

Dokument type

Rapport

Dato

Juni, 2022

Miljørisikovurdering som grunnlag for vurdering av søknad om unntak fra kravet om dobbel bunn- og sidetetting

MILJØRISIKOVURDERING

DEPONI OTTERSBO



MILJØRISIKOVURDERING

DEPONI OTTERSBO

Oppdragsnavn **Deponi Ottersbo – Veidekke Industrier**
Prosjekt nr. **1350041467**
Mottaker **Veidekke Industrier AS**
Dokument type **Rapport**
Versjon **0**
Dato **7.6.2022**
Utført av **Jonas Thu Olsen, Sverre Paulsen Thoresen og Gunhild Flaamo**
Kontrollert av **Liv Marit Honne**
Godkjent av **Gunhild Flaamo**
Beskrivelse **Miljøriskovurdering som grunnlag for vurdering av søknad om unntak fra kravet om dobbel bunn- og sidetetting**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Bakgrunn	3
1.1	Innledning	3
1.2	Myndighetskrav	3
1.2.1	Geologisk barriere – krav til tetthet	3
1.2.2	Kunstig membran	4
1.3	Søknad om unntak fra krav til dobbel bunn- og sidetetting	4
2.	Områdebeskrivelse	4
2.1	Lokalitet og planlagt oppbygging av deponi	4
2.2	Geologi	6
2.3	Hydrogeologi	8
2.4	Geoteknisk stabilitet	9
2.5	Resipienten Stjørnfjorden	10
3.	Trinn1: Kildekarakterisering	11
3.1	Avfallstyper og årlige mengder	11
3.2	Avfallsets innhold av miljøskadelige stoffer	12
3.2.1	De forurensende komponentenes mobilitet i jord og vann	12
3.2.2	Sigevannets innhold	13
4.	Trinn 2: Transportkarakterisering	16
4.1	Avrenningsanalyse og vannbalanse	16
4.1.1	Avrenningsanalyse	16
4.1.2	Vannbalanse	16
4.2	Hydrogeologisk vurdering og spredningsveier	17
4.2.1	Grunnvannsbrønner og hydraulisk konduktivitet	17
4.2.2	Estimert grunnvannstilsig fra deponiet til fjorden	22
4.2.3	Grunnvannsmålinger	23
4.2.4	Vurdering av geologisk barriere	24
4.3	Oppsamling og håndtering av sigevann	24
4.3.1	Sigevannsoppsamling	24
4.3.2	Håndtering av sigevann	26
4.3.3	Vurdering av forurensningsfare fra sigevannstransport	27
4.4	Overvannshåndtering	27
4.5	Avbøtende tiltak	27
4.6	Oppsummering og konklusjon transportkarakterisering	28
5.	Trinn 3: resipientkarakterisering	29
5.1	Deponiets avgrensning til resipient	29
5.2	Miljøtilstanden i resipienten	29
5.2.1	Feltarbeid og stasjoner	29
5.2.2	Økologisk tilstand iht. veileder 02:2018	30
5.2.3	Kjemisk tilstand	32
5.2.4	Forslag til tilstandsklassifisering etter vannforskriften	33
5.3	Beregninger av sigevannets innlagring og spredning i resipienten	34
5.3.1	Bakgrunn og mål for beregninger	34
5.3.2	Spredning og fortykning av metaller og organiske miljøgifter	34
5.3.3	Rensing av sigevannet	34

6.	Konklusjon	35
7.	Referanser	36

1. BAKGRUNN

1.1 Innledning

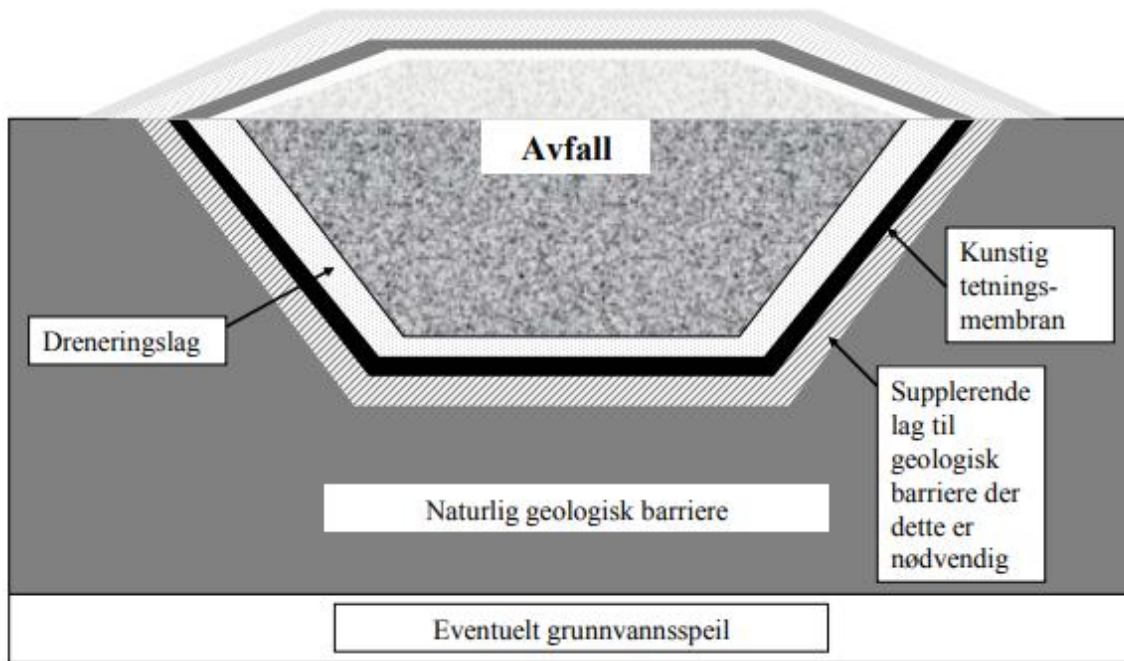
Veidekke Industrier driver i dag et pukkverk på Ottersbo i Ørland kommune. I deler av pukkverket er det tatt ut fjellmasser til endelig regulerte nivåer, mens det i andre deler gjenstår fjell som skal tas ut. Veidekke søker om å etablere og drifte et ordinært avfallsdeponi i områder hvor det er tatt ut fjell/masser, samtidig som driften av pukkverket opprettholdes.

1.2 Myndighetskrav

Avfallsforskriften kap 9 om deponi stiller krav om dobbel bunn- og sidetetting ved etablering av deponi (Klima- og miljødepartementet, 2004). Dette innebærer at både bunn og sider i deponiet skal bestå av en geologisk barriere og en kunstig tetningsmembran. Det skal i tillegg etableres et dreneringslag for å samle opp sigevann før det ledes til renseanlegg.

Avfallsforskriften har en unntaksbestemmelse (vedlegg 1 pkt 3.4) som blant annet sier:

«...tilfeller hvor miljørisikovurderingen tilsier at det ikke er nødvendig å samle opp og behandle sigevannet, eller at deponiet ikke medfører noen form for fare for jord, grunnvann og overflatevann, kan det lempes tilsvarende på kravene til oppsamling av sigevann....».



Figur 1 Avfallsforskriftens krav til dobbel bunn- og sidetetting.

1.2.1 Geologisk barriere – krav til tetthet

Avfallsforskriften stiller spesifikke krav til den geologiske barrieren for et deponi. I tillegg stilles det krav om kunstig tetningsmembran og et dreneringslag i bunnen av deponiet. Slik kravene til

den geologiske barrieren er stilt i forskriften, er det selve effekten av dem som skal oppfylles. Det betyr at kravene til geologisk barriere kan oppfylles på grunnlag av andre verdier for tykkelsen (lagtykkelsen) på det geologiske laget mellom deponiet og resipient, forutsatt at det kompenseres for tilsvarende med permeabilitet (k-verdier), og at grunnforholdene for øvrig er egnet for å etablere et deponi.

Avfallsforskriften stiller følgende krav til den geologiske barrieren for et ordinært deponi:

Kategori 2: deponi for ordinært avfall

- Permeabilitet: $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s
- Lagtykkelse: $L \geq 1$ m

1.2.2 Kunstig membran

Hensikten med et supplerende lag, bestående av en kunstig membran, er å gjøre bunnen av deponiet så tett som mulig for å få kontroll på sigevann fra avfallet/massene i deponiet, og hindre at dette trenger ned i grunnen og til ulike resipienter.

Det stilles ingen krav til oppbyggingen av membranen (type, tykkelse, etc.), men den skal dimensjoneres slik praktisk talt alt sigevann skal kunne samles opp og ledes bort fra membranoverflaten. Membranen skal kunne motstå de fysiske, kjemiske og biologiske påvirkninger som den blir utsatt for under etablering og drift av deponiet. Det vil være den driftsansvarliges ansvar å velge en hensiktsmessig membran.

1.3 Søknad om unntak fra krav til dobbel bunn- og sidetetting

Denne miljørisikovurderingen er utarbeidet for å dokumentere at fjellmassene ved Ottersbo tilfredsstillende kravene til geologisk barriere. Med bakgrunn i gjennomførte undersøkelser viser beregninger at mulig diffus utlekking av forurenset sigevann vil utgjøre mindre enn 0,1 % av den totale beregnede sigevannsmengden. Sammen med deponiets utforming og oppbygging, med etappevis etablering av celler i deponiet, omgitt av rette fjellvegger på 3 sider og oppsamling og rensing av alt vann som har vært/kan ha vært i kontakt med avfall, tilsier dette at det vil være forsvarlig å etablere deponiet uten dobbel bunn- og sidetetting.

Veidekke vil med bakgrunn i dette søke om unntak fra kravet om dobbel bunn- og sidetetting.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

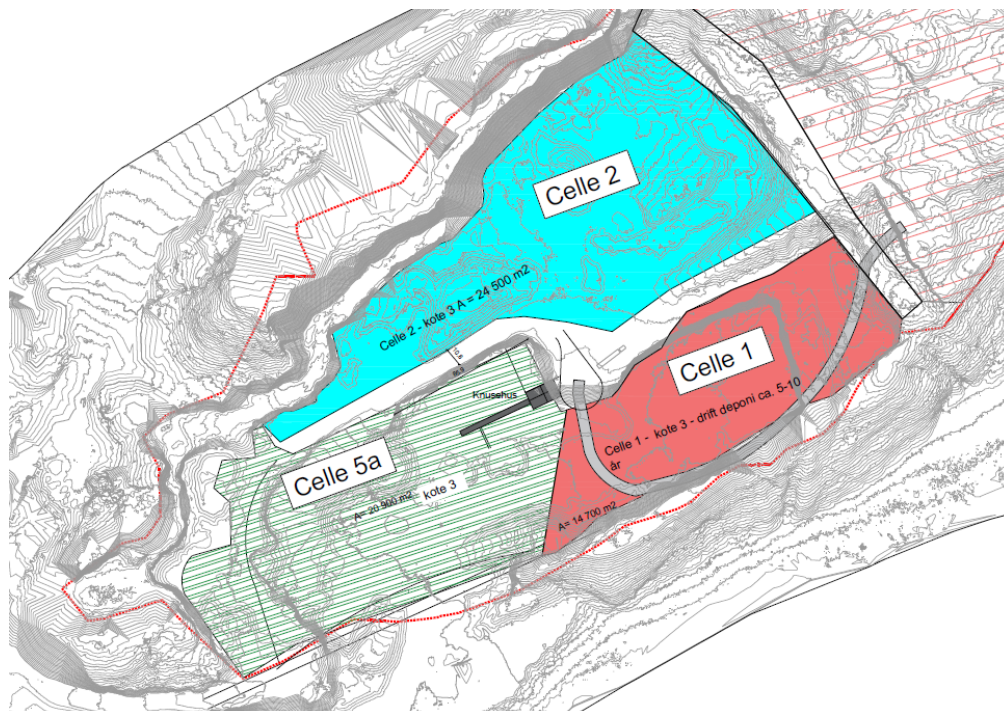
2.1 Lokalitet og planlagt oppbygging av deponi

Steinbruddet på Ottersbo er omkring 500 m langt, ca. 250 m bredt og med høyder opp mot 100 moh. Det har vært kontinuerlig drift i steinbruddet siden 1962.

Deponiet planlegges etablert med celler som klargjøres og avsluttes etappevis. Området markert som celle 1 i figur 4 vil utgjøre første etappe. Denne cellen ligger nærmest fjorden.

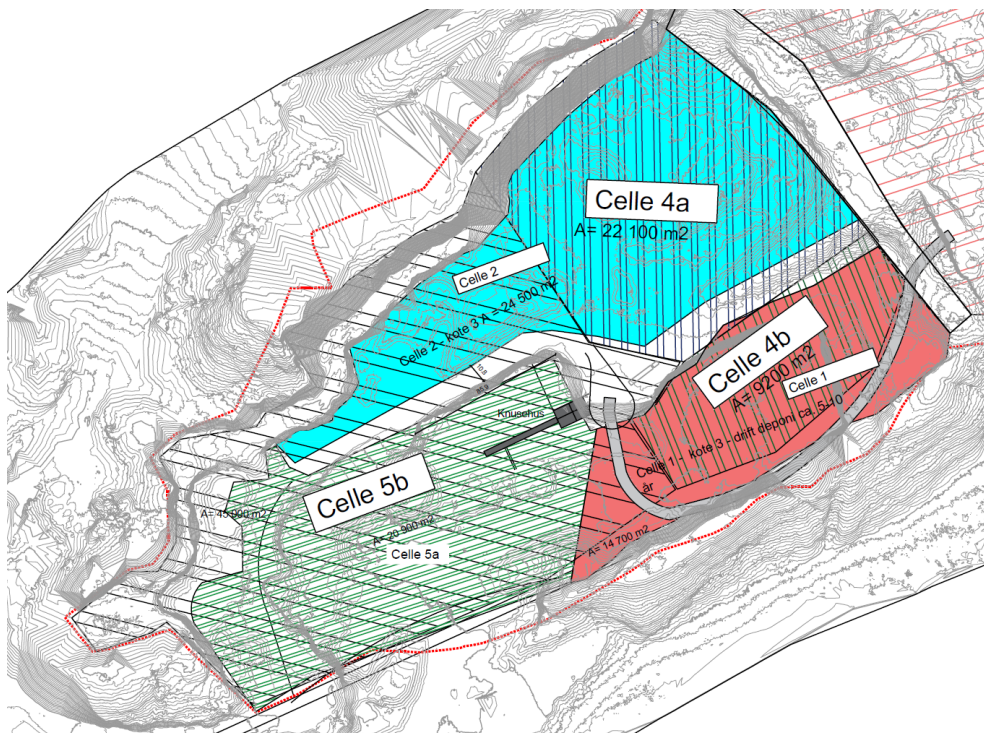
Cellene 1, 2 og 5a vil utgjøre bunnen i deponiet på kote 3. Det blir gjensatt noe fjell som skal danne 2 bergfester og fungere som en støttevegg til de deponerte massene. Bergfeste 1 mellom celle 1 og celle 2 vil ha en kotehøyde på ca. 22 meter. Bergfeste 2 vil strekke seg langs den

nordøstlige fronten av cellene 1 og 2. Bergfeste 2 vil ha en kotehøyde på rundt +70 og vil være fallende mot sørøst til ca. kote +25.



Figur 2 Cellene 1, 2 og 5a vil utgjøre bunnen i deponiet på kote 3

Cellene 4a, 4b, og 5b vil utgjøre de øverste cellene i deponiet (Figur 3). Etter hvert som celle 4a, 4b og 5b oppfylles og planlagt kotehøyde er nådd, vil det etableres endelig toppdekke over de deponerte massene.

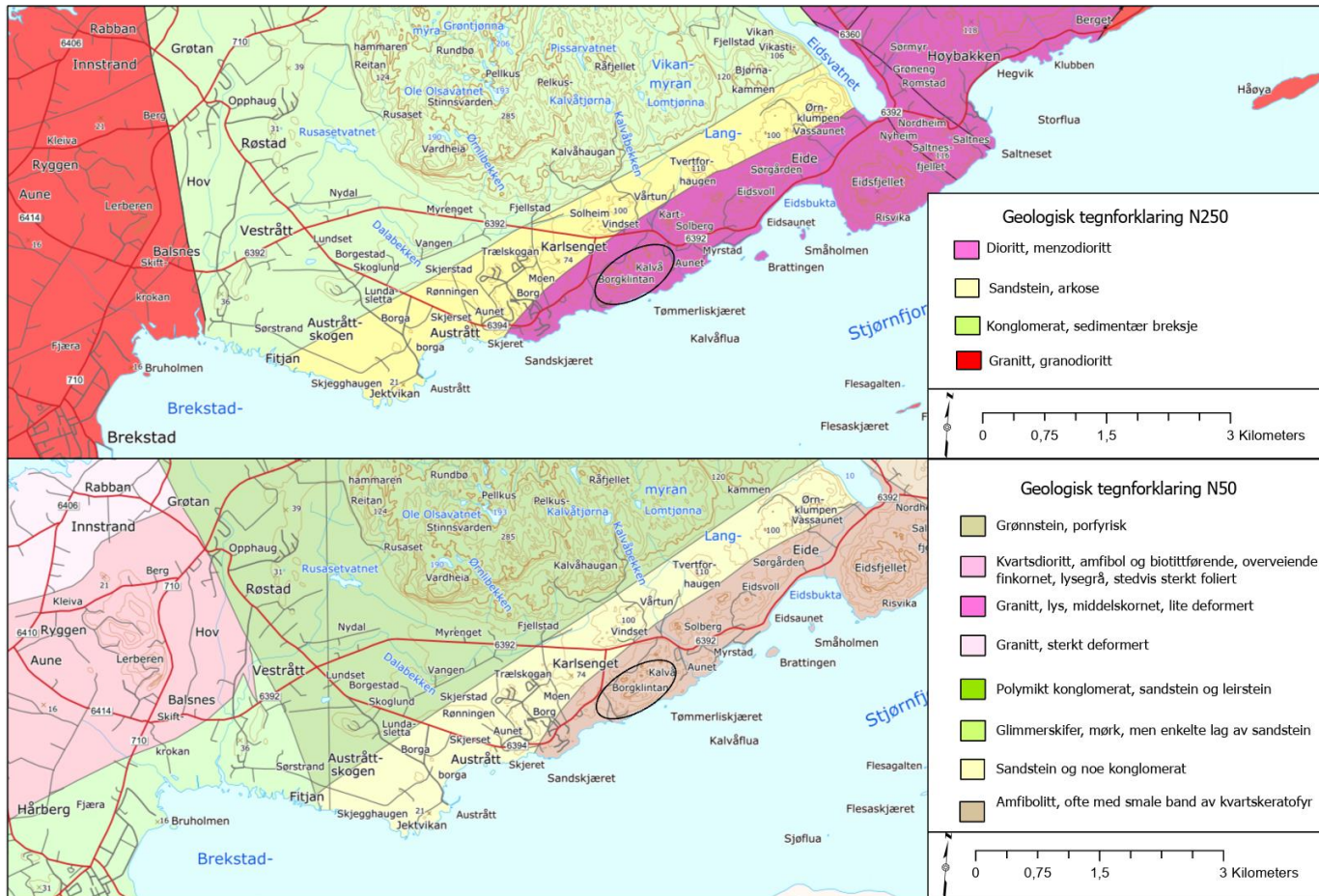


Figur 3 Cellene 4a, 4b og 5b vil utgjøre toppen av deponiet

2.2 Geologi

Bergarten i steinbruddet er av metamorfisk karakter, og er klassifisert som diorittisk gneis. Dette er en dypbergart som stammer fra den kaledonske fjellkjedefoldingen (950-920 Ma og 500-420 Ma), og kommer fra omdannelse av en eller flere bergarter ved høyt trykk og temperatur. Bergarten inneholder en høy andel plagioklas og kvarts, og grønne mineraler som kloritt og epidot.

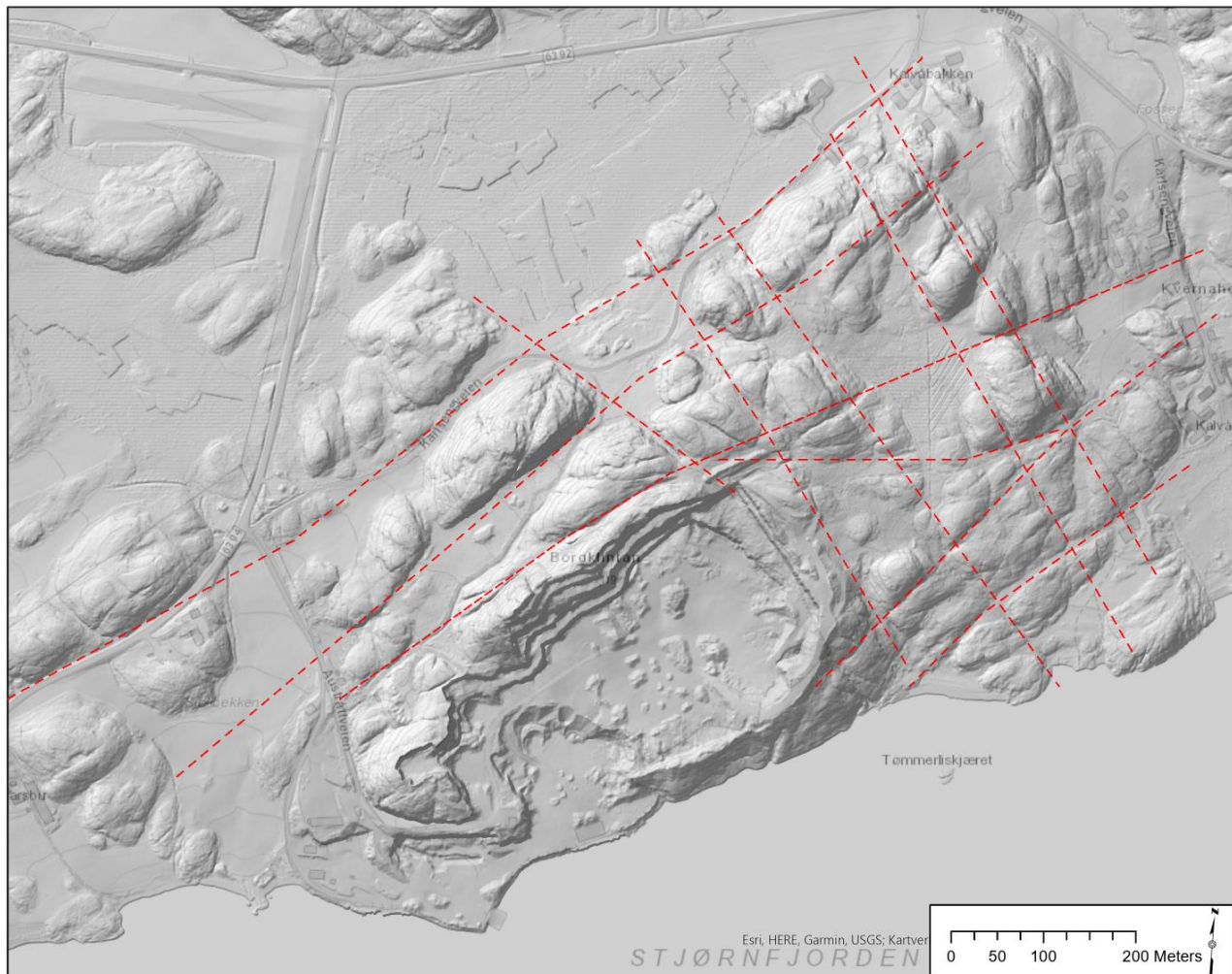
Bergarten er testet i bergmekanisk laboratorium hos SINTEF og er funnet til å være veldig sterk og stiv. Enaksiell trykkfasthet beskriver styrken til intakt berg ved last i akseretning, og ligger i området 270-320 MPa. E-modulus beskriver stivheten til intakt berg ved last i akseretning, og ligger i området 50-61 GPa.



Figur 4 Regionalt berggrunnskart i format N50 og N250 over området hvor Ottersbo steinbrudd ligger (markert med svart sirkel). Steinbruddet ligger i en dioritt bestående av kvarts, kloritt og epidott (NGU, n.d.).

Orientering på registrerte sprekkeplan har strøkkretning NV-SØ og NØ-SV, som sammenfaller med retningen til lineamenter i terrenget rundt og bruddveggene. NV-SØ orienterte sprekker har steilt fall både mot SV og NØ, mens sprekker med strøk NØ-SV faller moderat mot NV og SØ. Sprekkeforholdene er i stor grad systematiske hvor de fire registrerte sprekkesettene forekommer i store deler av steinbruddet. Det varierer derimot i hvilken grad sprekkeene er fremtredende i de forskjellige bruddveggene.

Bergmassen fremstår som moderat til lite oppsprukket, med unntaksvise enkelte knusningssoner med høy oppsprekking. Sprekke i knusningssonen fremstår som lukket og usammenhengende, slik at bergmassen fortsatt vil fungere som en tett barriere i seg selv. Vannføring i bergmassen inn i steinbruddet er observert til å være i stor grad styrt av enkelte sprekkeområder med avrenning fra terrenget over. Det er observert «svetting» i høyere deler av bruddveggene som skyldes avrenning fra topografien bak steinbruddet.



Figur 5 Oversiktskart over steinbruddet vist i skyggerelieff. Markante lineamenter er vist med stiplede røde linjer. To hovedretninger er fremtredende, med retning parallell med retningen på steinbruddets vegger.

2.3 Hydrogeologi

Deponiet vil ligge i et fjellbrudd, og det er ingen løsmasseforekomster med grunnvann som vil påvirkes av deponiet. Grunnvann i fjell avhenger av porøsiteten til fjellet og grad av oppsprekking. Generelt er det vanskelig å definere et sammenhengende grunnvannsnivå på lokal skala i fjell, da heterogeniteter i fjellet i stor grad påvirker grunnvannsnivået. Grunnvannsstrømning vil i stor grad være forbundet med strømning i sprekker.

Det er ingen grunnvannsforekomster eller akviferer rundt deponiet som vil kunne bli påvirket av sigevannet.

Det er gjennomført vanntapsmålinger samt måling av grunnvannstanden i området. Vanntapsmålingene er utført for å dokumentere de hydrauliske egenskapene til fjellet. Disse er nærmere beskrevet i kapittel 4.3

2.4 Geoteknisk stabilitet

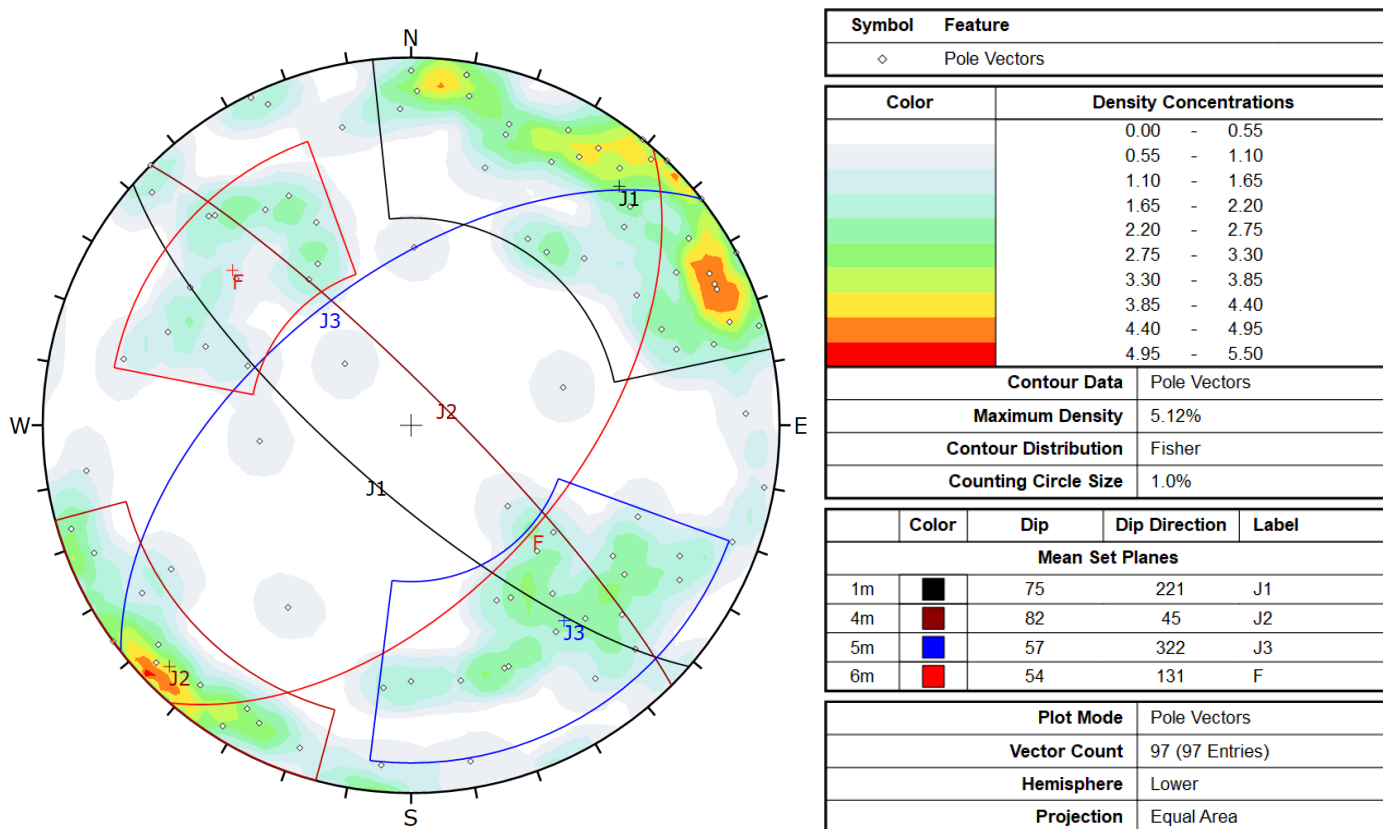
Bergmassen i deponiet er kartlagt for å vurdere stabiliteten i bruddveggene og bergfestene, samt kartlegge eventuelle potensielle sprekkesoner som har høy vannføringsevne ut av deponiet.

Feil! Fant ikke referanseskilden. viser stereoplott av kartlagte sprekkeplan i steinbruddet presentert i Dips 7. Sprekkesett J1 og J2, samt J3 og F er parallelle i strøkretning, men med motsatt fallretning. Med hensyn til orienteringen til bergveggen og bergfestene i deponiet, så er de fremtredende bruddmekanismene for detaljstabilitet planutglidning og overheng.

For å ivareta konturen og stabiliteten av bergfestet må det utføres forbolting før sprengning. Salvene må sprenges forsiktig inn mot endelig bergfeste for å hindre unødvendig skade av kontur og opprettholde bergfestet som et impermeabelt skille. Det kan bli aktuelt å sikre ytterligere etter at bergfestet er sprengt for å sikre løse nøkkelblokker som truer totalstabiliteten av bergfestet.

Stabilitetsanalyse for å vurdere totalstabiliteten av deponiets bruddvegger er undersøkt og funnet til å ha tilfredsstillende sikkerhet. Henviser til notat utarbeidet av Rambøll -G-not-001 Geologisk vurdering og stabilitet (vedlegg 6 i søknaden).

Områder i bruddveggene som har en konveks geometri horisontalt, og gir utstikkende partier, er spesielt utsatt for nedfall. Dette er mest fremtredende i bruddvegg nord mot vestlig hjørne, som også er utsatt for kileutglidning.



Figur 6 Stereoplott av kartlagte sprekkeplan for hele steinbruddet. Fire sprekkesett er identifisert og forekommer i alle deler av steinbruddet.

2.5 Resipienten Stjørnfjorden

Vannforekomsten Stjørnfjorden (ID 0320040200-4-C) er en fjordarm av Trondheimsfjorden. Fjorden har innløp mellom Jektvikan i nordvest og Bakstein i sørøst. Fjorden strekker seg ca. 20 km nordøstover og grenser til Nord- og Sørfjorden i nordøst. Vannforekomsten tilhører økoregion Norskehavet Sør, saliniteten er registrert som euhalin (>30) og fjorden er beskyttet. Fjorden er utersklet og grenser til Kråkfjorden mot åpent hav. Dypeste punkt er >200 m sør i fjorden og vanddybdene blir noe grunnere mot Sør-/Nordfjorden.

Figur 7 Oversiktskart som viser Stjørnfjorden i Ørlandet kommune. Lokalisering av planlagt deponi er markert med rød sirkel. Utklipp fra norgeskart.no.

Hydrografi

Stjørnfjorden har tilstrømning av ferskvann fra flere elver og bekker i området, de største elvene er Nordelva, Osaelva, Søtvikelva og elv fra Eidsvatnet (informasjon hentet fra NVE Atlas). Hydrografiske profiler fra nærområdet viser at det er relativt lite sjikting i vannsøylen. Hydrografiske profiler er diskutert nærmere i rapporten Miljøundersøkelser i sjø (Rambøll, 2021) (Vedlegg 1).

Virksomheter med utslipp til resipienten

Det er registrert et avløpsanlegg med utslipp til sjøved Sandskjæret, ca. 1,5 km vest for pukkverket. Tettstedet/byen Brekstad og Ørland lufthavn ligger ca. 7-10 km mot vest. Nærmeste akvakultur-anlegg ligger ved Sagelva i Sørfjorden, ca. 13 km øst for Ottersbo.

Marine naturverdier

Trondheimsfjorden er en nasjonal laksefjord (Lakse- og innlandsfiskloven § 7). Det er registrert tre marine naturtyper (bløtbunnsområde i strandsonen) i området:

- Eidbukta, ID BM00120446, viktig.
- Vestvika-Fevåg, ID BM00120478, svært viktig.
- Innstrandfjæra-Brekstadfjæra, ID BM00120449, svært viktig.

Innstrandfjæra-Brekstadfjæra omfatter også Hovsfjæra fugleutredningsområde (fredet i 1983). Området benyttes som hekkeplass av blant annet ærfugl, gravand, tjeld, vipe, sandlo, storspove, fiskemåke og sanglerke.

3. TRINN1: KILDEKARAKTERISERING

3.1 Avfallstyper og årlige mengder

Et deponi for ordinært avfall kan motta avfall som oppfyller mottakskriteriene i avfallsforskriften, vedlegg II, for inert avfall, ordinært avfall samt farlig avfall som kan samdeponeres med ordinært avfall (Klima- og miljødepartementet, 2004). Asbest/eternitt er klassifisert som farlig avfall, men kan deponeres på deponi for ordinært avfall på visse vilkår. Asbest er ikke miljøfarlig ved lagring/deponering, men er helsefarlig ved håndtering. I Tabell 1 er det gitt en oversikt over hvilke avfallstyper det søkes om å ta imot.

Tabell 1: Oversikt over aktuelle typer avfall/masser til deponering, samt årlig mengde.

Avfallsstoffnr NS9431	EAL-kode	Type avfall	Tonn/år
	12 01 16	Avfall fra sandblåsing som inneholder farlige stoffer	360 000
1603	170504	Middels og lett forurensede masser fra bygg- og anleggsvirksomhet og forurensede gravemasser i urbane og industrielle områder	
1604	170506		
	191302		
	191304		
1604	170504	Skytebanemasser	
1604	170504	Restfraksjon fra behandlet borekaks	
1605,1606	170506	Sedimenter fra mudringsoperasjoner	
1611	170904	Betong	
1614			
1613	170103	Takstein og keramikk	
1618			
7250	*160212	Kassert utstyr som inneholder fri asbest	
	*170601	Isolasjonsmatr. og asbestholdige byggematerialer	
	*170603	Asbestholdige isolasjonsmaterialer	

	170604 *170605	Andre isolasjonsmaterialer enn 170601 og 170603 Asbestholdige byggematerialer	
1671	19 01 12	Bunnaske fra avfallsforbrenning etter utsortering av metaller	
9918, 9915, 9916	190801 190802 190805	Gateoppkop, ristgods, silgods og sandfang- og aktiv kullavfall fra avløpsrensaneanlegg	

Etter forskriften plikter både avfallsprodusenten og avfallsmottaket å kontrollere at det er gjennomført tilstrekkelig basiskarakterisering, testing og/eller verifisering av avfallet som skal mottas og deponeres. Det skal lagres dokumentasjon for hvert mottatt lass i deponiet. Den totale konsentrasjonen av forurensninger i ordinært avfall kontrolleres iht kap 11 i avfallsforskriften (Klima- og miljødepartementet, 2004). Avfallsforskriften stiller ikke krav til testing av utlekking fra ordinært avfall, slik som for deponering av inert avfall og farlig avfall.

3.2 Avfallets innhold av miljøskadelige stoffer

3.2.1 De forurensende komponentenes mobilitet i jord og vann

Av avfallstypene vist i tabell 1, vil forurensede gravemasser og jord utgjøre den største andelen av avfall til deponering i det planlagte deponiet. Forurensede gravemasser kan inneholde en rekke forurensninger, i hovedsak tungmetaller, oljekomponenter og PAH, men også organiske miljøgifter hovedsakelig i form av PCB og PFAS-forbindelser .

Veidekke har basert på erfaring fra flere prosjekter utarbeidet en oversikt over aktuelle forurensninger i ulike typer masser (Figur 8).

Type masser/kilde	Jordklassifisering/kornstørrelse	Forurensningstype	Spredningsrisiko	Konsekvens av deponering
Byjordmasser Øvre lag	Permeable masser – blanding av stein, grus, sand, silt og leire	Olje, BTEX, tungmetaller, PAH	Moderat/liten avhenger av vanntilførsel	Liten, BTEX er lett nedbrytbart
Byjordmasser Dypere lag	Silt og leire	Olje, BTEX, tungmetaller, PAH	Liten pga lav permeabilitet	Liten, BTEX er lett nedbrytbart
Skytebanemasser		Bly, antimon, molybden	Utfordrende å rense	
Sjøbunnsedimenter	Org. Slam og leire	TBT, olje (c16-c35), tungmetaller	Noe vannløselig TBT	TBT er ustabil i terrestrisk miljø
Sjøbunnsedimenter	Siltig leire	PAH, olje (c16-c35),	Stoffene er lite mobile i jord	Ingen/svært lav spredningsfare
Betong		Krom 6	Utfordrende å rense	

Figur 8 Aktuelle avfallstyper og mulig innhold av forurensende komponenter. Tabellen vurderer også overordnet spredningsrisiko (Veidekke 2022)

En stor andel av miljøgiftene som opptrer i deponert avfall er relativt lite mobile og lite løselige i vann. Dette gjelder for eksempel ftalater, bromerte forbindelser, PAH og PCB. Andre som BTEX,

fenoler og lettere oljeforbindelser er relativt mobile. Flere stoffer bindes i organisk stoff og/eller mineralske partikler og antas hovedsakelig å bli holdt tilbake i deponiet. Tilsvarende vil kadmium og kvikksølv bindes til jordpartikler.

Jordforsk utarbeidet i 2004 en sammenstilling av resultater fra screeningundersøkelser av sigevann fra avfallsfyllinger (Jordforsk, 2004). Undersøkelsene viser at forholdet mellom innholdet i sigevannssediment og i sigevann gir en indikasjon på i hvilken grad metallene er bundet til partikler og organisk materiale. Som forventet er bly, jern og kvikksølv blant de metallene som i størst grad er oppkonsentrert i sedimentene (høyt forhold mellom sediment og sigevann), mens arsen, nikkel og kadmium er i mindre grad bundet i partikler. Dette betyr bl.a. at en mindre andel arsen, nikkel og kadmium vil sedimenteres ut i sigevannssystemet og vil kunne fraktes over større avstander i vannfasen. Blant de organiske forurensningene hvor det finnes data både for sigevann og sedimenter, er det oljeforbindelser, ftalater og PAH som er sterkest knyttet til partikler (sedimenter). Klorerte pesticider synes i stor grad å finnes i vannfasen. Funn av bromerte flammehemmere, tinnorganiske forbindelser og polyklorerte doksiner/furaner i de fleste/alle sigevannssedimentene som er analysert viser at de fleste deponier er en kilde til disse forbindelsene i sedimenter.

På bakgrunn av at det er satt krav til maksimalt 10 % TOC-innhold i avfallet for ordinære deponi (Klima- og miljødepartementet, 2004), vil innholdet av organiske syrer i sigevannet samt metandannelse avta. Dette vil være gunstig mhp. å oppnå lavt innhold av tungmetaller i sigevannet da organiske syrer kan øke løseligheten til tungmetaller ved dannelse av komplekser.

Organiske miljøgifter som lar seg binde til organisk stoff og lar seg felle ut sammen med partikler vil fjernes i denne renseprosessen og tas ut i slammet. De organiske miljøgiftene PAH, ftalater (særlig DEHP), og bromerte flammehemmere binder seg i stor grad til partikler og skilles ut ved planlagt partikkelseparasjon. Bisfenoler, fenoler og PFAS er i større grad vannløselige og rensing i eksempelvis kullfilter vil være en løsning for å redusere konsentrasjonen ytterligere etter partikkelseparasjon (flere, 2005).

Deponieier plikter å overvåke utslippet til sjø, og den overvåkingen vil skaffe kunnskap om faktisk utlekking av forurensende komponenter i sigevannet. Ved utarbeidelse av overvåkingsprogrammet vil Veidekke ta utgangspunkt i veileder om overvåking av sigevann fra avfallsdeponier TA-2077/2005 (Miljødirektoratet, 2005). Planlagt overvåkingsprogram er beskrevet i søknadsdokumentet.

3.2.2 Sigevannets innhold

Veidekke ønsker å legge til rette for å kunne ta imot alle typer forurensede masser og avfall som kan deponeres på et ordinært deponi. Siden regelverket ikke stiller krav om utlekkingstester for ordinært avfall foreligger ikke den type kunnskap for det aktuelle avfallet. Det eksisterer heller ikke utslippsverdier av sigevannet for dette konkrete planlagte deponiet.

For å få en indikasjon på forventet innhold i sigevannet er det tatt utgangspunkt i årsgjennomsnitt av urensset sigevann fra fire eksisterende deponi med tilsvarende avfallstyper (deponi etablert etter innføring av kravet om maks 10% TOC-innhold i 2004). Tabell 2 viser laveste og høyest referanseverdi samt gjennomsnitt og medianverdi av de fire referanseverdiene. De samme verdiene er lagt til grunn i rapport om vurdering av aktuelle renseløsninger utarbeidet

av Rambøll (Rambøll, 2022), samt som grunnlag for gjennomførte spredningsberegninger av urensset sigevann (Kap 5.3). I vedlegg IV til Veileder om utarbeidelse av miljørisikovurdering er det angitt terskelverdier for de fleste parametre sigevannet skal analyseres på iht sigevannsveilederen (Miljødirektoratet, 1995). Oversikten viser at alle komponenter målt hos de fire referanse-deponiene ligger over terskelverdiene (unntatt PAH) for urensset sigevann. Miljørisikovurderingen inkluderer derfor også vurdering av transportveiene for sigevannet slik veilederen krever.

Tabell 2 Konsentrasjoner i urensset sigevann, basert på referanseverdier fra fire avfallsdeponi med lignende avfallstyper. Det er vist laveste og høyest referanseverdi samt i tillegg medianverdi av de fire referanseverdiene. Tabellen viser også grenseverdier i kystvann for de parametere som har det. Med mindre annet er oppgitt er grenseverdiene hentet fra Veileder M-608 (Miljødirektoratet, 2020)/Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). BAT-AEL er hentet fra BAT-konklusjoner for avfallsbehandling (Europakommisjonen, 2018).

Stoff	Enhet	AA-EQS/ PNEC ¹	BAT-AEL		Laveste	Høyeste	Gj.snitt	Median	Terskel verdier ⁶
As	ug/l	0,5	10	50	1,7	5,4	3,4	3,2	2
Pb	ug/l	1,2	50	100	0	11	4,3	3,1	1,9
Cd	ug/l	0,02	10	50	0,03	0,70	0,24	0,12	0,2
Cr	ug/l	3,4	10	150	4,8	23	10	6,4	6,3
Cu	ug/l	7,8	50	150	7,6	86	33	18	2,3
Hg	ug/l	0,047	0,5	5	0,05	5	1,3	0,09	0,01
Ni	ug/l	4	50	500	4,8	73	26	13	5
Zn	ug/l	11	100	1000	30	200	99	83	35
Antimon	ug/l					1,7			
BTEX	ug/l	8 ²			0	11	4,5	3,0	
C5-C35 olje i vann	ug/l	1000 ³	500	10000	0	1590	547	50	
PAH	ug/l	0,00017 ⁴			0	1,75	0,66	0,23	2
Jern	mg/l				0,79	20,00	5,72	1,1	0,2
Mangan	mg/l				0,20	1,00	0,59	0,58	
Bor	ug/l				490	2325	1408	1408	
Klorid	mg/l				201	557	365	352	
SS mg/l	mg/l	25	5	60	6,37	76	30	18	
TOC	mg/l		10	100	10,21	91	55	60	5
Tot-N mg/l	mg/l	0,33	10 ⁵	60 ⁵	2,73	131	44	21	0,5
Ammoniu m	mg/l	0,05			0,30	111	36	16	
Tot-P	mg/l	0,016	1 ⁵	3 ⁵	0,03	0,78	0,39	0,38	0,16
PFOA	ug/l	9,1			0,04	245	61	0,07	
PFOS	ug/l	0,00013			0,06	0,49	0,21	0,15	

1 PNEC: «Predicted no effect concentration»

2 AA-EQS for benzen. Antar at ¼ av utslipp av BTEX er benzen i videre beregninger.

3 PNEC-verdi for olje i vann (C12-C35)

4 AA-EQS for benzo(a)pyren. Antar at 10 % av utslipp av PAH er benzo(a)pyren (konservativt) i videre beregninger.

5 BAT-AEL for Tot-N og Tot-P er gjelder behandling av vannlig flytende avfall

6 Terskelverdier angitt i Veileder TA-1995/2003

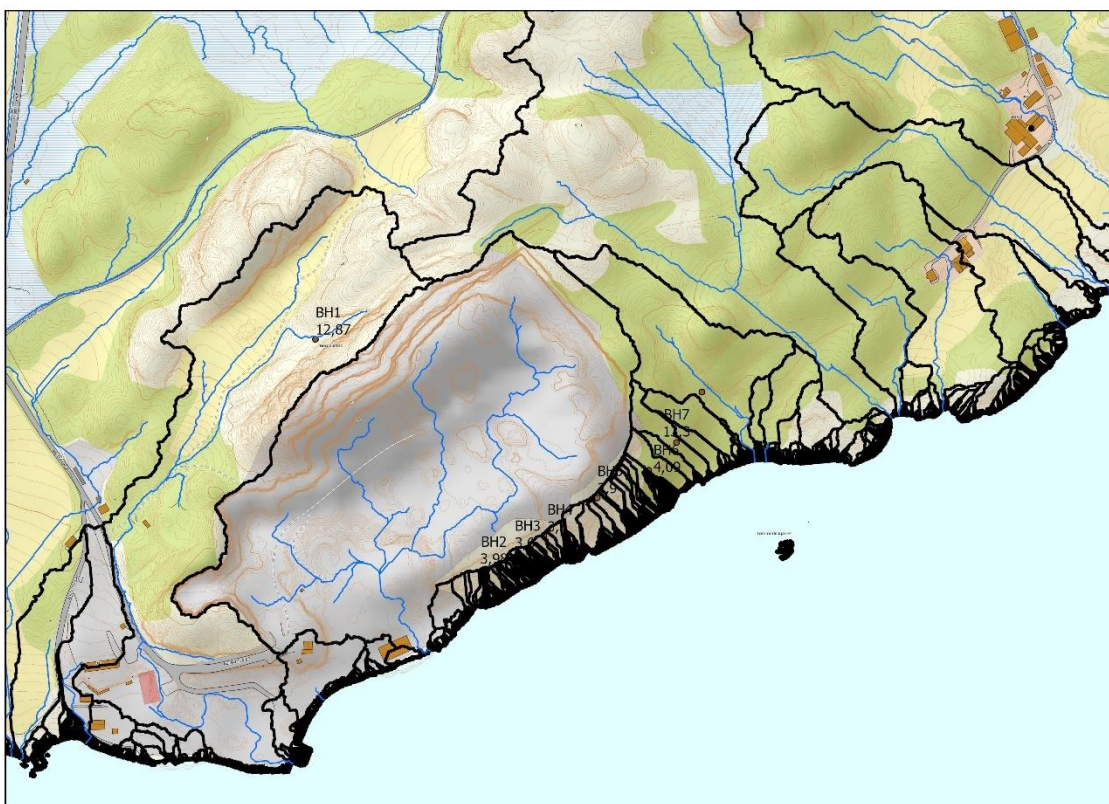
Oppsamlet sigevann skal ledes til et renseanlegg før utslipp til resipient, og planlagt resnseanlegg er beskrevet i søknaden.

4. TRINN 2: TRANSPORTKARAKTERISERING

4.1 Avrenningsanalyse og vannbalanse

4.1.1 Avrenningsanalyse

Nedbørfelt og avrenning rundt deponiet er vist i Figur 9. Svarte linjer viser nedbørfelt, mens blå linjer viser antatt avrenningslinjer basert på terrengmodell. Som det framgår av figuren er deponiet topografisk avskjært, slik at det ikke skal forekomme overflateavrenning direkte til deponiet fra omkringliggende arealer. Nedbørfeltene rundt deponiet er små, og det derfor er lite vann i omløp.



Figur 9 Oversikt over simulerte nedbørfelt og avrenning i området. Nedbørfelt er vist med svarte linjer, mens avrenning er vist med blå linjer.

4.1.2 Vannbalanse

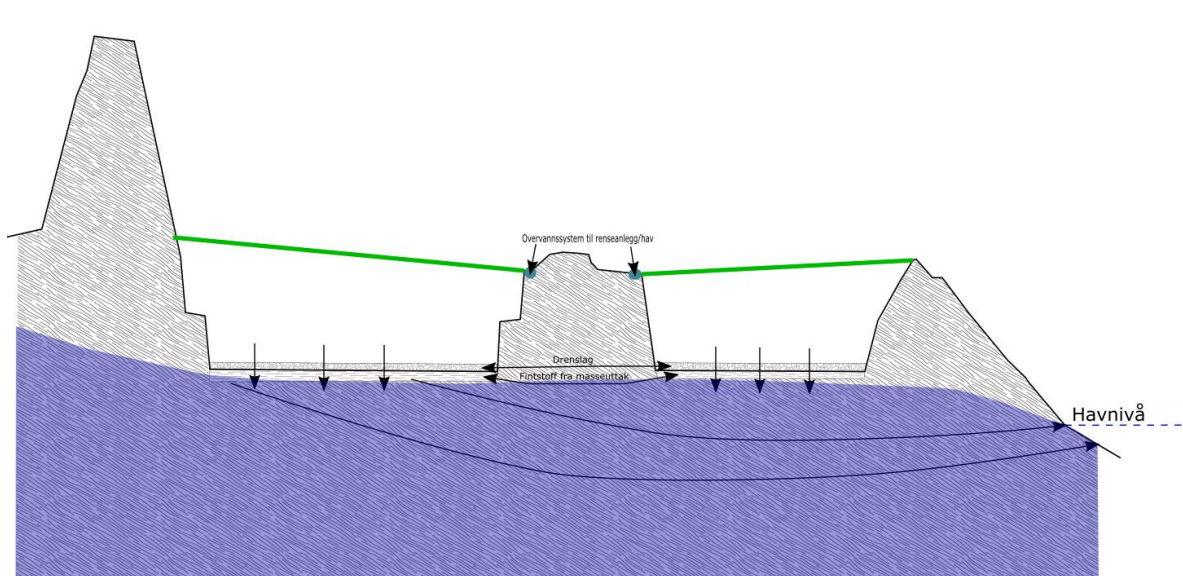
Vannbalanse for deponiet er beskrevet i «K-Not-001 Vannbalanseberegninger, Ottersbo deponi» utarbeidet av Rambøll i 2021 (Vedlegg 12 til søknaden). Vannbalanseberegning er basert på Miljødirektoratets anbefalinger i veileder for Miljørisikovurderingen (Miljødirektoratet, 2003), og viser at estimerte sigevannsmengder er dimensjonert til 1 l/s for celle 1, og 2 l/s for celle 1 + celle 2. Estimaten er basert utelukkende på infiltrasjon av nedbør, da det er antatt neglisjerbart tilsig fra grunnvannet (se avsnitt 4.1).

4.2 Hydrogeologisk vurdering og spredningsveier

Figur 10 viser en konseptuell framstilling av sigevannstransport fra deponiet og til resipient gjennom grunnvannet. Sigevann i deponiet som ikke håndteres av sigevannssystemet vil med tiden kunne infiltrere gjennom bruddets bunn, ned til grunnvannet i sprekker i fjellet og videre til fjorden.

Eventuelle sprekker i bunnen av deponiet på Ottersbo vil i stor grad være fylt igjen med finstoff fra bruddet, og vil derfor sannsynligvis være tettere enn vanntapsmålingene indikerer. Ved utkjøring av stein fra pukkverket vil legges et lag av stein med størrelse på 0-16 og 0-32 mm for å kjøre på. Bunnen i deponiet vil arronderes med disse massene når steinene er kjørt ut, og laget legges med fall ut av deponiet og til sigevannsopsamlingen. Laget legges med fall ut av deponiet og til sigevannsopsamlingen. Videre skal det legges et drensaget i bunnen av deponiet (se avsnitt 4.3). Drenslaget består av pukk og vil ha betydelig høyere hydraulisk ledningsevne sammenlignet med fjellet og kjørelaget, og vil derfor transportere sigevann ut av deponiet svært effektivt slik at det ikke blir noen oppstuvning av vann i deponerte masser/avfall.

Ved avslutning av deponicelle 1 og 2 vil det etableres tett toppdekke som vil hindre infiltrasjon av nedbør. Dette vil redusere sigevannsmengdene betydelig, slik at all sigevannsdannelse etter avslutning vil være et resultat av eventuelt tilsig gjennom grunnvannet. Tilsig av grunnvann er estimert til 41 l/dag.



Figur 10 Konseptuell framstilling av spredning fra deponiet. Infiltrasjon av sigevann går gjennom bunnen av deponiet og til grunnvannet, hvor det transporteres til resipient (fjorden).

4.2.1 Grunnvannsbrønner og hydraulisk konduktivitet

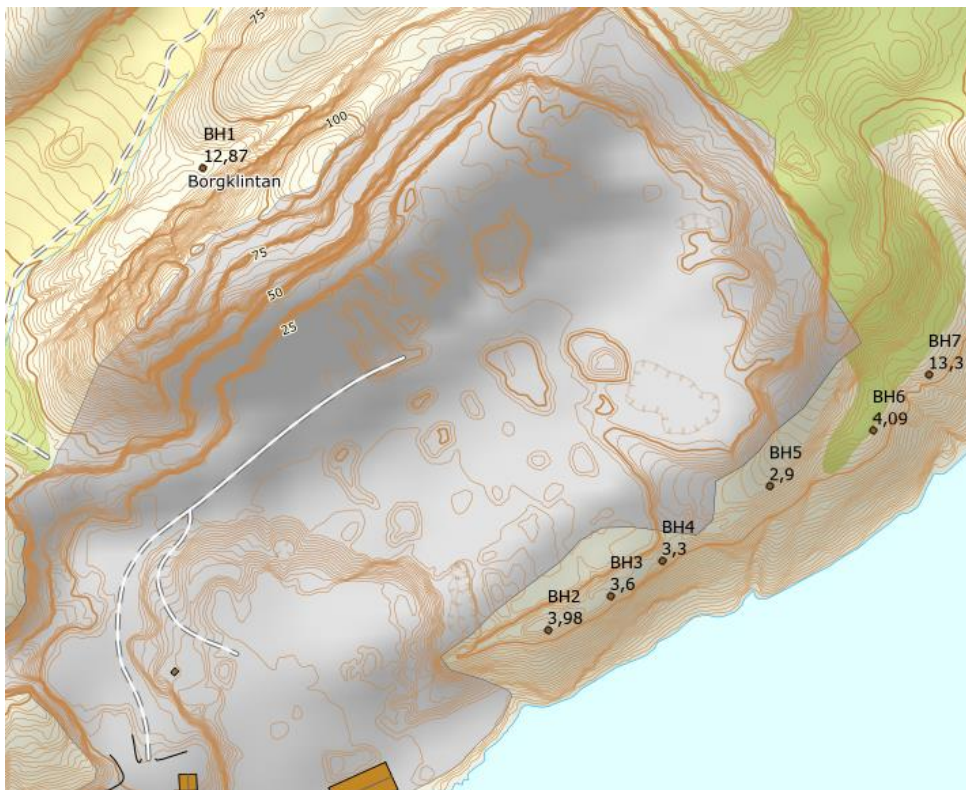
For å vurdere de hydrogeologiske forholdene i og rundt bruddet ble det i la. 2021 boret åtte grunnvannsbrønner rundt bruddet, se Tabell 3 og Figur 11. Siden grunnvannsstrømning i fjell i stor grad er forbundet med sprekker i fjellet, må brønner etableres i antatt svakhetssoner hvor grunnvannsstrømning vil være størst. Plassering av grunnvannsbrønnene på Ottersbo er basert på en geologisk befaring av området, og de er plassert i antatt svake soner i fjellet. Samtlige

brønner er boret fra terreng og til ca. 0-4 meter under havnivå (se Tabell 3). På denne måten kutter brønnene strømningsretningen til grunnvannet, og målinger av grunnvannstand og hydraulisk konduktivitet i bergmassen er representativ på strømningsforholdene ut fra bruddet.

Tabell 3 Oversikt over grunnvannsbrønner

Borehull	Dybde (m)	Terreng (m.o.h)	Grunnvann (m.o.h)
BH1	66	64,3	12,9
BH2	29,75	27,8	4,0
BH3	31,1	28,0	3,6
BH4	29,5	29,5	3,3
BH5	34,0	30,0	2,9
BH6	32,8	31,6	4,1
BH7	30,9	29,0	13,3

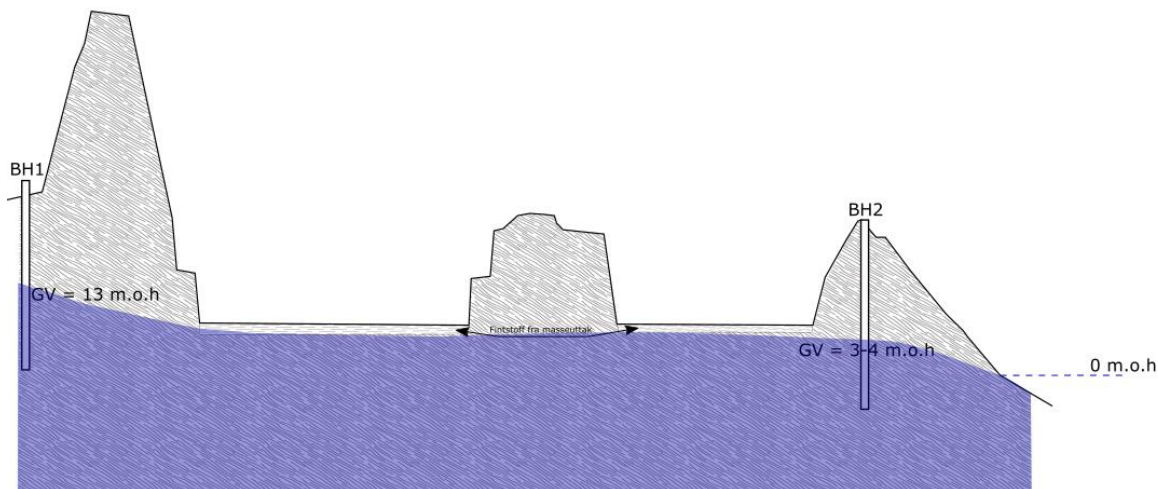
Målinger i brønnene viser at grunnvannstanden er høyeste i nordvest (oppstrøms for bruddet), og avtar mot fjorden. Seks av brønnene er etablert langs sørøst-siden av deponiet, mellom deponiet og fjorden (resipient). Her viser målingene at grunnvannstanden ligger på ca. kote +3 til +4. Det er i tillegg en måling som ligger øst for deponiet (BH7). Målingen her viser at grunnvannstanden er på ca. kote +13. Målingen er betydelig høyere enn bunnpunktet i bruddet, noe som indikerer at brønnen ligger utenfor influensområdet (det området rundt et grunnvannstiltak hvor grunnvannet påvirkes) til bruddet.



Figur 11 Det er etablert 8 brønner rundt deponiet, og vannstanden i brønnene er målt. Målingene viser at grunnvannstanden ligger mellom kote +3 og +4 sør for deponiet, og ca. på kote 13 nord for deponiet. I tillegg er det en måling øst for deponiet som viser kote +13.

Grunnvannstanden i BH1, nordøst for bruddet, står høyere enn bunnen av bruddet. Dette indikerer at det er en innadrettet grunnvannsstrømning i området. Visuelle observasjoner av den nordlige vegg i bruddet, viser at det forekommer noe tilsig av vann gjennom sprekker og inn i deponiområdet. Vannmengden som kommer inn i bruddveggen er liten, slik at vannet fordamper før det akkumuleres i bunnen av bruddet, og det er derfor ikke noe vann i bruddet langs den nordlige bruddkanten.

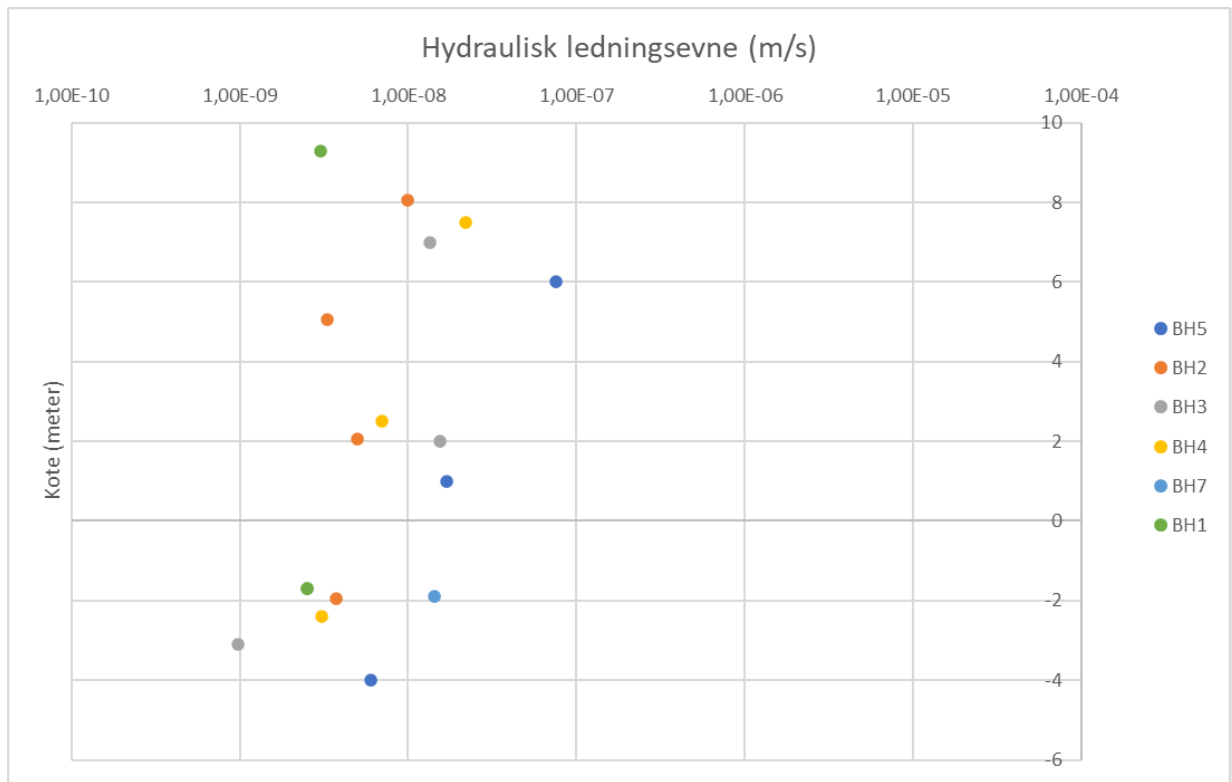
Figur 12 viser en konseptuell framstilling av de hydrogeologiske forholdene gjennom bruddet. Figuren tar utgangspunkt i tverrsnittet vist i Figur 18, og går i en linje fra BH1 til fjorden. Målingene av grunnvannstanden indikerer at bruddet har påvirket grunnvannstanden lokalt, og ført til grunnvannstanden er senket gjennom/under bruddet og nå ligger på en kote ca. tilsvarende bunnen av bruddet. Det er og mulig at fjellveggen nordøst i bruddet er så massiv, slik at det ikke er noen hydraulisk kontakt mellom grunnvannet ved BH1 og inne i selve bruddet.



Figur 12 Figuren viser de hydrogeologiske forholdene rundt deponiet. Antatt strømningsretning er fra høyereliggende områder i nord mot havet i sør.

Det er gjennomført vanntapsmålinger i seks av brønnene for å vurdere de hydrauliske egenskapene til fjellet, se figur 13. Målingene viser at fjellet er svært massivt og tett. Høyeste registrerte vanntap er registrert i brønn BH5 fra 14-19 meter under terreng, hvor hydraulisk konduktivitet er målt til $7,6 \times 10^{-8}$ m/s. Laveste registrerte vanntap er i brønn BH3 fra 31-26 meter under terreng, hvor hydraulisk konduktivitet er målt til $9,8 \times 10^{-10}$ m/s. For samtlige brønner avtar den hydrauliske konduktiviteten med dypet (se Figur 13 **Feil! Fant ikke referanse-kilden.**), noe som er å forvente da oppsprekningsgraden generelt er størst i øvre deler av fjellet. Dersom man ser på målinger i de to nederste intervallene i hver brønn (intervaller som er under grunnvannstanden), er gjennomsnittlig hydraulisk konduktivitet $7,0 \times 10^{-9}$ m/s, dvs. svært tett.

Det er forbundet en del usikkerhet for så små målinger av vanntap. Blant annet vil nøyaktigheten av avlesning av vanntapet påvirke resultatet. Brønnene er også punktmålinger, og sprekker i fjellet vil variere. Uavhengig av usikkerheten viser resultatet fra vanntapsmålingen at fjellformasjonen i området er svært massiv med liten grad av oppsprekking, med svært lave hydraulisk konduktivetsverdier.



Figur 13 Estimert hydraulisk ledningsevne i fjellet basert på vanntapsmålingene. Det ble total gjennomført 17 vanntapsmålinger foredelt over de åtte brønnene.

Tabell 4 Resultat fra gjennomføre vanntapsmålinger i fjell.

Brønn	Måleintervall bunn (m)	Måleintervall topp (m)	Total Lugeon verdi	K (m/s)	K (m/d)
BH5	29	24	0,06	6,00E-09	5,18E-04
BH5	24	19	0,17	1,70E-08	1,47E-03
BH5	19	14	0,76	7,60E-08	6,57E-03
BH2	29,75	25,75	0,04	3,75E-09	3,24E-04
BH2	25,75	22,75	0,05	5,00E-09	4,32E-04
BH2	22,75	19,75	0,03	3,33E-09	2,88E-04
BH2	19,75	17,75	0,10	1,00E-08	8,64E-04
BH3	31,1	26	0,01	9,80E-10	8,47E-05
BH3	26	21	0,16	1,55E-08	1,34E-03
BH3	21	16	0,14	1,35E-08	1,17E-03
BH4	31,9	27	0,03	3,06E-09	2,64E-04
BH4	27	22	0,07	7,00E-09	6,05E-04
BH4	22	17	0,22	2,20E-08	1,90E-03
BH7	30,9	26	0,14	1,43E-08	1,23E-03
BH1	66	60	0,03	2,50E-09	2,16E-04
BH1	60	55	0,00	0,00E+00	0,00E+00
BH1	55	50	0,03	3,00E-09	2,59E-04

4.2.2 Estimert grunnvannstilsig fra deponiet til fjorden

Grunnvannsstrømning fra deponiet til fjorden kan beregnes med Darcys ligning. Darcys ligning er beregnet på porøst medium, men kan brukes til å få et overslag over grunnvannsstrømningen til fjorden.

$$Q = KA \frac{\Delta h}{L}$$

Hvor Q er grunnvannsstrømningen i m³/dag, K er hydraulisk gradient (m/dag), A er arealet vinkelrett på strømningsretningen (m²), dh er forskjellen i grunnvannstand (m) mellom to punkter med avstand L (m).

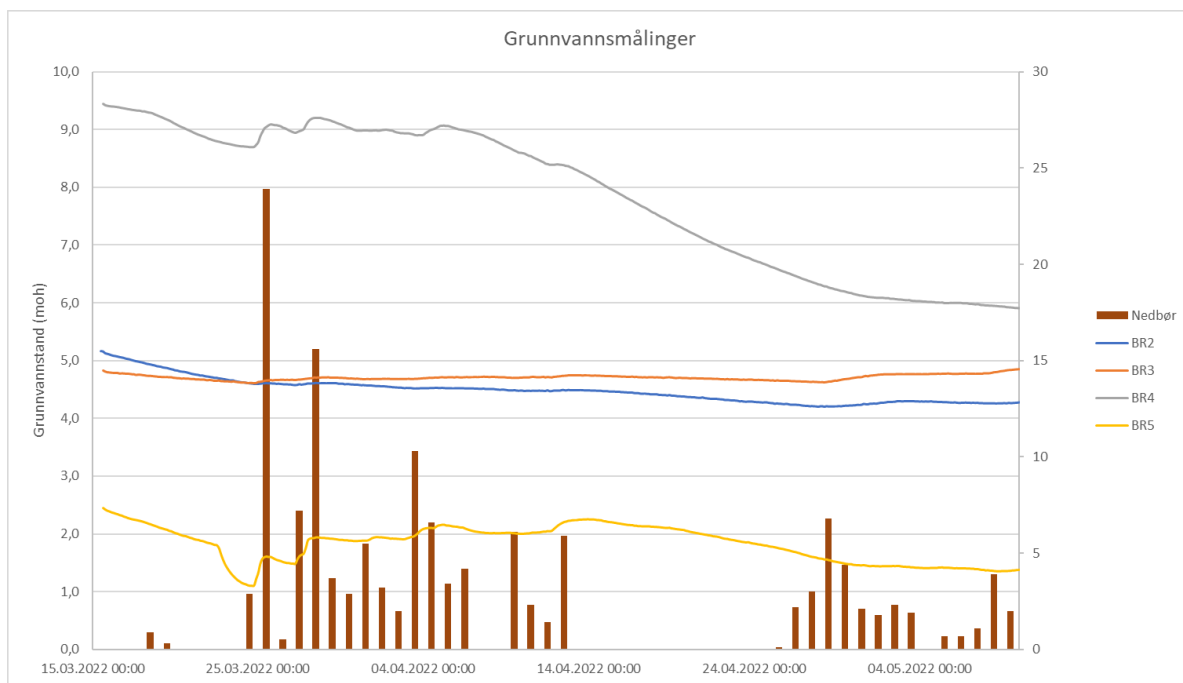
Hydraulisk konduktivitet er estimert gjennom vanntapsmålingene, og det er benyttet en verdi på 7,0*10⁻⁹ m/s, som er verdier målt i de nedre intervallene av borehullene som er under grunnvannstand. Arealet er areal vinkelrett på grunnvannsstrømningen, og er bruddets lengde (211 m) og grunnvannstanden over havnivå (ca. 4 m), tilsvarende et strømningsareal på 844 m². som grunnvannsgradient er det benyttet måling i brønnen (ca. 4 meter over havet), og havnivået (0 meter), med en avstand mellom punktene på ca. 50 meter.

Basert på verdiene over er estimert grunnvannsstrømning fra deponiet til havet $4,7 \cdot 10^{-4}$ l/s, eller ca. **41 l/dag**. Mulig diffus spredning av forurenset sigevann fra deponiet vurderes derfor å bli svært liten.

4.2.3 Grunnvannsmålinger

Målingene er sammenlignet med nedbør ved Ørland flystasjon (stasjonsnummer SN71550). Brønn 2 og 3 viser neglisjerbar påvirkning fra nedbør, noe som indikerer at fjellet er svært massivt. Brønn 4 og 5 viser noe påvirkning ved nedbør, og viser noe stigende grunnvannstand med nedbørperioden rundt 25.03.2022. Det er ingen påvirkning på grunnvannsmålingene i brønnene ved nedbørhendelsen den 24.04.2022. Dette kan skyldes avstanden mellom nedbørstasjonen og planområdet, og at nedbørhendelsen var mer lokal. Resultatene fra brønn 2, 3 og 4 indikerer at det periodevis kan være innadrettet grunnvannsstrømning mot bruddet. I perioder med innadrettet grunnvannsstrømningen vil det ikke være fare for diffust utslipp, da alt grunnvannet som strømmer til deponiet vil bli behandlet som sigevann og renset før utslipp.

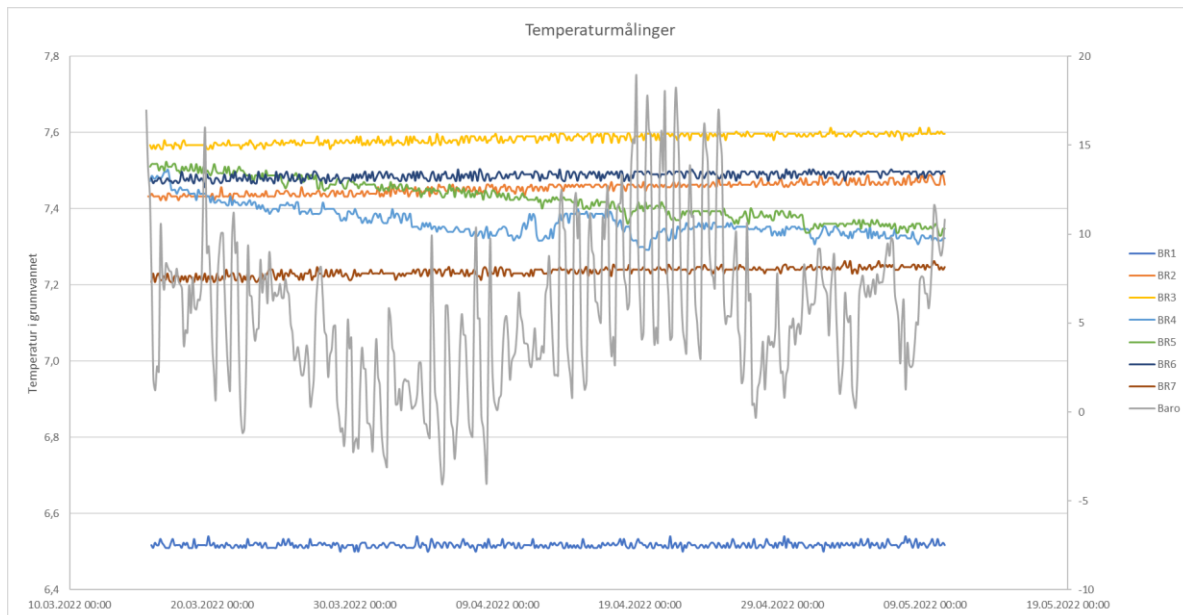
Brønn 4 har spesielt stor variasjon i grunnvannsnivå i måleperioden, med avtagende trend fra ca. kote +9,5 til kote +6. Dette skyldes sannsynligvis at det under vanntapsmålingene ble tilført betydelige vannmengder i brønnen, og at det grunnet fjellets lave permeabilitet tar lang tid før grunnvannstanden stabiliserer seg på et tidligere nivå.



Figur 14 Grunnvannsmålinger i 5 av brønnene og nedbør målt ved Ørland flystasjon (stasjonsnr. SN71550). Grunnvannstanden er vist i meter over havet og nedbør i mm/døgn.

Figur 15 viser temperaturmålinger i grunnvannsbrønnene og lufttemperaturen i området. Temperaturen varierer fra ca. 6,5 grader i brønn 1 til 7,6 grader i brønn 3. Som det framgår av

målingene har grunnvannet en svært konstant temperatur med lite variasjoner sammenlignet med lufttemperaturen.



Figur 15 Temperaturmålinger i grunnvannet og i barometer opphengt på stedet.

4.2.4 Vurdering av geologisk barriere

Vanntapsmålingene som er gjennomført i borehullene viser at fjellet i området er svært massivt, med liten grad av oppsprekking og lav vannledningsevne (hydraulisk konduktivitet). Dette gjenspeiles også i målingene av grunnvann og grunnvannstemperatur, som viser at grunnvannet responderer lite på nedbør og temperaturforskjeller. To av brønnene, BR4 og BR5, viser noe utslag på nedbør og temperaturforskjeller. Dette er brønnene hvor vanntapsmålingene viser høyest registrert hydraulisk konduktivitet (se Figur 6), og er følgelig å forvente. Resultat fra vanntapsmålingene viser likefullt at fjellet er massivt også her.

De målte verdiene av hydraulisk konduktivitet i fjellet er i all hovedsak mindre enn en tier-potens høyere enn kravet om $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s med lagtykkelse på minimum 1 meter. Avstanden fra bunn av deponiet til resipient er ca. 50 meter i lengderetning, og tre meter høyderetning (avstand mellom bunn av deponi og havnivået). Basert på målingene er vår vurdering at fjellet overholder kravene til geologisk barriere i avfallfallsforskriften kap 9 om deponi, vedlegg I pkt. 3.2. (Klima- og miljødepartementet, 2004).

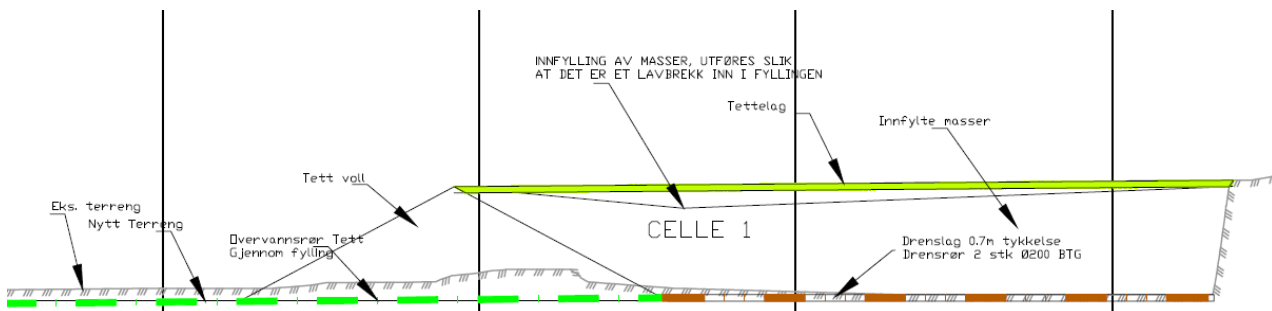
4.3 Oppsamling og håndtering av sigevann

4.3.1 Sigevannsoppsamling

Oppsamling i bunnen av cellen

Oppsamling og håndtering av sigevann er beskrevet i notat «NOT-01-VA Overordnet VA-plan deponi Ottersbo» utarbeidet av Rambøll (vedlegg 13 i søknaden). En oppsummerende beskrivelse av sigevannhåndtering samt utforming av drensssystem er beskrevet under.

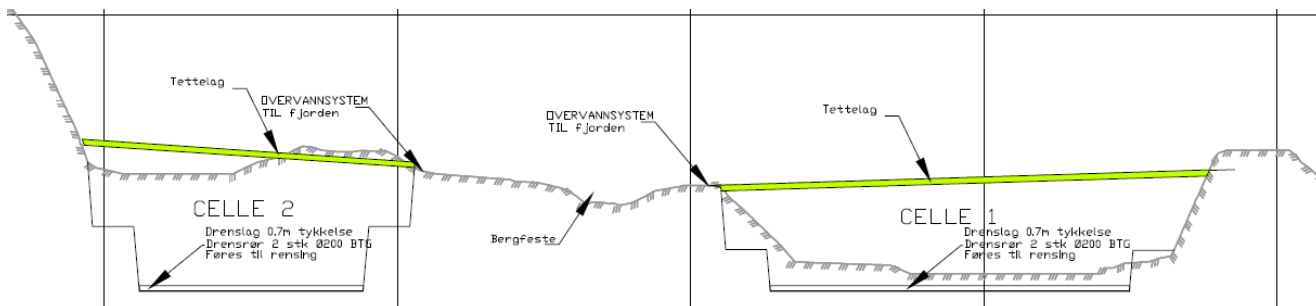
Det skal etableres et drenslag i bunn av deponiet. Alt nedbørsvann/overvann som kommer i berøring med det deponerte avfallet/massene er å anse som forurenset sigevann og skal ledes til renseanlegg. Det lages en tetting rundt utløpsrørene fra hver celle. Denne kan utføres med leire, eventuelt støpes, og detaljene for dette avklares ved videre prosjektering. Det bør legges dobbelt sett med betongrør som drensrør/ samlør. Ved videre prosjektering må omfyllingsmasser og utførelse vurderes, da muligheter for å gjøre tiltak på ledninger etter innfylling ikke er mulig. Det må også etterstrebtes gode muligheter for spyling/ rengjøring av rørledningstrekket. Dimensjonering og plassering av rørstrekk må detaljplanlegges i videre faser, men prinsippene for utforming må være å legge til rette for enklest mulig drift.



Figur 16 Lengdeprofil av celle 1 illustrerer drenslag i bunnen (brun farge) og rør for sigevann ut av cellen (grønn farge).

Under innfylling i celle 1 og 2 deponeres massene med et lavbrykk slik at overvann som har vært i kontakt med avfallet infiltreres i massene og samles opp i systemet for sigevann og ledes til renseanlegg.

Ved avslutning og tetting av Celle 1, etableres toppdekket med fall mot bergfeste mellom celle 1 og celle 2. Vann på overflaten av cellen, som ikke har vært i kontakt med avfallsmassene, føres ut i sjø, uten rensing Figur 17.



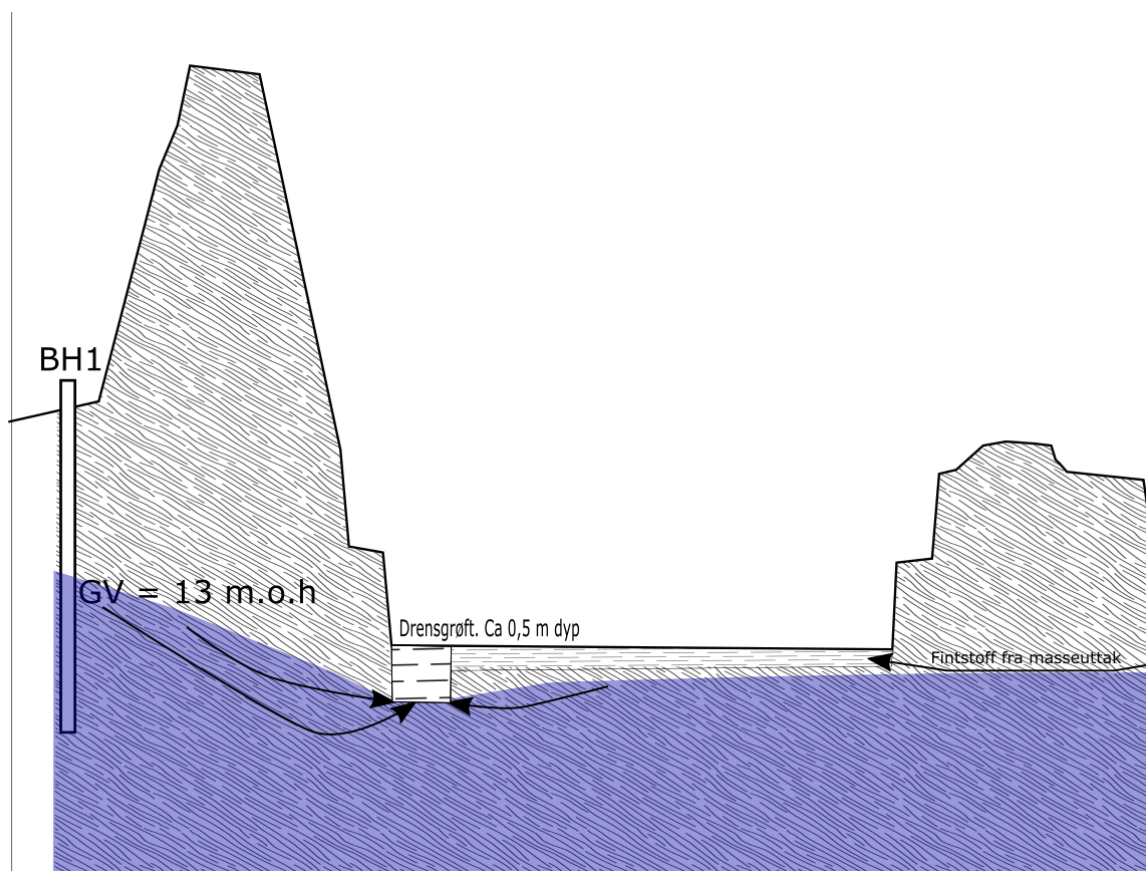
Figur 17 Tverrprofil som illustrerer planlagt tetting av celle 1 og 2, og at nedbør som renner av på overflaten kan ledes utenom renseanlegget

Deponiets utforming samt plassering gjør at det vil være lite tilsig av fremmedvann til deponiet. Det er en grunnvannsgradient inn til celle 2, men tilsig av grunnvann vil være svært liten da fjellet er massivt med liten grad av oppsprekking. Dette viser seg også igjen i den nordre bruddveggen, hvor det er observert svært lite utlekking av vann. Grunnvannsstrømning til celle 1 vil være avskjært av celle 2, slik at grunnvannstilsig til denne cellen ikke vil forekomme fra nord.

Celle 4a, 4b og 5 ligger over grunnvannstanden, slik at det ikke vil være tilsig av verken grunnvann eller annet overvann enn nedbør som faller på massene/avfallet.

Oppsamling fra sidene i cellene

For å håndtere det vannet som kan komme inn i deponiet langs sideveggene planlegges cellene etablert med et drenerende lag på minimum 0,5 meter og filterduk som sidetetting mellom fast fjell og avfall (se Figur 18 for prinsipp). Drenslaget avskjærer eventuelt grunnvannstilsig fra norde bruddvegg, og vannet vil strømme langs grøfta til renseanlegget. Siden det er en innadrettet grunnvannsgradient mot grøfta vil ikke noe av sigevannet i grøfta nå grunnvannet. For å motvirke at drenslaget tettes av finstoff fra avfallet, forutsettes det at en fiberduk legges mellom det drenerende laget og deponert avfall. Etablering av et drenslag framfor kunstig membran/leire vurderes som en sikrere løsning da det grunnnet innadrettet grunnvannsgradient kan bygge seg opp et vanntrykk over tid mellom fjellet og membran/leirlaget, noe som kan føre til mulig skade på membran/leirlag.



Figur 18 Drensenne langs nordre vegg i bruddet. Drensgroften vil avskjære eventuelt tilsig fra grunnvann, slik at dette ikke kommer i kontakt med avfallsmasser. Alt vann som transporteres ut gjennom grøften behandles likevel som sigevann, og renses deretter.

4.3.2 Håndtering av sigevann

Sigevannet leds fra deponiet via rør til renseanlegget som vil være lokalisert nærmere resipienten. Renseanlegget dimensjoneres for å kunne ta unna alt sigevann. Det planlegges

eksempelvis etablert flere sandfilter og eventuelle kullfilter slik at vedlikehold kan gjennomføres uten at sigevann må gå i overløp til resipient.

Drenslaget i bunnen av deponiet vil fungere som et fordrøyningsbasseng, men likevel ikke mer enn at det hele tiden vil være en jevn tilstrømming til rensenalegget.

4.3.3 Vurdering av forurensningsfare fra sigevannstransport

Det er planlagt å etablere en pukkstreng med drenerende masser som beskrevet i avsnitt 4.3.1. Drenslaget vil i stor grad redusere tilsiget av grunnvannet til deponimassene, og på den måten redusere sigevannsmengdene. Alt vann som avskjæres i pukkstrengen vil likevel behandles som sigevann og renses før utslipp til fjorden. Den gode naturlige geologiske barrieren som fjellet utgjør, samt sigevannssystem og avskjæring av grunnvannet fra nord vil medføre at sigevannet i deponiet håndteres svært godt, med liten risiko for diffuse utslipp.

Vannbalansen for deponiet er beskrevet i avsnitt 4.1.2, og viser at samlet estimert sigevannsdannelse fra celle 1 og celle 2 vil være 3 l/s i driftsfasen av deponiet. Utrekningen antar at alt sigevann som dannes er fra nedbør. Estimert grunnvannstransport fra deponiet og til fjorden er estimert basert på kjente hydrogeologiske parametere rundt bruddet (se avsnitt 4.2.2). Estimert grunnvannstilsig er 41 l/dag, eller 0,0005 l/s. Potensiell diffus spredning gjennom grunnvannet utgjør følgelig 0,016 % av de totale beregnede sigevannsmengdene. Det vil alltid være stor usikkerhet i teoretiske vurderinger som beregning av sigevann og grunnvannsstrømning, men den potensielle diffuse spredningen er godt under kravet om maksimalt 5% diffus spredning jfr avsnitt 4.3.2 i Miljødirektorates veileder nr. TA-1951/2003. Vår vurdering er derfor at mulig diffus utlekking av sigevann utgjør en liten risiko for deponiet, tross usikkerheten i beregningene. Veidekke søker derfor om unntak fra kravet etablering av dobbelt bunn- og sidetetting iht. Vedlegg I pkt 3.2 i avfallsforskriften kap 9 om deponi, vedlegg I (Klima- og miljødepartementet, 2004).

4.4 Overvannshåndtering

Overvann fra cellene vil måtte behandles forskjellig etter hvilken fase innfyllingen i cellene er. Ved etablering og oppfylling i cellen skal alt vann som kommer inn i cellen behandles som sigevann og ledes til rensing. Når cellene er fylt opp og toppdekke er etablert føres overvannet fra toppen av cellen, som ikke har vært i kontakt med avfallet, til sjø uten rensing (Figur 17).

4.5 Avbøtende tiltak

Gjennom arbeidet med å etablere deponiet legger Veidekke stor vekt på å gjennomføre avbøtende tiltak for å redusere mulig diffus spredning av forurensning til omgivelsene i så stor grad som mulig. Tiltakene er beskrevet i delkapitlene ovenfor og oppsummeres her:

- Drenslag etableres i sideveggene til cellene for å redusere vanninntrengning i deponerte masser/avfall
- Alt vann som har vært, eller kan ha vært i kontakt med avfallet skal renses i planlagt renseanlegg
- Deponiet etableres etappevis i mindre celler for å ha små områder som samler sigevann åpne til enhver tid
- Cellene tildekkes etter hvert som de fylles opp for å redusere mengden sigevann

- Forurenset sigevann ledes til renseanlegg før det slippes til sjø
- Sigevannet renses i så stor grad at vannkvaliteten i Stjørnfjorden ikke forringes
- Deponiet etableres med tett toppdekke ved endelig avslutning slik at sigevannsmengden reduseres betydelig sammenlignet med når deponiet er i drift

4.6 Oppsummering og konklusjon transportkarakterisering

Deponiet er topografisk avskjært slik at det ikke vil forekomme overflateavrenning fra omkringliggende arealer direkte til deponiet. Deponimassene vil i hovedsak tilføres vann fra infiltrasjon av nedbør som faller direkte på deponiet.

Gjennomførte hydrogeologiske undersøkelser i form av vanntapsmålinger gjennomført i borehullene viser at fjellet i området er svært massivt, med liten grad av oppsprekking og lav vannledningsevne (hydraulisk konduktivitet). Dette gjenspeiles også i målingene av grunnvann og grunnvannstemperatur, som viser at grunnvannet responderer lite på nedbør og temperaturforskjeller. Det er dermed vurdert at deponiet har en tilfredsstillende geologisk barriere, og det er beregnet svært liten potensiell diffus avrenning til resipient. Etablering av eventuell dobbel bunntetting vurderes ikke å øke sikkerheten for oppsamling av forurenset sigevann nevneverdig siden fjellet er vurdert til å være svært tett, og andelen diffus avrenning er beregnet til å være svært lav.

Alt vann som drenerer inn i cellene, og er eller kan ha vært i kontakt med avfallet og de forurensete massene, planlegges samlet opp i et drens-system i bunnen av deponiet. Det planlegges etablert et drenslag i sidene med fiberduk mellom avfallsmassene og pukklaget i stedet for tett membran. Dette vurderes som en sikrere og mer bærekraftig løsning over tid. Et eventuelt betydelig vanntrykk fra fjellet vil ikke redusere effekten av en slik løsning da sigevannet uansett behandles som forurenset.

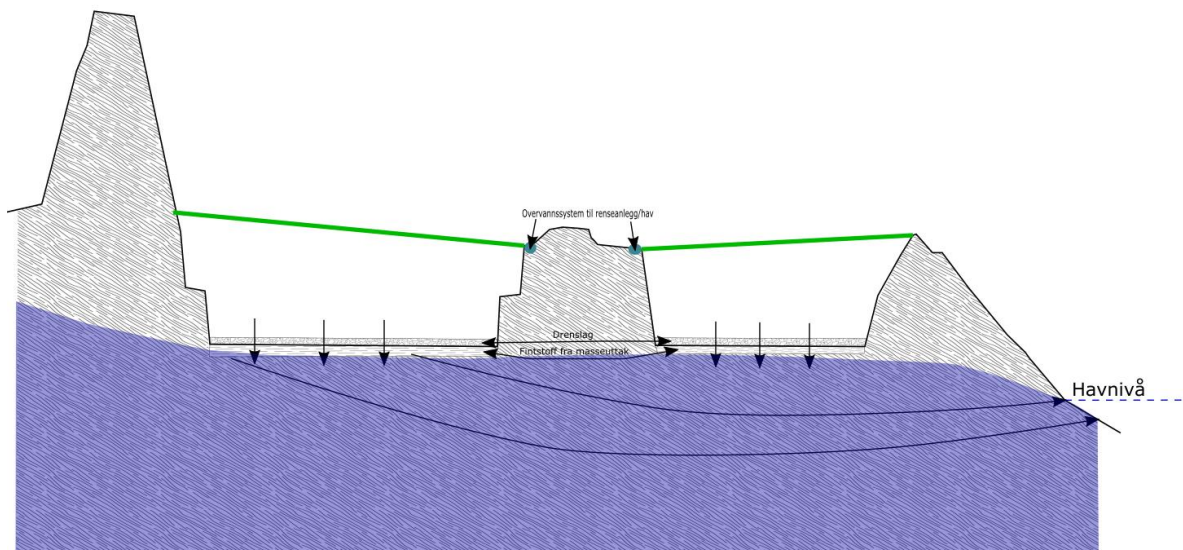
Alt sigevann planlegges ledet til renseanlegg før utslipp til resipienten Stjørnfjorden.

Transportkarakteriseringen gjennomført i dette kapitlet viser at risikoen for forurensning av omgivelser og resipient er veldig liten, og at det er vurdert at det er grunnlag for unntak fra avfallsforskriftens krav om dobbel bunn- og sidetetting.

5. TRINN 3: RESIPIENTKARAKTERISERING

5.1 Deponiets avgrensning til resipient

Avgrensningen mellom deponi og resipient er illustrert i figur 19.



Figur 19 Depoiets plassering i forhold til resipienten

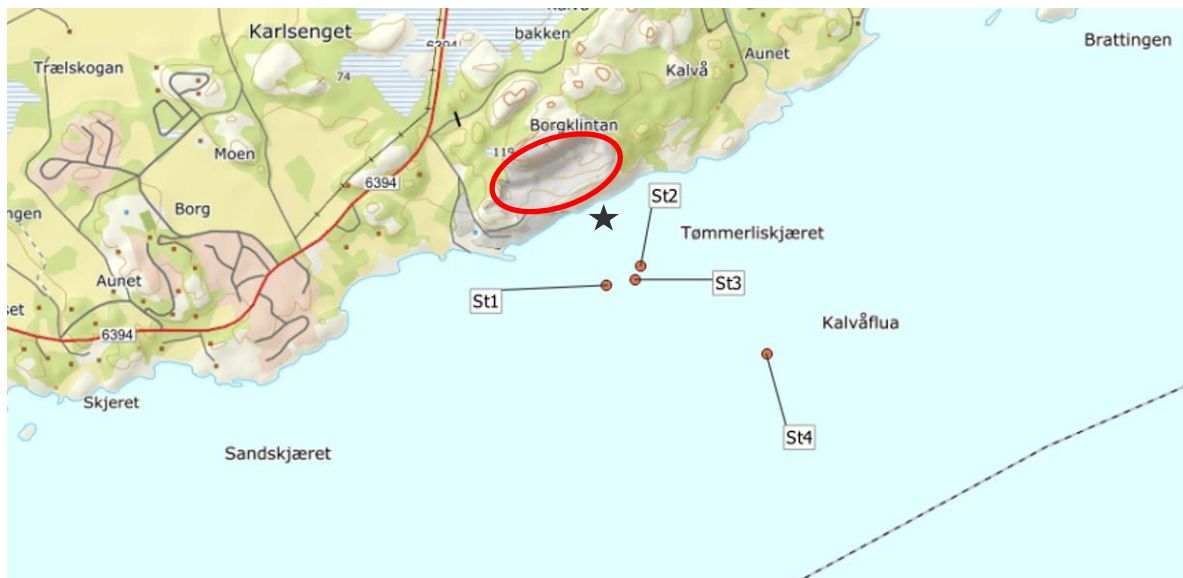
5.2 Miljøtilstanden i resipienten

For å få kunnskap om tilstanden i resipienten før etableringen av deponiet er det gjennomført en før-kartlegging av nærliggende vannforekomst Stjørnfjorden. Rapporten fra undersøkelsen og utdypende vurderinger er presentert i [vedlegg 16 til søknaden](#), mens hovedpunkter fra rapporten er oppsummert i dette kapitlet.

5.2.1 Feltarbeid og stasjoner

Miljøundersøkelser i sjø ble gjennomført ved fire stasjoner i mai 2021 (Figur 20).

Stasjonsplasseringen ble valgt for å sikre at registreringene blir representative for fjordens miljøtilstand, og ble også valgt på bakgrunn av nærhet til framtidig utslippspunkt og vannforekomstens hydrologiske karakter (basert på kart og informasjon fra databaser).



Figur 20 Kart over valgte prøvestasjoner, St1-St4 i Stjørnfjorden. Pukkverk er markert med rød sirkel, og foreløpig foreslått utslippspunkt er markert med svart stjerne i figuren.

5.2.2 Økologisk tilstand iht. veileder 02:2018

Bløtbunnsfauna

Stasjon 1 (St1) er plassert på ca. 23 m dyp sør for planlagt utslippspunkt. Det er lite til ingen sjiktning i vannsøylen. Basert på faunaindeks ble stasjonen vurdert i tilstandsklasse «god».

Stasjon 2 (St2) ligger på 21 m dyp sørøst for planlagt utslippspunkt, **stasjon 3 (St3, 25 m dyp)** og **stasjon 4 (St4, 40 m dyp)** ligger på et transekt mot sørøst i forhold til planlagt utslippspunkt. Det er lite til ingen sjiktning i vannsøylen. Basert på alle faunaindeks ble alle stasjoner vurdert i tilstandsklasse «svært god» og nEQR-verdier er gitt i tabell 4.

Tabell 5 Oversikt over stasjoner, vanddybder og nEQR-verdier iht. 02:2018.

Stasjon	St1	St2	St3	St4
Vanddyb (m)	23	21	25	40
nEQR	0,785	0,813	0,815	0,860

nEQR-indeks	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
	1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0

Støtteparametere til bløtbunnsfauna

Sedimentbeskrivelse og -bilder er vist i vedlegg 1. Kornfordelingsanalysen (tabell 5) viste at sedimentet ved alle stasjoner har en høy andel av sand. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) er relativt lavt, tilsvarende tilstandsklasse «god» ved alle stasjoner.

Tabell 6 TOC, normalisert TOC (TOC_63), vanninnhold og kornfordeling ved de fire undersøkte stasjonene. *fraksjonen sand er beregnet ut ifra % TS silt og leire. Tilstandsklassifisering iht. SFT-veileider 97:03 (blå: svært god, grønn: god, gul: moderat, oransje: dårlig og rød: svært dårlig).

Parameter	Enhet	St1	St2	St3	St4
TOC	mg/g	2,89	2,72	2,52	3,59
TOC_63	mg/g	20,6	20,4	20,2	21,1
Vanninnhold	% w/w	20,50	24,50	24,30	27,00
Sand (63 – 2000 µm) *	% TS	78,4	79,1	78,2	64,4
Silt (< 63 µm)	% TS	1,7	1,8	1,8	2,9
Leire (< 2 µm)	% TS	19,9	19,1	20,0	32,7

Næringssalter

Tabell 3 viser resultatene fra analyse av næringssalter i sjøvannsprøver, og klassifisering iht. veileder 02:2018. Alle verdier er lave, tilsvarende tilstandsklasse «svært god». Det gjøres oppmerksom på at dataene denne klassifiseringen bygger på ikke er tilstrekkelige til å foreta en fullstendig klassifisering iht. veileder 02:2018, da denne krever overvåking over en periode på minimum tre år, samt at det må måles både om sommeren og vinteren.

Tabell 7 Næringssaltene tot-P, tot-N, ammonium og nitrat+nitritt, samt suspendert stoff ved stasjonene St1-St4. Klassifisering iht. 02:2018 (blå: svært god, grønn: god, gul: moderat, oransje: dårlig og rød: svært dårlig, grå farge er under analyselaboratoriets deteksjonsgrense). Merk at dette er resultater fra vannprøveanalyser, ikke sigevannsprøver.

Stasjon	Suspendert stoff (mg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat+nitritt (µg/l)
St1	<1,5	8,7	160	3,5	<1
St2	2,0	8,0	140	3,1	<1
St3	<1,5	8,4	180	3,3	<1
St4	<1,5	10	140	3,9	<1

Vannregionspesifikke forbindelser

De vannregionspesifikke forbindelsene som ble målt i sedimentet var tungmetallene arsen, kobber, krom, sink og utvalgte PAH-/PCB-forbindelser. Tabell 8 viser konsentrasjoner av de målte forbindelsene samt tilstandsklassifisering.

Når det gjelder tungmetaller, var alle konsentrasjoner lave, tilsvarende tilstandsklasse «svært god» ved alle stasjoner. Generelt sett var det lave verdier tilsvarende tilstandsklassene «god» eller

«svært god» ved alle stasjoner. Flere av de målte verdiene var under analyselaboratoriet sin deteksjonsgrense. PCB ble ikke påvist ved noen av stasjonene.

Tabell 8 Vannregionspesifikke miljøgifter (sediment) som inngår i den økologiske tilstandsklassifiseringen av vannforekomster. Tilstandsklassifisering iht. veileder 2:2018 (blå: svært god, grønn: god, gul: moderat, oransje: dårlig og rød: svært dårlig, grå farge er under analyselaboratoriets deteksjonsgrense, ip=ikke påvist). Enhet er mg/kg TS (tørrstoff) for alle parametere.

Parameter	St1	St2	St3	St4
Arsen	2,2	1,7	1,8	2,3
Kobber	3,6	3,4	3,3	6,5
Krom	12	11	11	18
Sink	19	18	18	31
Acenaftylen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaften	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoren	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fenantren	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Pyren	0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[a]antracen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Krysen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[k]fluoranten	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo[ah]antracen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PAH16	0,029	ip	ip	ip

5.2.3 Kjemisk tilstand

Følgende prioriterte stoffer ble målt i sediment for å bestemme kjemisk tilstand: tungmetaller (bly, kadmium, kvikksølv og nikkel) og flere PAH-forbindelser.

Tabell 8 viser resultatene fra analyser av miljøgifter som skal klassifiseres for å vurdere kjemisk tilstand. Når det gjelder tungmetaller og PAH-er, var det ingen av forbindelsene som overskred grenseverdien for god kjemisk tilstand. Flere av de målte forbindelsene var under analyselaboratoriets deteksjonsgrense (PAH-er).

Tabell 9 EU-prioriterte miljøgifter som inngår i den kjemiske tilstandsklassifiseringen av en vannforekomst. Tilstandsklassifisering iht. veileder 02:2018 (blå: god kjemisk tilstand og rød: dårlig kjemisk tilstand. Grå farge er under analyselaboratoriets deteksjonsgrense). Enhet er mg/kg TS (tørstoff) for alle parametere.

Parameter	St1	St2	St3	St4
Bly	3,4	3,1	3,2	5,9
Kadmium	0,027	0,027	0,027	0,047
Kvikksølv	0,019	0,018	0,019	0,020
Nikkel	7,9	7,2	7,4	12
Naftalen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Antracen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoranten	0,018	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[b]fluoranten	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)pyren	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno [123cd] pyren	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[ghi]perylene	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[k]fluoranten	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
TBT	<i>Ikke målt</i>	<i>Ikke målt</i>	<i>Ikke målt</i>	<i>Ikke målt</i>

5.2.4 Forslag til tilstandsklassifisering etter vannforskriften

En oppsummering av resultatene er vist i Tabell 10 Basert på undersøkelsen utført i mai 2021 foreslås det at vannforekomsten oppnår **svært god økologisk tilstand og god kjemisk tilstand.**

Kvalitetselementet bløtbunnsfauna er styrende for den økologiske tilstandsklassifiseringa av vannforekomsten. Det bemerkes at resultater fra vannprøvetakinga ikke inngår i den økologiske tilstandsklassifiseringa da prøveperioden ikke er i henhold til veilederen.

Når det gjelder kjemisk tilstand så var det ingen overskridelser av grenseverdiene for de målte parametrene.

Tabell 10 Økologisk og kjemisk tilstandsklassifisering av vannforekomsten. *Minimum 3 års dataserie.

Kvalitetselement	Inngår i klassifisering	Tilstand
Bunnfauna (biologisk kvalitetselement)	Ja	Svært god til god
Næringssalter tot-P og tot-N (fysisk-kjemiske kvalitetselement)	Nei*	Svært god
Vannregionspesifikke stoffer (fysisk-kjemisk kvalitetselement)	Ja	Svært god til god
Økologisk tilstandsklassifisering	Svært god	
Prioriterte stoffer i sediment	Ja	God
Kjemisk tilstandsklassifisering	GOD	

5.3 Beregninger av sigevannets innlagring og spredning i resipienten

5.3.1 Bakgrunn og mål for beregninger

Sigevann vil kunne inneholde forurensinger som kan medføre skade eller ulempe for miljøet. Utslippspunktet må derfor plasseres slik at det gir god innblanding i resipienten. Figur 20 viser mulig utslippspunkt ved ca. 15-20 m dyp (svart stjerne i figur). Det er utført modellberegninger for å vurdere hvor utslippet vil innlagres og hvor godt utslippet fortynnes i resipienten. Dette kan videre brukes for å beregne i hvilken avstand fra utslippspunktet det oppnås akseptable konsentrasjoner i resipienten i henhold til etablerte grenseverdier. Fordi utslippsverdiene ikke er kjent, er det brukt referanseverdier fra tilsvarende deponi (tabell 2). Resultatene må derfor kun betraktes som veiledende for Ottersbo deponi fram til utslippets faktiske sammensetning og mengde er kjent.

5.3.2 Spredning og fortykning av metaller og organiske miljøgifter

Siden utslippet av sigevann vil inneholde konsentrasjoner >EQS, er det gjort beregninger for å se i hvilken avstand fra utslippspunktet det vil kunne forventes forhøyete konsentrasjoner (innblandingssone). Det eksisterer ikke nok data i resipienten for å ta høyde for bakgrunnskonsentrasjoner, så det er kun tilført mengde forurensning fra sigevannet som er vurdert.

Det ble gjennomført modellering av innlagring og fortykning av utslippet i resipienten. Beregningene viser at det ikke oppstår gjennomslag til overflata, dette uavhengig av valgt strømhastighet, hydrografisk situasjon og utslippsdyp. Modellen viser at innlagringsdyp vil være mellom 9,5-18 meter.

Potensielle innblandingssoner ble beregnet basert på tilgjengelige referanseverdier for urensset sigevann fra fire andre deponi med tilsvarende avfallstyper. Resultatene må derfor kun betraktes som veiledende for Ottersbo deponi fram til utslippets faktiske sammensetning og mengde er kjent. Beregnet innblandingssone for metaller og organiske miljøgifter, med unntak av PAH og PFOS, er <2 meter. For å oppnå akseptable konsentrasjoner i resipienten må utslipp av PAH og PFOS renses før utslipp til sjø. Nødvendig rensegrad vil være avhengig av faktiske utslipp, men gitt gjennomsnitt/median referanseverdier må rensegraden være minimum 80 %. Rensing av sigevannet vil også kunne påvirke utslipp av flere andre parametere positivt, særlig partikkelbundet forurensning (flere metaller), avhengig av valgt rensemetode og oppsett av renseanlegg. For nitrogen og ammonium vil innblandingssonene være potensielt fra <58 m til >>200 m, avhengig av hvor store konsentrasjonene i utslippet faktisk vil være. Utslippet vil innlagres i vannmasser dypere enn 9,5 m og dermed hovedsakelig under den fotiske sonen hvor det foregår primærproduksjon. Det er dermed mindre risiko for forhøyet primærproduksjon (algeoppblomstring) sammenlignet med innlagring i overflatelaget.

5.3.3 Rensing av sigevannet

Resultatene fra spredningsberegningen er lagt til grunn i vurderingen og ved valg av renseløsning. Aktuell renseløsning er beskrevet i søknaden.

6. KONKLUSJON

Forurensede gravemasser og jord vil utgjøre den største andelen av avfall til deponering i det planlagte deponiet. Forurensede gravemasser kan inneholde en rekke forurensninger, i hovedsak tungmetaller, oljekomponenter og PAH, men også organiske miljøgifter hovedsakelig i form av PCB og PFAS-forbindelser.

For å få en indikasjon på forventet innhold i sigevannet er det tatt utgangspunkt i årgjennomsnitt av urensset sigevann fra fire eksisterende deponi med tilsvarende avfallstyper. De samme verdiene er lagt til grunn i rapport om vurdering av aktuelle renseløsninger, samt som grunnlag for gjennomførte spredningsberegninger av rensset sigevann. I veileder om utarbeidelse av miljørisikovurdering er det angitt terskelverdier for de fleste parametre, og verdiene som er lagt til grunn ligger over terskelverdiene (unntatt PAH) for urensset sigevann. Miljørisikovurderingen går dermed til neste trinn og ser på transportkarakterisering

Vannbalansevurderingen viser at deponiet er topografisk avskjært og det vil ikke forekomme overflateavrenning fra nærliggende arealer og direkte til deponiet. Deponimassene vil i hovedsak tilføres vann fra infiltrasjon av nedbør som faller direkte på deponiet.

Gjennomførte hydrogeologiske undersøkelser i form av vanntapsmålinger gjennomført i nedsatte grunnvannsbrønner viser at fjellet i området er svært massivt, med liten grad av oppsprekking og lav vannledningsevne (hydraulisk konduktivitet). Dette gjenspeiles også i målingene av grunnvann og grunnvannstemperatur, som viser at grunnvannet responderer lite på nedbør og temperaturforskjeller. Det er dermed vurdert at deponiet har en tilfredsstillende geologisk barriere, og det er beregnet svært liten potensiell diffus avrenning til resipient. Etablering av eventuell dobbel bunntetting vurderes ikke å øke sikkerheten for oppsamling av forurenset sigevann nevneverdig siden fjellet er vurdert til å være svært tett, og andelen diffus avrenning er beregnet til å være svært lav.

Alt vann som drenerer inn i cellene, og er eller kan ha vært i kontakt med avfallet og de forurensede massene, planlegges samlet opp i et drens-system i bunnen av deponiet. Det planlegges etablert et drenslag i sidene med fiberduk mellom avfallsmassene og pukklaget i stedet for tett membran. Dette vurderes som en sikrere og mer bærekraftig løsning over tid. Et eventuelt betydelig vanntrykk fra fjellet vil ikke redusere effekten av en slik løsning da sigevannet uansett behandles som forurenset.

Transportkarakteriseringen viser at risikoen for forurensning av omgivelser og resipient er liten, og det er vurdert at det er grunnlag for unntak fra avfallsforskriftens krav om dobbel bunn- og sidetetting.

Alt sigevann planlegges ledet til rensanlegg før utslipp til resipienten Stjørnfjorden. Resipienten er en robust vannforekomst karakterisert med moderat økologisk tilstand og god kjemisk tilstand. Utslipp av rensset sigevann vil ikke forringe tilstanden i resipienten.

Miljørisikovurderingen konkluderer derfor med at det vil være forsvarlig å søke om unntak fra dobbel bunn- og sidetetting i deponiet.

7. REFERANSER

- Direktoratsgruppen vanndirektivet. (2018). *Veileder 2:2018 Klassifisering*.
- Europakommisjonen. (2018). *Best Available Techniques (BAT) Conclusions for Waste Treatment*.
- flere, H. L. (2005). Hva skjer med organiske miljøgifter i Norske avløpsrensenlegg. *Vann. Jordforsk.* (2004). *Sammenstilling av resultater fra screeningsanalyser av sigevann fra avfallsfyllinger*. Jordforsk.
- Klima- og miljødepartementet. (2004). *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)*. Oslo: Klima- og miljødepartementet.
- Miljødirektoratet. (1995). *Miljødirektoratet 1995/2003 Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier*.
- Miljødirektoratet. (2003). *Veileder til deponiforskriften TA-1951/2003*.
- Miljødirektoratet. (2005). *TA-2077/2005 - Veileder om overvåkning av sigevann fra avfallsdeponier*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2020). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020. Veileder M-608/2016*.
- NGU. (n.d.). *Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase*. Hentet fra Bedrock map of Norway: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- Rambøll. (2021). *M-Rap-001 1350041467 Miljøundersøkelser i sjø - Ottersbo Deponi*.
- Rambøll. (2022). *Förstudie renseløsninger deponi Ottersbo*.