

E39 ØRSKOGFJELLET-VIK HÅNDTERING 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 3
Dato 23.12.2021
Utført av NI BO og JMT
Kontrollert av JSI og JMT
Godkjent av JMT
Beskrivelse Vurdering av løsninger for overflatevann og brannvann i tunnel

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	3
2.	GRUNNLAGSMATERIALE	3
3.	MÅLSETTING OG FORUTSETNINGER	3
4.	NØKKELDATA TUNNEL	4
5.	BRANNVANN	5
5.1	Krav og nøkkeltall	5
6.	VASKEVANN	5
7.	Høydebasseng	6
7.1	Vanntilførsel til høydebasseng	6
7.2	Prinsipp for slokkevann i tunnel.	7
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
7.2.4	Plassering for rød trase	7
7.2.5	Plassering for oransje trase	9
7.3	Fordeler / ulemper med de forskjellige alternativer.	11
7.3.1	Alternativ 1.Høydebasseng på utsiden av portal	11
7.3.2	Alternativ 2. Høydebasseng i tunnelen	11
7.3.3	Alternativ 3 Høydebasseng på utsiden av tunnel.	12
7.3.4	Alternativene med å ta vann fra utsiden av tunnel.	12
7.4	Brannuttak og vannledning i tunnel	12
8.	TUNNELAVVANNING	13
8.1	Innhold av forurensninger	13
8.2	Oppsamlingssystem	14
8.2.1	Drenssystemet	14
8.2.2	Overflate- og vaskevannsystemet	14
8.3	Renseløsninger	14
8.3.1	Rensetrinn 1	14
8.3.2	Rensetrinn 2	15
8.3.3	Utvikling av renseløsninger	15
8.4	Dimensjonerende vaskevannsmengder	15
8.5	Utforming av anlegget	16
8.5.1	Forbehandling	16
8.5.2	Ventilkum Omløp	17
8.5.3	Sedimenteringstanker	17
8.5.4	Tømming av rensed vann	17
8.5.5	Filteranlegg	17
8.5.6	Automatisering. Overvåkning	17
9.	Referanser	18

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 befolkningscentra i regionen, herunder spesielt byene Molde og Ålesund.

Dette forprosjektet beskriver prinsippløsninger for vann i tunnel, som innebefatter 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. MÅLSETTING 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. NØKKELDATA TUNNEL

Det er foreløpig to alternative vegløsninger, rød og oransje, for strekningen. De to alternativene er vist i Figur 1. Nøkkeldata for tunnel for de to alternativene er presentert i Tabell 1.

Tabell 1 Nøkkelinformasjon for de to tunnel alternativene rød og oransje.

Rødt alternativ	Oransje alternativ
1 løp, 2 felt	1 løp, 2 felt
Tunnellengde: 6460 m	Tunnellengde: 5800 m
Kote ved tunnelinngang: + 257 m.o.h.	Kote ved tunnelinngang: + 239 m.o.h.
Kote ved tunnelutgang: + 63 m.o.h.	Kote ved tunnelutgang: + 63 m.o.h.
Høydeforskjell: 196 m	Høydeforskjell: 176 m
Gjennomsnittlig lengdefall: 3%	Gjennomsnittlig lengdefall: 3%



Figur 1 De to alternative traseene på strekningen Ørskogfjellet - Vik. Den røde linjen er illustrert til venstre og den oransje til høyre.

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.

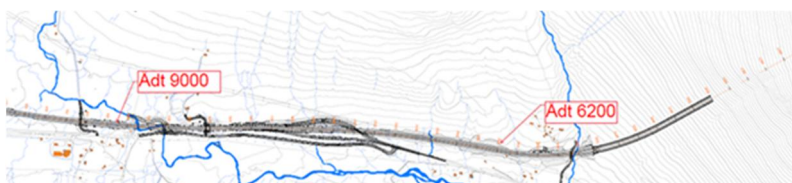
5.1 Krav og nøkkeltall

Ønsket størrelse på uttak skal i videre faser avklares med det lokale brann- og redningstjeneste, som for dette prosjektet vil være Vestnes Brannvesen.

Det legges opp til brannslukking med vann via brannbil med pumpe. Spissuttak kan settes til 50 l/s med varighet 1 time. Dette tilsvarer en vannmengde på 180 m³. 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 årsgognstrafikken 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.



Figur 2 Årsdogntrafikk (ÅDT) for strekningene i dagsonen på Ørskogfjellet. Figuren er mottatt i internkommunikasjon med Statens Vegvesen v/ Magnhild Tone Rømyhr 24.9.2021.

Ut fra informasjon fra Jøran Fjærvoll i Statens vegvesen, kan en anta for strekningen 1- 2 helvasker og kanskje 3 halvvaske. 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 tunnellop med to kjørefelt. Ved halvvaske antas et vannforbruk 70 % av helvaske og for teknisk vaske mindre enn 40 % av helvaske. Disse tallene er benyttet i dette notatet for tunnelen Ørskogfjellet-Vik.

Ved å legge til grunn at maksimalt 90 l/m benyttes ved tunnelvaske vil det være behov for et volum på minimum 578 m³ for rød linje og 522 m³ for oransje linje. Forbruket må bekreftes i byggeplan, og en konsekvens av endringer kan være forandringer i tankstørrelser.

7. Høydebasseng

Det er ikke registrert kommunale vannledninger ved tunnelinnang 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, uansett valg av linje, er det anslått i kapittel 5 at tilstrekkelig brannvannsvolum er 180 m³, 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 m³ og 522 m³ for henholdsvis rød og oransje linje. Nødvendig volum for vaskevann og brannvann samlet i et basseng vil derfor være 758 m³ for rød linje og 702 m³ for oransje linje. 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 minimum 40 liter/km/minutt [fra (Holen & Johansen, 2015)], som tilsvarer 57.6 m³/døgn/km. Begge tunnelene har en lengde på ca 6 km, som gir en innlekking på ca 345 m³/døgn. Det vil derfor være til å kunne levere vann til høydebassenget og fylle det opp igjen kort tid etter vaske 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 halvvaske vil tanken kunne fylles opp igjen etter ca 12 dager. Dersom man ønsker en mindre pumpe, kan tanken også fylles opp over lengre tid.

I Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) § 45 er det skrevet: «*Grunnvannsutttak 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 sløkkevann i tunnel.

I prinsipp finnes minst 3 løsninger vedr. plassering av høydebasseng. Høydebassengene må levere minst 50 l/s og med et minimumstrykk på 2 bar alle steder i tunnelen. Tegning H20 har skissert opp 3 løsninger. Det kommer frem av avsnitt 7 at bassengvolumet skal være minimum 758 m³ for rød linje og 702 m³ for oransje linje. Det er skissert 2 muligheter for å fylle vann inn til basseng.

Alternativ 1, 2 og 3 benytter infiltrasjonsvann fra tunnelen til å fylle bassenget. For oransje linje er det mulig å fylle vann fra Kvernaelva ved tunnelinnslag, eventuelt ved ca Pel 3035, hvor overvann fra vestsiden av ny e39 samles og føres til Kvernaelva. For rød linje er det mulig å fylle vann fra elv/bekken Sangrova

7.2.1 Alternativ 1. Høydebasseng i portal

Infiltrasjonsvann pumpes opp i høydebasseng. Det må installeres en brannpumpe ved høydebassenget. Det kreves 2 reduksjonsventiler. Trykket i nederste del av tunnelen vil være høyt. (95mvs ved utløp), gjelder de siste 500meter. Ved videre detaljering må dette avklares. Tegning H10 og H11 viser foreslått plassering av høydebasseng i oransje og rød linje. Foreslått basseng er satt med mål L= 25m, bredde 11m, og høyde 2.5meter.

7.2.2 Alternativ 2 Høydebasseng i tunnelen.

Høydebasseng plasseres i tunnelen, foreslått plassering kote 223. Infiltrasjonsvann pumpes opp i høydebasseng. Det må installeres en brannpumpe ved høydebassenget. 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.

Høydebassenget skal plasseres slik at det skal være enkelt å nå for drift og vedlikehold, samt på en høyde som sikrer minst 2 bar dynamisk trykk i alle vannuttak i tunnel.

For å finne riktig plassering kan vi ta utgangspunkt i 1 bar (10meter) trykktap i ledningen mellom basseng og tunnel. Dersom minste tillatt dynamisk trykk i tunnel skal være 2bar, betyr dette at bassenget må plasseres på kote 290 m.o.h. for rød trase, og 270 m.o.h. for oransje alternativ.

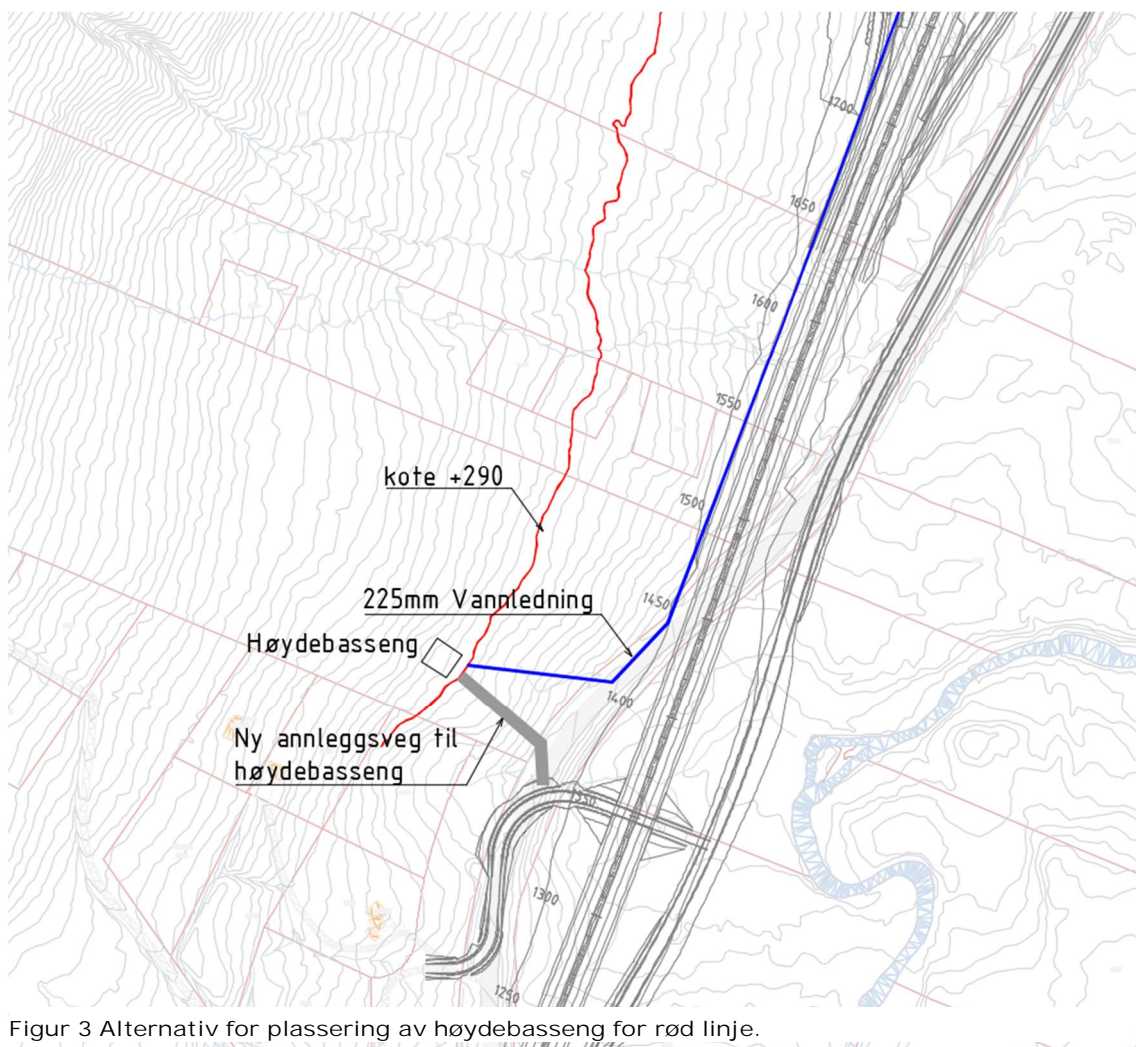
Det er også ikke ønskelig å måtte planlegge for nye avkjørsler fra motorveien for å kunne nå høydebassenget, så det er i dette notatet undersøkt plasseringer som ligger ved allerede planlagte avkjørsler.

7.2.4 Plassering for rød trase

På Figur 3, er høydekurve +290 vist med rød linje. Høydebasseng skal plasseres høyere enn denne grensen for å oppnå tilstrekkelig trykk. Forslaget viser plassering ved ca. pr 1360. Ny anlegg-/driftsveg til høydebasseng er ca 70m lang.

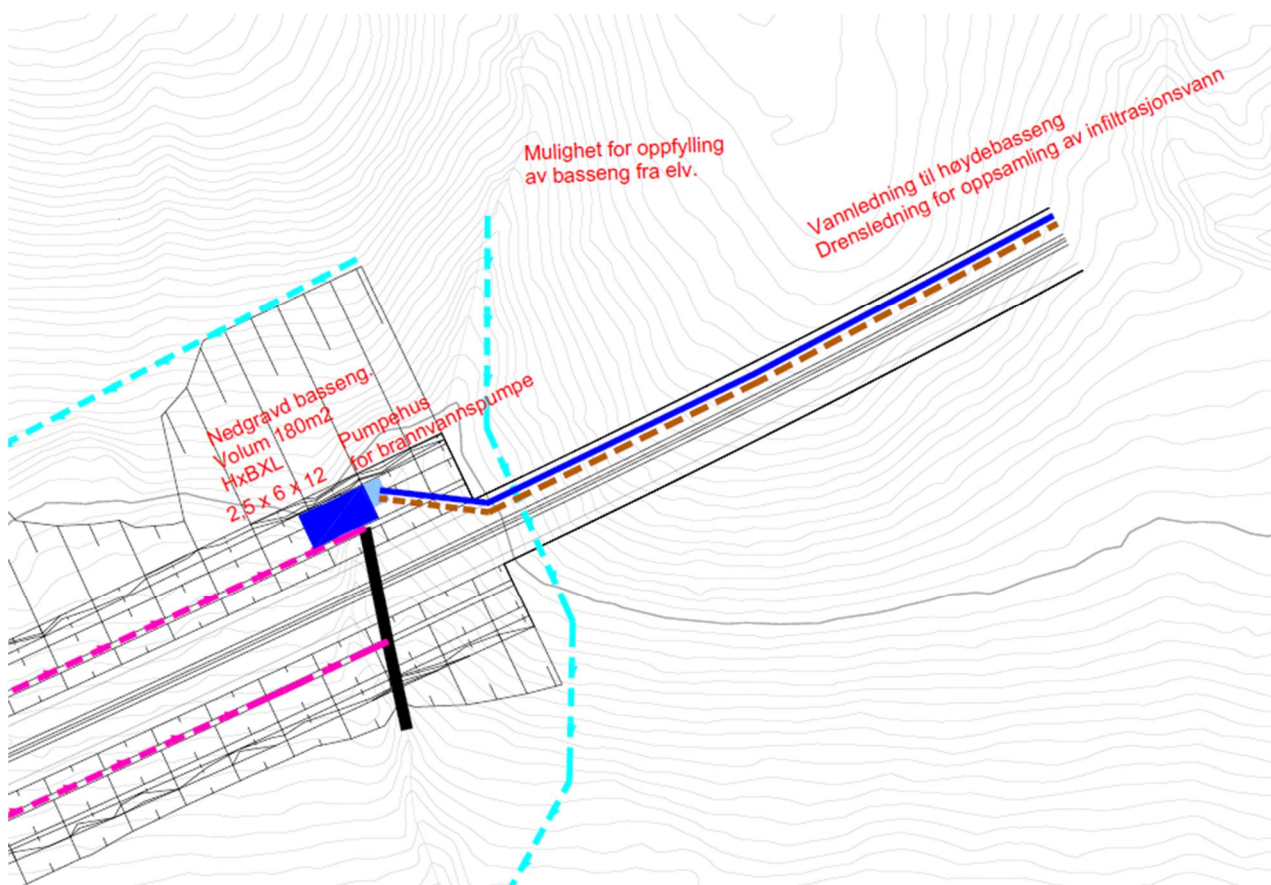
Avstand til tunnelinngangen langs en mulig vannledningstrase er ca. 1,15 km. Med 50l/s som brannvannskrav, medfører dette et trykktap i ledningen på 0,8bar med en PE280mm SDR11 ledning, som er innenfor vår grense på 1bar.

Dette forslaget gjør det mulig å bygge høydebasseng i nærheten av en planlagt veg, som gjør det enkelt 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 for rød linje.

Et annet forslag er å plassere et nedgravd basseng ved innløpet av tunnelen, som vist i Figur 4. 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.



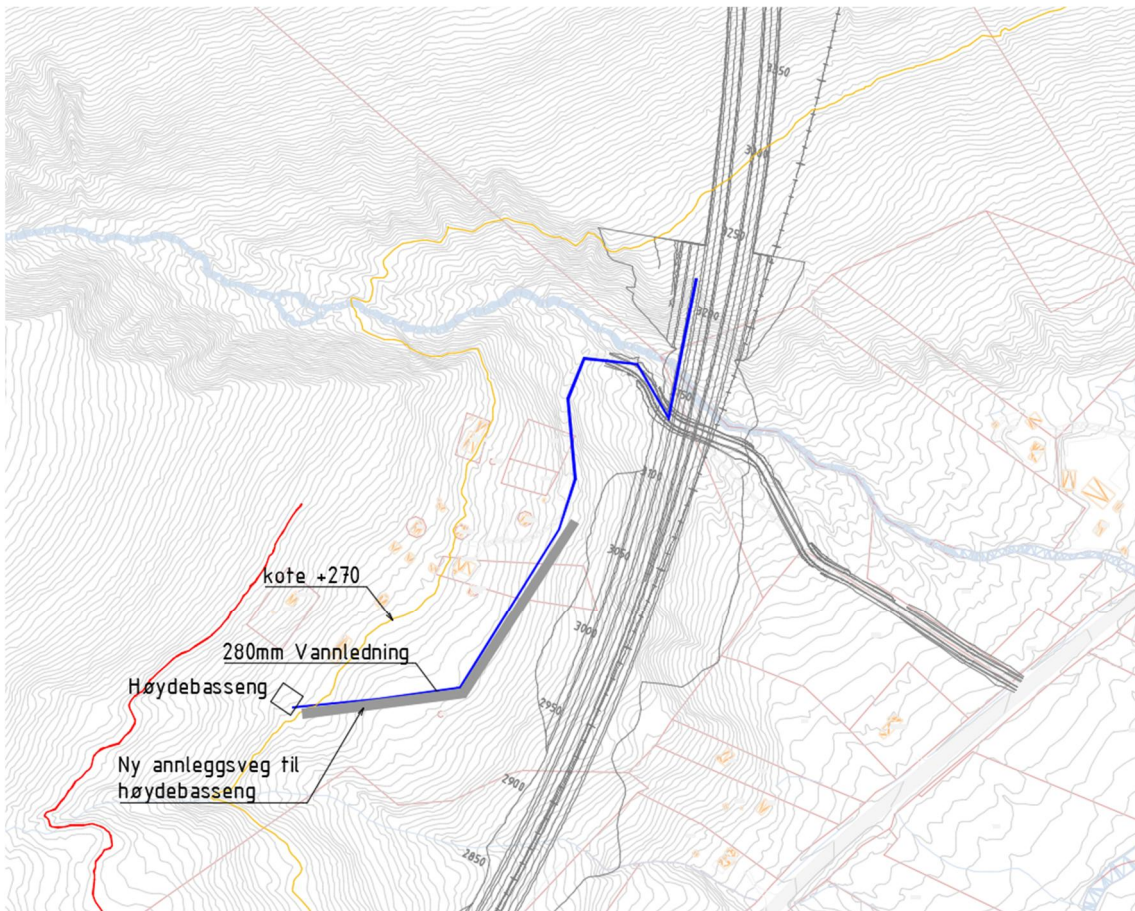
Figur 4 Alternativ med plassering av høydebasseng ved tunnelinnløpet. Med denne løsningen må man ha pumpe for å få høyt nok trykk i alle brannvannsuttak.

7.2.5 Plassering for oransje trase

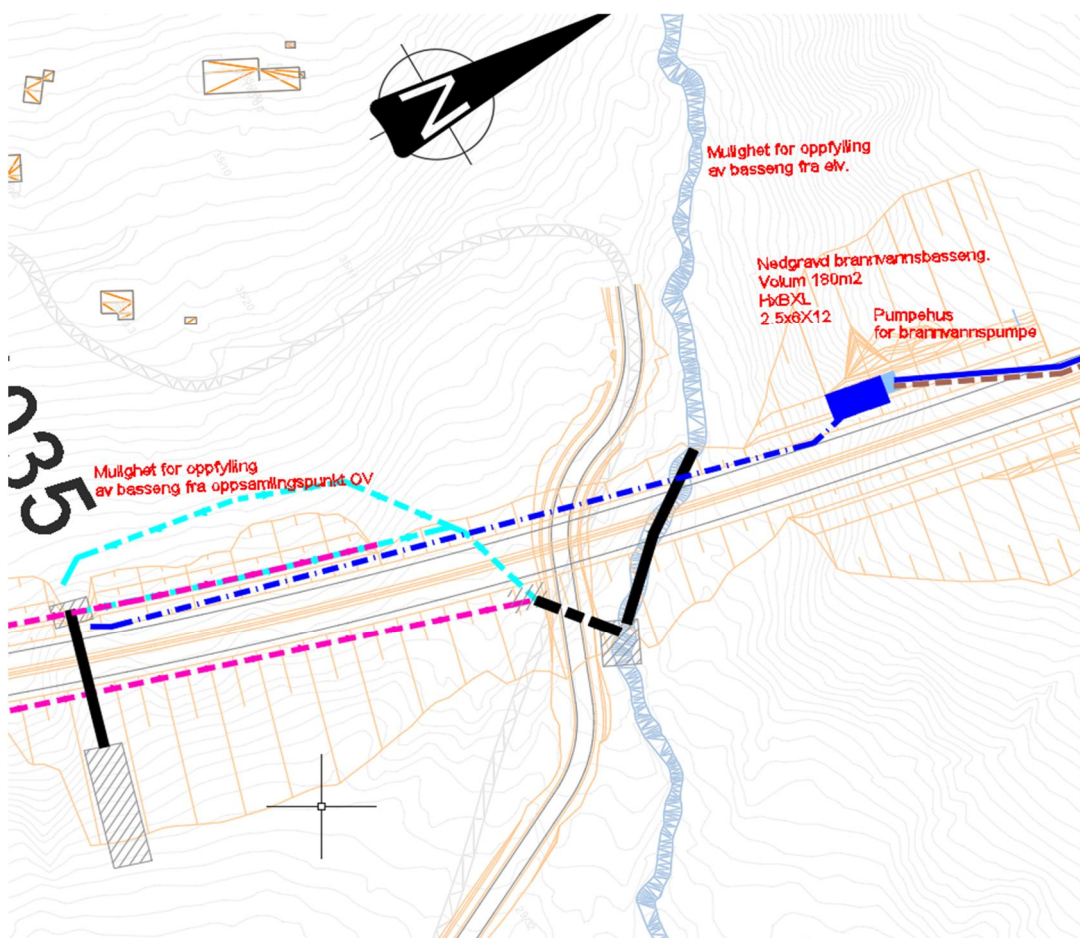
For oransje alternativ, kan høydebasseng plasseres:

- med samme beliggenhet som for rød trase. Lengde på vannledningstrase blir da ca. 1,9km, med 1.3bar trykktap med $\varnothing 280$ mm PE ledning. Trykk i tunnelen vil likevel være tilstrekkelig på grunn av at tunnelinngangen er ca 20 m lavere sammenlignet med rødt alternativ. Plassering er vist i Figur 3.
- nærmere tunnelinngang på kt ca 270 m.o.h. Anleggs-/driftsveg til høydebasseng blir lengre (200m), men avstand til tunnelinngangen er redusert til 500m langs en mulig vannledningstrase. Forslaget vises på bildet nedenfor, der den oransje linjen viser kote +270 m.o.h. Dette høydebassenget vil kunne levere brannvann med tilstrekkelig trykk og selvfall. Løsningen er vist i Figur 5.
- nedgravd ved tunnelinnløp. Ved å velge denne løsningen vil bassenget ikke synes på overflaten, og man trenger ikke en ledningstrase utenfor tunnelen. Ulempen med denne løsningen er at man trenger en pumpe for å kunne levere tilfredsstillende trykk. Denne løsningen vil ligne den som er skissert i Figur 4, men plasseringen vil være ved oransje tunnelinnløp.

For både oransje og rød trase, vil det være nødvendig med en overløpsledning fra høydebasseng. Begge plasseringsforlag ligger i nærhet av bekker der vannet kan føres.



Figur 5 Alternativ for plassering av høydebasseng for oransje linje med selvfall.



Figur 6 Alternativer for å oppfylling av basseng, enten fra Kvernelva evt. fra oppsamlingspunkt for OV ved pel 3035.

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.
- + Ingen store ekstra kostnader (Det skal sprenges ut for portal)

Ulempe

- 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)
- + lett ved inspeksjon
- + ikke avhengig av strøm. Mest driftssikre alternativ

Ulempe

- Kostnadmessig dyrere. Overføringsledning, og vei opp til høydebassengene
- Det trengs minst 2 reduksjonsventiler.

7.3.4 *Alternativene med å ta vann fra utsiden av tunnel.*

Fordel.

- + Benytte oppsamlet overvann

Ulempe

- Kostnadmessig dyrere.
- Usikkerhet vedr om det er nok vann i elver og oppsamlingspunkter.

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.

For begge trasealternativer, er gjennomsnittlig lengdefall i tunnel ca 3%. Vannledning skal dermed dimensjoneres med friksjonstap mindre enn 3%. $\varnothing 225\text{mm}$ 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.

For rødt alternativ, er det beregnet dynamisk trykk på ca. 8 bar, og statisk trykk på ca 232 m ved tunnelutgangen.

For oransje alternativ, er det beregnet maks dynamisk trykk på ca. 9 bar, og statisk trykk på ca 232 m ved tunnelutgangen.

For begge alternativene blir det nødvendig å installere minst to trykkreduksjonsventiler for tunnellopet.

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 rens løsningen. Rens løsningen bør etableres inne i tunnelen. Sedimentasjonsbasseng som er etablert utenfor tunnelen bør være lukket. Rens løsningen 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 rens løsning 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 rens løsninger 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 rens løsning 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

Oppsamlingssystemet består av drenssystemet og overflate-/vaskevannssystemet.

8.2.1 Drenssystemet

Drenering som omtales her gjelder kun håndtering av innlekkasje i planum, vegg og heng samt oppsamling av drensvann fra overbygning. Innlekkasjevann anses som rent og kan slippes til resipient uten rensing.

8.2.2 Overflate- og vaskevannssystemet

Overflate- og vaskevann er forurenset, slik som omtalt i avsnitt 8.1, og krever dermed et separatrørledningssystem med renseløsninger. Overflate-/vaskevannssystemet er vann som går fra vegbane, via rist (sluk) til sandfang, og til ledning:

- Rengjøringsvann fra vask av tunnel.
- Utslipp av flytende væsker fra trafikk (farlig gods).
- Sløkkevann fra brannslukning.
- Vann fra vegbanen generelt.

I tunnelene etableres sandfangkummer for inntak av vaskevann, overvann og evt. oljesøl med maksimal avstand på 80 m. For å sikre best mulig oppsamling av vaskevann fra ytre del av tunnelportalene, skal det etableres sluk i sidegrøft på utsiden av portal.

Sandfangkummene seriekobles og det monteres dykker på utløpene som ikke er av brennbart materiale. Slukrist av type kjeftsluk skal innpasses i kantsteinen langs banketten.

Vaskevannsledning DN200 legges i felles grøft med drensledninger og går via sandfangene ut til slamfang, oljeutskiller og sedimentasjonsbassenger på utsiden av tunnelportal.

Vaskevannet skal deretter stå i ro og sedimentere i minst 4 uker. Sedimentasjonsbassengene plasseres slik at adkomst, tømning og vedlikehold skal være enklest mulig.

8.3 Renseløsninger

Endelig renskrav vil bli fastsatt av Statsforvalteren.

Kravene vil være avhengig av resipienten. Utslippet skal ikke påvirke vannkvaliteten i resipienten slik at tilstandsklassen for resipienten blir varig endret. Den til enhver tid gjeldene veileder for tilstandsklassifisering av vann skal benyttes ved vurdering av tilstandsklasse.

8.3.1 Rensetrinn 1

Løsninger som er blitt bygd i siste år er lukkede sedimenteringsbasseng hvor vannet står i ro og sedimenterer og nedbrytes i 4-8 uker. Deretter tømmes basseng for rensed vann (ca. 80 % av volumet) ved at dette slippes ut via en ventil eller pumpes ut. Det er viktig at slamfasen som utgjør 20 % av volumet ikke resuspenderes under tømningen. Det er ikke vanlig at slamfasen tømmes etter hver vask. Selve sedimenteringstanken(e) er utført på forskjellige måter enten som et plasstøpt betongbasseng eller som et prefabrikkert rørbasseng i betong, glassfiber eller PE. For større volum antas kun betong som aktuelt. Foran sedimenteringsbassenget må det være sandfang og oljeutskiller. Oljeutskiller kan evt. bygges etter sedimenteringsbasseng for å minske størrelsen.

8.3.2 Rensetrinn 2

For de tunnelene som har fått de strengeste utslippskravene er det bygd et rensetrinn 2 hvor vannet pumpes fra sedimenteringsbassenget til et åpent filter for etterpolering. Filteret kan bestå av et 40 cm topplag med filtermasse som i filtergrøften og et 20 cm filterlag av olivin eller skjellsand for å binde løste tungmetaller. Under ligger et oppsamlingssystem av pukk og drenerør. Det antas at et poleringsfilter etter sedimenteringsbassenget vil kunne senke utgående TSS verdi til 10 -50 mg/l. Alle partikkelbundne forurensinger vil få en tilsvarende forbedring i rensegrad. Dette vil også være et sikkerhetstrinn hvis sedimenteringsbassenget skulle fungere dårlig i en periode. I et poleringsfilter kan en også velge en type masser som kan fjerne noen løste forurensinger.

8.3.3 Utvikling av renseløsninger

SVV har pågående forsknings- og utviklingsprosjekt med renseløsninger både for å fjerne oppløste forurensningsstoffer samt rensemetoder for å fjerne mikroplast.

8.4 Dimensjonerende vaskevannsmengder

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 %. Denne koeffisienten benyttes kun for vaskevannet.

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 m³ for tunnellopet og reservevolum for tankbilvelt settes til 40 m³.

Ved spyling varierer vannmengde ifølge SVV rapport 619 (Snilsberg & Gryteselv, 2016) fra 5-20 l/s. Med en reduksjon på 0,85 blir dette 4-17 l/s som går til vaskevannsystemet. Overflate- og vaskevannsledninger må dimensjoneres for å kunne håndtere denne øyeblikks verdien. Det samme gjelder oljeutskiller når denne plasseres foran sedimenteringstanken. Det må undersøkes nærmere om disse øyeblikks verdiene samsvarer med 90 l/meter som legges til grunn for dimensjonering av tanken. Nødvendig volum for sedimenteringstankene er beregnet i Tabell 2.

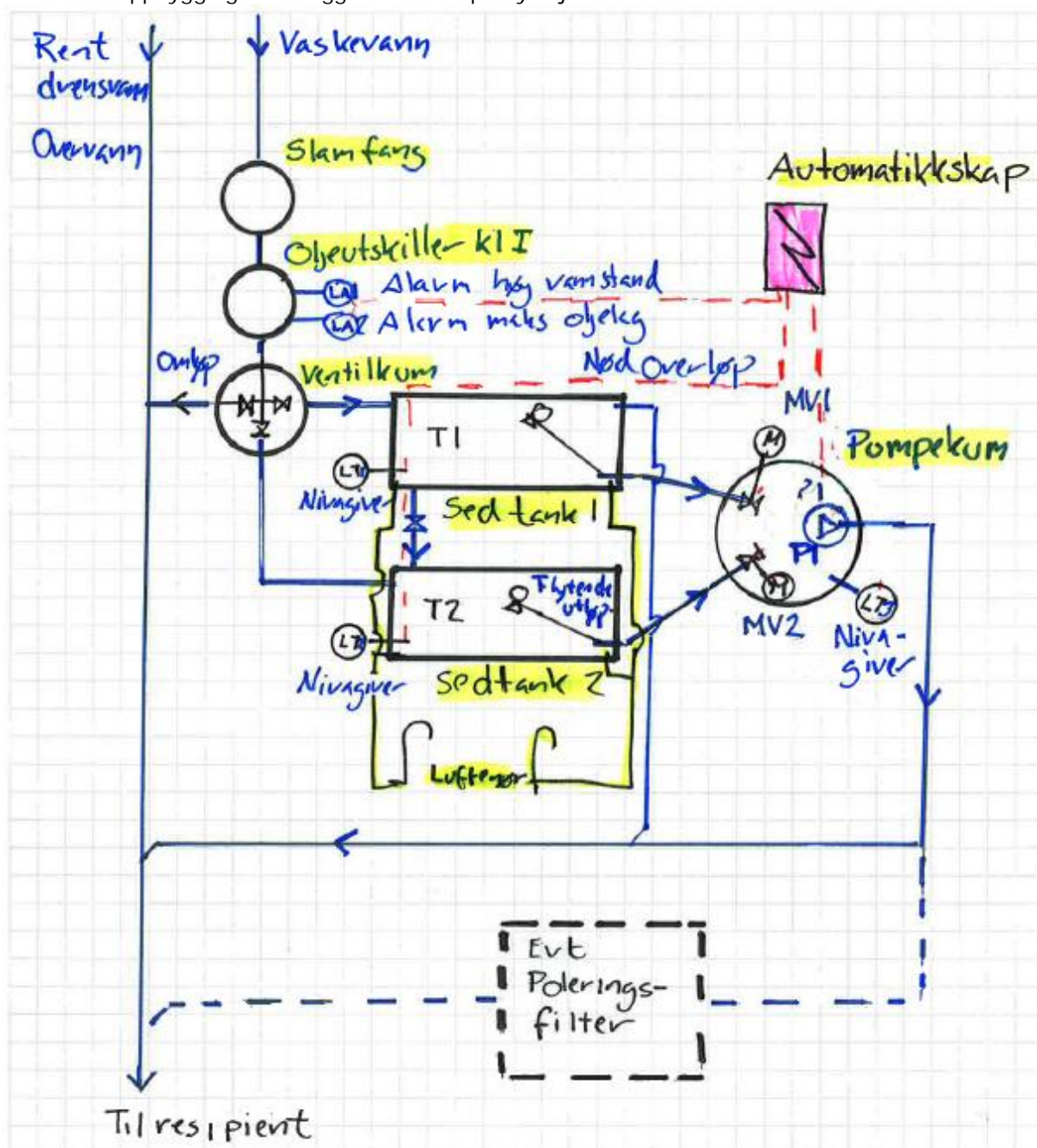
Tabell 2 Beregninger for nødvendig volum for sedimentasjonstankene for rød og oransje linje.

Tunnel	Lengde [m]	Vannforbruk [l/m]	Avrenning vaskevann [m ³]	Brannvann [m ³]	Volum slam [m ³] (*)	Volum tankbilvelt [m ³]	Vann fra snø/regn biler [m ³]	Totalt volum [m ³]
Rød linje	6420	90	491	180	0	40	20	731
Oransje linje	5800	90	444	180	0	40	20	684

* 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 Utforming av anlegget

Vi foreslår oppbygging av anlegget som vist på flytskjema under.



Figur 6 Flytskjema for behandlingsanlegget for tunnelvaskevann.

Følgende hovedenheter inngår:

8.5.1 Forbehandling

- Slamfang. Settes inn for å beskytte oljeutskiller mot slam/sand
- Oljeutskiller klasse I. Reduserer olje ned til 5 mg/l. Det legges inn alarm for høy vannstand eller at maks tykkelse på oljelag er oppnådd. Tank må tømmes og ettersees.

Forbehandling dimensjoneres for en vannstrøm på opptil 20 l/s. Begge enheter utføres med kummer diameter på 2000 mm.

8.5.2 Ventilkum Omløp

Etter oljeutskiller settes det inn en ventil kum med manuelle ventiler. Dette for å kunne stenge ut en tank ved behov eller la vann gå i omløp. Det legges også inn mulighet til drive anlegg med flere tanker i serie eller parallell. Ved å drifte tankene i serie kan det være en mulighet for litt mindre slamtømming totalt sett.

8.5.3 Sedimenteringstanker

Dette er hovedrensetrinnet. Gitt det store volumet, kan sedimenteringstanker bygges opp med enten en eller to separate plasstøpte basseng. I alternativ kan det benyttes tanker bygd opp med $\varnothing 2400$ mm betongrør. Antall rør og lengde kan tilpasses nødvendig volum etter valg av linje, samt etter fjellhallen hvor de skal bygges. Hver tank utføres med minst to tilkomstpunkter. Sedimenteringstanker må ha lufting. I noen anlegg er det brukt utsug.

Tanken bygges med fall på 1 % mot innløpsenden for å lette tømming av slam. Det er stor usikkerhet i hvor mye slam som produseres i en sedimenteringstank i løpet av året og hvor ofte dette må fjernes for å ha en god renseseffekt. Det er også usikkert hvilken tørrstoffprosent som kan oppnås på dette slammet. Det er forutsatt minimum en tømming for hver helvask/halvvask.

8.5.4 Tømming av rensed vann

Tømming av rensed vann gjøres via en pumpestasjon.

Inne i tanken kan det monteres et flytende utløp. En kan da tømme fra overflaten hvor det danner seg en klarfase med rensed vann først. Det gjør at en kan starte tømming tidligere enn de 4 ukene som er anbefalt. Dette er særlig en fordel hvis vannet skal etterpoleres i et filter. En kan da bruke lenger tid på tømming og holde en lavere tømmehastighet som igjen gir behov for et mindre filter.

De fleste anleggene blir liggende så lavt at en må bruke pumpe for å få tømt tanken. På rør fra hver tank monteres en motorstyrt ventil som er stengt når tankene ikke er under tømming.

Mengde vann som tømmes fra tanken reguleres med pumpen/ styring av pumpen.. Det pumpes enten til resipient eventuelt til et filterbasseng.

Det må monteres nivåmålere både i tankene og i pumpekummen for å kunne automatisere og styre tømmesekvensen.

8.5.5 Filteranlegg

Det behandlede tunnelvaskevannet kan slippes ut til sjø eller eventuelt til bekk/elv. Ved utslipp til sjø med lav sårbarhet kan dette slippes ut uten rensing ytterligere rensing enn sedimenteringsanlegget, som beskrevet over. Ved utslipp til bekk eller elv (Liltvidåna / Flateelva) med middels eller høy sårbarhet anbefales det at det etableres filteranlegg/ etterpoleringsfilter. Det foreslås at det avsettes plass slik at en kan bygge poleringsfilter hvis det skulle oppstå behov for dette.

8.5.6 Automatisering. Overvåkning

Anlegget styres med givere for registrering av vannnivå i oljetank, sedimenteringstanker og pumpestasjon. Giverne plasseres i tankene. Signaler føres til sentralt automatikkskap. Dette må også inneholde utstyr for styring av ventiler og pumpe etter ønsket program. Det foreslås at anlegget kan styres lokalt, men varslinger/ alarmer sendes til ekstern operatør.

9. 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/vegrams-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>
- 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>