

## E39 ØRSKOGFJELLET-VIK HÅNTERING AV VANN I TUNNEL

Oppdragsnavn **E39 Ørskogfjellet-Vik, Håndtering av vann i tunnel**  
Prosjekt nr. **1350047549**  
Mottaker **Statens Vegvesen v/Arild Gjerde**  
Dokument type **Teknisk notat**  
Versjon **2**  
Dato **17.06.2022**  
Utført av **NIBO, BKRI og JMT**  
Kontrollert av **JSI og JMT**  
Godkjent av **JMT**  
Beskrivelse **Vurdering av løsninger for overflatevann og brannvann i tunnel**

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Grunnlagsmateriale</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Målsetning og forutsetninger</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>Nøkkeltall tunnel</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>Brannvann</b>	<b>5</b>
5.1	Krav og nøkkeltall	5
<b>6.</b>	<b>Vaskevann</b>	<b>5</b>
<b>7.</b>	<b>Høydebasseng</b>	<b>6</b>
7.1	Vanntilførsel til høydebasseng	6
7.2	Prinsipp for slokkevann i tunnel.	6
7.2.1	Alternativ 1. Høydebasseng i portal	7
7.2.2	Alternativ 2 Høydebasseng i tunnelen.	7
7.2.3	Alternativ 3. høydebasseng utenfor tunnel	7
7.3	Fordeler / ulemper med de forskjellige alternativene.	10
7.3.1	Alternativ 1.Høydebasseng på utsiden av portal	10
7.3.2	Alternativ 2. Høydebasseng i tunnelen	10
7.3.3	Alternativ 3 Høydebasseng på utsiden av tunnel.	10
7.4	Brannuttak og vannledning i tunnel	10
<b>8.</b>	<b>Tunnelavvanning</b>	<b>11</b>
8.1	Innhold av forurensninger	11
8.2	Oppsamlingsystem	12
8.2.1	Oppsamlingsystem for forurenset vaskevann og tunneloverflaten	12
8.3	Renseløsninger	12
8.3.1	Utvikling av renseløsninger	13
8.4	Dimensjonerende vaskevannsmengder	13
8.5	Prinsipp for utforming av anlegget	14
<b>9.</b>	<b>RESIPIENT FOR VANN FRA TUNNEL</b>	<b>15</b>
<b>10.</b>	<b>Referanser</b>	<b>16</b>
	<b>Tegninger</b>	
	H104	
	H105	
	H106	

## 1. Innledning

E39 Ørskogfjellet - Vik er et ledd i arbeidet med framtidig fergefri E39. Parsellen vil innebære tunnelering mellom Ørskogfjellet-Vik og bidra til vesentlig kortere kjøretid og reiseavstander mellom befolkningssentrene i regionen, herunder spesielt byene Molde og Ålesund.

Dette forprosjektet beskriver prinsippløsninger for vann i tunnel, som innebærer dreisvann, overvann, vaskevann og brannvann. Løsningene som skal detaljprosjekteres, må være omforent med øvrige fagdisipliner i tunnelen og ha forankring i byggherrens prosjektorganisasjon. Grensesnitt mot anlegg i dagen vil blant annet være ved avgrensning av nedbørfelt i dagen og ved utslipp, og omtales i dette notatet når de har betydning for tunnelens anlegg.

## 2. Grunnlagsmateriale

Generelt er det benyttet grunnlagsmateriale fra tidligere lignende prosjekter samt relevante håndbøker, tidligere forprosjekt for E39 utarbeidet av Rambøll og pågående E6 prosjekt Trondheim-Værnes. Spesielt sentrale underlag er angitt under.

1. E6 Ranheim – Værnes, Konsekvenser vannuttak til brannvann og vaskevann, 2020
2. E39 Vik-Julbøen Forprosjekt Håndtering av vann i tunnel, 2016
3. «E39 Rogfast – Forprosjekt Tunnel» - Norconsult, mars 2015.
4. «Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann», Statens Vegvesen 2013
5. «Standard for drift og vedlikehold av riksveger», Statens Vegvesen 2012
6. «Håndbok N500 – Vegtunneler» - Statens vegvesen, 2021.
7. «Håndbok N200 – Vegbygging» - Statens vegvesen, 2021.

## 3. Målsetning og forutsetninger

Følgende målsettinger og forutsetninger er lagt til grunn for arbeidet:

1. Gjeldende håndbøker og øvrig regelverk vil gjelde om ikke annet er spesifisert.
2. Det skal velges enkle, kostnadseffektive og robuste løsninger.
3. Standardiserte løsninger skal benyttes i størst mulig grad (mest mulig like komponenter, lagervarer, etc.). Dette gir et anlegg som er lettere å holde ved like, og er lett verifiserbart.
4. Løsning for håndtering av vann i tunnelen skal optimaliseres med tanke på begrensninger som en ønsket samlokalisering av tekniske bygg og pumpestasjoner vil innebære.
5. Alle anlegg som påvirker anleggets sikkerhet og oppetid skal ha reell redundans.

#### 4. Nøkkeltall tunnel

Det er valgt rødt alternativ for strekningen, og denne er vist i Figur 1. Nøkkeldata for tunnel er presentert i Tabell 1.

**Tabell 1 Nøkkelinformasjon for rødt linje.**

<b>Rødt alternativ</b>
1 løp, 2 felt
Tunnellengde: 6425 m
Kote ved tunnelinngang: + 257,3 m.o.h.
Kote ved tunnelutgang: + 63,9 m.o.h.
Høydeforskjell: 193,4 m
Gjennomsnittlig lengdefall: 3 %



**Figur 1 Rødt linje vist i terrenget på strekningen Ørskogfjellet – Vik.**

## 5. Brannvann

Brannvannstilførsel i tunnel vil øke tilgangen på vann ved et brannforløp, og vil potensielt kunne minke konsekvensen ved brann. En bilbrann kan oppstå på grunn av:

- Teknisk feil på kjøretøy, særlig i det elektriske anlegget
- Følgekonsjens av ulykkeshendelse
- Varmgang i bremsar

Varianter av bilbrann vil være

- Brann i elbil
- Brann i lett kjøretøy
- Brann i tungt kjøretøy/buss
- Brann i godstransport med farlig last

Størrelsen på brannen vil variere. I utredningen «Risikoanalyse av brann i tunnel» (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2014) er fordeling av størrelse av brann for henholdsvis lette og tunge kjøretøy undersøkt. Resultater viser at ca. 90% av alle bilbranner er under 5 MW. Vannbehov og tid for slukking a slike branner vil være begrenset, og kreve mindre enn standard krav/praksis med 50 l/s og 1 times varighet.

Transportøkonomisk institutt sin undersøkelse undersøkelsen ved navn «Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015» (Nævestad, Ranestad, Elvebakk, & Meyer, 2016) gir 0,02 branner per år per kilometer tunnel samt 0,01 tilløp per år per kilometer tunnel for alle undersøkte tunneler i Norge i perioden 2008-2015.

### 5.1 Krav og nøkkeltall

Ønsket størrelse på uttak skal i videre faser avklares med det lokale brann- og redningstjeneste, som for dette prosjektet vil være Vestnes Brannvesen. Spissuttak kan settes til 50 l/s med varighet 1 time. Dette tilsvarer en vannmengde på 180 m<sup>3</sup>. Det skal være trykk i tilførselslanger, og det er vanlig praksis å planlegge for minimum 2 bar ved vannuttaket.

## 6. Vaskevann

Nødvendig volum for vaskevann bestemmes basert på lengde av tunnel, forbruk av vann per meter tunnel og hyppigheten av vask. Det er beregnet at årsdøgnstrafikken i tunnelen vil være 6200 i 2050. Ifølge SVV Håndbok R610 (Statens Vegvesen, 2012) skal det utføres en helvask, en halvvaske og to tekniske vasker per år for tunneler med denne ÅDT. I en helvask skal alt innenfor tunneltversnittet vaskes, imens for en halvvaske vaskes ikke taket. Teknisk vask består av rengjøring av sideplasserte overhengende skilt, bommer inkludert belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner og annet teknisk utstyr samt dører. Kjørebane og veiskulder skal også rengjøres.

Ut fra informasjon fra Jøran Fjærvoll i Statens vegvesen, kan en anta 1- 2 halvvaske og kanskje 3 halvvaske for strekningen i året. Vannmengder som benyttes ved vask av tunnel er omtalt i Statens Vegvesen rapport nr 99 (Torp & Meland, 2013). For en tunnel med to løp og to kjørefelt per løp, oppgis det her et vannforbruk på 100 l/m for helvask og 60 l/m for halvvaske ved bruk av lavtrykkssdyser. Det kan derfor antas at for et løp med to felt benyttes 50 l/m og 30 l/m for henholdsvis hel- og halvvaske. I senere tid har det derimot kommet et søkelys på å redusere bruken av såpe på grunn av ytre miljø, og større mengder vann benyttes derfor ved spyling av tunnelene. Nyere tall som legges til grunn på ny E6 Trondheim-Værnes tar utgangspunkt i 90 liter/meter per tunnelløp med to kjørefelt. Ved halvvaske antas

et vannforbruk 70 % av helvask og for teknisk vask mindre enn 40 % av helvask. Disse tallene er benyttet i dette notatet for tunnelen Ørskogfjellet-Vik.

Ved å legge til grunn at maksimalt 90 l/m benyttes ved tunnelvask vil det være behov for et volum på minimum 578 m<sup>3</sup> for basseng som skal dekke brannvann og vaskevanns mengder. Forbruket må bekreftes i byggeplan, og en konsekvens av endringer kan være forandringer i tankstørrelser.

## 7. Høydebasseng

Det er ikke registrert kommunale vannledninger ved tunnelinngang på Ørskogfjellet. Høydebassenget må ha stort nok volum til å romme både behov for brannvann og eventuelt vaskevann, hvis dette skal samles i et basseng. I tunnelen, er det anslått i kapittel 0 at tilstrekkelig brannvannsvolum er 180 m<sup>3</sup>, men dette må avklares videre med Vestnes Brannvesen. Ved de forutsetninger lagt til grunn i kapittel 6 er det behov for et volum for vaskevann på 578 m<sup>3</sup>. Nødvendig volum for vaskvann og brannvann samlet i et basseng vil derfor være 758 m<sup>3</sup>. Det anses som mest fordelaktig å samle vaskevann inne i tunnelen. Oppfylling av vaskevann til bil trenger ikke trykk tilsvarende for brannvann. Høydebasseng og vaskevann inne i tunnelen kan være fordelaktig, men konstruksjonen vil kreve stor plass, og ikke være helt enkel å plassere. Det må også ved videre planlegging sees på mulighet for å plassere flere mindre basseng for vaskevann i tunnelen.

### 7.1 Vanntilførsel til høydebasseng

Som nevnt, er det ikke registrert noen vannledninger ved Ørskogfjellet. For å forsyne høydebassenget er et alternativ å benytte innlekkingsvann fra tunnelen. Et samlebaseng med pumpestasjon for innlekkingsvann etableres da i tunnelen. Minimum avstand fra tunnelåpningen kan estimeres ved bruk av erfaringstall for innlekking i tunneler i Norge, slik at det sikres at nok innlekkingsvann kan samles for pumping til høydebasseng. I praksis skal plassering av pumpestasjoner også sees i sammenheng med plassering av tekniske rom og havarilommer i tunnelen. Det er ønskelig med kortest mulig avstand mellom pumpestasjon og teknisk rom. Avstand mellom tekniske rom blir om lag 1250 m, med noen tilpasninger som gjør avstanden større eller mindre.

Det er anslått at man vil ha en innlekking på 40 liter/km/minutt [fra (Holen & Johansen, 2015)], som tilsvarer 57.6 m<sup>3</sup>/døgn/km. Tunnelen har en lengde på ca 6,4 km, som gir en innlekking på ca 370 m<sup>3</sup>/døgn. Det vil derfor være nok til å kunne levere vann til høydebassenget og fylle det opp igjen kort tid etter vask eller en brannhendelse i tunnelen. Ved plassering av pumpestasjon ved første tekniske rom etter tunnelinnløpet ved ca 1 km vil man få god tilgang på vann, og etter en helvask vil tanken kunne fylles opp igjen etter ca 13 dager.

I Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) § 45 er det skrevet: «*Grunnvannsuttak over 100 kubikkmeter per døgn skal meldes til vassdragsmyndigheten, som skal vurdere om uttaket krever konsesjon etter første ledd. Det samme gjelder hvor flere grunnvannsuttak som naturlig må sees under ett, overstiger 100 kubikkmeter per døgn*». Dette gjelder også for innlekking av grunnvann i tunneler, selv om vannet ikke nødvendigvis brukes til noe spesielt formål.

### 7.2 Prinsipp for slokkevann i tunnel.

I prinsipp finnes minst tre løsninger vedrørende plassering av høydebasseng. Høydebassengene må levere minst 50 l/s og med et minimumstrykk på 2 bar alle steder i tunnelen. Tegning H106 har skissert opp 3 løsninger. Det kommer frem av kapittel 7 at bassengvolumet for vaskevann og brannvann skal være minimum 758 m<sup>3</sup>. For dekking av brannvann ved portalen må det etableres egne høydebasseng, med et volum på minimum 180 m<sup>3</sup>, som kan dekke 50 l/s i 1 time. Høydebasseng kan

oppfylles med tankbil, eventuelt kan pumpes infiltrasjonsvann inn til tank Alternativ 1 og 2 benytter infiltrasjonsvann fra tunnelen eller eventuelt vann fra tank til å fylle bassenget, mens for alternativ 3 er det mulig å fylle vann fra elv/bekken i terrenget. Dette uttaket må godkjennes hos NVE/Statsforvaltern.

#### *7.2.1 Alternativ 1. Høydebasseng i portal*

Infiltrasjonsvann pumpes opp i høydebasseng eller fylles med tankbil. Det må installeres en brannpumpe ved høydebassenget for å få tilstrekkelig trykk i hele tunnelen. Det kreves 2 reduksjonsventiler. Trykket i nederste del av tunnelen vil være høyt. (95mvs ved utløp), gjelder de siste 500 meter. Ved videre detaljering må dette avklares. Tegning H104 viser foreslått plassering av høydebasseng. Foreslått basseng er satt med mål L= 25m, bredde 11m, og høyde 2.5meter. bassenget er plassert ved parkeringslomme på ca pel 2390, med en avstand til tunnelportalen på ca 250 meter- Plasseringen av bassenget er ved parkeringslommen, slik at det er plass nok til å drive vedlikehold etc. uten å stenge vegen,

#### *7.2.2 Alternativ 2 Høydebasseng i tunnelen.*

Høydebasseng plasseres i tunnelen, foreslått plassering er på kote 223. Infiltrasjonsvann pumpes opp i høydebasseng, eventuelt fylles med tankbil. Det må installeres en brannpumpe ved høydebassenget slik at hele tunnelen kan forsynes. Det kreves 1 reduksjonsventil.

#### *7.2.3 Alternativ 3. høydebasseng utenfor tunnel*

Infiltrasjonsvann pumpes opp i høydebasseng. Ved plassering utenfor tunnel, kan en standard prefabrikkert løsning kunne benyttes. Derfor legges det opp til et gravitasjonssystem med et høydebasseng plassert på sør-siden av tunnelen i Skorgedalen, på ca pel 2080. Høydebassenget skal plasseres slik at det skal være mulig å nå for drift og vedlikehold, samt på en høyde som sikrer minst 2 bar dynamisk trykk i alle vannuttak i tunnel. Det er utfordrende å lage en veg opp til høydebassenget, men det skal etableres avskjærende overvannsgrøfter i samme området. Vann fylles i bassenget fra den bekken rett sør for bassenget.

For å finne riktig plassering kan vi ta utgangspunkt i 0.45 bar (4.5meter) trykktap i ledningen mellom basseng og tunnel. Dersom minste tillatt dynamisk trykk i tunnel skal være 2 bar, betyr dette at bassenget må plasseres på kote 282.5 m.o.h.

Det er ikke ønskelig å måtte planlegge nye avkjørsler fra motorveien for å kunne nå høydebassenget. Ny driftsveg opp til bassenget er ca 170 meter. Avstand til tunnelinngangen langs en mulig vannledningstrase er ca. 570meter. Med 50 l/s som brannvannskrav, medfører dette et trykktap i ledningen på 0,43bar med en PE280mm SDR11 ledning, som er innenfor vår grense på 0.45bar.

Hør data				
Diameter [mm]	<input type="text" value="229"/>	Vannhastighet [m/s]	<input type="text" value="1,21"/>	<input type="button" value="Beregn kapasitet"/>
Lengde [m]	<input type="text" value="600"/>	Skjærspenning [N/m <sup>2</sup> ]	<input type="text" value="4,05"/>	<input type="button" value="Beregn dimensjon"/>
Absolutt ruhet [mm]	<input type="text" value="0,30"/>	Reynolds tall *10e+05	<input type="text" value="2,006"/>	<input type="button" value="Beregn friksjonstap"/>
Vannføring [l/s]	<input type="text" value="50,00"/>	Friksjonstap [m]	<input type="text" value="4,331"/>	<input type="button" value="Beregn ruhet"/>
Verdier merket med * må oppgis		Friksjonstap [prom]	<input type="text" value="7,219"/>	

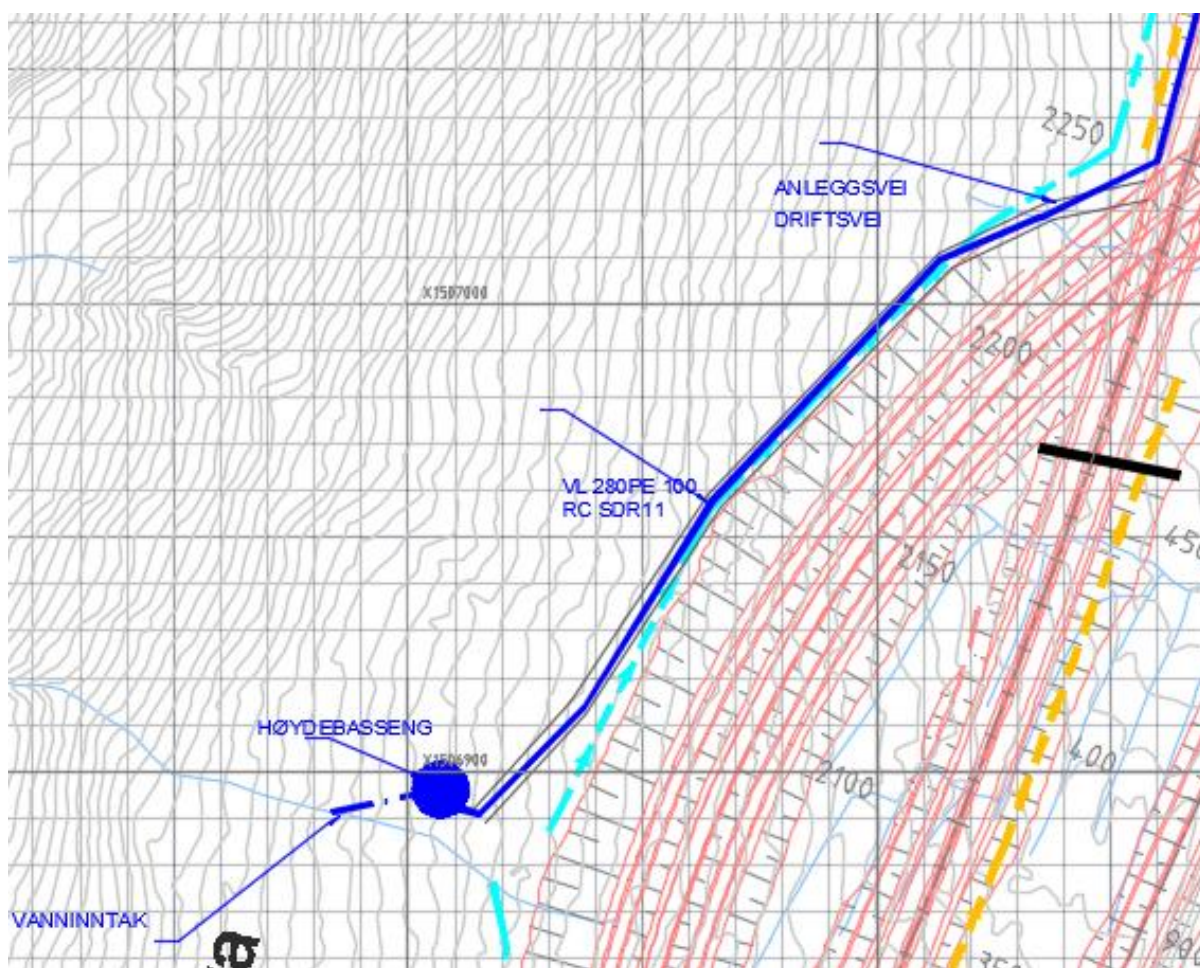
  

Simuleringsdata	
Vanntemperatur [C]	<input type="text" value="8"/>
Viskositet [m <sup>2</sup> /s]	<input type="text" value="1,39 E-06"/>

**Figur 2 Beregning av friksjonstap i rørtrase.**

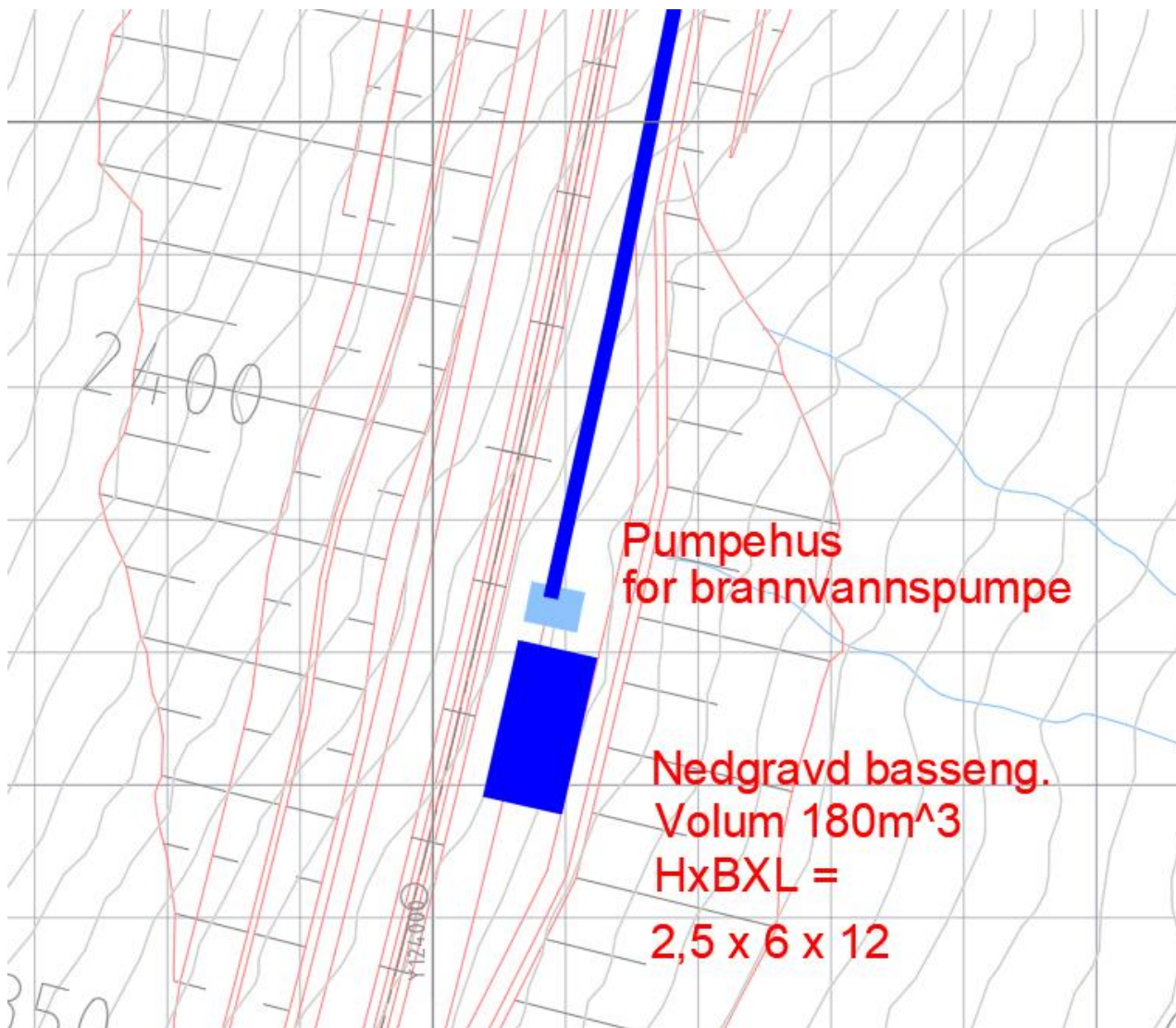
Dette forslaget gjør det mulig å bygge høydebasseng i nærheten av en planlagt veg, og som gjør det mulig å nås for vedlikehold. Vannledningstrase er relativt lang, men kan bygges samtidig med vegen for å dele og redusere kostnadene. Fordelen med dette er alternativet er at høydebassenget kan levere vann med tilfredsstillende trykk ved en brannhendelse uten tilgang på elektrisitet.



**Figur 3 Alternativ for plassering av høydebasseng med selvfal.**



Et annet forslag er å plassere et høydebasseng nærmest mulig innløpet av tunnelen. Ved pel 2390, som vist i **Figur 4**, er det en parkeringslomme. Det er mulighet for å plassere høydebassenget nærmere portalen, men dette vil medføre store kostnader. Med denne løsningen vil man slippe å bygge en lang ledningstrase, men man må ha en pumpe for å gi nok trykk på vannledningene for brannvann.



**Figur 4** Alternativ med plassering av høydebasseng ved tunnelinnløpet. Med denne løsningen må man ha pumpe for å få høyt nok trykk i alle brannvannsuttak.

### **7.3 Fordeler / ulemper med de forskjellige alternativer.**

#### *7.3.1 Alternativ 1. Høydebasseng på utsiden av portal*

Fordeler.

+ Bassenget / pumpestasjon utenfor portal. Kan inspiseres uten videre tiltak.

Ulemper.

- Det må opparbeide ledningstrase fra portal til parkeringslomme ca 250 meter
- Det trengs Brannpumpe, Avhengig av strøm (Nødstrømsaggregat)
- Det trengs minst 2 reduksjonsventiler.

#### *7.3.2 Alternativ 2. Høydebasseng i tunnelen*

Fordel.

+ Ingen store ekstra kostnader (Det skal sprenges ut for tunnel)

+ Plassering kan medføre at det holder med en reduksjonsventil

Ulempe

- Det trengs Brannpumpe, Avhengig av strøm (Nødstrømsaggregat)
- Større pumper, pga høyere løftehøyde 75mvs mot 20mvs for alternativ 1
- Plassering av høydebasseng vanskeligere
- inspeksjon av basseng litt vanskeligere.

#### *7.3.3 Alternativ 3 Høydebasseng på utsiden av tunnel.*

Fordel

+ kan velge flere typer basseng (prefabrikkerte for eksempel. Brimer)

+ ikke avhengig av strøm. Mest driftssikre alternativ

+ .kan benytte oppsamlet overvann fra bekk.

Ulempe

- Kostnadmessig mye dyrere. Overføringsledning, og vei opp til høydebassengene
- Avkjøring til driftsveg.
- Vedlikehold / inspeksjon gjennom et helt år.
- Det trengs minst 2 reduksjonsventiler.
- Det må opparbeides anleggsvei / driftsveg

### **7.4 Brannuttak og vannledning i tunnel**

Det er krav i håndbok N500 at det skal finnes brannhydranter i nærheten av portalene og innvendig tunnelen. Mellomrommet skal ikke overstige 250 m. Disse uttakspunkteene kan benyttes både for brannvann og vaskevann.

Det er et lengdefall i tunnel på ca 3%. Vannledning skal dermed dimensjoneres med friksjonstap mindre enn 3%. Ø225mm PE SDR11 rørledning anses å være tilstrekkelig i tunnel med friksjonstap på 2%. Dette sikrer at tilgjengelig dynamisk trykk vil være over 2 bar i tunnel.

## 8. Tunnelavvanning

Håndbok N500 Vegtunneler (2020) fra SVV beskriver i kap. 8.3.3 følgende om tunnelvaskevann: «Generelt skal tunnelen spyles/vaskes så ofte at det ikke kreves spesielle tiltak for å samle opp vannet utenfor tunnelen. Forurensningsloven er gjeldende for driftsvann, dreinsvann og vaskevann dersom utslippene er, eller kan være til skade for miljøet. Til slike utslipp skal det søkes tillatelse. Hvis utslippstillatelse stiller krav om rens tiltak, skal rens tiltaket dimensjoneres for å håndtere en helvask for tunnelen / tunnellopene. Rensløsningen skal minimum utformes for sedimentering av partikler, nedbrytning av såpe og utskilling av olje. Oljeavskiller skal bygges separat eller som del av rensløsningen. Rensløsningen bør etableres inne i tunnelen. Sedimentasjonsbasseng som er etablert utenfor tunnelen bør være lukket. Rensløsningen skal dimensjoneres for å ta imot kjemikalieutslipp fra ulykker, for eksempel tankbilvelt. Totalt volum skal inkludere volumet til en tunnelvask.»

Det skal søkes om utslippstillatelse til Statsforvalteren om utslipp av tunnelvaskevann. Endelig krav til kvalitet på utslippsvann vil bli fastslått i utslippstillatelsen. Det medfører at detaljering av rensløsning kun kan utføres når kravene er fastsatt. I dette kapittel legges det til grunn antatte renskrav med utgangspunkt i tidligere utførte prosjekter.

### 8.1 Innhold av forurensninger

Artikkel 01 2018 i Vann (Meland & Rødland, 2018) er innholdet i tunnelvaskevann fra 34 tunneler i Norge med ulik lengde, ÅDT og frekvens for tunnelvask studert. Sammenlignet med forurenset overvann fra høytrafikkerte veier så er konsentrasjonene av forurensningsstoffer i tunnelvaskevann betydelig høyere. Generelt er vaskevann fra vegtunneler sterkt forurenset av trafikkskapt forurensning i form av metaller, PAH-forbindelser, mikroplast og ulike typer av partikler som følge av slitasje på kjøretøy og asfalt samt utslipp fra kjøretøy. Vaskevannet er også forurenset av såpe som skal bedre vaskeeffekten. Bruk av såpeprodukter er styrt av substitusjonsplikten der det skal brukes såpestoffer som er fullstendig nedbrytbare og med lav giftighet.

Mye av den totale forurensningen i vaskevann er knyttet til partikler, men det finnes også komponenter som i stor grad er i løst form. Metaller som kan være problematiske i forhold til utslipp er kobber, sink, kadmium, bly og nikkel. Av disse synes bly, nikkel og kadmium å bli effektivt fjernet i rensløsninger som gir sedimentasjon og innlagring av vaskevannet. For kobber og sink kan en større andel foreligge som løst i vannfasen, og i mindre grad bli fjernet gjennom sedimentasjon.

Noen helsefokuserende PAH-forbindelser som benzo(a)pyren med flere foreligger i uønsket høye konsentrasjoner i urensset vaskevann. Disse kan delvis fjernes i en rensløsning for sedimentasjon og innlagring av vaskevann.

Når det brukes såpe ved vasken økes innholdet av organisk stoff i vaskevannet. En betydelig del av såpekomponentene felles ut med partiklene slik at mengden organisk materiale i vannet kan reduseres raskt ved sedimentasjon. Biologisk nedbrytning av såpekomponentene bruker oksygen i vaskevann. Etter lang tids (flere uker) sedimentasjon og innlagring vil rensset vann være oksygenfritt. Ved tunnelvask utført uten bruk av såpe varierte totalt organisk karbon i urensset vaskevann mellom 10 og 40 mg TOC. Vask uten såpe vil forbedre utslippskvaliteten for rensset vaskevann, og redusere risiko for eventuelle biologiske effekter. Nedbrytning og fjerning av såpestoffene vurderes som ekstra viktig da disse kan gi gifteffekter på vannlevende organismer ved lave konsentrasjoner.

Av disse grunner, bør rensing av tunnelvaskevann før utslipp til resipient vurderes som obligatorisk ved planlegging og bygging av nye tunneler.

## 8.2 Oppsamlingssystem

Ved behov for rensing av tunnelvaskevann og øvrig vann fra vannoverflaten skal det etableres adskilte systemer for tunnelavvanning. Det ene skal være for forurenset tunnelvaskevann og vann fra vegoverflaten, som skal ledes til et rensesystem. Drens-og innlekkasjevannet består hovedsakelig av grunnvann og kan regnes som rent, så lenge det etter krav 8.27 i N500 ikke er bergater i området som kan lede til sur eller giftig avrenning, og det kan derfor slippes ut uten rensiltak.

### 8.2.1 Oppsamlingssystem for forurenset vaskevann og tunneloverflaten

I hvert tunnellop skal det være et system for drens-og innlekkingsvann med langsgående hoveddrensledning i hele tunnelens lengde. Drenssystemet skal dimensjoneres med tilstrekkelig frostsikring og for forventet innlekkasje i tunnelen. Kapittel 8.3.1 i N500 gir følgende krav:

- Ledninger for oppsamling skal ha innvendig diameter på minimum 150 mm.
- På ledning for oppsamlingssystem skal det monteres sandfang med største avstand 80 m. Sandfangene plasseres fortrinnsvis midt mellom inspeksjonskummene på drensledningen. Av driftshensyn bør sandfang anlegges i eller ved havarinisjene.
- Sandfangene skal ha tett bunn. Høyden fra bunn til underkant utløpsrør er gitt i håndbok N200
- Sandfangene skal utstyres med dykker, utført i brannsikert materiale. Dette fordi at eventuell lekkasje av antente brannfarlige væsker ikke spres til andre deler av tunnelrommet.
- Nødvendig kapasitet og utforming for sluk og oppsamlingssystem skal avklares i plan- og prosjekteringsfasen. Utformingen og kapasitet skal også ta hensyn til dimensjonerende utslipp av brannfarlige og giftige væsker basert på den risikoanalyse som skal utføres knyttet til transport av farlig gods, jf. kap. 4.1.2 (i N500).

For å sikre best mulig oppsamling av vaskevann fra ytre del av tunnelportalene, skal det etableres sluk i sidegrøft på utsiden av portal. Det etableres et separat oppsamlingssystem for overvann i veibanen, som inkluderer vaskevann, snø/regn som kjøretøy drar med seg, små mengder overvann fra tunnelpåkugg, samt eventuelt oljesøl/tankbilvelt og slokkevann. Ved tunnelpåkuggene med fall inn mot tunnelen bør det opprettes sluk slik at minst mulig av vannet renner inn i tunnelen. Vannet dreneres fra vegbanen ved hjelp av kjeftsluk som innpasses i kantsteinen. Drensledning, inspeksjonskummer og sandfang etableres etter kravene i kapittel 8.3.1 i N500, som er gjengitt ovenfor. Drensledningen for overvannet føres til renseløsningssystemet.

## 8.3 Renseløsninger

Det endelige renskravet fastsettes av Statsforvalteren, men forslagene i denne rapporten legger til grunn at det vil være krav om sedimentering av partikler, nedbrytning av såpe og utskilling av olje. For tunneller med strenge utslippskrav kan det være aktuelt med et rensetrinn 2, men ved tillatelse til utslipp i fjord vil dette trolig ikke være nødvendig og det drøftes dermed ikke videre i denne rapporten.

Løsninger som er bygd i de siste årene er lukkede sedimenteringsbasseng hvor vannet står i ro og sedimenterer og nedbrytes i en periode på 4-8 uker. Oppholdstiden må settes ut ifra kvalitet på vannet som skal behandles, utforming av sedimenteringsløsning og krav til utslipp. Etter sedimentering tømmes bassenget for rensert vann (ca. 80 % av volumet) ved at dette slippes ut via en ventil eller pumpes ut. I tunnel 1 kan det være aktuelt med en ventilløsning, imens i tunnel 2 må det pumpes. Det er viktig at slamfasen, som utgjør ca. 20 %, av volumet ikke resuspendes under tømningen. Akkumulert slam må hentes ved hjelp av sugebil, og dimensjonen på sedimenteringstrinnet vil være avhengig av hvor hyppig dette planlegges. Slammet må leveres ved godkjent mottak. Det er ikke vanlig at slamfasen

tømmes etter hver vask. Selve sedimenteringstrinnet kan utføres på forskjellige måter: Enten som et plasstøpt betongbasseng eller som et prefabrikkert rørbasseng i betong, glassfiber eller PE. Foran sedimenteringsbassenget skal det være et stein-/slamfang som en forbehandlingsenhet. En oljeutskiller plasseres enten mellom forbehandlingen og sedimentasjonstrinnet, eller etter sedimenteringen slik at vannet går gjennom oljeutskilleren når systemet tømmes. Anlegget skal utformes for enkel og effektiv drift ved at driftspunkter er lett tilgjengelig. I tilfelle ekstreme situasjoner som fører til oppstuvning i oppsamlingssystem for overvann, kan det etableres et overløp til drencsystemet for innlekkasjevann.

### 8.3.1 Utvikling av renseløsninger

SVV har pågående forsknings- og utviklingsprosjekt med renseløsninger både for å fjerne oppløste forurensningsstoffer samt rensemetoder for å fjerne mikroplast. I videre faser bør dette undersøkes videre.

## 8.4 Dimensjonerende vaskevannsmengder

Krav 8.26 i kapittel 8.3.3 i håndbok N500 (Statens vegvesen, 2021) gir følgende: «*Renseløsningen skal dimensjoneres for å ta imot kjemikalieutslipp fra ulykker, for eksempel tankbilvelt.*

*Totalt volum skal inkludere volumet til en tunnelvask».* Renseløsningen skal derfor ha stort nok volum til å romme avrenning fra vaskevann, avrenning fra brannvann, slam, tankbilvelt og snø/regn på kjøretøy. Ved en helvask legges det til grunn at det brukes 90 liter vann per meter for en tunnel med to kjørefelt. Etter tall brukt for E6 Ranheim – Værnes settes avrenningskoeffisienten til 85 % for vaskevannet. Avrenning av brannvann, tankbilvelt og snø/regn på kjøretøy beregnes uten avrenningskoeffisient. Nødvendig volum for sedimenteringstankene er beregnet i Tabell 2.

Sedimenteringstanken må i tillegg ha et buffervolum som kan romme vannet som bilene drar med seg inn i tunnelen og et reservevolum for å kunne håndtere et eventuelt tankbilvelt når tanken er full av vaskevann. Buffervolum for vann som bilene drar med seg inn i tunnelen settes til ca. 20 m<sup>3</sup> og reservevolum for tankbilvelt settes til 40 m<sup>3</sup>.

**Tabell 2 Beregninger for nødvendig volum for sedimentasjonstankene for rødlinje..**

Tunnel	Lengde [m]	Vannforbruk [l/m]	Avrenning vaskevann [m <sup>3</sup> ]	Brannvann [m <sup>3</sup> ]	Volum slam [m <sup>3</sup> ] (*)	Volum tankbilvelt [m <sup>3</sup> ]	Vann fra snø/regn biler [m <sup>3</sup> ]	Totalt volum [m <sup>3</sup> ]
Rød linje	6425	90	492	180	0	40	20	732

\* Volum slam er satt til 0. Dette fordrer at slam alltid er tømt før en helvask/halvvask, det vil si 2 ganger pr år. Slamvolum vil utgjøre inntil 20 % av tankens volum. Hvis det er ønskelig at slam skal tømmes sjeldnere må slamvolum inkluderes i tankvolum.

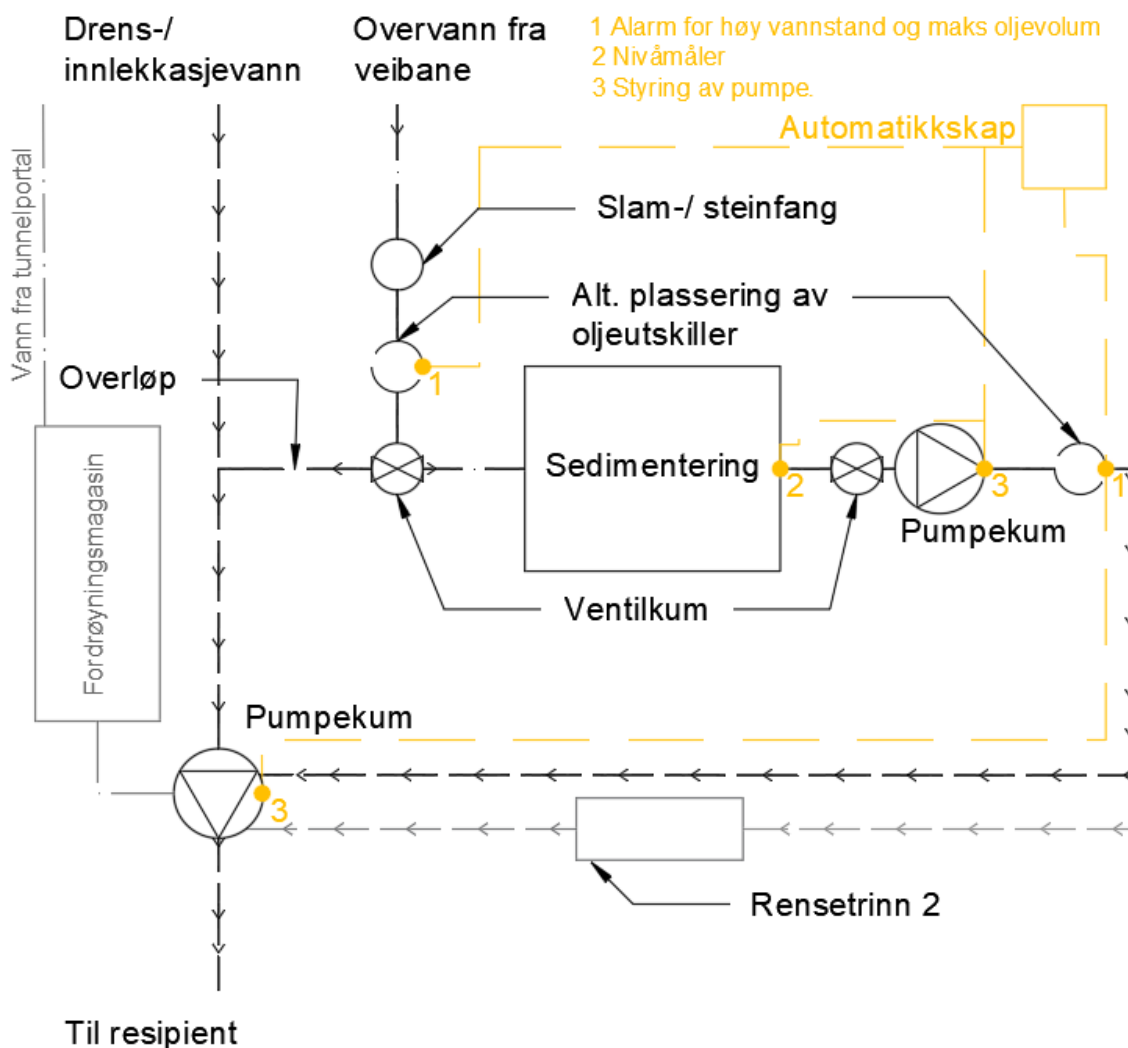
## 8.5 Prinsipp for utforming av anlegget

Overvannet fra veibane samles opp som beskrevet i 8.2 Oppsamlingssystem, og føres til renseløsningen. Et overordnet flytskjema av løsningen er vist i Figur 5. I renseløsningen inngår følgende hovedenheter:

- Forbehandling
  - Et slam-/steinfang settes i forbehandlingen for å redusere belastningen på oljeutskiller og sedimenteringsanlegg. Denne må etterses eller tømmes med jevne mellomrom.
  - *Oljeutskiller*. En oljeutskiller kan plasseres i forbehandlingen eller etter sedimenteringstrinnet. Oljeutskilleren skal redusere mengden olje i overvannet. Det settes inn en alarm for høy vannstand eller dersom maks tykkelse på oljelag er nådd. Denne må etterses og tømmes med jevne mellomrom.
- Ventilkum med overløp
  - Etter forbehandlingen plasseres en ventilkum som skal kunne lede vannet i overløp. Ved flere tanker i sedimenteringstrinnet kan det i ventilkummen også være mulighet for å stenge av for noen av tankene ved behov.

Ved overløp vil vannet gå inn på ledningen for drens-/innlekkasjevann.

- Sedimenteringstrinn
  - Hovedrensetrinnet for tunnelvaskevannet er et sedimenteringstrinn. Sedimenteringstrinnet kan bygges i form av en eller flere plaststøpte basseng, eller ved å benytte flere betongrør med diameter 2400 mm. Uansett valg må lengde, samt bredde, dybde eller antall rør bestemmes etter nødvendig volum og utforming av fjellhall. Bassengene/tankene kan plasseres enten i serie eller parallell. Det er viktig at sedimenteringsbassengene har god tilkomst, slik at drift og slamtømming kan gjøres enkelt. Bassengene bygges med fall på 1 % mot innløpsenden for å lette tømming av slam. I sedimenteringstankene er det nedbryting av såpe, som forbruker oksygen, og tankene må derfor ha lufting. I noen anlegg er det brukt utsug. Det plasseres en nivåmåler i sedimenteringsenhetene.
- Tømming av rensset vann
  - Tømmingen av rensset vann gjøres via en ventil eller pumpestasjon. I sedimentasjonsbassenget kan det monteres et flytende utløp, som gjør at man kan tømme bassenget fra overflaten hvor det dannes en klarfase. I tillegg vil denne tømningsmåten være med å hindre resuspensjon av slam. Avhengig av renskrav, vil denne måten å tømme på muligens gjøre det mulig å starte tømmingen tidligere enn de fire ukene som er anbefalt. Dette må i så fall overvåkes nøye slik at renskravene er innfridd og vannkvaliteten er akseptabel.
  - *Oljeutskiller*. Alternativ plassering av oljeutskiller kan være i forbindelse med tømming av hovedrensetrinnet.
- *Rensetrinn 2*
  - Dersom strenge krav om utslipp til resipient blir gitt av statsforvalteren kan et rensetrinnt nummer to være nødvendig etter hovedrensetrinnet. Ved utforming av det sekundære rensetrinnet bør det settes opp slik at oppløst stoff fjernes.



**Figur 5** Flytskjema for renseløsning av tunnelvaskevann og eventuelt pumping av drens-/innlekkasjevann. Dersom det ikke er nødvendig med pumping av innlekkasjevann er den siste pumpekummen før resipient ikke nødvendig.

## 9. RESIPIENT FOR VANN FRA TUNNEL

Det anses som beste løsning å føre det rensede tunnelvannet til fjorden, siden dette regnes som en robust resipient. Statsforvalteren vil være viktig i å bestemme utslippspunkt.

## 10. Referanser

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2014). *Risikoanalyse av brann i tunnel - delrapport til Nasjonalt risikobilde 2014*. Hentet fra <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/risikoanalyse-av-brann-i-tunnel/>
- Holen, Å., & Johansen, J. M. (2015, 12 22). *E39 Romsdalsfjorden VegRAMS-analyser*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/globalassets/vegprosjekter/utbygging/e39alesundmolde/vedlegg/vegams-analysen-for-kostnader-oppetid-og-spesielle-forhold.pdf>
- Meland, S., & Rødland, E. S. (2018). *Forurensning i tunnelvaskevann – en studie av 34 veitunneler i Norge*. Hentet fra Norsk institutt for vannforskning: <http://hdl.handle.net/11250/2597273>
- Nævestad, T.-O., Ranestad, K., Elvebakk, B., & Meyer, S. F. (2016, 12). *Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015*. Hentet fra Transportøkonomisk institutt: <https://www.toi.no/publikasjoner/kjoretoybrannerivegtunneler2017-article34092-8.html>
- Snilsberg, B., & Gryteselv, G. D. (2016, 06 30). *Renholdsforsøk i tunnel og gate i Trondheim våren 2015*. Hentet fra Statens vegvesens rapporter nr 619: <https://hdl.handle.net/11250/2673147>
- Statens Vegvesen. (2012). *Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Håndbok R610*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/siteassets/content/vedlegg/handboker/hb-r610.pdf>
- Statens vegvesen. (2021, Juni). *N500:2021*. Hentet fra N500 Vegtunneler: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859929/nb>
- Torp, M., & Meland, S. (2013, 11). *Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann. SVV rapport nr 99*. Hentet fra Statens vegvesens rapporter: <http://hdl.handle.net/11250/2508287>