelig knytta til forureining av vasskjelder nedstraums frå deponiet. Som beskrive i Kapittel 3 er Grytaelva som ligger nedstraums frå gråbergsdeponiet vurdert som eit habitat av regional verdi med populasjonar av aure og raudelista ål. Det er også tre drikkevassbrønnar nedstraums frå gråbergsdeponiet.

Risikoene for kjemisk forurensing (utlekking av tungmetaller og sur avrenning) frå gråbergsdeponiet er vurdert til å være låg. Potensielle effektar på vasskvalitet vil difor hovudsakeleg være forbundet med utslepp av finstoff. Ved sprenging av gråberg, transport og tipping vil det dannast finstoff som kan vaskast ut frå deponimassane og transporterast til omliggande vasskjelder. Auka partikkelkonsentrasjon i vassførekomstar kan gje negative effektar for fisk, ål og andre organismar som lever i vatnet.

Avrenning av udetonert sprengstoff frå gruvedrift kan påverke vassmiljøet negativt. Ved sprengingsarbeid i dagen vurderast gjerne andelen udetonert sprengstoff til ca. 1 %. Overflata av malm, gråberg og vrakstein frå dagbrot kan innehalde restar av udetonert sprengstoff. Udetonert ammoniumnitrat er lettloysseleg kan også følje vatn frå dagbrotet. Nedbørsvatn som strøymer gjennom deponiet kan mobilisere udetonert sprengstoff og resultere i nitrogenhaldig avrenning. Ammonium omdannast til ammoniak som kan ha negative effektar på vasslevende organismar.

For å unngå utslepp av finstoff og sprengstoffrestar til Grytaelva, bekkar og Førdefjorden skal det etablerast eit sedimentasjonsbasseng ved foten av gråbergsdeponiet (Sjå kapittel 7.2). Vatn som har vore i kontakt med deponimassane ledast til sedimentasjonsbassenget kor vatnet reinsast for partiklar. Reinsa vatn førast så i grøfter/sjakter ned til prosessområdet for utslepp til sjø.

Ved god handtering av kontaktvatn og etablering av sedimentasjonsbasseng er det ikkje forventa negative effektar på vassførekomstar i området. Eit overvakingsprogram er planlagt for å sikre at vassførekomstar som Grytaelva ikkje blir negativt påverka (Sjå kapitel 10). Overvakingsprogrammet skal også dokumentere at det ikkje skjer uforutsett kjemisk forringing av vasskvaliteten som potensielt kan gje konsekvensar for vassdrag, grunnvatn og drikkevassbrønnar. Innhold av ammoniak og partiklar i avrenning frå deponiet vil overvakst.

9.1.2 Effektar knytt til sjødeponi

Geokjemi og vasskvalitet

Som vist i kapittel 5 vurderast massane i sjødeponiet som inerte. Risikoen for utelekking av tungmetall frå deponimassane til omliggande vassførekomstar vurderast difor som låg. Som beskrive i kapittel 4.2 følgjer ein mindre del tilsetningsstoff massane frå mineraloppriinga. Omfattande testar viser at det ikkje er forventa negative effektar på marine organismar som følgje av utsleppet på kort eller lang sikt (DNV 2019 og 2020). Ved å erstatte rutil-flotasjon med tørrseparasjon vart den planlagd bruken av tilsetningsstoff redusert med omlag 99%. Klima- og Miljødepartementet har konkludert med at dette har gitt ein redusert miljørisko samanlikna med tidlegare prosessoppsett.

Partiklar i fjorden

Som ein del av konsekvensutreiinga har det blitt gjennomført omfattande vurderingar knytt til partiklar og sedimentasjon frå utslepp i Førdefjorden, og potensielle effektar på marint liv, spesielt knytt til verdifulle artar som laks og ål, samt gytefelt for torsk og raudelistearter. Effektar av deponiet er hovudsakeleg knytt til partikkkelkonsentrasjonar i vann og sedimentering på havbotn. I områder med høg sedimentasjons er det forventa at botndyrsamfunn begravast i deponimassane. Desse områda vil, medan utslepp til fjorden er aktiv, være lite eigna som habitat for botnlevande fisk.

For å vurdere spreiling av partiklar i vassfasa og sedimentering i deponiområdet vart det gjennomført målingar av straumningar og hydrografi i fjorden av DNV i 12 månader ved fleire stasjonar (DNV, 2014a). Data frå målingane vart brukt til å lage ein sirkulasjonsmodell (SINMOD) for å modellere partikkelspreiing og sedimentasjon (DREAM) (SINTEF, 2014a og b). Basert på dette arbeidet vart eigenskapane til utsleppet og oppbygginga av fjorddeponiet vurdert, samt dei tilknytta effektane på marint liv. I og rundt det planlagde deponiområdet gjennomførte DNV, som del av dette arbeidet, ei omfattande økologisk grunnlagsundersøking, evaluering av effektar opp mot resultata frå modelleringane (DNV, 2014b).

Konklusjonar frå konsekvensutgreiingane er som følgjer:

- Modelleringa viser at forhøgja partikkkelkonsentrasjonar og sedimentering er forventa å skje innanfor det regulerte området. Partiklar som spreiaст utover dette området er i konsentrasjonar som ikkje gir effektar
- Det er liten risiko for partikkelspreiing oppover i vassmassane
- Strøymingane i deponiområdet er moderate med låg risiko for erosjon og transport av massane
- Fjorddeponiet dekkjer maksimalt 5% av det totale botnhabitatet i Førdefjorden.

Det er gjennomført tilpassingar i utslippsdesignet for å minimere risikoen for at partiklar spreiaст utover det som er ligg i krava:

- Fjerning av ferskvatn og innblanding av sjøvatn før utslepp for å auke tettleiken til utsleppsplumen, minimere oppdriftseffektar og auke sedimentasjonsraten
- Fjerning av luft frå utsleppssystemet for å unngå danning av luftbobler som kan komme inn i røyrsystemet og forårsake oppdrift av partiklar
- Eit fleksibelt utsleppssystem som gir moglegheit for å optimalisere plasseringa av utslippsrøret horisontalt og vertikalt
- Bruk av flokkuleringsmiddelet Magnafloc 5250 for agglomerering og fnokkdannelse av partiklar for aukt sedimentasjonsrate. Dette kjem i tillegg til naturleg flokkulering som skjer i sjøvatn og som er vist å være ein viktig faktor for sedimentering

Utsleppsløyvet set krav til at det gjennomførast kontinuerlege målingar av partiklar for å dokumentere at grenseverdiane overhaldast utanfor deponiområdet. Eit avansert måle- og overvakingsprogram vil bli sett i gang før oppstart av drift for å kontrollere at deponeringsprosessen skjer slik planlagt og at tiltak kan iverksettast ved uforutsette hendingar. Måle- og overvakingsprogrammet er beskrive i meir detalj i kapittel 10.

Økologiske effektar

Fleire studiar har blitt gjennomført for å forstå biodiversiteten i Førdefjorden inkludert testfiske, grabbprøvar av botndyrsamfunn, innsamling av fiskeegg og visuell kartlegging med ROV (NIVA, 2008a; NIVA, 2008b; HI 2009, DNV, 2014b).

Effektar av deponiet på biodiversitet er vurdert basert på lokalisering av ulike artar og habitat sett i samanheng med forventa avtrykk av deponiet slik predikert ved modelleringar. Klima og miljødepartementet oppsummerte i utsleppsløyvet av 5. juni 2015 følgande effektar av deponiet basert på konsekvensutgreiingane:

- Avgangsmassane vil hovudsakeleg påverke botnlevande organismar (benthos) i det regulerte området der sedimentasjonsraten er høy.
- Effekten på botnlevande organismar i deponiområdet vil være signifikant og botnhabitatet med høg partikkelsedimentering fell bort som leveområde i deponiperioden
- Mobile organismar som fisk er forventa å unngå områder med høge partikelkonsentrasjonar og kan nytte seg av andre områder av fjorden i deponiperioden
- Det er låg risiko for effektar på gytefelt for torsk som ligger i tilgrensande områder på grunt vann.
- Deponiet har låg risiko for større effektar på raudlisteartar som pigghå og blålange sidan deponiområdet utgjer ein marginal del av habitatet deira i fjorden
- Det er lite kommersiell fiske i fjorden, men aktivt fritidsfiske. Deponiet er ikkje forventa å ha negative effektar på denne aktiviteten utanfor deponiområdet.
- Det er låg risiko for effektar på oppdrettsanlegg som berre nyttar den øvre delen av vassøyla
- Det er låg risiko for påverknad på laks sidan den vandrar i dei øvre meterane av fjordvatnet

- Botnlevande organismar i deponiområdet er forventa å rekolonisere massane etter avslutta drift. Skaden deponiet har på botnhabitatet er difor reversibel.
- Effekten av deponiet har ein lokal karakter, og det er lite sannsynleg med alvorlege og irreversible effektar på fjordens økosystem.
-

9.2 Luftkvalitet

9.2.1 Effektar frå gråbergsdeponi

Utslepp av støv kan førekomme frå gråbergsdeponiet under utbygging og drift. Nordic Rutile gjennomførte ein studie om effektar av støv frå prosjektet i 2009 (NILU, 2009). Estimat av støvutslepp var basert på antatt volum av støv frå ulike aktivitetar, værdata og distanse til nærmeste nabo. Ifølgje studien er forventa støvutslepp frå dagbrot, anleggsveg og prosessanlegg vurdert som lågt med total dagleg gjennomsnitt under $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 500 meter frå drifta. Nivået på støv til nærmeste nabo er forventa å være lågare enn $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timesmiddel. Dette er under grenseverdiar sett i utsleppsløyvet ($5\text{g}/\text{m}^2$ hos nærmeste nabo) og i retringslinjer for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (Miljødirektoratet, T-1520, 2012).

Slik presentert i kap. 5.5 er innhald av asbest under grenseverdiar for skadeeffektar. Sprenging, knusing, maling og handtering av malm eller gråberg er difor ikkje forventa å gje skadeleg asbestutslepp i arbeidsmiljøet eller til omgjevnadane.

For å minimere utslepp til luft vil følgjande aktivitetar lagt inn i planen for design og drift av gråbergsdeponiet:

- Plassering av transportveg for gråberg i tunnel frå dagbrot til gråbergsdeponiet
- Spreiing med vatn ved på tørre dagar med potensiale for støvgenerering
- Revegetasjon av gråbergsdeponiet for å minimere generering av støv frå deponiet.

Utsleppsløyvet stiller krav til overvakning av nedfallstøv rundt driftsområdet på Engebø. Utplassering av måleutstyr vil gjerast i tråd med overvakningsprogrammet som godkjent av miljødirektoratet.

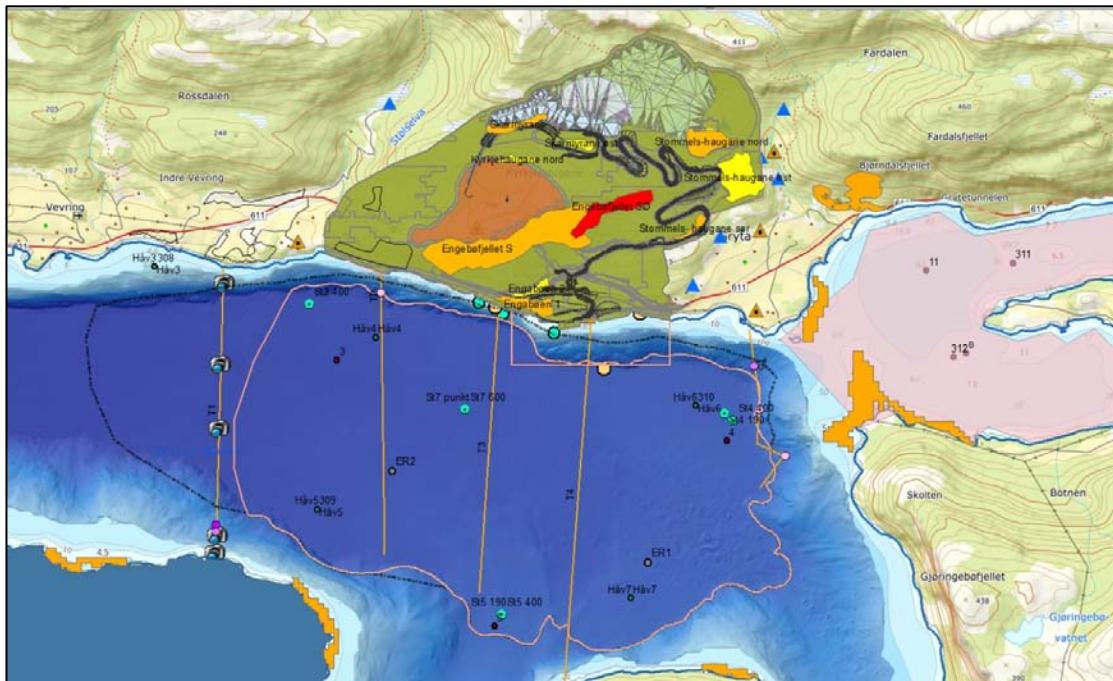
9.2.2 Effektar frå sjødeponiet

Ingen luftkvalitetseffektar er forventa frå deponering av avgang i sjødeponiet.

9.3 Plan for naturmangfold

I samarbeid med DNV og Asplan Viak, har Nordic Rutile igangsett arbeid med en handlingsplan for naturmangfold. Planen definera konkrete tiltak for å unngå, minimere, restaurere og kompensere effektar på naturmangfold. Målsetninga for planen er netto-gevinst for naturmangfold over prosjektet si levetid. Det vil sei at negative effektar på naturmangfold frå bedrifta sine aktivitetar skal restaurerast og tilbakeførast i størst mogleg grad til opprinneleg eller tilsvarande god stand. Der bedrifta ikkje har høve til å tilbakeføre 100% vil det gjerast tiltak for å kompensere ved å auke naturmangfaldet andre steder. Som ein del av dette arbeidet har bedrifta

saman med DNV laga et interaktivt kart for naturmangfald. Nordic Rutile er i gang med ei oppdatert kartlegging av naturmangfald både på land og i sjø før oppstart av drift på Engebø. Kartet (Figur 32) for naturmangfold oppdaterast ettersom ny kunnskap tilkjem.



Figur 32 - Interaktivt kart for naturmangfold (DNV 2022)

9.4 Samfunnskontakt og involvering

Nordic Rutile ynskjer at lokalsamfunn, naboar og andre interessepartar skal ha tilgang til informasjon om Nordic Rutile sine aktivitetar og ha moglegheit for deltaking i bedrifta si miljøovervakning.

I 2020 oppretta Nordic Rutile ei ressursgruppe beståande av velforeiningar i lokalsamfunn rundt Engebø, næringsinteresser og lokale interesseorganisasjonar. Askvoll og Sunnfjord kommune er observatørar i gruppa. Formålet med gruppa er å informere, skape dialog og få innspel til bedrifta sitt overvakkingssystem. Det haldast to faste møter per år og etter behov. Bedrifta presentera her planar og resultat for overvakning, og tema knytt til miljø og samfunn. Ressursgruppa kjem med innspel og gjevast moglegheit til å delta i utforming av overvakningsprogrammet.

Nordic Rutile etablerte i 2022 eit styringssystem for handtering av tilbakemeldingar frå lokalsamfunnet for å sikre god og systematisk dialog. Tilbakemeldingar kan være i form av innspel, bekymringar eller klager på bedrifta sine aktivitetar. Systemet skal sikre at bedrifta følgjer opp tilbakemeldinga, skaper dialog og forsøker å finne løysningar der situasjonen tilseier dette.

Nordic Rutile arrangerer etter behov møter i lokalsamfunnet for å informere om planer og tiltak. Informasjon om bedrifta aktivitetar i utbygginga og fram til drift vil tilgjengeleggjerast på bedrifta si heimeside.

10 Miljøovervaking

I dette kapittelet presenterast bedrifa sine planar miljøovervaking knytt til drifta, anleggsfasa og etter avslutta drift.

Bedrifa legger til grunn ein «adaptive management» modell, for miljøovervakingsa. Dette inneberer ein prosess med overvaking, etterføgt av ein gjennomgang av overvakingsresultat for å betre kunne forstå aktivitetens miljøpåverking. Basert på dette kan overvakingsmetoden eller overvakings-parametrane tilpassast, eller det gjerast endringar for ein aktivitet som gir uønskt effekt. Dette betyr at det leggast til grunn ei dynamisk overvaking som tilpassast resultata frå overvakingsane og anna kunnskap som vil være tilgjengeleg via forsking, lokalsamfunn eller andre studiar. Dette for å optimalisere kvalitet, omfang og frekvens i overvakingsplanen i samsvar med opparbeid erfaring.

Kontrollmekanismar identifisert i avfallshandteringsplanen vil implementerast i Nordic Rutile sine interne kontrollsysteem. Systemet vil byggje på en Plan-Do-Check-Act-prosess for kontinuerleg forbetring og proaktiv styring av potensielle risikoar og effektar for anlegga frå utbygging, drift til avslutning.

10.1 Overvaking i driftfasen

På oppdrag frå Nordic Rutile har DNV utarbeida eit overvakingsprogram basert på godkjent utsleppsløyve for Engebøprosjektet (DNV, 2019). Rammeverk for overvakingsprogrammet samt delprogram for overvaking av smolt er godkjent av miljødirektoratet. Resterande delprogram er til behandling hos direktoratet og har vært på høyring hos relevante sektormyndigheitar. Innspel frå høyringsrunda har blitt presentert for Nordic Rutile. Nordic Rutile er per juni 2022 i gang med å vurdere endringar i delprogramma basert på innspela. Oppdatert overvakingsprogram vil leggast fram for myndighetene innan utgangen av 2022.

Formålet med overvakingsprogrammet er å samle inn data som moglegger vurdering av effektane drifta har på miljø og samfunn. Utsleppsløyvet stiller krav til overvaking, i forhold til avfallsanlegga vil dette inkludere:

- Effektar av sjødeponiet på vasskvalitet, inkludert utekking av prioriterte miljøgifter og opptak av prosesskjemikaliar i marine artar som kan ha betydning for mattryggleik
- Overvaking av vasskvaliteten og potensiell utslepp i vassdrag for å avdekke eventuelle endringar i vasskvaliteten på et tidleg tidspunkt
- Effektar av deponia på biomangfald i Førdefjorden og nærliggande vassdrag, inkludert å dokumentere eventuelle effektar på sårbare/viktige artar og naturtypar, og spesielt gytefelt for torsk
- Overvaking av støvnedfall

Relevante vassførekommstar er i området er Grytaelva og Førdefjorden Ytre. Overvakingsa skal gjennomførast i tråd med bestemmingane i vassforkrifa for tiltaksorientert overvaking. Data som framskaffast ved overvaking i vatn, samt sediment og biota, skal registrerast i databasen vassmiljø (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Overvakingsdata skal registrerast innan 1. mars året etter at undersøkinga er gjennomført.

Følgande delprogram er innsendt til myndighetene og avsjåast som å dekke krav til overvaking slik beskrive over:

- Overvaking av Førdefjorden
 - Vasskvalitet og oseanografi
 - Overvaking av blautbotnsamfunn
 - Strandsoneundersøking
 - Hardbotsundersøking – visuell kartlegging
 - Gyteområde for torsk
 - Overvaking av utvandrande smolt
- Overvaking av nærliggande elver/bekker
- Undersøking av prosesskjemikalier (og prioriterte stoff)
- Måling av støy (og vibrasjoner)

Siste delprogram for måling av støvnedfall vil sendast inn til myndighetene i løpet av 2022. Som del av arbeidet med ein plan for naturmangfald, vil bedrifta lage ein metodikk for å overvake effektar på naturmangfald på land og i vatn for å imøtekjem målsetninga om netto-gevinst over tid. Dette går utover krav stilt av myndighetene. Resultata vil gjerast offentleg tilgjengeleg.

I tillegg til miljøovervaking, vil bedrifta etablere et program for utsleppskontroll. Målsetninga for programmet er å systematisk kartlegge bedrifta si utslepp til vatn og luft ved å gjennomføre målingar (både diffuse og punktutslepp). Programmet skal inkludere målingar knytt mot grenseverdiar gitt i løyver og lovverk, samt andre komponentar som kan ha miljømessig betydning. Programmet skal inngå i bedrifta sitt internkontrollsysten. Bedrifta skal innan 1. mars kvart år rapportere miljødata og eventuelle avvik for føregående år via www.altinn.no. Miljødata omfattar blant annet produksjonsmengder, avfallsmengder, energiforbruk og resultat frå utsleppskontroll. Rapportering skal skje i samsvar med Miljødirektoratets veiledar til bedrifta si eigenrapportering.

Aktuelle måleparamerar for utsleppskontroll for gråbergsdeponiet vil være:

- Måling av vasskvalitet i avrenningsvatn frå gråbergsdeponiet til/frå sedimentasjonsbasseng
- Målingar av vasskvalitet i tilsigsvatn frå dagbrotet til sedimentasjonsbassenget
- Bakgrunnsmålingar av vasskvalitet for tilsig til gråbergsdeponi
- Kontrollmålingar av vasskvalitet i tilsig til Grytaelva for å sikre at diffuse utslepp ikkje finn stad
- Kontrollmåling av vasskvalitet i Grytaelva
- Målingar av luftkvalitet (nedfallstøv) på aktuelle lokalitetar rundt gråbergsdeponiet
- Målingar av støy til omgjevnadane frå transport, tipping og dosing av stein i gråbergsdeponiet

Aktuelle måleparamerar for utsleppskontroll for sjødeponiet vil være:

- Måling av stoff (prosesskjemikalier, prioriterte miljøgifter) i prosessavgang frå produksjon

- Måling av stoff (prosesskjemikalier, prioriterte miljøgifter) i sedimenter, biota og porevann i/rundt sjødeponiet
- Måling av partikkelkonsentrasjonar ved i deponiområdet og ved deponigrensa og i vassøyla over utsleppet
- Målingar av sedimentering av partiklar i og utanfor deponiområdet

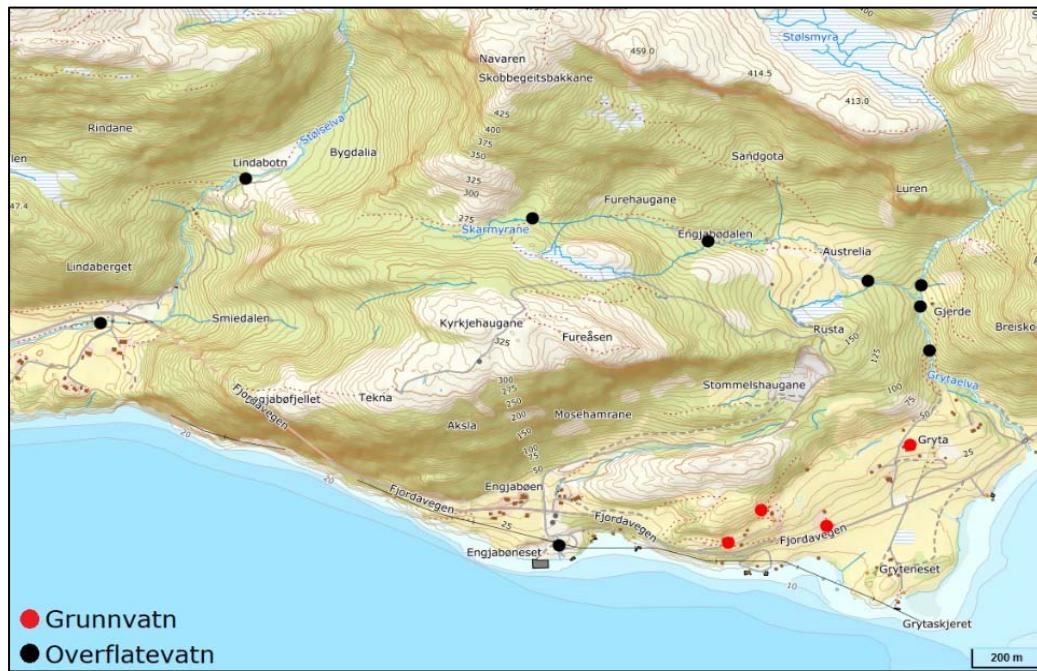
Program for utsleppskontroll vil utarbeidast og implementerast i bedrifta sitt internkontrollsysteem. Målingane vil gjennomførast med en hyppigheit som sikrar at målingane er representative. Målingane vil gjerast av / i samarbeid med eksterne ekspertar og kvalitetssikrast jamleg. Dersom avvik avdekkast vil det være system for å sikre snarlege undersøkingar og tiltak.

Nordic Rutile meiner at overvakingsprogrammet og program for utslippskontroll slik det er planlagt vil gje eit godt grunnlag for å kontrollere og vurdere effektar av bedrifta avfallsanlegga på miljø, naturmangfald og samfunn.

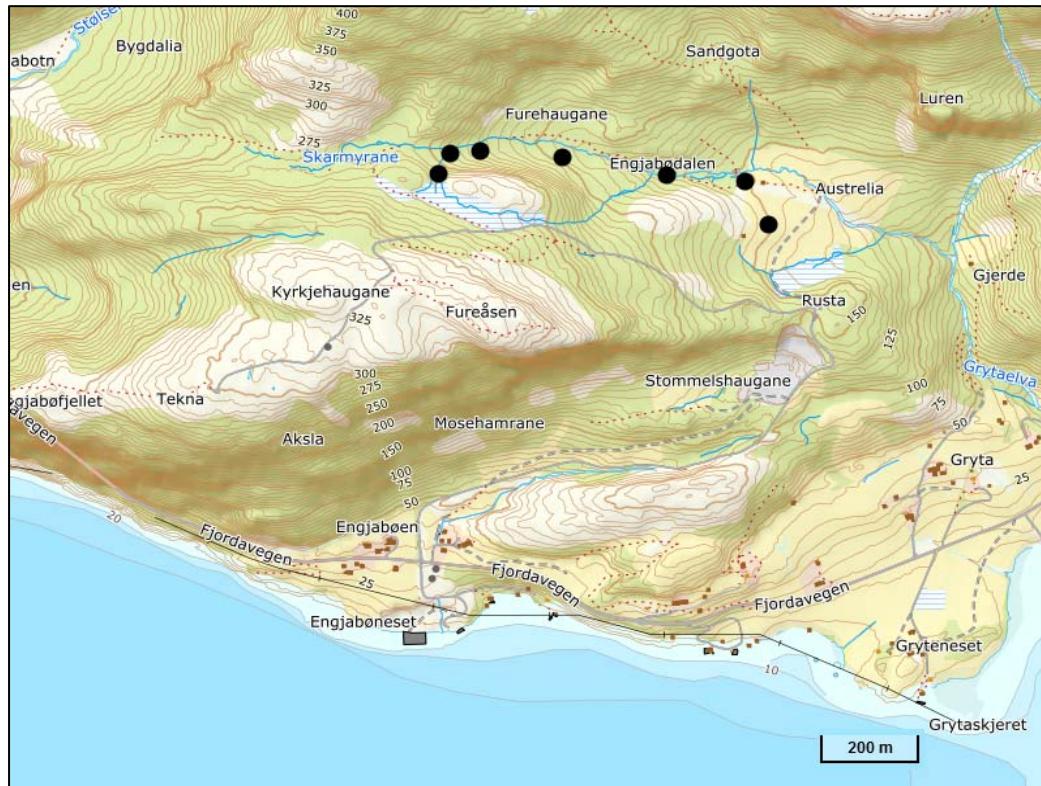
10.2 Overvaking i anleggfasen

Bedrifta ser det som viktig at det føreligger gode grunnlagsundersøkingar for natur og miljø før oppstart av drift, slik at tilstanden i området før drift er god kjent. Sidan ein del av konsekvensutreiingane er av eldre dato gjennomfører Nordic Rutile nye grunnlagsundersøkingar i store delar av området minimum eitt år før driftsstart. Følgande undersøkingar, relevante for overvaking av deponia, er igangsett eller planlagt:

- Bakgrunnsverdiar for vasskvalitet i bekkar/vassdrag inkludert Grytaelva og Redalselva samt drikkevassbrønnar og grunnvatn (Figur 33).
- Bakgrunnsverdiar for miljøgifter i jordprøver/sediment i gråbergsområdet (Figur 34)
- Kartlegging av naturmangfald i området i og rundt gråbergsdeponiet
- Kartlegging av naturmangfald i og rundt sjødeponiet inkludert gytefelt for torsk og strandsoneundersøking
- Bakgrunnsverdiar for støy på land og i sjø
- Bakgrunnsverdiar for luftkvalitet i området rundt gråbergsdeponiet (Figur 36)
- Bakgrunnsverdiar for vasskvalitet (inkludert salinitet, partikkellinnhold og temperatur), straum og fjordsirkulasjon på ulike stasjoner i Førdefjorden
- Bakgrunnsverdiar for miljøgifter i sedimenter og biota i sjødeponiområdet



Figur 33 - Oversikt over lokalitetar prøvetatt for vassprøver

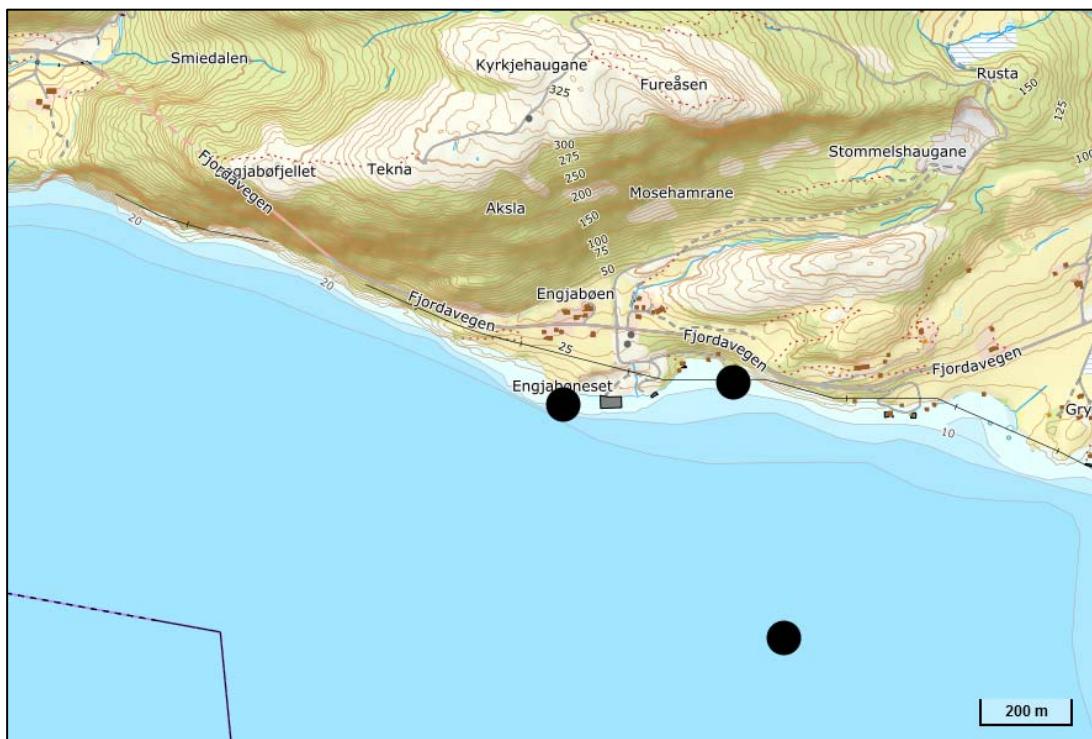


Figur 34 - Oversikt lokalitetar for prøvetatt for jordprøver i gråbergsdeponiområdet

Innsamla bakgrunnsdata er forventa å gje en god oversikt over før-tilstanden i og rundt deponiområda. Erfaringar og kunnskap frå måleprogramma vil også bringast over i overvaking i anleggs- og driftsfasen.

Det er ikke stilt spesifikke krav i utsleppsløyvet til miljøovervaking knytt til anleggsaktiviteten. I samarbeid med DNV har bedriften utarbeida et overvakingsprogram for anleggsfasa. Føremålet er å føre kontroll med bedriften sin miljø- og samfunnspåverknad under anleggsfasa og dokumentere at lovverk og retningslinjer overhaldast. Overvakinga omfatta:

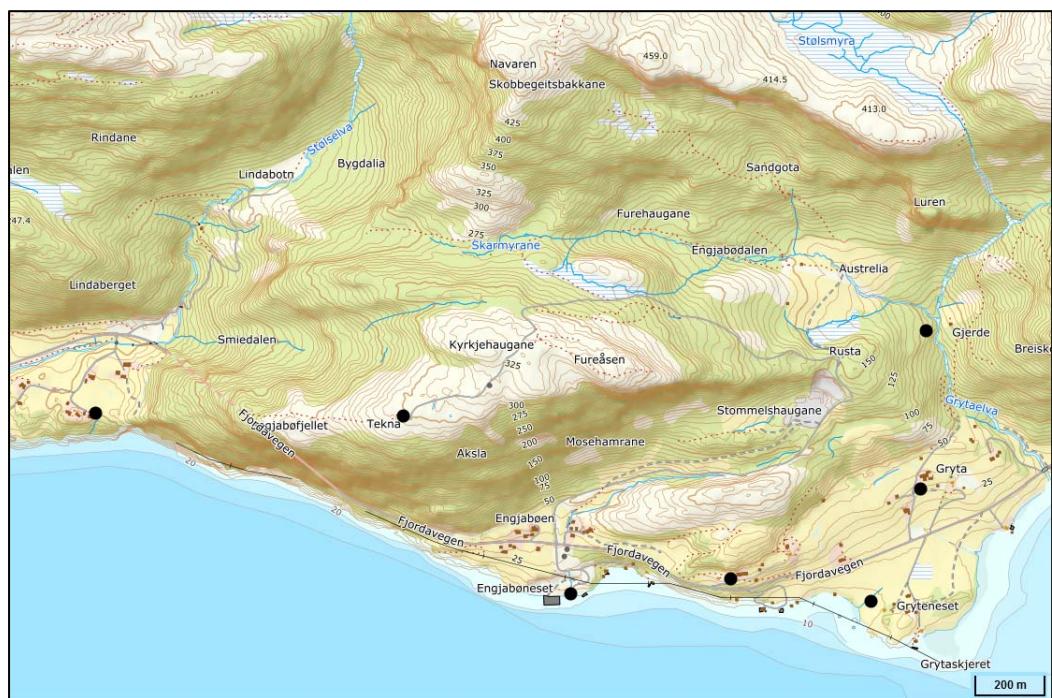
- Målingar av partiklar i overflatevatn ved tre stasjoner rundt Engebø (Figur 35). Målsetninga er å kontrollere diffuse utslepp frå anleggsaktiviteten, samt utfylling av bukt for utviding av areal. Den eine målaren er ein onlinemålar som kan lesast av kvart 10 minutt, og kor tiltak kan settast inn dersom forhøga partikkelinnhold blir detektert.
- Målingar av nedfallstøv på fleire lokalitetar rundt anleggsaktiviteten (Figur 36)
- Kontrollmålingar av støypåverknaden frå anleggsaktiviteten på land og i sjø (inkludert vurdering av potensielle effektar av vibrasjonar frå sprengingar på torsk, smolt og oppdrettsanlegg), sjå planlagde målestasjonar (Figur 38)
- Kontrollmålingar av vasskvalitet i vassdrag og drikkevassbrønnar (Figur 33).
- Overvaking av påverknad på naturmangfold på land og i strandsona.



Figur 35 - Oversikt lokalitetar med utplasserte målestasjonar for vasskvalitet



Figur 36 - Oversikt lokalitetar for utplasserte støvmålarar



Figur 37 - Oversikt over utplasserte støvmålarar per juni 2022



Figur 38 - Kart som viser planlagt utplassering av støy�alarar i sjø for måling av støy og vibrasjonar

Dersom akseptable nivå overskridast for støy, partiklar eller vasskvalitet vil Nordic Rutile sette inn tiltak for å redusere effektane. Sjølv om overvaking ikkje er direkte relevant for oppfølging av deponia i driftsfasa vil det gi auka kunnskap om mogleg innverknad frå ulike aktivitetar og for utvikling av metodikk for ulike målingar.

10.3 Overvaking etter drift

Etter avslutta drift vil det gjennomførast overvaking for å sikre at nedstenginga og rehabiliteringa av deponia er effektive for å møte målsetningane som beskrive i kap. 8. Overvakingsaktivitetane for gråbergsdeponiet inkluderer:

- Prøvetaking for vasskvalitet av grunnvatn og overflatevatn i og rundt gråbergsdeponiet inkludert prøvetaking av avrenningsvatn frå sedimentasjonsbassenget
- Visuell inspeksjon av gråbergsdeponiet av uavhengig ingeniør for å forsikre at området er stabilt og fri for erosjon
- Overvaking av beplanting og gjennomføring av nødvendig vedlikehald med målsetning om sjøvopprethaldning
- Kartlegging av naturmangfold i og rundt deponiområdet i samsvar med handlingsplan for naturmangfold

Overvakingsaktivitetar for sjødeponiet vil inkludere:

- Prøvetaking av sedimenter og biota i og rundt sjødeponiet for undersøking av stoff (prioriterte stoff og prosesskjemikalier)
- Kartlegging av naturmangfold i og rundt deponiområdet, inkludert reetablering av botndyrsamfunn i deponiet
- Målingar av naturlig sedimentering i deponiområdet
- Kartlegging av strukturar og stabilitet i deponiområdet ved hjelp av høgoppløyseleg batymetri og visuell kartlegging

For å imøtekommе krav i utsleppsløyvet vil det leggast opp til minst 15 år med overvaking av gråbergsdeponi og sjødeponi etter avslutta drift. Hyppigheita av prøvetakinga vil avta over tid og etter behov. Generelt vil det leggast opp til ein frekvens som beskrive under:

- Månadleg dei første 6 månadane
- Kvart kvartal dei neste 18 månadane
- Årleg frå år tre til år 15 (perioden forlengast dersom det er behov og målsetningane for avsluttinga ikkje er innfridd)

Ytterlegare overvakingsaktivitetar vil bli vurdert basert på framtidige evalueringar knytt til avsluttings- og rehabiliteringsplanen for prosjektet. Dokument for overvaking og vedlikehald av deponia etter avslutta drift vil bli ivaretatt av bedifta og/eller ekstern konsulent (som er tildelt oppgåva med overvakkinga) og stilles til disposisjon for myndighetene etter ynskje og avtale.

11 GJENNOMGANG AV AVFALLSHÅNDTERINGSPLANEN

Avfallshandteringsplanen vil bli gjenstand for revidering minimum kvart femte år. Ved driftsendringar som inneber større endringar i drift av avfallsanlegga eller avfallsdeponering vil, avfallshandteringsplanen bli oppdatert. Selskapet vil gjennom kontrollrutinar, overvaking, eventuelle tilsyn og overordna driftsplanlegging kvalitetssjekke og evaluere planen årleg. Planen vil bli utarbeid i dialog med lokalsamfunn og lokale interessepartar. Vesentlege endringar og tillegg til planen vil bli oversendt Miljødirektoratet.

12 REFERANSER

- Asplan Viak (2018) - Geotechnical investigations Engebø
- Asplan Viak (2022a) - Waste rock Deposit
- Asplan Viak (2022b) - Site Wide Water Balance
- Asplan Viak (2022c) - Vurdering stabilitet gråbergsdeponi
- Axe Valley (2021) – Engebø Underground Mining
- Biologge (2021) Vurdering av eklogittavgang som tildekkingsmasse over forurensede sedimenter
- COWI (2019) Engebø Discharge of Tailings. Revised Feasibility Study, 1.5 Mt/y, September 2019.
- DNV (2014a) Strøm- og hydrografimålinger
- DNV (2014b) Marinbiologisk tilleggsundersøkelse i Førdefjorden
- DNV (2018) Måle- og overvåkningsprogram
- DNV (2019) Miljøegenskaper til prosesskjemikalier i Nordic Rutiles produksjon av rutil og granat
- DNV (2020) Dokumentasjon for miljøegenskaper til stoffet SIBX - sammendrag
- EU (2018) European Commission Reference Document on Best Available Techniques for Management of Waste from the Extractive Industries, in accordance with Directive 2006/21/EC
- HI (2008) Dypvannsfisk i Førdefjorden
- NIVA (2008a) Dyrelivet på bunnen avFørdefjorden og bunnsedimentenes sammensetning
- NIVA (2008b) Undersøkelse for å avdekke eventuelle forekomster av korallrev ved Engebøfjellet, Naustdal kommune.
- NILU (2009) Støv fra Engebøprosjektet
- Nordic Mining (2021) Nordic Mining Engebø Rutile and Garnet Updated Definitive Feasibility Study
- Nordic Rutile (2021) Annual generation of waste buildup_drawdown of stockpile.xlsx
- Kilde Akustikk (2009) Støyvurdering og lydbilder
- SINTEF (2014a) Strømmodellering med SINMOD I Førdefjorden
- SINTEF (2014b) Simuleringer av partikkelspredning i Førdefjorden fra planlagt sjødeponi



SINTEF (2016) Fibre analysis

SINTEF (2020) Modelling of spreading of SIBX from mine activity in Førdefjorden

SINTEF (2021) Rapport fiber-analyser