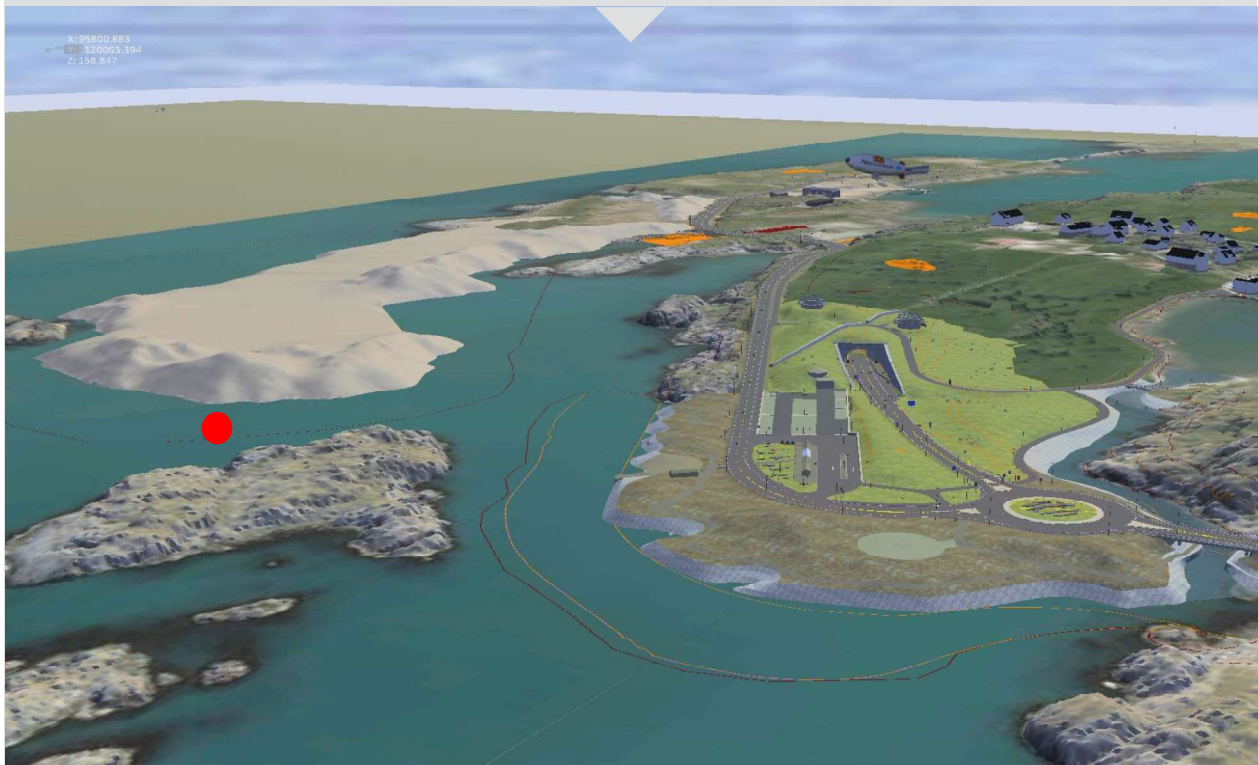


Statens vegvesen Region vest

Søknad om utslipp til sjø av anleggsvann og vann i driftsfase

Rogfast, Kvitsøy

Entreprise E02



Oppdragsnr.: 5144240 Dokumentnr.: NO-046-YM Versjon: E03
2017-10-13

Oppdragsgiver: Statens vegvesen Region vest
Oppdragsgivers kontaktperson: Merete Landsgård
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Bjørn Kleppestø
Fagansvarlig: Bente Breyholtz
Andre nøkkelpersoner: Ingunn Wist, Gaute R. Salomonsen

E03	2017-10-13	For godkjenning myndighet	BeBre	IW	BjKle
C02	2017-02-09	For kommentar SVV	IW	BeBre/GRS	BjKle
A01	2017-01-20	For fagkontroll	IW		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Sammendrag

Det søkes med dette om tillatelse til utslipp til sjø av vann fra midlertidig anleggsdrift og i driftsfase for Rogfasts entreprise E02 Kvitsøytunnelen og Boknafjordtunnelen midt.

Rogfast (Rogaland fastlandsforbindelse) består av en 27 km toløps tunnel, Boknafjordtunnelen, fra Harestad i Randaberg kommune til Laupland i Bokn kommune, samt en ca. 4 km lang tunnelarm til Kvitsøy. Det skal være dagsoner på Kvitsøy, ved Laupland og på Harestad. Det er lagt opp til flere utfyllingsområder i sjø, blant annet ved Kråggøy og Krossøy på Kvitsøy.

Entreprise E02 Kvitsøy omfatter

- Boknafjordtunnelen midt - en ca. 8,4 km to-løps undersjøisk tunnel. Tunnelen skal drives fra Kvitsøy i begge retninger - sørover mot Randaberg og nordover mot Bokn (fire angrepspunkt).
- Kvitsøytunnelen - en ca. 4 km toløps tunnelarm som skal drives i en sløyfe fra overflaten og ned til kobling med Boknafjordtunnelen.
- Ny dagsone på Kvitsøy – en 2 km lang trasé fra portal på Krossøy via Hellesøy, Kyrkjøysundet og videre forbi kirken.

Etablering av nytt veganlegg vil medføre behov for håndtering av vann fra driving av tunnel og annet vann fra anleggs-/riggområde, samt overvann fra veggen og vaskevann fra tunnelen i driftsfase. Anleggsvannet skal samles opp og renses før det slippes til sjø. Vannmengde og -kvalitet i utslippet skal overvåkes. Vaskevann fra tunnelen samles opp og renses i sedimenteringsbasseng med oljeutskiller. Ordinært overvann fra dagsone (vegvann) ledes til sjø tilsvarende dagens veganlegg på Kvitsøy.

Det er opp til entreprenør å velge rensemetode, plassering og dimensjonering for renseanlegg i anleggsfase, men gjeldende utslippskrav skal overholdes.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Innledning	6
1.2	Om utbygger	6
1.3	Varighet av anleggsperioden	8
1.4	Ytre miljø i prosjektet	8
1.5	Ordliste	9
2	Anleggsfase	10
2.1	Tunneldriving – innlekkasje- og produksjonsvann/tunnelvann	10
2.1.1	Vannmengder	10
2.1.2	Vannkvalitet	11
2.1.3	Vannhåndtering	12
2.2	Vann fra anleggs-/riggområdet	13
2.2.1	Vannmengder	13
2.2.2	Vannkvalitet	13
2.2.3	Vannhåndtering	14
3	Driftsfase	15
3.1	Vaskevann fra tunnel	15
3.1.1	Vannmengder	15
3.1.2	Vannkvalitet	15
3.1.3	Vannhåndtering	16
3.2	Overvann fra veg (vegvann)	17
3.2.1	Vannmengder	17
3.2.2	Vannkvalitet	17
3.2.3	Vannhåndtering	17
4	Utslippspunkt	18
4.1	Resipienten	18
4.2	Brukerinteresser	19
5	Miljørisikovurdering av anleggsvann	20
5.1	Modellering av utslipp	20
5.2	Mulige effekter	21
5.2.1	pH	21
5.2.2	Nitrogenforbindelser (NH ₄ ⁺ /NH ₃ og NO ₃ ⁻)	21
5.2.3	Suspendert stoff (SS)	22
5.2.4	Olje	23

5.2.5 Metaller	23
5.3 Konklusjon	24
6 Miljørisikovurdering av vann fra driftsfase	25
7 Foreslåtte utslippskrav	27
7.1 Anleggsfase	27
7.2 Driftsfase	27
8 Overvåking og rapportering	28
8.1 Anleggsfase	28
8.2 Driftsfase	29
9 Beredskapsplan	30
10 Referanser	31
Vedlegg	32
Modellering av utslipp	33
Resultater	34
Vurderinger	36

1 Innledning

1.1 Innledning

Statens vegvesen Region vest (SVV) prosjekterer ny E39 i kommunene Randaberg, Kvitsøy og Bokn. E39 Rogfast inngår i fergefri forbindelse langs vestlandskysten og skal blant annet binde Nord- og Sør-Rogaland sammen. Hensikten med utbyggingen er å oppnå fergefri kryssing av Boknafjorden og å utvikle E 39 Kyststamvegen mellom Stavanger og Trondheim.

Rogfast (Rogaland fastlandsforbindelse) består av en 27 km toløps tunnel, Boknafjordtunnelen, fra Harestad i Randaberg kommune til Laupland i Bokn kommune, samt en ca. 4 km lang tunnelarm til Kvitsøy. Det skal være dagsoner på Kvitsøy, ved Laupland og på Harestad. Det er lagt opp til flere utfyllingsområder i sjø, blant annet på Kvitsøy.

Entreprise E02 Kvitsøy omfatter

- Boknafjordtunnelen midt - en ca. 8,4 km to-løps undersjøisk tunnel. Tunnelen skal drives fra Kvitsøy i begge retninger - sørover mot Randaberg og nordover mot Bokn (fire angrepspunkt).
- Kvitsøytunnelen - en ca. 4 km toløps tunnelarm som skal drives i en sløyfe fra overflaten og ned til kobling med Boknafjordtunnelen.
- Ny dagsone på Kvitsøy – en 2 km lang trasé fra portal på Krossøy via Hellesøy, Kyrkjøysundet og videre forbi kirken.

Tunnelmassene fra deler av tunnelsystemet er planlagt utfyllt i sjø ved Krossøy og Krågøy på Kvitsøy. Utfyllingene blir omtalt i egen søknad iht. Forskrift om mudring og dumping i sjø.

I henhold til kapittel 36 i Forurensningsforskriften, som stiller krav til behandling av tillatelser etter forurensningsloven, **søkes det om tillatelse til utslipp av rensed tunnelvann og annet anleggsvann til sjø fra etablering/driving av E39 Rogfast E02 Kvitsøy.** Foreslåtte utslippskrav er beskrevet i [kapittel 7](#). **Det søkes også om tillatelse til utslipp av ordinært overvann fra veg i dagen, samt rensed vaskevann fra tunnel til sjø i driftsfase.**

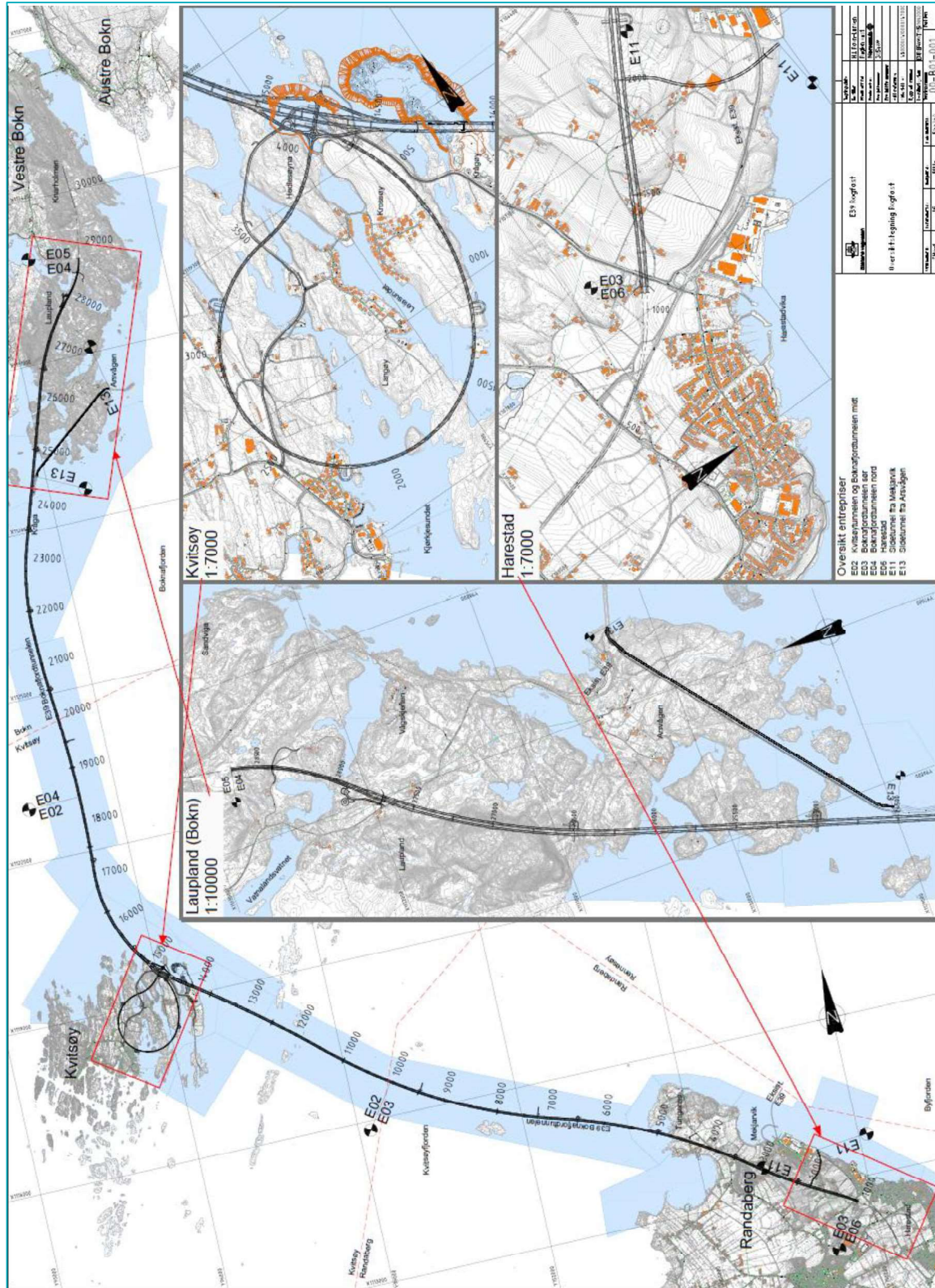
Øvrige forhold som omhandler ytre miljø i prosjektet er ivare tatt i egen YM-plan og omtales ikke i denne søknaden.

Figur 1 viser oversiktsplan med entreprisegrenser for prosjektet.

1.2 Om utbygger

Utbygger er Statens vegvesen region Vest. Kontaktinformasjonen til selskapet er vist i nedenfor.

Organisasjon	Statens vegvesen Region vest
Organisasjonsnummer	971 032 081
Besøksadresse	Askedalen 4, 6863 Leikanger
Telefon	02030
Kontaktperson	Merete Landsgård
E-post	firmapost-vest@vegvesen.no



1.3 Varighet av anleggsperioden

Planlagt oppstart for anleggsarbeider for entreprise E02 er våren 2017. Tunnelarbeidene vi startes opp først, deretter dagsonen. Tunnelsprengning er antatt avsluttet i 2021/22. Dagsonen/ny veg er planlagt ferdig i 2018/19. Endelig arrondering er først ferdig helt på slutten av anlegget i 2022/23.

1.4 Ytre miljø i prosjektet

Det utarbeides en ytre miljø-plan (YM-plan) for hver entreprise i prosjektet som ivaretar andre forhold knyttet til ytre miljø. YM-planene er levende dokumenter som spisses mot de respektive entreprisene.

Miljømål i Rogfast-prosjektet

Rogfast har høye miljøambisjoner og et uttalt ønske om å gjennomføre byggingen på en måte som minimerer negative konsekvenser for ytre miljø. Prosjektet har definert følgende som overordnet miljømål som er gjeldende for alle entreprisene:

- *Rogfast skal etterstrebe å være et bærekraftig prosjekt.*
- *Rogfast skal ikke medføre vesentlige negative konsekvenser for ytre miljø*
- *Rogfast skal bli et ledende samfunnsprosjekt som implementerer fornuftige tiltak for å redusere prosjektets CO₂-fotavtrykk (Plussprosjektet)*

I praksis betyr dette at Rogfast skal (Kvalitetsmål):

- Minimere inngrep i landskap og naturmiljø og beskytte/sikre særlige sårbare verdier
- Mellomlagre matjord/sårbar vegetasjonsdekke på samme område som det tas av uten å redusere kvaliteten vesentlig, og tilbakeføre stedlig uten å innføre nye masser
- Forhindre skade på lokale oppdrettsanlegg
- Stille krav om bruk av lavkarbonbetong, gjenvunnet stål, samt en moderne maskinpark og optimalisering av anleggslogistikk
- Sørge for mest mulig miljø- og samfunnsnyttig ressursutnyttelse av kvalitetsstein fra tunneldriving
- Benytte mest mulig hensiktsmessig utfyllingsmetode for å hindre spredning av partikler og plast til sjø
- Overvåke utfyllingene og avbøtende tiltak skal gjennomføres før skade oppstår

1.5 Ordliste

Produksjonsvann

Driftsvann på boremaskin til tunneldrivingen.

Påboret vann

Større, tilfeldige vanninntrenginger i tunnelen

Innlekkasjevann

Innlekking av vann fra omliggende berg når tunnelen drives

Tunnelvann

Anleggsvann fra etablering av tunnel. Samlebetegnelse for alt vann som genereres under driving av tunnelen i anleggsfase det vil si; produksjonsvann + påboret vann + innlekkasjevann.

Slurry

Fellesbetegnelse på sprengstoffer bestående av nitrater løst i vann tilsatt fortykningsmidler, oljer og eventuelt TNT.

Borkaks

Støvmateriale fra boring i fjell, materialet som avvirkes under en boreprosess.

Knusningszone og vannførende slepper

Svakhetssoner i fjellet der vann lett kan slippe gjennom. Områder med sprekk/gang i fjellet med løs masse. Dette er deler av fjellet der det ofte kan være fare for økt innlekkasje til tunnelen.

Salinitet

Mål for oppløst salt i en vannmengde uttrykt i promille. Saltinnholdet ferskvann er definert til mindre enn 0,5 ‰. Marint vann i havet er naturlig salt, med en salinitet på 30 - 35 ‰. Vann med salinitet i området mellom 0,5 og 29 ‰ defineres som brakkvann.

Tetthet

Vannets tetthet, eller egenvekt, bestemmes av vannets temperatur og salinitet. Ferskvann har lavere egenvekt/tetthet enn saltvann. Kaldt sjøvann har høyere egenvekt/tetthet enn varmt sjøvann med lik salinitet.

Innlagringsdyp

Dypet utslippsvannet lagres inn på i resipienten. Dette kan være grunnere eller dypere enn utslippspunktet alt etter forskjellen i tyngde/tetthet mellom utslippsvannet og resipienten.

2 Anleggsfase

2.1 Tunneldriving – innlekkasje- og produksjonsvann/tunnelvann

2.1.1 Vannmengder

Ved driving av tunnelen vil det bli dannet drifts- og dreinsvann fra ulike kilder. Borerigg benytter driftsvann og det vil lekke inn vann fra omliggende bergarter til tunnelen etter hvert som den drives. Vannmengdene som må håndteres i forbindelse med tunneldrivingen avhenger først og fremst av:

- Innlekking av vann fra omliggende berg (innlekkasjevann) når tunnelen drives
- Avrenning fra anleggsområde/riggområde
- Driftsvann fra boremaskiner (produksjonsvann)
- Påboret vann (større, tilfeldige vanninntrengninger i tunnelen)

Mengde innlekkasje av vann til tunnelen vil avhenge av geologiske forhold i området. Omfang av knusingssoner og vannførende sletter kan være vanskelig å forutsi. For å sikre at innlekkasjene ikke blir for store, vil det bli gjennomført tettingsarbeid (injeksjon av sementbaserte tetningsmidler) under tunneldrivingen ved behov.

For å drive tunnelarbeid må boreriggen tilføres driftsvann som kjøler utstyr og fjerner borkaks. Erfaringsmessig ligger vannmengden på en borerigg vanligvis på 200-350 l/min (NFF, 2009).

Anslåtte mengder tunnelvann til ulike resipienter er angitt i tabell 2. Mengdene er omtrentlige og vil kunne variere mye. Utslipet vil være midlertidig. Innlekkasje til tunnel er oppgitt for prosjektet, mens mengder for påboret vann er hentet fra NFF teknisk rapport 09 (NFF, 2009).

Følgende forutsetninger er benyttet ved beregninger av vannmengder i anleggsfase:

- Anslått ca. 8 400 m toløps Boknafjordstunnel drives fra Kvitsøy, i tillegg til en 4 000 m tunnelarm opp til Kvitsøy.
- 400 l/min driftsvann per borerigg
- Fire rigger i drift (retning Harestad og Bokn), kan bli 6 rigger i drift
- 2,5 timers boring per salve og 10 salver/døgn
- Totalt 100 m³/døgn spylevann (spyling av røys og vegger)
- Innlekkasje til tunnel på 20 l/min og 100 m.
- Påboret vann er anslått til 200 l/min.

Tabell 1: Anslått utslipp av tunnelvann i anleggsfase.

Vannmengder tunneldriving	Utslippsmengde maks (avrundet)
Tunneldrift, 4 rigger (6 rigger)	16 (24) l/s
Innlekkasje	69 l/s
Påboret vann	3 l/s
Total, 4 rigger (6 rigger)	88 (96) l/s

2.1.2 Vannkvalitet

Lekkasjevann er rent vann. Dette blandes imidlertid med produksjonsvann før utslipp. Mengde av lekkasjevann i tunnelvannet øker etter hvert som tunnelen drives, og kan være stor dersom man passerer svakhetssoner. Kvaliteten på tunnelvannet vil variere noe i anleggsperioden på grunn av varierende mengder av innlekkasjevann som fortynner produksjonsvannet.

I drivefasen av en tunnel anses følgende parametere å være mest sentrale når det gjelder utslipp av vann:

Tabell 2: Aktuelle forurensningsparametre i tunnelvann.

Parameter	Kilde
Nitrogen Tot-N (NH ₄ /NH ₃ og NO ₃)	Uomsatt sprengstoff
pH (høy)	Sementbaserte injeksjonsmasser og sprøytebetong
Tungmetaller	Tunnelstein/bergarter
Suspendert stoff (SS)	Tunnelmasser
Organiske forbindelser (THC/olje)	Uhellsutslipp/lekkasjer på maskiner (av drivstoff, hydraulikkolje, bremsevæske osv.)

Nitrogen

Forurensningen fra sprengningsarbeider er i stor grad knyttet til andelen uomsatt sprengstoff som blir igjen i massene etter detonering. Her finnes nitrogenforbindelser som kan være uheldige for miljøet.

Andelen uomsatt sprengstoff avhenger av mange faktorer, blant annet lokale bergforhold, funksjonsfeil på tennere og generelt søl under lading. Gode rutiner i anleggsfasen kan bidra til å redusere nitrogeninnholdet i vann som slippes ut fra tunneldrivingen.

Emulsjonssprengstoffene, som i hovedsak består av ammoniumnitrat, inneholder i overkant av 25 % nitrogenforbindelser. Uomsatt sprengstoff inneholder om lag like deler ammonium- og nitratforbindelser. Ammoniumnitrat er lett løselig i vann. Andel uomsatt sprengstoff varierer, men mengden ligger ofte mellom 10 og 15 %. Denne prosentandelen er målt ved sprengninger i normalt fjell og med erfaren operatør. Av uomsatt nitrogen etter sprengning vil ca. halvparten kunne vaskes ut av tunnelmassene og gå videre til resipienten. Erfaringer og teoretiske beregninger viser at 2-5 % av total nitrogen av forbrukt sprengstoff følger tunnelvannet ut i resipient. Nitrogeninnholdet i tunnelvann kan dermed være svært høyt.

Ved tunnelbygging for jernbanetrasè Jong-Asker viste målinger at konsentrasjonen av total nitrogen varierte med vannmengdene og var lavest ved høye vannmengder. Ved en vannmengde på 140 m³/døgn lå nitrogenkonsentrasjonen på ca. 50 mg N/l.

pH

Ved tunnelsprengning kan det ved behov benyttes alkalisk sprøytebetong for sikring. Eventuelle tettekrav er ikke klare per dags dato. Dersom alkaliske sementprodukter benyttes, vil dette kunne føre til at avrenningsvannet får en høy pH-verdi, noe som gjør at større deler ammonium omdannes til ammoniak. Det er ikke uvanlig at pH kommer opp i 10-12,5 rett etter bruk av sprøytebetong.

Suspendert stoff

Driving av tunnel vil kunne generere store mengder partikler og tunnelvannet vil i perioder ha høyt innhold av suspendert materiale i form av blant annet steinstøv fra boring og sprengning.

Steinstøv fra ulike bergarter kan ha ulike morfologi og medføre ulike påvirkning av resipienten/biologisk liv.

Olje

Erfaringsmessig kommer diesel- og oljesøl, samt eventuelle løsemidler fra anleggsmaskiner, hovedsakelig forårsaket av brudd på hydraulikkslanger på anleggsmaskiner inne i tunnelen. Forbrenningsmotorer slipper ut ulike miljøgifter som også kan spres videre via tunnelvannet.

Tungmetaller

Berggrunnen i området vil kunne påvirke tungmetallinnholdet i vann fra drivefasen. Metallene er i stor grad partikkelbundet og i vann med høyt innhold av suspendert materiale vil konsentrasjonen av tungmetaller kunne være betydelig.

2.1.3 Vannhåndtering

Vann fra tunneldrivingen må renses før det slippes videre til sjø. Før tunneldriving starter, skal det etableres renseanlegg som skal benyttes for tunnelvann og vann fra verkstedsrigg. Anlegget må til enhver tid være dimensjonert for maksimal belastning fra tunnelene. Tradisjonelle renseanlegg består av sedimentasjonsanlegg (kontainerløsning eller liknende, gjerne kombinert med grøfter og terskeldammer inne i fjellet) og oljeutskiller, samt eventuelt med enhet som åpner for evt. pH-justering av utløpsvann vha. CO₂.

Erfaringsmessig har sedimenteringsbasseng med filter og tilsatt koagulant god renseeffekt siden hoveddelen av de forurensede stoffene foreligger knyttet til partiklene. Sedimentasjonsbassenget utformes slik at volumet kan økes, eller slik at det er mulig å filtrere vannet igjennom et sandfilter eller gjøre andre tilpasninger, dersom det skulle bli vanskelig å oppnå krav stilt til partikulært utslipp.

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF) har i «Teknisk rapport 09, august 2009, Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg» beskrevet hvordan slike renseanlegg kan utformes iht. ulike utslippskrav. Endelig utforming/valg av rensemetode utføres imidlertid av entreprenør. Entreprenøren må dimensjonere renseanlegget slik at renseeffekten blir tilstrekkelig. Det blir stilt krav om at arbeidet skal gjøres av personell med dokumenterbar kompetanse på dimensjonering og utforming av renseanlegg. Uavhengig av valgt renseløsning, skal anleggsvannet føres gjennom oljeutskiller før utslipp i resipient.

Rensing av vannet med hensyn på nitrogen anses ikke som hensiktsmessig og generelt sett har rensemetodikk med hensyn på nitrogen i slikt vann ikke vært i bruk

Kontrollrutiner for drift av anlegget, prøvetaking samt måling av slamnivå og vannmengder skal innarbeides i entreprenørens kontrollplaner som fremlegges byggherre.

Entreprenøren skal sørge for at anlegget konstrueres og utrustes slik at følgende forutsetninger tilfredsstilles:

- Rensebassenget skal være tett og ha mulighet for tildekking, samt frostsikring. Det skal være god atkomst for drift og kontroll av anlegget.
- Vannet inn i bassenget skal fordeles jevnt over hele bredden
- Bassenget skal ha nødvendige dykkere og skjermes for å holde slam tilbake og for å få oljen til å flyte opp
- Det skal være mulig å måle slamnivået i bassenget. Kritisk slamnivå som sikrer anleggets funksjon, skal merkes og være synlig for byggherre. Merkingen vil også fungere som indikator på at tømning er nødvendig.
- Utstyr for å fjerne olje fra renseanlegg må til enhver tid finnes på anlegget.
- Vannet skal sikres en minimums oppholdstid i rensebassenget på 2 timer.

Drift av renseanlegg i anleggsperioden:

- Renseanlegget krever daglig drift og tilsyn.
- Renseanlegget skal være i drift så lenge rensing er påkrevet. Entreprenøren er ansvarlig for drift av renseanlegget i denne perioden. Entreprenøren er ansvarlig for oppsamling og avhending av alt slam fra renseprosessen.
- Før anlegget settes i drift skal det foreligge en detaljert driftsinstruks, også for den daglige oppfølgingen av anlegget, samt navn og telefonnummer til personell som er ansvarlige for drift, kontroll og vedlikehold av renseanlegget.
- Dersom anlegget ikke tilfredsstillere rensekrav, er entreprenøren ansvarlig for eventuelle gebyrer dette medfører.
- Renseanlegget overvåkes med måling av vannføring og vannkjemi.
- Slam fra renseanlegg skal håndteres som forurenset avfall dersom ikke annet kan dokumenteres (slammet skal analyseres for miljøgifter som dokumentasjon).

2.2 Vann fra anleggs-/riggområdet

2.2.1 Vannmengder

Riggområdet for tunneldrivingen genererer vann fra verkstedrigg. Avløpsvann fra kontorrigg etc. forutsettes ført til lukket tank ved riggen.

Spylevann fra verksted/vaskeplass kan inneholde noe olje. Dimensjonerende vannmengde er satt til 1 m³/t pr. punkt for inntil 2 spylepunkter. Dette vil være små vannmengder sammenlignet med vann fra selve tunneldrivingen.

Tabell 3: Anslått vannforbruk for verkstedrigg, kontorrigg og mannskapsrigg i anleggsfase (Norconsult, 2015a).

Anleggsted	Vannforbruk, m ³ /døgn	Kommentar
Verkstedrigg	10	Renset utslipp til sjø sammen med tunnelvannet
Kontorrigg	6	Forutsettes ført til tett tank eller kommunalt nett
Mannskapsrigg	40	Forutsettes ført til tett tank eller kommunalt nett

2.2.2 Vannkvalitet

I tillegg til vann fra selve tunneldrivingen genereres vann på riggområdet utenfor tunnelen ved nedbør eller kontakt med grunnvann. Det forventes at dette vannet vil utgjøre en liten del av det samlede utslippet. Det er kun en liten del av anleggsområdet som ligger utenfor tunnel, men riggområdet vil ligge ned mot sjøen.

Vannkvalitet i anleggsvannet vil være avhengig av hvilke aktiviteter som foregår på området til enhver tid. Vannet inneholder mange av de samme forurensningsstoffene som er beskrevet for tunnelvann, men vil ikke ha samme problematikk med nitrogen fra sprengstoff og høy pH.

Riggområder for tunneldrivingen genererer vann i form av gråvann og svartvann fra eventuell bolig-, kontor- og verkstedrigg. Spylevann fra verksted/vaskeplass kan inneholde noe olje. Det er ikke ventet at det vil bli utslipp av store vannmengder fra riggområdet.

Sanitært avløp fra rigg forutsettes ført til lukket system, som tømmes og leveres ved behov til mottakssted som er godkjent for denne type avfall. I denne søknaden er dermed kun vann som genereres i forbindelse med selve tunneldrivingen, samt vann fra verkstedrigg, inkludert.

Dersom man likevel ønsker en løsning med påslipp av vann fra riggområde til kommunalt nett, må entreprenøren søke om tillatelse til midlertidig påslipp fra kommunen.

2.2.3 Vannhåndtering

Vann fra riggområdet, verkstedrigg (spylevann, etc.) håndteres på samme måte som tunnelvannet.

Spylevann etc. fra verkstedrigg skal renses før utslipp til sjø.

3 Driftsfase

3.1 Vaskevann fra tunnel

3.1.1 Vannmengder

Tunnelvask er dimensjonert ut i fra et vannforbruk på 140 l/m tunnel og et vaskevannsavløp ut i sjø på 5 l/s (Norconsult, 2015a). Det er anslått at 75% av forbrukt vann kommer fram til renseanlegget og går til utslipp. Resten av vannet blir liggende bl.a. som fukt i tunnelen.

I løpet av et år gjennomføres det hel- og halvvaske, samt vask av teknisk anlegg. Hyppighet og fordeling på de ulike vaskene avgjøres ut i fra erfaring med de spesifikke tunneler. For Boknafjordtunnelen er det antatt 6 vask per år.

Renset vaskevann skal føres ut til sjø på Randaberg, Kvitsøy og Bokn. I hvilken retning vaskevannet føres ut fra tunnelen og hvor lang andel av tunnelen vaskevannet føres til de ulike områdene avhenger av hvor lavbrekkene i tunnelen ligger. Dette er ikke nødvendigvis sammenfallene med entreprisens lengde på tunnelen.

Rensebassengene og pumpekapasitet for Kvitsøy er dimensjonert for vask av ca. 7,8 km lengde av Boknafjorden. For to løp tilsvarer dette ca. 15,6 km. I tillegg kommer vask av Kvitsøytunnelen på ca. 4 km.

Total dimensjonert vannmengde (innlekkasjevann/drensvann og vaskevann) som skal pumpes ut av hele Boknafjordtunnelen er estimert til 6 600 000 m³/år. Total andel vaskevann til avløp fra hele Boknafjordtunnelen er estimert til 37 000 m³/år.

Total mengde vann fra Boknafjordtunnelen og Kvitsøytunnelen, som slippes ut i sjø ved Kvitsøy estimeres da til ca. 12 500 m³/år. Dette vannet er vaskevann innblandet i rent innlekkasjevann/drensvann før utslipp.

3.1.2 Vannkvalitet

I driftsfase må vaskevann fra tunnelen og innlekkasje til tunnelen håndteres.

Utvasking av forurensningsstoffer fra tunnel i driftsfasen vil i hovedsak være knyttet til vask av tunnelen, da forurensningene vil føres ut med vaskevannet. Undersøkelser tyder på at organiske forbindelser brytes ned noe langsommere inne i tunneler sammenlignet med ute i sollyset. Generelt sett vil innholdet i vaskevannet være det samme som i overvann fra dagsoner, men vaskevannet vil kunne ha vesentlig høyere konsentrasjoner av forurensningsstoffer siden disse ikke vaskes ut jevnlig med nedbør. I tillegg vil støvpartikler forbli i tunnelen og ikke føres bort med vind som i dagsoner. Uttrekksvifter og støvfilter i tunnelen vil kunne redusere støvkonsentrasjonen og dermed utslipp av miljøskadelige stoffer til vann.

Svært små mengder av andre kjemikalier kan forekomme under drift og vedlikehold av tunnel, for eksempel ulike oljer og fettstoffer.

Høye konsentrasjoner av forurensningsstoffer i vaskevannet kan gi akutt giftvirkning på levende organismer, men i hovedsak er det bruk av såpe i vaskeprosessen som har slik virkning.

Bruk av såpe i vaskeprosessen kan ha akutt giftvirkning på levende organismer. Såpestoffene vil imidlertid brytes ned når vaskevannet står i renseanlegget. Resultater fra nedbrytningsforsøk (laboratorieforsøk) med tunnelsåpe har vist at målt giftighet ble redusert med 90 % i løpet av 10 døgn og med 98 % i løpet av 23 døgn (Roseth og Amundsen, 2003). Såpe kan øke mobilisering av

forurensing til løst fase og det bør etterstrebtes å benytte lave såpedoser ved tunnelvask. Risteforsøk gjennomført i forhold til Statens vegvesens rapport «Nedbryting av såper til tunnelvask», nr. UTB 2006/01, viser at enkelte såpestoffer kan binde seg til vegstøv og dermed fjernes ved hjelp av sedimentasjon av partiklene.

Det finnes flere ulike såpeprodukter på markedet. Felles for disse er at de skal være godkjent i henhold til produktforskriften. Dette innebærer at såpeproduktene kun skal inneholde miljøvennlige og fullstendig nedbrytbare såpestoffer. 60 % av de organiske forbindelsene i såpen skal brytes ned til CO₂ og vann innen 28 dager ved bruk av standard nedbrytingstester. Hvilke produkter som benyttes ved tunnelvask vil imidlertid variere avhengig av hvilken entreprenør som utfører vaskeprosessen.

Det er gjort ulike undersøkelser av forurensningskonsentrasjoner i vaskevann. Bruk av sedimentasjon har vist svært gode resultater ved rensing av slikt vann. Turbiditet er et indirekte mål på mengde partikler. Målinger gjort av Bioforsk (Bioforsk, 2012) 27. mai 2011 i rensebasseng i Nøstvedt-tunnelen viser at turbiditeten i rensebasseng økte til 388 FTU etter vask av tunnelen. Ett døgn etter avsluttet vask var turbiditeten redusert til 115 FTU, det vil si en «rensegrad» på ca. 70 %. Etter to uker var turbiditeten redusert til 12 FTU, det vil si 97 % «rensegrad». Etter en ukes sedimentasjon var «rensegraden» på ca. 93 %. Dette tyder på at partiklene i all hovedsak sedimenterer allerede etter 7 dager i bassenget. Store deler av forurensingene i vaskevannet er knyttet til partikler.

Vaskevann fortynnes med rent innlekkasjevann før utslipp til sjø. På årsbasis utgjør vaskevannet i størrelsesorden 0,5 % av total utpumpet mengde. Ved tømning av sedimenteringsbassenget anslås det at vaskevann utgjør maksimalt 5-10 % av utpumpet mengde.

Tankbilvelt etc. i tunnel er svært sjelden, men vil kunne ha betydelige konsekvenser dersom det først skjer. Det skal etableres et system for oppsamling og rensing av vaskevann fra tunnel. Dette systemet kan også benyttes til tilbakeholdelse ved uhellsutslipp. Olje eller kjemikalier kan da hentes i sedimenteringsenheten med bil.

Uhellsutslipp i dagsone håndteres i samme system som det ordinære overvannet.

3.1.3 Vannhåndtering

Boknafjordtunnelen vil få Norges mest moderne anlegg for rensing av tunnelvaskevann. Vaskevannet samles opp i vegsluk med sandfang og blir ledet inn i dedikerte «rensehaller». Det er varierende avstand mellom hver av rensehallerne og disse er dimensjonert for å håndtere vaskevann fra begge tunneløp fra strekningen oppstrøms hver rensehaller, og vil derfor ha ulik størrelse. Se vedlagte GH- og K-tegninger.

I rensehallen går vaskevannet gjennom en oljeutskiller før det går over i et sedimentasjonsbasseng. Vaskevannet får en oppholdstid i sedimenteringsbassenget på minimum 14 dager. Dette sikrer maksimal nedbryting av såpestoffer i vannet. Dersom det er lang tid til neste vask, kan oppholdstiden økes utover de pålagte 14 dagene. Når sedimentasjonsbassenget skal tømmes, åpnes en fjernstyrt ventil og rensed vaskevann vil gradvis renne over i et nytt basseng, inntaksbassenget. Her vil rensed vaskevann blandes med rent innlekkasjevann og etter hvert pumpes opp i neste inntaksbasseng oppstrøms mot utslippspunktet. Her vil vannet få ytterligere oppholdstid og innblanding av rent innlekkasjevann, før det pumpes oppover til neste trinn. Denne trinnpumpingen gjør utpumpingen er mer energieffektiv da vannet fanges opp på høyest mulig nivå. Løsningen er også mer robust da hvert inntaksbasseng har en stor overkapasitet for 48 timers innlekkasje i tilfelle pumpesvikt eller strømstans. Trinn på inntil 80 m løftehøyde og trykk under 10 bar gjør også at tilgang på materiell er lettere ved utskiftninger og gjør løsningen mer robust. Hvor mange trinn vaske- og innlekkasjevannet pumpes, vil avhenge av hvilket basseng man har som utgangspunkt. Alle sedimentasjonsbasseng er dimensjonert for maksimal mengde vaskevann ved helvask. Etter tømning vil ventillene for sedimentasjonsbassengene lukkes, og være klare til å ta imot nytt vann fra neste vask.

3.2 Overvann fra veg (vegvann)

3.2.1 Vannmengder

Utslipp av ordinært overvann fra dagsonen vil ligge på omtrent samme nivå som fra dagens vegsystem på Kvitsøy. Vegvannet vil ha avrenning til sjø.

3.2.2 Vannkvalitet

Vegtrafikk gir opphav til mange ulike forurensningstyper som kan spres til jord, luft og vann i området.

Forurensninger fra veg i driftsfase vil kunne omfatte:

- Vegstøv fra slitasje på vegbanen
- Tungmetaller og organiske miljøgifter/PAH fra avgasser og slitasje på bildekk og asfaltdekke
- Salt fra vegsalting
- Uhellsutslipp/lekkasjer (av drivstoff, bremsevæske osv.)

Forurensningene er i stor grad bundet til partikler.

3.2.3 Vannhåndtering

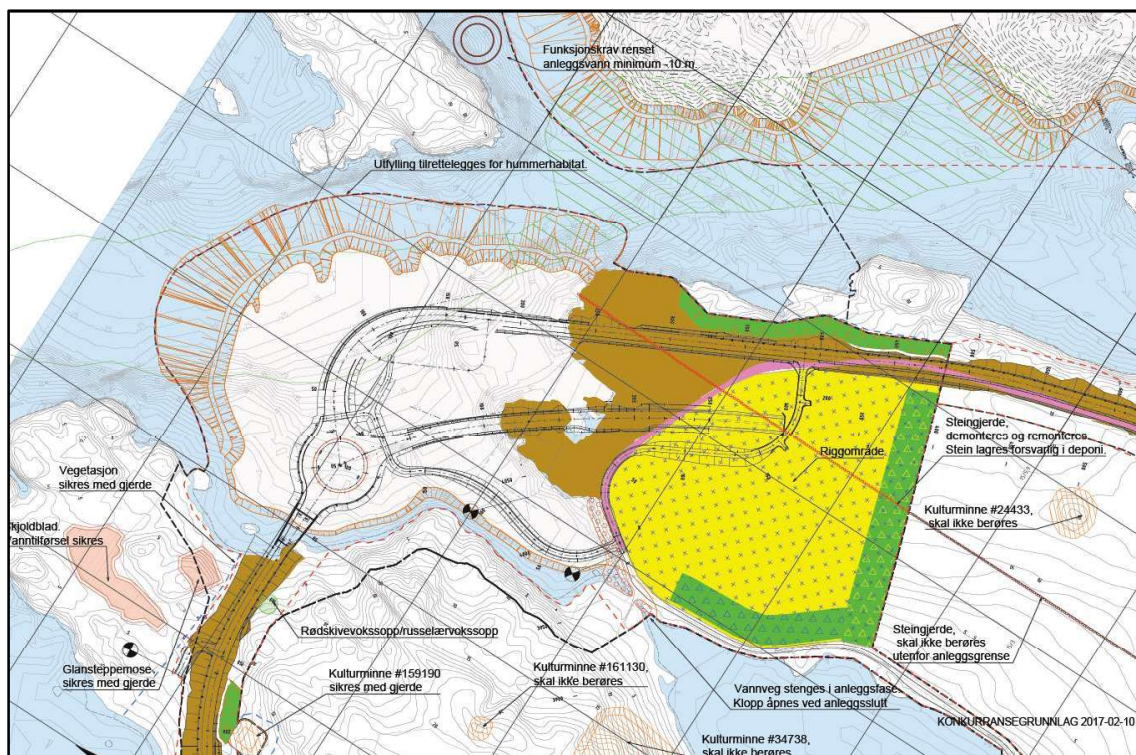
ÅDT (årsdøgntrafikk) er lav på Kvitsøy (<1000) og det er dermed ikke krav til rensing av ordinært overvann fra vegen. Overvannet ledes dels via sandfang og dels via terreng før avrenning til sjø. Området er i stor grad preget av god vanngjennomstrømming og det anses derfor ikke å være et miljømessig behov for rensing av vegvannet.

4 Utslippspunkt

Utslipp av rensert anleggsvann skal ledes til sjø på østsiden av portalområdet på Kvitsøy. Utslippspunktet vil da bli liggende mellom de to utfyllingsområdene på Kvitsøy.

Vannet skal slippes ut slik at man får best mulig innblanding i vannmassene i sjøen og ikke fører partikler til oppdrettsanlegget.

Figur 2 viser område for tunnelportal og område for utslipp av rensert vann i anleggsfase og driftsfase, samt utfyllingsområdet ved Krossøy. Se for øvrig vedlegg for tegninger som viser området.



Figur 2. Utsnitt fra rigg- og marksiøringsplan for området viser tunnelportal og område for utslipp (ring) av rensert vann i anleggsfase og driftsfase. Figuren er også lagt ved som tegning.

4.1 Resipienten

Vannforekomsten Boknafjorden er påvirket av utslipp fra avløpsanlegg, avrenning fra land og utslipp fra fiskeoppdrett, men påvirkningen er antatt å være liten. Det er først og fremst stor skipstrafikk som anses å kunne påvirke tilstanden i vannforekomsten. I følge vann-nett (vann-nett.no, 15.01.2016) er den kjemiske tilstanden i Boknafjorden ikke definert, men forventet kjemisk tilstand er klassifisert som «oppnår god».

Basert på biologiske kvalitetselementer (bløtubunnsfauna) er den økologiske tilstanden i vannforekomsten antatt å være svært god, den har god vannutskiftning og er relativt eksponert for bølger (vann-nett.no, 19.08.2015).

Strømninger

Norconsult har gjennomført strømmålinger i to punkter nord for Kvitsøy der det planlegges utfyllinger i forbindelse med E39 Rogfast (NO-009-YM_Rapport Strømmålinger_B03). Målingene viste strøm som i stor grad fulgte tidevannet.

Sediment

Norconsult har gjennomført undersøkelser av forurensningstilstanden i sedimenter ved to lokaliteter ved Kvitsøy (NO-015-YM Rapport Miljøundersøkelse sediment_J01).

Ingen av de analyserte forbindelsene ble målt i konsentrasjoner over tilstandsklasse II «God» i sedimentprøvene fra Kvitsøy. Områdene kan på bakgrunn av dette friskmeldes med hensyn på forurensning etter kriteriene i risikoveiledningen.

Naturverdier

Norconsult har gjennomført feltundersøkelser av marint naturmiljø i områder som vil bli berørt av planlagte tiltak (NO-029-YM Marint naturmiljø E39 Rogfast - E02 Kvitsøy D05). Feltundersøkelsene hadde som overordnet mål å skaffe tilveie en generell oversikt over marint naturmiljø.

«Områdene var dominert av tette tareforekomster, stortare, fingertare, ispedt sukkertare på fast fjell og steiner og store områder med skjellsand med spredte forekomster av sukkertare på dypere vann. Tette forekomster av epifytter på stilkene til stortare og fingertare bidrar til et svært heterogent og verdifullt habitat for en rekke marine dyr. Dette er et relativt vanlig naturmiljø rundt Kvitsøy og i Rogaland generelt. Området bør likevel betraktes som viktig for biologisk mangfold på lokal skala.»

Skjellsandområder har ofte en rik og spesiell bunnfauna. Områdene fungerer som gyteområder og oppvekstområder for fisk, og større krepsdyr som f.eks. hummer (rødlistekategori NT) benytter dem i skallskifte- og parringsperioden.

4.2 Brukerinteresser

Rekreasjon og fiske

Det drives fritidsfiske i Boknafjorden og fjorden er i bruk til rekreasjonsformål.

Fiske- og kamskjelloppdrett

I sjøen nord for Krossøy, ligger to lokaliteter (Hestholmen S og Skota) med tillatelse til kommersiell bruk i dyrking av stort kamskjell. Lokaliteten Hestholmen S vil måtte utgå, da utfylling av sprengstein vil komme i konflikt med denne. SVV er i dialog med eier av disse lokalitetene.

Sørøst for Krågøy ligger en lokalitet (Hestholmen Ø) med tillatelse til oppdrett av regnbueørret, laks og ørret (tillatelse R SD0023). Innehaver av denne tillatelsen er Grieg Seafood Rogaland AS. Det vurderes som lite sannsynlig at fisken i oppdrettsanlegget ved Hestholmen Ø vil påvirkes av utslippet (Norconsult, 2015b). SVV er i dialog med selskapet om mulige tiltak.

Naboer

Det er spredt bebyggelse og beitemark på øyene Krossøy og Krågøy. Næreste eiendommer er vurdert til å være 15/80, 15/79 og 15/14.

5 Miljørisikovurdering av anleggsvann

Sjøresipienter er generelt sett mer robuste og har bedre bufferkapasitet enn ferskvannsresipienter, derfor er det ikke behov for å sette like strenge krav til kvaliteten på utslippsvannet sammenlignet med utslipp til ferskvannsresipienter.

Tunnelvann har lavere tetthet enn sjøvann fordi tilført produksjonsvann består av ferskvann. Når tunnelvann slippes ut i sjø vil det stige mot overflaten samtidig som det fortynnes med sjøvann. Utslippsvannet vil på et gitt dyp kunne oppnå samme egenvekt som sjøvannet. Utslippsvannet vil da vanligvis stige noe forbi dette dypet for så å synke noe og innlagres i vannmassene. En god innlagring av utslippsvannet vil kunne begrense uønsket transport av partikler og synlig blakking av overflatevannet.

5.1 Modellering av utslipp

Beregning av fortykning og innlagring av det fremtidige utslippet er utført med fortykningsmodellen Visual Plumes (U.S.EPA). Visual Plumes kan benytte fem ulike modeller i sine beregninger. I denne undersøkelsen er modellen UM3 benyttet. Beregningene er vist i vedlegg 1.

Modellen beregner hvordan et utslipp vil fordele seg i en resipient ut fra tetthet, strømhastighet og retning til utslippet og forhold i resipienten. Dersom det er stor forskjell i tetthet for utslippet og vannet i resipienten vil utslippet lettere stige mot overflaten eller synke mot bunnen. Sjøtninger i vannsøylen vil kunne føre til at utslippet innlagres i vannmassene en viss avstand fra overflaten.

Generelt vil lav strømhastighet i resipienten føre til at utslippsvannet stiger eller synker raskere ved høyere strømhastigheter på grunn av lavere innblanding. Det vil si at utslippsvann som stiger mot overflaten ved lav strømhastighet i resipienten, kan innlagres i vannsøylen når strømhastigheten i resipienten øker.

Modellen tar ikke hensyn til partikler i utslippsvannet men vi behandler partikler som om de er i suspensjon. Modelleringen er utført på de fysiske forhold som er målt i august 2014 og gjennomsnittlig strømforhold for lokaliteten (målt over en tidsperiode på 4 uker). På andre tider av året kan det være lavere overflatesalinitet (saltholdighet). Dette vil hindre et utslipp å nå overflaten. Hvis overflatesaliniteten økes vil det være lettere for et utslipp å nå overflaten.

Det er benyttet snittstrøm i modelleringen. Det vil si at i perioder med mindre strøm/strømstille perioder, blir innblandingen mindre og utslippet kan nå overflaten (utslipp med lav egenvekt) eller synke dypere (utslipp med høy egenvekt). Dette er antatt å være kortvarige perioder. Likeledes vil høyere strømhastighet øke innblandingen.

De scenariene som er kjørt er ytterpunktene av hva som er forventet. Det er derfor ikke veldig sannsynlig at det skjer episoder som ikke er omfattet av modelleringene. Alle scenariene som er modellert gir en betydelig innblanding innenfor noen titalls meter fra utslippet.

For at utslippet ikke skal kunne nå overflaten og skal utslippspunktet ligge på 25 meters vanddyb. Dette gir også en innblandings dyp, hvor utslippet selv i perioder med mye partikler, ligger dypere enn oppdrettsanlegget 750 meter sør for området.

5.2 Mulige effekter

5.2.1 pH

Høy pH og store variasjoner i pH vil i seg selv kunne påvirke plante- og dyreliv på en negativ måte. Ålegras har en kritisk øvre grense for pH på 10-10,5, hvor fotosyntesen blir påvirket (Norconsult, 2012). Tabell 3 nedenfor viser en oversikt over mulige effekter på fisk (Alabaster og Lloyd, 1982).

Sjøvann har god bufferkapasitet sammenlignet med ferskvann. I tillegg vil utslippsvannet bli betydelig uttynnet ved naturlig innblanding i sjøvann innenfor noen titalls meter fra utslippspunktet. Utslipp med høy pH vil derfor ikke ha de samme konsekvensene i sjø som i elver og innsjøer. Utslippsvannet skal slippes ut slik at det har god fortykning i en robust sjøresipient. Det er forventet at utslippet kun vil ha påvirkning på pH like ved utslippspunktet. Denne påvirkningen vil være liten sammenlignet med påvirkninger fra utfyllingsarbeidene.

Tabell 4: Effekter av variasjoner i pH på fisk.

pH	Effekt på fisk
5-9	Normalt ingen skadelige effekter.
9,0-9,5	Sannsynligvis skadelig for laksefisk og abbor over lengre tids eksponering.
9,5-10,0	Dødelig for laksefisk over lengre tids eksponering. Fisken er motstandsdyktig overfor slike pH-verdier i korte periode. Kan være skadelig ovenfor enkelte fiskearters utviklingsstadier.
10,0-10,5	Laksefisk og mort kan være motstandsdyktige mot slike pH-verdier i korte perioder, men fisken dør ved lengre tids eksponering.
10,5-11,0	Laksefisk dør i løpet av kort tid. Forlenget eksponering gjør at også karpe, gjedde, gullfisk og suter dør.
11,0-11,5	Alle fiskearter dør i løpet av kort tid.
pH	Effekt på fisk

5.2.2 Nitrogenforbindelser (NH₄⁺/NH₃ og NO₃⁻)

Vann fra områder med sprengningsarbeider vil erfaringsmessig inneholde nitrogen fra sprengstoff. Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % av nitrogen som ammoniumforbindelser og 50 % som nitratforbindelser. Toksisiteten av NH_x (NH₃/NH₄⁺) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NH_x foreligge som ammonium, NH₄⁺. Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NH_x foreligge som ammoniakk, som er akutt giftig. Ved anvendelse av sprøytebetong i tunneldrift kan avrenningen bli svært basisk og føre til dannelse av ammoniakk (Hindlar og Roseth, 2003).

Nitratforbindelser kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998). Tabell 5 viser tilstandsklasser for nitrogen i overflatelag i kystvann.

Tabell 5: Tilstandsklasser for nitrogen i overflatelaget i kystvann fra veileder 02:2013 (Direktoratsgruppen, 2013)

Vanntype	Parameter	Årstid	I	II	III	IV	V
			Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
Kystvann saltholdighet over 18	Nitrat (NO ₃ ⁻) (µg N/l)	sommer (juni-august)	<12	12-23	23-65	65-250	>250
		vinter (desember- februar)	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Total nitrogen (µg N/l)	sommer (juni-august)	<250	250-330	330-500	500-800	>800
		vinter (desember- februar)	<291	291-380	380-560	560-800	>800

Det må påregnes at anleggsvannet i perioder kan ha et forhøyet innhold av nitrogen. Utslipet vil være tidsbegrenset. Da eutrofiering ikke oppstår umiddelbart, kan en forhøyet konsentrasjon nær utslippet aksepteres.

Ved pH 8,2 og temperatur 20 °C vil ca. 3,6 % av ammoniumnitrogen foreligge som ammoniakk. Det er vanskelig å forutsi konsentrasjonen av nitrogenforbindelser i utslippsvannet ettersom erfaringstall varierer i stor grad. Det forventes økninger av nitrogenforbindelser som kan gi noe økt algeblomstring i sommerhalvåret. Rett ved selve utslippet kan det forventes toksiske konsentrasjoner av ammoniakk for fisk. Ved å legge utslippet på 30 meters dyp oppnår man god fortytning på utslippsvannet og rask reduksjon av de høye verdiene.

5.2.3 Suspendert stoff (SS)

Betydelige mengder suspendert materiale vil kunne gi nedslamming av resipienten. Videre vil utslipp av tunnelvann med høyt innhold av suspendert stoff gi visuell forurensning med synlig blakking i resipient.

Partikler fra sprengningsarbeider av ulike bergarter kan ha ulik form og kan dermed ha ulikt skadepotensial for organismer. Partikler fra sprengning av bløte bergarter er ofte veldig små og skarpe, og dermed mer skadelig for fisk enn partikler fra hardere bergarter. Skarpe partikler fra sprengsteinstøv kan gi mekaniske skader på blant annet fiskegjeller.

Det er vist effekter på fisk av partikler fra tunnelvann ned til 25 mg/l, men dette gjelder for sprenging av steder med spesiell geologi. Ved høye konsentrasjoner av partikler i vannmassene vil voksen fisk sannsynligvis prøve å unngå utslippsområdet, og komme seg raskt unna påvirkningen.

Tabell 6 under er hentet fra rapport fra Norsk forening for fjellsprengningsteknikk (NFF, 2009) og viser effekter av forhøyede konsentrasjoner av naturlig eroderte partikler på fisket gitt av den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC.

Konsentrasjonsøkningen av partikler i resipienten må holdes under 80 mg/l for å unngå et betydelig redusert fiske, og for å beskytte sårbare marine fiskearter.

Konsentrasjonen av suspendert stoff ved rensing til 400 mg/l vil føre til en konsentrasjon på ca. 4 mg/l i resipienten ved en fortytning på 100 ved 10 meter etter utslippspunkt. Dette er under grenseverdi for effekter på sårbare marine fiskearter.

Dersom partiklene fra sprenging blir veldig skarpe kan det likevel forekomme noe skade på gjellene til fisk som blir eksponert for disse konsentrasjonene. Friske individer vil imidlertid bevege seg bort fra utslippet ved høye konsentrasjoner.

Tabell 6: Effekter av partikler fra naturlig erodert materiale på fisk (retningslinjer fra den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC, hentet fra NFF (2009))

Suspendert stoff (mg/l)	Effekt
< 25 mg/l	Ingen skadelig effekt.
25-80 mg/l	Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
80-400 mg/l	Betydelig redusert fiske.
> 400 mg/l	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

5.2.4 Olje

Generelt kan utslipp av olje forårsake negative effekter i resipienten dersom konsentrasjonene er høye. Oljeforurensninger vil kunne gjøre stor skade på alle levende organismer i vannresipienter. Selv ved lave konsentrasjoner vil det kunne legge seg oljefilm på vannoverflaten og gi en visuell forurensning. Fjerning av partikler fra utslippsvannet vil føre til reduksjon av konsentrasjonen av organiske forurensninger som bindes til selve partiklene.

Oljeforbindelser i utslippet vil i all hovedsak være løst i vannmasser, og det er derfor fokusert på effekter på organismer i vannsøylen. Det vurderes at olje i utslipp fra anleggsarbeidene ikke vil ha potensial til å danne et oljefilmag tykkere enn 0,01 mm. Dette er grenseverdi for effekter for sjøfugl som befinner seg på sjøoverflaten (French-McCay 2004).

Tildekking av overflater i strandsonen med olje kan gi effekter på alt liv. Skade på strandområder er vanskelig å vurdere. Det er ikke rapportert akutte effekter av olje på tang, og en av grunnene kan være at tang skiller ut slim som delvis kan forhindre at fersk olje kommer i kontakt med selve algen (NIVA 2010).

Fisk kan ta opp stoffer gjennom huden og over gjellene fra oljekomponenter i vannsøylen. De kan også få i seg olje gjennom mattilgang eller bli påvirket indirekte av forandringer i økosystemet. Gytteprodukter som egg og larver samt ung fisk er mest sårbar. Fisk i tidlige stadier vil også ha mindre evne til å bevege seg vekk fra forurensede områder enn voksne individer.

Grenseverdi for toksiske effekter av alifatiske hydrokarboner >C10-C35, kalt PNEC (Predicted No Effect Concentrations), for akvatiske organismer er 1 mg/l (Aquateam, 2007).

Effekter på sjøpattedyr og tildekking av strandsonen vil ikke være relevant her ettersom tilgrising ikke vil være sannsynlig med slike utslipp.

I utslipp av rensert tunnelvann til sjøresipient i andre tilsvarende tunnelprosjekter, f.eks. Ryfast, er det satt et krav til maksimalt innhold av olje (THC) på 50 mg/l. Ved utslipp av 50 mg/l olje er konsentrasjonen i resipienten beregnet til å være 0,5 mg/l ved fortykning med 100 ved 10 meter fra utslippspunktet. Dette er under grenseverdi for effekter på fisk (PNEC, 1 mg/l) og for effekter på plankton/ vannlevende larver (PNEC, 90 µg/l).

5.2.5 Metaller

Berggrunnen i området vil kunne påvirke tungmetallinnholdet i anleggsvannet. Metallene er i stor grad partikkelbundet og tungmetallinnholdet reduseres således ved partikkelfjerning.

Berggrunnen ved Kvitsøy består av grønnstein, grønnskifer og svartskifer som er myke bergarter. Grønnstein/grønnskifer inneholder konsentrasjoner i tilstandsklasse III – IV av kobber og nikkel i

partiklene. I tillegg viser utlekkings tester at det lekker ut konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse III – IV fra partikler i vannfase.

Hovedmengden av metaller som lekker ut fra steinpartiklene vil forekomme ved utfylling av tunnelstein i sjø.

Tunnelvannet vil bli ledet gjennom sandfang og sedimentasjonsbasseng for å begrense mengde partikler til sjø og dermed begrense mengden metaller som kan lekke ut.

5.3 Konklusjon

Modelleringene og vurderingene ovenfor er basert på at utslippet er eneste forurensningskilde i tiltaksområdet. De viser at med et utslippspunkt på 25 meters vanddyb vil utslippsvannet raskt innblandes i vannmassen ved Kvitsøy slik at det ikke utgjør noen negativ miljøpåvirkning. Dette vil være gjeldende situasjon i en driftsfase av hovedtunnelen.

I anleggsfasen derimot, vil det foregå utfylling av tunnelmasser i sjø på to sider av utslippspunktet.

- Nord for Krossøy, vest for utslippspunktet, skal det fylles ut ca. 700 000 – 800 000 m³ tunnelmasse.
- Nord for Krågøy, øst for utslippspunktet, skal det fylles ut ca. 2,4 mill m³ tunnelmasse.

Utfyllingsområdene vises på figur 1 og vedlagt z-tegninger (rigg- og marksikringsplan).

Utfyllingsmassene vil inneholde tilsvarende forurensningskomponenter som anleggsvannet og utfyllingen av tunnelmasser i sjø vil være den klart dominerende utslippskilden til sjø. Utfyllingene vil bli håndtert i egne søknader til Fylkesmannen, og vil omfatte avbøtende tiltak og overvåkningsprogram i sjø.

Med bakgrunn i denne situasjonen vil utslippet av anleggsvann fra tunneldrivingen (tunnelvann), samt vann fra anleggs-/riggområdet inkl. verkstedsrigg, avvike noe fra den ideelle situasjonen og delvis tilpasses den faktiske anleggssituasjonen. Derfor velges det å legge utslippspunktet på ca. -30 meters vanddyb istedenfor -25 meter.

Byggherre vil sette krav til entreprenør om å rense alt anleggsvann vha. sedimentasjonsbasseng og oljeutskiller. Dette er innarbeidet praksis ved tunneldriving. Det vil bli satt utslippsgrenser til partikler og olje.

6 Miljørisikovurdering av vann fra driftsfase

I driftsfasen av en tunnel vil det bli utslipp av vaskevann til sjø. Mengden forurensningskomponenter som fjernes fra en vegtunnel ved vask vil fordele seg i

- vaskevannet
- masser sedimentert i sandfang
- masser som tas opp av suge- og feiebler
- oljeutskiller

For å ivareta ytre miljø i driftsfase må det, i tillegg til god håndtering av vaskevann, også fokuseres på tilfredsstillende håndtering av masser fra suge- og feiebler, samt fra sandfang.

Mengde forurensing fra tunnelen er beregnet ut fra rapport «Estimering av forurensing i tunnel og tunnelvaskevann» (Statens vegvesen, 2013), der en lineær sammenheng mellom forurensningsproduksjon og ÅDT forutsettes. Konsentrasjoner i vaskevannet estimeres ut fra årlig forurensningsproduksjon. Andel forurensing av de ulike fraksjonene som fraktes ut med vaskevannet under tunnelvask er også hentet fra denne rapporten.

Ved tømning av sedimenteringsbassenget anslås det at vaskevann utgjør maksimalt 5-10 % av utpumpet mengde. Her er det benyttet en verdi på 10 %. Utslipet skjer kun i perioder med tunnelvask. Beregnede konsentrasjoner etter fortyning i resipienten vil kun gjelde i umiddelbar nærhet til utslippspunktet. Utslipet vil raskt fortynnes videre i resipienten.

Tabell 7: Estimerte konsentrasjoner i vaskevann og i utslipp.

Parameter	Beregnet konsentrasjon i urensset vaskevann (µg/l)	Rensegrad %	Beregnet konsentrasjon i rensset vaskevann (µg/l)	Beregnet konsentrasjon etter 10x fortyning med drensvann (µg/l)	Beregnet konsentrasjon etter 10x fortyning i sjø (µg/l)
Fosfor	1651	61	644	64	6
Kobber	157	58	66	7	1
Sink	1114	71	323	32	3
Bly	28	76	7	1	0,1
Kadmium	1,1	60	0,4	0,04	0,004
Nikkel	32	70	10	1	0,1
Krom	43	80	9	1	0,1
T-Nitrogen	2063,5	29	1465	147	15
Partikler	1052380	85	157857	15786	1579
PAH	11	86	2	0,2	0,02
Olje	16632	82	2994	299	30

Etter at rensset vaskevann er blandet med drensvann i tunnelen vil konsentrasjon av Tot-Nitrogen ligge i tilstandsklasse I «meget god», i henhold til veileder 02:2013 (Direktoratsgruppen, 2013). Tilsvarende ligger konsentrasjonen av fosfor i tilstandsklasse II, men etter fortyning i sjø er også denne konsentrasjonen innenfor klasse I.

Etter fortyning med drensvann ligger konsentrasjoner av prioriterte stoffer i tilstandsklasse I for kystfarvann (SFT, 2009- delvis erstattet av ny veileder 02:2013). Sammenlignet med klassegrenser i veileder TA 2229/2007 (SFT, 2007) ligger metallkonsentrasjonene etter første fortyning i sjø

hovedsakelig i tilstandsklasse I «god». Konsentrasjonene av kobber og sink ligger konsentrasjonene i tilstandsklasse III («moderat»), mens blykonsentrasjonen ligger i tilstandsklasse II.

Økt vaskehyppighet i tunnelen vil kunne føre til at konsentrasjonene i vaskevannet går ned ettersom forurensingene vaskes ut oftere. Imidlertid vil økt vaskefrekvens kunne øke årsproduksjonen av forurensinger som følge av økt slitasje på vegbane og vegger. Utslipet av miljøgifter vil således ikke nødvendigvis reduseres ved et slikt tiltak.

7 Foreslåtte utslippskrav

7.1 Anleggsfase

Tunnelvannet skal samles opp, renses i sedimentasjonsbasseng og oljeutskiller før utslipp til sjø.

Vann fra anleggs-/riggområdet/verkstedrigg skal renses i samme/tilsvarende renseanlegg før utslipp til sjø.

Basert på vurderinger av resipientens sårbarhet er det utarbeidet følgende utslippskrav:

- Olje: 20 mg THC/l, ukemiddel
- Suspendert stoff: 400 mg SS/l - målt i turbiditet: 400 FTU

Entreprenøren skal å bruke turbiditetsmålinger i sedimentasjonsbassengene. Turbiditetsmålinger skal logges kontinuerlig og være enkle å avlese på stedet. Ved overvåking av partikler i sjø, vil det bli benyttet turbiditetsmålinger.

Turbiditet er en indirekte metode for å måle mengden partikler vann. Hvis typen partikler er kjent, kan man regne ut hva turbiditeten er ved en gitt mengde partikler i vannet. På den måten kan turbiditet være en god og enkel måte å overvåke partikkelinnholdet i vann.

For mineralske partikler er partikkel/suspendert stoff-forholdet tilnærmet lik 1. Dette stemmer med erfaringer av tilsvarende målinger i Ryfast-prosjektet.

- Utslippspunktet skal føres ut på ca. -30 meters dyp.

7.2 Driftsfase

Vaskevann og vegvann skal håndteres iht. beskrivelser i kap. 3 og 6.

- Utslippspunktet skal føres ut på ca. -30 meters dyp.

8 Overvåking og rapportering

8.1 Anleggsfase

Entreprenøren vil bli pålagt miljøovervåking og rapportering av egne anleggsaktiviteter og skal kunne framlegge dokumentasjon for dette på byggemøter.

Overvåkingsresultatene skal vurderes opp mot og overholde de foreslåtte utslippskrav, samt eventuelle tilleggskrav satt av Fylkesmannen.

Overvåkning

Entreprenør skal

- Ta ut ukeblandprøver av rensset anleggsvann før utslipp til sjø, med vannmengdeproposjonal vannprøvetaker. Vannprøvetakeren settes opp med uttak av ca. 4-6 delprøver per døgn til en samledunk for ukeprøve. Ukeblandprøvene skal analyseres for olje.
- Måle turbiditet, pH og ledningsevne i rensset anleggsvann før utslipp til sjø ved hjelp av kontinuerlige loggere
- Det skal tas kvartalsvise blandprøver som analyseres for metaller
- Måle vannmengder som føres til utslipp ved hjelp av automatisk vannmengdemålinger
- Utføre avbøtende tiltak dersom måleresultatene overskrider gjeldende utslippskrav
- Resultater skal foreligge senest 7 dager etter prøven er levert.
- Innsamlede registreringer skal logges online kontinuerlig og være tilgjengelig for byggherre.

Prøvetakingsprogrammet revideres etter en periode med anleggsvirksomhet, slik at det kan gjøres justeringer av for eksempel hyppighet, dersom utslippskonsentrasjonene viser seg å være stabile/ustabile og akseptable/uakseptable. Dette gjøres i samarbeid med byggherre og forurensningsmyndighet.

Det bemerkes at overvåkning av pH og ledningsevne kun er for dokumentasjon av utslippets tilstand/sammensetning over tid. Sammen med turbiditet og vannmengder kan kunnskapen benyttes til å vurdere utslippsvannets faktiske tetthet og spredning i resipienten.

Det skal utarbeides miljørapporter i henhold til krav fra Fylkesmannen. Rapportene skal inneholde beskrivelse av gjennomførte arbeider, samt overvåkingsresultater. I tillegg skal det utføres avviksrapportering ved avvik.

Det skal innarbeides kontrollrutiner i entreprenørens kontrollplaner for:

- Drift av rensanlegg, daglig kontroll av renseløsning for anleggsvann og visuelle vurderinger av utløpsvann mht. turbiditet og olje
- Måling av slamnivå (som sikrer at kritisk vannivå opprettholdes)
- Dokumentasjon av vannmengder

Renseanlegg/Sedimentasjonsbasseng

Før anlegget settes i drift skal det foreligge en detaljert driftsinstruks samt navn og telefonnummer til de som er ansvarlige for drift, kontroll og vedlikehold av renseanlegget.

Renseanlegget skal være i drift så lenge rensing er påkrevet, dvs. så lenge det foregår aktiviteter som kan medføre utslipp av olje og/eller artikler. Entreprenøren er ansvarlig for renseanleggets drift i denne perioden. Entreprenøren er også ansvarlig for oppsamling og avhending av alt slam fra renseprosessen.

Renseløsninger skal tømmes for slam før kritisk nivå (som sikrer renseløsningens funksjon) overskrides. Inspeksjon og tømming skal logges online kontinuerlig og være tilgjengelig for byggherre. Før tømming skal det utføres en vurdering av slamkvaliteten for å bestemme disponering. Slam fra renseanlegget skal håndteres som forurenset avfall dersom ikke annet kan dokumenteres (slammet skal analyseres for miljøgifter som dokumentasjon).

Ved utslipp som overstiger angitte renskrav, eller mistanke om svikt i renseløsning, skal det utføres miljøbefaring med målinger. Byggherre skal informeres og bistå.

Se for øvrig beskrivelse av vannhåndtering i kapittel 2.

8.2 Driftsfase

Vaskevann og vegvann skal håndteres iht. beskrivelser i kap. 3 og 6. Ytterligere overvåkning anses ikke nødvendig.

9 Beredskapsplan

Entreprenøren skal utarbeide egen beredskapsplan (uhell, utslipp til vann, funn av ukjent grunnforurensning, osv.). Beredskapsplanen skal inkludere varslingsrutiner til forurensningsmyndighet og byggherre.

Beredskapsplan skal legges frem for byggherre før oppstart.

I driftsorganisasjonen må det bygges inn nødvendig beredskap med hensyn på teknisk svikt av utstyr, alle sentrale pumper, ventiler og andre sentrale komponenter må ha nødvendige reservedeler. Det skal være organisert beredskap med varslingsrutiner etc. i tilfelle uforutsette utslipp skulle skje. Beredskapen må beskrive avbøtende tiltak knyttet til de ulike hendelsene. Det skal legges opp til en beredskap som sikrer god vinterdrift.

Det blir stilt krav til entreprenør om at kjemikalier som blir benyttet på en slik måte at det kan medføre fare for forurensning skal være testet for nedbrytbarhet, toksisitet og akkumulerbarhet. Testing skal utføres av laboratorier som er godkjent i samsvar med Good Laboratory Practice (GLP) og/eller akkreditert iht. NS-EN/IEC 17025:1999. Virksomheten plikter å ha et system for substitusjon av kjemikalier (Substitusjonsplikten).

10 Referanser

- Alabaster og Lloyd, 1982. Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London.
- Aquateam, 2007. Rapport nr. 06-039. Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn.
- Bjørnå, Ragnhild, 2010, Fyllitthåndtering i Rogaland, (<http://www.miljoringen.no/filopplast/filer/2010-11-17%20nr%205%20Ragnhild%20Bj%C3%B8rn%C3%A5.pdf>)
- Bækken, 1998, Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse.
- Direktoratsgruppen, 2013. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- French-McCay, 2004. Oil spill impact modelling: Development and validation
- Hindlar og Roseth, 2003. E18 gjennom sulfidberggrunn I Vest-Agder. Rapport 4642-2003.
- Hjermann, 2007. Fish and oil in the Lofoten- Barents Sea system: synoptic review of the effect of oil spills on fish populations
- Meland, S. 2012. Tunnelvann – En kilde til vannforurensning
- NIVA, 2010. Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City. Undersøkelser av flora og fauna i littoral – og sublittoralsonen.
- Norconsult, 2015a. E39 Rogfast. Vannforsyning Kvitsøy. Forprosjekt. datert 09.09.2015
- Norconsult, 2015b. E39 Rogfast. Utfylling Krågåy. Marint naturmiljø. Feltundersøkelser, konsekvensvurderinger og tiltak.
- Norconsult, 2012a. Rv. 13 Ryfast. Miljørisikovurdering av utslipp fra rv. 13 Ryfast. Entreprenesene E02 Solbakk og E03 Hundvåg Nord.
- Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk (NFF), 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. Teknisk rapport 09, august 2009.
- Roseth, R. og Søvik, A, 2006. Nedbryting av såper til tunnelvask. UTB-rapport 2006: 01. Statens vegvesen. Vegdirektoratet
- Roseth, R. og Amundsen, C. E., 2003. Vaskevann fra vegtunneler – forurensningsstoffer og behandling. Kommunalteknikk nr. 5 2003: s 16-19.
- SFT, 2009. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. Veileder 01:2009.
- SFT, 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA-2229/2007.
- Statens vegvesen, 2014, Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging.
- Statens vegvesen, 2013, Estimering av forurensing i tunnel og tunnelvaskevann. NORWAT.
- Vann-nett. 15.01.2016. <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0242031500-C>

Vedlegg

- Modellering av utslipp i sjø - Visual Plumes (U.S.EPA)
- 02-B01-001 Oversiktstegning som viser entreprisegrenser (00-B01-001)
- 02-GH10-600 GH-tegning (VA) oversikt renshaller
- 02-GH11-610 GH-tegning (VA) renshaller
- 02-K25-005 K-tegning (kontruksjon) 3D-tegning renshaller
- 02-K25-013 K-tegning (kontruksjon) 3D-tegning renshaller
- 02-Z01-500 z-tegning for E02 Kvitsøy (Rigg- og marksikringsplan)
- NO-009-YM_Rapport Strømmålinger_B03
- NO-015-YM Rapport Miljøundersøkelse sediment_J01
- NO-029-YM Marint naturmiljø E39 Rogfast - E02 Kvitsøy D05

Modellering av utslipp

Modellen

Beregning av fortykning og innlagring av det fremtidige utslippet er utført med fortykningsmodellen Visual Plumes (U.S.EPA). Modellen beregner hvordan et utslipp vil fordele seg i en resipient ut fra tetthet, strømhastighet og retning til utslippet og forhold i resipienten.

Dersom det er stor forskjell i tetthet for utslippet og vannet i resipienten vil utslippet lettere stige mot overflaten eller synke mot bunnen.

Sjiktninger i vannsøylen vil kunne føre til at utslippet innlagres i vannmassene en viss avstand fra overflaten.

Generelt vil lav strømhastighet i resipienten føre til at utslippsvannet stiger/synker raskere enn ved høyere strømhastigheter. Det vil si at utslippsvann som stiger mot overflaten ved lav strømhastighet i resipienten, kan innlagres i vannsøylen når strømhastigheten i resipienten øker.

Modellen tar ikke hensyn til partikler i utslippsvannet men vi behandler partikler som om de er i suspensjon.

Visual Plumes kan benytte fem ulike modeller i sine beregninger. I denne undersøkelsen er modellen UM3 benyttet.

Inputdata for resipienten:

Strømning:

Norconsult har utført strømningmålinger ved en stasjon i Kvitsøy ved sommerbetingelser. For modelleringen er det lagt inn følgende strømhastigheter:

- Øverste 18 meter av vannsøylen: 14 cm/s i retning 315
- I sjiktet 18- 36 meter: 10 cm/s i retning
- Dypere enn 36 meter: 5 cm/s i retning 285.

Salinitet og temperatur:

Salinitetsdata og temperatur data er resultatene fra målinger ved oppdrettsanlegget sør vest for tiltaksområdet i 2008.

Inputdata for utslippsvannet:

Utslipet er modellert for fire konservative ytterpunkt.

Input-parametre	Mye ferskvann og lite partikler	Mye ferskvann og mye partikler
Vanntemperatur	11°C	11°C
Saltholdighet (PSU) (Partikkelvekt justert inn i saltholdigheten)	0,1	20
Utslippsdyp	Forskjellige forsøkt	Forskjellige forsøkt
Utslippsdiameter	Ø 409	Ø 409
Vannmengde	120 l/s	120 l/s
Horisontal vinkel på utslippet	0°	0°
Retning på utslippet	90 °	90 °
Koeffisient for turbulent blanding (EPAs anbefaling)	0,0003	0,0003

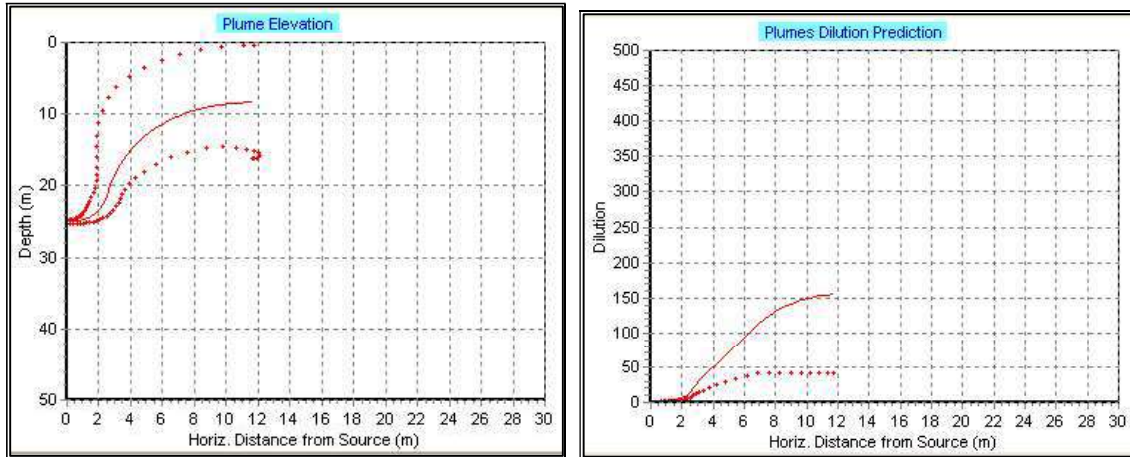
Input-parametre	100% saltvann, Lite partikler medium vann	100% saltvann, Mye partikler medium vann
Vanntemperatur	11°C	11°C
Saltholdighet (PSU) (Partikkelvekt justert inn i saltholdigheten)	35	55
Utslippsdyp	Forskjellige forsøkt	Forskjellige forsøkt
Utslippsdiameter	Ø 409	Ø 409
Vannmengde	120 l/s	120 l/s
Horisontal vinkel på utslippet	0°	0°
Retning på utslippet	90 °	90 °
Koeffisient for turbulent blanding (EPAs anbefaling)	0,0003	0,0003

Resultater

Utvalgte grafiske fremstillinger av resultatene av modelleringene som ikke gir overslag til overflaten er vist nedenfor. Det er utført modelleringer på flere vanddyb. For at utslippet ikke skal kunne nå overflaten og bør utslippspunktet ligge på 25 meters vanddyb. Nedenfor er det vist en modellering av innlagring og fortykning av utslippsvann med ulik sammensetning sluppet ut på 25 meters vanddyb.

Utslipp mye ferskvann lite partikler

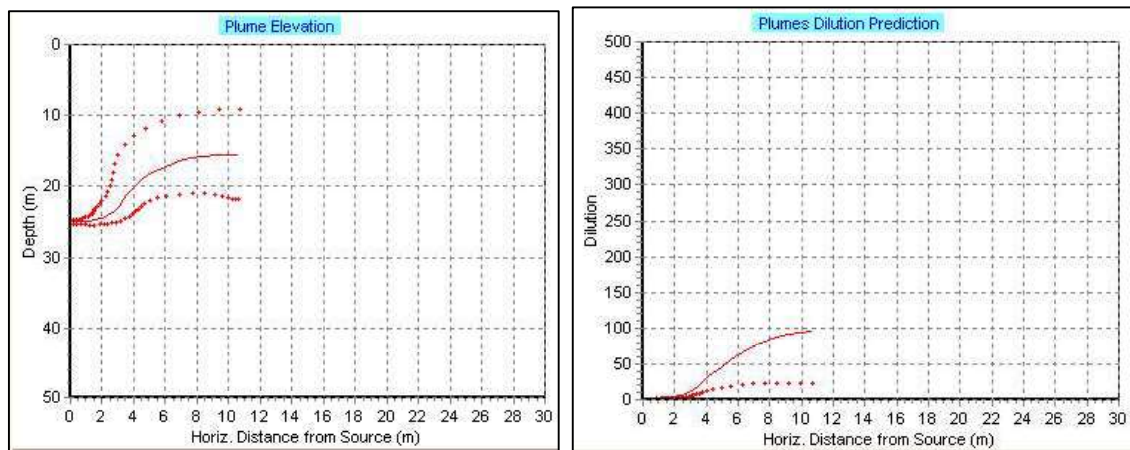
Utslipp på vandndyp mindre enn -25 meter, vil bryte overflaten under gitte forhold. Dette utslippet vil ha en innblanding i fjorden på 150 ganger snittet av utslippsstrømmen i en avstand på 10 meter fra utslippet.



Figur 3 Viser hhv hvordan utslippet med mye ferskvann lite partikler vil opptre i vannsøylen og innblanding av utslippet med mye ferskvann lite partikler. Hel linje er gjennomsnitt av utslippsstrømmen. Prikker er midt i utslippsstrømmen

Utslipp mye partikler mye ferskt vann

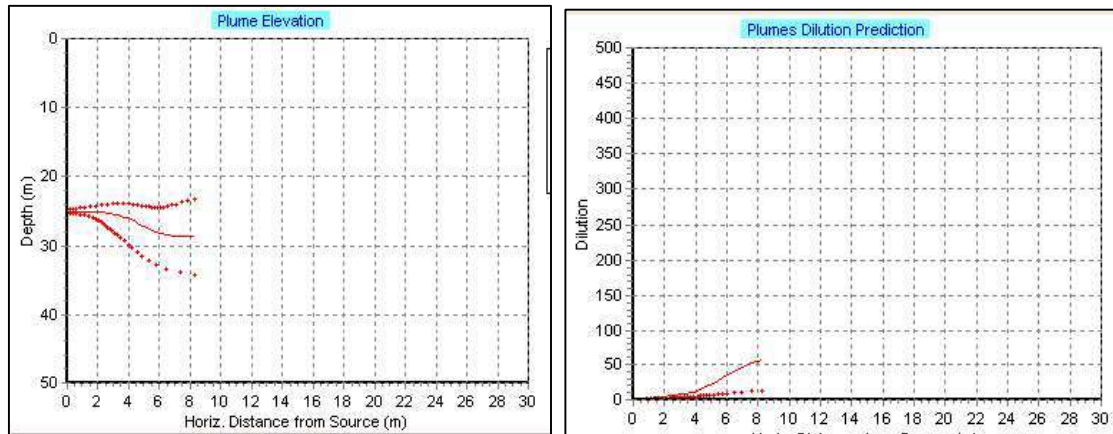
Utslippet vil blandes inn på ca. 16 meter vandndyp. Dette utslippet vil ha en innblanding i fjorden på 90 ganger snittet av utslippsstrømmen i en avstand på 10 meter fra utslippet.



Figur 4 Viser hhv. hvordan utslippet med mye saltvann og mye partikler vil opptre i vannsøylen og innblanding av utslippet med mye ferskvann mye partikler. Hel linje er gjennomsnitt av utslippsstrømmen. Prikker er midt i utslippsstrømmen.

Utslipp lite partikler og mye saltvann

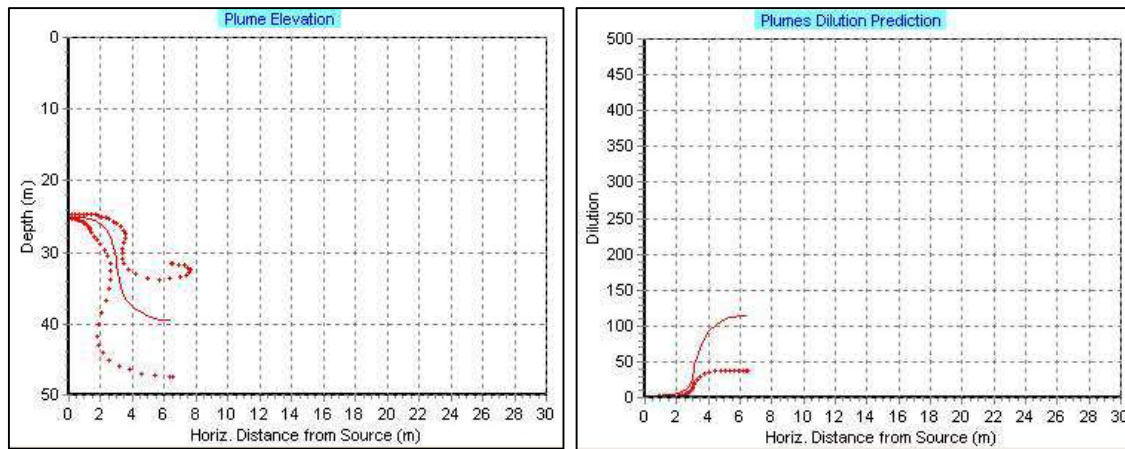
Utslippet vil blandes inn på ca. 28 meter vandndyp. Dette utslippet vil ha en innblanding i fjorden på 50 ganger snittet av utslippsstrømmen i en avstand på 8 meter fra utslippet.



Figur 5 Viser hhv. hvordan utslippet med mye saltvann og mye partikler vil opptre i vannsøylen og innblanding av utslippet med mye saltvann og mye partikler. Hel linje er gjennomsnitt av utslippsstrømmen. Prikker er midt i utslippsstrømmen

Utslipp mye partikler og mye saltvann

Utslipet vil blandes inn på ca. 40 meter vandndyp og vil i realiteten følge sjøbunnen. Dette utslippet vil ha en innblanding i fjorden på 100 ganger snittet av utslippsstrømmen i en avstand på 4 meter fra utslippet.



Figur 7 Viser hhv. hvordan utslippet med mye saltvann og mye partikler vil opptre i vannsøylen og innblanding av utslippet med mye saltvann og mye partikler. Hel linje er gjennomsnitt av utslippsstrømmen. Prikker er midt i utslippsstrømmen

Vurderinger

Modelleringen er utført på de fysiske forhold som er målt i 2008 og gjennomsnittlig strømforhold for lokaliteten. På andre tider av året kan det være lavere overflatesalinitet. Dette vil hindre et utslipp å nå overflaten. Hvis overflatesaliniteten økes vil det være lettere for et utslipp å nå overflaten.

Det er benyttet snittstrøm i modelleringen. Det vi si at i perioder med mindre strøm/strømstille perioder, blir innblanding mindre og utslippet kan nå overflaten (lett utslipp) eller synke dypere (tungt utslipp). Dette er antatt å være kortvarige perioder. Likeledes vil høyere strømhastighet øke innblanding.

De scenariene som er kjørt er ytterpunktene av hva som er forventet. Det er derfor ikke veldig sannsynlig at det skjer episoder som ikke er omfattet av modelleringene.

Alle scenariene som er modellert gir en betydelig innblanding innenfor 10 meter fra utslippet.

For at utslippet ikke skal kunne nå overflaten bør utslippspunktet ligge på 25 meters vanddyb. Dette gir også en innblandings dyb, hvor utslippet selv i perioder med mye partikler, ligger dypere enn oppdrettsanlegget i området.