
RAPPORT

Ytre og Indre Offerdal kraftverk

OPPDRAAGSGIVER

Veidekke Entreprenør AS

EMNE

Søknad om utslippstillatelse for
tunneldrivevann

DATO / REVISJON: 8. juli 2019 / 01

DOKUMENTKODE: 129953-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.

RAPPORT

OPPDRAAG	Ytre og Indre Offerdal kraftverk	DOKUMENTKODE	129953-RIGm-RAP-002
EMNE	Søknad om utslippstillatelse for tunneldrivevann	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Veidekke Entreprenør AS	OPPDRAAGSLEDER	Tom Glosli
KONTAKTPERSON	Øistein Brandt	UTARBEIDET AV	Marthe Røgeberg
KOORDINATER	SONE: UTM 32 ØST: 421269 NORD: 6786838	ANSVARLIG ENHET	1030 Oslo Miljørådgivning
GNR./BNR./SNR.	36 / 01 / 00 / Årdal		

SAMMENDRAG

I forbindelse med etableringen av Offerdal kraftverk i Ytre og Indre Offerdal i Årdal kommune, Sogn- og Fjordane, er det behov for å slippe ut tunneldrivevann under anleggsfasen. Utslipp av tunneldrivevann er søknadspliktig, og Multiconsult har på vegne av Veidekke Entreprenør AS utarbeidet en søknad om utslippstillatelse, i henhold til §36-2 i forurensningsforskriften, og § 4 i vannforskriften. Det er i søknaden også gjort en vurdering av forurensningsrisiko knyttet til sprengsteinsmasser som skal deponeres på land ved Skogli.

Ansvarlig for gjennomføring av utslippene og tiltakshaver er Offerdal kraftverk AS. Selskapet eies av Sognekraft AS (80 %), Årdal Energi KF (10 %) og Veidekke Entreprenør AS (10 %).

Utslipp av tunneldrivevann og eventuell avrenning fra massedeponiet på land er vurdert å ikke utgjøre en risiko for forringelse av overflatevann i Indre Offerdalselvi eller Årdalsfjorden.

Det skal gjennomføres avbøtende tiltak for å sikre lavest mulig utslippsverdier av suspendert stoff (partikler), pH og olje i anleggsfasen. Tunneldrivevannet skal ledes gjennom renseanlegg før utslipp, og følgende grenseverdier er foreslått overholdt før utslipp til Indre Offerdalselvi:

- Suspendert stoff: 200 mg SS/L
- pH 5-10
- Olje (THC) < 20 mg/L

Følgende grenseverdier er foreslått før utslipp til Årdalsfjorden:

- Suspendert stoff: 400 mg SS/L
- pH 5-11
- Olje (THC) < 50 mg/L

For å kontrollere at konsentrasjoner i utslippsvannet, og eventuell avrenning fra massedeponi ikke overstiger foreslåtte grenseverdi, skal det gjennomføres overvåking med prøvetaking av utslippsvann og resipienter under anleggsfasen, i tillegg til visuell kontroll av eventuell avrenning fra deponiet.

01	08.07.2019	Endringer i søknad etter innspill fra Veidekke	ANDEG	SIR/TOG	TOG
00	19.01.2018	Utarbeidelse av søknad for oversendelse til Veidekke Entreprenør AS	MARTH	SIR/TOG	TOG
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Grunnlagsdokumentasjon.....	5
1.3	Kort om tiltaket.....	6
2	Lokalitetsbeskrivelse.....	9
2.1	Grunnforhold	9
2.1.1	Forurensningssituasjonen	10
2.2	Indre Offerdalselvi	10
2.3	Årdalsfjorden	13
3	Deponering av masser på land	15
3.1	Kort om tiltaket.....	16
3.2	Risikovurdering av deponi på land.....	18
3.3	Avbøtende tiltak	19
4	Tunneldriving.....	19
4.1	Tunneldrivevann	19
4.1.1	Sprengstein	19
4.1.2	Bunnrensk	20
4.1.3	Slam fra renseanlegg.....	20
5	Utslipp av tunnelldrivevann	20
5.1	Vannmengder	20
5.2	Forurensningskomponenter i tunnelldrivevann	23
6	Avbøtende tiltak.....	24
6.1	Vannbehandlingsanlegg.....	24
6.2	Anbefalte utslippsgrenser.....	25
6.3	Innblandingssone og fortynning fra utslippspunkt	25
6.4	Siltgardin	27
7	Risikovurdering.....	27
7.1	Konklusjon	28
7.2	Tiltak i resipient	28
8	Kontroll og overvåking.....	28
8.1	Kontroll av renseanlegget.....	28
8.2	Kontroll av siltgardin i Årdalsfjorden	29
8.3	Prøvetaking av resipient før anleggsstart	29
8.4	Prøvetaking av resipient i anleggsfasen.....	29
8.5	Prøvetaking etter anleggsperioden.....	30
	Referanser.....	31

1 Innledning

Offerdal kraftverk AS har fått tillatelse til å etablere Offerdal kraftverk i Ytre og Indre Offerdal (gnr./bnr. 36/1) i Årdal kommune, Sogn- og Fjordane, ved vedtak fra Olje- og energidepartementet datert 10.02.2017. Anleggsarbeidene medfører flere arbeider som kan påvirke miljøet.

Offerdal kraftverk AS er tiltakshaver. Virksomheten eies 80 % av Sognekraft AS, 10 % av Årdal Energi KF og 10 % av Veidekke Entreprenør AS.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Veidekke Entreprenør AS for å utarbeide søknad om tillatelse etter forurensningsloven og vannforskriften til utslipp av tunneldrivevann under anleggsfasen, redegjøre for sprengsteinsmassene som skal deponeres på land og foreslå avbøtende tiltak som skal iverksettes for å unngå forurensning ved deponeringen av massene.

1.1 Bakgrunn

Fylkesmannen i Sogn- og Fjordane har i sine høringsuttalelser til konsesjonssaken for Offerdal Kraftverk i år 2012, 2015 og 2016 bemerket at anleggsvirksomheten må vurderes særskilt etter forurensningsloven.

I konsekvensutredningens vurdering av anleggsfasen for Offerdal kraftverk, er utslipp av tunneldrivevann og avrenning fra massene som deponeres på land identifisert som de viktigste aktivitetene som kan utgjøre en risiko for miljøet (1). Utslipp og avrenning av vann med høyt partikkelinnhold og sprengstoffrester til elvene og fjorden, og utrasing av massedeponiet som skal etableres i fjorden er identifisert som de viktigste faremomentene tilknyttet anleggsfasen (2; 1). Det er utarbeidet en egen søknad om tillatelse til dumping i sjø. Søknaden er per dags dato under behandling av Fylkesmannen i Sogn- og Fjordane.

Det er vurdert at vannkvaliteten i vassdraget og fjorden i driftsfasen blir lite endret fra dagens tilstand. Artssammensetningen og frekvensen av bunndyr og fisk er forventet å endres noe på grunn av lavere vannføring og vanndekning i elvene i produksjonssesongen (1). I driftsfasen vil avbøtende tiltak, som minstevannføring, terskler og forbipasseringsventiler, bidra til å redusere de negative konsekvensene for vassdraget og fjorden. Søknaden om tillatelse til utslipp av tunneldrivevann er utarbeidet i henhold til kravene i forurensningsforskriften § 36-2. Med bakgrunn i konsekvensutredningen for kraftverket og anbefaling fra Fylkesmannen, er redegjørelse for forurensningsrisikoen knyttet til avrenning fra massenedeponiet på land også inkludert i søknaden.

Det er utarbeidet en egen søknad om tillatelse til dumping av noe av overskuddsmassene i sjø og reetablering av sjøkanten ved utløpet til Indre Offerdalselvi. Søknaden er per dags dato under behandling av Fylkesmannen i Sogn- og Fjordane.

1.2 Grunnlagsdokumentasjon

Informasjonen i denne søknaden er hovedsakelig fra følgende dokumenter og databaser:

- *Konsesjonssøknad og konsekvensutredning for Offerdal kraftverk, Årdal kommune, Multiconsult, 2014*
- Vedtak fra Olje- og energidepartementet datert 10.02.2017 med høringsuttalelser
- *Detaljplan for miljø og landskap, Multiconsult, 2017*
- *Foreløpig teknisk plan for Ytre Offerdal, Multiconsult, 2017*
- *Foreløpig teknisk plan for Indre Offerdal, Multiconsult, 2017*

- *Naturmangfold*, Multiconsult 2017
- *Kostnadsestimat massetransport*, Multiconsult 2017
- Miljødirektoratet database Vann-nett.no
- Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase

1.3 Kort om tiltaket

Offerdal Kraftverk AS skal etablere to kraftverk som utnytter fallet i elvene Ytre og Indre Offerdalselvi på nordsiden av Årdalsfjorden, ca. 10 km vest for Årdalstangen.

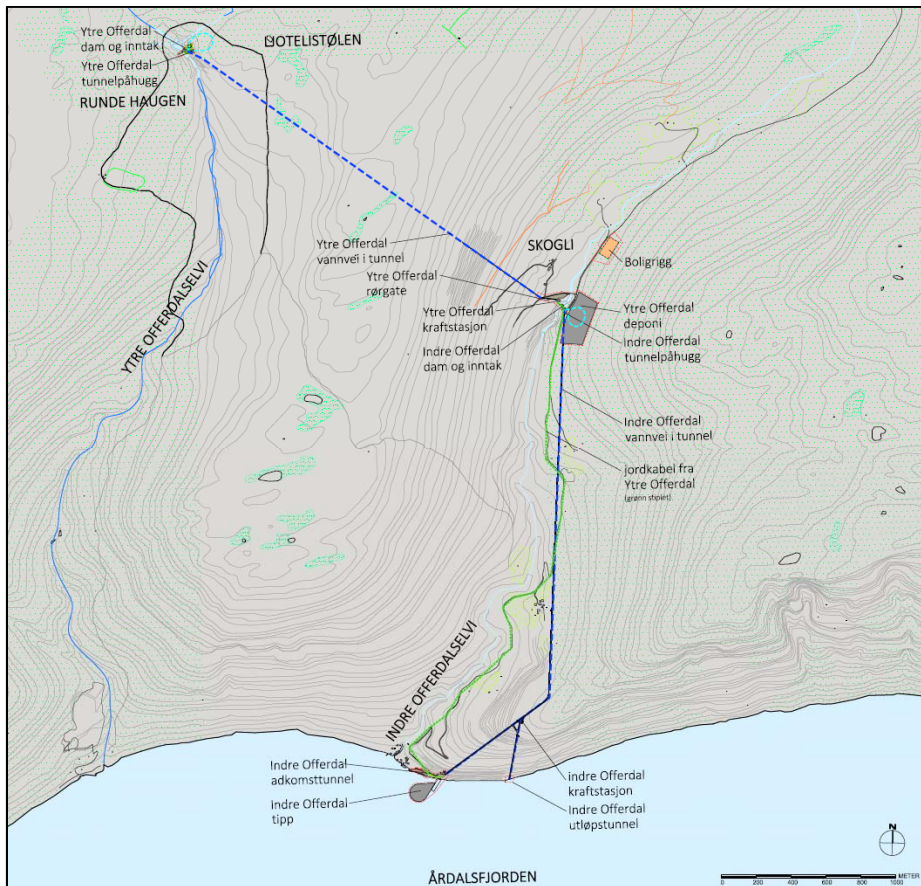


Figur 1. Plasseringen av tiltaksområde i Ytre og Indre Offerdal er vist med rød stiptet sirkel (kartkilde: seeiendom.no).

Byggetiden for anlegget er beregnet til ca. 2,5 år, hvorav driving av tunneler utgjør hoveddelen av arbeidene.

Inntak og dam i Ytre Offerdal etableres på rundt kote 800 moh. Vannveien for Ytre Offerdal kraftverk legges i en omtrent 2 960 meter lang tunnel fra inntaket på kote 800 moh til påhugget ved Skogli på kote ca. 400 moh i Indre Offerdalselvi. Lengden på tunneløpet til Indre Offerdal kraftverk blir på 3 760 meter.

Overskuddsmassene fra tunneldrivingen skal deponeres ved Skogli og i fjorden, øst for utløpet til Indre Offerdalselvi. En oversiktsplan over hoveddelene av tiltaksområdet er vist i figur 2.



Figur 2. Oversiktsplan over tiltaksområdet med hovedanleggsdelene (Detaljplan for miljø og landskap, Multiconsult, 2017).

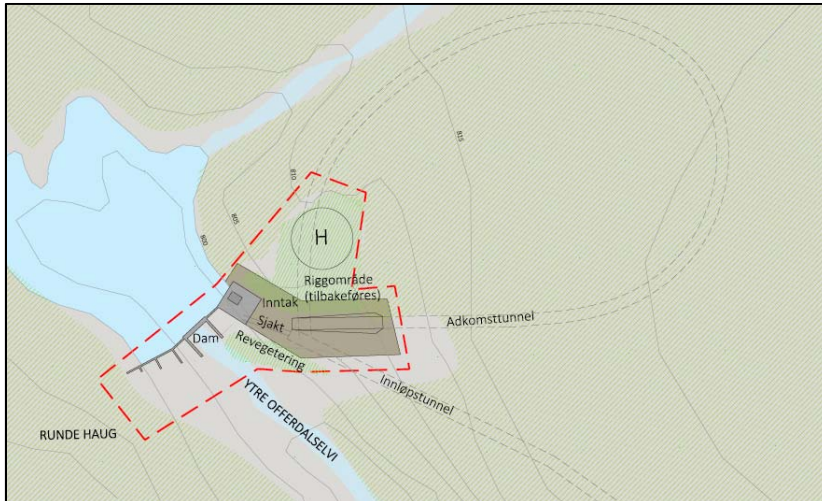
Det skal det sprenges så lite som mulig og vegetasjon skal beholdes i størst mulig grad, særlig langs elvekanten (3). Påfylling av drivstoff og reparasjoner av anleggsmaskiner skal i hovedsak foregå på riggområdene. Eventuelle reparasjoner utenfor riggområdene vil kun skje ved havari i tunnel. Felles utslipp av gråvann fra bolig- og kontorbrakker ledes til infiltrasjonsgrøft. Gråvann fra kjøkkenet ledes gjennom fettutskiller før infiltrasjonsgrøft. Avløpsvann ledes til septiktank eller annen løsning iht. forskrifter.

Etter endt anleggsfase skal alle midlertidige inngrep fjernes og områdene skal tilbakeføres.

Ytre Offerdal

Anleggsområdet i Ytre Offerdal blir på omtrent 4 000 m² innenfor arealgrensen vist i figur 3.

Inntaksområdet blir veiløst og transporten til anleggsområdet i Ytre Offerdal blir med helikopter og gjennom tunnelløpet. Det etableres en adkomstrampe ned til tunnelpåhugget og et riggområde rundt inntak, dam og rampe til adkomsttunnelen, jf. figur 3.



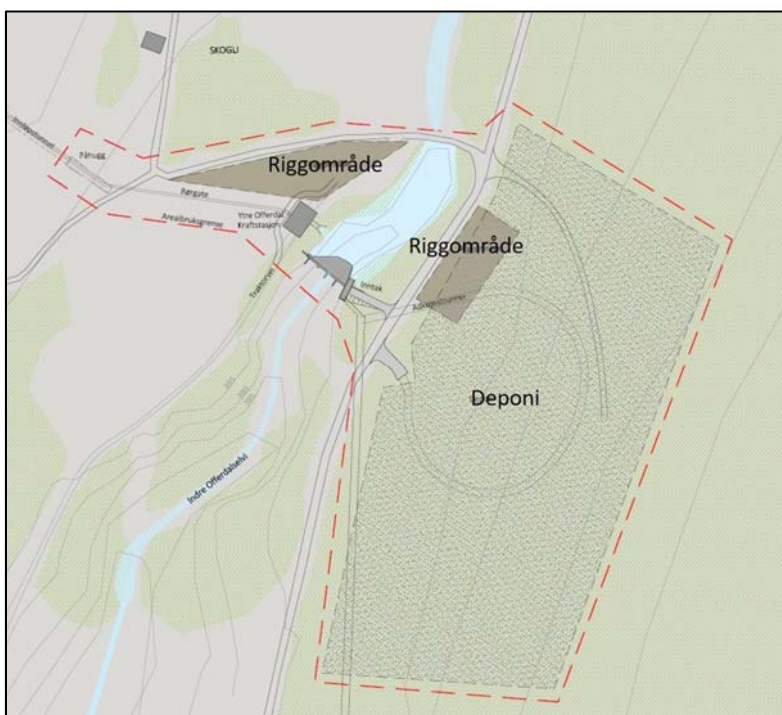
Figur 3. Plassering av midlertidig riggområde ved inntak og dam i Ytre Offerdal (Detaljplan for miljø og landskap, Multiconsult, 2017).

Videre legges vannveien i rør i grøft over jorden, fra påhugget til kraftstasjonen. Toppmasser tas av og benyttes til istandsetting av traséen. Det antas at det stort sett er løsmasser langs rørgatetraséen og at graveskråningene blir mellom 1:1,5 og 1:2. Der det er fjell i traséen sprenges det med skråning 2:1. Lengden på tunneløpet blir 1 900 meter.

Tunneldrivevann fra Ytre Offerdal kraftverk skal slippes ut ved påhugget ved Skogli, jf. figur 4.

Indre Offerdal

Indre Offerdal dam og inntak er flyttet noe nordover i forhold til alternativet i konsesjonssøknaden. Dammen ligger på kote 399 moh. Plassering av anleggsområdet med riggområder og området planlagt for deponering av steinmasser fra tunneldrivingen fremkommer av figur 4.

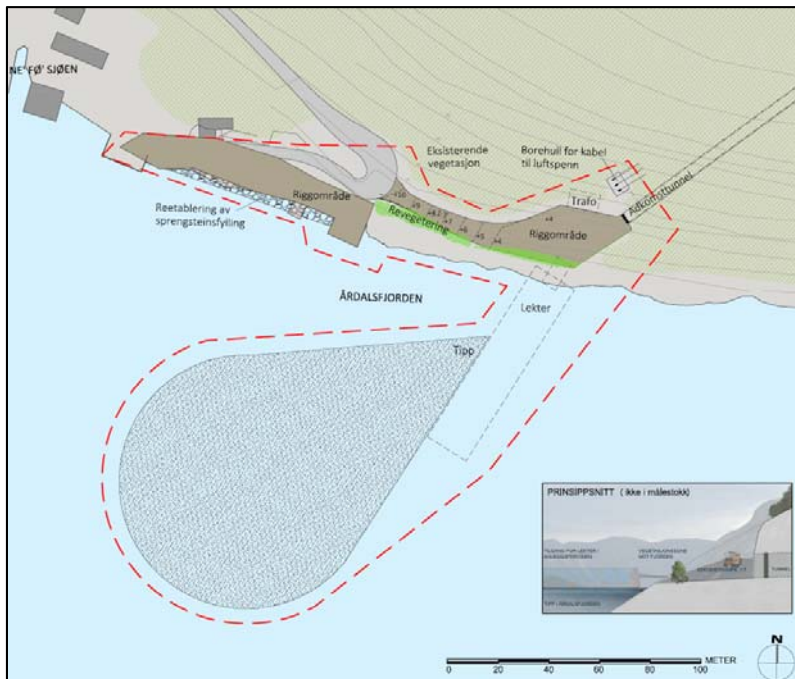


Figur 4. Oversikt over plassering av riggområder i Indre Offerdal er vist med mørk brun. Påhugg, rørgate og kraftstasjon Ytre Offerdal, og dam, inntak og massetipp på land i Indre Offerdal er også vist på figuren.

Området overskuddsmasser skal deponeres på er vist med skravert område til høyre i figuren (Detaljplan for miljø og landskap, Multiconsult, 2017).

Det etableres en anleggsvei fra eksisterende vei frem til inntaket og dam ved Skogli. Veien blir 2,5 meter bred med grusdekke. Fra inntaket ved Skogli går hele vannveien i tunnel til stasjonen øst for utløpet til Indre Offerdalselvi, jf. figur 2. Lengden på tilløpstunnelen blir omtrent 2 400 meter.

Utløpstunnelen er rundt 340 meter og adkomsttunnelen rundt 540 meter frem til påhugget ved Årdalsfjorden, jf. figur 5. Utslipp av tunneldrivevann fra Indre Offerdal vil være ved adkomsttunnelen ved fjorden.



Figur 5. Riggområdet ved utløpet til Indre Offerdal kraftverk (Detaljplan for miljø og landskap, Multiconsult, 2017).

2 Lokalitetsbeskrivelse

Tiltaksområdet ligger i Offerdal på eiendom med gnr./bnr. 35/1 i Årdal kommune i Sogn- og Fjordane.

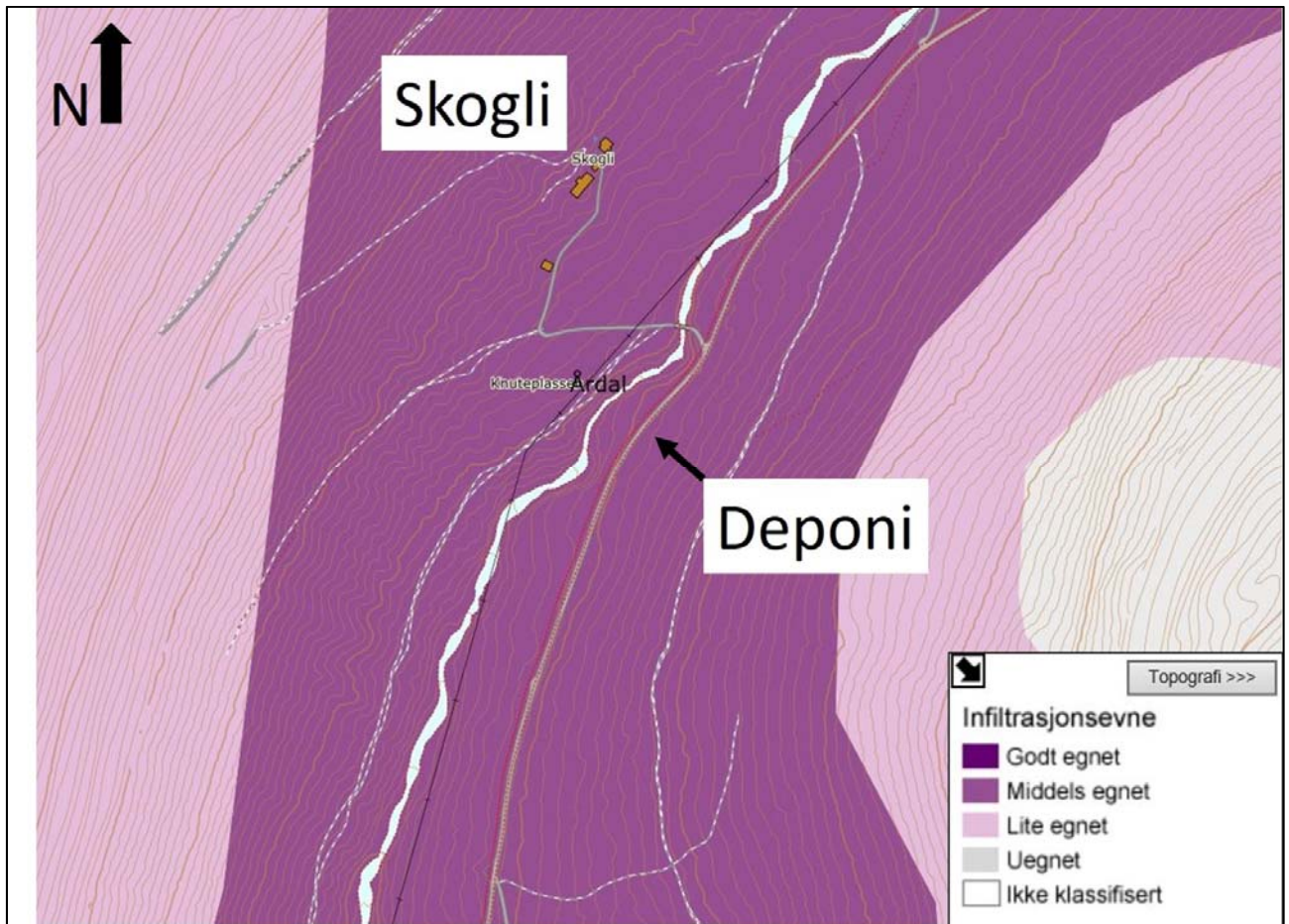
Ytre og Indre Offerdalselvi renner fra Ingebjørsgfjellet på kote 1452 moh og munner ut i Årdalsfjorden i sør.

2.1 Grunnforhold

Ifølge NGUs berggrunnsgeologiske kart for Offerdal kraftverk, ligger hele tunnelsystemet innenfor en formasjon av granodioritt. Bortsett fra den ytre delen av prosjektområdet mot Årdalsfjorden, har terrenget moderate gradienter og er til dels løsmassedekket. I størrelsesordenen 70 % av tunneltraséen har løsmassedekke.

Trolig består løsmassene hovedsakelig av elveavsetninger i dalbunnen og morenemasser høyere opp i skråningene (4).

Løsmassene i skråningen for planlagt massedeponi for overskuddsmasser (figur 6) har god infiltrasjonsevne.



Figur 6. Utklipp fra løsmassekart som viser infiltrasjonsevnen i området der det planlegges å deponere masser og tegnforklaring (kartkilde: NGU).

Fjellsiden ved utløpstunnelen til Indre Offerdal kraftverk er bratt og fortsetter ut i fjorden.

2.1.1 Forurensningssituasjonen

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

I eiendomsmatrikkelen (seeiendom.no) er det registrert landbruksbygninger, seterhus, sel, rorbu og lignende, våningshus, annen landbruksbygning og fritidsbebyggelse på prosjektområdet.

Det er ikke registrert lokaliteter med forurenset grunn på eiendommen i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase. Nærmeste registrerte lokalitet er Hydro aluminium på Årdalstangen, ca. 10 km øst for Offerdal.

Mengden og sammensetningen av tunneldrivevannet vil påvirkes av anleggsarbeidets ulike faser og bergarten vannet kommer i kontakt med (f.eks. naturlige verdier av metall). Eventuelle forurensninger fra anleggsmaskinene ved lekkasjer/drypp/søl kan også være kilde til forurensning. Mulig forurensning i tunneldrivevannet beskrives nærmere i avsnitt 5.2.

2.2 Indre Offerdalselvi

Indre Offerdalselvi er henholdsvis ca. 13 km. Vassdraget er tilnærmet uberørt, med noe jordbruk, spredt bebyggelse og veier langs strekningen.

Bekkeløpet Indre Offerdalselvi er en del av bekkefelt Årdalsfjorden nord (vannforekomst ID: 074-143-R) i vannområdet Indre Sogn i Sogn- og Fjordane vannregion. Info om vanntypen i bekkefeltet og klassifisering iht. vannforskriften er presentert i tabell 1.

Tabell 1. Info om vanntypen og klassifisering av miljøtilstand i vannforekomsten som omfatter Indre Offerdalselvi (datakilde: vann-nett.no)

Vannforekomstnavn	Årdalsfjorden nord
Vannforekomst ID	074-143-R
Vannkategori	Elv
Vanntype	Små, svært kalkfattig, klar (TOC 2-5 mg/L)
Økologisk tilstand	Antatt god (lav pålitelighetsgrad)
Kjemisk tilstand	Udefinert (ingen informasjon)

Det er ikke registrert egne data for Indre Offerdalselvi i Vannportalen.

Vannkvaliteten, fiskebestanden og bunndyrfaunaen ble undersøkt med elektrofiske, vannprøver og bunndyrprøver utført av Rådgivende Biologer i 2009 og presentert av Multiconsult ved konsekvensutredningen av kraftverket i 2011.

Nedbørsfelt og vannføring

Vannhastigheten i vassdraget er jevnt høy og substratet er grovt. Vannføringen er høyest ved snøsmeltingen om våren og sommeren og i kortere perioder med mye nedbør under høsten. Størrelsen på Ytre og Indre Offerdalselvi's nedbørsfelt, gjennomsnittlig vannføring og minste vannføring ved inntakene til kraftverkene er gjengitt fra konsekvensutredningen, i tabell 2.

Tabell 2. Hydrologiske data (kilde: Rådgivende Biologer, 2009).

Parameter	Ytre Offerdalselvi	Indre Offerdalselvi
Nedbørsfelt (km ²)	42,1	61,3
Gjennomsnittlig vannføring (m ³ /s)	1,65	2,41
Minste vannføring ved inntak (m ³ /s)	0,165	0,082

Vannkvalitet

Det er ingen punktkilder for forurensning langs strekningene. Ved undersøkelsene i 2009, ble det avdekket noe høye verdier av fosfor i Ytre Offerdalselvi som antas å skyldes en lokal forurensning (1). Vannkvaliteten i begge elvene ble vurdert som meget god i henhold til daværende Statens forurensningstilsyns klassifisering av vannkvalitet fra 1997 (nåværende Miljødirektoratet). Analyseresultatene fra vannprøvene fra undersøkelsene i 2009 er gjengitt i figur 7.

Tabell 8. Vannkvalitetsmålinger i Indre og Ytre Offerdalselva den 19. mai 2009. Prøvene er samlet inn i forbindelse med denne undersøkelsen, og analysene er utført ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS i Bergen.

Lokalitet	Surhet pH	Farge mg Pt/l	P µg P/l	Alkal. mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	N µg/l
Indre Offerdal	6,58	<5	2	0,025	0,7	0,17	0,7	0,16	1,2	0,74	68
Ytre Offerdal	6,7	<5	12	0,029	0,5	0,1	0,6	0,18	0,71	0,91	70

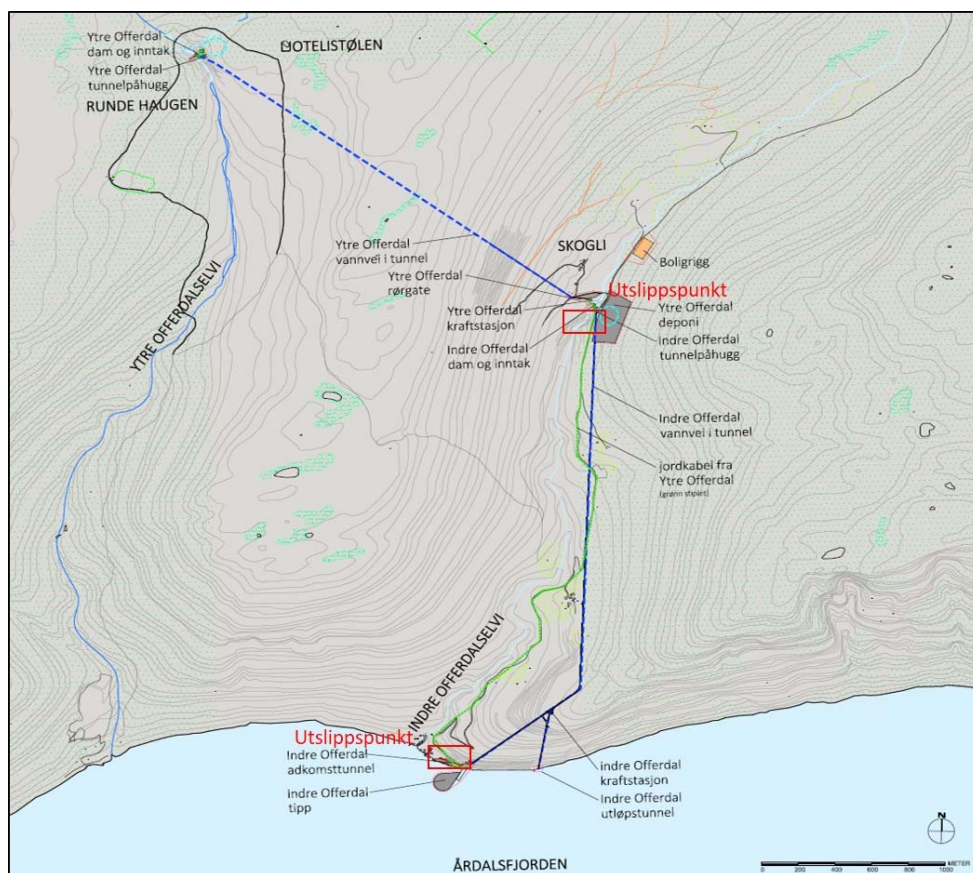
Lokalitet	TOC mg C/l	ANC	ANC TOC just	Tot. Al µg/l	Reaktiv µg Al/l	Illabil µg Al/l	Labil µg Al/l
Indre Offerdal	0,93	32,9	29,7	22	10	6	4
Ytre Offerdal	1,2	18,6	14,5	23	10	7	3

Rådgivende Biologer AS	23	Rapport
------------------------	----	---------

Figur 7. Resultater fra undersøkelser av vannkvalitet i Ytre og Indre Offerdalselvi utført som en del av konsekvensutredningen av kraftverket (kilde: Rådgivende biologer AS og KU Tema: Ferskvannøkologi og vannkvalitet, 2011).

Naturforhold ved utslippspunkt

Tunneldrivevannet skal pumpes ut ved påhugget til rørtunnelen til Ytre Offerdal kraftverk ved Skogli og adkomsttunnelen til Indre Offerdal kraftverk ca. 500 meter øst for utløpet til Indre Offerdalselvi. Omtrentlig plassering av utslippspunktene er vist i figur 8.



Figur 8. Omtrentlig plassering av utslippspunktene ved Skogli og Årdalsfjorden, vist med røde kvadrater i oversiktsplanen for prosjektet.

Ved undersøkelsene av vassdraget i 2009 ble det observert forekomster av bunndyr som er vanlig for denne typen vannforekomst, og ørret, men ingen viktige gyte-, vandrings- eller oppvekstlokaliteter for fisk eller rødlistede arter (ål eller elvemusling) (1). Fiskebestanden i vassdraget er ikke vurdert som verdifull, blant annet fordi hoveddelen av fisken stammer fra slipp fra innsjøene over (1). Det er begrenset begroing.

Miljømål

Bekkefelt Årdalsfjorden nord skal oppnå god økologisk og kjemisk tilstand innen 2021. Det er ingen registrert risiko for å ikke oppnå miljømålet innen fristen.

For Ytre og Indre Offerdalselvi gjelder vannforskriftens § 4, *miljømål for overflatevann*:

«Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomsten skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII.»

Basert på konsekvensutredningen av kraftverket er det forventet at elvene vil ha minimum god miljøtilstand etter utbyggingen (1).

For å tilfredsstille miljømål for overflatevann i vannforskriften § 4, må miljømålet for anleggsfasen være som følger:

- Tunneldrivevann som slippes ut skal ikke tilføre stoffer og andre parametere som kan endre elvenes økologiske og kjemiske tilstand fra god og svært god til moderat tilstand eller dårligere.
- Deponeringen av masser på land skal ikke medføre avrenning eller utrasing til elva som kan endre elvenes økologiske og kjemiske tilstand fra god og svært god til moderat tilstand eller dårligere.

2.3 Årdalsfjorden

Årdalsfjorden er en fjordarm av Sognefjorden. Sognefjorden er definert som et spesielt dypt fjordområde, oksygenfattig fjord, i henhold til DN-håndbok nr. 19 (Direktoratet for naturforvaltning).

Vannforekomsten, der tunneldrivevann skal slippes ut, er registrert som Årdalsfjorden-midtre (vannforekomst ID: 0280021000-2-C) i Vann-nett.no. Informasjon om vanntypen og klassifisering iht. vannforskriften er presentert i tabell 3.

Tabell 3. Info om vanntypen og miljøtilstand til vannforekomsten som omfatter Årdalsfjorden (datakilde: vannnett.no)

Vannforekomstnavn	Årdalsfjorden midtre
Vannforekomst ID	0280021000-2-C
Vannkategori	Kyst
Kysttype	Ferskvannspåvirket beskyttet fjord
Salinitet (PSU)	Polyhalin (18-30 %)
Bølgeeksponering	Beskyttet
Miksing i vannsøyle	Permanent lagdelt
Oppholdstid for bunnvann	Lang (måneder/år)
Strømhastighet	Svak (< 1 knop)
Økologisk tilstand	Antatt dårlig (middels pålitelighetsgrad)
Kjemisk tilstand	Udefinert (ingen informasjon)

Dybden i fjorden er 320 meter rett utenfor Indre Offerdal og fjellsiden er like bratt under vann som over, med en jevn helning på 35 °.

Fjorden er forurensset av PAH, bly og kadmium og det er satt kostholdsrad med advarsel mot å spise skjell fra Årdalsfjorden (Miljødirektoratets database, miljøstatus.no). Forurensningen skyldes nærheten til Hydro på Årdalstangen.

Ved undersøkelsen av naturmangfoldet i 2017 var mengden sediment for liten til å ta ut prøver for kjemisk analyse og undersøkelse av forurensningssituasjonen.

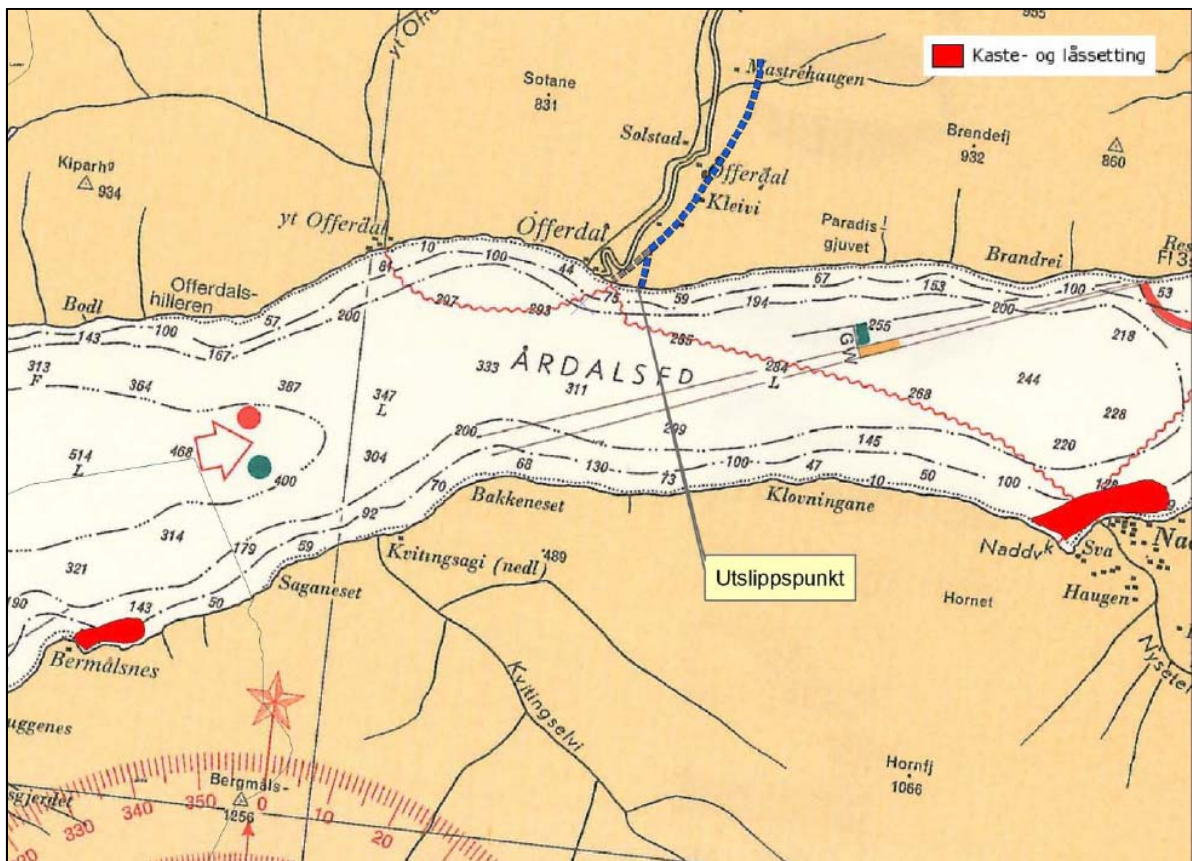
Naturforhold ved utslippspunkt

På vegne av byggherre, ble sjøbunnen der det skal dumpes masser i sjø og nær utslippspunktet til Årdalsfjorden undersøkt av Multiconsult med ROV-filming sommeren 2017. Det ble observert svært tynne sjikt med sedimenter langs berg. Sjøbunnen består av bratt fjellvegg med trinnvis stigning og flere flatere partier, med finstoff i varierende mektighet.

Sjøbunnen består av hardbunn med fastsittende organismer og krepsdyr. Det ble ikke avdekket noen viktige eller sårbare naturtyper eller identifisert marine arter på den norske rødlista (5).

Det ble observert mye rekestimer og maneter i vannmassene. Av fastsittende organismer ble det observert en rekke ulike svamper. Det ble også observert krepsdyr, en rekke pigghuder, ulike nesledyr, svamper, kalkalger og småfisk (5). På grunnere områder, nærmere land, ble det observert makroalger, som bl.a. blæretang og skorpedannende rødalger. Artene som ble identifisert under filmingen er vanlig forekommende i Sognefjorden og i fjorder med tilsvarende bunnforhold (5).

Det er ingen registrerte viktige naturtyper, eller identifiserte rødlistede arter ved utslippspunktet i Årdalsfjorden (5; 2). Det er heller ikke registrert andre naturtyper eller gyte-/oppvekstområder for fisk i tiltaksområdet eller i nærområdet. Nærmeste fiskeområde hvor det foregår fiske med aktive redskaper ligger om lag 5 km øst for Indre Offerdal. I Naddvik og Bermålnes er det også registrert låssettingsplasser for brisling, jf. figur 9.



Figur 9. Kart som viser utslippspunkt i forhold til låssettingsplasser registrert i 2009. Låssettingsplassene er registrert på samme plass i Fiskeridirektoratets database i dag. (Konsekvensutredning for Offerdal kraftverk, Tema: Marine forhold, Multiconsult 2011).

Begge låssettingsplassene ligger mer enn 4 km i luftlinje fra utslippspunktet.

Økologisk og kjemisk tilstand

Tilstanden i vannforekomsten er satt til antatt dårlig økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand, hovedsakelig på grunn av forurensning fra industri.

Miljømål

Vannforskriftens § 4, *miljømål for overflatevann*, gjelder for Årdalsfjorden midtre. Vannforekomsten skal oppnå god økologisk og kjemisk tilstand innen periodene 2022-2027 og 2028-2033. Miljømålet for anleggsfasen er som følger:

- Utslipp fra anleggsvirksomheten skal ikke føre til at god økologisk og kjemisk tilstand i Årdalsfjorden midtre ikke oppnås innen målperiodene.

3 Deponering av masser på land

For å oppfylle vilkåret om å benytte så mye som mulig av overskuddsmassene fra tunneldrivingen til samfunnsnyttige formål er det planlagt at

- Noe av overskuddsmassene benyttes til etablering av skogsdrift.
- Noe av overskuddsmassene skal benyttes til oppgradering, forsterkning og reparering av veier i anleggsfasen

- Øvrige masser legges i deponi på østsiden av veien ved Skogli i Indre Offerdal

Da det ikke finnes deponier med tilstrekkelig kapasitet i rimelig avstand fra Offerdal, er det store kostnader knyttet levering av overskuddsmassene til et godkjent deponi (6). Veien til og fra Offerdalen er ikke egnet for tungtransport, og veien fra Skogli til Årdalsfjorden for å laste opp på lekter er for bratt. Kostnadene ved å utbedre veiene vil, ifølge byggherre, også gjøre massene fra tunneldrivingen lite attraktive (veldig kostbare) for bruk til annet formål.

3.1 Kort om tiltaket

Omtrent 136 000 m³ anbragte steinmasser deponeres på et område på om lag 45 000 m² på østsiden av veien ved Skogli. I figur 10 og figur 11 følger illustrasjoner av eksisterende og planlagt situasjon på området der massene skal deponeres.

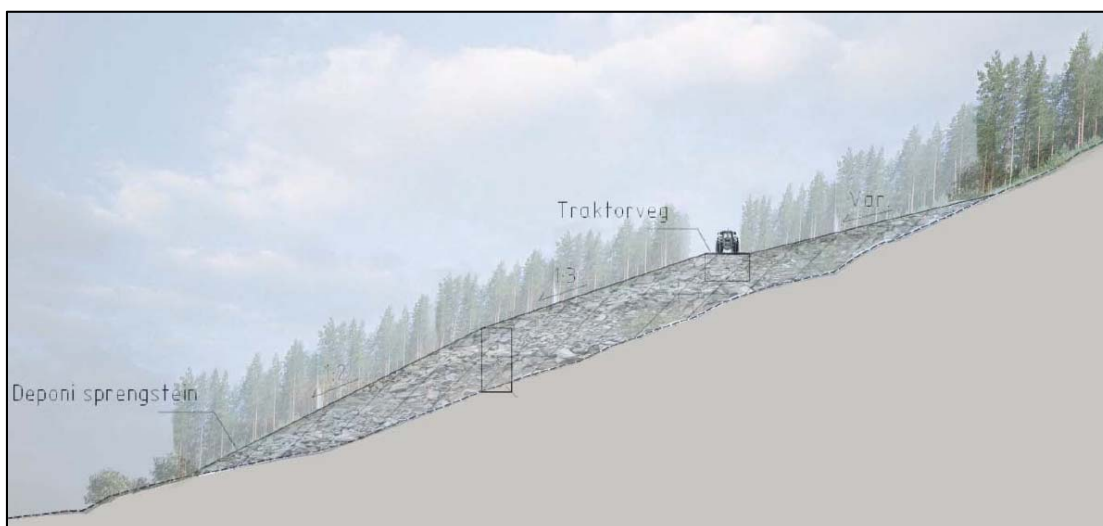


Figur 10. Området i østre dalside i Indre Offerdal, der det planlegges å deponeres stein fra tunneldrivingen fra Ytre Offerdal. Her sett fra området ved Skogli før deponering (Detaljplan miljø og landskap, Multiconsult).



Figur 11. Illustrasjon av den østre dalsiden etter utfylling og tilbakeføring med vekstjord, sett fra Skogli (Detaljplan for miljø og landskap, Multiconsult).

Massene legges med maksimum helning 1:2 og ikke mer enn 5 meter høyt. Snitt gjennom fyllingen er presentert i figur 12. Eksisterende skogsbilvei flyttes opp på deponiet. Området tilbakeføres med vekstjord slik at området revegeteres ved naturlig innvandring.



Figur 12. Snitt gjennom fyllingen med sprengstein som skal deponeres på land (Detaljplan miljø og landskap, Multiconsult).

Det er et tynt vekstjordlag i området. Ved tilbakeføring kan det også benyttes overskuddsmasser fra rørgategrøften til Ytre Offerdal kraftstasjon. Avslutningene og overflaten av deponiet skal gjøres så naturligt og tilpasses terrenget. På grunn av de store forandringene i topografien vil det ta lang tid før området er tilbakeført og vegetert igjen (3).

I grunnlagsdokumentene for konsesjonssøknaden for Offerdal kraftverk er begrepet deponi brukt for å beskrive oppfyllingen på land. Formålet er ikke å etablere et deponi som tilfredsstillende kravene for å få tillatelse etter forurensningsloven og avfallsforskriften kapittel 9. Deponeringen på land skal likevel ikke medføre uakseptabel forurensning til omgivelsene.

3.2 Risikovurdering av deponi på land

Dersom grunnforholdene i dalsiden der massene skal deponeres ikke er stabile kan massene gli ut mot elva. I detaljplanen for miljø og landskap for kraftverket er det satt som forutsetning at stabiliteten skal vurderes før massene deponeres på land. På grunn av avstanden til Indre Offerdalselvi er det ingen umiddelbar risiko knyttet til utrasing av massene til elva.

Avrenning fra massedeponiet øst for veien ved Skogli kan ende opp i Indre Offerdalselvi (1).

Det er ikke mistanke om kjemisk forurensning i vannet, da sprengstein i utgangspunktet er å anses som rent og det ikke er mistanke om forurenset grunn på tiltaksområdet for tunneldrivingen.

Nitrogenforbindelser og finstoff i sprengstein

Avrenningen kan imidlertid inneholde sprengstoffrester bestående av nitrogenforbindelser og partikler fra finstoff i sprengsteinen. Mengden omsatt nitrogen fra sprengstoff vil variere. Mengden som følger tunnelmassene vil variere med mengden som vaskes ut sammen med tunneldrivevannet. Norsk Forening for Fjellsprengingsteknikk (NFF) anslår at nitrogen i sprengstoffrester fordeler seg 50 % med sprengsteinmassene og 50 % som vaskes ut med tunneldrivevann i form av ammonium og nitrat (7). Norsk Forening for Fjellsprengingsteknikk (NFF) anslår at om lag 2- 5 % av total nitrogen følger tunneldrivevannet til utslipp i resipienter (7).

Det er god infiltrasjonsevne i grunnen der massene skal deponeres, jf. NGUs kart over løsmassenes infiltrasjonsevne i figur 6. Mesteparten av overvannet antas å infiltrere i grunnen og partikler og sprengstoffrester vil med stor sannsynlighet holdes tilbake i jorden før vannet følger høydekurvene til laveste punkt, som er Indre Offerdalselvi. Nitrogen finnes naturlig i atmosfæren og jord.

Vekstforholdene for plantene kan påvirkes som følge av endringer i forholdet mellom nitrogen og fosfor. Avrenning av vann med lav eller høy pH som påvirket jordens pH kan også påvirke levevilkårene for planter og jordlevende organismer. Disse scenariene anses som lite aktuelle, da mengden nitrogen og avrenning av vann med høy pH forventes å være lav og avta med tiden etter deponeringen. Kalkfattige områder vil også gi lav pH, og dermed også liten risiko for at det dannes toksiske nitrogenforbindelser. En forhøyet pH i elvene vil også kunne gi redusert utfelling av aluminium og kobber, med samme prinsipp som kalking av vassdrag.

Området som dekkes av fyllingen skal også reetableres med nytt vekstjordlag etter deponeringen. Eventuelt vann som ikke infiltreres i grunnen antas også å følge høydekurvene til Indre Offerdalselvi. Avstanden fra veien som skiller deponiet fra elva varierer fra omtrent 25 – 50 meter. På grunn av infiltrasjonsevnen i grunnen og avstanden til elva, er det lite sannsynlig at det blir behov for å samle opp vannet for behandling før utslipp til elva. Det er vurdert som liten sannsynlighet at avrenningen i anleggsfasen og driftsfasen vil påvirke kjemisk og økologisk tilstand i elva negativt (1).

Ved konsekvensutredningen av påvirkningen på elvene, ble det vurdert at kjemisk tilstand etter utbyggingen av kraftverket vil være god og svært god, og økologisk tilstand vil være god (1).

Årdalsfjorden

Avrenningen fra massedeponiet via Indre Offerdalselvi til Årdalsfjorden antas å ha liten betydning for oppnåelse av miljømålet for Årdalsfjorden, på grunn av fortyningseffekten og lang avstand til elveutløpet.

Teoretiske fortynningsfaktorer i elven er beskrevet nærmere i kapittel 6.3.

Driftsperioden

I driftsperioden vil overvann fra deponiområdet infiltrere i grunnen eller ledes til eksisterende grøfter og videre til Indre Offerdalselvi. Mengden nitrogenforbindelser og finstoff antas å avta med tid.

3.3 Avbøtende tiltak

For å hindre utrasing av sprengstein, skal stabiliteten i området i dalsiden ved Skogli avklares før det deponeres masser. Dette er også beskrevet i detaljplan for miljø og landskap (3).

Dersom nedbørmengden likevel gir avrenning som overstiger infiltrasjonskapasiteten til grunnen og det observeres blakking av vannet i elva nedenfor deponiet, anbefales det å samle opp vannet i et sedimentasjonsbasseng eller -container før utslipp til elva. Eventuell kjemisk forurensning vil normalt være bundet til partiklene. Beskrivelse av vannbehandlingsanlegg før utslipp til elvene finnes i kapittel 6.1. Prøvetaking for kontroll av verdiene før utslipp er beskrevet i kapittel 8.1.

4 Tunneldriving

Tunnelene vil bli drevet fra påhugget for Ytre Offerdalselvi og også påhugg i øvre ende for Indre Offerdalselvi, hvor deler av tilløpet drives ovenfra.

Tunneldrivevannet (produksjonsvann fra boring og sprenging + innlekkasje) skal slippes ut ved påhugget til de to kraftverkene; i Indre Offerdalselvi og i fjorden for Indre Offerdal kraftverk. Utslippspunktene er vist i figur 8. Utslippene vil pågå i henholdsvis ca. 60 og 40 driftsuker for drivingen av Ytre og Indre Offerdal kraftverk. Det vil også være mindre mengder som slippes ut ved finrensk av rørtunnel, i ca. 2 måneder etter tunneldrivingen, men innenfor den totaltiden som angitt over. Anleggsfasen totalt er oppgitt å pågå i ca. 2,5 år. Veidekke har oppgitt at tunnelene skal drives med to borerigger i vekseldrift for Ytre Offerdal og en borerigg for Indre Offerdal, og 15 salver per uke. Med forventet arbeidstid på ca. 6,7 timer per syklus vil dette innebære drivetider opptil 101 timer per uke.

4.1 Tunneldrivevann

Ved boringen i berg og boring for sprengsalver vil det brukes vann. Det vil også være aktuelt med spyling av steinmassene på stoff før opplasting på transportenhet.

Tunneldrivevannet vil i hovedsak være en blanding av vann fra disse prosessene, i tillegg til innlekkasje av antatt rent vann i tunnelene.

Siden tunnelmassene vil påvirke vannkvaliteten omtales de kort i de tre følgende kapitlene.

4.1.1 Sprengstein

Etableringen av kraftverkene vil genere omtrent 225 000 m³ løse sprengsteinmasser, hovedsakelig av granodioritt. Dette er en bergart 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 tungmetallnivåer eller syredannende egenskaper av berggrunnen.

Sprengsteinmassene vil inneholde finstoff og uomsatt nitrogen fra sprengstoffrester, som kan medføre avrenning med høyt partikkelinnhold og nitrogenforbindelser som kan omdannes til skadelige forbindelser og forårsake negativ effekt på vannlevende organismer. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 3.2 med risikovurdering av avrenning ved deponering av sprengsteinmasser på land.

4.1.2 *Bunnrensk*

Bærelagsmassene inne i tunnelene består normalt av knust fjell. Dette er rene masser, som i varierende grad blir forurenset på grunn av spill og lekkasjer av olje og drivstoff fra kjøretøy og maskiner. Det forventes ikke store mengder forurensning i bærelaget, da eventuell forurensning vil fjernes med absorbent ved uhell, og på grunn av hyppig utskifting av bærelaget.

Bunnrensk av trykktunnel fra Ytre Offerdal tas ut etter ferdig driving og legges som topplag over massetippen på Skogli etter avrenning, som beskrevet i NVEs veileder nr. 5-2015 for god praksis for avfall, forurensning og støy. Det er anslått at ca. 5000 m³ fra Ytre Offerdal vil legges på tippen.

4.1.3 *Slam fra renseanlegg*

Under drivingen vil det bli etablert grøfter langs tunnelsidene for å lede bort tunneldrivevann. Vannet vil inneholde partikler fra steinmassene og eventuell olje fra spill eller lekkasjer fra anleggsmaskinene og utlekking fra bunnrensk. Partiklene vil normalt sedimentere i grøftene og til slutt utgjøre grøfteslam. På grunn av bratt tunnel vil det samles ubetydelige mengder slam i grøftene. Eventuelt slam i grøftene og renseanleggene vil håndteres sammen med bunnrensk.

5 Utslipp av tunneldrivevann

Utslipp av tunneldrivevann i anleggsfasen omfatter produksjonsvann fra boring og sprenging av tunnelene, og vann som lekker inn i tunnelene fra det omkringliggende berget.

Mengden tunneldrivevann vil avhenge av tunnelenes dimensjoner, berggrunnens permeabilitet, bergoverdekning, størrelsen på nedbørsfeltet og nedbørintensiteten. I kapittel 5.1 og 5.2 redegjøres det for vannmengdene og sannsynlige forurensninger i tunneldrivevannet i anleggsfasen. Kapittel 7 inneholder en miljørisikovurdering av utslippet og avbøtende tiltak.

5.1 Vannmengder

Volumet styres av entreprenørens arbeidsprosesser, innlekkasje i tunnelen, lengden på tunnelene og tunnelprofilene.

Innlekkasje i tunnel

Med bakgrunn i tilgjengelig informasjon om grunnforholdene og erfaring fra tunnelanlegg i tilsvarende geologiske formasjonen er det i de tekniske planene for Ytre og Indre Offerdal vurdert at det ikke noe som tilsier spesielle problemer med hensyn til lekkasje i tunnelene (4). Innlekkasjen vil være minst ved oppstarten av anlegget og øke med lengden av tunnelen. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF) har oppgitt at verdiene for innlekkasje typisk vil være mellom 10 – 25 liter/min per hundre meter tunnel eller så lite som 4 liter/min per hundre meter tunnel (7).

Teoretisk volum som må håndteres på grunn av innlekkasje er oppgitt til ca. 13,85 m³/time og 7,26 m³/time, ved 11 l/min pr. 100 m tunnel, ved midten av tunnellopet til henholdsvis Ytre og Indre Offerdal kraftverk. For enkelhetsskyld er ikke endrede lekkasjeforhold med økende lengde på tunnel inkludert i beregningen. Estimert av teoretisk volum vann som må håndteres per driftsuke og totalt på grunn av innlekkasje er vist i tabell 4.

Tabell 4. Teoretisk volum som må håndteres ved innlekkasje per driftsuke i tunnelene.

Tiltaksområde	Lengde (meter)	Innlekkasje per hundre meter tunnel (m ³ /time)	Driftstid per uke (timer)	Volum innlekkasje per driftsuke (m ³ /uke)	Driftsuker totalt	Volum innlekkasje totalt (m ³)
Ytre Offerdal kraftverk	4 520	13,85	101	1 398	60	83 930
Indre Offerdal kraftverk	2 200	7,26	101	733	40	29 330
Indre Offerdal kraftverk, drevet ovenfra	2 000	6,6	101	666	52	34 630

Produksjonsvann

Antall borerigger i drift per døgn vil være henholdsvis to borerigger i vekseldrift med to bomber i drivingen for Ytre Offerdal kraftverk, men med samme mannskap på de to slik at det blir halv driftstid pr. maskin pr. uke, og én rigg med to bomber på Indre Offerdal kraftverk, og 6,7 timer per syklus (boring, ladning, utluftning og lasting). Veidekke har oppgitt at vannmengden per borerigg erfaringsmessig vil være 18 m³ per salve hvorav 3 m³ går til spyling. Resterende mengde er borevann.. Antall salver per uke er estimert til 28 for Ytre Offerdal og 20 for Indre Offerdal, og inndrift per uke vil være ca. 72 meter.

Estimerte minimum og maksimale vannmengder som må håndteres i driftstiden er presentert i tabell 5. Minimum vannmengde som må håndteres består kun av produksjonsvann fra boreriggene og maksimal vannmengde inkluderer også vannforbruk til spyling av masser og tunnel, og innlekkasje. Slike estimat har svært store usikkerheter.

Tabell 5. Estimerte vannmengder som må håndteres fra drivingen av Ytre Offerdal kraftverk basert på Veidekkes erfaringstall for to 2-boms borerigger, vannforbruk ved spyling og driftstid for driving av tunneler med respektiv lengder.

Ytre Offerdal kraftverk (4 520 meter)				
		Volum per syklus (3,6 time)	Volum per uke (101 timer per uke)	Total vannmengde (60 uker)
Produksjonsvann	18 m ³ /salve	5,0 m ³	504 m ³	30 240 m ³
Spylevann	3 m ³ /salve	0,80 m ³	84 m ³	5 000 m ³
Lekkasje fra ytre og også fra øvre del tilløp indre. 2 driftslinjer	13,85 m ³ /time		1 398 m ³	83 930 m ³
TOTAL Ytre Offerdal			1 163 m³	119 170 m³
Indre Offerdal kraftverk (2 200 meter)				
		Volum per syklus (5,0 time)	Volum per uke (101 timer per uke)	Total vannmengde (40 uker)
Produksjonsvann	18 m ³ /salve, inkl. 3 m ³ spylevann	3,6 m ³	360 m ³	14 400 m ³
Spylevann	3 m ³ /salve	0,60 m ³	60 m ³	2 400 m ³
Lekkasje ved midt av tunnel	7,26 m ³ /time		733 m ³	29 330 m ³
TOTAL Indre Offerdal			1 163 m³	46 130 m³

Total mengde som må håndteres per time ved utslippspunktene vil være 19,6 m³/time fra drivingen av Ytre Offerdal kraftverk og 11,4 m³/time fra Indre Offerdal kraftverk.

5.2 Forurensningskomponenter i tunneldrivevann

Vannet som skal slippes ut fra tunneldrivingen vil være en blanding av følgende:

- Antatt rent vann som lekker fra berggrunnen
- Produksjonsvann fra borerigger og vann fra grøfter som kan inneholde partikler, oljerester og sprengstofforbindelser
- Vann med kjemikalier og høy pH fra sementbaserte stoffer fra betongsikring
- Vann fra spyling av sprengsteinmasser som kan inneholde nitrogenforbindelser og høy pH

Metaller i berggrunnen

Vann som har vært i kontakt med berggrunnen og steinmasser kan også være påvirket av metallforekomstene som finnes naturlig i berggrunnen. Det forventes ikke at utlekking av metaller fra selve bergartene vil være noe nevneverdig problem, da granodioritt normalt ikke har spesielt høyt metallinnhold.

Finstoff og steinstøv

Finstoffet og steinstøv i sprengsteinmassene kan utgjøre en risiko for vannlevende organismer dersom finstoffet løses i vann og vann med høy konsentrasjon av suspendert stoff slippes ut i resipienten. Partiklene kan tilslamme leveområder for bunnlevende organismer, gi dårlig sikt/lysgjennomstrømning, og videre en risiko for ugunstige oksygenforhold og redusert fotosyntese. Steinstøv fra sprenging, med tynne og spisse partikler kan også potensielt skade biologisk vev. Typisk for tunneldrivevann er at det i perioder vil ha høyt innhold av suspendert stoff som følge av aktiviteter knyttet til bl.a. boring og sprenging, knusing av steinmasser ved bruk av anleggsmaskiner, slitasje av dekket på transportveger, osv. I norske tunnelprosjekter kan en forvente konsentrasjoner på 5 000 – 10 000 mg/L total SS (8).

Nitrogenforbindelser

Uomsatt nitrogen fra sprengstoff kan følge med finstoffet til sprengstein. Mengden varierer med hvor mye som vaskes ut. Erfaringene og teoretiske beregninger gjengitt i teknisk rapport 09 av Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk tilsier at omtrent 2 - 5 % av totalt nitrogen fra sprengstoffet følger tunneldrivevannet til resipienten (7). Omdanningen til ammoniakk (NH₃) i vann kan være skadelig for vannlevende organismer. Andelen fri ammoniakk øker med økende pH > 8 og høy temperatur > 25 °C og høy pH brukes ofte som en indikasjon på om innholdet av nitrogen er for høy (7; 9).

Nitrogen er et begrensende næringsstoff for algevekst i sjø. I ferskvann er det fosfor som normalt er det begrensende næringsstoffet. Store utslipp av ammonium til sjø kan føre til eutrofiering og oksygennivået i vannet kan senkes som følge av økt algevekst (inkludert begroing). Lave oksygennivåer kan igjen redusere levevilkårene til de vannlevende organismene. Økt eutrofiering ved utslipp av tunneldrivevann til vassdrag og sjø er normalt ikke et stort problem, da utslippsmengden og varigheten av utslipp med økt nitrogeninnhold vil normalt være begrenset (7).

pH

I tillegg til å øke forekomsten av giftig fraksjon av nitrogenforbindelser, kan pH utenfor tåleevnen til de vannlevende organismenes ha en skadelig effekt. Erfaringsmessig kan pH i tunneldrivevann ved betong- og sementarbeider ligge mellom pH 11-12, som kan være skadelig for livet i vann. Utslipp av vann med pH under 5 kan også være skadelig (7).

Olje

Spill og lekkasje fra anleggsmaskinene kan forurense tunneldrivevannet med olje. Hoveddelen av oljeforurensningen vil samles i overflaten på vannet og være synlig som oljefilm.

Aluminium

Det kan bli tilført noe aluminium fra emulsjonssprengstoff. Uorganiske løste aluminiumsforbindelser fra sprengstoff og aluminiumsioner som finnes naturlig i resipienten er akutt giftige for fisk ved lav og høy pH.

6 Avbøtende tiltak

6.1 Vannbehandlingsanlegg

Alt tunneldrivevann skal ledes gjennom renseanlegg før utslipp til resipient.

Før oppstart av anleggsfasen skal det gjøres en grundig vurdering av vannmengden som skal behandles i vannbehandlingsanleggene ved de ulike fasene. Vannbehandlingsanlegget vil dimensjoneres for å kunne tilfredsstille de anbefalte utslippsverdiene (i kapittel 6.2) til enhver tid. Anlegget plasseres under tak for å redusere økt tilførsel ved nedbør, og frostsikres ved vinterdrift.

Vannbehandlingsanlegget skal bestå av:

- Sedimentasjonsbasseng eller –container(e)
- Manuell eller automatisk pH-justering
- Oljeutskiller

Sedimentasjonsbassenget eller – containeren skal være stort nok til å gi lang nok oppholdstid for vannet til at partiklene sedimenterer til bunnen. Ved behov for å øke renseseffekten, settes flere containere i kjede før utslipp. Bassenget eller containeren tømmes regelmessig for slam for å opprettholde vannkvaliteten. Slammets forurensningsgrad vurderes ved tømning og disponeres på lovlig vis og i henhold til NVEs veiledning for god praksis (10).

Behandling i et sedimentasjonsbasseng eller -container vil også rense vannet for eventuelle andre stoffer som bindes sterkt til partikler, som for eksempel metaller. Bundne stoffer vil dermed holdes tilbake sammen med partiklene og ende opp i slammet i tanken.

Sedimentering er ikke et godt tiltak for å redusere nitrogenforbindelser fordi de binder dårlig til partikler. Det er i dag ingen etablerte metoder for å rense nitrogenforbindelser i tunneldrivevann (1). Erfaringsmessig vil overvåking og kontroll av pH i vannet før utslipp også redusere risiko knyttet til utslipp av nitrogenforbindelser og omdanning til skadelig ammoniakk (7).

Ved behov vil det etableres en løsning for å justere pH før utslipp til Indre Offerdalselvi, enten manuelt eller automatisk doseringssystem. Dette kan gjøres ved å tilsette syre eller karbondioksid (11).

Vannet vil pumpes gjennom en oljeutskiller før utslipp til resipient.

Entreprenøren skal også ha nødvendig beredskap på stedet for å stanse akutt forurensning samt fjerne og/eller begrense virkningen av den.

6.2 Anbefalte utslippsgrenser

Basert på konsekvensutredningen med hensyn til ferskvannøkologi og vannkvalitet i Ytre og Indre Offerdalselvi foreslår Multiconsult følgende grenseverdier for suspendert stoff, pH og olje i tunneldrivevann som slippes til elv, presentert i tabell 6.

Tabell 6. Anbefalte grenseverdier for utslipp til elv.

Parameter	Grenseverdi
Suspendert stoff	200 mg/L
pH	5-10
Olje (THC)	< 20 mg/L

For utslipp til Årdalsfjorden foreslås grenseverdiene presentert i tabell 7.

Tabell 7. Anbefalte grenseverdier for utslipp til fjorden.

Parameter	Grenseverdi
Suspendert stoff	400 mg/L
pH	5-11
Olje (THC)	< 50 mg/L

Da det ikke finnes etablerte metoder for å rense nitrogenforbindelser, er det ikke utarbeidet utslippsverdier for total-nitrogen eller ammonium. Mengden totalt nitrogen (tot-N) og ammonium (NH₄) skal likevel overvåkes i før utslipp til resipient. Så lenge pH holdes under de foreslåtte grenseverdiene, anses ikke nitrogen å utgjøre en risiko for vannlevende organismer eller eutrofiering.

Anbefalte verdi for olje er basert på best tilgjengelig teknologi (BAT-prinsippet), med formål å redusere konsentrasjonen så mye som mulig. Ved utslipp av oljeholdig avløpsvann fra virksomheter regulert av forurensningsforskriften kapittel 15, stilles det krav om rensing til 50 mg/liter. Samme utslippsverdier har vært brukt ved utslipp av oljeholdig vann fra tunnelprosjekter (8). Dette kan blant annet skyldes begrensninger i renseteknologien. I dag finnes det bedre renseteknologi. For å redusere mengden oljeforurensning som slippes ut til Indre Offerdalselvi (som er en mer sårbar resipient), er grenseverdien for olje satt lavere enn for sjø (mindre utslippsmengde og større resipient).

Gråvann fra kontor- og boligbrakker ledes til infiltrasjonsgrøft. Vann fra kjøkkendrift ledes gjennom fettutskiller før infiltrasjonsgrøft. Øvrig ledes til tett septiktank eller annen lovlig løsning.

6.3 Innblandingssone og fortykning fra utslippspunkt

Konsentrasjoner i forskjellige avstander fra utslippspunktet kan prinsipielt beregnes på grunnlag av hydrologiske og tekniske data (f.eks. diameter på rør, vannhastighet og konsentrasjonsforskjeller). Under alle omstendigheter er det betydelige usikkerheter knyttet til slike beregninger.

Ifølge Miljødirektoratets veileder for beregning av innblandingssoner (M-46/2013), vil fortykningen gjennomgå to faser; 1) primærfortynning som bestemmes av mengden utslippsvann og hastigheten ut i resipienten og 2) sekundærfortynning, der utslippsvannet fortynnes gjennom resipientens naturlige turbulente blanding, som foregår langsommere enn primærfortynningen. Videre angis

primærfortynning å være i størrelsesorden 5- 10 ganger innenfor en avstand på 10-30 meter fra utslippspunktet (12).

Indre Offerdalselvi

I bekker og elver vil vannføringen variere og tilfeller med utslipp av tunneldrivevann er det ikke nødvendigvis samvariasjon mellom utslippsvolum og vannføringen i vannforekomsten.

I tabell 8 er forholdet mellom antatt mengde av teoretisk maksimal vannmengde i ett utslippspunkt vist mot lavvannsføring (5-percentil) i Indre Offerdalselvi, basert på serie fra Fornabu for årene 1960-2009 (13).

Siden utslippsvannet ikke umiddelbart blandes med hele elvens vannføring, er et teoretisk innblandingsforhold vist for forskjellige, prosentvise innblandinger. Det understrekes at dette ikke er eksakte beregninger og at tallene har stor usikkerhet. Blant annet er mengden innlekkasje alltid usikker. Innlekkasjen antas å være rent vann som vil redusere konsentrasjonene i tunneldrivevannet, men som også selv blir forurenset. Vannføringen i anleggsfasen vil også i store deler av perioden være større enn 5-percentilen for lavvannsføring i vintersesongen (oktober til september).

Tabell 8. Fortynningsfaktorer etter prosentvise innblandinger av tunneldrivevann i Indre Offerdalselvi. Faktorene er basert på minimumsvannføringen fra oktober til april dividert med antatt maksimalt utslippsvolum fra tunneldrivingen (produksjonsvann + vann til spyling + innlekkasje).

Resipient	Lavvannsføring, 5-percentil vinter (m ³ /s)	Maks. teoretisk mengde tunneldrivevann (m ³ /s)	Fortynningsfaktor ved prosentvise innblandinger av tunneldrivevann i resipient			
			10 %	25 %	50 %	100 %
Indre Offerdalselvi	0,129	0,01	13	3	6	13

Vannføringen i Indre Offerdalselvi er jevnt over høy som følge av beliggenheten i høyfjellspregede felt med bidrag fra snøsmelting i sommersesongen (13). Dette gir grunn til å forvente en relativ stor primærfortynning. Hvordan sekundærfortynningen faktisk vil skje i en elv med variabel vannføring er svært usikker.

Årdalsfjorden

Fortynningsevnen i marine fjorder avhenger blant annet av utslippets størrelse, resipientens topografi og størrelse, sjiktning av vannmassene, strømforhold og vannutskifting.

For å beskytte overflatelaget og strandsonen, er det vanlig å slippe utslippsvann på forholdsvis dypt vann. Dette vil gi en rask og stor fortynning når utslippsvannet stiger mot overflata på grunn av tetthetsforskjellene mellom utslippsvannet og saltvannet (primærfortynning).

Fjorden er permanent lagdelt på grunn av tilførselen av ferskvann og tetthetsforskjellene mellom ferskvann og saltvann, bunnvannet har lang oppholdstid og strømhastigheten er registrert som lav i Vann-nett (Tabell 3). I Årdalsfjorden styres strømmen i hovedsak av tidevann og vind. På Vestlandet øker tidevannet raskt (12), noe som gir en bedre innblanding av utslippet.

Det er forventet en god miksing og fortynning av utslippet.

Fortynningen og transporten av suspendert stoff vil avhenge av partikkelstørrelsene og strømforhold. Ved konsekvensutredningen av kraftverket, ble teoretisk transportlengde for en partikkel på 0,1 mm og en strømfart på 2,5 cm/s estimert til 2,5 km før den når bunnen (2).

6.4 Siltgardin

Etablering av siltgardin rundt utslippsstedet vil redusere partikkelspredningen til omgivelsene, inkludert låsettingsplassene for brisling, som ligger mer enn 4 km (i luftlinje) fra utslippspunktet.

7 Risikovurdering

I tillegg til høyt innhold av partikler (suspendert stoff) kan tunneldrivevannet ha høy pH, høyt innhold av nitrogenforbindelser (både ammonium og total nitrogen) og oljeforurensning fra lekkasje fra anleggsmaskinene.

Sjøresipienter er generelt å anse som mer robuste mot endringer i vannkvaliteten og som følge av at mobile organismer har større område å flytte til og rekruttere fra ved midlertidig utslipp.

Det ble ikke registrert verdifulle forekomster av alger i vassdraget eller fjorden (1; 5). Risikoen knyttet til suspendert stoff er dermed først og fremst knyttet til påvirkningen på andre vannlevende organismer og nedslamming av leveområder, og ikke nedsatt fotosyntese.

For sårbare resipienter anbefales det å redusere konsentrasjonen av suspendert stoff (SS) til 100 mg SS/L (7). Utslipp med konsentrasjoner mellom 80-400 mg/L kan gi betydelig redusert fiske, og utslipp over 400 mg/L kan gi meget dårlig fiske med sterkt redusert avkastning (1).

På grunn av høy vannhastighet i Indre Offerdalselvi og god miksing i vannsøylen ved utslippspunktet i Årdalsfjorden er det forventet at vann med høy konsentrasjon av suspendert stoff i liten grad får lang nok oppholdstid til å tilslamme elve- og sjøbunnen. Det er heller ingen viktige gyte eller oppvekstlokaliteter som kan påvirkes i resipientene.

En kan ikke utelukke hendelser med midlertidig farging av vannet, men dette er ikke forbundet med risiko for organismene dersom vannet er rensert før utslipp og utslippsverdiene er under 200 mg SS/L for Indre Offerdalselvi og 400 mg/L for Årdalsfjorden (1; 7).

Dersom utslippet tilfører oljeforurensning til vannet, endres vannforekomstens kjemiske tilstand. Risikoen er størst for Indre Offerdalselvi, da tilstanden vil endres fra tilnærmet uberørt. Utslipp av vann med oljeforurensning vil være i strid med miljømål for vannforekomstene og kan også være skadelig for livet i resipienten. Det er ikke satt en egen grenseverdi for oljeforurensning (alifater eller THC) for klassifisering av vann, sediment og biota iht. vannforskriften (14). Anbefalt grenseverdi på 20 og 50 mg/L er basert på og at det ikke er forventet store utslipp av olje under tunneldrivingen.

Laksefisk tåler normalt vann med pH 5-9, men er også motstandsdyktig for kortvarige endringer i pH opp til 10,5 (7). Utslipp av tunneldrivevann med høy pH og stor andel ammoniakk kan utgjøre en risiko for fisk og andre vannlevende organismer. Grenseverdien for utslipp til sjø er satt til 11 på grunn av sjøens bufferkapasitet og resipientens størrelse.

På grunn av beliggenheten i høyfjellspreget felt og jevnt over høy vannføring i elva, er det forventet at eventuelle utslipp som skjer ved lav vannføring i elva vil vaskes ut ved neste nedbørepisode (13).

Erfaringer etter utslipp av klorforbindelser til Akerselva i Oslo har vist at det sannsynlig at bunnlevende organismer reetableres og ny fisk kan rekrutteres etter kortvarige utslipp til elver (15). Mobile organismer vil også kunne unngå områder med ugunstige forhold.

I forbindelse med konsekvensutredningen for etableringen av kraftverket ble det konkludert med at økt avrenning og utslipp i anleggsfasen ikke vil endre elvenes økologiske eller kjemiske tilstand, dersom vannet renses ved sedimentering før utslipp (1).

Årdalsfjorden

Tunneldrivevann fra Indre Offerdal kraftverk skal slippes ut i Årdalsfjorden.

Det er ikke registrert viktige marine naturtyper, rødlistearter eller andre verdifulle arter ved utslippspunktet i Årdalsfjorden. I anleggsfasen er det utslipp av vann med høyt partikkelinnhold som vil utgjøre størst risiko for resipienten. Det er særlig viktig å unngå spredning av partikler til låssettingsplassene for brisling, da de ikke har mulighet til å forflytte seg.

Sjøvann har normalt en pH på rundt 8. Saltvann har høy bufferkapasitet og saltvannsresipienter er robuste mot endringer i pH ved tilførsel av vann med høy eller lav pH.

Indirekte utslipp via Indre Offerdalselvi vil fortynnes før utslipp til fjorden og med stor sannsynlighet ikke påvirke dagens forurensningssituasjon eller forverre miljøtilstanden i Årdalsfjorden.

7.1 Konklusjon

Tunneldrivevann kan inneholde stoffer (inkludert uomsatt nitrogen og oljeforurensning), høye konsentrasjoner av partikler og forhøyde pH-verdier som skiller seg fra den naturlige forekommende vannkvaliteten i Ytre og Indre Offerdalselvi. Utslipp av ubehandlet tunneldrivevann kan gi risiko for redusert vannkvalitet i overflatevannet. Endringen vil være kortvarig på grunn av forventet høy vannføring i anleggsfasen og fortynningseffekten i resipientene.

Det er ingen sårbare eller verdifulle artsforekomster eller viktige gyte- og oppvekstlokaliteter for fisk i Indre Offerdalselvi eller Årdalsfjorden. Sammen med fortynningseffekten i resipientene, er det vurdert at midlertidig utslipp av tunneldrivevann i anleggsfasen ikke utgjør en stor risiko for oppnåelse av miljømålene for resipientene etter anleggsfasen.

Det skal gjennomføres avbøtende tiltak for å sikre lavest mulig utslippsverdier og kontroll av utslippsverdier for suspendert stoff (partikler), pH og olje i anleggsfasen.

7.2 Tiltak i resipient

Anleggsområdet skal istandsettes når etableringen av kraftverket er ferdig. Det er ikke behov for tiltak i resipient for å sikre oppnåelse av miljømål for Indre Offerdalselvi eller Årdalsfjorden, med mindre det skjer uforutsette hendelser i anleggsfasen som gir grunn til å vurdere annerledes. For eksempel store utslipp av olje.

8 Kontroll og overvåking

For å kontrollere utslippet av tunneldrivevann og eventuell avrenning fra sprengsteindeponiet ved Skogli, er det utarbeidet et overvåkingsprogram av resipient, i tillegg til visuell kontroll av eventuell avrenning fra deponiet.

8.1 Kontroll av renseanlegget

Anlegget skal ha kontinuerlig måling og loggføring av pH, suspendert stoff og vannmengde før utslipp. Utslippsverdiene vil kontrolleres manuelt og ved visuell kontroll.

8.2 Kontroll av siltgardin i Årdalsfjorden

Siltgardinen må kontrolleres jevnlig og innholdet av partikler i vannsøylen må observeres under utførelsen, i tillegg til turbiditetsmålinger som inngår i overvåkingsprogrammet. Dersom det observeres spredning av partikler i vannsøylen utenfor siltgardinen (reduert siktdybde), må utslippet stanses og ytterligere tiltak vurderes.

8.3 Prøvetaking av resipient før anleggsstart

Det foreligger analyseresultater fra vannprøver og undersøkelser av ferskvannøkologi i Indre Offerdalselvi fra konsekvensutredningen i 2009-2011 (1).

Det er ikke tatt prøver av vannkvaliteten eller sedimenter i Årdalsfjorden. Mengden sediment er for liten til å ta ut prøver for klassifisering av sediment iht. vannforskriften og Miljødirektoratets veileder M-608.

Før oppstart måles turbiditeten ved utslippspunktet i Årdalsfjorden i henhold NS_EN ISO 7027:1999 *Vannundersøkelse - Bestemmelse av turbiditet*, og overvåking iht. retningslinjer for overvåking i Miljødirektoratets veileder M-350 om håndtering av sedimenter, som også skal gjennomføres i forbindelse med dumping av sprengstein nær utslippspunktet.

I tillegg til prøveresultatene fra 2009 skal vannkvaliteten i Indre Offerdalselvi undersøkes med vannprøver oppstrøms og nedstrøms for planlagt utslippspunkt før utslipp fra anleggsvirksomheten starter. Prøvene tas hver sesong – helst vår, sommer, høst og vinter så nært oppstart som mulig.

Prøvetakingsprogrammet for resipientovervåking skal inneholde analyser av følgende parametere:

- pH
- Konduktivitet
- Suspendert stoff
- Total nitrogen (tot-N) og ammonium (NH_4^+)
- Olje ($\text{C}_5\text{-C}_{35}$)
- Benzo(a)pyren (markør for de andre polyaromatiske hydrokarbonene)
- Metallene arsen, aluminium, bly, kadmium, krom, kobber, nikkel, kvikksølv, sink og jern.
Prøvene for metallanalyser må analyseres filtrert og ufiltrert

Analyser av disse parameterne vil gi grunnlag for å vurdere anleggsvirksomhetens påvirkning på forurensningssituasjonen og andre fysisk-kjemiske kvalitetselementer for vurdering av elvenes tilstand i henhold til vannforskriftens miljømål for overflatevann.

8.4 Prøvetaking av resipient i anleggsfasen

Indre Offerdalselvi skal prøvetas månedlig oppstrøms og nedstrøms for utslippspunktet for å kunne oppdage utslippets virkning på elva og iverksette tiltak. Det finnes ingen standard for avstanden prøvetakingspunktene skal tas fra utslippspunktet, men samme prøvetakingssted og –metode må benyttes ved hver prøvetaking.

Vannprøvene fra Indre Offerdalselvi analyseres for følgende parametere én gang i måneden:

- Suspendert stoff
- Total nitrogen (tot-N) og ammonium (NH_4^+)
- pH
- Olje ($\text{C}_5\text{-C}_{35}$)

Vesentlig endringer i disse parameterne vil kunne gi grunnlag for å vurdere om anleggsvirksomheten har medført risiko for helse- og miljøskade. Sammen med den kontinuerlige overvåkingen av rensset anleggsvann før utslipp vil det være mulig å identifisere hvilken aktivitet som har medført endringer i parameteren og videre iverksette nødvendige tiltak

Ved første prøvetakingsrunde etter oppstart, vil prøvene også analyseres for konduktivitet og de samme metallene som oppgitt i avsnitt 8.3 om prøvetaking før oppstart. Dersom noen av parameterne er vesentlig endret i forhold til resultatene før anleggsstart, må prøvetakingsprogrammet revurderes og tiltak for å redusere utslipp som påvirker de aktuelle parameterne vurderes.

På grunn av god miksing og fortykning av utslippet i fjorden, er det mest relevant å overvåke utslippets spredning av partikler (identifisert som største risikoparameter) fra utslippspunktet i Årdalsfjorden ved hjelp av turbiditetsmålinger. I tillegg til turbiditetsmålinger vil visuell observasjon av siktdybden i vannsøylen innenfor og utenfor siltgardinen og turbiditetsmålinger og overvåking iht. retningslinjer for overvåking i Miljødirektoratets veileder M-350 om håndtering av sedimenter angi om de avbøtende tiltakene er tilstrekkelige.

Dersom det over lengre perioder vises tilfredsstillende analyseresultater, kan det vurderes å endre prøvetakingsprogrammet (f.eks. fra ukentlig prøvetaking til månedlig). Endringen må avklares med Fylkesmannen.

8.5 Prøvetaking etter anleggsperioden

Overvåking av resipientene etter anleggsperioden må vurderes på grunnlag av resultatene fra prøvetakingen under anleggsarbeidene og endret gjennomføring eller uforutsette utslipp i anleggsfasen.

For å verifisere at eventuell påvirkning av elvene er stoppet, skal det gjennomføres to prøvetakingsrunder av samme parametere som ved oppstart etter avslutningen av anleggsvirksomheten.

Referanser

1. **Multiconsult AS.** *Konsekvensutredning for Offerdal kraftverk, Tema: Ferskvannøkologi og vannkvalitet.* 2011.
2. —. *Konsekvensutredning for Offerdal kraftverk, Årdal kommune, Tema: Marine forhold.* 2011.
3. **Multiconsult ASA.** *Offerdal kraftverk AS, Detaljplan for miljø og landskap, 129953-LARK-RAP-001.* 2017.
4. —. *Ytre Offerdal kraftverk, Foreløpig teknisk plan vannvei og dam, 129953RIEn-RAP-005_rev1.* 2017.
5. —. *Ytre og Indre Offerdal Kraftverk, naturmangfold, 129953-RIM-NOT-001.* 2017.
6. **Multiconsult Norge AS.** *Ytre og Indre Offerdal kraftverk, kostnadsestimert for massetransport, 129953-RIGm-NOT-003.* 2017.
7. **Norsk Forening for Fjellspreningsteknikk (NFF).** *Beregning og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg, Teknisk rapport 09.* 2009.
8. **CEDR.** *Management of contaminated runoff water: current practice and future research needs.* 2016.
9. **NIVA.** *Forslag til miljømål og klassegrensener for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering. Rapport L.NR: 5708-2008.* 2008.
10. **NVE.** *God praksis - avfall, forurensning og støy, nr. 5/2015.* 2015.
11. **H., Torp. M og Vikan.** *pH-regulering av tunneldrivevann med CO2-gass, Statens vegvesen NORWAT rapportnr. 244.* 2013.
12. **Miljødirektoratet.** *Veileder for fastsetting av innblandingssoner, M-46.* 2013.
13. **Multiconsult AS.** *Konsekvesutredning for Offerdal kraftverk, Årdal kommune, Tema: Hydrologi.* 2011.
14. **Miljødirektoratet.** *Grenseverdier for klassifisering av vann, sedimenter og biota, M-608.* 2016.
15. **Saltveit S.J, Brabrand Å., Bremnes T. og Pavels H.** *Tilstand for bunndyr, fisk, edelkreps og elvemusling i Akerselva etter utslipp av hypokloritt. Rapport nr. 22. s.l. : Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.*
16. **Multiconsult Norge AS.** *Søknad om tillatelse til dumping i sjø, Ytre og Indre Offerdal kraftverk, 129953-RIGm-RAP-001.* 2017.