
RAPPORT

Fv. 53 Ljoteli

OPPDRAAGSGIVER

Statens vegvesen Region vest

EMNE

Søknad om utslipp av tunnelvann i anleggs- og driftsfasen.

DATO / REVISJON: 05.02.19 / 01

DOKUMENTKODE: 10206096-RIGM-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Forsidebilde: Flyfoto av planområdet langs fv. 53. Kilde: Statens vegvesen

RAPPORT

OPPDRAAG	Fv. 53 Ljoteli	DOKUMENTKODE:	10206096-RIGm-RAP-002
EMNE	Søknad om utslipp av tunnelvann i anleggs- og driftsfasen	GRADERING:	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Statens vegvesen Region vest	OPPDRAAGSLEDER	Johannes H. Vedelden
KONTAKTPERSON	Jørn Fosen Simonsen	UTARBEIDER	Silje Marie Vasstein
KOORDINATER	SONE 32 ØST 437837 NORD 6797613	ANSVARLIG ENHET	10233012 Miljørådgivning Region vest
LBLG NR	9 / 409 / XXX / Årdal Kommune		

SAMMENDRAG

Statens vegvesen skal utbedre vegstrekningen mellom Ljoteli og Holsbru langs fv. 53 i Årdal kommune. Utbedringen innebærer bygging av ny vegtunnel ved Ljoteli. I denne søknaden vurderes utslipp av tunnelvann i anleggs- og driftsfasen. Statens vegvesen søker med dette Fylkesmannen i Vestland om tillatelse til utslipp av tunnelvann fra Ljotelitunnelen i anleggs- og driftsfase.

Prosjektet vil medføre driving av ny vegtunnel som blir omtrent 1.080 m lang. Det er antatt at tunneldrivingen vil pågå fra én side over totalt 28 uker, med oppstart i desember 2019. Forberedende arbeider med etablering av forskjæring er planlagt april 2019. Det legges opp til at entreprenøren kan drive tunnel fra begge sider samtidig. I så tilfelle halveres tunneldriveperioden til totalt 14 uker.

Tunneldrivingen genererer prosessvann/tunnelvann som normalt inneholder økte nivåer av olje, nitrogen og suspendert stoff. Bruk av betong/semment kan i tillegg gi høy pH i tunnelvannet. Teoretisk maksimalt volum tunnelvann som slippes ut i anleggsfasen med driving fra én side er ca. 535 L/min i opptil 6 timer per døgn. Ved driving fra både østre og vestre påhugg er teoretisk maksimalt volum det dobbelte (ca. 1.070 L/min). Tunnelvannet skal ledes gjennom et renseanlegg som reduserer innholdet av suspendert stoff og olje. Planlagt utslippspunkt er til sideterreng som drenerer til resipienten Tya.

Renseanlegget skal ha et system for regulering av pH. Renseanlegget må dimensjoneres slik at utslippsvannet tilfredsstiller grenseverdiene angitt nedenfor. Entreprenør er ansvarlig for å etablere og drifte et renseanlegg som vil kunne tilfredsstille rensekravene. Renseanlegget skal ha et system for overvåking av vannkvalitetsverdier (pH og turbiditet), samt vannmengder som slippes ut. Det skal etableres et system som varsler eventuelle avvik ved renseanlegget.

Følgende utslippskrav foreslås og vil kunne overholdes med renseanlegg som normalt benyttes ved denne typen anleggsarbeid:

- Suspendert stoff < 100 mg/l (døgnblandprøve, evt. stikkprøve under full drift)
- Turbiditet < 100 NTU (ved overvåking)
- pH innenfor 6-8
- Olje (C₅-C₃₅) < 5 mg/l (døgnblandprøve, evt. stikkprøve under full drift)

Det skal ta vannprøver ukentlig som sendes til kjemisk analyse hos et akkreditert laboratorium og analyseres for pH, olje og suspendert stoff.

Byggherre er ansvarlig for overvåkningsprogrammet av resipient. Prøvetaking og vurdering av resultatene skal utføres av personell med miljøfaglig kompetanse.

Utslipp av tunnelvann i driftsfasen omfatter vann fra vask av tunnel. Tunnelvaskevann vil ledes gjennom flere sandfang inne i tunnelen som drenerer mot en større oljeutskiller ved portal i vest før utslipp i sideterreng. Det skal ikke benyttes såpe ved tunnelvask.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	05.02.19	Korreksjon av drivetid, vannmengder og detaljer rundt prosjektet.	Silje M. Vasstein	A. Wyspianska	J. H. Vedelden
00	31.01.19	Utslippssøknad tunnelvann i anleggs- og driftsfasen – klar til utsendelse	Silje M. Vasstein	A. Wyspianska	J. H. Vedelden

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Grunnlagsdokumentasjon.....	5
1.2	Beskrivelse av tiltaket	5
2	Lokalitetsbeskrivelse.....	7
2.1	Generelt	7
2.2	Resipienter.....	7
2.3	Geologiske grunnforhold	8
2.4	Forurensningssituasjonen.....	9
2.5	Nedbørsfelt og vannføring.....	9
2.6	Vannkvalitet.....	10
2.7	Naturforhold	11
3	Tunneldriving.....	12
3.1	Tunneldrivevann	12
3.1.1	Sprengstein	13
3.1.2	Bunnrensk	13
3.1.3	Slam fra grøfterensk og renseanlegg	13
4	Utslipp av tunneldrivevann	14
4.1	Vannmengder	14
4.2	Forurensningskomponenter i tunneldrivevann	15
5	Vannbehandlingsanlegg.....	17
5.1	Utslippspunkt.....	17
5.2	Vannovervåkning av rensed tunneldrivevann	18
5.3	Grøfterensk, bunnrensk og slam fra sedimentasjonsbasseng	18
6	Grenseverdier og risikovurdering.....	18
6.1	Forslag til grenseverdier for tunneldrivevann.....	18
6.2	Risikovurdering	18
7	Kontroll og overvåkning for utslipp av tunnelvann.....	19
7.1	Prøvetaking av resipient før anleggsstart	20
7.2	Prøvetaking av resipient i anleggsfasen.....	20
8	Utslipp av vann i driftsfasen.....	20
8.1	Prosedyre ved vasking. Mengde vaskevann.	20
8.2	Vannkvalitet	21
8.3	Planlagte rens tiltak i driftsfasen	22
8.4	Risikovurdering	23
9	Referanser	24

1 Innledning

Statens vegvesen skal utbedre fv. 53 på vegstrekningen mellom Ljoteli og Holsbru i Årdal kommune. Prosjektet er et skredsikringstiltak som innebærer bygging av ny vegtunnel ved Ljoteli, Ljotelitunnelen, som skal bidra til å redusere risikoen for skade på mennesker som kjører langs vegstrekningen. Prosjektet skal og medføre at fv. 53 blir en forutsigbar og åpen veg med færre stengninger. Utbyggingen vil medføre arbeider som kan påvirke nærliggende vassdrag.

Multiconsult Norge AS er engasjert som prosjekterende konsulent av Statens vegvesen for utarbeidelse av byggeplan og konkurransegrunnlag.

Foreliggende rapport gir en beskrivelse av prosjektet og hvilke tiltak som vil bli satt inn for å redusere miljøpåvirkninger ved utslipp av tunnelvann, og er en søknad om tillatelse til utslipp etter forurensningsloven §11.

Statens vegvesen søker med dette Fylkesmannen i Vestland om tillatelse til utslipp av tunnelvann fra Ljotelitunnelen i anleggs- og driftsfase.

1.1 Grunnlagsdokumentasjon

Informasjon i denne søknaden er basert på relevante reguleringsplaner for området, informasjon i offentlig tilgjengelige databaser og rapporter, samt beskrivelse av gjennomføring av prosjektet og gjeldende lover og forskrifter som listet opp i referanseliste kapittel 9.

Det er utarbeidet en YM-plan (ytre-miljøplan) [3] som er basert på gjennomført miljørisikovurdering for anleggs- og driftsfase. I miljørisikovurderingen er det konkludert med at det er nødvendig med avbøtende tiltak for at håndtering av tunnelvann skal være innenfor akseptabel miljørisiko.

1.2 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaksområdet omfatter Ljoteli som ligger øst for Øvre Årdal i Årdal kommune langs fv. 53 Tyin – Årdal (figur 1-1). Det er utarbeidet forslag til reguleringsplan for fv. 53 Ljoteli [1], som er vedtatt. Prosjektet er ikke omfattet av forskrift om konsekvensutredning [1] [2].

Årsdøgntrafikken (ÅDT) for fv. 53 i området er omtrent 300 kjøretøy per døgn i 2017, med 14 % tunge kjøretøy. Ut fra gjeldende trafikkprognoser vil stipulert trafikkmengde 20 år etter åpning være omtrent 360 kjøretøy per døgn [1].

For å skredsikre vegstrekningen ved Ljoteli skal det bygges en ca. 1.080 m lang tunnel (tverrsnitt T8,5) med tilhørende forskjæringer. Tunnelen skal bygges med 7,5 % stigning og i tunnelklasse B i henhold til håndbok N500 [4]. Ny tunnel skal knyttes til eksisterende vegnett. Tunnelen skal utformes med 100 % vann- og frostsikring.

Byggetiden for hele prosjektet er beregnet til ca. 2 år, med foreløpig byggestart for forberedende arbeider i april 2019. Forberedende arbeider innebærer klargjøring av forskjæring. Tunneldriving har antatt oppstart desember 2019, og er antatt å pågå i 28 uker forutsatt at det drives tunnel fra én side ved forskjæring i øst.

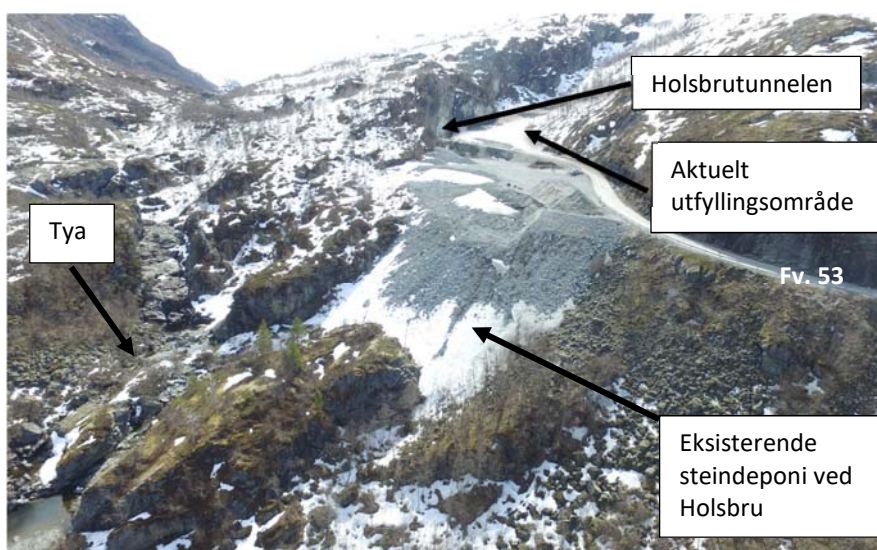
Det kan bli aktuelt å drive tunnel fra begge sider dersom entreprenør ønsker det. I så tilfelle halveres tid for tunneldriving til 14 uker. Det legges derfor opp til riggområder for anleggsarbeider ved påhugg både øst og vest for Ljoteli-tunnelen. Selve hovedområdet for kontorbrakker skal trolig plasseres nede ved Øvre Årdal.

Utslipp av rensset tunneldrivevann vil ledes fra renseanleggene og ut i sideterreng langs eksisterende fv. 53 innenfor anleggsområdet. Utslipp av rensset tunnelvann i sideterreng må gjøres på en slik måte at det ikke medfører erosjon av eksisterende løsmasser. Nøyaktig plassering av utslipps-punkt må avklares i dialog mellom utførende entreprenør og byggherre.

Overskuddsmassene fra tunnel skal deponeres ved Holsbru, som ligger omtrent 2,5 km øst for Ljoteli (figur 1-1). Totalt er det beregnet uttak av ca. 82.400 m³ tunnelstein. Per i dag er Holsbru allerede utfylt med overskuddsmasser fra vannkrafttunneler fra Hydro Energi AS sitt kraftanlegg (figur 1-2). Deponering av steinmasser ved Holsbru er videre omtalt i YM-plan [3].



Figur 1-1: Oversiktskart som viser plassering av prosjektområdet. Kartkilde: www.norgeskart.no



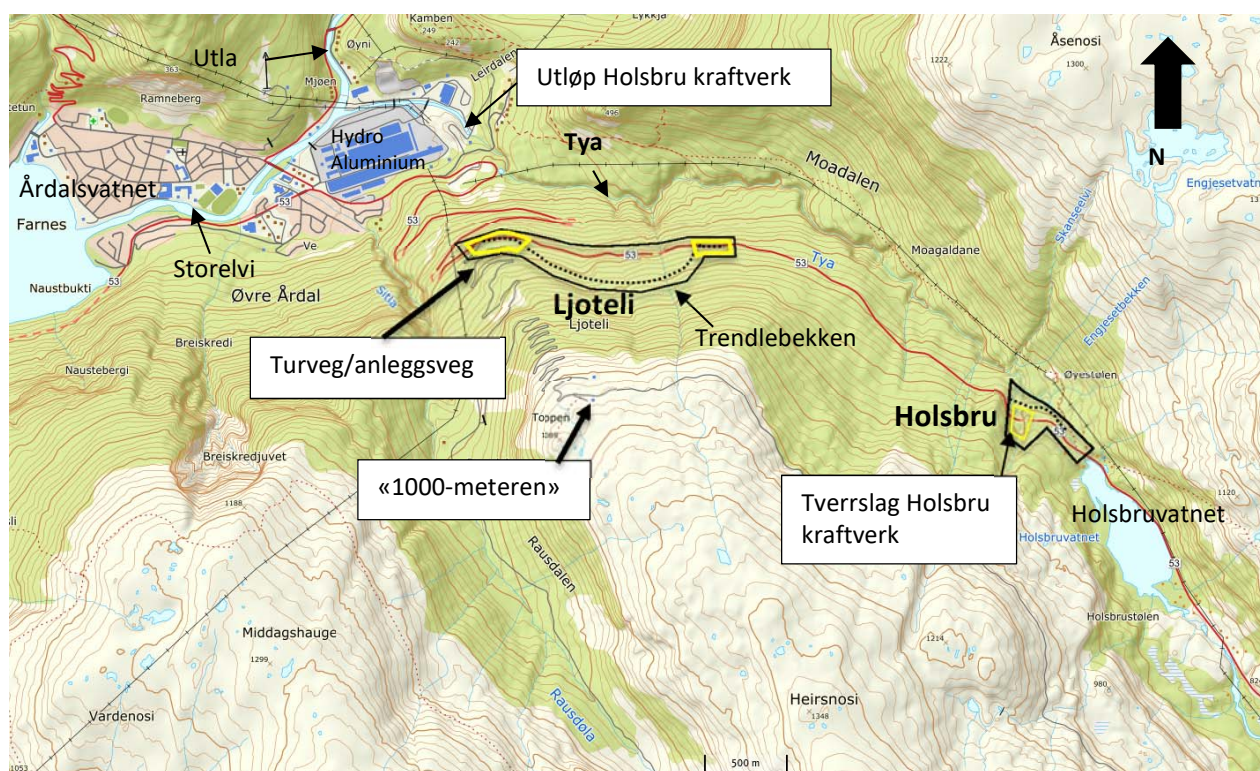
Figur 1-2: Dronefoto av eksisterende veg og eksisterende steindeponi ved Holsbru. Bildet er tatt mot øst. Kilde: Statens vegvesen

2 Lokalitetsbeskrivelse

2.1 Generelt

Planområdet går langs fv. 53 i bratt sideterreng langs Moadalen, se figur 2-1. Fra fv. 53 ved Ljoteli går den gamle vegen mellom Årdal og Tyn opp mot «1000-meteren» ved Heirsnosi. Denne vegen blir i dag benyttet som turveg/anleggsveg.

Langs Moadalen renner elven Tya med utspring fra Holsbruvatnet, som er det øverste magasinet i Holsbru kraftverk. Kraftverket fornyet konsesjonen i 2008 og har vært i drift siden 2012 [6]. Ved Holsbru har Hydro Energi AS avkjørsel fra fv. 53 for tilkomst til et av tverrslagene til Holsbru kraftverk (figur 2-1). I forbindelse med bygging av kraftverkene er den tidligere kløften ved Holsbru fylt igjen med tunnel-masser. Holsbru kraftverk har i tillegg til inntak i Holsbruvatnet tre bekkeinntak langs planområdet, og utløp ved Hydro Aluminium i Øvre Årdal.



Figur 2-1: Oversiktskart som viser planområdet ved Ljoteli og Holsbru, markert med svart heltrukket linje. Omtrentlig avgrensning av aktuelle riggområder er markert med gul heltrukket linje. Svart stiplet linje markerer ny veglinje. Kilde: www.norgeskart.no

2.2 Resipienter

Planområdet krysser mindre bekker som renner ned mot elven Tya, se figur 2-1. Ved Ljoteli er det en høydeforskjell på omtrent 300 m ned til Tya. Elven Tya er en del av Årdalsvassdraget og renner fra Holsbruvatnet og ned mot Øvre Årdal langs Moadalen.

Tya munner ut i elven Utløp, der samløpet mellom Tya og Utløp utgjør Storelvi som renner ut i Årdalsvatnet (figur 2-1). Nedre del av Tya, Storelvi og Utløp er lakseførende (anadrom strekning) [7].

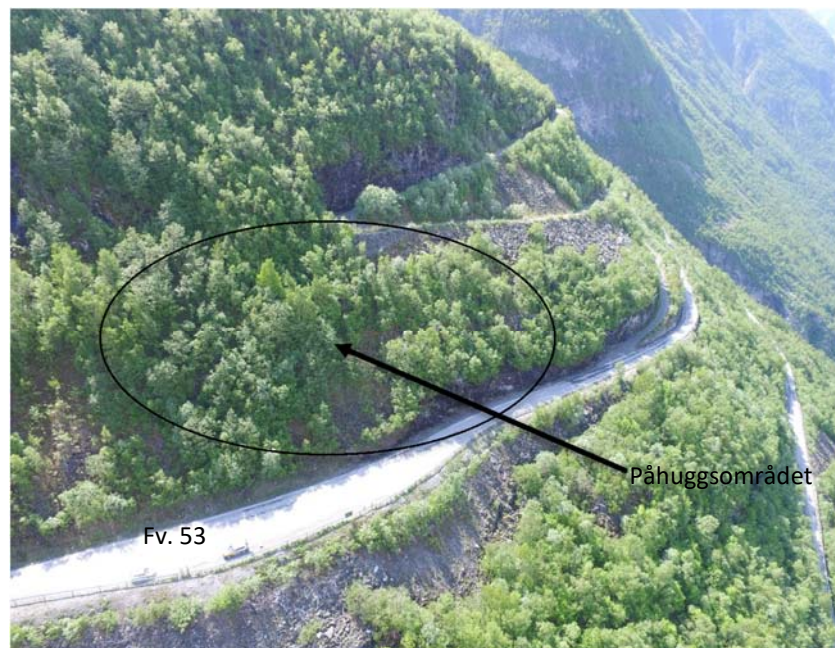
2.3 Geologiske grunnforhold

Ifølge NGUs berggrunnskart består berggrunnen i området av pyroksengranulitt som er en mørk og mafisk gneis [8]. Videre opp Heirsnosi består berggrunnen av granatamfibolitt, som er en mørk amfibolitt. Langs Moadalen er det intrusjoner av granodioritt i tynne ganger [8]. Bergartene i området er en del av Jotundekket.

Pyroksengranulitt er en eldre omdannet dypbergart av silikatmineraler. Granulitt er en grovkornet dypbergart dannet under høy temperatur. Pyroksengranulitt inneholder blant annet feltspat og pyroksen, der pyroksen er et jern- og magnesium mineral. Bergarten har en tydelig overflateforvitring og flaker seg lett opp.

Fra planomtalen til fv. 53 Ljoteli er det kartlagt noen intrusjoner av lys granodioritt. Denne opptrer både som massive parti og uregelmessige ganger og årer i pyroksengranulitten. Lengre opp mot fjellet er det kartlagt granatamfibolitt og delvis omdannet pyroksengranulitt. Utført seismiske undersøkelser tyder på oppsprukket berg av relativt dårlig kvalitet, med tett oppsprekking og fall som går parallelt med dalsiden. Det er vurdert at kvaliteten vil være noe bedre lengre inn i fjellet [1]. Bergartene vil ikke gi surt avrenning eller fare for utlekking av aluminium (Al).

Sideterrenget har tynt dekke av vegetasjon og løvskog samt bart fjell, se figur 2-3. Det er kartlagt skredmateriale flere steder i planområdet, som veksler mellom fin blokk og grov blokk. Løsmasser i området er ifølge NGUs nasjonale løsmassedatabase bestående av skredmateriale og bart fjell [9]. Enkeltvis er det et tynt dekke av morene, men dette er i hovedsak oppover fjellsiden mot Heirsnosi [1].



Figur 2-2: Dronefoto viser det vestlige påhuggsområdet for Ljotelitunnelen. Dronefoto viser masser av ur, skredmateriale og vegetasjon i sideterrenget [1]. Bildet er tatt mot sør-vest. Gamlevegen mellom Årdal og Tyin er synlig i bakkant av påhuggsområdet. Kilde: Statens vegvesen.

2.4 Forurensnings situasjonen

Det forventes ikke å påtreffes forurenset grunn i tiltaksområdet, da det ikke er kjente historiske eller nåværende kilder til forurensning i området, eller forekomster av syredannende bergarter.

Det er ikke registrert lokaliteter med forurenset grunn i tiltaksområdet i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase [10]. Nærmeste registrerte lokalitet er ved Hydro Aluminium Årdal sitt deponi [10].

Mengden og sammensetningen av tunneldrivevannet vil påvirkes av anleggsarbeidets ulike faser. Eventuelle forurensninger fra anleggsmaskinene ved lekkasjer/drypp/søl kan være kilde til forurensning. Mulig forurensning i tunneldrivevannet beskrives nærmere i kapittel 4.2.

2.5 Nedbørsfelt og vannføring

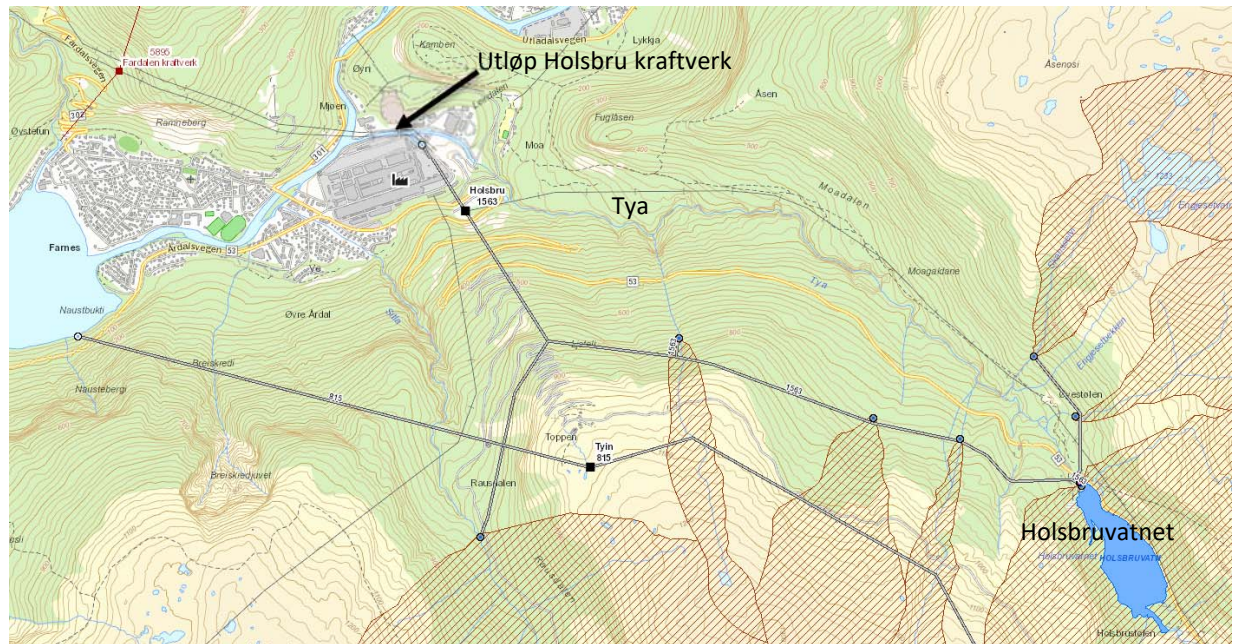
Nedbørsfeltet til Tya er sterkt regulert gjennom Holsbru kraftverk. Tya har en elvelengde på omtrent 6 km, der høyden i nedbørsfeltet ligger mellom ca. 200 og 800 moh. Holsbru kraftverk har ett inntak ved Holsbruvatnet og seks bekkeinntak i Moadalen, se figur 2-4 [12].

Slukeevnen til inntaket ved utløpet av Holsbruvatnet vil være større enn middelstilsiget til Holsbruvatnet. Det vil derfor kun være overløp fra Holsbruvatnet i flomperioder. I største delen av året vil det ikke være overløp over dammen i Holsbruvatnet, noe som innebærer liten vannføring i Tya. Det er ikke pålagt slipp av minstevannføring fra Holsbruvatnet [6].

For Tya er det beregnet en gjennomsnittlig restvannføring på ca. 222 l/s og alminnelig lavvannføring på ca. 12 l/s [6]. Det er relativt stor usikkerhet knyttet til avrenningsdata på små del-felt som Tya, da lokale topografiske forhold og klimavariasjoner gir store utslag på avrenning. Ved fisketelling utført av Rådgivende Biologer 31.10.17 ble vannføringen i nedre del av Tya rett oppstrøms utløp av Holsbru kraftverk anslått å være omtrent 0,2 m³/s [7].

Tya munner ut i elven Utle, der samløpet mellom dem utgjør Storelvi. Det er lav vannføring om vinteren i elvene på grunn av at mesteparten av nedbøren kommer som snø i det høytliggende nedbørsfeltet. I vintermånedene januar-mars er gjennomsnittlig vannføring i Storelvi 1,6-2,0 m³/s. I perioden 1971 til 2017 var laveste døgnvannføring 0,11 m³/s 01.04.13, og den høyeste 419,7 m³/s 02.08.83. Ved fisketelling 31.10.17 var vannføring i Storelvi var 4,7 m³/s [7].

Det er høyere vintertemperatur i Storelvi enn i Utle på grunn av utslipp av varmt prosessvann fra Hydro Aluminium i Tya. Det legger seg ikke is i Storelvi vinterstid [11].



Figur 2-3: Kart viser trasé for vannkraft og nedbørsfelt. Sorte firkanter markerer vannkraftverk mens grå/blå punkter markerer inntakspunkt. Hvit/blå punkter markerer utløpspunkt. Grå linjer markerer kraftverkstunnel. Brune skraverte felt markerer del-felt i nedbørsfeltet. Holsbruvatnet er markert som reguleringsmagasin for kraftproduksjon. Kilde NVE [12]

2.6 Vannkvalitet

I henhold til vannforskriften [13] er miljømålet for norske vannforekomster minst god kjemisk og økologisk tilstand.

For Tya (vannforekomst-id.: 074-189-R) angir databasen Vann-nett [14] unntak fra mål om økologisk god tilstand med grunnlag i at vannforekomsten er sterkt modifisert gjennom vannkraftutbygging. Mål om økologisk tilstand er satt til moderat. Databasen oppgir ingen risiko for at miljømålet om god kjemisk tilstand ikke oppnås innen 2021.

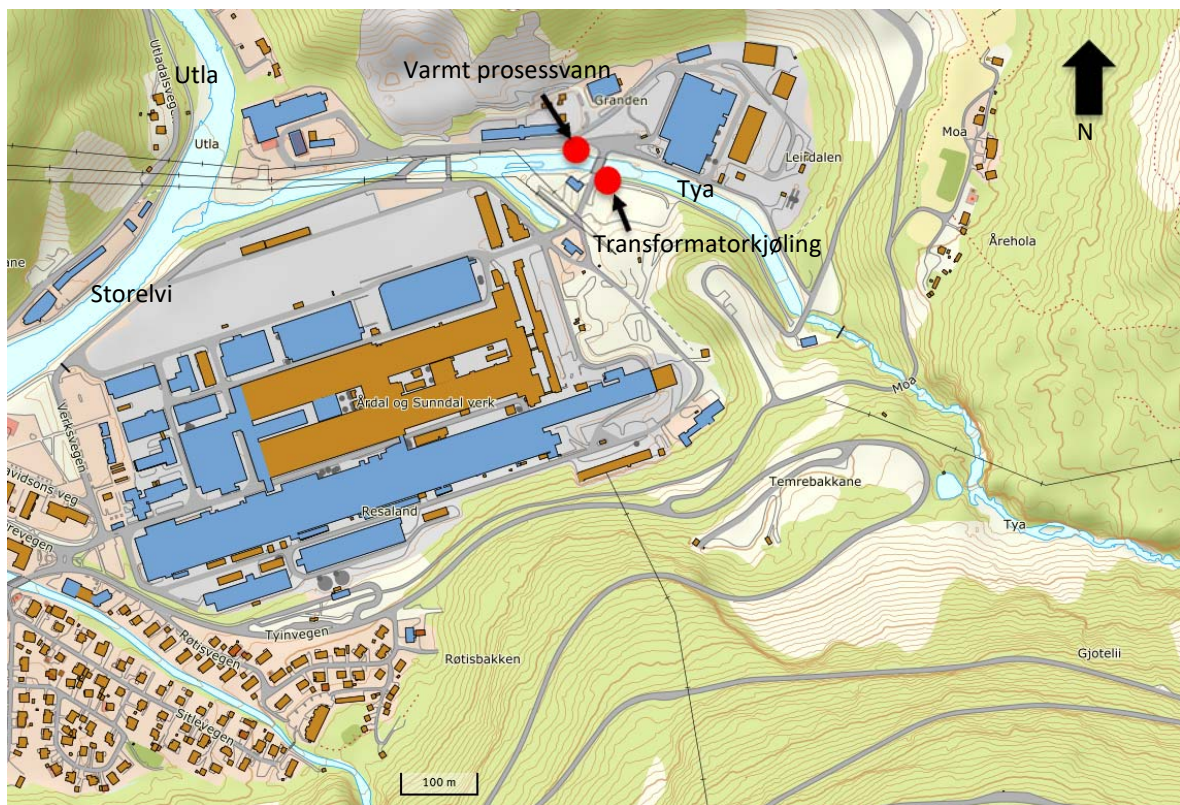
I databasen Vann-nett [14] oppgis Tya som vanntypen kalkfattig klar elv (vanntype RWM1811). Denne klassifiseringen tilsier et kalkinnhold mellom omtrent 0,75-1 mg/l, samt ett innhold av totalt organisk karbon (TOC) på 2-5 mg/l og suspendert stoff (STS) på < 10 mg/l. I forbindelse med utbygging av industri og kraftverk på 1970-tallet ble det gjennomført målinger av vannkvalitet i nedre del av Tya [15], nedstrøms utløp fra Holsbru kraftverk. Det er så langt Multiconsult kjenner til ikke utført målinger av vannkvalitet i nedre del av Tya i nyere tid. Kjemisk tilstand i Tya er ukjent [14].

Holsbruvatnet er i vann-nett (vannlokalitets id. 074-29820-L) registrert som vanntype svært kalkfattig klar innsjø, med innhold av TOC på 2-5 mg/l og suspendert stoff mindre enn 10 mg/l [14]. På grunn av vannkraftregulering er økologisk tilstand vurdert som moderat [14]. Det er registrert målinger av vannkvalitet ved Holsbruvatnet i Vann-miljø [15]. Resultater fra målingene som er tatt i 2003 og 2017 viser at Holsbruvatnet kan klassifiseres som tilstandsklasse I (meget god) for organiske stoffer, pH og næringsalter iht. TA-1468/1997 [16].

I Storelvi (vannlokalitetskode 074-28432) er det utført målinger av vannkvalitet i perioden 2003 til 2018 [15]. Ifølge resultater i perioden, kan gjennomsnittsverdier iht. TA-1468/1997 klassifiseres som tilstandsklasse I til II (meget godt til god) for organiske stoffer, næringsalter og pH. Unntaket er gjennomsnittsverdier for turbiditet i perioden som tilsvarer tilstandsklasse III (mindre god) [16]. I Vann-miljø defineres vannkvaliteten i Storelvi som svært god [15].

Basert på utførte målinger ved Holsbruvatnet og Storelvi som tilsier god kjemisk vannkvalitet, antas det at Tya vil ha tilsvarende vannkvalitet med tanke på kjemisk tilstand.

I følge rapport fra Rådgivende biologer om effekt av utslipp av varmt prosessvann i nedre del av Tya og i Storelvi [11], slippes det ut vann som kan ha temperaturer opp til 64 °C og i mengde fra 0-77 l/s med utslipp flere ganger i døgnet i nedre deler av Tya. Det er ett utslipp av varmt prosessvann og ett utslipp av kjølevann fra transformatorkjøling i Tya, se plassering av utslippspunkt i figur 2-5. Temperaturmålinger viste at prosessvannet i elva nærme utslippspunktet kunne ha temperaturer opp mot 50 °C i Tya. Temperaturmålinger viste at nedover vassdraget avtok temperaturen fra 35°C i utslippet til 21°C ca. 30 m nedenfor utslippet, og til 12°C ved samløpet med Utla. Nedkjølingen i Tya er avhengig av vannføringen i restfeltet til Tya, driftsmønsteret til Holsbru kraftverk og lufttemperaturen [11].



Figur 2-4: Kart som viser plassering av utslippspunkt for varmt prosessvann og utslipp av vann fra transformatorkjøling [10]. Kartkilde: www.norgeskart.no

2.7 Naturforhold

Sideterrenget fra anleggsområdet og ned mot Tya består av tynt vegetasjonsdekke, løvskog og skredmateriale [1]. Det er ikke registrert rødlistede arter eller viktige naturtyper i eller nær planområdet. Det er gjort registreringer av lerketrær som ikke er artsbestemt. Lerk er fremmed art i Norge. Forekomst av lerketrær vil ikke komme i konflikt med de planlagte arbeidene [3]. I sideterrenget er det flere mindre bekker som stort sett er tørre hele året, da de fungerer som bekkeinntak til Hydro kraftverk [12].

Utslippspunkt for tunnelvann er planlagt ut i sideterrenget langs fv. 53, der entreprenør i samråd med byggherre skal velge eksakt plassering ut fra planlagte riggområder. Det er foreløpig ikke bestemt om det skal drives tunnel fra begge sider. I søknaden planlegges det tunneldriving fra én side i øst.

Det er en høydeforskjell på omtrent 300 m (150 moh til 450 moh) og en avstand i luftlinje på omtrent 420 m mellom anleggsområdet og Tya. Når utslippsvannet kommer ned til Tya, er det en avstand på omtrent 1,5-2 km før utløp til Storelvi. Det er ikke gjort registreringer av gyteområder såpass langt opp i elven der utslippspunkt foreløpig er forespeilet, men det kan ikke utelukkes at fisk kan vandre opp elven dersom det er tilstrekkelig vannføring.

Det er beregnet et totalt anadromt elveareal på ca. 497.000 m² i Årdalsvassdraget ved middelvannføring [7]. Av dette har ifølge Rådgivende biologer Tya en anadrom strekning som er 1 km lang med areal 12.000 m², der anadrom strekning er mot utløpet i Storelvi. Anadromt areal i Storelvi er ifølge Rådgivende biologer på ca. 90.000 m² [7].

Ved fisketelling i Tya 31.10.17 ble det funnet stor spredning i lengde og alder av ørret og årsyngel. Dette kan indikerer at ørrettingene holder seg i Tya det meste av tiden, som kan forklares av vanntemperaturen fra utslipp av varmt prosessvann fra Hydro Aluminium [7].

Det ble utført telling av ungfisk ved fem stasjoner i Storelvi 31.10.17. Det var høy tetthet av ørretunger i Storelvi, og års-yngelen var den klart mest talrike aldersgruppen. Ved én stasjon i Storelvi var det en tetthet på 312 ørretunger pr. 100 m², som er svært høyt. I Storelvi var samlet tetthet av ørretunger i 2017, den høyeste som er registrert siden 2002 [7].

Det antas at gytetoppen for laksen i Årdalsvassdraget er mellom 25. og 30. oktober. Gytetoppen for ørret er trolig 1-2 uker tidligere, dvs. i midten av oktober [7].

3 Tunneldriving

Det antas at tunnelen vil drives fra én side ved forskjæring i øst. Det planlegges oppstart av forberedende arbeider som grunnarbeider og klargjøring av forskjæring i april 2019. Tunneldrivingen har planlagt oppstart rundt desember 2019. Drivingen er antatt å vare i ca. 28 uker. Total anleggsperiode er anslått å vare i ca. to år. Drivestrekning av tunnelen er totalt 1.080 m lang.

Det legges til rette for at entreprenøren kan drive tunnel fra to sider. I så tilfelle, vil drive-tiden halveres til ca. 14 uker.

Tunnelen vil ha stigning 7,5 %. Fra øst vil tunnelen drives på synk. Dersom det drives fra begge sider vil tunnelvannet ledes til hver sine riggområder i øst og vest. Tunnelvannet (prosessvann + innlekkasjevann) vil i tunnelen som drives på synk pumpes til renseanlegget i øst og renses før det slippes ut i sideterreng ved fv. 53. Tunnelvann fra tunnel som drives på stigning vil ledes via grøfter til renseanlegg på riggområdet i vest og renses før det slippes videre ut i sideterreng ved fv. 53.

3.1 Tunneldrivevann

Under driving av tunneler genereres det tunnelvann / prosessvann. Mengden og sammensetningen av tunnelvannet reflekterer anleggsarbeidets ulike faser. Volumet styres blant annet av entreprenøren arbeidsprosesser og produksjonshastigheten. Ved tunneldriving brukes det vann til boring av salve. Det kan også være aktuelt med spyling av røysa før utlasting på grunn av arbeidsforhold, samt spyling av berget dersom det er behov for sikring. Vann vil også bli brukt til spyling av utstyr.

Vannkvaliteten vil påvirkes av forurensninger fra sprengstoff, betong, injeksjonsmasser og utslipp/lekkasjer fra maskiner. De ulike forurensningskomponentene er å finne i de ulike tunnelmassene som normalt består av sprengstein, bunnrensk og eventuelt grøfterensk.

Tunnelvannet vil i hovedsak være en blanding av:

- Innlekkasjevann fra berggrunnen
- Produksjonsvann fra boring og sprengning
- Vann til bruk i forbindelse med eventuell sprøytebetong
- Driftsvann fra maskiner i forbindelse med vann- og frostsikring

Siden tunnelmassene vil påvirke vannkvaliteten omtales de kort i de tre følgende kapitler. Nærmere vurderinger av masser er gitt i YM-planen [3].

3.1.1 Sprengstein

Driving av tunnelene vil generere omtrent 82.400 m³ sprengsteinsmasser, hovedsakelig av pyrosengranulitt og granodioritt. Dette er bergarter som normalt ikke forbindes med spesielt høye nivåer av tungmetaller eller med høyt syredannende potensial. Multiconsult er ikke kjent med at det er gjort nærmere undersøkelser av tungmetaller eller syredannede egenskaper av berggrunnen.

Sprengsteinmassene vil inneholde en del finstoff som ved utfylling nær resipienter kan medføre avrenning og partikkelspredning og dermed kunne forårsake negativ effekt på vannlevende organismer.

Massene vil inneholde en varierende mengde uomsatt nitrogen fra sprengstoff. Mengden som følger tunnelmassene vil variere med hvor mye som vaskes ut sammen med tunnelvannet.

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF) anslår at nitrogen i sprengstoffrester fordeler seg med 50 % som følger sprengsteinsmassene og 50 % som vaskes ut med tunnelvann i form av ammonium og nitrat [17]. Det er planlagt å legge sprengstein i massedeponier ved Holsbru. Nitrogenforbindelsene som følger sprengsteinen vil vaskes ut over tid, avhengig av nedbør, mengde masser og mektighet av massene.

3.1.2 Bunnrensk

Bærelagsmasser for kjøring og massetransport inne i tunnelen i anleggsfasen består normalt av nedknust og utsprengt fjell, videre omtalt som bunnrensk. Dette er i utgangspunktet rene masser som i varierende grad blir forurenset på grunn av spill og lekkasjer av olje og drivstoff fra kjøretøy og maskiner, sprengstoff og fra nedfall av sprøytebetong (prelltap) som kan inneholde seksverdig krom (CrVI).

Bunnrensk genereres på tunnelstrekninger der bærelaget tas ut etter ferdig driving. Massenes forurensningsgrad må undersøkes og vurderes før sluttdisponering. Bunnrensk kan ikke deponeres sammen med tunnelmasser for øvrig, med mindre det kan dokumenteres at massene er rene (jf. forurensningsforskriften kap. 2 [18]). Forurensede masser må håndteres og leveres til godkjent mottak avhengig av stoffinnhold.

Bunnrensk inneholder ofte steiner med størrelse over 20 mm som kan sorteres ut og håndteres som rene masser dersom de ikke har synlig belegg av olje. Sortering og mellomlagring skal foregå innenfor anleggsområdet uten skadelig avrenning til vassdrag. Forurensede masser skal mellomlagres på tett dekke, fiberduk eller lignende for å hindre at rene masser blandes med forurensede masser. Rene masser kan deponeres ved Holsbru sammen med øvrige sprengsteinsmasser.

3.1.3 Slam fra grøfterensk og renseanlegg

Under driving av tunnel vil det bli generert slam fra kjerneboring av sprengstoffhull, der vannet ved boring også bidrar til å kjøle ned boreriggen samt spyle rent hullet. Vannet fra tunneldriving vil inneholde partikler fra steinmassene og olje. Under drivingen blir det ofte anlagt grøfter langs

tunnelsidene for å lede tunnelvannet bort. Slik avrenning medfører sedimentasjon av finstoff (slam) i grøftene, og eventuelt stedvis opphoping av olje i slammet. Der tunnel drives på stigning, vil bare noe av slammet samles i grøftene på grunn av bratt helning. Der tunnel drives på synk, vil tunnelvannet pumpes til renseanlegget. Mye av slammet vil sedimenteres i renseanlegget.

Grøfteslam vurderes normalt å være forurenset, på samme måte som sedimentert finstoff og slam i renseanlegget fra oppsamlet tunnelvann.

Slam i grøfter og renseanlegg må håndteres som forurenset masse og leveres godkjent mottak avhengig av stoffinnhold. Slam skal ikke deponeres ved Holsbru.

4 Utslipp av tunneldrivevann

Utslipp av tunneldrivevann i anleggsfasen omfatter produksjonsvann fra boring og sprengning av tunnelene, vann som lekker inn i tunnelene fra det omliggende berget (innlekkasjevann) og generelt forbruk av vann til spyling av røys og stuff. Etter gjennomslag av tunnelen vil mengde produksjonsvann reduseres. Det vil trolig benyttes noe vann i forbindelse med etterarbeidene i tunnel som vann- og frostsikring, men vannmengder vil være betydelig mindre enn ved tunneldriving.

Mengde tunneldrivevann vil avhenge av tunnelens dimensjoner samt berggrunnens permeabilitet, bergoverdekning, størrelsen på nedbørsfeltet og nedbørintensiteten. I kapittel 4.1 og 4.2 beskrives vannmengdene og de sannsynlige forurensninger i utslippsvann under anleggsfasen. I kapittel 5 beskrives utslippspunkt og planlagt vannbehandling. Kapittel 6 inneholder en vurdering av mulige miljøkonflikter (risikovurdering) i forbindelse med planlagt utslipp.

4.1 Vannmengder

I utgangspunktet antas det at tunnelen skal drives fra én side over ca. totalt 28 uker. Det legges til rette for at entreprenøren kan drive tunnel fra to sider, noe som vil halvere total tunneldrivetid.

Det legges til grunn at det vil bores med én borerigg med tre bomber og at tunnel drives fra øst, med etablering av renseanlegg ved riggområdet i øst. Renseanlegget i øst må dimensjoneres for å takle større pulser av vannmengder, da tunnelvann må pumpes ut fra stuff. Videre i beregninger tas det høyde for maksimale teoretiske totale vannmengder fra én stuff.

Det antas at det ved boring av én salve benyttes ca. 300 L/min. Det vil også benyttes vann til spyling av stuff og røys, med et forbruk på ca. 20 L/min.

I tillegg til vannforbruket fra tunneldriving og produksjon, vil det være innlekkasje av grunnvann og overflatevann fra omliggende berg. Mengden innlekkasjevann er usikkert. Det er mye vann i terrenget og i berget i tiltaksområdet. Det er store problemer med is langs veistrekningen til fv. 53, og de eksisterende tunnelene langs fv. 53 har en god del drypp. Flere av tunnelene langs fv. 53 i området har 100 % vann- og frostsikring, men til tross høres det drypp ved befarings. Den største usikkerheten når det gjelder innlekkasje er om det påtreffes en sone som leder vann fra krafttunnelen (som har høyt vanntrykk) og inn mot tunnelen. Det legges opp til innlekkasje på 15-25 L/100 m tunnel under driving. Innlekkasjemengden vil øke i takt med antall tunnelmeter som blir utsprengt. Teoretisk maksimal vannmengde vil være mellom 162 – 270 L/min for hele tunnallengden på 1.080 m. På grunn av usikkerheter med innlekkasjevann vil det videre benyttes 215 L/min i beregninger av maksimale vannmengder.

Totale vannmengder ved tunneldriving fra én side med én borerigg blir ca. 535 L/min (32 m³/t), som er kapasiteten renseanlegget for én stuff bør ha for å håndtere de daglige pulsene tunnelvann

(produksjonsvann + innlekkasjevann). Den teoretiske vannmengden er beregnet for opptil 6 timer per døgn over en periode på 28 uker.

Dersom det drives fra to sider vil total drivetid halveres til 14 uker, med total teoretisk utslipp av vannmengde 1.070 L/min (64 m³/t). Renseanlegget i vest vil få jevn tilførsel av tunnelvann, da tunnelvann vil renne på fall ut av tunnelen. Det vil trolig være behov for et mindre renseanlegg ved påhugg i vest.

Det er viktig å merke seg at vannmengdene vil bli generert i pulser gjennom dagen. Utkjøring av masser fra stuff, og forberedelse av ny salve, vil ta lengre tid enn produksjonsintervallet. Mengder vannproduksjon fra tunnelarbeider vil variere veldig mye, både fra time til time og fra dag til dag. Når det er gjennomslag i tunnelen vil mengde vann avta betydelig. Perioden som vil generere en del vann vil være i perioden med tunneldriving.

4.2 Forurensningskomponenter i tunneldrivevann

Innlekkasjevannet antas å være rent, og dette vil blandes med produksjonsvannet fra boreriggene før utslipp. Konsentrasjoner av forurensning og partikler i tunneldrivevannet vil variere gjennom utslippsperioden. Det forventes ikke at utlekking av metaller fra selve bergarten vil være noe nevneverdig problem.

Steinstøv som dannes fra sprengning vil gi tunnelvann som inneholder suspendert stoff (fine partikler) og som kan medføre tilslamming i resipienten. Disse partiklene kan være tynne og spisse. Det antas vanligvis at ferske sprengningspartikler har en struktur med større skadepotensial på biologisk vev enn avrundende partikler [19]. Typisk for tunnelvannet er at det i perioder vil ha høyt innhold av suspendert stoff som følge av stor aktivitet knyttet til blant annet boring og sprengning, nedmaling av steinmasser ved bruk av anleggsmaskiner, slitasje av dekket på transportveger, etc.

Tunnelvannet kan være forurenset av drifts- og vedlikeholdsmidler som olje, diesel og rensedmidler ved søl og lekkasjer fra anleggsmaskiner. I tillegg vil tunnelvannet også inneholde rester av uomsatt sprengstoff som medfører utslipp av nitrogen.

I tunnelanlegg forbrukes ofte store mengder sementprodukter både til injeksjon og til sprøytebetong. Dette fører til at drens vannet i perioder får høy pH. I dette tilfelle er det ikke lagt opp omfattende injeksjon under tunneldriving, det vil kun utføres injeksjon i områder med høy innlekkasje. Det vil trolig også benyttes sprøytebetong til arbeidssikring under tunneldriving. Det forventes at tunnelvannet i perioder vil være basisk. Når etterarbeider med vann- og frostsikring skal utføres vil produksjonsvannet bli basisk som følge av injeksjon.

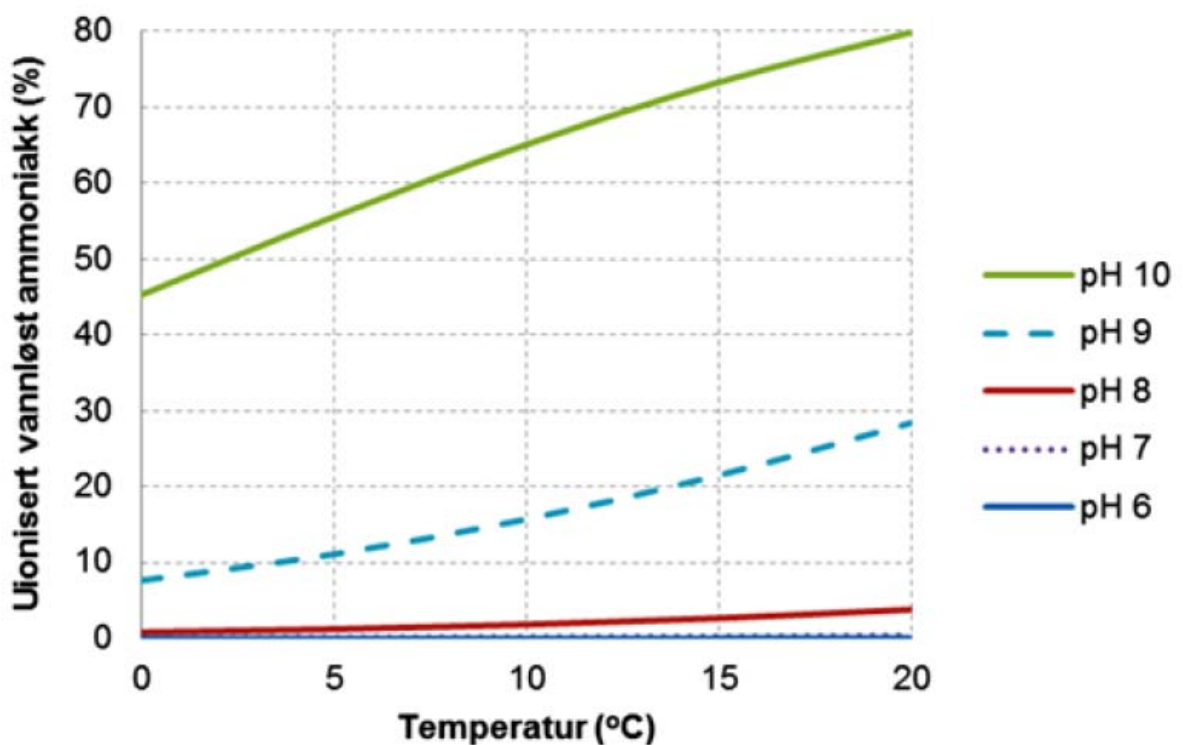
Uomsatt sprengstoff fører til økte og til dels høye nitrogenverdier i tunnelvannet. NIVA har på oppdrag for Statens vegvesen Oslo foretatt undersøkelser av avrenning fra tunnelmasse og tunnelvann [20]. Utlekkingstester ble utført på utsprengt masser fra flere tunneler der det ble benyttet emulsjonssprengstoff av vesentlig ammoniumnitrat (NH₄NO₃), og der sprøytebetongen var brukt som fjellsikring. Det ble funnet en avrenning av totalnitrogen på gjennomsnittlig 10 – 20 % av nitrogen i det anvendte sprengstoffet. Ifølge Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF) kan det påregnes at mellom 7 og 15 % av nitrogenet blir uomsatt og at 50 % av dette vil følge vannet [17]. Tilførsler av nitrogen kan gi eutrofieringseffekter i resipienten selv om fosfor normalt regnes som minimumsfaktor i ferskvann.

Under utsprengning av tunnelen skal det brukes slurry, som er et emulsjonssprengstoff av ammoniumnitrat og inneholder ca. 25 % nitrogenforbindelser (NH₄NO₃). Nitrogenforbindelsene består i hovedsak av ammonium og nitrat, der ammonium etter hvert omdannes til nitrat.

Tunnelprofil T8,5 har et sprengningsprofil på ca. 62 m². Sprengstoff-forbruk ved tunnelsprengning kan

grovt settes lik $1,4 \text{ kg/fm}^3$. En salve på $5,5 \text{ m}$ gir omtrent 341 fm^3 , som igjen fører til et forbruk av sprengstoff på ca. 480 kg . På grunn av usikkerheter rundes forbruket opp til ca. 500 kg sprengstoff per salve. En salve vil dermed inneholde 125 kg nitrogen. Avrenning av total nitrogen tilsvarer normalt ca. 15% av nitrogeninnholdet i benyttet sprengstoff. Dermed vil avrenning bli ca. 20 kg nitrogen per salve. Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser i tunnelvann og som avrenning fra fersk sprengstein kan være svært høye, men vil gå raskt ned etter hvert som tunneldrivingen blir ferdig og etter hvert som nitrogenet vaskes ut.

Faktiske konsentrasjoner av nitrogenforbindelser i utslippsvannet vil være avhengig av flere faktorer, blant annet mengden innlekkasjevann, vannforbruket til anleggsmaskinene og utvaskingsgraden under eventuell spyling av røys. Vannets pH og temperatur er også av betydning. Bruk av sementprodukter fører til at tunnelvann ofte har høy pH og forskyver den kjemiske likevekten slik at andelen ammoniakk (NH_3) av ammonium (NH_4) blir høy. Ammoniakk er giftig selv i lave konsentrasjoner, men gir ingen langtidseffekt i resipienten. Giftigheten av nitrogenutslipp er avhengig av pH i utslippsvannet og resipient, fortynning i resipienten og vanntemperaturen. Figur 4-1 viser fraksjoner av ammoniakk plottet mot temperatur og pH [21].



Figur 4-1: Andel ammoniakk av ammonium ved forskjellige temperaturer og pH-verdier [21]

Det kan bli tilført aluminium fra emulsjonssprengstoff. I resipient vil det også være løste aluminiumsioner som er biotilgjengelige. Uorganiske, løste aluminiumsforbindelser er akutt giftige for fisk ved lav og høy pH. I tillegg kan det i blandsoner mellom basisk og surt vann oppstå en midlertidig (transient) ustabil aluminiumskjemi der det dannes gjellereaktive aluminiumspolymerer (flere Al-ioner som bindes midlertidig sammen) [22]. Problemet regnes å være mest utpreget der sure tilløpsvassdrag renner inn i kalkede og/eller mer basiske elver, men det er også vist at fenomenet kan oppstå i mer basiske blandsoner, under raske pH-endringer der pH er > 7 . Det kan da dannes gjellereaktivt aluminat ($\text{Al}(\text{OH})_4^-$) [23] [24].

5 Vannbehandlingsanlegg

I anleggsfasen skal alt tunnelvann ledes gjennom renseanlegg som reduserer innholdet av suspendert stoff og olje. Regulering av pH er nødvendig. Renseanleggene må dimensjoneres slik at utslippsvannet tilfredsstiller grenseverdiene angitt i kapittel 6.1. Entreprenør er ansvarlig for å etablere og drifte et renseanlegg som vil kunne tilfredstille rensekravene.

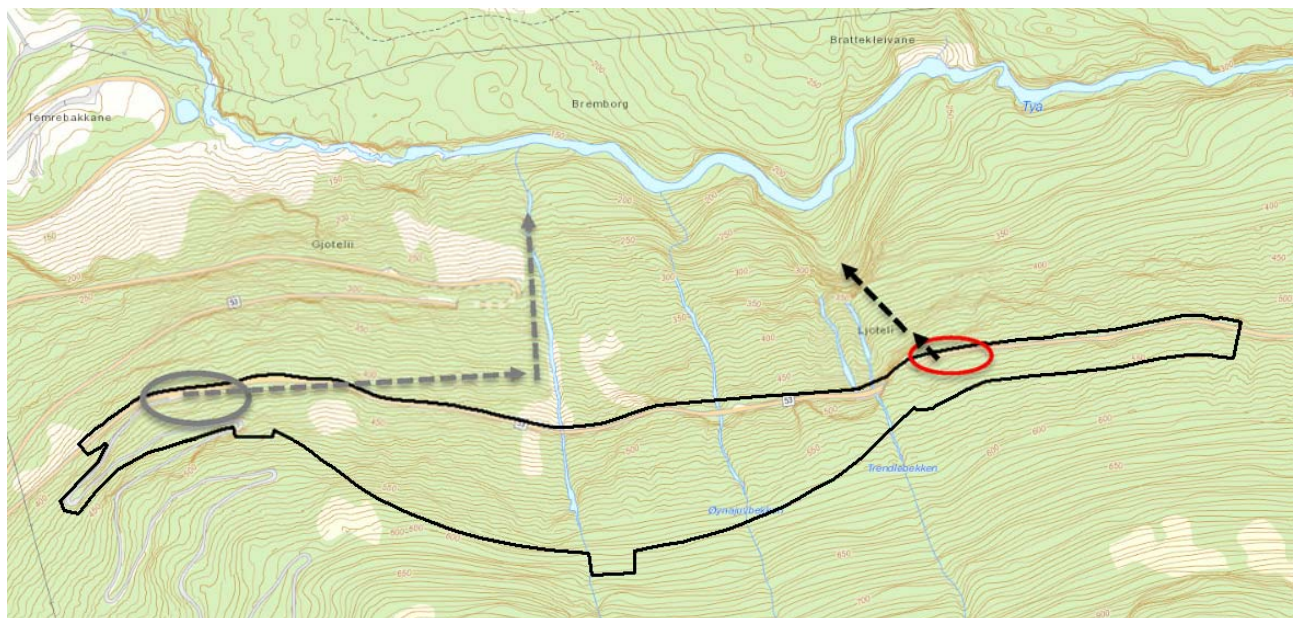
Et renseanlegg for tunnelvann kan bestå av ett eller flere sedimentasjonsbasseng i kombinasjon med oljeutskiller og eventuelle filter før utslipp til resipient. Renseanlegget skal kunne håndtere varierende belastning i ulike faser av tunneldrivingen og tilførsel av varierende mengder innlekkasjevann. Det skal være sikret mot frost, tilrenning og søl fra anleggsdriften samt ha enkel adkomst og mulighet for kontroll og drift, samt enkel oppsuging av sedimentert finstoff og slam.

Renseanlegget skal ha et system for overvåkning av vannkvalitetsverdier (pH og turbiditet) som slippes ut. Det skal etableres et system som varsler eventuelle avvik ved renseanlegget.

Det er per i dag ikke praktisk gjennomførbart å redusere nitrogeninnholdet i tunneldrivevannet, men man vil med kontroll av pH unngå dannelse av giftige ammoniakkforbindelser.

5.1 Utslippspunkt

Renset anleggsvann skal føres til sideterreng langs fv. 53 i anleggsområdet. Utslipp av rensed anleggsvann skal gjennomføres uten at vegetasjon og sideterreng tar skade av utslippet. Utslipp i terrenget vil kunne føre til en viss filtrering av vannet i tillegg til at tunnelvann blir fordrøyet. Dette forutsetter at terrenget er egnet med permeable masser, og at det ikke er tele/is i bakken/sideterreng. Utslippspunktet vil renne i sideterreng før det renner ut i Tya, se figur 5-1. Det er ingen påviste gyteområder i planlagt utslippsområde. Entreprenør skal i samarbeid med byggherre velge mest hensiktsmessig plassering av utslippspunkt i anleggsområdet langs fv. 53.



Figur 5-1: Kartet viser anleggsområdet i øst markert med rød sirkel, der forslag til utslippspunkt er markert med svart stiplet linje og pil. Grå stiplet pil og linjer i vest markerer eventuelle anleggsområder og utslippspunkt dersom entreprenør vil drive tunnel fra to sider. Svart heltrukket linje markerer reguleringsgrensen for prosjektet. Ved påhugg i vest må eventuelt utslippspunkt ledes noe østover for å forhindre at utslippsvann renner ut i vegbane nedenfor. Kilde: www.norgeskart.no

5.2 Vannovervåkning av rensed tunneldrivevann

Entreprenør skal utføre prøvetaking og kjemiske analyser. Det skal tas representative blandprøver ved hjelp av automatisk, mengdeproporsjonalt prøvetakingsutstyr. Dersom det ikke er hensiktsmessig med mengdeproporsjonale blandprøver, skal det tas jevnlig stikkprøver under full drift.

Vannprøvene må tas av rensed vann før utslipp til resipient. Vannprøven skal ikke tas av vann som går til gjenbruk. Vannet skal analyseres for suspendert stoff, pH, og olje (C₅-C₃₅) hos akkreditert laboratorium. Vannprøvene må sendes med ekspress over natt til akkreditert laboratorium og ha kortest mulig analysetid, dette for at vannprøvene skal bli akkreditert.

Fra oppstart av tunnelarbeider skal det tas prøver av utslippsvannet ukentlig som sendes til analyse.

5.3 Grøfterensk, bunnrensk og slam fra sedimentasjonsbasseng

Slam fra eventuelt grønnterensk i tunnelen og sedimentasjonsbasseng samt bunnrensk kan ikke uten videre deponeres sammen med tunnelmasser for øvrig, med mindre det kan dokumenteres at massene er rene (jf. forurensningsforskriften kap. 2).

Masser som for eksempel forurenses som følge av uhellsutslipp og/eller søl må analyseres for miljøgifter og håndteres iht. forurensningsgrad.

6 Grenseverdier og risikovurdering

6.1 Forslag til grenseverdier for tunneldrivevann

Følgende utslippskrav foreslås og vil kunne overholdes med renseanlegg som normalt benyttes ved denne typen anleggsarbeid:

- Suspendert stoff < 100 mg/l (døgnblandprøve, evt. stikkprøve under full drift)
- Turbiditet < 100 NTU (ved overvåkning)
- pH innenfor 6-8
- Olje (C₅-C₃₅) < 5 mg/l (døgnblandprøve, evt. stikkprøve under full drift)

Grenseverdi for turbiditet vil endres etter hvert som det foreligger kalibrerte turbiditetsmålinger mot innhold av suspendert stoff.

Nitrogen er i hovedsak vannløst i ulike ioner og innholdet reduseres derfor i liten grad ved sedimentering. Dersom pH holdes under 8, ansees ikke nitrogen å gjøre en risiko for vannlevende organismer, eller for eutrofiering av vassdraget. Av denne årsak er det ikke foreslått grenseverdier for total nitrogen eller ammonium/ammoniakk.

6.2 Risikovurdering

Risikovurderingen er utført for utslipp av tunnelvann med de maksimale grenseverdiene angitt i kapittel 6.1.

Vannet fra tunneldrivingen vil ledes til renseanlegg og deretter føres ut i sideterrenget innenfor anleggsområdet. Utslipp i sideterrenget vil gi en fordrøyning av tunnelvannet. Utslipp av tunnelvann i sideterrenget skal ikke føre til skade eller erosjon av terrenget. Det forventes svært lav vannføring i de nærmeste bekkene som store deler av året er tørrlagte. På grunn av regulering er det ofte svært lav vannføring i Tya. Det kan derfor være vanskelig å oppnå umiddelbar fortykning av utslippet.

Den største risikoen ved de planlagte utslippene vurderes å være tilførsel av vann med høy pH og høye konsentrasjoner av ammoniakk til resipienten. Fisk tåler normalt vann med pH 5-9 med normalt

ingen skadelig effekt [17]. Men økning i pH kan medføre lokale og ugunstige nivåer av ammoniakk. Ammoniakk er giftig selv i lave konsentrasjoner, men gir ingen langtidseffekt i resipienten. Dannelse av ammoniakk avhenger av mengde ammonium i utslippsvannet, temperatur og pH (figur 4-1). Ved høye temperaturer og høy pH, er det større fare for dannelse av ammoniakk som kan utgjøre en risiko for fisk og andre vannlevende organismer. Ved pH 8 foreligger ca. 3 % av ammoniumet som ammoniakk ved en temperatur på 15 °C. pH i resipienten er lavere enn 8, selv om utslippsvannet skulle ha denne verdien. Temperaturen i Tya gjennom året oppstrøms utslipp av varmt prosessvann fra Hydro Aluminium er mindre enn 15 °C. Nedstrøms utslipp av prosessvann vil det i en kort strekning av Tya være høy temperatur, men denne vil raskt avta i Storelvi [11]. Det anses derfor som lite sannsynlig at fisk vil bli eksponert for toksiske nivåer av ammoniakk, men i utslippsperioden vil det trolig være et noe forhøyet nitrogeninnhold i resipienten ved utslippspunktet. Det er mulig at utslippet vil medføre en svak økning av pH i resipient nedstrøms utslippspunktet av tunnelvann, men det er ikke ventet at pH-verdiene vil bli kritiske for fisk og vannlevende organismer.

Negative effekter på fisk som skyldes utslipp av suspendert stoff på 100 mg/L anses som lite sannsynlig. Fisk tåler kortvarig eksponering til langt høyere konsentrasjoner enn 100 mg/L [19]. Derimot kan gyteområder påvirkes negativt i form av tilslamming i Tya på grunn av lav vannføring. Det må forventes at tilstanden i Tya kan forringes midlertidig i anleggsperioden på grunn av utslippet av tunnelvann. En kan ikke utelukke hendelser med midlertidig farging av vannet, men dette er ikke forbundet med risiko for organismene dersom vannet er rensert før utslippet og utslippsverdiene er under 100 mg SS/L. Ettersom Storelvi har høy vannføring, er det forventet at det rensede tunnelvannet vil hurtig fortynnes når det kommer ut i Storelvi. Ut fra dette vurderes den totale belastningen fra utslippet av rensert tunnelvann fra tunneldrivingen å bli så lave at det ikke gir vesentlige negative belastninger for laks og sjøørrett i Tya og Storelvi. Det vurderes som lite sannsynlig at utslipp av 100 mg SS/L vil gi nevneverdige negative effekter både på fisk og bunndyr.

Det foreligger ingen mistanke om vesentlig metall-forurensning i tunneldrivevannet. Sedimentasjon i renseanlegg vil dertil redusere innholdet av partikkelbundet metall i utslippsvannet. Det partikkelbundne metallet som går til resipient vil ha begrenset biotilgjengelighet.

Tunnelvannet vil inneholde oljerester fra emulsjonssprengstoff og maskiner. Dersom utslipp av tunnelvann tilfører oljeforurensning til vassdraget, endres vannforekomstens kjemiske tilstand. Utslipp av vann med oljeforurensning vil være i strid med miljømål for vannforekomsten og kan også være skadelig for livet i resipienten. Det er ikke satt en egen grenseverdier for oljeforurensning for klassifisering av ferskvann [25]. Det er foreslått en grenseverdi for akutt toksiske effekt av alifater på akvatiske organismer på 1 mg/L [26].

Anbefalt grenseverdi på 5 mg/L er basert på at det ikke er forventet store utslipp av olje under tunneldriving, og at renseanlegget har gode systemer for å eventuelt felle ut oljeutslipp i tunnel. Utslipp av vann med 5 mg olje / L til en resipient med aktuell vannføring anses å gi liten miljøbelastning. Fortynning vil trolig relativt raskt redusere oljekonsentrasjoner ned til nivåer under det som kan gi akutte eller kroniske skader.

7 Kontroll og overvåking for utslipp av tunnelvann

Byggherre er ansvarlig for gjennomføring av overvåking av resipient før og under anleggsperioden. Prøvetaking og vurdering av resultatene skal utføres av personell med miljøfaglig kompetanse.

Entreprenør er ansvarlig for å følge opp overvåkingen av rensert tunneldrivevann i anleggsperioden. Dette ble beskrevet i kapittel 5.2.

7.1 Prøvetaking av resipient før anleggsstart

Innen utslipp igangsettes skal det tas én runde med vannprøver av resipienten oppstrøms og nedstrøms planlagt utslippspunkt før utslipp fra anleggsvirksomheten starter.

Følgende parametere skal analyseres:

- pH
- Suspendert stoff
- Olje (C₅-C₃₅)

Analysen av disse parameterne vil gi grunnlag for å vurdere anleggsvirksomhetens påvirkning på forurensningssituasjonen i resipienten.

7.2 Prøvetaking av resipient i anleggsfasen

Dersom det i anleggsperioden er overskridelser av grenseverdier, skal det tas vannprøver av resipienten Tya oppstrøms og nedstrøms utslippspunktet. Det finnes ingen standardisert avstand fra utslippspunktet der prøvene skal tas, men det samme prøvepunktet og den samme prøvetakingsmetode skal benyttes ved hver analyserunde.

Vannprøver fra resipienten i anleggsperioden analyseres for:

- pH
- Suspendert stoff
- Olje (C₅-C₃₅)

Vesentlig endring i disse parameterne vil kunne gi grunnlag for å vurdere om anleggsvirksomheten har medført risiko for miljøskade. Sammen med overvåkning av rensed anleggsvann vil det være mulig å identifisere hvilken aktivitet som har medført endringer i vannkvalitet og videre iverksette nødvendige tiltak.

Dersom noen av parameterne viser tegn til vesentlig endring i anleggsfasen, må foreslått overvåkningsprogram revurderes.

8 Utslipp av vann i driftsfase

Utslipp av tunnelvann i driftsfasen omfatter vask av tunnelvann. I Ljotelitunnelen vil det legges drenerør som håndterer innlekkasjevann fra omkringliggende berg, og overvannsrør som vil håndtere overvann fra vegbane. Innlekkasjevann og vaskevann skal ikke blandes. Overvann i dagsoner vil ledes til stikkrenner, noe som innebærer at overvann i dagsone ikke vil renne inn i tunnelen.

Vaskevannet skal ledes via sandfang og overvannsrør i tunnelen som til slutt ledes via en oljeutskiller før utslipp. Utslippspunktet vil være ut i sideterreng ved portal i vest.

I tunneler avsettes og akkumuleres forurensninger til tunnelvegger, tak og teknisk utstyr [28].

Renhold av tunneler gir vaskevann med innhold av miljøgifter som kan være kronisk og akutt giftig hos vannlevende organismer [28].

8.1 Prosedyre ved vasking. Mengde vaskevann.

Ljotelitunnelen har beregnet ÅDT på 360. Ved ÅDT 301-4000 er minimumskrav til vaskerutiner én helvask per år samt én teknisk vask per år [28].

Helvask består av å rengjøre alle flater og teknisk utstyr. Teknisk vask består av rengjøring av sideplassert overhengende skilt, bommer inkludert belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner og annet teknisk utstyr samt dører og rengjøring av kjørebane og skulder [28]. Oppsamlet støv og slam skal håndteres forskriftsmessig og leveres til godkjent mottak. Det anbefales at sandfang og oljeutskiller tømmes før vask.

Det er opplyst fra firma (Risa og NCC Roads) som driver med tunnelvask at ved lavtrykkvask (20-25 bar trykk) benyttes det ca. 1050 l/min. For vask av 1 km tunnel antast det at helvask vil ta 6-9 timer og ha et total vannforbruk på 100-120 m³ vann. Det vil si omtrent 13 m³/time.

Erfaringsmessig vil ikke alt vaskevannet renne av til overvannssystemet. Det er anslått at 10-30 % av det forbrukte vannet ikke når fram til oljeutskilleren. Dette vannet blir blant annet bundet til slam i kummer, der innholdet blir tømt og levert til godkjent mottak. En del vann vil også absorberes i vegg- og heng i tunnel.

Dersom det legges til grunn at ca. 80 % av tunnelvannet når frem til oljeutskilleren, vil det i løpet av vasketiden for helvask bli sluppet ut ca. 96 m³ vann. Det er her benyttet 80 % da det vil bli montert omtrent 13 sandfang inne i tunnelen, og det er ventet at en del av vannet vil fordrøyes i kummene.

I utgangspunktet settes det krav til at det ikke skal benyttes såpe ved vask av tunnel, men det kan bli aktuelt med bruk av såpe til vask av skilt, kabelbroer og lysarmaturer. Det skal settes krav til bruk av miljøvennlig såpe (svanemerket). Tunnelvegger vil kun bli vasket med vann.

8.2 Vannkvalitet

I driftsfasen vil vegtrafikken gi grunnlag for ulike typer forurensning. Forurensningen er først og fremst bundet til partikler, og blir i hovedsak vasket ut ved tunnelvask. Mengde forurensning avhenger av trafikk tetthet, salting, asfalttype, bruk av piggdekk og forurensning fra andre kilder enn trafikk. Miljøgifter kan være polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), olje og ulike tungmetaller (kadmium, bly, sink, kopper, nikkel og krom).

Ved Ljotelitunnelen er det plassproblemer, og av den grunn er det ikke planlagt omfattende renseløsninger. I Ljotelitunnelen skal det kun benyttes såpe til rengjøring av installasjoner i tunnelen. Rester av såpe vil følge med renevannet. Det vil bli stilt krav til svanemerket/miljø-vennlig såpe.

Vegdirektoratets miljøavdeling har de siste årene hatt fokus på håndtering og behandling av vaskevann fra tunneler. I 2013 ga Vegdirektoratet ut en rapport som beskriver forurensnings-situasjonen i tunnelvaskevann fra flere tunneler på Østlandet [28]. I rapporten er det vist en metode for å beregne konsentrasjon av miljøgifter i vaskevannet, der det er antatt en lineær sammenheng mellom ÅDT og konsentrasjon i miljøgifter. I henhold til denne metoden er det beregnet konsentrasjon i vaskevann fra tunnelvask ved Ljotelitunnelen, se tabell 8-1.

Tabell 8-1: Konsentrasjon i vaskevannet fra tunnelvask [28]. Beregninger er basert på ÅDT 360, total tunnellenge 1 km og årlig vannforbruk på 120 m³/år.

Stoff	Konsentrasjon i vaskevann (mg/l)
Fosfor	0,5
Sink	0,5
Bly	7,9
Nikkel	12,0

Kobber	0,1
Kadmium	0,1
TOT-Nitrogen	0,3
Partikler	0,7
Krom	12,4
PAH16	2,6
Benzo(a)pyren	0,1
TOT-olje	4,8

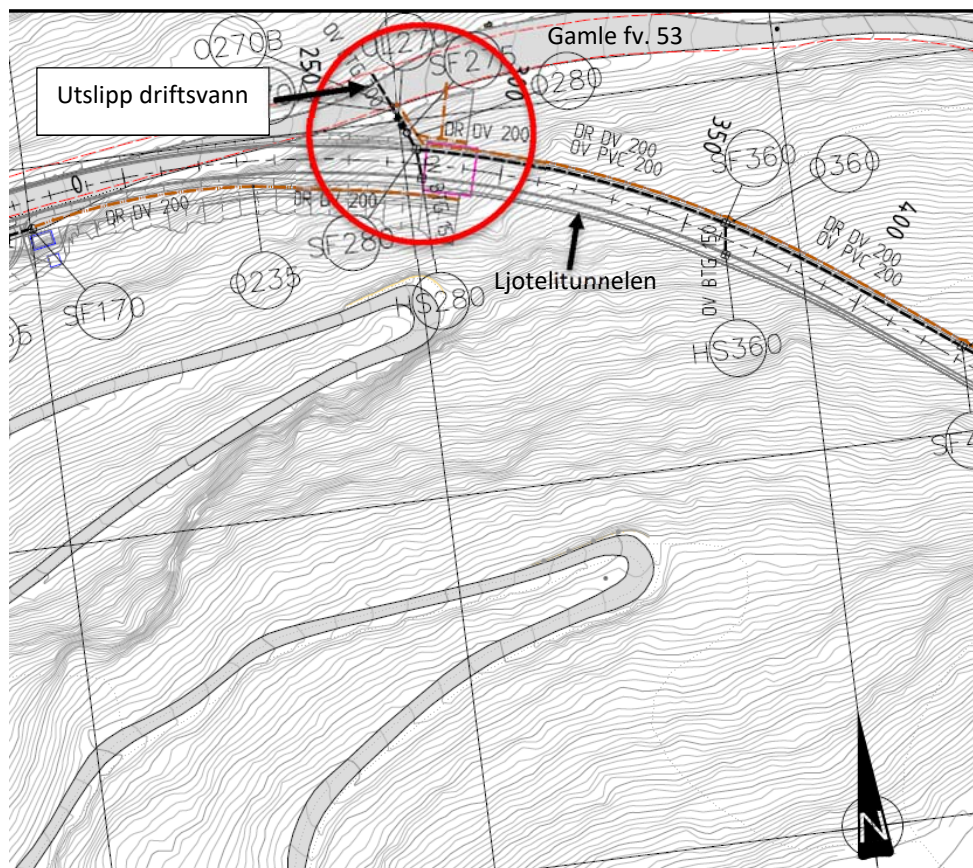
Resultatet i tabell 8-1 er svært usikre da de er beregnet ut fra en metode med erfaringstall der det er benyttet såpe i hele vaskeprosessen, og der tunnelene ofte har en høy ÅDT. Det er usikkert hvilke konsentrasjoner av miljøgifter som er i vaskevannet fra Ljotelitunnelen. Undersøkelser fra andre tunneler på Vestlandet viser at tungmetaller, PAH og olje utgjør den største forurensningsbelastningen, og at metaller vil være bundet til partikler [29]. For de fleste metaller er det en klar sammenheng mellom økende mengde partikler (høy konsentrasjon av suspendert stoff / turbiditet) og økende konsentrasjon av visse miljøgifter. Dette viser at en renseprosess som fjerner partikler vil ha god effekt. Det vil også være nødvendig med oljeutskiller.

8.3 Planlagte rensetiltak i driftsfasen

For vaskevann fra tunnel anbefales det alltid rensetiltak før utslipp. I henhold til vurderinger av resipient i kapittel 2 og 6 er oljeutskiller dimensjonert til å overholde utslippskrav for olje til 5 mg/L. Utslipp av rensed tunnel-vaskevann vil slippes ut i sideterreng ved portal i vest. Se figur 8-1. Tunnelvaskevann og innlekkasjevann skal ikke blandes.

Ved vask av tunnelen vil vaskevannet ledes i sluk og sandfang inne i tunnelen som drenerer mot et større sandfang og oljeutskiller ved portal i vest før utslipp i sideterreng. Utslippsvannet vil bli ytterligere filtrert i grunnen før det til slutt drenerer ned til Tya. Nødvendig nominell størrelse for oljeutskiller er beregnet ut fra en dimensjonerende mengde tunnelvaskevann på 15 l/s. Denne vannmengden tilsvarer et behov for en oljeutskiller med volum ca. 8 m³. Dimensjonering av oljeutskiller er utført iht. NS-EN 858-2 og NORVAR-rapport 156/2007. Oljeutskiller er dimensjonert slik at oppholdstiden for vaskevannet bør stå minimum 1 time. Anbefalt minimumsvolum for sandfang før oljeutskiller i tunneler er 3-5 m³. På grunn av plassproblemer er det prosjektert et sandfang før oljeavskiller med volum 3 m³.

Det vil være svært viktig å kontrollere og tømme sandfang og slam- og oljeavskiller før vasking for å øke kapasiteten til dreosanlegget og hindre at sedimenterte partikler i sandfangene blir vasket ut og tilført renseanlegget i tillegg til partikler med vaskevannet.



Figur 8-1: Rød sirkel markerer området for portal til ny Ljotelitunnel. Utslipp av driftsvann er markert med sort stiplet linje.

8.4 Risikovurdering

Forurensede stoffer vil ved tunnelvask fordele seg i hovedsak mellom urensset vann og masser i sandfang. Det urensede vannet vil gå via sandfang og oljeutskiller før utslipp til sideterreng. Ljotelitunnelen har fall mot vest, og tunnelvann vil renne naturlig denne vegen. Det er begrenset med plass til å etablere renseanlegg på utsiden av vestre tunnelportal og ÅDT er lav (360). Det er ingen kommunale avløpsnett i nærheten. Nærmeste utslipp er ut i sideterreng rett utenfor tunnelportal i vest. Det er lagt opp til flere sandfang inne i tunnelen (figur 8-1). Flere sandfang i tunnelen er et hensiktsmessig tiltak for å øke rensegraden (sedimentering av partikler) i overvannssystemet. Olje i tunnelvannet vil bli fanget opp i oljeutskiller.

I forbindelse med tunnelvask er det ofte komponenter i såpen som utgjør størst risiko fordi den kan være giftig for vannlevende organismer. Det er ofte behov for en nedbrytingsperiode før vaskevannet kan slippes ut i resipient. Det skal ikke benyttes såpe i tunnelvasken med unntak av mindre tekniske installasjoner, og det vil da ikke være behov for nedbrytning av denne før utslipp.

Løsningene som er valgt antas å være de mest optimale ut fra en helhetlig vurdering. Det er vurdert at utslipp av driftsvann fra tunnel vil ha liten eller ingen innvirkning på Tya eller vassdrag nedstrøms.

9 Referanser

- [1] Detaljreguleringsplan for fv. 53 Ljoteli, Årdal kommune, høringsutgåve, september 2018. Plan id. 1424-2018.001
- [2] Detaljreguleringsplan for fv. 53 Holsbru, Årdal kommune, høringsutgåve, desember 2018. Plan id. 1424-2016.001.
- [3] Ytre miljø plan Fv. 53 Skredsikring Ljoteli, Ljoteli – tunnel, Holsbru – Deponi. Byggeplan. 18.01.19.
- [4] Staten vegvesen Håndbok N500 Vegtunneler, november 2016
- [5] Vann-nett: <https://www.vann-nett.no/portal/#/waterbody/074-189-R>
- [6] Hydro Olje & Energi. Planendringssøknad nytt Tyin kraftverk. Gamle Tyin kraftverk, videre drift.
- [7] Rådgivende biologer (2018); Fiskeundersøkingar i Årdalsvassdraget i Sogn og Fjordane. Årsrapport 2017. Rapport nr. 2739, 30.06.2018.
- [8] NGU Berggrunnsdatabase: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- [9] NGU Løsmassedatabase: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [10] Grunnforurensning, Miljødirektoratet: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>
- [11] Rådgivende biologer rapport nr. 2247, 19.05.2016. Utslepp av varmt prosessvatn. Effektar på fisk og botndyr i Årdøla og Tya.
- [12] NVE Vannkraft utbygd og ikke utbygd: <https://temakart.nve.no/link/?link=vannkraft>
- [13] Vannforskriften. Forskrift om rammer for vannforvaltningen: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>
- [14] Vann-nett: <https://vann-nett.no/portal/>
- [15] Vannmiljø, Miljødirektoratet: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>
- [16] SFT Veiledning 97:04, TA-1468/1997 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, 1997
- [17] Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, «Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnel», 2009.
- [18] Forurensningsforskriften kapittel 2: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_1-2#KAPITTEL_1-2
- [19] D. Hessen, «Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport O-89179,» NIVA, 1992
- [20] T. Bækken, «Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse», NIVA, 1998.
- [21] H. Vikan, «Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann – Giftvirkninger i resipient og renseløsninger,» Vann, vol. 3, pp. 333-340, 2013.
- [22] Teien, HC., Salbu, B., Kroglund, F. & Rosseland, BO., «Transformation of positively charged aluminium-species in unstable mixing zones following liming,» *Science of the Total Environment*, vol. 330, pp. 217-232, 2003.
- [23] B. O. Rosseland, «Effects on fish by toxic trace elements from the catchment. What to analyze, and how to mitigate,» i *VI Symposium Nicovita, April 17th and 18th, 2013, Ecuador*, 2013.
- [24] Wauer, G. & Teien, HC., «Risk of acute toxicity for fish during aluminium application to hardwater lakes,» *Science of the Total Environment*, vol. 408 (19), pp. 4020-5, 2010.
- [25] Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann
- [26] Aquateam, «Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn, rapport 06-039,» 2007
- [27] Statens vegvesen Håndbok N200 Vegbygging, juni 2014
- [28] Statens vegvesen rapport nr. 99, «Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann», 22.11.13
- [29] Multiconsult-rapport nr. 615971-RIGm-RAP-001, Arnanipatunnelen. Utslipp av tunnelvann i anleggs- og driftsfasen, datert 15.08.18.
- [30] Sægrov mfl. 2016, rapport om bunndyrsfauna og langtidskartlegging av vassdraget
- [31] Hydro Energi AS: <https://www.hydro.com/no/hydro-i-norge/var-virkosomhet/Vannkraft/kraftverkene-vare/sogn/holsbru/>