


# NY VANNFORSYNING OSLO

## E5 RÅVANNSTUNNEL

### Vurdering av forurensningsfare ved lagring av tunnelsprengstein på Toverud

Revisjon	Årsak til utgivelse	Dato	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
03K	Tredje utgave	15.03.2022	VEM	JANRS	LH
02K	Andre utgave	07.03.2022	VEM	JANRS	LH
01K	Første utgave	21.01.2022	VEM	JANRS	LH
<b>NY VANNFORSYNING OSLO</b> <b>E5 RÅVANNSTUNNEL</b>  Vurdering av forurensningsfare ved lagring av tunnelsprengstein på Toverud		Sider: 18	Kontraktsnr: NVO DP1	Gradering: ÅPEN	Utarbeidet av: Multiconsult COWI asplan viak
 Oslo	Vann- og avløpsetaten	Dokumentnummer: <b>NVO-MCA-20-XK-001-0</b>	Revisjon: <b>01K</b>		

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	3
2	Tiltaket.....	4
2.1	Massemengder.....	4
2.2	Plassering.....	4
2.3	Overvann.....	6
3	Regelverk.....	7
3.1	Forurenset grunn (jf. forurensningsforskriftens kapittel 2, § 2-3).....	7
3.1.1	Normverdier.....	7
3.1.2	Syredannende bergarter.....	7
3.2	Avfallsforskriften.....	8
3.3	Drikkevannsforskriften.....	8
4	Mulig forurensing.....	9
4.1	Virkninger av planforslaget, oppfyllingsfase.....	9
4.2	Tunnelmassene.....	9
4.3	Nitrogen.....	10
4.3.1	Mengder.....	10
4.3.2	Ammoniakk.....	11
4.4	Partikkelbelastning.....	12
4.4.1	Strøm og spredning.....	12
4.4.2	Mengder.....	13
4.4.3	Fisk og bunndyr.....	14
4.5	Påvirkning av tidligere lagrede masser.....	14
4.6	Organiske forbindelser.....	16
4.7	Avfall.....	16
4.8	Overvåkning.....	17
4.9	Oppsummering.....	17
5	Referanseliste.....	18

# 1 Innledning

Oslo kommune, Vann og avløpsetaten (VAV) ønsker å levere overskudd av stein som sprenges ut på Vefsrud og Huseby til Toverud. Her kan disse massene benyttes for å sette i stand terrenget i et tidligere steinbrudd. Dette notatet vurderer forurensningsfare knyttet til varig lagring av disse massene på Toverud.

Eksisterende reguleringsplan for masseuttaket tillater etter Lier kommunes tolking ikke mottak av fremmedstein. Det søkes derfor om dispensasjon fra gjeldende plan for varig lagring av sprengsteinsmasser på Toverud. Dette notatet er utarbeidet som et vedlegg til dispensasjonsaken, men inngår også som en del grunnlagsdokumentene for reguleringsplan for istandsetting av masseuttaket på Toverud.

Merk at det tidligere var planer om å videreforedle (knuse) disse massene til nyttbare pukkprodukter på Toverud. Disse planene er nå forlatt, bl.a. grunnet motstand fra Asker og Bærum Vannverk (ABV).

Dette notatet omhandler kun vurderinger rundt mottak av sprengstein fra Vefsrud og Huseby, Disse massene kommer fra konvensjonell boring og sprengning. Etterfølgende boring med elektrisk drevet tunnelboremaskin har andre problemstillinger og vurderes ikke her, men i reguleringsplanen for istandsetting av masseuttaket.

## 2 Tiltaket

### 2.1 Massemengder

Som den første delen av råvannstunnelen mellom Holsfjorden og Huseby skal det sprenges ut ca. 90 000 kubikkmeter prosjekterte faste (p<sub>fm</sub><sup>3</sup>) bergmasser på Vefsrud. Dette arbeidet er startet, og massene har så langt gått til oppfylling av riggområdet. Det er forventet at 80 000 p<sub>fm</sub><sup>3</sup> av disse massene kan fraktes til Toverud. I tillegg åpnes det for inntransport av 10 000 p<sub>fm</sub><sup>3</sup> tunnelsprengstein fra Huseby. På Toverud er det et tidligere masseuttak, og ved transport av masser hit kan disse benyttes til istandsetting av området. Dette planlegges i hovedsak med masser fra tunnelboremaskin, men det er også fordelaktig med en del sprengstein for å opparbeide en stabil fylling.

### 2.2 Plassering

Massene plasseres midlertidig på to steder. Det er opparbeidet en stor flate på toppen av området, kalt øvre driftsområde. Her ligger det i dag en god del lagrede løsmasser. Samlet areal på denne flata er 18-19 dekar, og det legges opp til mellomlagring på ca. 2/3 av denne flata, se figur 4. På et nivå lavere ligger et areal som skrår svakt mot nord langs atkomstveien. Dette midtre driftsområdet er ca. 4-5 dekar stort. Massene transporteres først til disse områdene, og vil så fraktes videre internt på området og inngå som en del av den varige oppfyllingen.



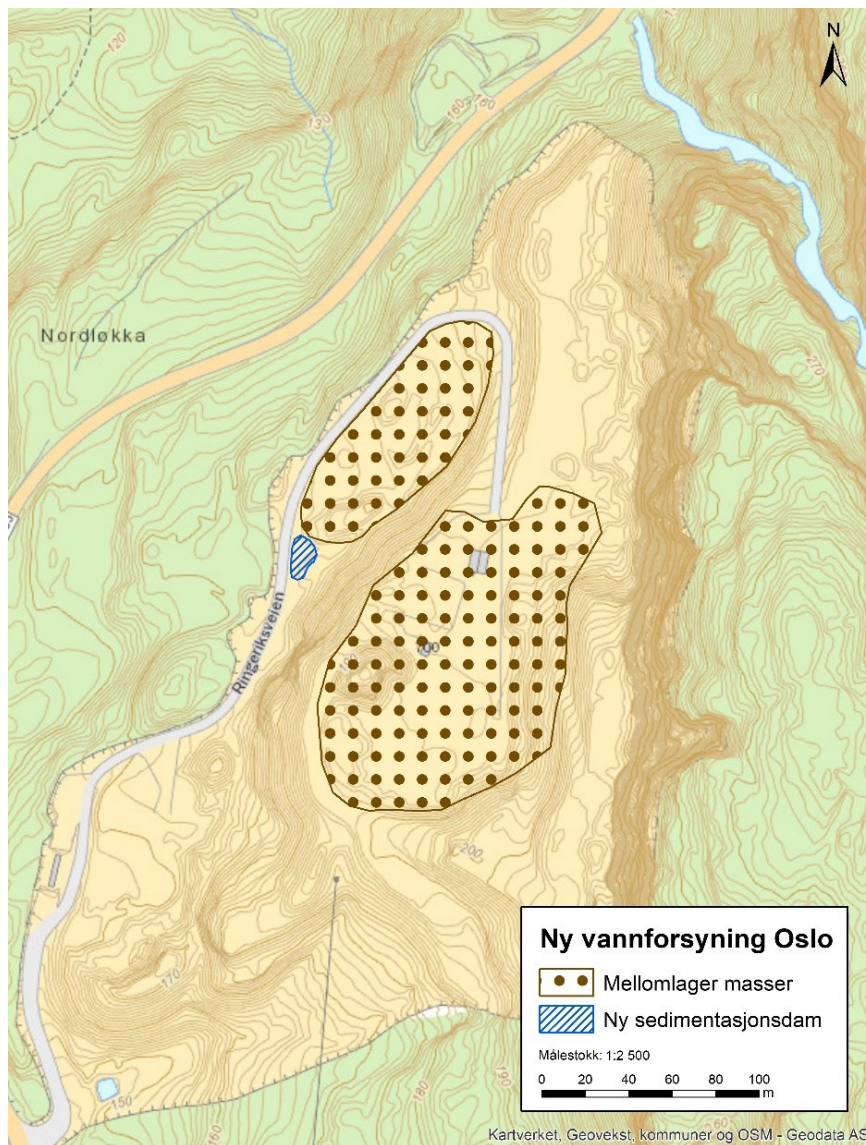
Figur 1: Midtre driftsområde sett sørover



Figur 2: Midtre driftsområde sett fra øvre driftsområde



Figur 3: Øvre driftsområde



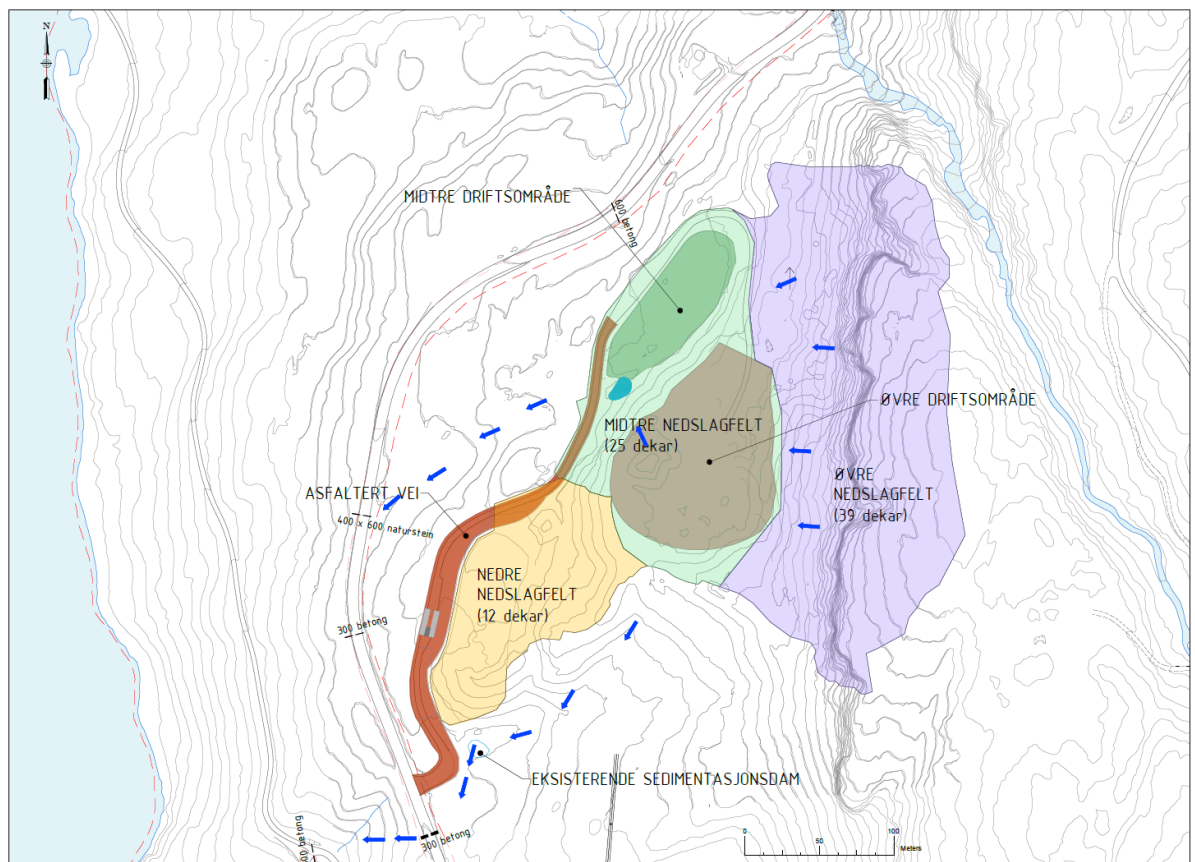
Figur 4: Områder for mellomlagring av sprengstein

## 2.3 Overvann

Nedslagfeltet for området der massene planlegges lagret er lite. Noe vann fra skogen på toppen av bergskrenten vil renne ned i området (se figur under), men i bunnen av skrenten er det fortsatt mye ur og løsmasser som vil infiltrere dette vannet. Overvann fra sidearealer vil dermed bare i meget liten grad kommer inn på området, og det er i hovedsak kun nedbøren på driftsområdet som må håndteres. Overvannet fra driftsområdet som ikke trenger ned i grunnen renner mot det midtre driftsområdet. På øvre driftsområde er det en voll finmasse/subbus/grus som vil hindre/sterkt begrense avrenning mot sør. Hele driftsområdet er hardpakket finmasser fra tidligere produksjon. Skråningen mot vest er i hovedsak permeable finmasser fra tidligere knusing.

På midtre driftsområde anlegges en sedimentasjonsdam. Vann som ikke når dammen samt vann fra sedimentasjonsdammen vil renne diffust over veien og inn i urørt terreng på vestsiden der ytterligere infiltrasjon og sedimentering kan skje, før eventuelt overvann fanges opp av Ringeriksveiens østre veigrøft – prinsipielt som i dag. Herifra ledes vannet gjennom stikkrenna markert med 400 x 600 på figuren nedenfor. Vann fra denne stikkrenna renner diffust ut i terrenget, og havner til slutt i Holsfjorden. Det er ikke noe tydelig bekkeløp knyttet til denne stikkrenna. Avrenningen vil nå fjorden nord for klausuleringssonen til ABV.

Det er ikke forventet at overvann fra mellomlageret vil nå eksisterende sedimentasjonsdam, men den vil som i dag fange opp vann fra søndre del av området.



Figur 5: Nedbørfelt og vannveier

## 3 Regelverk

### 3.1 Forurenset grunn (jf. forurensningsforskriftens kapittel 2, § 2-3)

I forurensningsforskriftens kapittel 2 § 2-3 er forurenset grunn definert på følgende måte:

*«forurenset grunn: jord eller berggrunn der konsentrasjonen av helse- eller miljøfarlige stoffer overstiger fastsatte normverdier for forurenset grunn, jf. vedlegg 1 til dette kapitlet, eller andre helse- og miljøfarlige stoffer som etter en risikovurdering må likestilles med disse. Grunn der konsentrasjonen av uorganiske helse- eller miljøfarlige stoffer ikke overstiger lokalt naturlig bakgrunnsnivå i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført, skal likevel ikke anses for forurenset. Grunn som danner syre eller andre stoffer som kan medføre forurensning i kontakt med vann og/eller luft, regnes som forurenset grunn dersom ikke annet blir dokumentert.»*

#### 3.1.1 Normverdier

Tabell 1 viser normverdiene for de åtte prioriterte metallene i forurensningsforskriften. Forurensende stoffer vurderes normalt ved å kvantifisere mengden som er adsorbent til partikler, dvs. at den andel av stoffet som er kjemisk bundet med forholdsvis svake, elektrostatiske bindinger til overflatene av partiklene. Kvantifiseringen utføres etter oppslutning av prøvematerialet i syre. Den spesifikke overflaten per vektenhet øker sterkt med avtagende partikkelstørrelse. Dette gjør at adsorbent forurensning normalt ikke anses som en relevant problemstilling for større kornfraksjoner. Det er ikke fastsatt noen grense mellom små/større kornfraksjoner, men det vanlig å sette grensen fra 20-50 µm, dvs. at større fraksjoner av mineraljord/løsmasse (uten søl / synlig forurensning) i utgangspunktet anses som rene. Kjemiske laboratorier utfører normalt analyser på fraksjoner som er under 4 µm.

Tabell 1: Normverdier (mg /kg tørrstoff) for de åtte prioriterte metallene i forurensningsforskriften

Arsen	Kadmium	Bly	Kobber	Krom	Nikkel	Sink	Kvikksølv
8	1,5	60	100	50	60	200	1

#### 3.1.2 Syredannende bergarter

Syredannende bergarter er definert som forurenset grunn. Potensialet for syredannelse avhenger bl.a. av innholdet av svovel/sulfider og organisk og uorganisk karbon (TOC og TIC). Ved oksidasjon av sulfider dannes svovelsyre som medfører forvitring og kan gi akselererende utlekking av tungmetaller.

Det er ikke noen lovbestemte grenser for når en bergart regnes som syredannende, men et forslag til klassifisering er gitt i Miljødirektoratets / NGIs veileder<sup>(8)</sup>.

### 3.2 Avfallsforskriften

Siden massene skal planlegges transportert til Toverud skal videreforedles er tiltaket ikke å anse som deponering av avfall. Bestemmelsene i avfallsforskriftens kap. 9 kommer derfor ikke til anvendelse.

### 3.3 Drikkevannsforskriften

I drikkevannsforskriften er det fastsatt grenseverdier for nitrogenforbindelser på 50 mg/l  $\text{NO}_3^-$ , 0,5 mg/l  $\text{NO}_2^-$  og en tiltaksgrense for  $\text{NH}_4$  på 0,5 mg/l. Disse verdiene er angitt for hele molekylvekten, dvs. at selve nitrogenvekten må beregnes iht. molekylær sammensetning. Oppgitt som vekt av nitrogen tilsvarer grenseverdiene:

11 mg/l  $\text{NO}_3^-$ N

0,15 mg/l  $\text{NO}_2^-$ N

0,39 mg/l  $\text{NH}_4^-$ N

Forskriften anbefaler at turbiditeten ut fra vannbehandlingsanlegget ikke overskrider 1 NTU<sup>1</sup> ved vannforsyningssystemer som benytter overflatevann. Vannverket på Kattås har ikke partikkelrensing, slik at den sammen anbefalte grenseverdien gjelder råvann.

---

<sup>1</sup> Nephelometric Turbidity Unit. Det er ingen nøyaktig allmenn korrelasjon mellom NTU og mg/l, dette vil variere med vannforekomst og partikkeltype. Alt mellom 1:1 og 1:3 er benyttet. Om en legger 1:2 til grunn vil altså 1 NTU tilsvare et partikkelinnhold på 2 mg/l



## 4 Mulig forurensing

### 4.1 Virkninger av planforslaget, oppfyllingsfase

Følgende forhold kan potensielt gi forurensning:

- Selve tunnelmassene (tungmetaller, syredannende bergarter, radioaktivitet)
- Avrenning av nitrogenholdig overvann
- Stort partikkelinnhold i overvannet
- Påvirkning av tidligere lagrede masser
- Olje- og drivstoff. Kan følge med massene grunnet uhell og søl inne i tunnelen, samt ev. lekkasjer fra anleggsmaskiner og ved uhell på Toverud.
- Spredning av avfall, f.eks. sprengtråd og tennere

Forholdene som er nevnt over er nærmere omtalt i kapitlene under.

### 4.2 Tunnelmassene

Strekningen for råvannstunnel er undersøkt med kjerne- og hammerboringer, samt ingeniørgeologisk feltkartlegging. Bergartene mellom Vefsrud og Grini består hovedsakelig av rombeporfyr og basalt. Fra Grini til Huseby er det hovedsakelig sedimentære bergarter som skifer, kalkstein og knollekalk, som kan være delvis til helt omvandlet til hornfels.

I forbindelse med grunnarbeider for Ringeriksbanen har Bane NOR fått utført analyser og utlekkings tester av svovel og metaller på rombeporfyr og basalt vest i prosjektområdet<sup>(1)</sup>. For å få en dekkende undersøkelse av bergartene langs hele traséen er det også utført analyser og utlekkings tester på knollekalk, syenittporfyr, basalt og breksje/agglomerat<sup>(2)</sup>. Fra tolv analyser av totalinnhold av metaller, viste resultatene kun én marginal overskridelse av normverdien for nikkel (69 mg Ni/kg mot normverdien på 60 mg Ni/kg). Gjennomsnittsverdien for nikkel i de tolv prøvene var 13,2 mg/kg. Totalinnholdet av svovel og uran i de analyserte prøvene var lave og viste at prøvene ikke var syredannende eller særskilt radioaktive

Det er også utført såkalte ristetester for å vurdere forurensningsfare. Ristetestene viser at utlekkingspotensialet er meget lavt og langt under avfallsforskriftens grenseverdier for inert avfall for de prioriterte metallene og sulfat. Utlekkings testene viser også at konsentrasjonene i all hovedsak er lavere enn drikkevannsforskriftens grenseverdier.

Basert på utførte undersøkelser og erfaringer er det ikke forventet at tunnelmassene som planlegges levert til Toverud vil innebære en forurensningsrisiko.

## 4.3 Nitrogen

### 4.3.1 Mengder

Som skrevet planlegges det å lagre 90 000 pfm<sup>3</sup> sprengstein på Toverud. Bergarten har en egenvekt på 2,7 tonn/m<sup>3</sup>, noe som gjør at dette volumet tilsvarer 243 000 tonn.

Alle sprengstofftyper som brukes i dag inneholder nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) og/eller andre nitratderivater. Ved sprenging omsettes ikke alt nitrogenet i sprengstoffet. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF)<sup>(4)</sup> oppgir at mengden uomsatt sprengstoff er mellom 7 og 15 % ved et godt driftsopplegg i tunnel. Dette betyr at sprengstein fra tunnel vil inneholde noe nitrogenrester.

En spesifikk sprengstoffladning for tunnel er typisk 1-3 kg/m<sup>3</sup> avhengig av tunnelens tverrsnitt, sprengstofftype og bergets sprengbarhet<sup>(4)</sup>. NFF har utarbeidet en oversikt over norske tunneler som viser en variasjon mellom 1,6 og 3,1 kg/m<sup>3</sup> der Hanekleivtunnelen (kvarstittisk sandstein og innslag av rombeporfyr) var lavest og Korgfjelltunnelen (glimmerskifer) var høyest. Bragernestunnelen i Drammen ble drevet i rombeporfyr og basalt, og er dermed sammenlignbar med Vefsrud. Der ble det brukt en sprengstoffmengde på 2,1–2,3 kg/m<sup>3(6)</sup>.

Om en legger til grunn 2,2 kg sprengstoff per m<sup>3</sup> gir dette et forbruk på 198 tonn sprengstoff på Vefsrud. Omtrent 26 % av sprengstoffmengden (emulsjonssprengstoff) som benyttes i tunnelsprengning er nitrogenforbindelser<sup>(4)</sup>. Dette gir i så fall 51 tonn med nitrogen. Om en videre regner med 10 % uomsatt nitrogen sitter en igjen med 5,1 tonn.

En alternativ måte å regne på er å benytte 25 g uomsatt nitrogen per tonn utsprengt tunnelmasse. Dette er en vanlig verdi<sup>(4)</sup>, men med nyere typer sprengstoff og mindre forbruk kan dette tallet trolig reduseres noe. Ved å benytte verdien på 25 g/tonn gir dette samlet 6,0 tonn uomsatt nitrogen. Dette er noe høyere enn den første beregningen, og benyttes derfor her for å være på den sikre siden.

I hovedsak vil de uomsatte nitrogenforbindelsene følge med drivevannet ut av tunnelen og følge med sprengsteinen som fraktes bort. Ca. 30–50 % vil følge vannet over anleggsperioden, mens ca. 50–70 % av vil følge tunnelmassen<sup>(4)</sup>. Ved å anta at 60 % følger sprengsteinen, tilsier dette at ca. 3,6 tonn nitrogen vil fraktes til Toverud. Her blir massene liggende åpent. Lagring/lufting og videreforedling av massene vil medføre større omsetting av ammonium (nitrifisering) slik at mengden tilgjengelig ammonium reduseres. Noe kan også bli liggende igjen i massene. I vekstsesongen kan også noe av nitrogen bli tilgjengelig for plantevekst. Likefullt vil en del ledes via regnvann til grunn og vassdrag. Hvor stor mengde nitrogen som til slutt havner i Holsfjorden er umulig å beregne nøyaktig, men det er mulig å anslå noen worst-case scenarier.

Klausuleringssonen i Holsfjorden er på ca. 525 000 m<sup>2</sup> (se figur 6) og drikkevannsinntaket er på ca. 50 m dybde. Den dybden nås omtrent 250 meter fra strandlinja. Ved å forutsette et jevnt fall fra strandsonen ned til 50 meters dyp blir vannvolumet i klausuleringssonen, fra inntakdybden til overflaten, ca. 19 mill. m<sup>3</sup>. Dersom man ser for seg at *alt* nitrogenet (3,6 tonn) skulle renne av til Holsfjorden på en gang og gjennomgå full innblanding i dette volumet, ville konsentrasjonen bli 0,19 mg nitrogen per liter vann, dvs. ca. 60 ganger lavere enn drikkevannsforskriftens grense for nitrat-N og noe over grensen for nitritt-N på 0,15 mg/l (andelen nitritt-N

av totalnitrogen vil være langt lavere enn de 0,19 mg/l N). Dette vil i så fall også være et engangstilfelle.

Fortynning av nitrogen vil være størst når det skjer full omrøring i innsjøen slik at vannet blander seg, normalt vår og høst. Den vanlige situasjonen vil likevel være at tilført vann blander seg over termoklinen som om forsommeren ligger på ca. 10 m dybde. En full innblanding av nitrogenholdig bekkevann mellom dybdene 0 og 10 meter innenfor restriksjonssonen vil da gi en teoretisk nitrogenkonsentrasjon på 0,72 mg/l. Dette er marginalt under grenseverdien for god økologisk tilstand på 0,675 mg/l N. Det blir jevnlig målt høyere nitrogenverdier i biologisk godt funksjonelle vannforekomster.

Ingen av de to ovennevnte scenariene er realistiske. Nitrogentilførsel fra sprengstein vil skje mer episodisk og avrenningen vil være fra langt mindre per episode. På den annen side vil ikke alt nitrogenet blandes spontant inn i hele vannvolumet, slik at det vil bli en konsentrasjonsgradient utover i fjorden. Det kan derfor ikke utelukkes perioder med forhøyet nitrogennivå ved utslippspunkt, men dette vil fortynnes raskt mot vanninntaket.

Merk at disse beregningen tar utgangspunkt i at alt nitrogenet i klausuleringssonen kommer fra Toverud. Det er altså ikke tatt hensyn til at det også er andre nitrogenkilder.

Det vil uansett dreie seg om så små mengder at det ikke vil påvirke resipienten negativt. Både ammonium og nitrat er plantenæringsstoffer, men i ferskvann får de som regel liten virkning, da det oftest er fosfor som er begrensende faktor. Forholdet mellom N og P meget høyt i Holsfjorden, noe som viser at fosfortilførselen er sterkt begrensende faktor for algevekst. Til sammenligning ligger nitrogenavrenning fra kornarealer på mellom 2 og 5 kg/dekar, og på grasarealer 1-5 kg/dekar<sup>(5)</sup>. Det er begrenset med landbruk rundt østre del av Holsfjorden i Lier kommune, mens det er betydelige arealer på vestsiden. Samlet sett er det svært mye dyrket jord i nedbørfeltet til Tyrifjorden, spesielt i området rundt Steinsfjorden/Røyse. Rundt Toverud er det ca. 30 dekar dyrket jord. Dette gir i seg selv potensiale til minst 30 kg nitrogen til Holsfjorden årlig. I Hole kommune ligger det aller meste av den dyrkede jorden nær Tyrifjorden. Statistikkbanken oppgir at kommunen at ca. 20 000 dekar dyrket jord. Potensialet for nitrogenavrenning til Tyrifjorden for denne kommunen alene er på 20 til 50 tonn årlig. Vannstrømningen fører dog til at søndre del av Holsfjorden er mindre utsatt for denne nitrogentilførselen.

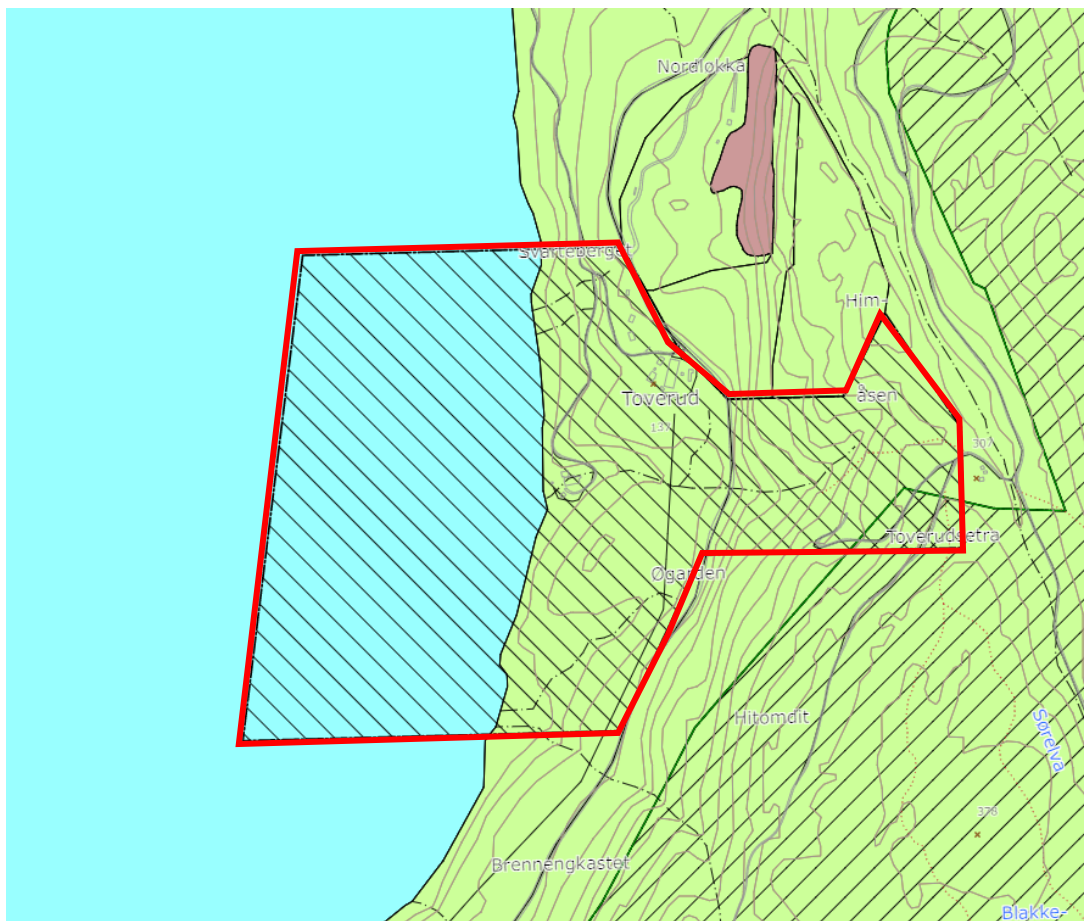
Betraktningene av nitrogenmengdene tyder på at avrenningen ikke gir uakseptabel risiko for råvannet eller vil gi noen varig endring i tilstandsklassifiseringen av fjorden. Miljøriskoen vurderes som liten.

#### 4.3.2 Ammoniakk

En kjent problemstilling er at avrenningsvann fra tunneldriving kan bli sterkt basisk grunnet bruk av sprøytebetong og injeksjonssement. Ammoniakkdannelse er i stor grad styrt av temperatur og pH, der særlig høy pH driver likevekten ammonium  $\leftrightarrow$  ammoniakk mot høyre. Ammoniakk er giftig og meget skadelig for de fleste vannlevende organismer ved konsentrasjoner over 1 mg/l.

Problemstillinger knyttet til ammoniakkdannelse vurderes å være mindre aktuelle for uttransporterte masser, selv om det ikke helt kan utelukkes episoder med forhøyede ammoniakknivåer ved utslippspunkt. Betongrester på sprengstein kan gi høy pH i vann som

kommer i kontakt med betongen. Dersom det skulle bli høy pH i vannet, vil det være flere buffere i systemet, slik at akutte virkninger fra ammoniakk er lite sannsynlig. Avrenning fra sprengstein vil blandes med all annen avrenning, og dermed vil ev. høy pH helt eller delvis nøytraliseres. Holsfjorden har omtrent nøytral pH (ca. 7,3) og stor fortyningsevne. Miljøriskoen fra ammoniakk vurderes derfor som liten.



Figur 6: Utsnitt fra kommuneplan Lier med klausuleringszone rundt inntaket til ABV med rød strek

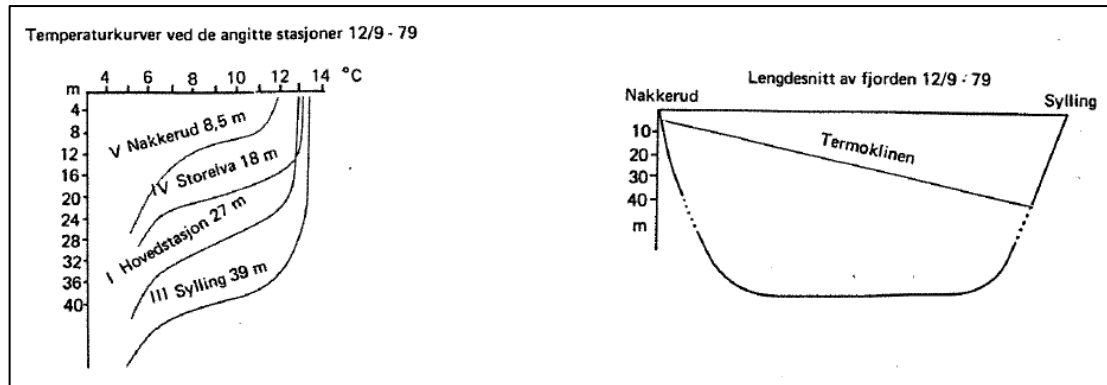
## 4.4 Partikkelbelastning

### 4.4.1 Strøm og spredning

På grunn av temperaturgradienten i innsjøer oppstår det tetthetsforskjeller/sjiktninger gjennom vannsøylen. Typisk stratifisering i innsjøer om sommeren er et topplag (epilimnion) med oppvarmet, relativt lett vann. Under topplaget ligger sprangsjiktet (termoklin) der temperaturen synker forholdsvis raskt ( $> 1\text{ C}^\circ/\text{m}$ ) med økende dybde. Under sprangsjiktet ligger det tyngre bunnvann (hypolimnion) med en stabil temperatur på ca.  $4\text{ C}^\circ$ <sup>(9)</sup>. Bunnvannet påvirkes relativt lite av bølger og strøm i overliggende vannlag.

Ved vedvarende vind og særlig i større innsjøer kan det oppstå stående svingninger (indre seiches). I slike situasjoner vil det varme topplaget presses mot en av innsjøbreddene og gi en skrånende gradient på sjiktningen. Dette fenomenet er også beskrevet å forekomme i

Holsfjorden<sup>(10),(11)</sup>. Det er vist at termoklinen kan være skråstilt, og variere fra 5 meter dybde ved Nakkerud på vestsiden av fjorden til 40 meters dybde ved Sylling<sup>(12)</sup>. Figur 7 viser en skisse av målingene fra Tyrifjordundersøkelsen.



Figur 7: Skisser av temperatursprangsjikt etter vedvarende nordavind. Figurene er fra målinger i Tyrifjordsundersøkelsen 12.9.1979. Figuren er hentet fra Aquateam<sup>(14)</sup>

Tetthetsforskjellene nedover i innsjøprofilen medfører også en mulighet for at partikler (både organiske, mineralske og fytoplankton) kan «sveve» på en sjiktning i en gitt dybde. Dette ble bl.a. registrert av NIBIO under arbeidene på Farriseidet<sup>(13)</sup>. Under anleggsarbeidene er det blitt registrert forholdsvis rask partikkeltransport i innsjøen (inntil 8 m/min). Transporten var konsentrert rundt ca. 10 meters dybde, på toppen av det kalde bunnvannet. Det er antatt at spredningen skyldes et fenomen som kalles undervannsbølger (eng. turbidity currents) som kan transportere partikler over store avstander. I Farris ble det registrert at den naturlige lagdeling sommer og vinter beskyttet dypvannet (og råvannet til Larvik vannverk på 40-50 meters dybde). Under vår- og høstsirkulasjonen vil dypvann være mer utsatt for forurensning. Ved Toverud er det blitt registrert koliforme bakterier helt ned til dybdene av vanninntaket (50 m)<sup>(15)</sup>.

#### 4.4.2 Mengder

Tunnelmasser består av selve sprengsteinen og steinstøv/borkaks fra boring av ladehull og sprengningen. Konsentrasjonene av partikler kan variere mye. Mengden vil variere etter anvendt metode og type berggrunn. Massen av steinstøv (kornstørrelse mindre enn 0,06 mm) direkte fra boring av ladehull kan grovt anslås til 1 % av total tunnelmasse. Samlet finstoffinnhold i massene blir da 2430 tonn. En del av dette vil ligge igjen i tunnelen, noe vil komme ut via tunnelvannet og noe forsvinner ved transport. Mye vil imidlertid følge sprengsteinen til fyllingen.

Problemstillingen med partikkelbelastning til Holsfjorden består av følgende etapper:

1. Utvasking/erosjon fra selve fyllingen ifb. med kraftig regn
2. Transport med vann ned til fjorden
3. Fortynning og sedimentering i fjorden / ev. transport mot vannverksinntak

Første etappe, selve utvaskingen fra lagrede masser vil skje typisk i forbindelse med nedbør. Regnvannet "vasker" med seg finstoff fra fyllinga. Mye av regnvannet vil infiltrere i grunnen, og partikler holdes tilbake. Ved litt mer nedbør vil regnvannet ledes til to sedimentasjonsdammer.

Her holdes partikler tilbake. Etter dammene ledes vann fra den øvre dammen til terreng, dvs. renne spredt ut i skogsområdet mellom massetaket og fylkesveien. Det er ingen tydelige vannveier her, vannet vil spre seg utover og infiltrere i løsmassene. Terrengeligger god til rette for diffus avrenning til grunnen. Ved enda større nedbørshendelser kan kapasiteten til sedimentasjonsdammene føre til liten oppholdstid, og partikkelholdig vann kan til slutt ende i Holsfjorden. Ved særdeles kraftig regnhendelse kan det utvaske så mye finstoff at det til slutt ender i Holsfjorden i form av en relativt kortvarig sedimentpuls.

Det aller meste av finstoffet vil imidlertid bli liggende i sprengsteinshaugene. Etter som området fylles opp vil masser blir dekket av andre masser, og blir dermed lite utsatt for nedbør og avrenning.

Det finnes metoder for estimering av erosjon og sedimentutvasking, men disse er basert på lengre tidsrom (år) og er ikke hendelsesbasert. I praksis finnes det ikke egnede metoder for estimering av utvasking fra et mellomlager av masser.

Ved en teoretisk betraktning av massetilførsel og innblanding som gjort med nitrogen må klausuleringssonen for drikkevann tilføres omtrent 38 tonn med finpartikler som blandes inn i klausuleringssonen for å nå verdier opp mot 1 NTU. Tilsvarende for innblanding over sprangsjiktet (10 meters dybde) blir 11 tonn med finpartikler. Dette gitt at mellomlageret er eneste partikkelkilde til råvannet.

Risikoen for å få betydelig partikkeltransport til vanninntaket er svært liten. Den eneste situasjon der det kan skje er ved store nedbørsmengder samtidig som vannet sprer seg nedover vannmassene. Ved store nedbørsmengder vil også annen partikkeltransport til Holsfjorden være betydelig.

Nedbørfeltet rundt mellomlageret er ikke utsatt for flombekker fra sideterreng grunnet en beskyttende voll. En massiv partikkeltransport som følge av flomstor bekk er derfor ingen relevant hendelse på Toverud.

#### 4.4.3 Fisk og bunndyr

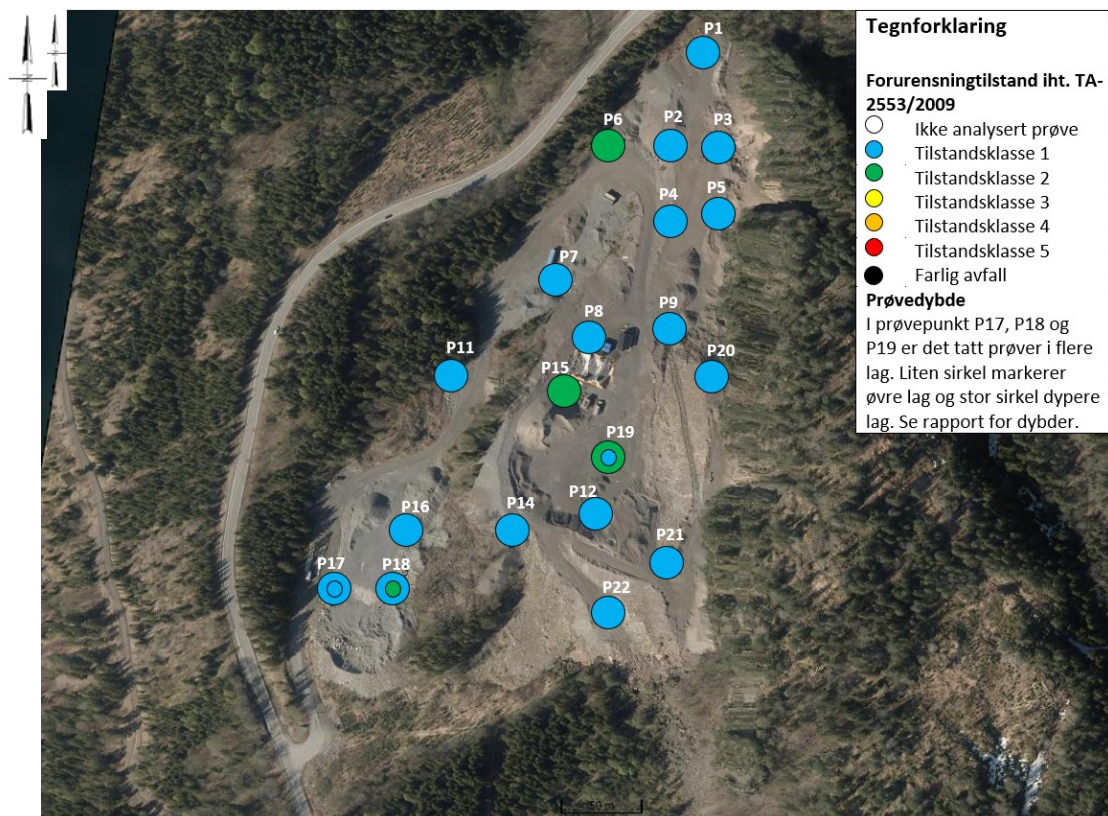
Fisk og bunndyr kan skades av partikler. Det har vært fokusert på at sprengsteinspartikler kan ha større potensial til å skade gjeller siden slike partikler kan være skarpe og nåleformede. Naturlige partikler er mer avrundede. Nedslamming av gyte- og leveområder er nok et minst like stort problem. Mengdene som havner i Holsfjorden vil være så små og fortyningseffekten så stor at partikler ikke er ansett å være en relevant problemstilling. Det foreligger ingen opplysninger om fisk eller bunnlevende organismer i bekkene som renner fra tiltaksområdet. Som følge av liten vannføring og bratte bekkeløp er det lite trolig at det finnes fisk i disse bekkene.

#### 4.5 Påvirkning av tidligere lagrede masser

Det er gjort flere undersøkelser av lagrede masser på Toverud, sist i 2020<sup>(3)</sup>. Det ble da tatt 23 prøver fordelt på 20 prøvepunkter samt fire prøver av bekker som kunne være påvirket av sigevann fra massedeponiet. Det ble sjaktgravd med gravemasking ned til dybder på 3-4 meter.

Det ble påvist overskridelse av Miljødirektoratets normverdi i fire prøver (arsen i én prøve, olje i de tre andre). Overskridelsene var små og i tilstandsklasse 2 (god tilstand). Gjennomsnittet av alle prøvene lå godt under normverdien for alle parametere, og med bakgrunn i definisjonen til Miljødirektoratets veileder om risikovurdering av forurenset grunn ble massene ikke ansett å være forurenset over normverdien. Figur 8 viser situasjonstegning av kartlagt forurensning.

Det ble samtidig tatt vannprøver. Disse tydet på forhøyede konsentrasjoner av nitrogen i bekkene nedstrøms deponiområdet. Dette kan indikere utlekking av nitrogenholdig sigevann fra massene som er deponert.



Figur 8: Flyfoto som viser plassering av prøvepunkter og forurensningsgrad iht. veileder TA-2553/2009. I prøvepunkt P17, P18 og P19 er det tatt prøver i forskjellige dybder. Liten sirkel markerer øvre lag og stor sirkel dypere lag

I prøvepunkt P19 var det tydelig lukt av diesel. Lukten var mest fremtredende mellom 0,8 og 1,5 meters dybde. Det har tidligere stått en dieseltank på området som trolig er årsaken til denne forurensningen.

De miljøgeologiske undersøkelsene viser at tidligere lagrede masser er rene. Ytterligere overfylling av disse innebærer ingen risiko for utlekking av miljøgifter. En usikkerhet knyttet til dette er at det ikke var mulig å undersøke de dypeste massene. Det er imidlertid ingen forhold som tilsier at disse massene skal avvike fra de overliggende massene når det gjelder forurensning. Vi kan heller ikke se at en videre oppfylling vil påvirke disse massene utover at overdekningen blir større. Det er ikke påvist avrenning fra området med skadelige

komponenter utover forhøyede nitrogenverdier i utløpsbekk. Om dette stammer fra tilkjørte masser med sprengstoffrester i vil denne utlekkingen fortsette en tid.

#### 4.6 Organiske forbindelser

Tunneldriving medfører en viss fare for å forurense massene med olje, drivstoff og bremsevæske fra maskiner og kjøretøy. Om dette skjer skal det benyttes absorbent for å fange opp mest mulig av forurensningen. Det som blir igjen vil havne i bunn av tunnelen, og følge med den såkalte bunnrenskan som fjernes til slutt. Bunnrenskan skal ikke kjøres til Toverud.

Massene vil fraktes med lastebil. Dette utgjør alltid en risiko for utslipp knyttet til uhell eller trafikkulykker. Sjansen for at dette skal skje er imidlertid liten og slike hendelser vil håndteres spesielt. Om forurensning fra diesel eller olje skal nå Holsfjorden må uhell skje i nærheten av bekk, ellers vil den trekke den i grunnen.

På Toverud vil det være anleggsmaskiner i form av bulldoser, gravemaskin og hjullaster. På samme måte som for lastebiler kan uhell og dårlig vedlikehold føre til lekkasjer av drivstoff, hydraulikkolje og bremsevæske. Lagring og fylling av drivstoff og olje kan også gi spill og søl. Dette håndteres via vanlige anleggsrutiner og at krav til drivstofflagre følges. Det skal også være absorpsjonsmidler på området som kan benyttes ved ev. lekkasjer. Sjansen for at denne typen forurensning skal nå Holsfjorden er liten. Dette vil være lokale utslipp som trekker ned i grunnen.

Faren for forurensning knyttet til dette anses å være liten.

#### 4.7 Avfall

Sprengsteinsmassene kan inneholde plastforurensning. Dette stammer hovedsakelig fra plast i fiberarmering i sprøytebetong og fra tennere som benyttes til sprengning. Fiberarmering i plast skal ikke benyttes i dette prosjektet, det skal kun benyttes stålfibre. For sprengning har man alternativet mellom å velge elektroniske tennere eller nonell-tennere. Elektroniske tennere har ca. 10,6 gram plast pr. tenner, mens nonell-tennere har ca. 15,6 gram plast pr. tenner<sup>(7)</sup>. Det er av sikkerhetsmessige grunner satt krav til at entreprenøren skal benytte elektroniske tennere i prosjektet. Dette medfører en reduksjon av plastmengde på 32 % sammenlignet med en nonell-løsning. Det vil fremdeles være plast i sprengsteinsmassene. Det er derfor satt krav om at entreprenør fjerner foringsrør og rester av sprengningstråd/lunter i størst mulig grad samles opp og fjernes før opplasting og kjøring til utfyllingsstedet.

Plastrester medfører størst utfordringer ved fylling i sjø siden plasten flyter opp og blir liggende på strender. Videre vil prosesser føre til at plasten brytes ned og det dannes mikroplast som kan komme inn i næringskjeden. Ved deponering av masser på land har man ikke denne utfordringer så lenge plasten blir liggende ned i massene.



## 4.8 Overvåkning

Vannkvaliteten i resipienten må følges opp. Forurensningsparametere som er aktuelle å måle er:

- Nitrogenforbindelser: Totalt nitrogen (tot-N), ammonium (NH<sub>4</sub>) og nitrat (NO<sub>3</sub>)
- Suspendert stoff fra nedknuste masser (SS)
- Olje og PAH fra maskiner
- Metaller (Miljødirektoratet har oppgitt klassegrenser for de prioriterte metallene (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni og Zn).

Målehyppighet og -varighet fastsettes gjennom utslippstillatelsen. Målingene må videreføres en tid etter inntransport av masser for undersøkelse ev. langtidsvirkninger.

## 4.9 Oppsummering

- Det er ikke påvist forurensede komponenter i bergarten som planlegges mellomlagret på Toverud.
- Uomsatt nitrogen fra sprengning vil følge sprengsteinen. Noe av dette vil vaskes ut ved nedbør, og havne i Holsfjorden. Det er ikke mulig å beregne hvor stor andel av nitrogenet som vil renne av fra sprengsteinen til Holsfjorden. Det kan derfor ikke utelukkes perioder med forhøyet nitrogen-nivå rundt utslippspunkt i Holsfjorden. Teoretiske anslag tyder likevel på at nitrogenet ikke representerer noen vesentlig risiko for kvaliteten på råvannet på 50 meters dybde eller for økologisk tilstand i Holsfjorden.
- Det anses som svært lite sannsynlig at partikler fra massene vil innebære et problem for vanninntaket.
- Foreliggende grunnlag tyder på lavt forurensningspotensial fra løsmasser som ligger på deponiområdet og masser som skal tilføres.
- Det er ingen spesielle utfordringer knyttet til avfall eller lekkasjer knyttet til uhell med maskiner. Nødvendige tiltak sikres gjennom driften.
- Det anbefales å følge opp vannkvaliteten ved analyser av vannprøver i perioden massene er mellomlagret på Toverud.

## 5 Referanseliste

- (1) BeCO-TeC 2018. Berganalyser, fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16. Dokument C106-BN-BC-K-012134.
- (2) Multiconsult. E5 Råvannstunnel. Vurdering av utlekkingspotensialet fra tunnelmasser på strekningen Vefsrud-Huseby. 2021. NVO-MCA-20-HK-019-0.
- (3) Multiconsult 2021. Ny vannforsyning Oslo. E5 Råvannstunnel. Forurenset grunn, Toverud. Dok. NVO-MCA-20-HK-101-0.
- (4) Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. Teknisk rapport 09.
- (5) Bechmann, M., Deelstra, J., Eggestad, H.O., Kløve, B., Stålnacke, P., Vandsem, S. & Øygarden, L. 2000. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksarealer. Resultater fra program for Jordsmonnovervåking 1999/00. Jordforskrappport nr. 106/00.
- (6) Grepstad, G.K. 2017. Forurensninger før og etter «Follobanen» Sprengningsarbeider. Foredrag NFF Bodø 16.03.2017. Tilgjengelig på internett: <https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/17-1-Grepstad-Forurensninger-f%C3%B8r-og-etter-Follobanen.pdf>
- (7) Leonhard Nilsen og Sønner (LNS) 2019. Opplysninger gitt i presentasjon 8.2.2019.
- (8) NGI 2015. Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter, veileder for Miljødirektoratet. M-310, 20120842-01-R.
- (9) Økland, J & Økland, K.A. 1998, Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø. Vett og Viten. ISN-82-412-0161-3.
- (10) Berge, D. & Tjomsland, T. 2000. Fremtidig økt vannuttak i Holsfjorden - Betydning for strømningsmønsteret i Tyrifjorden med vekt på spredning av bakterier i Holsfjorden fra de mer forurensede delene av fjordsystemet. NIVA. 4314-2000.
- (11) Berge, D. 1994. Vurdering av tidligere undersøkelser i Holsfjorden sett i relasjon til inntaksdyp for asker og Bærum Vannverk. NIVA 93210-3011.
- (12) Vannportalen 2012. Tyrifjorden vannområde. Vesentlige vannforvaltningsspørsmål.
- (13) NIBIO 2017. Nibio.no/nyheter. [Internett] [Sisert: 10.01 2022.] <https://www.nibio.no/nyheter/partikler-rir-blgen-under-vann>.
- (14) Aquateam 2007. Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn. Norsk vannteknologisk senter. A/A Rapport nr.: 6-039.
- (15) Kaupang, K. 2001. Er dypinntak i store sjøer en hygienisk barriere? Eksempel fra Holsfjorden. Vann, Vol. 2, pp. 191-196.