

---

RAPPORT

# Nye Verma Kraftverk

OPPDRAAGSGIVER

Rauma Energi

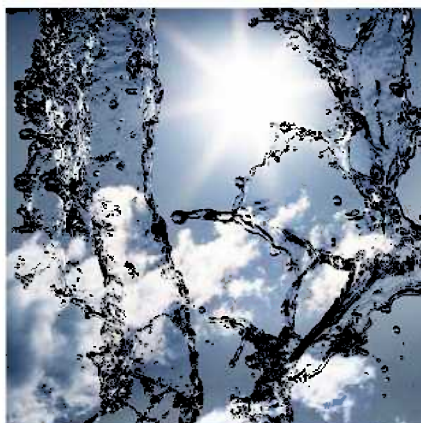
EMNE

Utslippssøknad for tunneldrivevann

DATO / REVISJON: 1. april 2016 / 00

DOKUMENTKODE: 127439-RIGm-RAP-001

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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	<b>Nye Verma Kraftverk</b>	DOKUMENTKODE	127439-RIGm-RAP-001
EMNE	Utslippssøknad for tunneldrivevann	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Rauma Energi</b>	OPPDRAAGSLEDER	Steinar Haugen
KONTAKTPERSON	Knut Peder Voldset	UTARBEIDET AV	Therese B. Sæthre / Henrik Myreng
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 45086 NORD: 691317	ANSVARLIG ENHET	1013 Multiconsult AS
GNR./BNR.	75 / 5 RAUMA KOMMUNE		

## SAMMENDRAG

Rauma Energi AS skal oppgradere og bygge om Verma kraftverk i Rauma kommune i Møre og Romsdal. Oppgraderingen omfatter blant annet etablering av ny kraftstasjon og nye tunneler. I denne søknaden vurderes kun utslipp av tunnelvann til Rauma i anleggsperioden. Multiconsult vil på vegne av Rauma Energi søke fylkesmannen i Møre og Romsdal om tillatelse til utslipp av anleggsvann fra tunnelarbeidet.

Arbeidet vil medføre driving av en adkomsttunnel til ny kraftstasjon samt en avløpstunnel for vann. Tunneldriving genererer prosessvann/tunnelvann som normalt inneholder økte nivåer av olje, nitrogen og suspendert stoff. Bruk av betong kan gi i tillegg høy pH i tunnelvannet.

Teoretisk maksimalt volum tunnelvann som slippes ut er ca. 1100 L/min (18 L/s) i opptil 6 timer pr døgn. I anleggsfasen skal alt tunnelvann ledes gjennom et renseanlegg som reduserer innholdet av suspendert stoff og olje. Planlagt utslippspunkt er til Rauma, nedstrøms Ormem bro.

Renseanlegget skal ha mulighet for pH-justering etter behov. Renseanlegget må dimensjoneres slik at utslippsvannet tilfredsstiller grenseverdiene angitt nedenfor. Entreprenør er ansvarlig for å prosjektere et anlegg som vil kunne tilfredsstille rensekravene. Regulering av pH er høyst sannsynlig nødvendig, og anlegget skal derfor ha et automatisk doseringssystem. Anlegget skal også ha kontinuerlig, on-line, logg som måler pH, turbiditet og vannmengder som slippes ut. Loggen skal ha en automatisk alarmfunksjon.

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

- Suspendert stoff < 100 mg/L (ukeblandprøve)
- pH innenfor intervallet 6,0 – 8,0
- Olje (THC) < 10 mg/L

Den første uken etter oppstart skal entreprenør besørge daglige vannprøver som sendes til kjemisk analyse hos et akkreditert laboratorium og analyseres for pH, olje (C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>), suspendert stoff, totalnitrogen og ammonium. Vannprøver skal tas av personell med miljøfaglig kompetanse. Under normal drift skal entreprenør prøveta og analysere utslippsvannet ukentlig.

Det foreslås at Byggherre er ansvarlig for overvåkningsprogrammet av resipient. Prøvetaking og vurdering av resultatene skal utføres av personell med miljøfaglig kompetanse. Prøvetaking av resipient skal utføres før, under og etter anleggsarbeidene.

00	1.4.2016	Utslippssøknad tunneldrivevann	HEM	TBS	SH
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Kort om tiltaket.....	5
1.2	Grunnlagsdokumenter.....	6
<b>2</b>	<b>Lokalitetsbeskrivelse.....</b>	<b>6</b>
2.1	Områdebeskrivelse, terreng og grunnforhold .....	6
2.2	Rauma.....	6
2.2.1	Økologisk klassifisering .....	7
2.2.2	Kjemisk klassifisering .....	8
<b>3</b>	<b>Driving av tunnelene og arbeider i inntaksdam .....</b>	<b>9</b>
3.1	Driving av tunneler .....	9
3.2	Tunneldrivevann .....	10
3.2.1	Sprengstein .....	11
3.2.2	Bunnrensk .....	11
3.2.3	Slam fra grøfterensk og renseanlegg .....	11
3.3	Borevann fra spregningsarbeider i inntaksdam .....	11
<b>4</b>	<b>Utslipp av tunneldrivevann .....</b>	<b>12</b>
4.1	Vannmengder .....	12
4.2	Forurensningskomponenter i tunneldrivevann .....	12
<b>5</b>	<b>Vannbehandlingsanlegg.....</b>	<b>14</b>
5.1	Utslippspunkt.....	14
5.2	Vannovervåkning av rensed tunneldrivevann .....	15
5.3	Grøfterensk og slam fra sedimentasjonsbasseng .....	15
<b>6</b>	<b>Grenseverdier og risikovurdering.....</b>	<b>15</b>
6.1	Forslag til grenseverdier for tunneldrivevann.....	15
6.2	Generelt om fortynning og økte konsentrasjoner i resipient .....	15
6.3	Risikovurdering .....	16
<b>7</b>	<b>Kontroll og overvåkning.....</b>	<b>17</b>
7.1	Prøvetaking av resipient før anleggsstart .....	17
7.2	Prøvetaking av resipient i anleggsperioden .....	18
7.3	Etter anleggsperioden.....	18
<b>8</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>18</b>

**Vedlegg**

Vedlegg 1 – Tegning over tunnelsystem, foreløpig tegning 127439-01, 22.12.2015 (det tas forbehold om endringer)

## 1 Innledning

Rauma Energi AS skal oppgradere og bygge om Verma kraftverk i Rauma kommune i Møre og Romsdal. Oppgraderingen omfatter blant annet etablering av ny kraftstasjon og nye tunneler. Oppgraderingen av kraftverket medfører flere arbeider som kan påvirke miljøet. Utslipp av tunnelvann til Rauma krever tillatelse fra NVE og Fylkesmannen i Møre og Romsdal.

I denne søknaden vurderes kun utslipp av tunnelvann til Rauma i anleggsperioden og håndtering av borevann under arbeider i inntaksdammen. Multiconsult vil på vegne av Rauma Energi søke Fylkesmannen i Møre og Romsdal om tillatelse til utslipp av anleggsvann fra tunnelarbeidet.

### 1.1 Kort om tiltaket

Rauma Energi AS skal oppruste/ombygge Verma kraftverk i Rauma kommune. Utbyggingen av Nye Verma kraftverk omfatter bl.a. utbygging av vannveier og kraftstasjon i fjell, med utløp i samløpet mellom Verma og Rauma. Figur 1 viser et oversiktskart over området. Figur 3 og vedlegg 1 viser en oversiktstegning av tunnelsystemet.

Arbeidet vil medføre driving av 2 tunneler og behov for deponering av sprengsteinsmasser. Hovedriggen planlegges ved nåværende kraftverk. I tillegg vil det etableres mindre, lokale rigger for anleggsarbeidene ved tunnelinntak og -utløp. Multiconsult ASA har fått i oppdrag å prosjektere ombyggingen.

Anleggsperioden for tunneldrivingen er planlagt til å være ca. 40 uker med oppstart februar 2017. Utslipet av tunnelvann er således planlagt i perioden februar 2017 til desember i 2017.

#### **Adkomsttunnel til kraftstasjon**

Påhugget ligger på kt +169 (såle) og er plassert i skråningen på vestsiden av Ormem bru. Den ca. 560 m lange tunnelen med permanent kjørebane skal asfalteres.

#### **Tilløpstunnel**

Tilløpstunnelen har en total lengde på 176 m målt fra innløpspropp (sålenivå kt. +158,8) og opp til sjakt (sålenivå kt. +183,7). Etter at tunnelarbeidene er avsluttet spylerevnes tunnelsålen i hele lengden.

#### **Inntaksdam**

Eksisterende inntaksdam heves og forlenges. Ny HRV (høyest regulerte vannstand) blir på kote + 582,5 og nytt inntaksmagasin får et volum på ca. 130 000 m<sup>3</sup>. I tillegg til utvidelse av dammen skal det tas ut ca. 25 000 m<sup>3</sup> med bergmasser i selve inntaksmagasinet for å øke magasinvolumet. Ny dam blir en hybrid hvor dagens betongdam bygges inn i en ny betongdam.

#### **Sjakt vannvei**

Fra inntaket går vannveien i en boret sjakt ned til tilløpstunnelen. Sjakten blir ca. 535 m lang med diameter 2,0 m og helning 1:1.

#### **Avløpstunnel**

Avløpstunnelen er ca. 685 m lang og drives fra en bypass tunnel nær kraftstasjonen. Kjørebane fra anleggsdriften skal ikke fjernes.

#### **Tipp**

Det planlegges å etablere et massedeponi på østsiden av Rauma like ved eksisterende kraftstasjon. Nødvendig størrelse er beregnet til 65 000 m<sup>3</sup> masser. Adkomst til deponiet blir over ny Ormem bro, forbi riggområde og videre inn på anvist område via skogsti. En mulig utvidelse av massedeponi kan

bli aktuelt på sørsiden. Det er et alternativ at massene blir overtatt/solgt for å nyttiggjøres i andre prosjekter. Disponeringen av massene er derfor ikke klarlagt pr. i dag.

## 1.2 Grunnlagsdokumenter

Denne søknaden henter informasjon hovedsakelig fra følgende dokumenter og databaser:

- NINA. Konsekvenser knyttet til planer for nytt kraftverk i Verma. 2008. NINA Rapport 357.
- Multiconsult. Vurdering av potensielt forurenset grunn. 2015. 127439-RIGm-NOT-001
- Veterinærinstituttet. Bekjempelse av Gyrodactylus salaris i vassdrag i smitteregionen Rauma 2013 – 2014. Veterinærinstituttets rapportserie 4-2015
- Miljødirektoratets nettsjeneste Vannmiljø.no
- Databasen Vann-nett.no

For andre rapporter og artikler som er benyttet vises det til referanselisten i kap. 8.

## 2 Lokalitetsbeskrivelse

### 2.1 Områdebeskrivelse, terreng og grunnforhold

Verma kraftstasjon ble satt i drift i årene 1948-1953 og ligger ved Vermåa som er et sidevassdrag til det vernede Raumavassdraget (verneplan IV for vassdrag, 1992) i Rauma kommune i Møre og Romsdal. Vermavassdraget har en lengde på 12 km og faller fra 1750 m.o.h. via det regulerte Vermevatnet (1180-86 m.o.h.) og videre til kraftstasjonens inntaksdam på 580 m.o.h. (se figur 1) Derfra slippes vannet til Rauma, ca. 166 m.o.h. Verma har vært regulert siden 1923.

Ifølge databasen Vann-nett [1] er miljømålet for Verma å sikre tilstrekkelig vandringsforhold for fisk. Rekruttering av fisk vil komme fra områder oppstrøms i vassdraget [2]. Det er angitt å være risiko for at målet ikke vil bli oppfylt innen 2021. På grunn av endret vannføring er påvirkningsgraden oppgitt som moderat. I Miljødirektoratets database Vannmiljø [3] oppgis vanntypen som kalkfattig, klar elv (vanntype RWH2111 i henhold til veileder 02:2013 [4]).

Nærområdet består av relativt urørte naturområder med kun noe hyttebebyggelse nederst langs Verma, og gamle seteranlegg (Evensætra, Stavemsetra og Vermedalssætra).

### 2.2 Rauma

Rauma er en av nordvestlandets betydeligste elver, både mht. vannføring og biologisk potensial. Elven ble tatt inn i verneplan IV for vassdrag i 1992. Den renner ut fra Lesjaskogsvatnet i Oppland fylke, men størstedelen av elvestrengen og nedbørsfeltet ligger i Rauma kommune i Møre og Romsdal. Elven er ca. 80 km lang og nedbørsfeltet dekker et areal på ca. 1200 km<sup>2</sup>. Avrenning fra nedbørsfeltet til vassdraget er beregnet til ca. 34 l/s km<sup>2</sup> i forrige normalperiode (1961-1990) [5]. Ved Slettafossen er årlig middelvannføring 26 m<sup>3</sup>/s. Figur 1 viser et oversiktskart over Raumaregionen. Tabell 1 viser årsvariasjonen i vannføring [5].

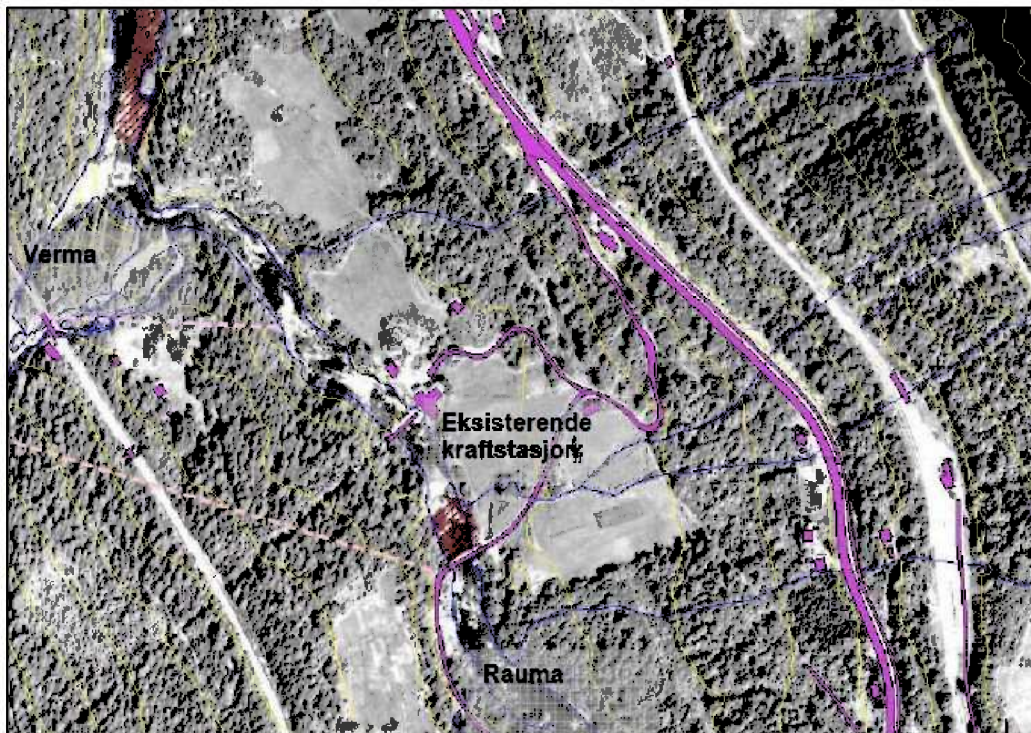
Elven er lakseførende med en anadrom strekning på ca. 42 km. Slettafossen, ca. 650 m oppstrøms eksisterende Verma kraftverk, utgjør et naturlig vandringshinder for fisken.

Vassdraget er noe påvirket av regulering; de viktigste inngrep er en dam i vestenden av Lesjaskogsvatnet, utbyggingen av Verma kraftverk i 1941 og Grytten kraftverk i 1975. Rauma har tilløp fra flere sidevassdrag, men kun Verma og Istra renner ut på den anadrome strekningen. Det er ingen fiskeoppgang til Verma [5]. Elven er næringsfattig (oligotrof) og har et begrenset arts mangfold



Det anføres ukjent grad av påvirkning fra rømt oppdrettsfisk, middels grad av veipåvirkning (E136) og liten endring i vannføring p.g.a. regulering.

Elven har siden 1980 vært infisert med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og er gjentatte ganger blitt behandlet med rotenon, sist gang i 2013-2014. Det foreligger planer for bevaring og reetablering av lokale fiskestammer i perioden 2015-2018 [7], [8]. Figur 2 viser registrerte gyteområder ved eksisterende Verma kraftstasjon og Ormem bro.



**Figur 2.** Registrerte gyteområder i nærheten av Verma kraftstasjon er vist med rød skravering (figuren er hentet fra NINA Rapport 357 [2]).

### 2.2.2 Kjemisk klassifisering

Ifølge Vann-nett skal elven klassifiseres som en middels stor, svært kalkfattig ( $\text{Ca}^{2+} < 1 \text{ mg/L}$ , alk.  $< 0,05 \text{ mekv/L}$ . og klar (TOC 2-5 mg/L, STS  $< 10 \text{ mg/L}$ ) lavlandselv. I henhold til veileder 02:2013 [4] er vanntype ID: RWL3111, vanntype nr. 2.

Det er funnet sparsomt med data over kjemiske kvalitetselementer i tilgjengelig databaser, i tabell 2 vises et utvalg resultater fra vannprøver tatt av NIVA i perioden juli – oktober 2013 ved Brøstvegen bru, ca. 6 km oppstrøms Verma kraftverk. Tallene er hentet fra Miljødirektoratets database Vannmiljø [3]. På strekningen fra prøvepunktet til Verma kraftverk mottar Rauma vann fra bl. a. Ulvåe, men det antas at resultatene gir en akseptabel indikasjon på innholdet av de undersøkte kvalitetselementene også ved Verma kraftverk.

Klassifisering av kvalitetselementene skal i utgangspunktet gjøres for årsgjennomsnitt, men sammenligningen med øvre grense for «god» kjemisk tilstand for totalfosfor (tot-P) og totalnitrogen (tot-N) i perioden juli – oktober indikerer uansett lavt innhold av næringsstoffer. Verdiene for turbiditet er lave (det er ikke fastsatt grenser for turbiditet, men kun for suspendert stoff) og den målte pH-verdien er gunstig. Det er ikke funnet registrerte data over metallinnhold i elven, men ved pH 6,8 er løseligheten av aluminium, som er toksisk for gjellerespirerende organismer, omkring sitt minimumsnivå.



For anadrome vassdrag oppgir veilederen nedre grense for god alkalinitet til  $25 \mu\text{ekv/L} = 0,025 \text{ mekv/L}$ . Vann-nett oppgir alkalinitet i elven kun som  $< 0,05 \text{ mekv/L}$ .

**Tabell 2.** Kvalitetslementer målt av NIVA ved Brøstvegen bro, ca. 6,5 km oppstrøms Verma kraftstasjon [3].

	Tot-P ( $\mu\text{g/L}$ )	Tot-N ( $\mu\text{g/L}$ )	Turbiditet (FNU)	pH (kun 1 måling)
<b>Minimum</b>	2,3	78	0,10	6,8
<b>Gjennomsnitt <math>\pm</math> st.dev (n=6)</b>	$3,0 \pm 0,93$	$171 \pm 130$	$0,12 \pm 0,05$	-
<b>Maksimum</b>	4,8	428	0,22	-
<b>Øvre grense for tilstandsklasse 3 «god tilstand» i veileder 02:2013</b>	17	475	-	-

### 3 Driving av tunnelene og arbeider i inntaksdam

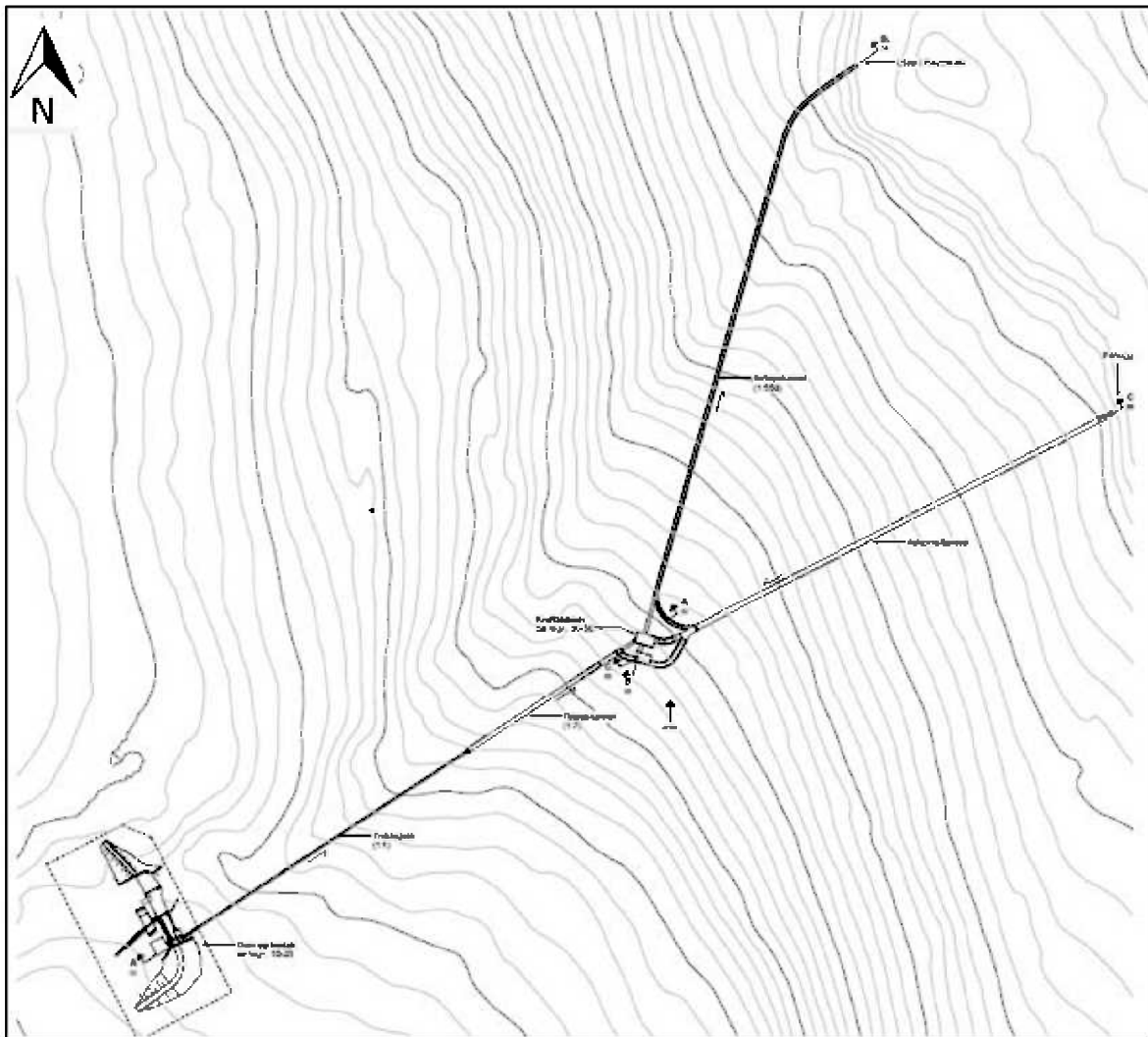
#### 3.1 Driving av tunneler

Driving av tunnelene vil produsere prosessvann og store mengder tunnelmasser/-stein som må håndteres og disponeres.

Tippmasser på ca.  $100\,000 \text{ m}^3$  fra adkomst-, tilløps- og avløpstunnelene planlegges ifølge konsesjonssøknaden å bli tatt ut gjennom adkomsttunnelen, og legges i tipp ved den nåværende kraftstasjonen. Massene er videre tenkt benyttet for arrondering av jordbruksareal eller utfylling av en idrettsplass i Øverdalen i Verma.

Adkomsttunnelene skal drives fra påhugget ved Ormem bro og 560 m til kraftstasjonen som skal ligge i fjell. Fra stasjonen drives avløpstunnelen på 685 m ned til utslippspunktet til Rauma (se figur 3). Utslippspunktet er omtrent ved samløpet mellom Verma og Rauma. For bedre lesbarhet er tegningen i figur 3 vist som vedlegg 1.

Vannveien vil være i fjell. Fra inntaket vil vannet føres gjennom en 540 meter lang sjakt med 2 meter diameter og helning 1:1. Deretter føres vannet gjennom en ca. 173 meter lang tunnel med tverrsnittareal på  $22 \text{ m}^2$ , før det går gjennom stålrør innstøpt i propp frem til stasjonen.



**Figur 3.** Oversiktstegning over planlagte tunneler og vannveier (foreløpig tegning 127439-01, 22.12.2015, det tas forbehold om endringer).

Løsmasser som benyttes for å bygge opp veien i og utenfor et tunnelanlegg består normalt av velgradert spengstein og velsorterte pukk-, stein- og grusmasser, som i utgangspunktet er å betrakte som rene mht. kjemisk forurensning. Maskinell drift og drypp/søl/lekkasjer av olje og andre væsker fra utstyr eller tanker under anleggsarbeidene, samt spengstoffrester i massene, kan imidlertid forurense både tunnelmassene og tunnelvannet.

### 3.2 Tunneldrivevann

Under drivingen av tunneler genereres det tunnelvann / prosessvann. Mengden og sammensetningen av tunnelvannet reflekterer anleggsarbeidets ulike faser. Volumet styres av entreprenørens arbeidsprosesser. Vannkvaliteten påvirkes bl. a. av tunnelmassene som normalt består av spengstein, bunnrensk og ev. grøfterrensk.

Tunnelvannet vil i hovedsak være en blanding av:

- antatt rent innlekkasjevann fra berggrunnen
- vann fra borehull
- driftsvann fra maskiner

Ved tunneldrivingen brukes det vann til boring av salve. Det kan også være aktuelt med spyling av røysa før utlasting, samt spyling av berget dersom det er behov for sikring. Vann vil også bli brukt til spyling av utstyr.

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

### 3.2.1 Sprengstein

Driving av tunnelene vil generere ca. 100 000 m<sup>3</sup> sprengstein, hovedsakelig av granittisk gneis. Massene vil inneholde en del finstoff som ved utfylling nær eller i resipient kan medføre avrenning og partikkelspredning og ha negativ effekt på vannlevende organismer.

Finstoffet i massene kan inneholde 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 sprengsteinmassene og 50 % som vaskes ut med tunnelvann i form av ammonium og nitrat [9].

### 3.2.2 Bunnrensk

Bærelagsmasser for kjøring og massetransport inne i tunnelene består normalt av nedknust, utsprengt fjell. Dette er rene masser, som i varierende grad blir forurenset på grunn av spill og drypp av olje og drivstoff fra kjøretøy og maskiner.

Bunnrensk genereres på tunnelstrekninger der bærelaget tas ut etter ferdig driving. Massenes forureningsgrad må vurderes og /eller undersøkes før sluttdisponering.

### 3.2.3 Slam fra grøfterensk og renseanlegg

Under driving blir det ofte anlagt grøfter langs tunnelsidene, for å lede bort tunnelvann. Slik avrenning medfører sedimentasjon av finstoff (slam) i grøftene og ev. stedvis opphoping av olje i vannet.

Grøfteslam vurderes normalt å være forurenset, på samme måte som finstoff og slam i renseanlegg for oppsamlet tunnelvann.

## 3.3 Borevann fra spregningsarbeider i inntaksdam

Det antas at entreprenør vil bore med luft under spregningsarbeidene i inntaksdammen. Dersom det likevel blir brukt borevann, vil dette ha høyt partikkelinnhold. Det regnes ikke som sannsynlig at vannet vil inneholde nevneverdige mengder av andre forureningskomponenter. Det er ikke sannsynlig at det blir generert store volum borevann, og en del av borevannet vil trolig infiltrere til grunnen.

Ved bruk av borevann skal det etableres fordrøyningsbasseng(er) i den tørrlagte inntaksdammen slik at partikler/slam kan sedimentere. Fra fordrøyningsbasseng vil vannet pumpes til terreng / myr i sør eller til Vermas naturlige løp. Det er ikke klart hva vannføringen i Verma vil være under en slik situasjon. Det er imidlertid ca. 1,2 km ned til fiskeførende strekning i Rauma, volum borevann vil være lite og utslipp vil være av begrenset varighet. Under spregning i dagsoner vil det være relativt lite uomsatt sprengstoff (ca. 1 %) på sprengsteinen som vannet eventuelt er i kontakt med. Miljøriskoen ved utslipp av borevann anses derfor som liten.

For å unngå unødvendig nedslamming foreslås det at borevann skal sedimentere til partikkelinnholdet er < 200 mg suspendert stoff / L før det slippes til terreng eller til Verma.

## 4 Utslipp av tunneldrivevann

Utslipp av tunneldrivevann i anleggsfasen omfatter produksjonsvann fra boring og sprengning av tunnelene, og vann som lekker inn i tunnelene fra det omliggende berget (lekkasjevann). Etter ferdig utsprengning av tunnelene, og inntil kraftverket blir satt i drift, vil drens vann fra anleggsområdet i tunnelene bli sluppet ut på samme sted og på tilsvarende måte som under tunneldrivingen.

Mengden vann vil være avhengig av lengde og størrelse på tunnelene samt berggrunnens permeabilitet, bergoverdekning, størrelsen på nedbørsfeltet og nedbørsintensiteten. I kapittel 4.1 og 4.2 beskrives vannmengdene og de sannsynlige forurensinger i utslippsvann under anleggsfasen. I kapittel 5 beskrives utslippspunkt og planlagt vannbehandling. Kapittel 5 inneholder også en vurdering av mulige miljøkonflikter (konsekvensvurdering) i forbindelse med planlagt utslipp.

### 4.1 Vannmengder

Påhugg til avløpstunnelen vil være via adkomst- / transporttunnelen. Det antas et maksimalt forbruk av produksjonsvann på ca. 300 L/min pr. rigg når boring pågår. Dersom det blir aktuelt å bore med to rigger, vil maksimal mengde produksjonsvann være ca. 600 L/min. Maksimalt forbruk av produksjonsvann vil pågå inntil 6 timer i døgnet. I tillegg til vannforbruket som skyldes boring og eventuell spyling av stein, vil det være innlekkasje av grunnvann og overflatevann fra omliggende berg. Berggrunnen består av relativt tett gneis og det er antatt at mengden innlekkasjevann for hele tunnelanlegget vil være maksimalt ca. 500 L/min. Innlekkasjen er størst i området hvor det skal drives tunnel under Vermaelven. Innlekkasjemengden etter første salvesprengning på tunnelen vil være minimal og deretter øke i takt med antall tunnelmeter som blir utsprengt. Teoretisk maksimal vannmengde vil da være 1100 L/min (18 L/s) i opptil 6 timer pr døgn. På grunn av mulig behov for å etablere fordrøyningsbassenger i tunnelene, samt mindre enn maksimalt beregnet volum innlekkasjevann i største delen av anleggsperioden, vil vannmengdene i hovedsak være lavere.

### 4.2 Forurensningskomponenter i tunneldrivevann

Innlekkasjevann antas å være rent, og dette vil blandes med produksjonsvannet fra borerigg før utslipp. Konsentrasjoner av forurensning og partikler i tunnelvannet vil derfor variere gjennom utslippsperioden. Det forventes ikke at utlekking av metaller fra selve bergartene vil være noe nevneverdig problem, da gneis ikke har spesielt høyt metallinnhold.

Steinstøv som dannes fra sprengningen 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 at ferske sprengsteinspartikler har en struktur med større skadepotensial på biologisk vev enn avrundede partikler [10]. Typisk for tunnelvannet er at det i perioder vil ha høyt innhold av suspendert stoff som følge av stor aktivitet knyttet til bl. a. 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 rensmidler fra spill 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 tilfellet er det ikke lagt opp til omfattende bruk av sikring (sprøytebetong), men det ventes likevel at tunnelvannet i perioder vil være basisk.

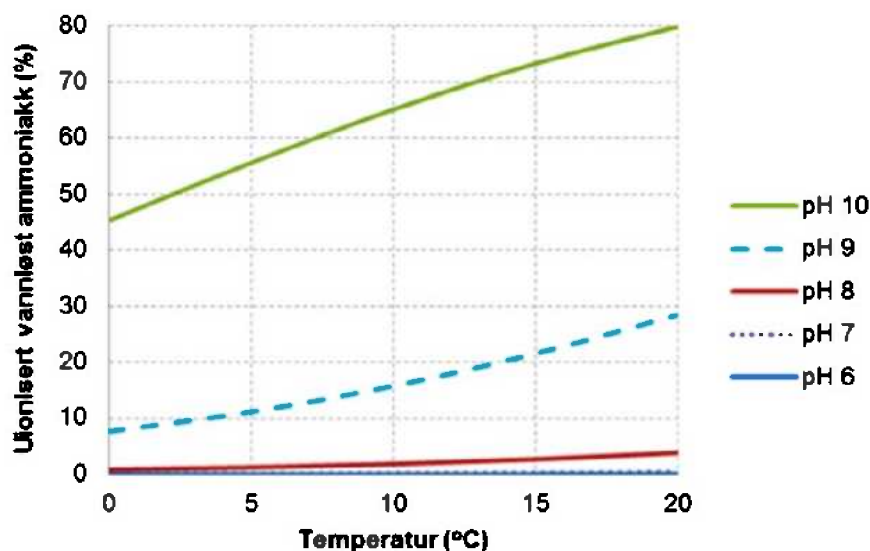
Uomsatt sprengstoff fører til økte og til dels høye nitrogenverdier i tunnelvannet. NIVA har på oppdrag for Statens vegvesen Oslo foretatt undersøkelser av avrenning fra tunnelmasse og tunnelvann [11]. Utlekkingstester ble utført på utsprengte masser fra flere tunneler der det ble benyttet emulsjonssprengstoff av vesentlig ammoniumnitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), og der sprøytebetong var

brukt som fjellsikring. Det ble funnet en avrenning av totalnitrogen på gjennomsnittlig 10 - 20 % av nitrogenet i det anvendte sprengstoffet. Denne nitrogenmengden føres ut av tunnelen delvis sammen med sprengsteinen og delvis renner den av med tunnelvannet. Tilførsler av nitrogen kan gi eutrofieringseffekter i resipienten selv om fosfor normalt er minimumsfaktor i ferskvann.

Under utsprengning av tunnelen skal det brukes slurry, som er et emulsjonssprengstoff av ammoniumnitrat og inneholder ca. 25 % nitrogenforbindelser ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Det regnes med et forbruk på ca. 500 kg sprengstoff pr. salve. En salve vil dermed inneholde 125 kg nitrogen. Avrenning av totalt nitrogen tilsvarer normalt ca. 15 % av nitrogeninnholdet i benyttet sprengstoff. Dermed vil avrenningen bli ca. 20 kg nitrogen pr. salve.

Faktiske konsentrasjoner av nitrogenforbindelser i utslippsvannet vil være avhengig av flere faktorer, bl.a. mengden innlekkasjevann, vannforbruket til anleggsmaskinene og utvaskingsgraden under ev. spyling av røys. Vannets pH og temperatur er også av betydning. Bruk av sementprodukter fører til at tunnelvann ofte har høy pH og andelen ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) av total nitrogen ( $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$ ) blir høy. Ammoniakk er giftig selv i lave konsentrasjoner, men gir ingen langtidseffekt i resipienten. Giftigheten av nitrogenutslipp er avhengig av pH i utslippsvann og resipient, fortynning i resipienten og vanntemperaturen. Figur 4 viser fraksjoner av ammoniakk plottet mot temperatur og pH.

Nye moderne boremaskiner bruker større mengder vann enn tidligere anleggsmaskiner. Dette fører til større utslippsmengder, men konsentrasjonene av suspendert stoff og nitrogenforbindelser er lavere på grunn av økt fortynning. Sprengningsrutiner, anleggsutstyr og håndtering av sprengstoff har blitt bedre og mer nøyaktig og det medfører mindre spill og utslipp av sprengstoff.



Figur 4. Andel ammoniakk av tot-N ved forskjellige temperaturer og pH-verdier [12].

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) [13]. 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 da gjellereaktivt aluminat ( $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ) [14] [15].

## 5 Vannbehandlingsanlegg

I anleggsfasen skal alt tunnelvann ledes gjennom et renseanlegg som reduserer innholdet av suspendert stoff og olje. Anlegget skal ha mulighet for pH-justering etter behov. Renseanlegget må dimensjoneres slik at utslippsvannet tilfredsstiller grenseverdiene angitt i kapittel 6.1. Entreprenør er ansvarlig for å prosjektere et anlegg som vil kunne tilfredsstille rensekravene.

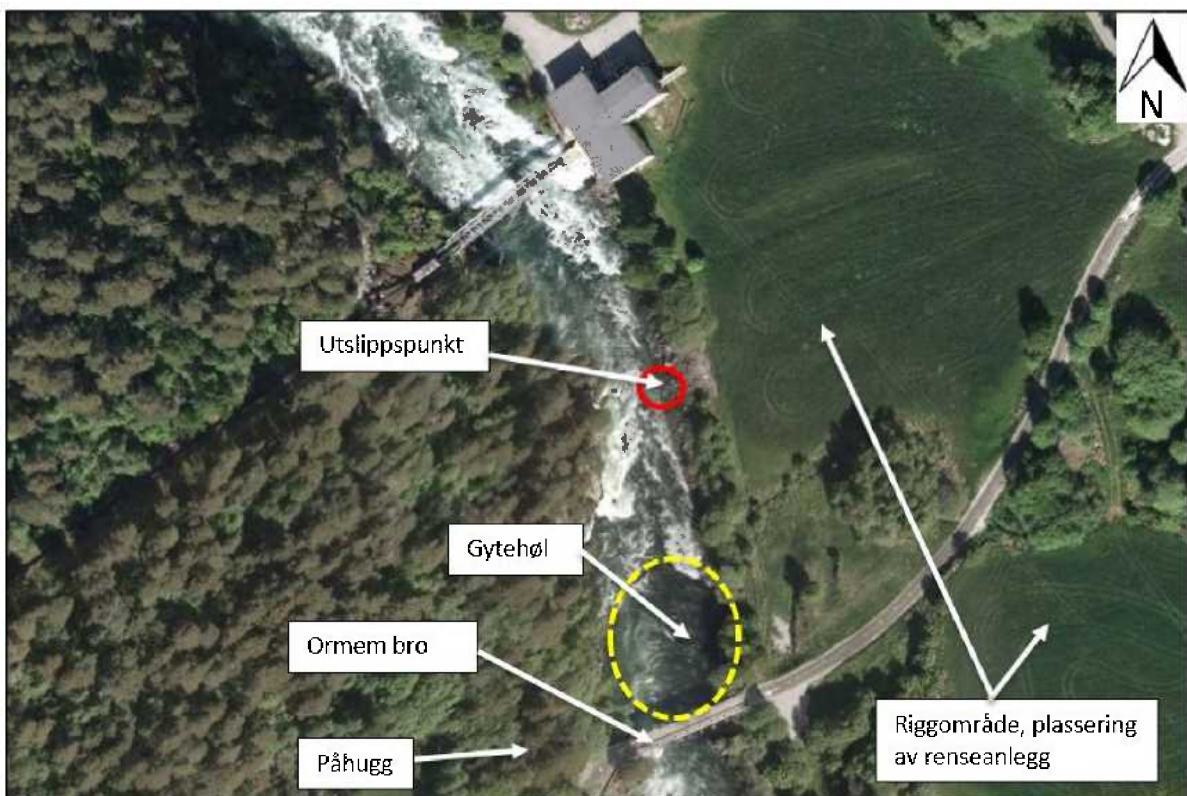
Et renseanlegg for tunnelvann kan bestå av et eller flere sedimentasjonsbasseng i kombinasjon med oljeutskiller og sandfilter før utslipp til resipient. Det skal kunne håndtere varierende belastning i ulike faser av tunneldrivingen og tilførsel av varierende mengder innlekkasjevann. Det skal være sikret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

Regulering av pH er høyst sannsynlig nødvendig, og anlegget skal derfor ha et automatisk doseringssystem. Anlegget skal også ha kontinuerlig, on-line, logg som måler pH, turbiditet og vannmengder som slippes ut. Loggen skal ha en automatisk alarmfunksjon.

Det er pr. i dag ikke enkelt tilgjengelig teknologi som redusere nitrogeninnholdet i tunnelvannet.

### 5.1 Utslippspunkt

Tunneldrivevannet skal ledes i ledninger fra påhugget til et renseanlegg som vil være plassert øst for Rauma og rensed tunnelvann skal slippes videre til elven. Tunnelvannet skal ledes fra påhugget, vest for Rauma, over Ormem bro og til renseanlegget som vil ligge øst for Rauma. Det er ønskelig at vannet slippes ut på en lokalitet som i minst mulig grad påvirker gyttende fisk. Riggområdet ligger ved et registrert gyteområde nedstrøms Ormem bro (se figur 2). Renset tunnelvann planlegges pumpet til utslippspunktet angitt i figur 5. Dette utslippspunktet er i en strømsterk strekning, rett nedstrøms nærmest gytehøl for laks.



Figur 5. Oversiktsfoto av Rauma ved planlagt utslippspunkt (kartgrunnlag fra NVE Atlas).

## 5.2 Vannovervåkning av rensed tunneldrivevann

I tillegg til den automatiske loggingen av pH, turbiditet og vannmengder, skal det utføres prøvetaking og kjemiske analyser. Det skal tas representative blandprøver ved hjelp av automatisk, mengdeproporsjonalt prøvetakingsutstyr. Vannprøvene må tas av rensed vann før utslipp til resipient og vannet skal analyseres for suspendert stoff, pH, nitrogenforbindelser og olje (C<sub>12</sub>-C<sub>35</sub>).

Den første uken etter oppstart skal det tas daglige prøver som sendes til kjemisk analyse hos et akkreditert laboratorium. Dette skal gjøres bl. a. for å kalibrere turbiditetsmålingene mot innhold av suspendert stoff.

Under normal drift skal utslippsvannet prøvetas og analyseres ukentlig.

Overvåkningsprogram for resipient er beskrevet i kap. 7.

## 5.3 Grøfterensk og slam fra sedimentasjonsbasseng

Slam fra ev. grønfterensk i tunnelen og sedimentasjonsanlegg kan ikke deponeres sammen med tunnelmasser forøvrig, med mindre det kan dokumenteres at massene er rene (jf. forurensingsforskriften kap. 2).

Forurensede masser må håndteres og leveres til godkjent mottak avhengig av stoffinnhold.

# 6 Grenseverdier og risikovurdering

## 6.1 Forslag til grenseverdier for tunneldrivevann

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

- Suspendert stoff < 100 mg/L (ukeblandprøve)
- pH innenfor 6,0 – 8,0
- Olje (THC) < 10 mg/L

Nitrogen er lite partikkelbundet og innholdet reduseres derfor i liten grad ved konvensjonell sedimentasjon. Av denne årsak er det ikke foreslått grenseverdier for totalnitrogen eller ammonium.

## 6.2 Generelt om fortykning og økte konsentrasjoner i resipient

Ved et utslippspunkt vil det oppstå en soppformet (eng. «plume») strøm av utslippsvannet. Konsentrasjoner i forskjellige avstander fra utslippspunktet kan 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. Det må også avgjøres hvor stor sone i resipient som skal regnes som fortykningsområde.

I bekker og elver vil vannføringer variere, og i tilfeller med utslipp av tunnelvann (innlekkasje + drivevann) er det ikke nødvendigvis samvariasjon mellom utslippsvolum og vannføring i vannforekomsten.

Fortynningsfaktorer varierer fra 1 til 100 000. Dersom det ikke foreligger tilstrekkelig data til å gjøre stedsspesifikke beregninger av fortykningsfaktor, anbefales det i EUs retningslinjer å benytte en standard fortykningsfaktor på 1:10 [16]. Det er ikke beregnet hvor langt fra utslippspunktet denne fortykningsgraden vil være oppnådd, dette avhenger av bl. a. hastigheten på utslippsvannet. Ved beregning av lokal fortykningseffekt blir det sett bort fra fortykning / stofftap gjennom fordampning, nedbrytning eller sedimentasjon.

I tabell 3 er forholdet mellom teoretisk maksimumsproduksjon av tunnelvann (18 L/s) vist mot hver måneds minimumsvannføring. Siden utslippsvannet ikke umiddelbart vil blandes med hele elvens vannføring, må det lokalt påregnes en vesentlig reduksjon av fortynningsfaktorene vist i tabellen. I aktuelt tilfelle vil anleggsvannet bli sluppet ut rett nedstrøms et gyteområde. Det er ca. 350-400 m til nærmeste registrerte gyteområde nedstrøms utslippspunktet (se figur 2). Det understrekes at fortynningsfaktorene er svært usikre.

**Tabell 3.** Fortynningsfaktorer etter 100 % innblanding av tunnelvann i resipient. Faktorene er basert på månedlig minimumsvannføring dividert med teoretisk maksimumsproduksjon av tunnelvann.

Måned	Minimumsvannføring	Maksimalt teoretisk utslipp	Fortynningsfaktor ved 100 % innblanding av utslippsvann i resipient
Januar	0,6	0,018 m <sup>3</sup> /s	30
Februar	0,6		30
Mars	1,0		60
April	0,9		50
Mai	2,7		150
Juni	13,1		760
Juli	12,4		690
August	8,3		460
September	4,8		270
Oktober	2,2		120
November	1,4		80
Desember	0,9		50

### 6.3 Risikovurdering

Den største risikoen ved de planlagte utslipp anses å være tilførsel av vann med høy pH til resipienten. Antatt økning i pH er i seg selv ikke problematisk for fisk, men økning i pH kan potensielt medføre blandsoneproblematikk og ugunstige nivåer av ammoniakk. Det er tidligere registret ca. 80 bunndyrstaxa i Rauma [6], deriblant døgnfluearten *Baetis rhodani* som er pH-sensitiv (foretrekker pH 6-6,9).

Fortynningen fra- og reaksjon med ellevannet vil senke pH i utslippsvann med pH 8, men siden tunnelvannet kan være mer saltrikt enn ellevannet som har svært lav bufferkapasitet, er det mulig at utslippet vil medføre en moderat økning av pH nedstrøms utslippspunktet.

Det foreligger ingen mistanke om vesentlig metallforurensning i tunneldrivevannet. Sedimentasjon 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. Fisk kan potensielt eksponeres gjennom opptak av olje i vannsøylen. Opptak fra vann vil primært skje over skinn og/eller gjeller. Sårbare livsstadier er mest utsatt (f. eks. egg, larver og smolt). Det er manglende kunnskap om dose-effekt av olje på fisk og andre akvatiske organismer og det er derfor vanskelig å etablere eksakte PNEC – verdier (predicted no effect concentration). En foreslått grenseverdi for akutt toksiske effekt av alifater på akvatiske organismer er 1 mg/L [17].

Utslipp av vann med 10 mg olje / L til en resipient med aktuell vannføring anses å gi liten miljøbelastning. Fortynning og dispersjon vil trolig relativt raskt redusere oljekonsentrasjoner ned til nivåer under det som kan gi akutte eller kroniske skader.



Negative effekter på fisk som skyldes utslipp av 100 mg SS / L anses som lite sannsynlig. Fisk tåler kortvarig eksponering til langt høyere konsentrasjoner enn 100 mg/L [10], og denne konsentrasjonen vil dertil fortynnes i resipient. I aktuelt område er Rauma generelt strømsterk og det må antas at det suspenderte stoffet vil sedimentere ut over en lang strekning av elvestrengen. Det vurderes således som lite sannsynlig at utslipp av 100 mg SS / L over en periode på ca. 40 uker vil gi nevneverdige negative effekter både på fisk og bunndyr.

Dersom det forutsettes at nitrogeninnholdet vil variere mellom ca. 10 – 100 mg/l [18], vil en 30 x fortykning (foreslått i tabell 3) gi konsentrasjonsøkninger på ca. 0,3 – 3 mg N/l. Utslipet kan derfor forårsake en lokal økning av nitrogenkonsentrasjoner. Elven har i utgangspunktet lavt nitrogeninnhold. Grensen for tilstandsklasse V («dårlig») for tot-N i veileder 02:2013 er 0,8 mg/l.

Andelen nitrogen som foreligger som ammoniakk avhenger i første rekke av følgende: konsentrasjonen av tot-N, pH og temperatur (se figur 4). Ved pH 8 foreligger ca. 3 % av totalnitrogen som ammoniakk ved en temperatur på 15 °C. Dersom det forutsettes et innhold av tot-N på 3 mg/L etter første fortykning, tilsvarer dette ca. 90 µg ammoniakk/L. Ved disse betingelsene oppnås ammoniakkkonsentrasjoner < 25 µg/l etter ytterligere 3,5 x fortykning. En konsentrasjon på 25 µg/l er en foreslått PNEC for ammoniakk i NFFs rapport [9].

Det ovennevnte eksempel vedr. ammoniakkkonsentrasjoner må antas å være konservativt, da det forutsetter maksimale / svært høye nitrogenkonsentrasjoner sammenfallende med maksimalt utslippsvolum under minimumsvannføring i elven vinterstid. Dertil vil pH i resipienten være lavere enn 8, selv om utslippsvannet skulle ha denne verdien. Temperaturen i elven under lavvannsføring vinterstid er også < 15 °C. Sommer og høst, i gyteperioden, vil vannføringen være vesentlig større. Utslippspunktet vil også ligge ved starten av et strømsterkt parti som ikke kan regnes å være noe ideelt, permanent habitat for fisk. 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.

## 7 Kontroll og overvåkning

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

Entreprenør er ansvarlig for å følge opp overvåkingen av rensed tinnedrivevann. Dette ble beskrevet i kap 5.2

### 7.1 Prøvetaking av resipient før anleggsstart

Innen utslipp igangsettes skal resipienten prøvetas hver sesong ved planlagt utslippspunkt; herunder helst vår, sommer, høst og vinter.

For å skaffe et bedre vurderingsgrunnlag for resipientpåvirkning skal det analyseres for flere parametere enn dem som det er foreslått å overvåke i utslippsvannet under anleggsperioden.

Følgende parametere skal analyseres:

- pH og konduktivitet
- Ca<sup>2+</sup> og alkalinitet
- suspendert stoff
- tot-N og ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)
- olje (C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>)

- ΣPAH-16
- Metallene: As, Al, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn og Fe. Metallene skal analyseres filtrert (0,45 µm) og ufiltrert.

## 7.2 Prøvetaking av resipient i anleggsperioden

Resipienten skal prøvetas ukentlig 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 analyseres ukentlig for:

- pH
- suspendert stoff
- tot-N og ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)
- olje (C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>)

I de første analyserundene etter oppstart skal det også analyseres for konduktivitet, alkalinitet og de samme metaller som er angitt i kapittel 7.1. Dersom noen av parameterne viser tegn til vesentlig endring sammenlignet med resultatene fra før anleggsstart, må foreslått overvåkningsprogram revurderes. Dersom det over lengre perioder kan vises til gode analyseresultater, kan det i samråd med Fylkesmann vurderes å gå over til prøvetaking månedlig.

## 7.3 Etter anleggsperioden

Videre overvåkning resipienten må vurderes på grunnlag av resultatene fra tidligere prøvetaking samt gjennomføringen av anleggsarbeidene. Det skal uansett gjennomføres to prøvetakingsrunder av de samme parameterne som ble undersøkt før oppstart.

## 8 Referanser

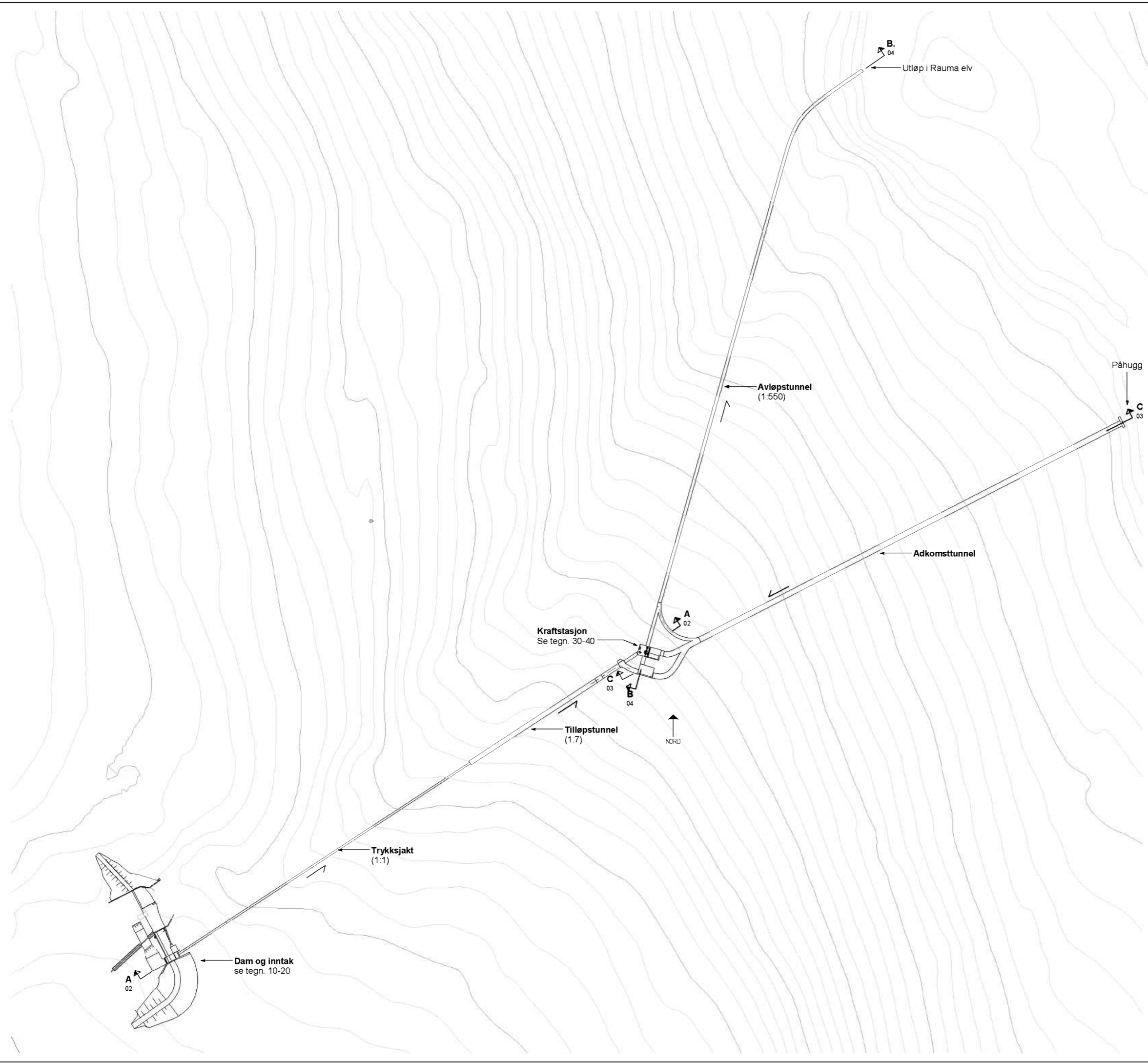
- [1] Vann-nett, <http://vann-nett.no/portal/map>, 2016.
- [2] Erikstad, L., Andersen, O., Halvorsen, G., Reitan, O., Risan, T. & Stabbetorp, O., «Konsekvenser knyttet til planer for nytt kraftverk i Verma. NINA Rapport. 357. 55 s.,» NINA, 2008.
- [3] «Vannmiljø (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>),» 15.2.2016.
- [4] Vannportalen, «Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver,» 2013.
- [5] Sandodden, R., Wlst, A: N., Moen, A., Adolfsen, P., Skei, B., Bjørnu, B., Aune, S., «Bekjempelse av Gyrodactylus salaris i vassdrag i smitteregionen Rauma 2013-2014 Veterinærinstituttets rapportserie 4-2015.,» Veterinærinstituttet, 2015.
- [6] Arnekleiv, JV., Dolmen, D., Aagaard, K., Bongard, T. & Hanssen, O., «Rotenonbehandlingsens effekt på bunndyr i Rauma- og Hensvassdraget, Møre og Romsdal. Del I: Kvalitative undersøkelser. Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 1997-8,» Vitenskapsmuseet, NTNU, 1997.
- [7] F. i. M. o. Romsdal, «Plan for bevaring og reetablering av lokale fiskebestander før og etter fjerning av lakseparasitten Gyrodactylus salaris fra Raumaregionen,» Fylkesmannen i Møre og Romsdal, 2013.
- [8] Miljødirektoratet, «Handlingsplan mot lakseparasitten Gyrodactylus salaris for perioden 2014-2016. M-288 / 2014,» Miljødirektoratet, 2014.
- [9] Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, «Behandlig og utslipp av driftsvann fra tunnel.,» 2009.
- [10] D. Hessen, «Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport O-89179,» NIVA, 1992.
- [11] T. Bækken, «Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse,» NIVA, 1998.

- [12] H. Vikan, «Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann - Giftvirkninger i resipient og renseløsninger,» *Vann*, vol. 3, pp. 333-340, 2013.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] E. C. B. Institute for Health and Consumer Protection, «Technical Guidance Document om Risk Assessment,» EU, 2003.
- [17] Aquateam, «Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn, rapport 06-039,» 2007.
- [18] M. Weideborg, «Foruresningstyper, risiko, konsekvensutredning og beredskapsplaner ved anleggsvirksomhet,» i *Aquateam*, 2010.

# Vedlegg 1

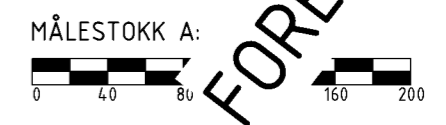
Tegning over tunnelsystem,  
foreløpig tegning 127439-01, 22.12.2015

W:\017\174339\174339-01\ARBEGG\GMA\174339-01\BIB\174339-01\MODELLER\Rev03 - Oversikt\Oversikt - My Vinnm.v4



**Tilbudstegning**  
 FORKLARING:

HENVISNINGER:

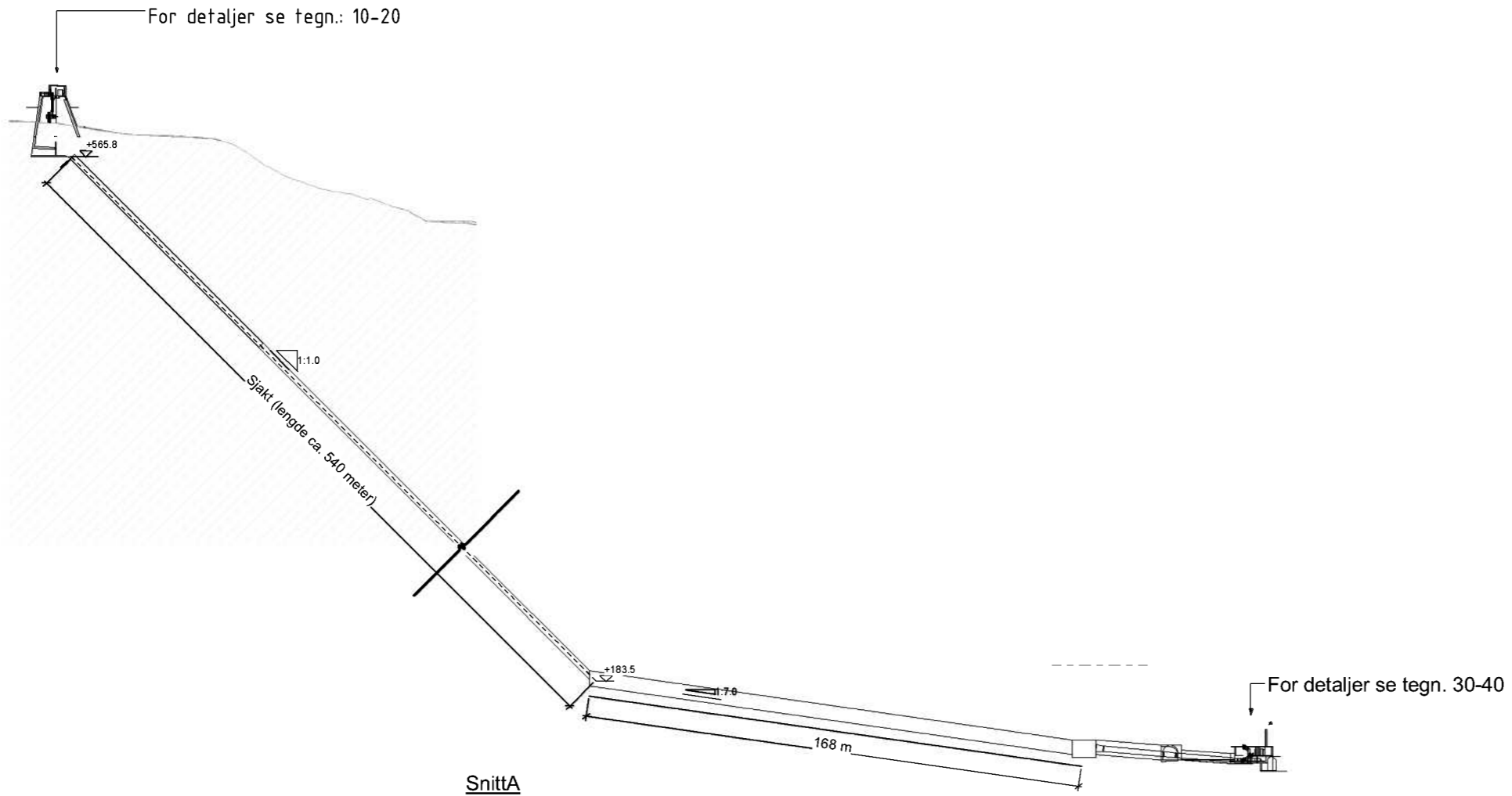


**FORELØPIG**

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godk.
	Rauma Energi AS Verma kraftverk		Fag	Formal	
			Dato	01.12.2015	
	Oversikt Plan Arrangement		Formal/Målestokk		
	Status Tilbudstegning	Konstr./Tegnet albj	Kontrollert sh	Godkjent sh	Rev.
	Oppdragsnr. 127439	Tegningsnr.	01		
 www.multiconsult.no					



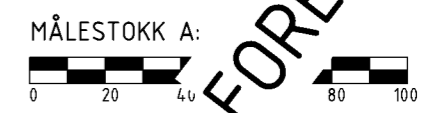
Oversikt - Tilløp  
1:1000



Tilbudstegning

FORKLARING:

HENVISNINGER:

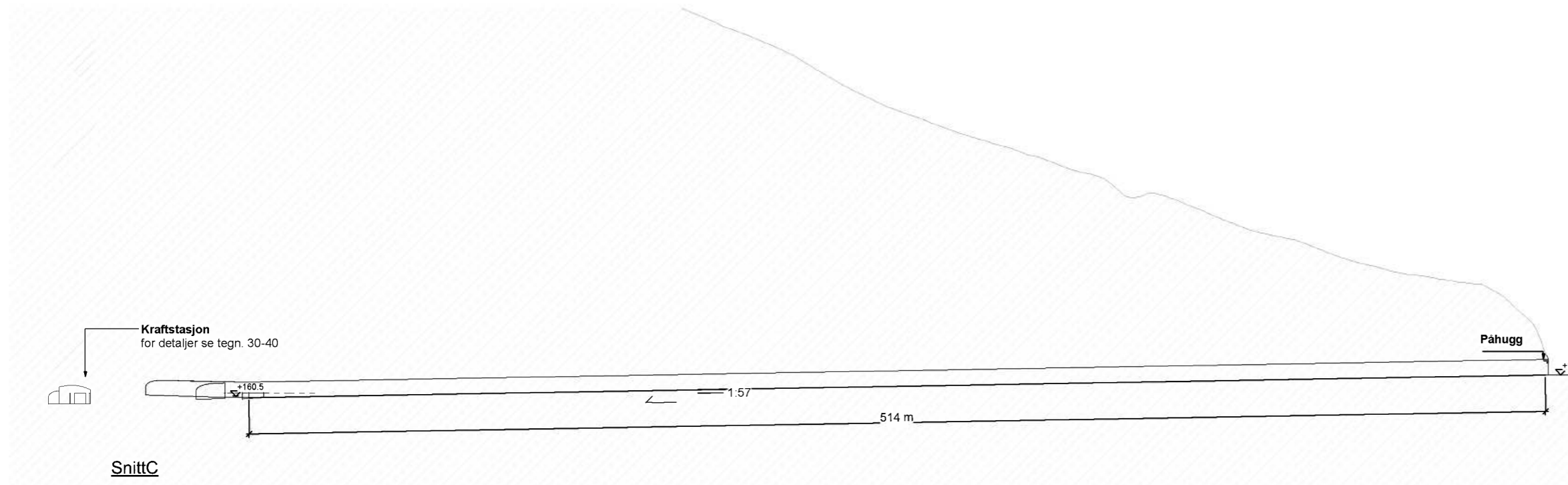


FORELØPIG

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
	Rauma Energi AS Verma kraftverk		Fig		
		Dato	01.12.2015		
	Tunnelsystem - Tilløpstunnel Plan og snitt Arrangement		Form at / Målestokk		
	Status Tilbudstegning	Konstr./Tegnet allj	Kontrollert sh	Godkjent sh	Rev.
	Oppdragsnr. 127439	Tegningsnr.	02		
www.multiconsult.no					



Oversikt - Adkomst  
1 : 1000



Tilbudstegning

FORKLARING:

HENVISNINGER:

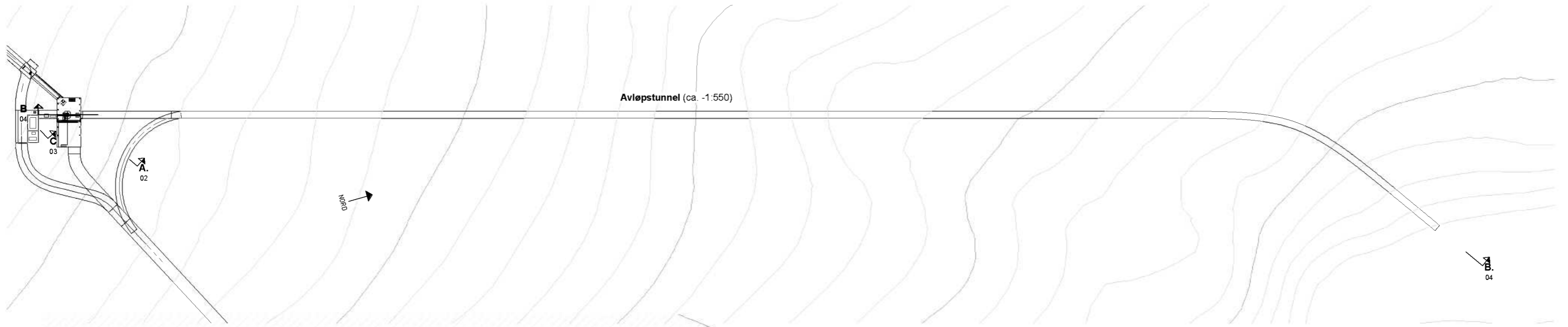
MÅLESTOKK A:



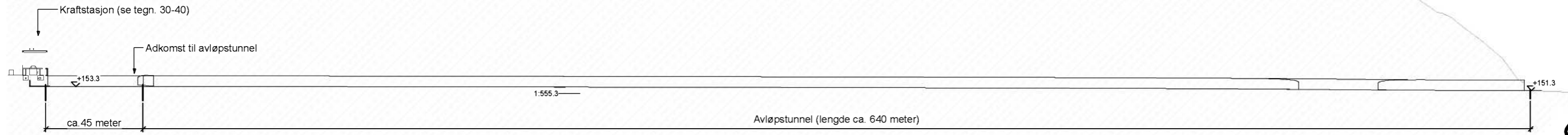
FORELØPIG

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
	Rauma Energi AS Verma kraftverk		Dato	01.12.2015	
	Tunnelsystem - Adkomsttunnel Plan og snitt Arrangement		Formål	PM/Bestikk	
	Status Tilbudstegning	Konstr./Tegnet allbj	Kontrollert sh	Godkjent sh	Rev.
	Oppdragsnr. 127439	Tegningsnr.		03	

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

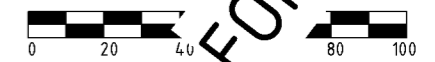


Oversikt - Avløp  
1 : 1000



SnittB

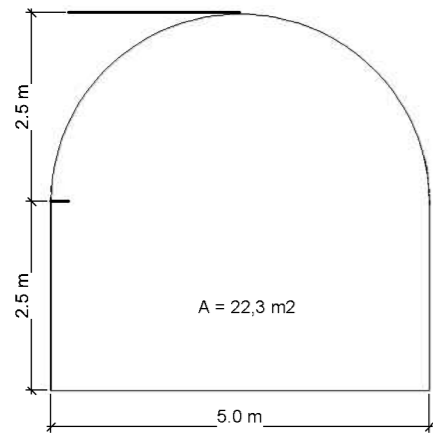
MÅLESTOKK A:



FORELØPIG

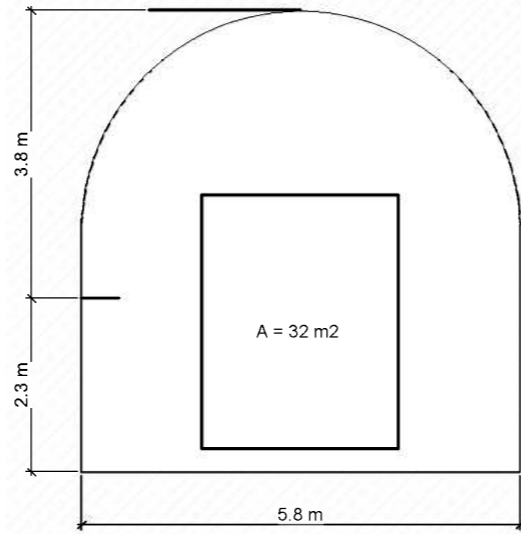
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
	Rauma Energi AS Verma kraftverk		Dato	01.12.2015	
	Tunnelsystem - Avløp Plan og snitt Arrangement		Formål	Målestokk	
	Status Oppdragsnr.	Tilbudstegning 127439	Konstr./Tegnet allbj	Kontrollert sh	Godkjent sh
	www.multiconsult.no		Tegningsnr.	04	Rev.





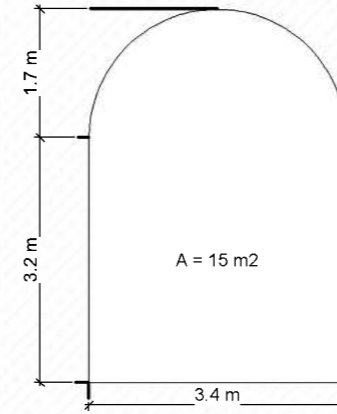
Typisk snitt - Tilløpstunnel

1 : 50



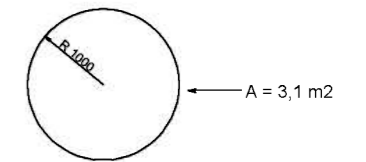
Typisk snitt - Adkomsttunnel

1 : 50



Typisk snitt - Avløpstunnel

1 : 50



Typisk snitt - Sjakt

1 : 50

MÅLESTOKK A:



MÅLESTOKK B:



FORELØPIG

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
	Rauma Energi AS Verma kraftverk		Tegner	Kontrollert	Godkj.
		Dato	01.12.2015		
	Tunnelsystem Typiske tverrsnitt Arrangement		Formål/Prosjekt		
	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			
	127439	06			

## Vedlegg 17

(3 sider)

Vurdering av miljøpåvirkning fra sprengsteinsdeponi ved Verma kraftstasjon

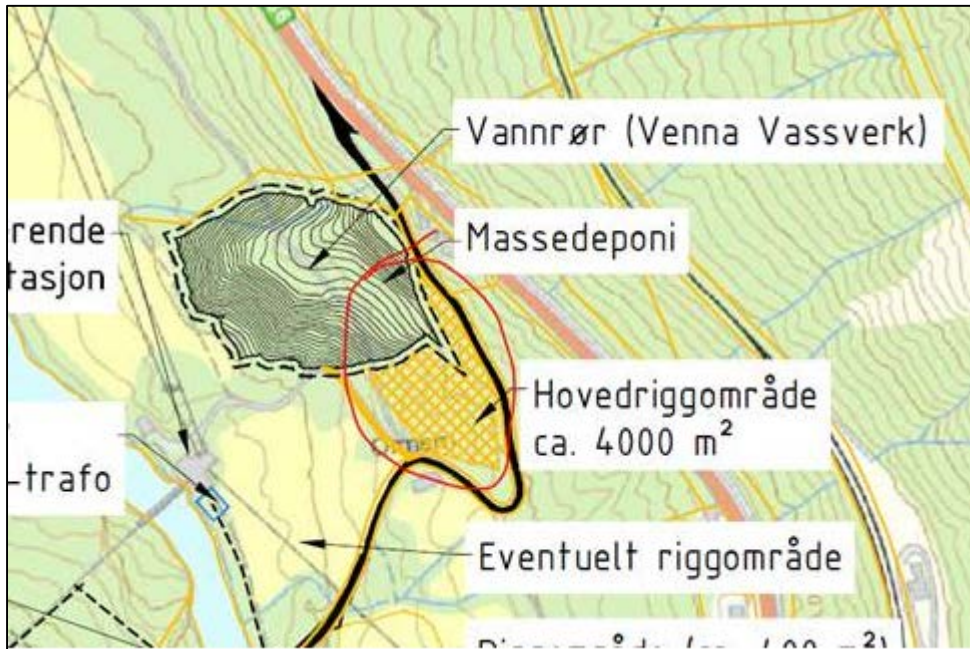
## 1 Situasjonsbeskrivelse

I forbindelse med bygging av adkomst- og avløpstunneler til Nye Verma kraftverk vil det bli produsert overskuddsmasser av sprengstein. Disponeringsmåten er per i dag ikke endelig avklart. Et alternativ er at Statens vegvesen (SVV) overtar sprengsteinen. SVV har behov for- og kan bruke massen til nyttige formål. Et annet alternativ er at det etableres et sprengsteindeponi; planlagt plassering er vist i figur 1. Et ev. permanent sprengsteinsdeponi vil være på ca. 60 000 m<sup>3</sup> og dekke et areal på ca. 12 000 m<sup>2</sup>.

Dersom først alternativ blir realisert, vil trolig sprengsteinen likevel bli mellomlagret på samme sted som indikert i figur 1. Det er imidlertid ikke aktuelt å mellomlagre hele volumet samtidig.

Nærmeste resipient er Rauma, avslutningen på deponiet/mellomlageret mot vest vil ligge ca. 70 m fra elven. Mellom deponiet/mellomlageret og elven ligger det et jorde.

Videre vurderes miljøpåvirkningen fra et slikt sprengsteinsdeponi/mellomlager. Det understrekes at vurderingen kun omhandler avrennings/forurensningsproblematikk. Det er ikke tatt stilling til andre aktuelle problemstillinger knyttet til etablering av deponiet/mellomlageret.



Figur 1. Oversiktskart som viser hvor det vurderes å etablere en sprengsteinsdeponi/mellomlager.

## 2 Problemstilling

Ordinær sprengstein fra tunnel er normalt ikke regnet som forurenset masse. Sprengsteinen har likevel adsorbent finstoff/partikler og nitrogen fra uomsatt sprengstoff. Etter bruk av sprøytebetong kan også massene gi høy pH i vann som den kommer i kontakt med (p.g.a. Ca(OH<sub>2</sub>)).

Sprengsteinen er derfor ren masse, men med potensial til å påvirke vannkvalitet negativt. De relevante negative effekter på resipienter er:

- Tilslamming av finstoff som vaskes av steinen.
- Økte nitrogenkonsentrasjoner
- Mulighet for økt pH

Eventuell negativ påvirkning vil avta over tid, og sprengsteinsfyllinger vil ikke være en permanent kilde til nitrogen eller kontinuerlig avgi problematiske mengder finstoff. Kontrollerte forsøk med sekvensiell vasking av sprengstein har vist at nitrogeninnhold og pH avtar relativt raskt fra f. eks. første til femte vask.

Det er i realiteten ikke mulig å forutsi hvilke nitrogenkonsentrasjoner, hvilken pH og hvor mye finstoff/slam som vil renne ut fra en steinfylling da det er mange variabler som avgjør dette. Kvaliteten på avrenningen vil avhenge av bl. a.:

- Hvor raskt utvaskingen skjer.
- Hvordan steinen ligger i terrenget og hvor stor total overflate av sprengsteinen som blir utsatt for regn.
- Faktiske mengder av nitrogen og finstoff på steinen. Dette vil variere.

For avrenning med en gitt pH og et gitt innhold av finstoff og nitrogen, vil muligheten for negativ påvirkning av resipient avhenge av bl. a.:

- Avstand til resipient
- Topografi og vegetasjon
- Årstid
- Vannføring i resipient vs. volum av avrenning fra steinfylling.
- Vannkvalitet i resipient vs. vannkvalitet i avrenning

### 3 Vurdering

Forsøk med utlekking fra tunnelmasser utført av NIVA i 1998 viste en gjennomsnittlig konsentrasjon av tot-N på 3,5 mgN/L. Gjennomsnittlig pH var 8,0. I et annet forsøk utført av NIVA ble det vasket tunnelmasse i containere. I dette forsøket viste resultatene lang høyere verdier av pH og nitrogen etter første gangs vask (46 mg ammonium/L og 58 mg nitrat/L og pH i området 11-12)). Det kan imidlertid stilles spørsmål ved hvor relevante sistnevnte konsentrasjonene vil være for avrenning under naturlige forhold, da disse tunnelmassen ble vasket i containere (m.a.o. ble steinen fullstendig senket i vann). Dette vil ikke være tilfelle under utvasking fra en steinfylling som ligger i terreng.

For å belyse problemstillingen med nitrogentilførsel er det stilt opp et hypotetisk, konservativt estimat, der følgende antagelser er gjort:

- Konsentrasjonen av tot-N i avrenningsvann er 50 mgN/L
- pH i avrenningsvann er 10
- Ved første gangs eksponering for vann regner det 30 mm ila. 12 timer (ifølge statistikk fra Yr.no var høyeste døgnnedbør fra mars 2015 til mars 2016 ca. 30 mm).

Arealet av deponiet vil være ca. 12 000 m<sup>2</sup>. Gitt betingelsene ovenfor gir dette en total avrenning på 8,3 L/s fra hele steinfyllingen. Den laveste, månedlige vannføringen målt i Rauma i forrige normalperiode er 600 L/s. Dette gir en fortynningsfaktor på 72 etter 100 % innblanding av avrenningen. Teoretisk konsentrasjonen av tot-N vil da være ca. 0,7 mgN/L. Rauma har en pH på om lag 6,7 og teoretisk økning i pH under disse betingelsene vil være ca. 0,005 pH-enheter. Dette er uten hensyn til bufferegenskaper i resipient eller avrenningsvann.

I realiteten vil flere faktorer moderere pH og konsentrasjoner av tot-N før avrenningen når resipient. Med unntak av sen høst og vinter vil avrenningen skje over jordbruksland der planter tar opp nitrater og ammonium. Humussyrer fra jord og planter vil bidra til å redusere ev. høy pH. Under normale forhold vil trolig små mengder vann fra fyllingen nå Rauma.

Selv med de konservative antagelser ovenfor, anses faren for sterk dannelse av ammonium, som er akutt skadelig, å være liten.

Det kan ikke utelukkes at kraftig regnskyll vil kunne vaske ut finstoff fra steinen. Unødig tilslamming av nedstrøms terreng og ut til resipient kan reduseres ved å legge en avskjærende grøft rundt foten av deponiet/mellomlageret.

Selv om faren for akutt skadevirkning fra avrenning anses som svært liten, vil det vil muligens kunne måles noe forhøyede nitrogenverdier nedstrøms deponiet i de første årene etter etableringen. Deponiet vil ikke være en permanent nitrogenkilde og nitrogen- og partikkelavrenning vil avta over tid. I Rauma, og i de fleste næringsfattige, norske vann og vassdrag, anses fosfor å være begrensende faktor for eutrofiering. En periode med tilførsel av nitrogen fra sprengstein vurderes derfor ikke å medføre nevneverdig negativ effekt.