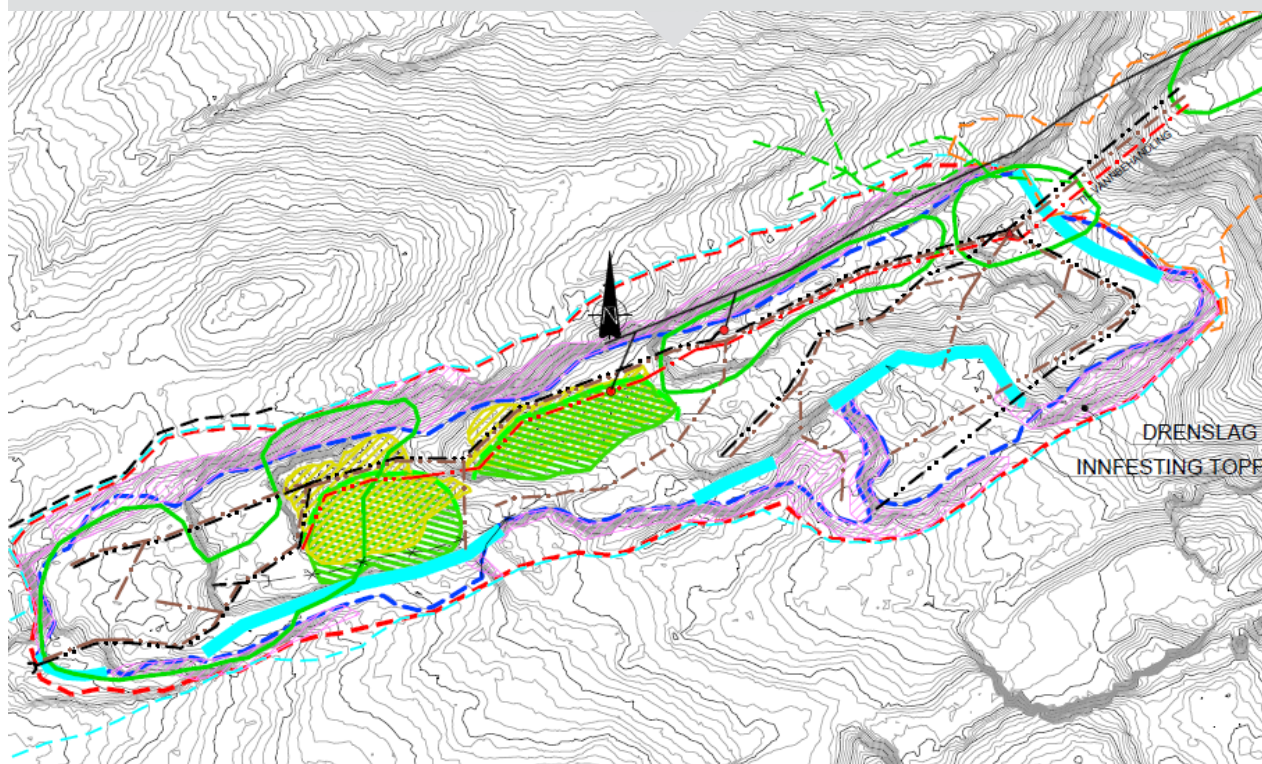


Bergmesteren Raudsand AS

Miljørisikovurdering

Deponi 2 - Raudsand



Oppdragsnr.: 5164095 Dokumentnr.: 02 Versjon: E01
2017-02-23

Oppdragsgiver: Bergmesteren Raudsand AS

Oppdragsgivers kontaktperson: Harald Storvik og Tore Frogner (Veidekke)

Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika

Oppdragsleder: Jens Erling Frøiland Jensen

Fagansvarlig: Hydrogeologi: Kevin Tuttle. Avfalls-/deponiteknikk: Jens Erling Frøiland Jensen

Andre nøkkelpersoner: Lena Evensen, Christian Sandbakken

E01	2017-02-23	For godkjenning hos myndigheter	Lena Evensen Jens Erling Frøiland Jensen	Kevin Tuttle	Jens Erling Frøiland Jensen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Sammendrag

Tettetiltakene og løsningene beskrevet i driftssøknaden til deponi 2 vil sørge for kontrollert oppsamling av opp mot 100% av sigevannet fra deponiet. Da løsningene beskrevet i driftssøknaden ikke tilfredsstiller deponiforskriftens krav fullt ut til dobbel bunntetting er forurensningsfaren ved deponiet vurdert gjennom denne miljørisikovurderingen.

Det er utført en grundig gjennomgang av gamle gruvekart og flyfoto, samt at det er gjennomført flere sporstofforsøk i området hvor deponiet skal etableres. Resultatene viser at eventuell diffus utlekking av sigevann fra deponiet høyst sannsynlig vil gå via en nedstrøms fangdam før vannet går videre ned i gruvesystemet og kommer opp i dagen via et oppsamlingspunkt på kote +4. Vannet blir videre ført ut i Tingvollfjorden via et dypvannsutslipp på kote -30. For å ha kontroll på eventuelt sigevann som kommer fra deponi 2 anbefales det å etablere et overvåkningsprogram for vannmengder og -kjemi i fangdammen. Overvåkningsprogrammet bør startes opp før etablering av deponi 2. Det er allerede nå etablert et V-overløp som måler vannmengder ut av fangdammen. Om det skulle vise seg å bli problemer med uakseptabel diffus utlekking fra deponiet vil dette raskt kunne fanges opp og det vil kunne være mulig å etablere et rensesystem i ettertid for vannet som samles opp i fangdammen.

Det har i løp av høsten 2016 blitt gjennomført flere sporstofforsøk i området hvor deponi 2 skal etableres. Sporstofforsøkene indikerer at all diffus utlekking vil gå via fangdammen. Ut fra resultatene av sporstofforsøkene er det ingen tegn til at omkringliggende bekker kan påvirkes av sigevann fra deponiet. Da fjellet består av granittisk gneis som er en forholdsvis massiv bergart med lav til moderat oppsprekking, og sprekker vil tettes med injisering er sannsynligheten for diffusutlekking via sprekker i sidene av deponiet vurdert som liten. I tillegg er deponi 2 innenfor et smalt og begrenset nedslagsfelt med en innadrettet strømningsforhold. Dette indikerer at fjorden er eneste resipient til deponiet, og at ferskvannsresipienter som bekker og elver i området ikke vil bli berørt.

Det antas at deponiet er prosjektert med tilstrekkelig tettetiltak slik at den diffuse utlekkingen vil bli mindre enn 5% av total vannmengde ut som er angitt i veileder for miljørisikovurderinger for deponier (TA-1995/2003). Om det skulle forekomme diffus utlekking tyder alle undersøkelser på at denne vil gå via fangdammen og det gamle gruvesystemet før den slippes ut i Tingvollfjorden på kote -30. Et overvåkningsprogram i fangdammen vil raskt fange opp om deponiet har uakseptabel utlekking. Om det skulle oppstå uventede lekkasjer og deponiet skulle få uakseptabel diffus utlekking kan dette vannet renses og man vil da enkelt kunne stoppe en eventuell uakseptabel utlekking.

Basert på de prosjekterte tetteløsningene gitt i driftssøknaden og kunnskapen om at all diffus utlekking enkelt kan overvåkes og eventuelt renses om nødvendig gjør at miljørisikoen ved etablering av deponi 2 er ansett som lav.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og opplegg for miljørisikovurdering	5
2	Generell områdebeskrivelse	7
2.1	Møllestøv	8
2.2	Beskrivelse av grunnforhold	9
2.2.1	Løsmasser	9
2.2.2	Berggrunn	9
2.3	Beskrivelse av hydrauliske egenskaper	9
2.3.1	Strømningsretning av grunnvannet	9
2.4	Sporstofforsøk	12
2.5	Oppsummering av spredningsveier	13
3	Prosjekterte tettetiltak ved deponiet	14
3.1	Tiltak i sidene	14
3.2	Tiltak i bunn	14
4	Trinn 1: Kildekarakterisering	15
4.1	Forutsatt masse-/avfallstyper til deponiet	15
4.2	Årlige mengder til deponi - Prognoser	15
4.3	Forventet utslippspotensiale	16
4.3.1	Utlekking fra avfallet i sigevann	16
5	Trinn 2: Transportkarakterisering	17
5.1	Utgangspunkt	17
5.2	Q_{inn}	17
5.3	Q_{ut}	18
6	Konklusjon	20
7	References	21
	Vedlegg 1 - Resultater fra utlekkingstester av møllestøvet som er deponert i deponi 2.	22
	Vedlegg 2 Eksempel - Beregning av mulig utlekking gjennom bunn av deponiområdet	23

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og opplegg for miljørisikovurdering

Kontrollert oppsamling og utslipp av sigevann vurderes gjennom drifts-/utslippssøknaden for deponiet. Da løsningene beskrevet i driftssøknaden ikke tilfredsstiller Avfallsforskriftens krav til dobbel bunnetting, er utslipps- og forurensningsfaren ved deponiet vurdert gjennom denne miljørisikovurderingen. En miljørisikovurdering konsentrerer seg om den diffuse delen av sigevannsutslippet, dvs. den delen av sigevannet som går ukontrollert ut av deponiet.

Miljørisikovurderingen er gjort i henhold til "Veileder om miljørisikovurdering av bunnetting og oppsamling av sigevann ved deponier", TA-1995/2003 (SFT, 2003).

Miljørisikovurderingen er bygd opp på følgende måte:

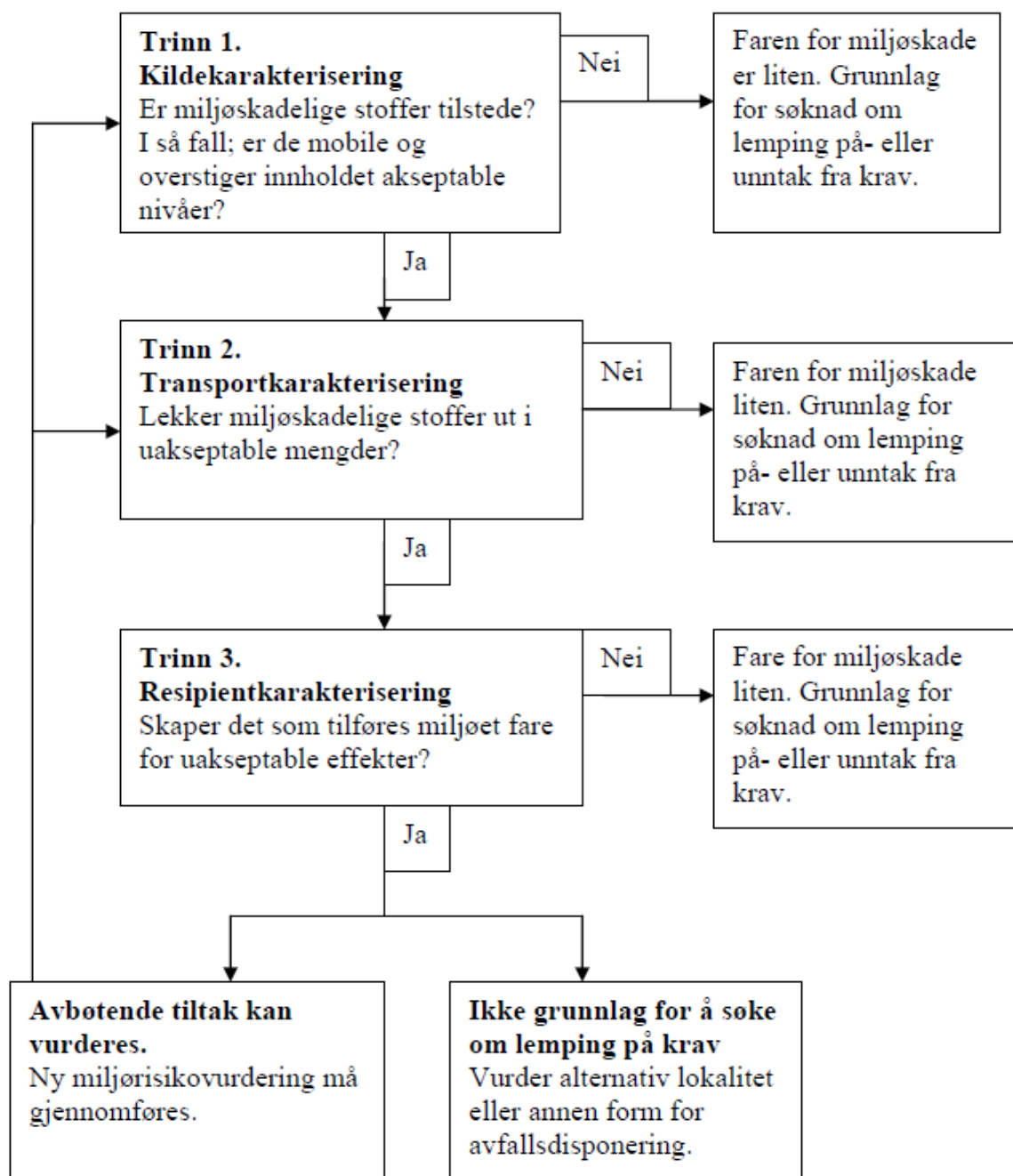
Trinn 1: Kildekarakterisering. Skal avdekke hvilke miljøfarlige stoffer som kan sive ut fra deponiet og mengdene av disse.

Trinn 2: Transportkarakterisering. Skal avdekke hvor store sigevannsmengder som kan sive ukontrollert ut fra deponiet, og hvor det havner.

Trinn 3: Resipientkarakterisering. Skal avdekke om det er fare for eller har skjedd en forurensning av resipienten.

Prinsippet er slik at en kan stoppe vurderingen hvis en i et trinn konkluderer med at faren for miljøskade er liten. Konklusjonene fra del 2 tilsier at man i stor grad har kontroll på eventuelle diffuse utlekk fra deponiet, det er dermed ikke gjennomført noen del 3 (resipientkarakterisering).

Figur 1 viser gangen i en miljørisikovurdering fra veilederen om miljørisikovurdering av bunnetting og oppsamling av sigevann ved deponier (SFT, 2003).



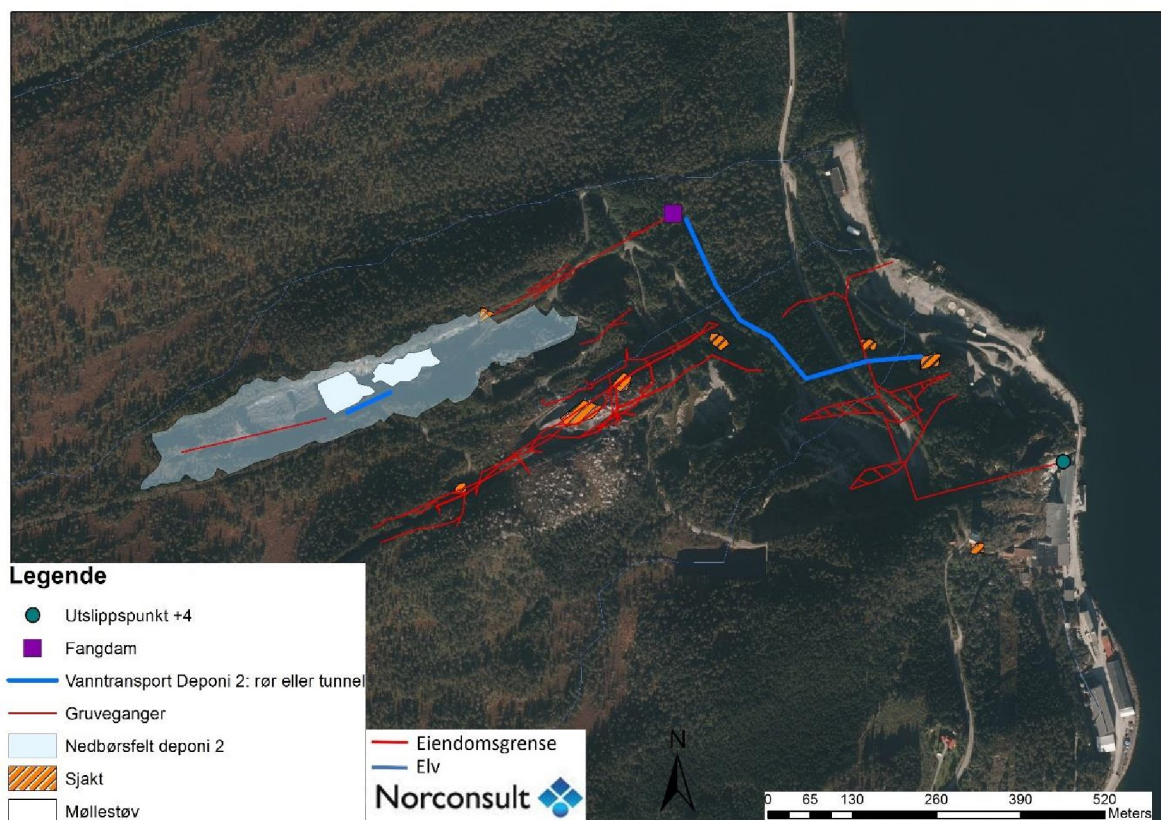
Figur 1: Gangen i en miljørisikovurdering om lemping på krav om dobbel bunntetting (SFT, 2003).

2 Generell områdebeskrivelse

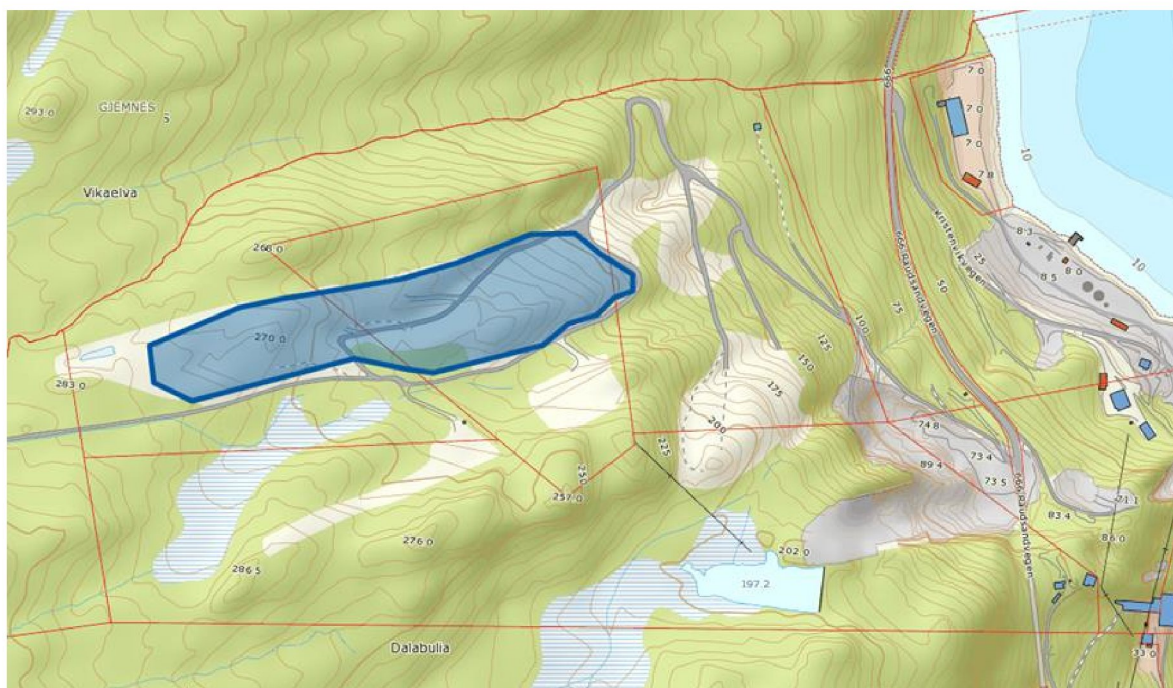
Deponiet skal etableres i et gammelt dagbrudd hvor det er hentet ut jernmalm (jernoksid). I bunnen av dagbruddet er det tidligere deponert møllestøv-sekker fra aluminiumsindustrien. Det er noe løsmasser i dagbruddet i forbindelse med veiene som går gjennom dagbruddet. Utover dette består deponiområdet av utsprengt fjell og steinblokker fra ras og steinsprang.

Figur 2 og Figur 3 viser et oversiktskart over Raudsand gruver og deponi 2. Ut fra kartet ser man at gruveene (i tillegg til dagbruddet som deponi 2 ligger i) som ble benyttet til å hente ut jernmalm ligger sør og sørøst for deponi 2. Under deponi 2 går det et lokalt gruvesystem som ble benyttet til å frakte malm ut fra dagbruddet. Den laveste gruvegangen i dette systemet er kalt bremsebanetunnel. Kartet viser også eiendomsgrenser, og man ser at møllestøv-sekkene slik de ligger plassert i dag ligger på to forskjellige eiendommer, hvorav den ene er eid av Staten.

Utslipp av vann fra gruve-systemet er vist med grønn prikk. Her overvåkes vannmengder og vannkjemien automatisk før vannet slippes ut i fjorden på 30 meters dyp.



Figur 2: Viser området rundt Deponi 2 med gruveganger, gruvesjakter, eiendomsgrenser etc.



Figur 3: Plassering av foreslått deponi 2

2.1 Møllestøv

Det er i dag deponert ca. 30 000 tonn storsekker med møllestøv fra aluminiumsindustrien i området. I forbindelse med etablering av Deponi 2 er det utført materialanalyser og utlekkingstester på møllestøvet. Analyseresultater fra utlekkingstester av møllestøvet er vist i vedlegg 1.

Resultatet viser at møllestøvet har en utlekking som kun overskrider grenseverdiene for utlekking fra inert avfallsdeponi på antimon og fluorid på ristetest, mens resultatet fra kolonnetesten viser at ingen komponenter lekker ut i høyere verdier enn hva som er tillatt for inert avfallsdeponi. Kolonnetesten er det som er mest relevant for utlekking fra et deponi. Utover disse komponentene viser utlekkingstestene lav utlekking av metaller fra møllestøvet. Det er i driftssøknaden og i senere punkt i denne rapporten konkludert med at det aller meste av vann som måtte lekke ut i grunnen under deponiområdet, vil ende ut i fangdammen nedstrøms og derfor er under kontroll. Ut fra en samlet vurdering av historikk, stedlige forhold og begrenset utlekkingspotensiale fra møllestøvet, er det derfor lagt til grunn at møllestøvet kan være på et område med underliggende grunnforhold i hht. krav til deponi for inert avfall.

I driftssøknaden er det konkludert med at møllestøvet kan omplasseres ved å grave deler av det vekk fra bunndelen av dalen og legge det opp i siden. Siden en ut fra stedlige forhold og utlekkingstester kan forutsetter at krav til grunnen vil være som for inert avfall, vil fjellbunnen under kunne være tilstrekkelig tetting. Eventuelle sprekkesoner som er synlige under møllestøvet dekkes med marin leire. Membranene legges over møllestøvet, og det etableres en tettevoll nederst med oppsamling av sigevann fra møllestøvet på oppsiden. Dette vannet føres ut av dalen separat og kan renses ved behov.

2.2 Beskrivelse av grunnforhold

2.2.1 Løsmasser

Løsmassene rundt selve dagbruddet er i NGU sin løsmassedatabase definert som *Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn*, og beskrives som: *Områder hvor humusdekket ligger rett på berggrunnen. Mektigheten av humusdekket er vanligvis 0,2 - 0,5 m, men kan lokalt være tykkere. Fjellblotninger opptrer hyppig innen slike områder.*

Vest for dagbruddet ligger det et myrområdet som av NGU er definert som *torv og myr (organisk materiale)*. Under dagens forhold renner det noe vann fra dette myrområdet inn i dagbruddet via gruvegangen lengst vest i bruddet. Myrvann kan ofte være surt med lav pH og høyt innhold av organisk materiale. Dette vannet vil ledes utenom/under fremtidig deponi i overvannssystemet og vil ikke kunne påvirke deponiområdet.

2.2.2 Berggrunn

Berggrunnen i området består av granittisk gneis, med innslag av amfibolittiserte bergarter. Granittisk gneis er en forholdsvis massiv bergart med lav til moderat oppsprekking. Gneisen vil ha lav hydraulisk konduktivitet og grunnvannsstrømningen vil være kontrollert av sprekker (NGU, 2016).

2.3 Beskrivelse av hydrauliske egenskaper

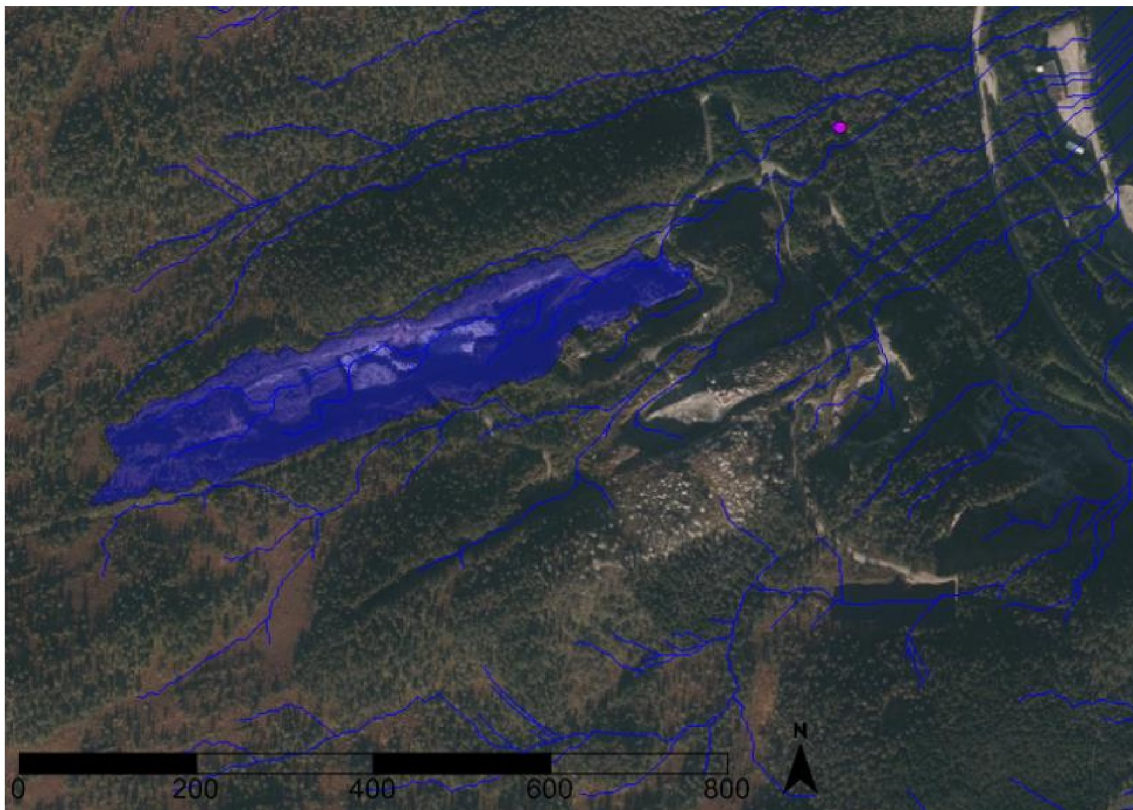
2.3.1 Strømningsretning av grunnvannet

Det er lite løsmasser i området, og grunnvannet i området vil hovedsakelig strømme i sjakter/gruveganger og eventuelt via fjellsprekker. Ut fra geologisk og topografisk kart vil hovedsprekkeretningen i området være i øst-vestgående retning, men også med svakhetssoner som er orientert i en nord-sørgående retning.

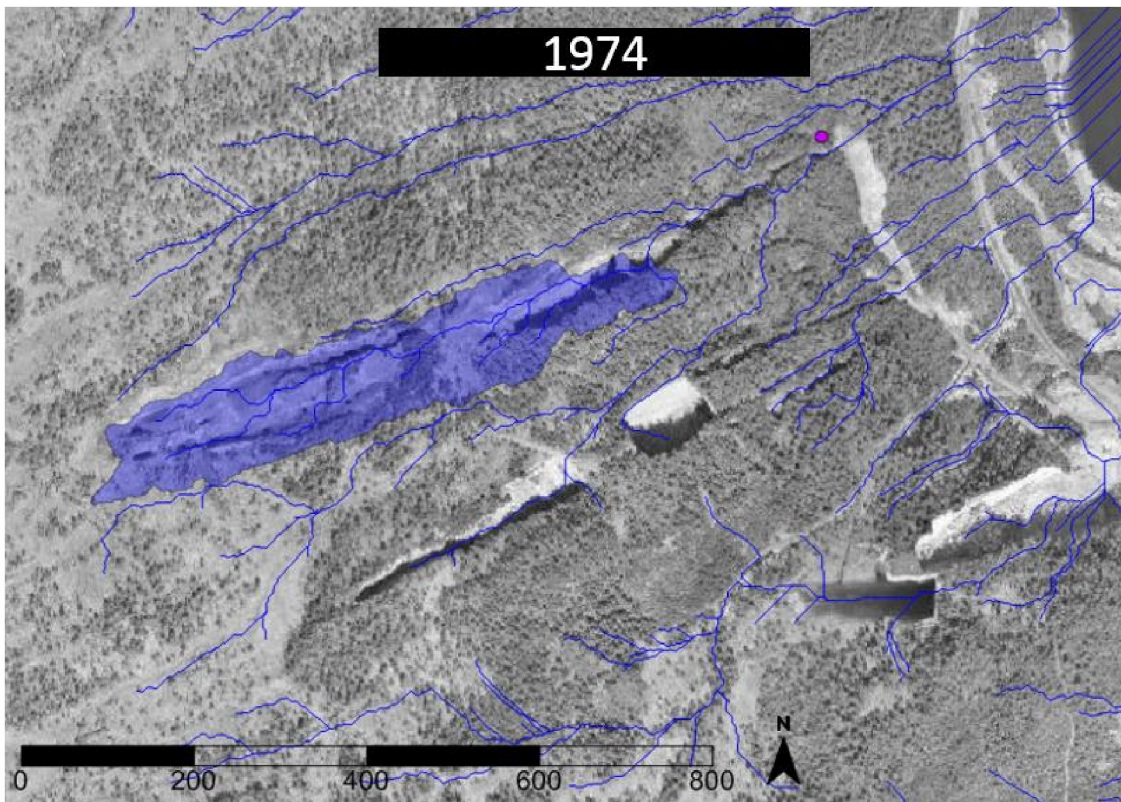
Vann som ikke samles opp kontrollert via sigevannsoppsamlingen til deponiet vil strømme ut som diffusutlekking via eventuelle sprekker i berggrunnen eller ned i gruvesjaktene vist i Figur 6.

Figur 4 viser flyfoto fra 2016 med inntegnet nedbørsfelt for deponi 2 i blått og teoretiske vannveier vist med blå streker. Rosa prikk viser plassering av fangdammen. Nedbørsfeltet er tegnet opp i programvaren Surfer ved hjelp av en digital terrengmodell (DEM). De teoretiske vannveiene er også gridet opp i Surfer ved hjelp av samme DEM. Disse viser forsenkninger i terrenget som teoretisk sett kan være strømningsveier for overflatevann. Man ser at Deponi 2 ligger innenfor en veldig lateral-begrenset nedbørsfelt, slik at det bør være lite vann som strømmer inn mot Deponi 2 fra hver av sidene.

Samme nedbørsfelt, teoretiske vannveier og plassering av fangdammen er vist på et flyfoto fra 1974 i Figur 5. I flyfotoet fra 1974 ser man forsenkninger i terrenget mellom dagens dagbrudd og fangdammen. Det er tydelig at veiene som går i området i 2016 er bygget på tilkjørte masser. Det er sannsynlig at noe av vannet fra deponi 2 sitt nedbørsfelt kan gå i disse forsenkningene som er vist i bildet fra 1974. Ut fra begge kartene ser det ut som vannet ender i fangdammen, slik at dette bør være et egnet sted for overvåking av eventuelt utlekket sigevann fra deponiet.

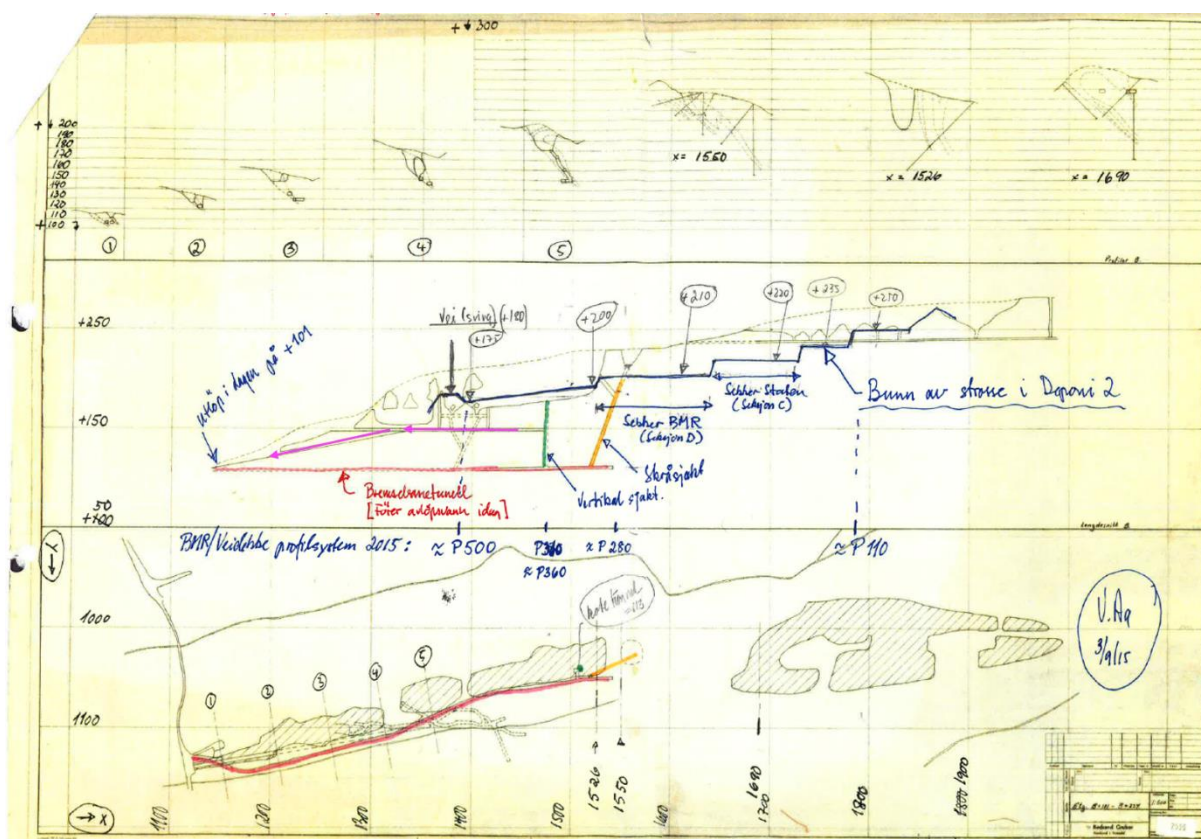


Figur 4: Viser flyfoto fra 2016 med deponiets nedbørsfelt i blått og teoretiske vannveier med blå streker. Rosa prikk viser lokalisering av fangdammen.



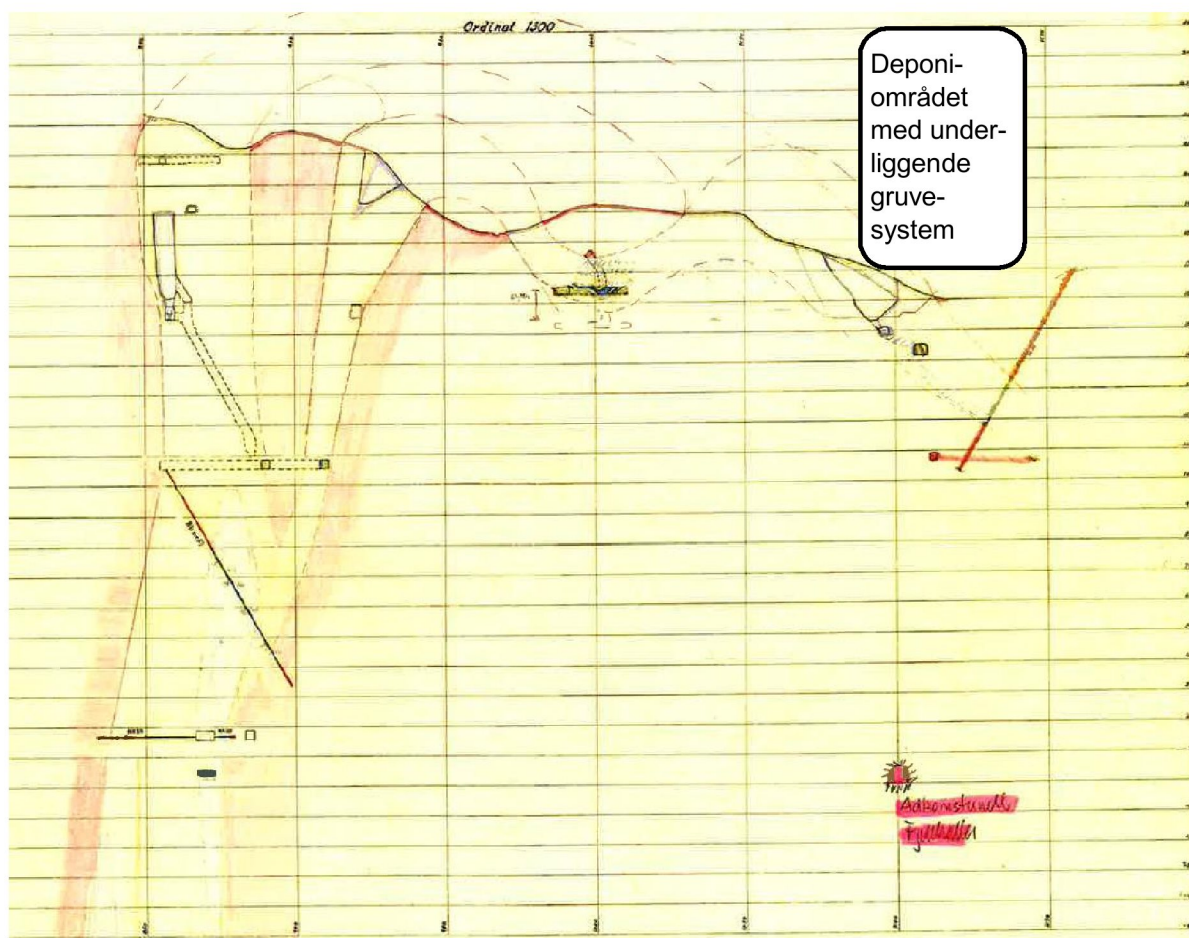
Figur 5: Viser flyfoto fra 1974 med deponiets nedbørsfelt i blått og teoretiske vannveier med blå streker. Rosa prikk viser lokalisering av fangdammen.

Hele deponiet er et tidligere dagbrudd hvor det er hentet ut jernmalm. Under dagbruddet går det to gruvetunneler som tidligere ble benyttet til å frakte ut jernmalm. Det er to sjakter i dagbruddet som går ned til tunnelene. Figur 6 viser et tverrsnitt av dagbruddet der de to sjaktene som går fra dagbruddet til underliggende tunneler er vist med gul og grønn strek. Sjakten vist med gul strek ligger under møllesekkene, denne sjakten er ikke lokalisert i felt. Sjakten illustrert med grønn strek ligger relativt langt øst i dagbruddet, nedstrøms for møllesekkene. Det er observert et punkt i felt hvor alt vannet drenerer under en sten. Dette er trolig sjakten merket med grønt som ut fra tegningene leder vannet ned i underliggende gruveganger. Ved utløpet av bremsebanetunnelen er det en oppsamlingsdam for vann fra bremsebanetunnelen, samt for overflatevann som renner ned langs fjellsidene og kommer inni dammen. Denne dammen er kalt «fangdammen».



Figur 6: Tverrsnitt som viser av dagbrudd, sjakter og gruvetunneler.

I Figur 7 er det vist et tverrsnitt av gruvesystemet, med dagbruddet hvor deponi 2 skal etableres og underliggende tunneller er vist til høyre. Selve Raudsand gruver er vist til venstre i bildet.



Figur 7: Tverrsnitt nord-sør i grunnen (sett mot vest).

Gruvesjaktene i dagbruddet fungerer som sluk og ut fra observasjoner i felt vil store deler, muligens alt vannet i dagbruddet, drenerer inn i gruvesjaktene. For å kartlegge strømningsveiene for vann fra dagbruddet er det gjennomført flere sporstofforsøk.

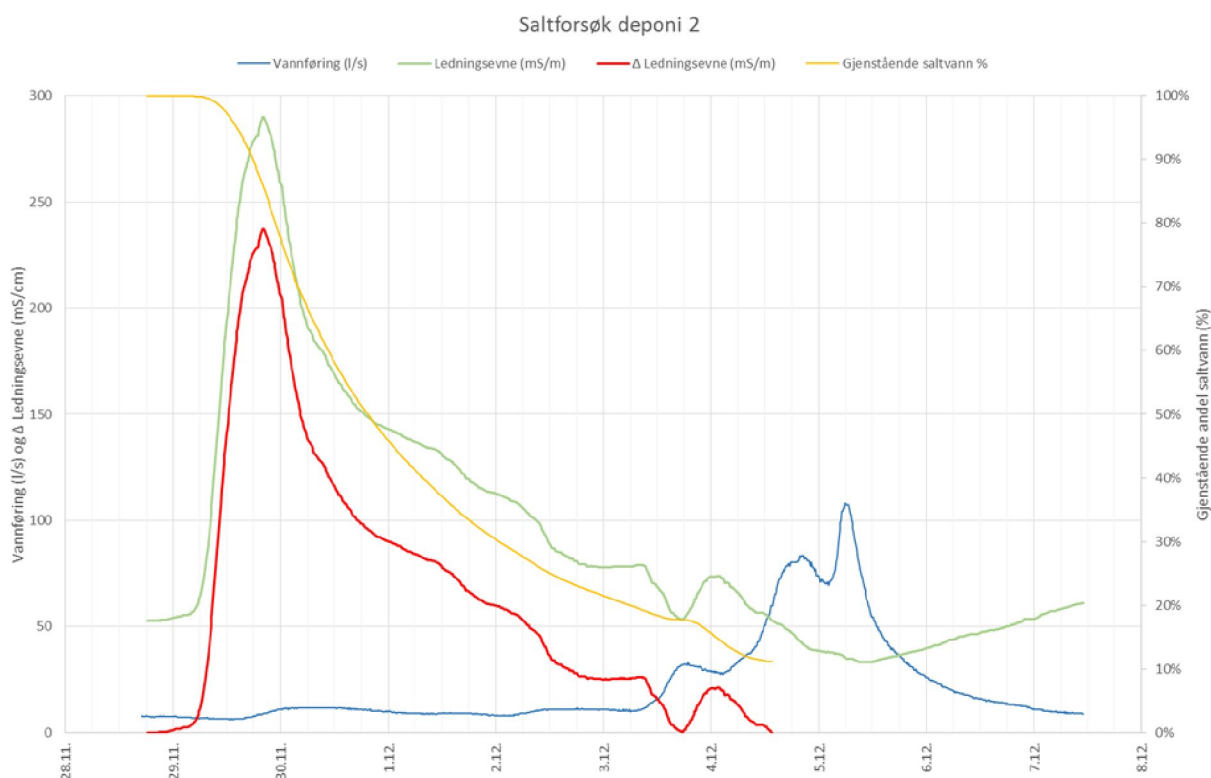
2.4 Sporstofforsøk

NIBIO gjennomførte et sporstoffsøk den 26. – 28. oktober 2016, med et oppfølgende forsøk den 28. november for å vise at vann fra dagbruddet vil drenere inn i gruvesjaktene vist i Figur 6 og ender opp i fangdammen. Under forsøket den 26.-28. oktober ble det tilsammen tilsatt 50 m³ med saltvann, i tillegg til sporstoffet rhodamine. Det ble i etterfølgende dager målt ledningsevne i en rekke punkter rundt i området. Målinger viste ingen tegn til forhøyet ledningsevne i noen av de nærliggende bekkene. Med tanke på hvor store vannmengder som ble tilført deponiområdet under sporstoffsøket tyder dette på at eventuelle lekkasjer fra deponiet ikke vil påvirke omkringliggende bekker, men havne i Tingvollfjorden enten via sprekkesystemer i berggrunnen eller mest sannsynlig via gruvesystemet og fangdammen. Vann som kommer inn i det gamle gruvesystemet slippes kontrollert ut i et samlet løp på kote + 4 for å bli videreført med dykket avløp til kote – 30 i fjorden. Vannmengder og vannkjemien måles kontinuerlig i utslippspunktet på kote +4. Ut fra gamle geologiske gruvekart og sporstoffsøk tyder alt på at eventuelt lekkasjevannet går via Fangdammen før det renner videre inn i gruvesystemet.

Under det oppfølgende sporstoffforsøket som ble igangsatt den 28. november lyktes det å måle vannmengder og saltinnhold i vann som strømmer ut fra fangdammen. Det ble regnet tilbake at ca. 89

% av alt saltvannet som ble tilsatt den 28. november ble målt i fangdammen. De resterende 11 % kan ha fortsatt ha strømmet gjennom fangdammen, men pga. store nedbørsmengder i etterkant av forsøket kan det ha medført at demningen som ble bygget opp i fangdammen for å måle vannmengder (V-overløp) kan ha flommet over. Noe saltvann kan ha gått i et gammelt drenerør under demningen. Drenerøret ble tettet med skum, men det kan fortsatt ha vært lekkasjer inn i røret (Veidekke, 2017).

Resultatene fra sporstofforsøket er vist i Figur 7. Målingene ble utført i fangdammen med automatiske sensorer satt opp av NIBIO, som også overvåker utslipp til sjø på kote +4.



Figur 7: Resultater fra sporstofforsøk fra november/desember 2016 (Veidekke, 2017).

2.5 Oppsummering av spredningsveier

Både gamle flyfoto, gruvekart, terrengforhold og sporstofforsøk indikerer at vann fra deponi 2 strømmer ut i Tingvollfjorden via fangdammen og gruvesystemet uten å påvirke nærliggende bekker. Fangdammen vil kunne fungere som et overvåkningspunkt av vannmengder og vannkemi for den diffuse utlekkingen fra deponi 2. Vann som kommer ut av gruvesystemet overvåkes kontinuerlig på kote +4 før det slippes ut i fjorden.

3 Prosjekterte tettetiltak ved deponiet

Beskrivelser av tettetiltak med tilhørende tegninger er i sin helhet gitt i driftssøknaden, følgende gir kun en kort oppsummering av tettingstiltakene i deponiets bunn og sidevegger.

3.1 Tiltak i sidene

I de bratte sideskråninger i deponiet er det ikke prosjektert heldekkende membran. Det vil bli gjennomført tetting av eventuelle sprekkesoner via injeksjon og sprøytebetong med påsprøytet kunststoffmembran utenpå. Utlekking fra denne sonen vil kunne skje som diffus utlekking via eventuelle sprekkesoner som ikke er tilstrekkelig tett. Deponiets sidevegger er i dag preget av tidligere aktivitet i tilknytning til dagbruddet. Det er hentet ut jernmalm fra området og fjellsidene er preget av sprengingen med oppsprukket berg, steinsprang og rasutsatte fjellsider. Dette gjør det vanskelig å estimere en hydraulisk ledningsevne for fjellveggene og også muligheten for å kunne injisere fjellsidene. Det må påberegnes noe lekkasjer fra denne delen av deponiet.

I overgangen til membran nederst langs skråningene sprenges ut et spor ca. 1 m rett inn ved hjelp av skånsom sprengning med sømboring. Det sprenges også ut en innfestingsgrøft for bunnmembran. Dette fylles med komprimert plastisk leire. Dette vil hindre sigevann som renner ned i de grunne sprengingssprekkene å renne videre, men tvinges ut i drengslaget over membranene.

Under drift vil det bli fylt på et lag med drenerende masser (pukk/kult) på 1-2 m tykkelse inntil sideskråningen.

Diffus utlekking fra sidevegger vil sannsynligvis kun være aktuelt under driftsfasen av deponiet. I driftsperioden vil avfallet lagres over bunnmembranen og man kan få en utadrettet strømningsgradient fra deponiet og ut via eventuelle fjellsprekker. Etter avsluttet deponi vil deponiet lukkes med tettere masser som hindrer/reducerer vanntransporten gjennom deponiet. Drengssystemet til deponiet vil erfaringsmessig medføre at det ikke bygger seg opp et gjennomgående grunnvannsnivå i deponimassene, og man vil endre strømningsretningen fra utadrettet til innadrettet strømningsgradient fra fjellsidene. Dette vil hindre diffus utlekking av sigevann fra sideveggene i deponiet etter avsluttet drift. En forutsetning for dette er at drengssystemet fungerer og at deponiet lukkes på en måte som hindrer infiltrasjon av overflatevann.

3.2 Tiltak i bunn

Det sentrale flate bunnområdet utgjør ca. 44 300 m², dvs. ca. 70 % av det totale bunnarealet. Det legges opp til en dobbel supplerende membran på disse flatere områdene. Denne skal bestå av en HDPE-membran og en membran med bentonittmatter, evt. med et tynt drengssjikt mellom. Eventuelle synlige sprekkesoner her dekkes med min. 0,5 m plastisk marin leire (avhengig av tetthet på leire).

Oppå membranene må det etableres et heldekkende dreneringslag på 0,5 m tykkelse på hele området med membraner. I dette laget legges perforerte oppsamlingsledninger for sigevann.

Sigevannsledningene for deponi 2 samles i et lavpunkt like ovenfor endevoll nederst. Her føres de ned gjennom membranene i tett gjennomføring. Det bores hull opp fra det flate området nedenfor veg/endevoll opp til lavpunktet for membranene. Gjennom hullene føres overvannsledning, sigevannsledning fra deponi 2 og sigevannsledning fra møllestøv-området

4 Trinn 1: Kildekarakterisering

4.1 Forutsatt masse-/avfallstyper til deponiet

Tiltaket er av kategori 2 og vil ta imot såkalt *ordinært avfall* som kan klassifiseres med koder i hht. NS 9431.

Det legges opp til å motta følgende avfall for deponering:

- ☐ Middels og lett forurensede masser fra anleggsarbeider
- ☐ Gravemasser i urbane og industrielle områder
- ☐ Betong
- ☐ Sedimenter fra mudringsoperasjoner
- ☐ Skytebanemasser
- ☐ Rest fraksjon fra behandlet borkaks.
- ☐ Bunnaske fra avfallsforbrenningsanlegg etter utsortering av metaller
- ☐ gateoppsop, ristgods, silgods og sandfangavfall fra avløpsrenseanlegg
- ☐ Asbestholdig avfall, forbehandlet og deponert etter retningslinjer angitt av miljømyndighetene

Andre avfallstyper kan mottas hvis fylkesmannen etter en søknad tillater dette.

Det vil ikke være tillatt å deponere:

- ☐ Biologisk nedbrytbart avfall, med unntak av avfall hvor totalt organisk karbon (TOC) ikke overstiger 10 % eller hvor glødetapet ikke overstiger 20 %.
- ☐ Farlig avfall – avfallstyper merket med * i den Europeiske avfallslisten (EAL-listen)
- ☐ Avfall med innhold som overskrider grenseverdiene i avfallsforskriftens kapittel 11, vedlegg II.
- ☐ Smittefarlig avfall
- ☐ Radioaktivt avfall

Alt avfall som skal tas imot må ha gjennomgått en basiskarakterisering. De viktigste testene for avfall som skal tas imot vil være analyser av TOC og glødetap samt en basiskarakterisering.

I noen tilfeller vil en kunne bruke tilstandsklasser for forurensset grunn ved vurdering av mottak av avfallsmasser. Det legges opp til å kunne ta inn masser opp til og med tilstandsklasse 5 i henhold til TA 2553/2009 (SFT, 2009).

4.2 Årlige mengder til deponi - Prognoser

Alt innkommende avfall skal veies og kategoriseres. En vil derfor ha en god historisk oversikt over de mengder som vil være deponert på området.

Den største mengden som ville kunne komme inn på deponiet vil være lettere og middels forurensede løsmasser fra fjerning av identifiserte utbyggingsområder med forurensset grunn. Denne mengden vil være svært avhengig av hvilke utbygginger som skjer og hvor de er. Det vil dermed kunne være stor variasjon fra år til år. Det tas også sikte på å kunne ta imot bunnaske fra avfallsforbrenningsanlegg etter utsortering av metaller.

Det er også mulig det kommer inn mindre mengder andre typer avfall, som for eksempel gamle deponier som avdekkes og må fjernes i forbindelse med annen utbygging.

Basert på en vurdering av mengder som oppstår innenfor et naturlig område logistikkmessig har Bergmesteren Raudsand foreløpig beregnet mengder avfall til deponi i årene framover. Disse er presentert i Tabell 1.

Tabell 1 Årlige mengder til deponi.

Tidsrom	Årlig mengde forskjellige avfallstyper som er tillatt	Årlig mengde lettere og middels forurensede grave-/mudringsmasser	Totale mengder i perioden
0-5 år etter oppstart	25 000 tonn	50 000 tonn	375 000 tonn
6-10 år etter oppstart	25 000 tonn	50 000 tonn	375 000 tonn
11-15 år etter oppstart	25 000 tonn	50 000 tonn	375 000 tonn
16-20 år etter oppstart	25 000 tonn	50 000 tonn	375 000 tonn
21-25 år etter oppstart	25 000 tonn	50 000 tonn	375 000 tonn

4.3 Forventet utslippspotensiale

4.3.1 Utlekking fra avfallet i sigevann

Det er vanskelig å forutsi eksakt hvilke stoffer som vil kunne forekomme i de avfallstypene som planlegges tatt imot og i hvilke konsentrasjoner. Typiske komponenter vil imidlertid kunne være forskjellige tungmetaller, oljeforbindelser, PCB, PAH og BTEX.

Siden en tar sikte på å ta imot ordinært avfall, vil utlekkings tester som regel ligge over kravene til inert avfall, men under kravene til farlig avfall. Av de to testene er kolonnetesten den som klart er nærmest en deponisituasjon. I et deponi vil imidlertid ikke hele volumet til enhver tid ha vanngjennomstrømming, så selv en kolonnetest vil ha høyere utlekkings tall pr. volum og tonn enn et stort deponivolum.

Det er begrenset med erfaringsdata for utlekking fra deponier eller deponietapper som har vært satt i drift etter 2009, når forbud mot deponering av organisk materiale kom.

Både organisk forurensning og tungmetaller vil i stor grad binde seg til partikler. For at partikkelbundet forurensning skal spres til resipient må man ha spredning av selve partiklene. Noe som er lite sannsynlig da spredningsveien for diffus utlekking hovedsakelig går via fangdammen og et større gruve system.

Alt oppsamlet sigevann vil renses i henhold til beskrivelsene av sigevannshondteringen gjort i driftssøknaden. Miljøriskovurderingen vurderer kun den diffuse delen av utslippet fra deponiet. Pga. usikkerheten mht. mengder og type masser som skal tas imot, er det betydelig usikkerhet mht. karakteriseringen av sigevannet fra eventuelle diffus utlekking fra deponiet. Det er derfor gjennomført en del 2; transportkarakterisering, i miljøriskovurderingen.

5 Trinn 2: Transportkarakterisering

5.1 Utgangspunkt

Deponi 2 vil få tilført vann fra nedbør og vanninnhold i avfallet som deponeres. Noe vann vil fordampe men man vil få en netto produksjon av sigevann som må samles opp og renses før det slippes ut.

For et deponi med tilstrekkelig bunn- og sidetetting vil vannbalanseberegningen være styrt av formelen under:

$$Q_{\text{inn}} = Q_{\text{ut (kontrollert)}} \text{ (TA-1995/2003)}$$

Q_{inn} = vanninnhold i avfall + nedbør som treffer deponioverflaten, og

$Q_{\text{ut (kontrollert)}}$ = fordamping + kontrollert utslipp av sigevann fra deponiet

Deponier med mangelfull bunn- og sidetetting, eller mangelfull drenering og bortledning av vann vil kunne ha vann som renner ukontrollert inn i og ut av deponiet. For å vurdere om deponiet medfører fare for forurensning og kunne ha en negativ konsekvens for miljøet må det gjøres en miljørisikovurdering.

5.2 Q_{inn}

Middelårsavrenning i mm/år er hentet fra NVE.no. Avrenningen her er grovt sett total nedbør minus fordamping pr. år. For området rundt deponi 2 i Raudsand er middelårsavrenningen satt til 1150 mm/år. Dette tallet er basert på data fra 1961-1990 og har en usikkerhet på $\pm 20\%$. Om man tar hensyn til klimaendringer vil man kunne forvente en økning i middelårsavrenningen pga. økt nedbør. Det er videre benyttet et *worst case scenario* med 10 % økning i årsmiddelavrenning. Det antas ut fra dette en fremtidig middelårsavrenning på 1265 mm/år. Dokumentasjon av metoden som er benyttet ved beregning av middelårsavrenning er basert på *Estimation of parameters in a distributed precipitation-runoff model for Norway*, (Beldring, 2003)

Nedbørfeltet som drenerer inn til deponiet er beregnet til å være 65.000 m². Dette gir en antatt vannmengde fra nedbør inn til deponiet på ca. 82.225 m³/år.

Det kommer inn en vannstrøm lengst vest i dagbruddet via en gammel gruvetunnel. Dette er eneste innstrømning av overflatevann inn til deponiområdet, utenom nedbør. Mesteparten av dette vannet kommer fra et mindre oppstrøms nedbørfelt vest for deponiområdet. Vann fra denne tunnelen vil ledes i overvannssystemet under deponiet.

Deponert avfall vil ha en viss fuktighet ved deponering. Setninger i massene vil kunne presse ut noe av dette vannet. Årlige vannmengder fra avfallet vil være avhengig av mengde avfall som deponeres og vannmetning i deponert avfall. Det er lagt til grunn en vannmengde fra avfallet på i størrelsesorden 10-20% av avfallsvolum/år. Det er anslått at det vil tas imot ca. 47 000 m³/år med deponimasser, som ut fra denne betraktningen vil gi ca. 7 000 m³/år i tilskudd til vannbalansen.

Dette gir en total mengde vann inn til området på ca. 89 000 m³/år.

Biologiske nedbrytningsprosesser i deponiet kan både generere og forbruke vann. Med svært lite organisk innhold er dette antatt å utgjøre ubetydelige mengder og er ikke medberegnet i vannbalansen til deponiet.

Grunnvann kan i utgangspunktet både strømme inn og ut av deponiet gjennom sidevegger og bunnen av deponiet. Det er lite eller ingen løsmasser innenfor deponiets nedbørfelt, og inn- og utstrømning av grunnvann er derfor hovedsakelig knyttet opp mot sprekker i berggrunnen. I dag er en betydelig

del av bunnen av dagbruddet dekket med møllesekker og steinmasser, det har derfor ikke vært mulig å fullt ut kartlegge eventuelle sprekker i bunnen av deponiet. Deponiet er designet for å samle opp vann i eventuelle overflatesprekker, og det antas å være liten innlekkasje via større sprekker pga. lite og smalt nedbørsfelt.

Ekstremsituasjoner som snøsmelting, tørkeperioder og høstflom kan i mange tilfeller påvirke vannbalansen. Deponiet ligger i et området med relativt høy årlig nedbørsmengder og det kan i perioder regne mye. Snøsmelting eller nedbørsepisoder med høy intensitet kan gi perioder med høyere vannbelastning på deponiet. Høyere grunnvannstand i deponiet vil kunne gi økt vanntrykk mot sidekanter, membraner og overgang mellom membran og fjellsider. Dette kan medføre større lekkasje i perioder med mye nedbør/snøsmelting.

For å forhindre økt lekkasje i perioder med høyere vanntrykk er drensssystemet til deponiet robust designet for å tåle større vannmengder. For å forhindre utlekkasje av sigevann må vann raskt dreneres bort fra fjellsider og membraner, samt at det anlegges et toppdekke på deponiet så snart et område er ferdig anlagt. Dette hindrer at det bygges opp et vanntrykk som igjen gir økt sannsynlighet for lekkasjer. Perioder med lite nedbør og høyere temperaturer vil medføre et lavere vanntrykk noe som vil reduserer sannsynligheten for økt vanntrykk og utlekkasje av sigevann.

5.3 Q_{ut}

En del fuktighet vil fordampe bort fra deponiet. Nedbørsmengdene inn til deponiet, middelårsavrenning, er korrigert for fordamping. Det er ikke vurdert fordamping utover hva som allerede ligger inne i beregninger for middelårsavrenningen.

Sigevann fra deponiet samles kontrollert opp via deponiets drensssystem. Oppsamlet vann vil så renses før det slippes videre ut til resipient, som i dette tilfelle er Tingvollfjorden. Det er prosjektert et drensssystem som skal samle opp nær 100 % av alt vann i deponiet (Q_{in}). Dette forutsetter at fjellsideveggene til deponiet er tette og at membranen og overganger mellom sidevegger og bunnmembran er bortimot uten lekkasjer.

Det må påberegnes noe diffuse utslipp ut fra deponiet. I henhold til TA-1995/2003 (*veileder om miljørisikovurdering av bunnfetting og oppsamling av sigevann ved deponier*) skal omfanget av diffuse utslipp anslås ut fra ligning:

$$\Delta S_{\text{diffust}} = Q_{\text{inn}} - Q_{\text{ut-kontrollert}}$$

Der:

Q_{inn} = vanninnhold i avfall + nedbør som treffer deponioverflaten + eventuelt innsig av bekker, elver, oppkommer og grunnvann, ± vannomsetning i deponiet.

Q_{ut} = fordamping + kontrollert utslipp av sigevann fra deponiet ± vannomsetning i deponiet.

Veilederen TA-1995/2003 beskriver hovedsakelig hvilke vurderinger som skal inngå i en miljørisikovurdering av et eksisterende deponi. I dette tilfelle benyttes veilederen for å skrive en miljørisikovurdering av nytt deponi. Det er derfor ikke mulig å måle Q_{inn} og Q_{ut} for å få et tall på diffus utlekking fra deponiet.

ΔS_{diffust} for deponi 2 i Raudsand er derfor satt til 5 % av Q_{in} – fordamping (Q_{inn} netto). Dette er gjort da beregninger av diffus utlekking av et nytt deponi ikke er vurdert som nøyaktige nok med tilgjengelig informasjon. Dette gjelder særlig de skråsidene uten heldekkende barrierer. 5 % utlekking er ansett som et «worst case scenario». 5 % av antatt Q_{inn} netto er ca. 4 500 m³/år. Et deponi med tettings- og drenstiltak som beskrevet i driftssøknaden vil med overveiende sannsynlighet ha en vesentlig lavere utlekking.

Til orientering er det vist en alternativ tilnærming i vedlegg 2, med en grov beregning av mulige lekkasjemengder med de foreslåtte tettingstiltak og dreneringssystem med sigevannsoppsamling. Dette tar utgangspunkt i en såkalt ALR (acceptable leakage rate) som anslår en viss, liten lekkasje som en ut fra internasjonal erfaring har gjennom membraner (Geosynthetics, 2015). Disse forutsettes å dekke ca. 70 % av bunnarealet. I tillegg må en gjøre en vurdering av mulig utlekkingsrate i de bratte sidene. En beregning med forventet reell utlekking ga en samlet diffus utlekking på membranareal og skrå sider på ca. 1,1 % av Q_{inn} netto, mens en beregning med «worst case»-forutsetninger ga en diffus utlekking på ca. 2 % av Q_{inn} netto. Siden denne beregningsmåten ikke er etablert i Norge, og siden en ikke kjenner tilstrekkelig utlekkingsraten i de bratte sidene, er disse beregningene ikke lagt til grunn, men er med som en illustrasjon.

Et annet viktig forhold er hvor en eventuell diffus utlekking går hen. Basert på sporstofforsøk, gamle geologiske kart, gruvekart og flyfoto tyder all informasjon på at store deler eller alt av den diffuse utlekkingen vil gå via underliggende gruvesystem og/eller terrengoverflate til fangdammen. Dette muliggjør en overvåkning av både vannkjemisk og vannmengde i ettertid av etableringen av deponiet. Det vil også bli etablert et system for elektronisk overvåking av mulige lekkasjer under deponiet.

Om det skulle vise seg å bli problemer med for stor diffus utlekking vil det derfor i etterkant være mulig å etablere et system for oppsamling og rensing av denne delen av utslippet fra deponiet ved fangdammen.

6 Konklusjon

Det er prosjektert en rekke tetteløsninger for å hindre diffus utlekking fra deponiet. Da dette er et fremtidig deponi er det ikke mulig å måle Q_{inn} og Q_{ut} . Basert på de relativt omfattende tettetiltakene som er planlagt er 5% diffus utlekking ansett som et «worst case scenario»; reell andel antas å bli en del lavere. Vannbalanseberegninger viser at 5% av vannmengdene er ca, 4500 m³/år. Disse vannmengdenen vil høyst sannsynlig transporteres via en gruvetunnel (bremsebanetunnelen) før det ender i fangdammen hvor vannmengder og kjemi kan overvåkes og om nødvendig renses.

Med en så ideell overvåkningspunkt som fangdammen, og med de omfattende tettetiltakene som er beskrevet i driftssøknaden, er forurensningsfaren ved deponiet vurdert til å være akseptabel. Om det skulle oppstå problemer i etterkant kan man enkelt samle opp vann fra fangdammen å rense dette vannet. Dette medfører en sikkerhet i forhold til uforutsette problemer og minimerer risikoen for uakseptabel diffus utlekking fra deponiet.

7 References

- Beldring, S. E. (2003). *Estimation of parameters in a distributed precipitation-runoff model for Norway* .
- Geosynthetics. (2015). *internasjonal ekspertkonferanse om "An approach to approaching zero leakage» 2015 – diverse innlegg*.
- NGU. (2016). *Vurdering av geologiske forhold ved potensielle lokaliteter til deponi for uorganisk farlig avfall*.
- SFT. (2003). *Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier, TA-1995/2003*.
- SFT. (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn TA 2553/2009*.
- Veidekke. (2017). *Email: Tore Frogner, 2017-01-17*.

Vedlegg 1 - Resultater fra utlekkingstester av møllestøvet som er deponert i deponi 2.

ELEMENT	SAMPLE	Eluat fra ristetest LS=10		Eluat fra kolonnetest LS=0,1	Krav til maks. utlekking -	Krav til maks. utlekking -	Terskelverdi deponiforskriften (mg/l)
Ristettest ett-trinns		mg/kg TS		*****	Inert avfall	Inert avfall	
Tørrestoff (E)	%	71,3			mg/kg TS	mg/l	
Mengde innveid	g	211					
Volum tilsatt	ml	1440					
pH		8,32		7,76			
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	16,6		319			
Beregnet utvasket mengde	Beregnet	*****					
As (Arsen)	mg/kg TS	<0.010	mg/l	<0.0010	0,5	0,06	0,002
Ba (Barium)	mg/kg TS	3,41	mg/l	0,456	20	4	
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.0050	mg/l	<0.00050	0,04	0,02	0,0002
Cr (Krom)	mg/kg TS	<0.050	mg/l	<0.0050	0,5	0,1	0,0063
Cu (Kopper)	mg/kg TS	0,027	mg/l	0,0016	2	0,6	0,0023
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.00010	mg/l	<0.000010	0,01	0,002	0,00001
Mo (Molybden)	mg/kg TS	0,028	mg/l	0,0016	0,5	0,2	
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	<0.030	mg/l	<0.0030	0,4	0,12	0,005
Pb (Bly)	mg/kg TS	<0.010	mg/l	<0.0010	0,5	0,15	0,0019
Sb (Antimon)	mg/kg TS	0,088	mg/l	0,0061	0,06	0,1	
Se (Selen)	mg/kg TS	<0.050	mg/l	<0.0050	0,1	0,04	
Zn (Sink)	mg/kg TS	0,183	mg/l	0,0509	4	1,2	0,035
Klorid (Cl-)	mg/kg TS	10,9	mg/l	9,63	800	460	
Fluorid (F-)	mg/kg TS	22,1	mg/l	1,15	10	2,5	
Sulfat (SO4)	mg/kg TS	15,2	mg/l	3,92	1000	1500	
DOC	mg/kg TS	<5.0	mg/l	9,11	500	160	
Fenolindeks	mg/kg TS	<0.05	mg/l	<0.020		0,3	
Totalt løst stoff (TDS)	mg/kg TS	930	mg/l	100	4000		
P-total	mg/kg TS	<0.10	mg/l	0,018			0,16
N-total	mg/kg TS	50,3	mg/l	16,3			0,5
Ammonium (NH4)	mg/kg TS	<0.26	mg/l	<0.026			
Nitrat (NO3)	mg/kg TS	151	mg/l	51,6			
Nitritt (NO2)	mg/kg TS	0,052	mg/l	0,0122			
Al (Aluminium)	mg/l	1		0,066			Drikkevannsfor skriften - 0,2 mg/l Al

Vedlegg 2 Eksempel - Beregning av mulig utlekking gjennom bunn av deponiområdet

Lekkasjer gjennom membraner

Utgangspunkt

Ut fra internasjonal erfaring medfører etablering av en kunstig membran at det ikke oppstår noen lekkasjer i det hele tatt. Spørsmålet er derimot hvor store lekkasjer en har og om dette er akseptabelt nivå. Det opereres med begrepet ALR (acceptable leakage rate/action leakage rate). Mange kilder opererer med 200 l pr. hektar (membran) og dag, forutsatt en 300 mm vannsøyle påført. Dette er et gjennomsnittstall med normalt to membraner og som forutsetter at det ikke er gjennomført vidtgående tiltak for at membranene skal virke etter forutsetningene. Dette er en løsning som er brukt ved en lang rekke deponier rundt i verden (Geosynthetics, 2015).

EPA i USA opererer med en anbefalt konservativ ALR på opp til 1000 l pr. hektar (membran) og dag hvis det ikke gjøres spesielle tiltak (Geosynthetics, 2015).

Foreslått 0,5 m drenslag vil medføre at det vanskelig kan bygge seg opp stående vann av betydning som trykker på membranen og presser vann gjennom lekkasjepunkt. Det er videre viktig å ha fokus på at lekkasjer erfaringsmessig ofte er små punktlekkasjer og ikke massiv revning over store områder.

Når det gjennomføres supplerende/utvidede tiltak som dobbel bunntetting, utvidet kontroll osv. legges ofte et tall på 10 l pr. hektar (membran) og dag til grunn som et aktuelt nivå på lekkasjene. Noen land/regioner har dette som miljøkrav til membraner under deponier for blandet (ordinært) avfall. Mange mener likevel at dette er urealistisk lavt.

Det er bl.a. gjort større feltforsøk med måling av lekkasjer på hhv. 16 deponier med geomembran og 18 deponiceller med kompositt (dobbelt) membran i USA. For begge disse forsøkene viser resultatene at hovedgruppen ligger i intervallet 20-200 l pr. hektar (membran) og dag.

Worst case tilfellene i forsøkene hadde opp til 1000 l pr. hektar (membran) og dag.

Generelt kan forskjellige tiltak åpne for enda bedre membranløsninger;

- Dobbelt kunstig membran med drenslag i mellom.
- Overvåkingsopplegg for vann som kommer ut mellom membranene (elektroniske følere, prøvetaking osv.)
- Særlig strenge krav til underlag mht. kornstørrelse osv.
- Bruke kunststoffmembran av ekstra tykkelse
- Glatte ut membranen nøye for å unngå rynker/folder
- Ekstra sterk membranbeskyttelse (fiberduk) som sikrer at avfall ikke når til membran (ivaretas Av forutsatt 0,5 m pukk som drenslag)
- Gjennomført og omfattende kontroll under utførelse

Arealer og nedbørsmengder

Følgende arealer framkommer ut fra de foreslåtte løsninger og begrensinger:

- Nedbørsfelt som drenerer inn på deponiområdet: 65 000 m²
- Areal av selve deponiet: 63 100 m²
- Areal av område med membran: 44 700 m²

- Areal av bratte sideskråninger uten membran: 18 400 m²

Årsnedbøren i området antas å være omtrent som for Tingvoll på andre siden av fjorden, hvor det de siste tiårene var i gjennomsnitt ca. 1450 mm pr. år. Fra dette må en trekke fra fordamping på ca. 300 mm, dvs. netto avrenning er ca. 1150 mm pr. år. Når det tas inn mulige klimaendringer og usikkerhet er en oppe i ca. 1265 mm/år, som gir ca. 82 000 m³/år. I tillegg er det antatt ca. 7 000 m³/år vann ut av avfallet. Dette medfører en total teoretisk avrenning på ca. 89 000 m³ fra området direkte knyttet til deponi 2.

Lekkasjer med basistiltak mht. lokale løsninger

Med det opplegg som allerede er forutsatt mht. membran (antar bentonitmatter), stort drenslag, god beskyttelse og omfattende kontroll ved etablering antas at en bør kunne komme ned på det internasjonalt etablerte gjennomsnittstallet for ALR. I hht. internasjonal praksis (bl.a. EPA) kan det være aktuelt å legge ca. 200 l pr. hektar (membran) og dag til grunn for en beregning.

For de bratte sideskråningene utenfor området med membran kan en legge inn en større utlekking en dette; her kan benyttes anslagsvis 1000 l pr. hektar skråning og dag. Dette forutsetter at en etablerer et drenslag inntil fjellet under deponioppbygging, samt at en injiserer påviste sprekkesoner i fjellet og dekker disse utenpå med sprøytebetong med påsprøytet membran utenpå. I tillegg forutsettes en oppfylling slik at deponioverflaten til enhver tid skal helle inn mot midten, slik at sigevann drenerer inn mot område med membran.

Hvis en antar at dette er snitt-tall for året vil dette gi en utlekking på ca. 330 m³ fra område med membran og ca. 670 m³ fra sideskråningene, dvs. totalt ca. 1000 m³/år, dvs. ca. 1,1 % av årlig total avrenning.

Det kan også gjøres en worst case beregning med f.eks. 50% av den høyeste verdien som var registrert; 500 l pr. hektar (membran) og dag. Dette er verdier som 5/6 av testene var under. Tilhørende worst case lekkasje i sideskråningene kan settes til 1500 l pr. hektar skråning og dag.

Hvis en antar at dette er snitt-tall for året vil dette gi en utlekking fra område med membraner på ca. 830 m³/år, mens sidene gir lekkasje på ca. 1000 m³/år, dvs. totalt ca. 1830 m³/år, dvs. ca. 2,0 % av årlig total avrenning.