

Marius Moe
Henrik Dahlen
Christian S. Øveråsen

Håndtering av tunnelvaskevann

Bacheloroppgave i Byggingeniør - Anleggsteknikk
Veileder: Fred Johansen
Mai 2019



[Foto: Christian S. Øveråsen, 2019]

Sammendrag

Denne oppgavens mål er å bidra i arbeidet med å redusere miljøpåvirkningene forårsaket av tunnelvaskevann. Ved hjelp av analyser av vaskevannets sammensetning og litteraturstudier er ulike renseløsninger egnet for bruk i eller ved tunnel vurdert. Videre er det foretatt en gjennomgang av dagens praksis for håndtering av tunnelvaskevann ut ifra gjeldende lover og regler og målet om å redusere miljøpåvirkningen. Studien konkluderer med at to- eller tre-steps renseløsninger bestående av sedimentering med forbehandling ved kjemisk felling eller flokkulering og/eller etterbehandling ved membranfiltrering bør være den metoden som primært benyttes. Mobile renseløsninger ansees å være aktuelle til visse formål, det foreslås derfor å teste disse i praksis. Det fremkommer at naturbaserte renseløsninger, slik de benyttes i dag, ikke er tilstrekkelig for å hindre miljøpåvirkning. Det foreslås å undersøke mulighetene for å modifisere disse slik at de kan gi tilstrekkelig rensing av vaskevannet. Videre er det foreslått oppdateringer i N500, håndbok for vegtunneler som hensyntar dagens kunnskap om forurensninger skapt av tunnelvaskevann. Det er også foreslått å innføre veiledende grenseverdier for konsentrasjoner av miljøgifter i vann som slippes til resipient og utvikling av beregningsverktøy for å godt beskrive tunnelers forurensningsproduksjon.

Abstract


The purpose of this study is to contribute to the reduction of environmental impacts caused by tunnel wash wastewater. Different purification methods, suited for use in or by tunnels, are evaluated by determining the wastewater's compounds and a following literature study. Furthermore, today's practice for handling tunnel wash wastewater is reviewed according to current laws and regulations and the goal to reduce its environmental impacts. The study concludes that a two- or three-step purification process composed of sedimentation, with pre- and/or post-treatment, should be the primary method used. The pre-treatment should consist of chemically induced precipitation or flocculation, and the post-treatment of membrane-filtering. Mobile purification facilities are deemed to be useful for certain purposes. It is therefore suggested that these are tested in practical situations. Natural purification facilities, as used today, is shown to be inadequate to prevent environmental impacts. Therefore, it is proposed to research the possible modification of these facilities to make them sufficiently effective in purifying the wastewater. Furthermore, it is suggested that the N500, norm for road tunnels, is updated to acknowledge today's knowledge regarding pollution caused by tunnel wash wastewater. It is also suggested to introduce a set of guiding limits for environmental toxins in water that is released to recipients and the development of a well-functioning tool for calculating tunnels' production of pollutants.

Forord


Denne oppgaven markerer slutten på vår utdanning ved NTNU Gjøvik. Arbeidet med oppgaven har vært meget spennende og til tider svært krevende. Vi er fornøyde med oppgaven vi leverer og håper den kan være et lite bidrag i Statens vegvesens arbeid med å redusere miljøpåvirkningen forårsaket av tunnelvaskevann.

Gjennom hele arbeidsprosessen har vi mottatt god støtte fra våre veiledere ved Statens Vegvesen. De har bidratt med faglig ekspertise, lagt til rette for befaringer og hjulpet oss å styre arbeidet i riktig retning. Dette har både vært motiverende og betryggende. Vi ønsker derfor å rette en takk til Katinka Wingerei Stenstad og Nina Mari Jørgensen.

Vi ønsker å rette en spesiell takk til vår veileder ved institutt for vareproduksjon og byggteknikk, førstelektor Fred Johansen. Fred har gitt oss god støtte og hjelp til den akademiske siden av oppgaven og hjulpet oss videre når arbeidet har vært utfordrende. For øvrig vil vi benytte anledningen til å takke Fred for jobben han har gjort for å øke studiekvaliteten for vårt kull. Uten deg hadde ikke vårt læringsutbytte vært det samme. Takk Fred!


Marius Moe


Henrik Dahlen


Christian S. Øveråsen

Forkortelser

EQS	Environmental quality standard - Miljøkvalitetsstandard
FNU	Formazin Nephelometric Unit
GAC	Granulært aktivt karbon
KOF	Kjemisk oksygenforbruk
NORWAT	Nordic Road Water
PAX	Prepolymerisert aluminium (kjemikal)
SVV	Statens Vegvesen
TSS/SS	Total suspendert stoff/Suspendert stoff
VA	Vann og avløp
ÅDT	Årsdøgntrafikk

Ordforklaring

Bioakkumulasjon	En opphoping av skadelige stoffer/miljøgifter i næringskjeden.
EQS	Miljøkvalitetsstandard fra EU-direktiv.
FNU	Måleenhet for turbiditet.
Hydrokarboner	Organisk-kjemiske forbindelser som kun inneholder karbon og hydrogen.
Miljøgifter	Persistente og bioakkumulerende kjemiske forbindelser.
NORWAT	Fireårig etatsprogram i Statens Vegvesen som tar sikte på å hindre uakseptabel skade på vannmiljøet.
Persistente	Stoffer som er lite nedbrytbare.
ÅDT	Gjennomsnittlig døgntrafikk over året.

Figurer

FIGUR 1-1: VISER TO ULIKE SKISSER. SKISSE A VISER EN LUKKET BASSENGLØSNING INNE I TUNNELEN. SKISSE B VISER EN ÅPEN LØSNING FOR SEDIMENTBASSENGER (NATURBASSENG). PILENE ANGIR VANNSTRØMNINGSRETNINGEN. HENTET FRA (MELAND, 2012)	13
FIGUR 2-1: RENSEANLEGG I BJØRNEGÅRDTUNELLEN (FOTO: CHRISTIAN ØVERÅSEN, 2019) ...	15
FIGUR 2-2: VISER TUNNELÅPNINGENE (1 OG 3) OG INNGANG TIL SEDIMENTERINGSBASSENGET (2) I TÅSENTUNNELEN. HENTET FRA (GOOGLE EARTH, 2017).....	16
FIGUR 2-3: OVERSIKTSBILDE AV GAUSTADBEBKEN, FROGNERELVA OG TÅSENTUNNELEN (NVE ELVENETT, 2014)	17
FIGUR 5-1: STOKES LOV HVOR v_s ER SYNKEHASTIGHETEN, μ ER DEN ABSOLUTTE VISKOSITET, g ER GRAVITASJON ($9,81$), ρ_p ER PARTIKKELENS TETTHET, ρ_w ER VANNETS TETTHET OG d_p ER PARTIKKELENS DIAMETER.	25
FIGUR 5-2: MODIFISERT ETTER (ØDEGAARD, AASEN OG NORHEIM, 2014)	30
FIGUR 5-3: EKSEMPEL PÅ UTFORMING AV NATURBASERT RENSELØSNING MED SEDIMENTERING, SANDFILTRERING OG SORPSJONSFILTER. HENTET FRA (COWI AS OG STATENS VEGVESEN, 2012).....	32
FIGUR 5-4: SKJEMATISK FREMSTILLING AV PRIORITERINGSVERKTØYET (RØDLAND ET AL., 2018)	38

Tabeller

TABELL 1-1: OVERSIKT OVER FORURENSNINGSKILDER OG FORURENSNINGSTOFFER. HENTET OG MODIFISERT ETTER (MELAND, 2010)	6
TABELL 1-2: BEREGNET ÅRSPRODUKSJON PER KM TUNNEL (BEGGE LØP). ÅDT FOR FESTNING-, GRANFOSS- OG NORDBYTUNNELEN VAR HHV. 80 000, 29 000 OG 25 000. HENTET OG MODIFISERT ETTER (ROSETH & MELAND, 2006).....	7
TABELL 1-3: MINIMUMSKRAV TIL VASKEHYPPIGHET. HENTET OG MODIFISERT ETTER (STATENS VEGVESEN, 2014)	10
TABELL 1-4: VASKEPLAN FOR ASKER OG BÆRUM KOMMUNE (PERSONLIG KOMMUNIKASJON VIA E-POST, 30.01.2019, KATINKA W. STENSTAD, SVV).....	11
TABELL 1-5: ESTIMERT VANNFORBRUK VED HEL- OG HALVVASK. FOR TUNNELER MED TO LØP GJELDER VANNFORBRUKET FOR BEGGE LØP. HENTET OG MODIFISERT ETTER (MELAND & TORP, 2013)	12
TABELL 2-1: VISER PARAMETERE OG KONSENTRASJONGRENSER TIL UTSLIPP AV TUNNELVASKEVANN FRA TÅSENTUNNELEN (FYLKESMANNEN, 2016).....	17
TABELL 3-1: LISTE OVER ANALYSEPARAMETERNE FOR TUNNELVASKEVANNET. NATRIUM (NA) ER IKKE NEVNT I DENNE TABELLEN DA DETTE ER EN TILLEGGSPARAMETER VALGT AV OSS.	18
TABELL 4-1: ANALYSERESULTATER.....	20
TABELL 5-1: RESULTAT OG UTSLIPPSKRAV (FYLKESMANNEN, 2016)	21
TABELL 5-2: STOFFER PÅVIST I VASKEVANNET FRA TÅSENTUNNELEN	21
TABELL 5-3: FORESLÅTTE GRENSEVERDIER I REGIONAL HANDLINGSPLAN FOR TUNNELVASKEVANN. HENTET OG MODIFISERT ETTER (RØDLAND ET AL., 2018).....	37

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	I
Abstract	II
Forord	III
Forkortelser	IV
Ordforklaring	V
Figurer	VI
Tabeller	VII
Innholdsfortegnelse	1
1 Innledning	3
1.1 Temavalg og omfang	3
1.2 Disponering av oppgaven	4
1.3 Oppdragsgiver	4
1.4 Miljø	5
1.5 Etikk.....	8
1.6 Bakgrunn	9
1.6.1 Tunnelvask	9
1.6.2 Vannmengder	12
1.6.3 Dagens rensing av tunnelvaskevann	13
1.7 Formål og problemstilling	14
2 Objekter og områder	15
2.1 Bjørnegårdtunnelen	15
2.2 Tåsentunnelen.....	16
2.3 Gaustadbekken og Frognerelva	17
3 Metode	18
3.1 Analyseparametere	18
3.2 Utstyr	19
3.3 Prøvetakingsprosedyre.....	19
4 Resultater	20

5	Diskusjon	21
5.1	Problematiske stoffer	21
5.2	Rensemetoder	22
5.2.1	Mobile renseløsninger	23
5.2.2	Sedimentering	24
5.2.3	Kjemisk felling	26
5.2.4	Flokkulering	27
5.2.5	Flotasjon	27
5.2.6	Filtrering	28
5.2.6.1	Mediafiltrering	28
5.2.6.2	Membranfiltrering	29
5.2.7	Naturbaserte renseløsninger	31
5.3	Øvrig håndtering	32
5.3.1	Lover og regler	33
5.3.1.1	Vannforskriften	33
5.3.1.2	Forurensningsloven	34
5.3.1.3	Naturmangfoldloven	34
5.3.2	Håndbok N500	35
5.3.3	Grenseverdier	36
5.3.4	Prioritering for oppgradering	37
6	Konklusjon.....	40
	Litteratur.....	42
	Vedlegg.....	46

1 Innledning

1.1 Temavalg og omfang

Som ingeniørstudent ved NTNU Gjøvik er man så å si kontinuerlig delaktig i gruppearbeid i ulike emner. Dette fører til at man i løpet av studiet samarbeider med en rekke medstudenter. Det er jo gjerne slik at enkelte grupper fungerer bedre enn andre, og da vi fant sammen i en velfungerende gruppe i 4. semester ble det raskt enighet om at dette var et godt utgangspunkt for bachelorgruppe. I løpet av 4. og 5. semester gikk praten ukentlig om temavalg for oppgaven som skulle sette ett punktum for vår tid som studenter. Ambisjonene var høye og vi ønsket å levere en sterk oppgave. Vi gikk alle studieretning for anleggsspesialisering og var tidlig enige om at oppgaven vår skulle omhandle enten VA-teknikk eller vei da dette var noe som interesserte samtlige av oss. I 5. semester gjennomførte vi faget «bygging, drift og vedlikehold av vei» holdt ved NTNU av forelesere fra Statens Vegvesen. I forbindelse med dette faget ble vi presentert for en rekke temaer for bacheloroppgaver Statens Vegvesen ønsket skulles skrives for dem. Et av disse temaene fanget vår oppmerksomhet umiddelbart; «Rensing av tunellvaskevann». Vi slapp å velge vei eller VA, vi fikk i pose og sekk! Vi foretok en kjapp forundersøkelse og det vi fant fristet, dette temaet hadde «alt» vi så etter!

Temaet er svært tverrfaglig og krysser over flere av kursene vi har gjennomført i utdannelsen. Det er spennende og utfordrende og har gitt oss mulighet for befaringer og prøvetaking i tillegg til rent teoretisk arbeid. Fokuset på miljø og forurensning er sentralt og gjør oppgaven vår dagsaktuell. Problematikken er kjent, men har først i de siste 20 årene blitt viet oppmerksomhet og ressurser. Temaet er relativt lite omtalt og kunnskapen om emnet er ennå økende. Dette gjør at en god oppgave kan få relevans for utviklingen fremover, noe vi finner svært spennende. Av disse årsakene mente vi at dette var et perfekt utgangspunkt for å skrive en god oppgave og nå våre ambisjoner. Dermed sendte vi av gårde en søknad til Statens Vegvesen og det har vi aldri angret på!

Denne oppgaven omhandler altså rensing av vann fra tunellvask. Ved hjelp av litteraturstudier og laboratorieanalyser av vannprøver vil vi forsøke å identifisere og beskrive problemområder og miljøpåvirkninger. Videre vil vi diskutere våre resultater, ulike renseteknikker og håndtering av tunnelvaskevann generelt. Kravene som finnes i utslippstillatelser for tunnelvaskevann i dag er enkle, svært romslige og som regel allerede oppfylt.

Det er derfor viktig å presisere at målet med rensingen omtalt i oppgaven ikke er å imøtekomme disse kravene, men heller må sees på som et steg i arbeidet med å gjøre vei og transport mer bærekraftig for fremtiden.

1.2 Disponering av oppgaven

Denne oppgaven er disponert etter IMRoD struktur. Mange bachelor-oppgaver inneholder et eget teorikapittel tidlig i oppgaven som beskriver relevant teori, dette har gruppa, i samråd med veileder, valgt å utelate. Teoribruk i vår oppgave vil være variert og vi frykter en samstilling av teori vil oppleves tunglest og rotete for leseren. Resultatene fra vannanalysen vil dessuten i stor grad være styrende for teoribruk i diskusjonen og vi ønsker derfor å presentere disse for leseren før teori tilknyttet renseteknikk. For de fleste er tunellvaskevann et relativt ukjent tema, derfor har vi forsøkt å gi leseren et godt grunnlag for videre lesing av oppgaven i innledningen. For å gi en grundig innføring i både problematikken, utførelsen og miljøkonsekvensene av tunnelvask og tunellvaskevann, har vi også her benyttet en hel del teori. Vi velger altså å trekke inn relevant teori direkte der dette er nødvendig. Denne disponeringen tror vi vil bidra til en logisk kronologi i oppgaven og å gjøre den mer lettfattet for leseren.

1.3 Oppdragsgiver

Vår oppdragsgiver er Statens Vegvesen.

SVV er statens forvaltningsorgan for vei og er underlagt samferdselsdepartementet. Organet består av 6 driftsenheter; Vegdirektoratet og fem regioner. Disse har til sammen hovedansvar for å planlegge, bygge, drifte og vedlikeholde det offentlige veinettet, samt holde tilsyn med kjøretøy og trafikanter (Statens vegvesen, 2018c). Kontrakt for oppgaven er tegnet mellom hver av oss og prosjektet E18 Vestkorridoren.

Våre veiledere i SVV er Katinka Wingerei Stenstad og Nina Mari Jørgensen.

1.4 Miljø

«Transport skal ikke føre til alvorlig skade på menneske eller miljø»

- SVVs miljøvisjon

(Statens vegvesen, u.å)

Miljøaspektet ved denne oppgaven er meget interessant da veier alltid vil være en belastning for miljøet og en kilde til forurensning. Likevel kan vi ikke stoppe å bygge veier riktig ennå, derfor må vi prøve å gjøre veiene og driften av disse så miljøvennlige som mulig. SVV jobber derfor nå, i tråd med sin miljøvisjon, med å finne en god løsning for håndtering av tunnelvaskevann.

Ved vask av tunneler frigjør man forurensninger som er akkumulert over tid i tunnelene, dette kombinert med såpe resulterer i et vaskevann med mye høyere konsentrasjoner av forurensninger enn i avrenning fra vei i dagen. Det finnes kun få undersøkelser på hvilken effekt veivann har på virkelige resipienter (Åstebøl, Hvitved-Jacobsen og Kjølholt, 2011), dermed er det vanskelig å vurdere hvilke konsentrasjoner av stoffer man kan tillate seg å slippe ut og hvor omfattende eventuelle renseprosesser bør være. Det er imidlertid godt dokumentert at vaskevannet er forurenset med en rekke miljøgifter i tillegg til olje og store mengder partikler. Miljøgiftene byr på store utfordringer da mange av disse er persistente og bioakkumulerende og dermed vil hope seg opp i næringskjeden over tid (Meland, 2010; Åstebøl et al., 2011; Meland, 2012a; Grung et al., 2016a; som henvist i Ranneklev, Meland og Hertel-Aas, 2016). Det er også dokumentert toksiske effekter av tunnelvaskevannet (Meland et al., 2010b; Meland et al., 2011; Petersen et al., 2016; som henvist i Meland og Rødland, 2018). Tabell 1-1 viser noen av de mest aktuelle forurensningsstoffene og deres kilder.

Tabell 1-1: Oversikt over forurensningskilder og forurensningsstoffer. Hentet og modifisert etter (Meland, 2010)

Forurensningskilde		Forurensningsstoffer	Referanser
Kjøreløy	Bremser	Ba, Cu, Fe, Mo, Na, Ni, Pb, Sb	Dongarra et al. 2009; McKenzie et al. 2009; Sternbeck et al. 2002; Thorpe & Harrison 2008 (som henviset i Meland 2010)
	Dekk (piggdekk spesielt)	Al, Zn, Ca, Cd, Co, Cu, Mn, Pb, W, hydrokarboner, PAH	Glaser et al. 2005; Karlsson & Viklander 2008; McKenzie et al. 2009; Ravindra et al. 2008; Sternbeck et al. 2002; Thorpe & Harrison 2008 (som henviset i Meland 2010)
	Katalysatorer	Pt, Pd, Rh	Ek et al. 2004; Whiteley & Murray 2005 (som henviset i Meland 2010)
	Karosseri	Cr, Fe, Zn (stål)	Taylor & Robertson 2009 (som henviset i Meland 2010)
	Forbrenning	Ag, Ba, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, V, Sb, Sr, Zn, PAH	Brown & Peake 2006; Desta et al. 2007; Glaser et al. 2005; Lin et al. 2005; Marr et al. 1999; Ravindra et al. 2008; Wang et al. 2003; Weckwerth 2001 (som henviset i Meland 2010)
	Olje og petroleumssøl, drypping, brukt smøreolje	PAH	Ravindra et al. 2008; Wang et al. 2003 (som henviset i Meland 2010)
Annet	Vegdekke	Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Pb, Si, Sr, Ti, PAH	Brandt and De Groot, 2001 Brown and Peake, 2006, Sternbeck et al., 2002, Thorpe & Harrison, 2008 (som henviset i Meland 2010)
	Avising og støvdempende kjemikalier	Ca, Mg, Na, Cl,	Aldrin et al. 2008; Novotny et al. 2008; Ramakrishna & Viraraghavan 2005; Viklander et al. 2003 (som henviset i Meland 2010)
	Vegutstyr (f.eks. trafikkskilt, midtrabatter, etc.)	Zn (galvanisert stål)	Thorpe & Harrison 2008 (som henviset i Meland 2010)
	Vaskemiddel brukt i tunnelvask	Tensider	Meland et al. 2010b (som henviset i Meland 2010)

Meland og Roseths (2006) undersøkelser av tre høytrafikkerte tunneler i Osloområdet viser følgende årsproduksjon av miljøgifter, olje og partikler, fordelt på vaskevann (V), partikler i sandfang (S) og partikler i støv fra suge- og feiemaskiner (SF):

Tabell 1-2: Beregnet årsproduksjon per km tunnel (begge løp). ÅDT for Festning-, Granfosstunnelen og Nordbytunnelen var hhv. 80 000, 29 000 og 25 000. Hentet og modifisert etter (Roseth & Meland, 2006)

Forurensningsstoff	Enhet	Festningstunnelen		Granfosstunnelen		Nordbytunnelen	
		Total	% V - S - SF	Total	% V - S - SF	Total	% V - S - SF
Fosfor	kg	45,4	41 - 21 - 38	8,82	16 - 14 - 70	16,6	40 - 12 - 49
Kobber	kg	6	34 - 15 - 51	1,3	40 - 11 - 48	1,2	39 - 12 - 49
Sink	kg	27,8	34 - 34 - 32	3,9	18 - 12 - 70	15	28 - 8 - 64
Bly	g	1077	38 - 29 - 32	296	13 - 34 - 53	234	33 - 23 - 44
Kadmium	g	13,9	60 - 14 - 25	4,7	55 - 13 - 32	6,2	39 - 25 - 36
Nikkel	g	881	28 - 26 - 46	450	10 - 14 - 76	324	28 - 13 - 59
Krom	g	1763	19 - 27 - 54	898	7 - 14 - 79	411	26 - 16 - 58
Kvikksølv	g	1,03	21 - 23 - 56	12,16*	94 - 1 - 5	0,11	52 - 6 - 41
Total nitrogen	kg	26,1	59 - 15 - 26	9,8	24 - 14 - 62	15,6	37 - 10 - 54
Total org. Karbon	kg	1455	15 - 28 - 57	346	10 - 20 - 71	753	14 - 25 - 62
Partikler	tonn	56,5	16 - 42 - 41	16,9	12 - 17 - 72	14,7	22 - 17 - 61
Benzo(a)pyren	g	10	56 - 11 - 33	1,6	38 - 12 - 50	1,8	9 - 13 - 78
Sum 16 PAH	g	221	47 - 19 - 34	67	50 - 8 - 42	67	31 - 16 - 53
Total olje	kg	208	49 - 30 - 21	85	55 - 7 - 37	360*	80 - 4 - 16

* Tall som vurderes som ikke representative for normal forurensningsproduksjon

I Norge er det over 1100 veitunneler, disse har naturlig nok stor variasjon i ÅDT. Det er verdt å nevne at en riksveitunnel har gjennomsnittlig ÅDT på ca. 5000 mens de høyest trafikkerte tunnelene har ÅDT opp imot 100 000, disse finnes primært i Oslo (Statens vegvesen, 2018a).

Dette gir oss noe perspektiv på omfanget av forurensningen, dog er det vanskelig å gi eksakte totaler. De lavtrafikkerte tunnelene vil som regel ligge i områder med generelt lav trafikkbelastning og gir ikke de største miljøutfordringene, med mindre de har utslipp til spesielt sårbare resipienter.

De høytrafikkerte tunnelene derimot vil produsere store mengder forurensninger og som regel befinner disse seg i områder med generelt høy trafikkbelastning og gjerne relativt tett på hverandre.

Dette kan medføre store forurensninger på relativt små områder og følgende stor miljøpåvirkning. Dette gjelder i dag primært Oslo, men samme problematikk vil sannsynligvis oppstå også andre steder med høy trafikkbelastning i dag eller i fremtiden.

Det er altså i slike områder, og for slike tunneller, miljøpåvirkningen er størst og dermed er det mest aktuelt å starte arbeidet med rensing av tunnelvaskevann nettopp her.

1.5 Etikk

Etikk er læren om moral og handler om hvordan en bør handle i ulike situasjoner. Ved hjelp av etikk søker man å besvare spørsmålet; *hva er moralsk rett?* Og dette er naturlig nok ikke alltid like enkelt. Etske utfordringer er likevel en del av byggingeniørens hverdag og krever dermed en viss bevissthet av oss. Det vi bygger og utvikler er ofte på en eller annen måte en belastning for miljøet og vi må kontinuerlig vurdere hvor vi skal sette grensen for hva som er greit og hva som ikke er greit. I tillegg forvalter vi ofte store økonomiske verdier, noen ganger offentlige midler, dermed har vi et ansvar for å bruke disse på en måte som kommer samfunnet til gode.

Denne bacheloroppgaven har, slik vi ser det, få etiske utfordringer. Vi bruker ingen store ressurser utover egen tid og forhåpentligvis vil den være et lite bidrag i SVVs arbeid for en mer miljøvennlig behandling av tunnelvaskevann. Temaet tunnelvaskevann spesielt og bygging og drift av veier generelt derimot har en rekke etiske utfordringer. Veier fører blant annet til forurensning ved bygging, forurensning ved bruk, estetiske inngrep i natur, arealbeslag og støy i tillegg til enorme kostnader. Veier er samtidig essensielle for opprettholdelse og utvikling av samfunnet og det er allment akseptert at vi må ha veier, til tross for de ulemper dette medfører. Miljøtiltak er en betydelig kostnadsdriver og dermed vil miljøhensyn måtte vurderes opp imot kostander. Her oppstår et etisk dilemma der en må sette miljøhensyn opp imot bruk av fellesskapets ressurser. I dag er det økende forståelse for at miljø må hensyntas i større grad enn før, men selv om balansen har forskjøvet seg i retning av å prioritere miljø er det i høyeste grad fortsatt snakk om et kompromiss mellom de to. Som beskrevet i miljøkapittelet i denne oppgaven er tunnelvaskevann en reell kilde til forurensning fra veg.

Dette er noe SVV jobber med kontinuerlig og ønsker å legge tid og ressurser i å redusere. Avveining mellom miljøhensyn og kostnader blir høyaktuell da det aller meste som har med tunnel å gjøre er svært kostbart, også rensing av vaskevann. Likevel ser man et behov for tiltak, spesielt i byområder, der konsentrasjonene av utslipp blir høye og i verste fall kan føre til store skader på miljøet.

Det er vanskelig å gi noen absolutte konklusjoner i forbindelse med etiske spørsmål, men man ser en klar tendens til at miljø blir prioritert i større grad enn før og med dagens kunnskapsnivå om miljø og forurensning kan vi anta at dette er det etisk rette å gjøre.

1.6 Bakgrunn

Befolkningsvekst og bosetting i mer befolkningstette områder fører med seg økning i trafikkmengde og -konsentrasjon i Norge. Dette krever ny og utbedret infrastruktur. Dagens fokus på støy, luftkvalitet og arealutnyttelse i sentrale og befolkningstette områder gjør at det bygges flere tunneler enn noen gang. Tunneler kan bidra til å løse støyproblemer, arealmangel og til dels luftkvalitetsproblemer, likevel forsvinner ikke problematikken med miljøgifter og andre forurensninger. Det er publisert en rekke nasjonale og internasjonale studier der det måles konsentrasjoner av trafikkforurensninger i tunnelvaskevann (Andersen og Vethe, 1994; Barbosa et al., 2006; Roseth og Meland, 2006; Hallberg et al., 2014; Allan et al., 2016; som henvist i Meland og Rødland, 2018). Disse studiene viser at tunnelvaskevann inneholder svært høye konsentrasjoner av forurensninger sammenliknet med avrenning fra vei i dagen med sammenlignbar ÅDT. Dette kommer av at forurensninger i høy grad akkumuleres inne i tunnelene mellom hver vask. I motsetning vil forurensningene fra vei i dagen fortynnes og spres fortløpende av vær og vind (Meland, 2012).

1.6.1 Tunnelvask

En rekke av stoffene som avsettes i tunnel vil være problematiske for tunnelens funksjon og levetid. Saltløsninger vil kunne føre til korrosjon av betongkonstruksjoner og armering. I tillegg vil olje og andre friksjonsdempende stoffer kunne føre til glatt veibane og partikler kan føre til redusert effekt på fluoriserende trafikkskilt, nødlys, reflekterende merkinger og overvåkningsutstyr (Meland og Torp, 2013).

For å opprettholde trafiksikkerheten og tunnelens funksjon er det derfor nødvendig å utføre tunnelvask. Videre bidrar vask til å minske støvkonsentrasjonen i lufta inne i tunnelen, dette bedrer sikten og gir bedre luftkvalitet (Meland og Torp, 2013).

Hvor ofte en tunnel vaskes og hvor mye vann som forbrukes varierer med tunnelens ÅDT og størrelse. Vannforbruk vil også variere noe ved ulike vaskemetoder. Statens vegvesens (2014) håndbok R610 – Standard for drift og vedlikehold av riksveger angir minimumskrav til vaskehyppighet. Kravene gjelder alle tunneler og er uavhengig av konstruksjonsmetode.

Tabell 1-3: Minimumskrav til vaskehyppighet. Hentet og modifisert etter (Statens vegvesen, 2014)

Trafikkvolum ÅDT per tunneløp	Renhold: Helvask	Renhold: Halvvask	Renhold: Teknisk vask
0 - 300	Hvert 5. år	-	1 per år i året uten Helvask
301 - 4 000	1 per år	-	1 per år
4 001 - 8 000	1 per år	1 per år	2 per år
8 001 - 12 000	1 per år	2 per år	3 per år
12 001 - 15 000	2 per år	3 per år	5 per år
15 001 -	2 per år	4 per år	6 per år

Vaskeprosedyrene er relativt lik uavhengig av type tunnel og ÅDT. Tunnelvask starter med at en suge- og feiebil fjerner skitt og større partikler, dette bidrar til å minimere vannforbruk og mengden forurensning som havner i vaskevannet. Deretter starter vask med vann, som oftest tilsatt såpe. Etter vaskingen benyttes på nytt suge- og feiebil for oppsamling av resterende skitt og udrenert overskuddsvann fra vegbanen (Meland og Torp, 2013).

Ifølge håndbok R610 – Standard for drift og vedlikehold deles tunnelrenhold inn i tre typer vask avhengig av omfang. Disse siteres under:

- Helvask
 - Rengjøring av kjørebane og skulder med oppsamling av masser.
 - Rengjøring av tak og vegger.
 - Rengjøring av sideplasserte og overhengende skilt, bommer inklusive belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner med utstyr, dører, kameraer, belysningsarmatur/kabelbru, buffere, ventilatorer.
 - Tømming av sandfang (se også kap. 2.8 Avvannings- og dreneringssystem).
 - Rengjøring av kjørebane og skulder (Statens vegvesen, 2014, s. 67).

Ifølge denne forskriften, regulering (EF) nr. 648/2004, må innholdet være miljøvennlig og overflateaktive stoffer må være biologisk nedbrytbare som definert i forskriften (Produktforskriften, 2004).

1.6.2 Vannmengder

Som tidligere omtalt vil vannforbruk variere noe ved ulike vaskemetoder, likevel avhenger dette primært av tunnelens størrelse.

Tabell 1-5: Estimert vannforbruk ved hel- og halvvaske. For tunneler med to løp gjelder vannforbruket for begge løp. Hentet og modifisert etter (Meland & Torp, 2013)

Antall tunnellop	Antall kjørefelt per tunnellop	Vaskevann helvask (l/m)	Vaskevann halvvaske (l/m)
1	2	60	42
1	3	80	56
2	1	60	42
2	2	100	70
2	3	140	98

Estimatene i tabell 1-5 viser at helvask av hhv. en toløps- og firefelts tunnel (2 felt pr. løp) og en toløps- og seksfelts tunnel (3 felt pr. løp) vil resultere i et vannforbruk på ca. 100 l/m og ca. 140 l/m. For tunnallengder på 1 km utgjør dette hhv. 100 000 l og 140 000 l vann, hvorav 200-700 l vil være såpe (Roseth og Meland, 2006). Om lag 70 - 90% av vannet som er forbrukt under rengjøringen føres ut av tunnelen med overvanns- og drens-systemet.

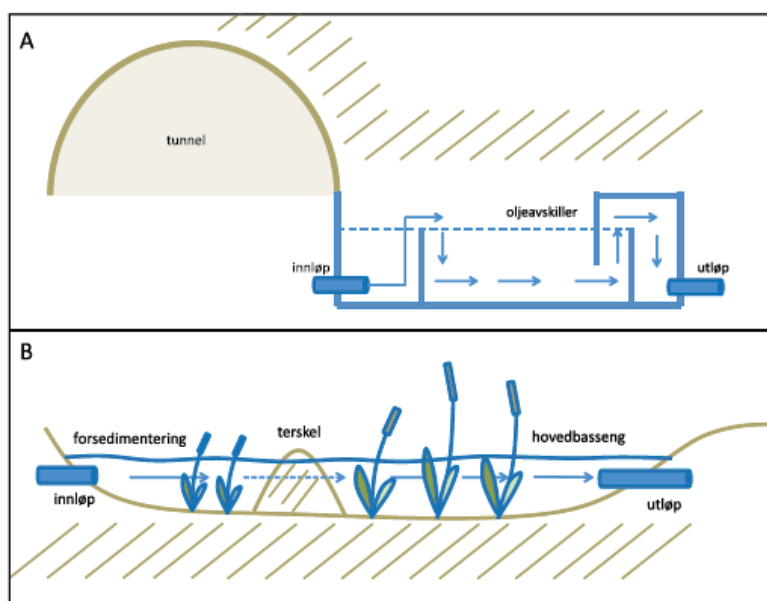
Resterende absorberes i vegg- og takoverflater, fordampes eller blir sugd opp av suge- og feiebil. Ved halvvaske forbrukes ca. 70% av vannmengden forbrukt ved helvask (Meland og Torp, 2013). Det er med andre ord snakk om store mengder vann og såpe.

1.6.3 Dagens rensing av tunnelvaskevann

Til tross for de store forurensningsmengdene har de færreste tunneler i Norge innebygde løsninger for rensing av vaskevann. I mange tilfeller er derfor vannet sluppet ut til resipient urensset¹. Noen tunneler sender vaskevannet til konvensjonelle kloakk-renseanlegg. Det er imidlertid slik at disse renseanleggene er bygget for å rense vann for helt andre stoffer enn de som finnes i tunnelvaskevann og i mange anlegg vil tilførsel av slikt vann kunne forstyrre rensesprosessene. Man er dermed avhengig av at renseanleggene både har kapasitet og mulighet til å motta vaskevann. I tillegg er det svært kostbart å levere store mengder vann til disse anleggene da man som regel må betale vanlig avløpsavgift. Rundt år 2000 ble det større fokus på forurensningene i tunnelvaskevann og de negative miljøpåvirkningene dette skaper. Siden den gang har flere nye tunneler blitt bygget med sedimenteringsbassenger, spesielt i de høytrafikkerte områdene. Dette er en lavteknologisk og enkel løsning med minimale drifts- og vedlikeholdskostnader og har derfor blitt den foretrukne renseløsningen.

Sedimenteringsbassengene bygges typisk inne i tunnelens lavbrekk eller utenfor som åpne bassenger, disse er videre omtalt som naturbaserte renseløsninger. Figur 1-1 viser prinsippskisser av de ulike løsningene.

Sedimentering som renseløsning vil i hovedsak være egnet for å fjerne partikkelbundne stoffer og vil alene ha liten eller ingen effekt på kolloidale eller løste stoffer (mer om sedimentering finnes i kap. 5.2.2). En rekke undersøkelser viser imidlertid at andelen partikkelbundne forurensninger i veivann kan variere fra 40 - 90% mellom



Figur 1-1: Viser to ulike skisser. Skisse A viser en lukket bassengløsning inne i tunnelen. Skisse B viser en åpen løsning for sedimentbassenger (naturbasseng). Pilene angir vannstrømningsretningen. Hentet fra (Meland, 2012).

¹ Det er ingen form for rensing av vaskevannet utenom det som avsettes og sedimenterer i sandfangene og oljeutskillere. Dette omtales ikke som eget rensesystem.

stoffene på grunn av ulike kjemiske og fysiske egenskaper. Dermed vil rensegraden for stoffene ved sedimentering også variere betydelig (Roseth og Amundsen, 2003; Meland et al., 2010b. som henvist i Meland, 2012).

1.7 Formål og problemstilling

Denne oppgavens mål er å bidra i arbeidet med å redusere miljøpåvirkningene forårsaket av tunellvaskevann. I utgangspunktet ønsket vi kun å se på ulike renseteknikker og undersøke deres egnethet for formålet, både med tanke på tunellvaskevannets sammensetning og med tanke på de praktiske begrensningene i tunell. Det ble fort klart at det var urealistisk å gjennomføre praktiske tester av renseløsninger, samtidig ble fokuset på miljø stort. Vi valgte derfor å ta et lite steg tilbake og har i oppgaven forsøkt å skildre problematikken mer helhetlig. Oppgaven har derfor, i tillegg til renseteknikk, fokus på lover og forskrifter og praksisen rundt behandlingen av tunellvaskevann. Problemstillingen for oppgaven blir derfor:

«Hvordan redusere miljøpåvirkningen forårsaket av tunellvaskevann?»

2 Objekter og områder

2.1 Bjørnegårdtunnelen

Bjørnegårdtunnelen ligger nord for Sandvika, og er en firefelts vei med to adskilte tunnellop. Denne har per i dag kun et tunnellop åpent, der ÅDT er på ca. 22 000 kjøretøy

(Bjørnegårdtunnel, 2019). Her er det bygget to sedimenteringsbassenger som renser vaskevannet (det tredje bassenget inngår ikke i renseprosessen for vaskevann). Inngangen til

renseanlegget befinner seg inne

i tunnelen, dette begrenser

tilgangen til anlegget da dagens

HMS rutiner tilsier at tunnelen

må stenges før man kan gå inn i

anlegget. Tunnelen skal benyttes

for testing av to-steps

renseløsninger, derfor er det

bygget et renseanlegg med en

rekke sekundære rensemetoder

som skal utprøves på det

ferdigsedimenterte vannet. Her

skal det testes både posefiltre i

sekvens (for eksempel med forskjellige maskestørrelser), media-filter (med ulike typer

filtermedier) og membranfilter (med ulike maskestørrelser). Med dette testanlegget ønsker

man å finne ut av hvilke renseløsninger som kan gi tilstrekkelig renseeffekt og hvor godt disse

fungerer i praksis.

Våre første vannprøver ble hentet ut i forbindelse med befaring av anlegget i

Bjørnegårdtunnelen. Uvitende om at vannprøvene måtte tas i både glass- og plastemballasje,

hentet vi prøver kun i plastkanner. Dette resulterte i at vannprøvene ikke kunne analyseres for

alle ønskelige stoffer og disse ble derfor ikke brukt. Vi anser uansett denne befaringen som

veldig lærerik, vi fikk både besøkt anlegget og pratet med VA-konsulenten som hadde

designet dette. Det gav oss verdifull innsikt i renseløsninger for tunnelvaskevann og gode tips

til hva som burde inkluderes i vår oppgave.

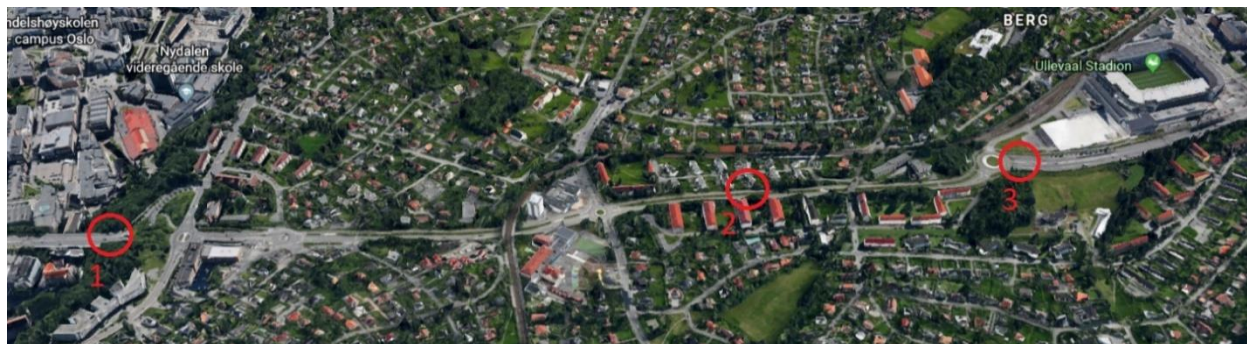


Figur 2-1: Renseanlegg i Bjørnegårdtunnelen (Foto: Christian Øveråsen, 2019)

Ettersom vannprøvene fra Bjørnegårdtunnelen ikke kunne benyttes, skaffet vi ny emballasje og avtalte ny befaring for uttak av prøver. Bjørnegårdtunnelen var nå uaktuell da denne hadde ca. 40 dagers sedimenteringstid før nytt prøveuttak var aktuelt. Etter en sjekk rundt om i Oslo og Akershus, viste det seg at Tåsentunnelen skulle tømmes en av de nærmeste dagene og derfor ble vannprøvene hentet fra denne.

2.2 Tåsentunnelen

Vannprøvene for oppgaven ble hentet ut fra sedimenteringsbassengene i Tåsentunnelen som er en del av ring 3 på riksvei 150 ved Tåsen, nord i Oslo. Tunnelen huser en firefelts vei der kjøretretningene er adskilt i to separate to-felts løp. ÅDT er ca. 50 000 og fartsgrensen er 70 km/t (Tåsentunnel, 2018). I 2017 gjennomgikk tunnelen en større rehabilitering, den ble da oppgradert med renseløsning i form av sedimenteringsanlegg (Statens vegvesen, 2018b) Anleggets ventiler og pumper er automatisert og krever kun at en operatør starter/stopper program for vask eller program for tømming av sedimenteringskamrene. Slammengder og vannstand overvåkes kontinuerlig og alt styres via en datamaskin i teknisk rom. Sedimenteringsanlegget er bygget under jorda, men over tunnelen og har dermed inngang fra dagsone.



Figur 2-2: Oversiktsbilde av Tåsentunnelen. Tunnelåpningene merket (1 og 3) og inngang til sedimenteringsbassenget (2). Hentet fra (Google Earth, 2017)

Etter vask sedimenteres vannet i 21 dager før det slippes ut til Gaustadbekken. For utslipp fra Tåsentunnelen foreligger følgende utslippstillatelse:

Utslippskravene er satt slik at en skal få tilstrekkelig sikkerhet for at utslipp av tunnelvaskevann ikke medfører skadelige utslipp og negativ påvirkning av organismsamfunnet i Gaustadbekken.

Tiltakshaver må etablere en renseløsning som sikrer at utslipp av rensert vann til Gaustadbekken ikke overskrider grensene gitt i tabell 2-1 (Fylkesmannen, 2016, s.4).

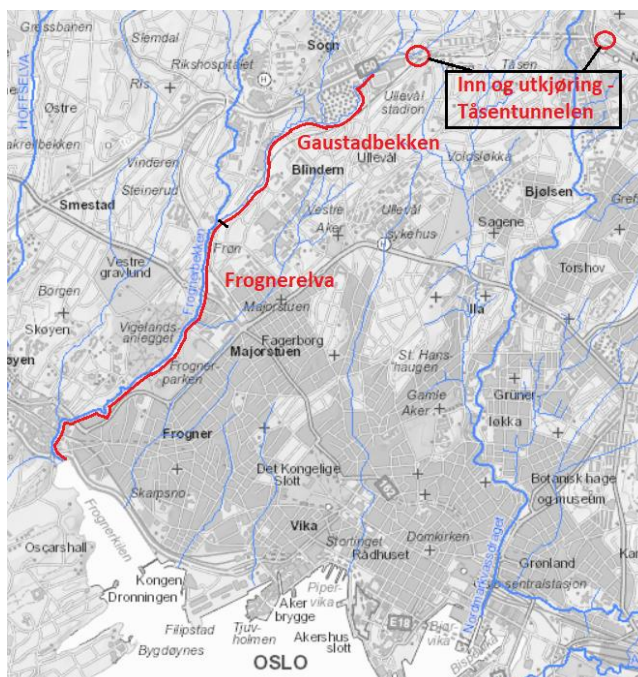
Tabell 2-1: Viser parametere og konsentrasjonsgrenser til utslipp av tunnelvaskevann fra Tåsentunnelen (Fylkesmannen, 2016)

Parameter	Maksimal konsentrasjonsgrense
Suspendert stoff	100 mg/l
Olje	5 mg/l
pH	6-8,5

2.3 Gaustadbekken og Frognerelva

Vaskevannet fra Tåsentunnelen blir sluppet ut i Gaustadbekken litt sør for selve tunnelen. Et stykke nedstrøms møter denne Sognsvannsbekken, sammen danner disse Frognerelva.

Gaustadbekken er klassifisert med «svært dårlig» økologisk tilstand. Dette skyldes primært forekomsten av totalfosfor, totalnitrogen og sinkforbindelser (Vann-nett, 2018a). Frognerelva har noe bedre tilstand enn Gaustadbekken, likevel er den klassifisert med «dårlig» økologisk tilstand. Dette skyldes forekomsten av totalnitrogen, totalfosfor og kobber-, sink- og kromforbindelser (Vann-nett, 2018b).



Figur 2-3: Oversiktsbilde av Gaustadbekken, Frognerelva og Tåsentunnelen (NVE Elvenett, 2014).

3 Metode

3.1 Analyseparametere

For analyse av vaskevannsprøvene kontaktet vi Synlab på Hamar. Det viste seg at disse tidligere hadde analysert prøver av tunnelvaskevann og, i samarbeid med SVV, utviklet en «analysepakke» med tester for aktuelle stoffer. Vi valgte derfor å benytte oss av dette settet tester med kun en egen modifikasjon. Vi ønsket å få et bilde av effekten av salting og inkluderte derfor test for natrium. Andre salter som magnesiumklorid og kalsiumklorid *kan* benyttes, men bruken av disse er minimal og det er derfor kun natrium som ble testet.

Tabell 3-1: Liste over analyseparameterne for tunnelvaskevannet. Natrium (Na) er ikke nevnt i denne tabellen da dette er en tilleggsparameter valgt av oss.

Liste - Analysepakke TUNNELVASK

Avd.kode: SK

Kode	Parameter	Metode
SO-PROS-SK	Prosjektpris (Project cost)	
SP-PAH16-V	16 PAH, miljø, vann	
PAH-NAF-V	Naftalen, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-ANY-V	Acenaftalen, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-ANA-V	Acenaften, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-FLU-V	Fluoren, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-FEN-V	Fenantren, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-ANT-V	Antracen, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-FLA-V	Fluoranten, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-PYR-V	Pyren, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-BAA-V	Benzo(a)antracen, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-CHR-V	Chrysen, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-BBK-V	Benzo(b,k)fluoranten, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-BAP-V	Benzo(a)pyren, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-DAH-V	Dibenz(a,h)antracen, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-IPY-V	Indeno(1,2,3-cd)pyren, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-BGP-V	Benzo(ghi)perylene, PAH, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
PAH-S16-V	Sum påviste 16 PAH'er, miljø, vann	Intern/LL GC-MS
HG-AL-ISON	Kvikksølv	SS-EN ISO 17852 mod.
PB-AL-ISO	Bly, Pb	SS-EN ISO 17294-2
CD-AL-ISO	Kadmium, Cd	SS-EN ISO 17294-2
ZN-AL-ISO	Sink	SS-EN ISO 17294-2
NI-AL-ISO	Nikkel, Ni	SS-EN ISO 17294-2
CR-AL-ISO	Krom, Cr	SS-EN ISO 17294-2
CU-AL-ISO	Kobber, Cu	SS-EN ISO 17294-2
AS-AL-ISO	Arsen, As	NS-EN ISO 17294-2
FE-AL-ISOM	Jern, Fe	SS-EN ISO 11885:2009
AL-AL-ISO	Aluminium, Al	NS-EN ISO 17294-2
MN-AL-ISO	Mangan, Mn	SS-EN ISO 17294
SB-AL-ISO	Antimon, Sb	NS-EN ISO 17294-2
THC-10-12V	Hydrokarboner, fraksjon C10-12	GC/FID
THC-12-16V	Hydrokarboner, fraksjon C12-16	GC/FID
THC-16-22V	Hydrokarboner, fraksjon C16-22	GC/FID
THC-22-35V	Hydrokarboner, fraksjon C22-35	GC/FID
THC-35-40V	Hydrokarboner, fraksjon C35-40	GC/FID
THC-SUMV	Oljeinnhold (THC), total C10-C40	GC/FID, ISO 9377-2
TOR-SIA-SK	Suspendert tørrstoff	NS 4733
N-TOT-HA	Total nitrogen	NS 4743
P-TOT-HA	Total fosfor	Intern mod. ISO 6878
LOC-ALL	Løst organisk karbon	SS-EN 1484 utg.1
PH-VMAN-SK	pH	NS-EN-ISO 10523
TEMP-PH-SK	Temperatur ved pH-måling	
KOND-MA-SK	Konduktivitet 25 °C	NS-ISO 7888
SO4-IC-ALL	Sulfat	SS-EN ISO10304-1:2009
Cl-IC-ALL	Klorid	SS-EN ISO10304-1:2009
N-NO3-ALLV	Nitrat	SS-EN ISO 10304
P-PO4-HA	Fosfat, reaktivt fosfor	Intern mod. ISO 6878
ALK-VMA-SK	Alkalitet	NS-EN-ISO 9963-1
TURB-MA-SK	Turbiditet	NS-EN ISO 7027

3.2 Utstyr

Etter erfaringene gjort ved første prøveuttak konsulterte vi Synlab angående emballasje for prøvene. Vi reiste så til Hamar og hentet egnet emballasje egnet for de aktuelle prøvene.

Dette var:

- 2 glassflasker med 1,5ml saltsyre
- 1 glassflaske uten tilsetning
- 2 plastflasker uten tilsetning
- Thermobag – For å holde stabil temperatur på prøvene under transport.

3.3 Prøvetakingsprosedyre

Prøvene ble hentet ut fra sedimenteringsbassenget i Tåsentunnelen 11.02.19. Det aktuelle vannet hadde da stått til sedimentering i 19 dager. Prøvene ble hentet ut med en lang stang med emballasjen festet i enden. Vi etterstrebet å minimere oppvirvling av vannet ved uttak av prøvene. Emballasjen ble derfor ført langsomt ned i, og opp av vannet. Deretter ble prøvene umiddelbart plassert i thermobag og transportert i bil til Hamar for levering hos Synlab (<2t). Prøvene ble her fryst ned før videresending til annen Synlab-lokasjon. Det ble utført en befaring av anlegget, prøvene ble hentet ut etter denne for å minimere tiden fra prøveuttak til nedfrysing. Vi ønsket i utgangspunktet å være delaktige i analysen av prøvene, dette var dessverre ikke mulig.

4 Resultater

Under presenteres resultatene fra vannanalysen. En rekke av stoffene det ble utført analyser for kunne ikke oppdages i vannet, dette er vist med «mindre-enn» tegn (<) og verdien representerer kun testprosedyrens følsomhet.

Tabell 4-1: Analyseresultater

ANALYSERESULTATER

Provemottak: 11.02.19

Analyseperiode: 11.02.19 - 26.02.19

2019-2431-1

Avløpsvann

Tatt ut: 11.02.19 - 11.02.19

Referanse: Tunnel-vaskevann

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Målemåkerhet
Kvikksolv	§3) <5.0	ng/l	SS-EN ISO 17852 mod.	
Bly, Pb	§3) <1.0	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Kadmium, Cd	§3) <0.15	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Sink	§3) 26	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Nikkel, Ni	§3) 7.5	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Krom, Cr	§3) <2.5	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Kobber, Cu	§3) 7.8	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Arsen, As	§3) 1.7	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Jern, Fe	§3) 0.75	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±0.380
Aluminium, Al	§3) 360	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	§3) 560	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Antimon, Sb	§3) 2.3	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Natrium, Na	§3) 2000.00	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Suspendert stoff - GF/C	13	mg/l	NS-EN 872	±3
Total nitrogen	2.2	mg N/l	NS 4743	±0.32
Total fosfor	<0.050	mg P/l	Intern mod. ISO 6878	±0,012
Løst organisk karbon	§3) 20.0	mg C/l	SS-EN 1484 utg.1	
pH ved 19-25°C	7.5		NS-EN ISO 10523	±0,2
Temperatur ved pH-måling	22.7	°C		
Konduktivitet 25 °C	1040	mS/m	Basert på NS-ISO 7888	±104.0
Sulfat	§3) 42	mg SO4/l	SS-EN ISO 10304-1:2009	
Klorid	§3) 82	mg Cl/l	SS-EN ISO 10304-1:2009	
Nitrat	§3) 0.230	mg N/l	SS-EN ISO 10304	±0.035
Fosfat, reaktivt fosfor	<0.050	mg/l	Intern mod. ISO 6878	
Alkalitet	3.41	mmol/l	ISO 9963-1	
Turbiditet	8.8	FNU	NS-EN ISO 7027	±1.100
Acenaften, PAH	§3) <0.10	µg/l	GCMS	
Acenaftalen, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Naftalen, PAH	§3) <0.10	µg/l	GCMS	
PAH-L, Sum	§3) <0.1	µg/l	Beregnet	
Antracen, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Fenantren, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Fluoranten, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Fluoren, PAH	§3) <0.10	µg/l	GCMS	
Pyren, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
PAH-M, Sum	§3) <0.2	µg/l	Beregnet	
Benzo(a)antracen, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Benzo(a)pyren, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Benzo(b)fluoranten, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Benzo(k)fluoranten, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Benzo(ghi)perylene, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Chrysen/Trifenylene, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Dibenzo(a,h)antracen, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
Indeno(1,2,3-cd)pyren, PAH	§3) <0.1	µg/l	GCMS	
PAH-H-, Sum	§3) <0.3	µg/l	Beregnet	
PAH, Sum cancerogena	§3) <1	µg/l	Beregnet	
PAH, Sum øvrige	§3) <1.0	µg/l	Beregnet	
Oljefraksjon C10-12	§3) <0.005	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljefraksjon C12-16	§3) <0.005	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljefraksjon C16-35	§3) <0.035	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljefraksjon C35-40	§3) <0.030	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljeindeks, sum >C10-C40	§3) <0.075	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	

< betyr: Mindre enn

§3) Utført av Synlab AB - Linköping ISO17025:2005 SWEDAC 1006

5 Diskusjon

5.1 Problematiske stoffer

Vår analyse av det ferdig sedimenterte tunnelvaskevannet var godt innenfor kravene i utslippstillatelsen for Tåsentunnelen. Dette til tross for at prøvene ble tatt i en skitten periode med blant annet mye salting av veien.

Tabell 5-1: Resultat og utslippskrav (Fylkesmannen, 2016)

Parameter	Resultater	Utslippstillatelse
Suspendert stoff	13 mg/l	100 mg/l
Olje	< 0,075 mg/l	5 mg/l
pH	7,5	6 - 8,5

I tillegg til parameterne pH, SS, konduktivitet, alkalitet og turbiditet ble det påvist 14 stoffer/stoffgrupper i våre prøver:

Tabell 5-2: Stoffer påvist i vaskevannet fra Tåsentunnelen

Kjemisk stoff	Resultat	Måleenhet
Suspendert stoff	13	mg/l
pH	7,5	
Sink, Zn	26	µg/l
Nikkel, Ni	7,5	µg/l
Kobber, Cu	7,8	µg/l
Arsen, As	1,7	µg/l
Jern, Fe	0,75	mg/l
Aluminium, Al	360	µg/l
Mangan, Mn	560	µg/l
Antimon, Sb	2,3	µg/l
Natrium, Na	2000	mg/l
Total nitrogen	2,2	mg N/l
Løst org. Karbon	20	mg C/l
Konduktivitet 25 °C	1040	mS/m
Sulfat	42	mg SO ₄ /l
Klorid	82	mg Cl/l
Nitrat	0,23	mg N/l
Alkalitet	3,41	Mmol/l
Turbiditet	8,8	FNU

Som nevnt i objektbeskrivelsen er forekomsten av sink, fosfor og nitrogen hovedårsaken til at Gaustadbekkens økologiske tilstand er klassifisert som «svært dårlig». Ifølge vann-nett (2018a) er innholdet av nitrogen og sink i Gaustadbekken hhv. 1,4 mg N/l og 9,86 µg/l. Det sedimenterte vaskevannet fra Tåsentunnelen hadde et innhold av de samme stoffene på hhv. 2,2 mg N/l og 26 µg/l. Vaskevannet tilfører dermed bekken disse stoffene og bidrar til ytterligere forringelse selv om utslippet er godt innenfor kravene i utslippstillatelsen.

5.2 Rensemeter

Våre analyser av vaskevannet fra Tåsentunnelen påviste flere av stoffene nevnt i tabell 1-1 i innledningen. De fleste av stoffene forekommer i lavere konsentrasjoner enn det man vet finnes i urensset tunnelvaskevann. Ut ifra våre resultater kan man altså *anta* at sedimenteringen fjerner en god del av forurensningene fra tunnelvaskevannet selv om vi ikke har prøver av vannet før sedimentering for sammenlikning. Meland og Roseth (2011), Byman (2012), Hallberg (2014) som henvist i (VA-Forum, 2016) viser til en rekke studier for rensing av tunnelvaskevann. Disse studiene viser også at sedimentering i stor grad fjerner partikulære stoffer i vaskevannet.

I våre resultater ser vi at natrium, tungmetaller og nitrogen fortsatt forekommer i problematiske konsentrasjoner. De fleste av disse stoffene kan fjernes med tradisjonelle rensemetoder som kjemisk felling, flokkulering, sedimentering, flotasjon og filtrering. Slike renseløsninger vil dermed kunne redusere miljøbelastningen forårsaket av tunnelvaskevannet. Løste stoffer som natrium og nitrogen krever mer avanserte prosesser, for eksempel filtrering ved omvendt osmose (Hofstad, 2016; Barlinthaug, 2018). Biologiske renseløsninger anser vi som uaktuelle for bruk i tunnel da disse ofte er avhengige av kontinuerlig drift og heller ikke er egnet til å rense alle de aktuelle forurensningene.

I enkelte tilfeller vil det ikke være mulig å bygge renseløsninger i tunneler på grunn av plassmangel, i andre tilfeller vil det ikke være hensiktsmessig på grunn av lave vaskevannsmengder eller lav hyppighet for vask.

På grunn av disse tunnelene har vi valgt å se på mobile renseløsninger, disse er omtalt under ett og på overordnet nivå. Vi har ikke vurdert ulike metoder brukt i disse.

5.2.1 Mobile renseløsninger

For enkelte eksisterende tunneler er det vanskelig og lite lønnsomt å bygge stasjonære renseløsninger på grunn av plassmangel og lave vannmengder/vaskehyppighet. Dette gjelder for eksempel tunneler med lav ÅDT (lav vaskehyppighet) og små tunneler (lav vannmengde). I disse tilfellene kan det være hensiktsmessig å benytte mobile renselanlegg. På denne måten kan man rense vann fra tunneler der det ikke er økonomisk forsvarlig å investere i renseløsninger. Selv om disse tunnelene antakeligvis ikke fører til de største miljøpåvirkningene når man ser på de enkeltvis vil antallet gjøre at det er snakk om betydelige totaler. Derfor mener vi det er viktig å ikke overse disse i arbeidet med å redusere miljøpåvirkningen av tunnelvaskevannet.

Ifølge SVVs rapport om mobile renseløsninger er renselanlegg av denne typen bygget i containere og kan lastes på lastebiler/trailere (Sahu, Garshol og Vik, 2016). Slike containerbaserte løsninger kommer i både 20 og 40 fots containere og kan hhv. behandle ca. 10 - 15 m³ og 30 m³ vann i timen. Det vil være mulig å benytte seg av flere containere simultant dersom vannmengdene krever dette. Det kan også etableres semi-mobile løsninger. En semi-mobil løsning kan bestå av flere containere som kan etableres som renselanlegg og motta vaskevann fra flere tunneler innen et bestemt område. Denne vil da etableres i nærheten av en tunnel med god resipient som er lite sårbar og vannet fra alle tunnelene sendes dit. Ved benyttelse av denne type løsning må tunnelvaskingen koordineres for at vask og rensing kan optimaliseres med tanke på driftspersonell og tankbiler for frakting av vann.

Vi ser for oss at mobile renseløsninger kan bidra til å redusere miljøpåvirkningen ved at de muliggjør rensing av vann fra tunneler der det er plassmangel eller ikke kan forsvares å investere i stasjonære anlegg. Disse løsningene vil også antakelig kunne etableres hurtigere enn man kan få på plass stasjonære anlegg.

Rensemetsodene som kan være aktuelle i et slikt anlegg vil variere og må vurderes ut ifra det enkelte områdes tunneler og formålet med rensingen med tanke på resipienters sårbarhet. I rapport nr. 498 fra SVV, som omhandler mobile renseløsninger, har flere leverandører foreslått kjente resemetsoder de mener kan benyttes for mobile renselanlegg (Sahu, Garshol og Vik, 2016). Her nevnes også resemetsoder som ikke ennå er testet og benyttet i full skala, disse har vi valgt å se bort ifra.

Som forbehandling av tunnelvaskevannet foreslås prosesser som sedimentering, flotasjon, og grovfiltrering for fjerning av store partikkelbundne stoffer. Etterfulgt av grovsepareringen er det hensiktsmessig med prosesser for fjerning av mindre partikler som ikke fjernes i grovseparasjonssteget. Dette kan være for eksempel kjemisk felling, flotasjon eller filtrering ved bruk av membran. For fjerning av løste tungmetaller og andre stoffer løst i vannfasen nevnes oksidasjon, ionebytting, pH-justering, kjemisk felling, nanofiltrering, GAC-filtrering og biologisk rensing (Sahu, Garshol og Vik, 2016). Til slutt skal slammet håndteres. Kjemikalierne som er foreslått benyttet i renseprosessene inneholder ikke miljøgifter som krever spesiell håndtering, likevel må slam med miljøgifter, tungmetaller og olje leveres til godkjente deponier.

Av de 10 leverandørene som er nevnt i rapporten oppgir kun 4 av de mulig renseeffekt for de ulike stoffgruppene. Renseeffekten som kan oppnås er 87 - 99% fjerning av TSS, 83 - 90% reduksjon av KOF, 85 - 90% nedbrytning av vaskemiddel, 60 - 99% fjerning av hydrokarboner og 95 - 99% fjerning av tungmetaller (Sahu, Garshol og Vik, 2016). Leverandørene som oppga disse verdiene for renseeffekten har ingen praktisk erfaring for rensing av tunnelvaskevann med mobile renseanlegg. Tallene er dermed basert på erfaring med bruk av rensemetodene på annet, sammenliknbart avløpsvann.

Mobile renseanlegg fører med seg store investeringskostnader og prisen for anlegg som behandler 10 – 30 m³ vann i timen varierer fra 2 – 5 millioner NOK. For de store konteinerløsningene er det ikke oppgitt priser. Driftskostnadene forventes å ligge mellom 20 – 40 NOK per m³ vann, ikke inkludert personell for å drifte anlegget (Sahu, Garshol og Vik, 2016). Bruken av kjemikalier og generell drift av anlegget vil kreve spesialisert driftspersonell, dette gjelder også for tømning og frakting av slam.

Dette vil føre til ekstra kostnader. Vi mener komplette løsninger må testes i praksis for å danne et godt bilde av hvordan disse vil fungere.

5.2.2 Sedimentering

Sedimentering er i dag den mest utbredte renseprosessen for rensing av tunnelvaskevann. Grunnen til dette er at prosessen er enkel, driftssikker og i all hovedsak går av seg selv. Ved å benytte sedimentering alene kan man oppnå vannkvaliteter som oppfyller kravene i de fleste av dagens utlippstillatelser (VA-Forum, 2016).

Sedimentering er en prosess der partikkelbundne stoffer i vann synker og avsettes. Dette kan foregå kontinuerlig ved at vann strømmer sakte gjennom et basseng og partikler avsettes på veien, eller diskontinuerlig ved at en mengde vann står stille i bassenget en viss tid.

Sedimenteringen som i dag foregår ved rensing av tunnelvaskevann er i hovedsak diskontinuerlig (dette gjelder ikke for naturbaserte løsninger, disse er omtalt senere). I praksis fylles bassenget ved vask og tømmes før neste vask. Effekten av sedimenteringen vil primært avhenge av vannets oppholdstid i bassenget. Laboratorieforsøk på sedimenteringseffekten på tunnelvaskevann ved ulike temperaturer (Garshol et al., 2015 som henvist i (VA-Forum, 2016)) viser også en markant bedre sedimentering ved 25°C enn ved 4°C ved samme oppholdstid.

Dette forsøket viser også god rensesgrad for miljøgifter (hhv. 95% og 97% reduksjon av Cu og Zn) ved sedimentering i 25°C og oppholdstid på 5 uker. Allerede etter 1 uke var reduksjonen av kobber og sink hhv. 58% og 72%. Såpe inneholder ofte stoffer som danner komplekser med tungmetaller og fører dermed til at disse blir i løsning og ikke sedimenteres. Den økte rensesgraden etter 5 uker antas derfor i hovedsak å skyldes nedbryting av såpen slik at tungmetallene felles ut og sedimenteres. Med andre ord kan både temperatur og oppholdstid justeres for å oppnå bedre effekt av sedimenteringen. Når sedimentering benyttes som rensemetode er det viktig med regelmessig slamtømming. I utgangspunktet fører lengre oppholdstid til avsetting av flere partikler, men dersom slammet blir liggende for lenge på bunnen av bassenget kan det oppstå anaerobe forhold som vil re-suspenderere stoffer i vannet (Garshol, 2016).

Partikkelens størrelse og vekt er avgjørende ved sedimentering. Jo større og tyngre de er dess forttere synker de, dette er beskrevet ved Stokes lov. For å øke effekten av sedimentering kan kjemisk felling eller flokkulering benyttes som forbehandling. Disse vil kunne felle ut løste stoffer og/eller øke partikkelstørrelse ved å bidra til at mindre partikler bindes sammen i større fnokker. Flokkulering og felling vil kunne benyttes som forbehandling også til andre separasjonsprosesser som flotasjon og filtrering, likevel har vi omtalt de primært som forbehandling til sedimentering. Dette er fordi disse prosessene kan ettermonteres for å øke effektiviteten på eksisterende sedimenteringsanlegg.

$$v_s = \frac{1}{18\mu[g(\rho_p - \rho_w)d_p^2]}$$

Figur 5-1: Stokes lov hvor v_s er synkehastigheten, μ er den absolutte viskositet, g er gravitasjon (9,81), ρ_p er partikkelens tetthet, ρ_w er vannets tetthet og d_p er partikkelens diameter. (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

5.2.3 Kjemisk felling

Endel av partiklene i tunnelvaskevannet er såkalte kolloider og har en diameter på 0,001 – 1 µm og vil kunne holde seg svevende i vannfasen gjennom hele sedimenteringsprosessen. For å sedimentere slike partikler kan det tilsettes et fellingsmiddel. Dette er kjemikalier som forårsaker utfelling og koagulering av det finpartikulære stoffet (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Studier med fokus på rensing av tungmetaller utført av Byman (2012), Hallberg (2014) og Garshol (2015) som henvist i (Nersten, 2016), viser god renseeffekt ved bruk av kjemisk felling.

De vanligst benyttede fellingsmidlene er salter av aluminium og jern. Ved innblanding av disse fellingsmidlene er pH-verdien og temperaturen i vannet av stor betydning for løseligheten av de utfelte partiklene. Ved benyttelse av PAX er pH-verdien og temperaturen ikke like betydningsfull som for aluminium- og jernsalter (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). For renseløsninger i tunnel vil det derfor være hensiktsmessig å benytte PAX da dette er den løsningen som krever minst kontrollerte omgivelser.

For å oppnå god destabilisering og fellingsreaksjon er det for alle fellingsmidler viktig med god innblanding. Det er derfor avgjørende å benytte en god innblandingsenhet (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

Når man tilsetter fellingsmiddel vil pH-verdien endre seg avhengig av hvilke kjemikalier som er benyttet. Tilsetting av aluminium- eller jernsalter som fellingskjemikalie vil gjøre vannet surere (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Ved bruk av felling på tunnelvaskevann vil det derfor være viktig å måle pH-verdien for vannet etter det gitte fellingsmiddelet er tilsatt for å kunne heve eller senke den og gjøre vannet så nøytralt som mulig før utslipp til resipient. Dette er viktig for de vannlevende organismene i vannet og dermed viktig for å redusere miljøpåvirkningen.

Kjemisk felling er en relativt enkel prosess, likevel er selve innblandingsenheten en mekanisk innretning og dermed må noe vedlikehold påregnes. Driftskostnadene vil primært være knyttet til kostanden av selve kjemikalet. Kjemikaliehåndtering krever ekstra opplæring av personell og vil derfor føre til ekstra kostnader.

Bruken av kjemisk felling som renseprosess vil også gi mer slam da flere partikler og stoffer blir bunnfelt. Sedimenteringsbassengene må derfor tømmes hyppigere og mer slam må leveres til deponi. Steg for kjemisk felling kan ettermonteres og benyttes for å øke rensegraden i eksisterende anlegg basert på sedimentering, dette vil kun kreve installasjon av en innblandingsenhet.

5.2.4 Flokkulering

Flokkulering er en prosess der partikler kolliderer og bygges opp til større fnokker. Flokkulering foregår ved hjelp av et padlerverk/ propellomrørere i bassenger, eller ved at vannet ledes gjennom et rør med innsatser av vridde blader som skaper omrøring. For å øke flokkuleringshastigheten kan det tilsettes kjemikalier, disse kalles flokkulanter. Effektiviteten av flokkulering som resem metode avhenger av tre variable: omblandingsintensiteten, partikkelkonsentrasjonen (avhengig av vannets sammensetning og flokulant) og omrøringstiden (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Påfølgende separasjonssteg kan ha betydning for hvilke egenskaper man ønsker på fnokkene. Dersom fnokkene fjernes ved sedimentering er det ønskelig med store og tunge fnokker for å øke synkehastigheten. Dersom de skal fjernes ved flotasjon ønsker man en lett fnokk som enklere stiger til overflaten og dersom fnokkene skal filtreres vekk er det ønskelig med mindre og mer kompakte fnokker (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

Flokkuleringssteg kan i likhet med kjemisk felling ettermonteres i tunnel for å bedre effekten av sedimentering. Flokkuleringsprosessen krever, i tillegg til innblandingsenhet, enheter for omrøring av vannmassene der oppbygging av fnokkene foregår. Dette betyr flere mekaniske innretninger som gir større vedlikeholdsbehov og krever større plass. Det kan benyttes rørflokkulering og slik unngå mekaniske innretninger for omrøring. Flokkulering er en forholdsvis enkel og godt utprøvd prosess. Flokkulering krever også håndtering av kjemikalier.

5.2.5 Flotasjon

Flotasjon er i likhet med sedimentering et separasjonssteg og foregår i bassenger. Der man i sedimentering skiller ut partikler ved å la de synke, prøver man i flotasjon å få de til å flyte.

Ved flotasjon tilfører man luft fra bassengets bunn, og dermed hefter små luftbobler seg til slampartiklene og bringer disse til overflaten (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

På denne måten blir slammet liggende som et teppe på vannoverflaten og kan separeres ved hjelp av en slamskrape. Ved en god flotasjon dannes relativt små tette fnokker på luftboblene, dette medfører høyere konsentrasjon på slammet og dermed mindre slamvolum enn ved sedimentering. Flotasjonsprosessen går også raskere enn sedimentering, og det kreves derfor mindre overflateareal av bassengene (dette gjelder ved kontinuerlig drift) (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Vann- og avløpsteknikk sier imidlertid at denne rensemetoden normalt blir dyrere enn sedimentering blant annet på grunn av større krav til vedlikehold og driftsovervåkning (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

Vi klarte ikke å finne frem til litteratur som henviser til effekten av flotasjon på tunnelvaskevann, veivann eller andre sammenliknbare løsninger og kan derfor ikke henvide til renseseffekt. Dette er imidlertid en betydelig mer teknologisk prosess enn sedimentering, og kan ikke benyttes diskontinuerlig. Denne vil ha større behov for overvåkning i drift og større behov for vedlikehold, og dermed dyrere.

5.2.6 Filtrering

Filtrering er renseprosesser der man separer partikler fra vannet ved å la det strømme gjennom et porøst materiale som holder tilbake enkelte partikler. Partiklene separeres i filteret enten som følge av deres fysiske- (størrelse) eller kjemiske egenskaper. Det finnes en rekke ulike filterløsninger, disse kan bestå av naturlige eller konstruerte materialer. I oppgaven skiller vi løsningene etter to ulike funksjonsmetoder, *mediafilter* og *membranfilter*. I et mediafilter vil vannet strømme et gjennom løst materiale (f.eks. sand, kull, antrasitt), i et membranfilter vil det strømme gjennom et fast sjikt med bestemte poreåpninger.

5.2.6.1 Mediafiltrering

Mediafiltre består av en filtertank med media, et overgangssjikt som hindrer utvasking av mediet og et system for tilbakespyling for å fjerne avsatt slam. Videre er det behov for et kontrollsystem for styring av ventiler og overvåkning. Mediafiltrene forekommer som oppstrøms- og nedstrømsfiltre, disse jobber hhv. mot og med tyngdekraften.

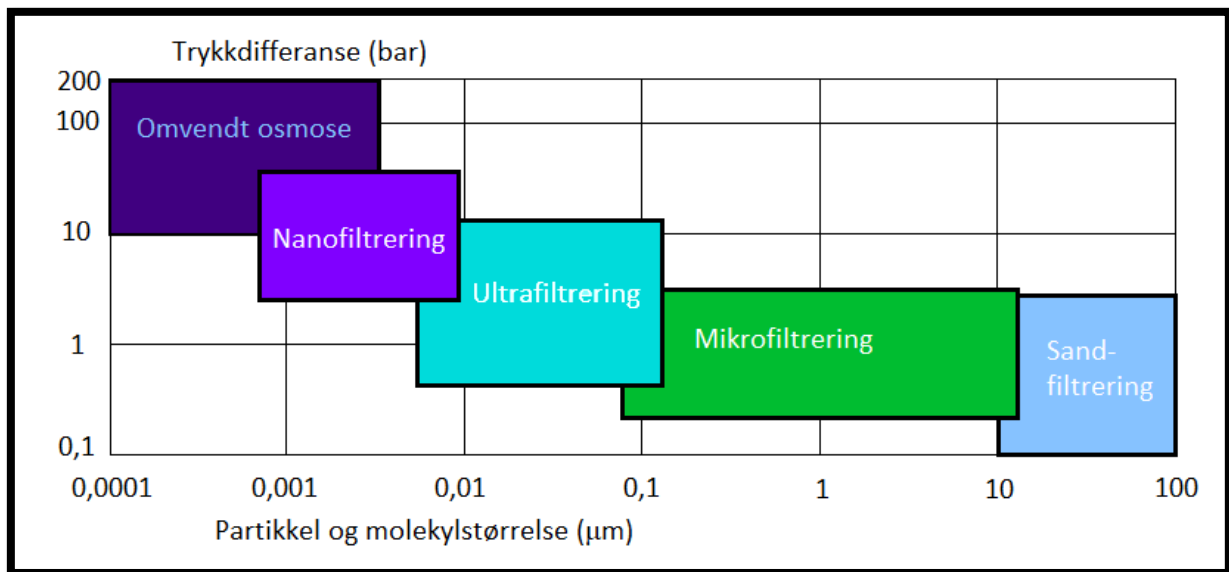
Nedstrømsfiltre bygges gjerne opp av flere lag med ulik kornstørrelse fra grov til fin i strømmereiningen. Dette sprer slamoppbyggingen over de ulike lagene og gir filteret større slamkapasitet, som igjen fører til mindre behov for tilbakespyling.

En rekke ulike typer media kan benyttes i ulike rekkefølger ettersom hva man ønsker å oppnå med rensingen. Nedstrømsfiltre krever eget system av ledninger og ventiler for tilbakespyling (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Oppstrømsfiltre brukes som oftest med ikke-ensgradert sand, denne vil naturlig falle med de groveste kornene nærmest bunnen og de fineste nærmest toppen etter noen få tilbakespylinger med oppvirvling av mediet (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Dermed kan man oppnå samme effekt som ved bruk av flere kornstørrelser lagvis i nedstrømsfiltre. Ved bruk av oppstrømsfiltre er det viktig at filtreringshastigheten ikke blir for høy da fine sandkorn på overflaten av filteret kan virvles opp i det rensede vannet. Eget system av ledninger og ventiler til tilbakespyling kreves ikke (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

Disse filtreringsmetodene kan være aktuelle for rensing av tunnelvaskevann. De krever lite tilsyn og vedlikehold for å holdes i gang. Begge filterløsningene vil kreve installasjon av pumper for å drive vannet og/eller tilbakespylingen. Dette kan være kostbart og betinger at det er plass. Slamtømming av filteret skjer som regel ved hjelp av en automatisk tilbakespyling. Et slikt filter brukt alene må imidlertid tømmes oftere enn sedimenteringsbassengene som brukes i dag, dette vil kreve hyppigere bortkjøring av slam eller mulighet for lagring av slam inne i anlegget. Mediafiltrene vil kunne brukes som frittstående rensessteg, men vil være mest aktuelle for sekundær rensing etter sedimentering. Disse evner å fjerne partikler sedimenteringen ikke klarer å fjerne og vil antakelig tettes relativt fort dersom det benyttes alene.

5.2.6.2 Membranfiltrering

Membranfiltrering er en form for filtrering der vannet presses gjennom en membran med bestemte poreåpninger, membranen holder så igjen partikler større enn poreåpningene. Disse filtrene er ofte laget av ulike typer syntetiske plaststoffer. Membranfiltrering deles inn i 4 grupper etter poreåpningene i filtrene som vist i figur 5-2. Til sammenlikning har vi også inkludert sandfiltrering i figuren.



Figur 5-2: Modifisert etter (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014)

Ved bruk av membranfiltrering kan porestørrelse tilpasses etter hva en ønsker å fjerne fra vannet. Ved bruk av filtre med små poreåpninger (<1nm) kan en fjerne svært små partikler, disse filterne vil imidlertid være så tette at det kreves høyt trykk (10-200 bar) for å presse vannet gjennom filteret. Ved små porestørrelser vil filtreringshastigheten bli lav og filterne vil lettere tettes (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Jo mindre poreåpninger som velges og høyere trykk som kreves, dess mer kostbar vil prosessen være. Dette skyldes høye investerings- og driftskostander. Enklere filterløsninger med porestørrelser >10nm vil derfor være mer aktuelt for rensing av tunnelvaskevann. Gjentetting av filterne er den største utfordringen ved bruk av membranfiltrering, dette kan skyldes årsaker som avsetning på membranen, begroing i og på membranen og blokkering av porene på grunn av partikler med tilsvarende størrelse. Ulike rengjøringsystemer og kjemikalier benyttes for å motvirke dette (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014).

Membranfiltrering vil være en høyaktuell løsning for sekundært rensessteg etterfølgende sedimentering. Løsningen trenger ikke å være særlig plasskrevende og har generelt lite behov for vedlikehold. Løsningen kan også benyttes som selvstående renseløsning, da vil sekvensiell filtrering med minkende poreåpninger være mest aktuell for å unngå tetting av filtre og dermed redusere behovet for rengjøring. I SVVs testanlegg i Bjørnegårdstunnelen er det montert filtreringsløsning basert på engangs posefiltre. Disse vil ikke ha behov for rengjøringsystem da problemer med tetting og begroing ganske enkelt løses ved å bytte

filtrene. Derfor mener vi disse løsningene vil være mest aktuelle. Enkle filtreringsløsninger er relativt billige, mens de kompliserte løsningen kan være svært dyre.

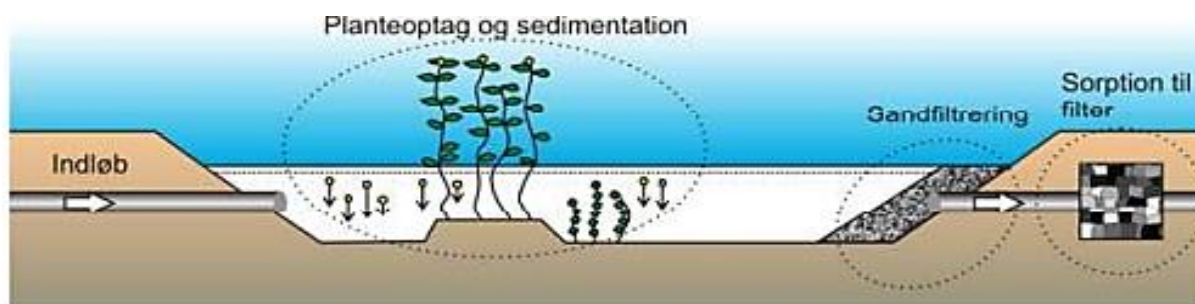
Dersom det blir aktuelt å rense tunnelvaskevannet for salt er det mulig å gjøre dette ved hjelp av omvendt osmose. Dette er membranfiltrering med svært små poreåpninger og høyt trykk. Omvendt osmose brukes i dag til avsalting av havvann for drikkevannsproduksjon, dette er en svært kostbar og komplisert prosess sammenliknet med andre renseløsninger aktuelle for tunnelvaskevann (Ødegaard, Aasen og Norheim, 2014). Til tross for at denne prosessen nærmest ville fjerne enhver forurensning i vaskevannet, anser vi den som for komplisert og kostbar til dette bruk.

5.2.7 Naturbaserte renseløsninger

Det finnes i dag over 150 naturbaserte renseløsninger i Norge for avrenning fra vei og tunnel. Dette er utendørs åpne sedimenteringsbassenger som, på lik linje med innendørs sedimenteringsløsninger, fungerer ved å avsette partikkelbundne stoffer. Disse løsningene er enkle og billige å bygge og krever praktisk talt ingen aktiv drift foruten regelmessig slamtømming. Svakheten ved disse renseløsningene er påvirkning av ytre forhold. Nedbør og tilrenning vil føre til omrøring av vannmassene og er ugunstig for sedimenteringen (Cowi AS og Statens vegvesen, 2012). Disse forholdene er umulig å kontrollere, derfor opplever man ustabil sedimentering i anleggene og påfølgende variasjon i rensegrad. Meland (2010) har påvist redusert vekst hos sommergammel sjørørret nedstrøms Vassum renseløsbasseng som mottar tunnelvaskevann. Følgende kan det argumenteres for at dette er en utilstrekkelig renseløsning.

For å øke renseseffekten ved bruk av disse løsningene kan det benyttes to-steps rensing med andre løsninger som flokkulering eller kjemisk felling i forkant av sedimentering, eller filtrering i etterkant av sedimentering. Det er også mulig å øke renseseffekten ved å integrere filterløsninger i selve bassenget. Sorpsjonsfiltrering er et eksempel på slik løsning og vil kunne fjerne både løste og kolloide stoffer. Sorpsjonsfiltret filtrerer ut stoffer ved at disse hefter til mediet basert på deres kjemiske egenskaper. Anlegget utformes da med et sandfilter ved utløpet av sedimenteringsbassenget og et sorpsjonsfilter bestående av for eksempel skjellsand. Sandfilteret fjerner mindre partikler som ikke er sedimentert og beskytter selve sorpsjonsfilteret fra unødvendig slamoppbygging. Slike løsninger har vist gode resultater for

rensing av miljøgifter sammenliknet med rene sedimentasjonsbassenger (Cowi AS og Statens vegvesen, 2012).



Figur 5-3: Eksempel på utforming av naturbasert renseløsning med sedimentering, sandfiltrering og sorpsjonsfilter. Hentet fra (Cowi AS og Statens vegvesen, 2012)

Naturbaserte anlegg kun basert på sedimentering er i vår mening en utilstrekkelig renseløsning for tunnelvaskevann. Dersom disse bygges med tilleggsløsninger som filtrering eller forbehandling ved kjemisk felling eller flokkulering kan de muligens gi tilstrekkelige rensesgrader. Anleggene er også billige og driftssikre og krever lite utover slamtømming. De ytre faktorene som kan forstyrre sedimenteringen vil likevel ikke la seg kontrollere. Dessuten er disse bassengene ikke skjermet fra omgivelsene. Dermed vil dyr, fugler og insekter ha tilgang til det forurensede vannet og kan påføres skader som følge av dette. Vi mener derfor slike løsninger, som de er bygget i dag, i beste fall kan benyttes som reserveløsning der forholdene hindrer bygging av andre renseløsninger. Vi foreslår å undersøke mulighetene for å skjerme slike anlegg fra omgivelsene og dermed løse en del av disse utfordringene. Hvordan dette vil påvirke kostnadene og lønnsomheten for et slikt anlegg tar vi imidlertid ikke for oss i denne oppgaven.

5.3 Øvrig håndtering

Renseteknikk er selvfølgelig et sentralt tema når målet er å redusere miljøpåvirkningen skapt av tunnelvaskevann. Likevel føler vi dette kun er en del av løsningen. Det er like viktig å etablere tydelige føringer for håndtering av tunnelvaskevann som er i tråd med gjeldende lover og regler. For å igangsette effektive og samfunnsøkonomisk forsvarlige miljøtiltak er man avhengig av et visst kunnskapsnivå og rammeverk for handling. Dette er svært viktig for å prioritere hvilke eksisterende tunneller som har størst behov for etter-installering av renseløsninger og hvilke nye tunneller som skal bygges med renseløsninger.

Vi ønsker derfor å diskutere dette i vår oppgave. Vi syntes det var merkelig at dette ikke var omtalt i større grad i rapporter og oppgaver vi har lest før vi oppdaget rapporten Regional handlingsplan for håndtering av tunnelvaskevann (2018) fra Region midt. Denne har som mål å «[...] gi en oversikt over utslipp av tunnelvaskevann og problematikken rundt dette for tunnelene i Region midt. Handlingsplanen gir en anbefaling til hvordan tunnelvaskevann bør håndteres og hvilke tiltak som bør iverksettes» (Rødland *et al.*, 2018, s. 2). Handlingsplanen tar altså for seg mye av det vi ønsket å diskutere og har derfor blitt styrende for denne delen av vår oppgave.

5.3.1 Lover og regler

Dersom det skal legges nye føringer for håndtering av tunnelvaskevann må disse hensynta gjeldende lover og forskrifter. Naturlig nok finnes det ingen lover eller forskrifter som omtaler tunnelvaskevann spesielt, ei heller finnes lover eller forskrifter som angir grenseverdier for stoffkonsentrasjoner en kan slippe ut. Ulike resipienter har ulik sårbarhet og tåler ulike mengder påkjenning fra forurensning, en vurdering av resipient er derfor uansett nødvendig. Likevel bør kanskje ett sett veiledende grenseverdier foreligge, disse kunne for eksempel benyttes for større resipienter som ikke er sårbare. I dag gis i praksis utslippstillatelser av fylkesmannen, disse er i hovedsak basert på resipientens størrelse, tilstand og sårbarhet. De vi har sett i forbindelse med prosjektarbeidet er enkle og baseres kun på suspendert stoff, olje og pH.

Primært vil forurensningsloven, naturmangfoldloven og vannforskriften være styrende for utslipp av tunnelvaskevann. Under vil vi foreta en gjennomgang av det mest relevante fra disse lovene og forskriften som beskrevet i Regional handlingsplan for håndtering av tunnelvaskevann (Rødland *et al.*, 2018).

5.3.1.1 Vannforskriften

Vannforskriftens §4 sier overflatevann skal beskyttes mot forringelse og gjenopprettes med sikte på at alle vannforekomster skal ha minst god økologisk og kjemisk tilstand (Vannforskriften, 2006). Krav for tilstandsklassifisering er vedlagt forskriften.

Videre beskriver forskriften krav om oppdaterte tiltaksprogram for den enkelte vannregion. Dette programmet skal, etter §25, blant annet omfatte tiltak for reduksjon for utslipp av prioriterte stoffer og forebygging av og kontroll med utslipp fra punktkilder og diffuse kilder som kan forårsake forurensning og om relevant forbud mot disse (Vannforskriften, 2006).

5.3.1.2 Forurensningsloven

Forurensningsloven §2 sier generelt det skal arbeides for å hindre at forurensning oppstår eller øker og at den skal nyttes for å oppnå tilfredsstillende miljøkvalitet med tanke på helse, velferd, naturmiljøet og kostnader forbundet med tiltak.

Etter §7 er man pliktig til å ikke sette i gang noe som kan føre til fare for forurensning, dersom det ikke er gitt spesiell tillatelse for dette. Dersom det er fare for at forurensning oppstår, eller forurensning har oppstått, er den ansvarlige pliktige til å utføre tiltak for å stanse dette. §11 åpner likevel for virksomhet som kan føre til forurensning der det gis tillatelse for dette (Forurensningsloven, 1983).

5.3.1.3 Naturmangfoldloven

Naturmangfoldloven §4 og §5 angir forvaltningsmål for hhv. naturtyper og økosystemer og arter. Målet er at disse ivaretas i deres naturlige utbredelsesområder og at arter forekommer i levedyktige bestander. Dette inkluderer at økosystemers funksjon, struktur og produktivitet, samt at arters økologiske funksjonsområder og økologiske betingelser ivaretas.

§6, generell aktsomhetsplikt, omhandler enhvers plikt til å opptre aktsom og innenfor rimelighetens grenser gjøre det som er mulig for å unngå skade på naturmangfoldet.

§8 og §9 omhandler kunnskapsgrunnlaget og føre-var-prinsippet. Disse sier at offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet, så langt det er rimelig, skal bygge på vitenskapelig kunnskap om bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand samt effekten av påvirkninger. Treffes det beslutninger uten at slik kunnskap foreligger skal man ta sikte på å unngå mulig vesentlig skade, og mangel på kunnskap skal aldri benyttes som begrunnelse for å utsette eller unnlate å iverksette tiltak (Naturmangfoldloven, 2009).

Disse paragrafene vil alle være aktuelle for tunellvaskevann. Vannforskriften sier direkte at vannforekomster ikke skal forurennes, forurensningsloven sier generelt at det skal arbeides for å unngå forurensning, noe vi vet forekommer som følge av tunnelvaskevann.

Tidligere nevnte §7 kan overholdes ved å benytte gode renseløsninger for nye tunneller som bygges slik at forurenset vann ikke slippes ut. Forurensningslovens §11 gir dog en åpning for å tillate mulig forurensende virksomhet, likevel gjelder §7 der skaden eller påvirkning blir vesentlig større enn da tillatelse ble gitt (Forurensningsloven, 1983). Dette kan være aktuelt for flere eldre tunneller og utslippstillatelser på grunn av økt trafikkmengde og ny kunnskap om skadevirkninger. Naturmangfoldloven tar sikte på å beskytte arter og økosystemer (Naturmangfoldloven, 2009), disse blir påvirket som følge av forurensning av deres leveområder og næringskilder. Kunnskapsgrunnet er også meget interessant, vi vet tunnelvaskevann inneholder en rekke miljøgifter, men vet vi nok om miljøpåvirkningen? Om ikke, er føre-var-prinsippet tilstrekkelig innfridd med dagens praksis? Lovene har en ordlyd som gjør de veldig generelle og overordnede, dermed er det nærmest umulig å styre etter disse alene. Vi mener derfor en tydeliggjøring av krav og mål med arbeidet er nødvendig.

5.3.2 Håndbok N500

N500 (2016) er SVVs håndbok for vegtunneler og omhandler alle forhold ved vegtunnelprosjekter, fra planlegging til bygging samt drift og vedlikehold. Dagens versjon ble vedtatt i 2016 og har *ikke* benyttet seg av tilgjengelig kunnskap om tunnelvaskevannets forurensningsgrad og dets mulige effekt på biologien i resipienter (Rødland *et al.*, 2018). Kapittel. 8.3.3 i håndbok N500 (2016), angir ganske enkelt at tunneler generelt skal vaskes så hyppig at det ikke kreves spesielle tiltak for oppsamling av vaskevannet. Dette vil muligens fungere for tunneller med svært lav ÅDT, men i de aller fleste tilfeller være helt og holdent ugjennomførbart. Som man kan se av vaskeplanen i innledningen blir noen av tunnelene allerede vasket med hel- eller halvvaske 6 ganger i året, likevel er konsentrasjonene av forurensninger slik at dette medfører fare for forurensning. I praksis vil det antakelig ikke være mulig å vaske en høytrafikkert tunnel ofte nok til å oppnå tilstrekkelig lave konsentrasjoner av miljøgifter. I det minste ikke om man skal holde stengetid og kostander på et akseptabelt nivå. Dessuten vil dette ikke ha særlig effekt på miljøgifter som er persistente og bioakkumulerende da disse likevel vil hope seg opp i næringskjeden (Rødland *et al.*, 2018). Videre sier vedlegg 3.5.2 at forurensningsloven er gjeldende for vaskevann, driftsvann og drensvann og at dersom utslipp er, eller kan være til skade for miljøet skal det søkes om utslippstillatelse for dette. Angående renseløsninger sier normalen at dersom utslippstillatelsen krever dette skal de dimensjoneres for en helvaske av tunnelen og minimum

utformes for sedimentering av partikler, nedbryting av såpe og med oljeutskiller (Statens vegvesen, 2016). Dagens kunnskapsnivå tilsier at utslipp av urensset vaskevann fra enhver tunnel kan føre til forurensning, dermed gjelder kravet om utslippstillatelse alle tunneller (Rødland *et al.*, 2018) og vi mener dette bør fremkomme i N500.

N500 tar etter vår mening ikke tilstrekkelig hensyn til gjeldende lover og forskrifter sett i lys av dagens kunnskap om tunnelvaskevann. Den beskriver håndtering av tunnelvaskevann svært enkelt, til tross for at dette er et komplisert og aktuelt problem. Minimumskravet til eventuelle renseløsninger går på utførelse, noe vi mener er uheldig da lokale forhold som plassmangel kan gjøre det umulig å anlegge sedimenteringsløsninger for enkelte tunneller. Vi mener dette bør kunne omformuleres til et resultatkrav og på denne måte fremme innovative løsninger og utvikling.

5.3.3 Grenseverdier

Som tidligere nevnt finnes ingen konkrete eller allment gjeldende grenseverdier for tunnelvaskevann. Dette er et svært vanskelig tema da resipientens tilstand, sårbarhet og størrelse vil være avgjørende for hvilke påkjenninger den tåler. Svært små eller sårbare resipienter vil uansett kreve særskilt vurdering. Likevel mener vi et sett med generelle grenseverdier vil være hensiktsmessig. Disse kan mest sannsynlig benyttes direkte for større resipienter som ikke er sårbare og dermed kan miljøgifter enkelt inkluderes i utslippstillatelser til disse. I tillegg vil verdiene kunne være veiledende for SVVs videre arbeid med rensing av tunnelvaskevann og gjøre arbeidet mer målrettet. Til sammen tror vi dette vil kunne bidra til lavere utslipp av miljøgifter.

I rapporten regional handlingsplan for håndtering av tunnelvaskevann (2018) er det satt ett sett grenseverdier. Grense for partikler er satt på bakgrunn av sammenstilling av en rekke utslippstillatelser gitt i forbindelse med utslipp av vaskevann og driftsvann fra tunnel. Grense for miljøgifter er basert på anbefaling fra miljødirektoratet. De har uttalt at det for veiprosjekter kan ansees som fare for forurensning dersom konsentrasjoner overskrider 10x

deres EQS (årlig gjennomsnitt) verdier for prioriterte stoffer (Miljødirektoratet 2013, som sitert i Rødland *et al.*, 2018).

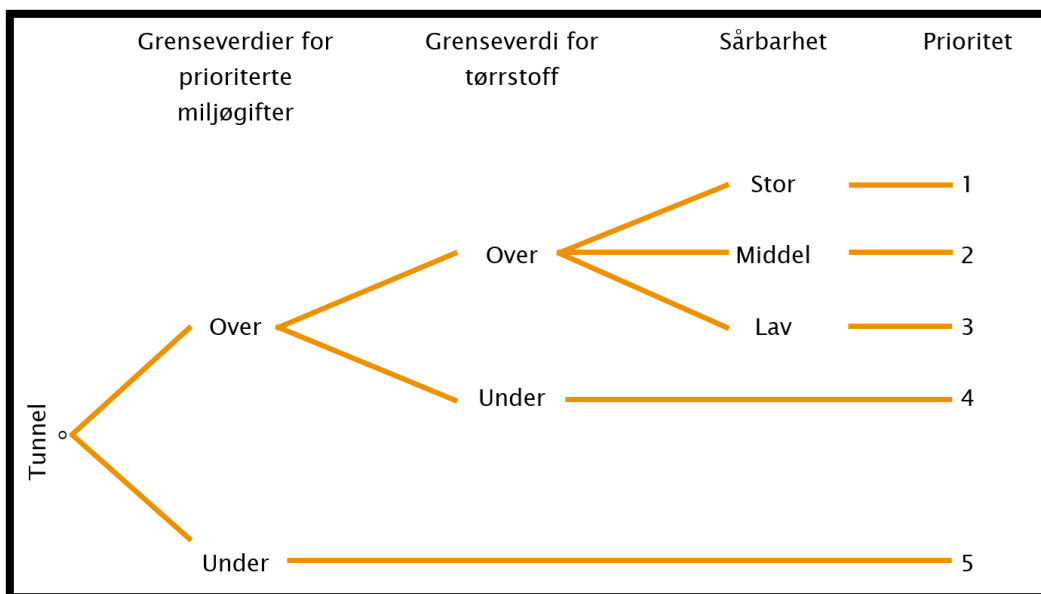
*Tabell 5-3: Foreslåtte grenseverdier i regional handlingsplan for tunnelvaskevann. Hentet og modifisert etter (Rødland *et al.*, 2018)*

	Ferskvann	Marin
Partikler	100 mg/l TSS	400 mg/l TSS
Miljøgifter	10 x EQS (årlig gjennomsnitt)	10 x EQS (årlig gjennomsnitt)

5.3.4 Prioritering for oppgradering

For å redusere miljøpåvirkningen av tunnelvaskevann holder det ikke å planlegge og bygge nye tunneler slik at disse ikke fører til fare for forurensning, en må også igangsette tiltak på eksisterende tunneler. Dette er en svært stor jobb som vil ta mange år og derfor er det nødvendig å prioritere de tunellene med størst miljøpåvirkning. På denne måten vil tiltak kunne utføres med så stor effekt som mulig. Vi mener derfor det er behov for et nasjonalt system for å rangere tunneler basert på deres miljøpåvirkning.

I regional handlingsplan for håndtering av tunnelvaskevann (2018) presenteres et slikt prioriteringsverktøy. Dette er basert på to variable, resipienters sårbarhet og estimerte forurensningsverdier. Det finnes allerede verktøy for å beregne forurensningsgrad og vurdere sårbarhet, prioriteringsverktøyet er basert på en samlet vurdering av disse. Tunnelene sorteres i prioritetsklasse 1-5 der 1 har høyest prioritet.



Figur 5-4: Skjematisk fremstilling av prioriteringsverktøyet (Rødland et al., 2018)

Sårbarheten i resipientene er vurdert etter sårbarhetsvurderingene gitt i SVV rapport 597, utarbeidet av NIVA. Metoden er opprinnelig laget for vei i dagen med avrenning til ferskvannsresipienter men er tilpasset slik at den passer tunnel og inkluderer sjøresipienter, etter avklaring med NIVA (pers. korrespondanse S. Meland, som henviser til Rødland *et al.*, 2018). Resipienten vurderes her ut ifra parametrene i Vannforskriften og Naturmangfoldloven og klassifiseres etter strengeste resultat. Estimerte forurensningsverdier er beregnet etter metode utviklet av Meland & Torp (2013, som henviser til Rødland *et al.*, 2018). Denne metoden er basert på prøvetakninger fra tunneler i region øst og benytter kun ÅDT og lengde som parametre. Det skilles på trafikkmengde i intervallene ÅDT 0-27 000 og ÅDT 27 000-80 000. Modellen er enkel og gir dermed grove estimater på forurensning, likevel er dette pr nå det beste tilgjengelige beregningsverktøyet.

En slik klassifisering, som hensyntar både resipientens sårbarhet og tunnelens forurensningsproduksjon, tror vi vil være et viktig og nødvendig hjelpemiddel for prioritering mellom tunellene. Det ser imidlertid ut til at beregningene av forurensningsproduksjon er den største usikkerheten i verktøyet.

Prioriteringen kan baseres på uttak av prøver, men da må en rekke prøver tas over en lengre periode for enhver tunnel for å sikre et godt bilde av forurensningsproduksjonen. Slikt prøveuttak fra alle eksisterende tunneler vil antakelig ikke være gjennomførbart.

Dessuten vil det likevel være vanskelig å sikre en uniform vurdering av tunnelene og dersom prioriteringslisten skal ha noen hensikt er det viktig å gi tunnelene så lik vurdering som mulig. En teoretisk beregningsmodell vil sørge for dette og samtidig gjøre arbeidet gjennomførbart. Derfor anser vi dette som en bedre løsning og mener eventuelle forbedringer av prioriteringsverktøyet bør gjøres ved å videreutvikle beregningsmodellen.

6 Konklusjon

Gjennom denne oppgaven har vi prøvd å male et helhetlig bilde av problematikken rundt tunnelvaskevann og hvordan dette kan påvirke miljøet. Det er vanskelig å presentere en fasit for å løse alle problemene vi har beskrevet, dette forsøker vi heller ikke. Vi mener likevel vi kan komme med noen anbefalinger.

Angående renseløsninger anser vi det som mest aktuelt å fortsette med sedimentering som hovedløsning, dog oppgradert til to- eller tre-trinns løsninger med forbehandling ved kjemisk felling/flokkulering og/eller etterbehandling ved membranfiltrering. Dette mener vi også vil være den mest realistiske måten for oppgradering av eksisterende sedimenteringsanlegg. Dette er løsninger som er utprøvd i praksis, er driftssikre og viser gode resultater for fjerning av miljøgifter. Naturbaserte løsninger beskytter ikke miljøet tilstrekkelig slik de brukes i dag. Imidlertid ser vi et potensial til å forbedre disse løsningene ved å skjerme disse fra omgivelsene og oppgradere de med filtreringssystemer, dette mener vi bør undersøkes. Vi tror konseptet med mobile renseløsninger vil kunne bidra positivt i arbeidet med å redusere miljøbelastningen. Dette er imidlertid løsninger vi mener må testes i praksis før man kan trekke konklusjoner. Ingen av renseløsningene vi anser som aktuelle for bruk til tunnelvaskevann evner å rense ut salt. Dette må derfor hensyntas med andre tiltak der dette er et aktuelt problem.

Føringer for håndtering av vaskevannet er etter vår mening minst like viktig som renseteknikk for å redusere miljøbelastningen. Her foreslår vi følgende tiltak:

- Oppdatering av N500 slik at denne er mer i tråd med naturmangfoldloven §8, det må fremkomme at tunnelvaskevann *alltid* medfører en fare for forurensing.
- Oppdatering av N500 slik at denne beskriver håndtering av tunnelvaskevann på en mer realistisk og hensiktsmessig måte.
- Utvikling og fastsettelse av hensiktsmessige *veiledende* grenseverdier.
- Utvikling/forskning på verktøy som godt kan beskrive tunnelers forurensningsproduksjon.

Dette vil være nødvendig for å prioritere mellom eksisterende tunnelers oppgraderingsbehov ved å rangere de etter miljøpåvirkning og for planlegging av renseløsninger til nye tunneler.

- Ytterligere forskning på resipienter for å danne et bedre bilde av hvordan vaskevannet påvirker miljøet.

Litteratur

- Barlindhaug, J. (2018) Nitrogenfjerning *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/nitrogenfjerning>.
- Bjørnegårdtunnel (2019) *Vegkart.no*. Tilgjengelig fra: [https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/hva:\(~\(farge:'0_0,id:643\)\)/@248727,6648034,13/vegobjekt:917360410:40a744:643](https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/hva:(~(farge:'0_0,id:643))/@248727,6648034,13/vegobjekt:917360410:40a744:643).
- Cowi AS og Statens vegvesen (2012) *Nytt rensetrinn i Vassum rensbasseng* (Statens vegvesens rapporter 201): Vegavdelingen Akershus. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rappor+er/_attachment/452161?_ts=13d82c728b8&fast_title=SVV+rappor+201+rensetrinn+Vassum.pdf (Hentet: 06.05.2019).
- Forurensningsloven (1983) *Lov om vern mot forurensninger og om avfall* Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6> (Hentet: 15.04.2019 2019).
- Fylkesmannen (2016) *Tillatelse etter forurensningsloven for Statens vegvesen Region Øst til utslipp av tunnelvaskevann fra Tåsentunnelen, Oslo kommune*. Oslo: Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.norskeutslipp.no/no/Listesider/Virksomheter-med-utslippstillatelse/?f=3&SectorID=90&n=t%C3%A5sen> (Hentet: 05.04.2019).
- Garshol, F. K. (2016) *Laboratorietester - rensing av vaskevann fra Nordbyttunnelen*. (Statens vegvesens rapporter Nr. 521): Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/tunneler/publikasjoner/_attachment/1289981?_ts=153e5780750&fast_title=Laboratorietester+-+rensing+av+vaskevann+fra+Nordbyttunnelen (Hentet: 10.04.2019).
- Google Earth (2017) Tåsen: Google Earth. Tilgjengelig fra: <https://earth.google.com/web/@59.95303621,10.75081844,124.443863a,2028.84225976d,35y,3.85024371h,46.08502832t,0r> (Hentet: 27.04.2019).
- Hofstad, K. (2016) Avsalting *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/avsaltning>.
- Meland, S. (2010) *Ecotoxicological effects of highway and tunnel wash water runoff*. PhD - doctoral theses, Norwegian University of Life Sciences. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2431910>.
- Meland, S. (2012) Tunnelvaskevann - En kilde til vannforurensning, 02. Tilgjengelig fra: <https://vannforeningen.no/dokumentarkiv/tunnelvaskevann-en-kilde-til-vannforurensning/>.

- Meland, S. og Torp, M. (2013) *Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann*. (Statens vegvesens rapporter 99): Vegdirektoratet. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/561927?_ts=142fb577490&fast_title=SVV+rapport+99+Estimering+av+forurensning+i+tunnel+og+tunnelvaskevann.pdf (Hentet: 23.03.2019).
- Meland, S. og Rødland, E. S. (2018) Forurensning i tunnelvaskevann - en studie av 34 veitunneler i Norge, 01. Tilgjengelig fra: <https://vannforeningen.no/dokumentarkiv/forurensning-i-tunnelvaskevann-en-studie-av-34-veitunneler-i-norge/>.
- Naturmangfoldloven (2009) *Lov om forvaltning av naturens mangfold* Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100> (Hentet: 15.04.2019 2019).
- Nersten, G. (2016) *En studie om forbedring av metode for rensing av tunnelvaskevann*. Master, Norwegian University of Life Sciences. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2402832>.
- NVE Elvenett (2014) Gaustadbekken: NVE Elvenett. Tilgjengelig fra: <https://gis3.nve.no/link/?link=elvenett> (Hentet: 18.04.2019).
- Produktforskriften (2004) *Forskrift om begrenning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-922/KAPITTEL_2#KAPITTEL_2 (Hentet: 1.04.2019 2019).
- Ranneklev, S. B., Meland, S. og Hertel-Aas, T. (2016) Forslag til nye retningslinjer for rensing av veiavrenning og tunnelvaskevann, 03. Tilgjengelig fra: <https://vannforeningen.no/dokumentarkiv/forslag-til-nye-retningslinjer-for-rensing-av-veiavrenning-og-tunnelvaskevann/>.
- Roseth, R. og Meland, S. (2006) *Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler*. (2006). Oslo: Statens vegvesen og Bioforsk. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/10334554-Forurensning-fra-sterkt-trafikkerte-vegtunneler.html> (Hentet: 02.03.2019).
- Rødland, E. S. *et al.* (2018) *Regional handlingsplan for håndtering av tunnelvaskevann 2018*. (Handlingsplan): Veg- og transportavdelingen
- Trafikksikkerhet, miljø og forvaltningsseksjon (Hentet: 09.04.2019).
- Sahu, A. K., Garshol, F. K. og Vik, E. A. (2016) *Litteraturundersøkelse – Mobile renseløsninger*. (Statens vegvesens rapporter 498): Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/tunneler/publikasjoner/_attachment/1237245?_ts=1535054e7d8&fast_title=Litteraturunders%C3%B8kelse%20-%20mobile%20rensel%C3%B8sninger%3A%20For%20vaskevann%20fra%20veitunneler&fbclid=IwAR0hBq7ASHo4vFoVHttryg7E9LS1ZbibcpWNxAPPRVbIqgiHqDIKQs4yKiU (Hentet: 28.03.2019).

- Statens vegvesen (2014) *Standard for drift og vedlikehold av riksveger - Håndbok R610*. (Håndbøker R610): Veg- og transportavdelingen Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/964067 (Hentet: 04.04.2019).
- Statens vegvesen (2016) *Vegtunneler - Håndbok N500*. (Håndbøker N500): Veg- og transportavdelingen Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/61913/binary/1143816?fast_title=H%C3%A5ndbok+N500+Vegtunneler.pdf (Hentet: 04.05.2019).
- Statens vegvesen (2018a) *Vegtunneler*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/tunneler> (Hentet: 05.04.2019 2019).
- Statens vegvesen (2018b) *Tåsentunnelen*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/tunneleroslo/tunnelene/t%C3%A5sentunnelen> (Hentet: 17.03.2019 2019).
- Statens vegvesen (2018c) *Om Statens vegvesen*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/om+organisasjonen/om-statens-vegvesen> (Hentet: 15.02.2019 2019).
- Statens vegvesen (u.å) *Miljø*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser> (Hentet: 20.03.2019 2019).
- Tåsentunnel (2018) *Vegkart.no*. Tilgjengelig fra: [https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/vegreferanse:262799.86908730114:6653801.937816693/hva:\(~\(farge:'0_0,id:540\)\)/@262890,6653751,15/vegobjekt:849467365:40a744:540](https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/vegreferanse:262799.86908730114:6653801.937816693/hva:(~(farge:'0_0,id:540))/@262890,6653751,15/vegobjekt:849467365:40a744:540).
- VA-Forum (2016) *Rensing av vaskevann fra veitunneler*. Tilgjengelig fra: <https://vaforum.no/vaforum-artikler/rensing-av-vaskevann-fra-veitunneler/> (Hentet: 13.04.2019 2019).
- Vann-nett (2018a) *Gaustadbekken*. Tilgjengelig fra: <https://www.vann-nett.no/portal/?fbclid=IwAR3MdlfYJqPsvH-7RNUZqG2c0hIVgLOWTOjMh61Yayr8Goj7kjGPZdDZPKk#/waterbody/006-65-R> (Hentet: 12.04.2019 2019).
- Vann-nett (2018b) *Nedre del av Frognervassdraget*. Tilgjengelig fra: https://www.vann-nett.no/portal/?fbclid=IwAR2n0AX3ai8siorsq3Ws1kzmY1_ji6pcG7pBqu_EG-0dozKNuYjGsA-gkmg#/waterbody/006-67-R (Hentet: 12.04.2019 2019).
- Vannforskriften (2006) *Forskrift om rammer for vannforvaltningen*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446> (Hentet: 15.04.2019 2019).
- Ødegaard, H., Aasen, F. I. og Norheim, B. (2014) *Vann- og avløpsteknikk*. Hamar: Norsk Vann,.
- Åstebøl, S. O., Hvitved-Jacobsen, T. og Kjølholt, J. (2011) *NORWAT - Nordic Road Water*

(NORWAT 46). Oslo: Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. Tilgjengelig fra:
https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning+og+utvikling/Avsluttede+FoU-program/NORWAT/Publikasjoner/_attachment/286625?_ts=133ea6dbc20&fast_title=Veg+og+vannforurensning+-+En+litteraturgjennomgang+og+identifisering+av+kunnskapshull.pdf (Hentet: 03.18.2019).

Vedlegg

Vedlegg A – Analyseresultater fra Tåsøntunnelen



SYNLAB Analytics & Services Norway AS
Hamar

NO 980 800 873 MVA
Bekkeliveien 2
2315 Hamar
Telefon: +47 4000 7001
kundeservice@synlab.no
www.synlab.no

Marius Moe

Dato: 26.02.2019
Prøve ID: 2019-2431
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 11.02.19

Analyseperiode: 11.02.19 - 26.02.19

2019-2431-1

Avløpsvann

Tatt ut: 11.02.19 - 11.02.19

Referanse: Tunnel-vaskevann

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
Kvikksølv	⁸³⁾ <5.0	ng/l	SS-EN ISO 17852 mod.	
Bly, Pb	⁸³⁾ <1.0	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Kadmium, Cd	⁸³⁾ <0.15	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Sink	⁸³⁾ 26	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Nikkel, Ni	⁸³⁾ 7.5	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Krom, Cr	⁸³⁾ <2.5	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Kobber, Cu	⁸³⁾ 7.8	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Arsen, As	⁸³⁾ 1.7	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Jern, Fe	⁸³⁾ 0.75	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±0.380
Aluminium, Al	⁸³⁾ 360	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 560	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Antimon, Sb	⁸³⁾ 2.3	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Natrium, Na	⁸³⁾ 2000.00	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Suspendert stoff - GF/C	13	mg/l	NS-EN 872	±3
Total nitrogen	2.2	mg N/l	NS 4743	±0.32
Total fosfor	<0.050	mg P/l	Intern mod. ISO 6878	±0.012
Løst organisk karbon	⁸³⁾ 20.0	mg C/l	SS-EN 1484 utg.1	
pH ved 19-25°C	7.5		NS-EN ISO 10523	±0,2
Temperatur ved pH-måling	22.7	°C		
Konduktivitet 25 °C	1040	mS/m	Basert på NS-ISO 7888	±104.0
Sulfat	⁸³⁾ 42	mg SO4/l	SS-EN ISO10304-1:2009	
Klorid	⁸³⁾ 82	mg Cl/l	SS-EN ISO10304-1:2009	
Nitrat	⁸³⁾ 0.230	mg N/l	SS-EN ISO 10304	±0.035
Fosfat, reaktivt fosfor	<0.050	mg/l	Intern mod. ISO 6878	
Alkalitet	3.41	mmol/l	ISO 9963-1	
Turbiditet	8.8	FNU	NS-EN ISO 7027	±1.100
Acenaften, PAH	⁸³⁾ <0.10	µg/l	GC/MS	
Acenaftilen, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	
Naftalen, PAH	⁸³⁾ <0.10	µg/l	GC/MS	
PAH-L, Sum	⁸³⁾ <0.1	µg/l	Beregnet	
Antracen, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	
Fenantren, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	
Fluoranten, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	
Fluoren, PAH	⁸³⁾ <0.10	µg/l	GC/MS	
Pyren, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	
PAH-M, Sum	⁸³⁾ <0.2	µg/l	Beregnet	
Benzo(a)antracen, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	
Benzo(a)pyren, PAH	⁸³⁾ <0.1	µg/l	GC/MS	

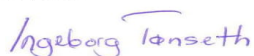
Dato: 26.02.2019
Prøve ID: 2019-2431
ver 1

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
Benzo(b)fluoranten, PAH	83) <0.1	µg/l	GC/MS	
Benzo(k)fluoranten, PAH	83) <0.1	µg/l	GC/MS	
Benzo(ghi)perylene, PAH	83) <0.1	µg/l	GC/MS	
Chrysen/Trifenylene, PAH	83) <0.1	µg/l	GC/MS	
Dibenso(a,h)antracen, PAH	83) <0.1	µg/l	GC/MS	
Indeno(1,2,3-cd)pyren, PAH	83) <0.1	µg/l	GC/MS	
PAH-H-, Sum	83) <0.3	µg/l	Beregnet	
PAH, Sum cancerogena	83) <1	µg/l	Beregnet	
PAH, Sum øvrige	83) <1.0	µg/l	Beregnet	
Oljefraksjon C10-12	83) <0.005	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljefraksjon C12-16	83) <0.005	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljefraksjon C16-35	83) <0.035	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljefraksjon C35-40	83) <0.030	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	
Oljeindeks, sum >C10-C40	83) <0.075	mg/l	GC/FID, ISO 9377-2mod	

< betyr: Mindre enn

83) Utført av Synlab AB - Linköping ISO17025:2005 SWEDAC 1006

Med hilsen



Ingeborg Tønseth
Laboratorieleder

Angitt måleusikkerhet er beregnet med en dekningsfaktor k=2.

For opplysninger om måleusikkerheten for akkrediterte mikrobiologiske analyser av næringsmidler og før ta kontakt med laboratoriet.

Måleusikkerhet for kjemiske analyser fra undeleverandør oppgis ved forespørsel.

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvingsobjekter. Rapporten må ikke offentliggjøres annet enn i sin helhet uten skriftlig tillatelse.

Informasjon om hvilken avdeling som har utført de enkelte analysene oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Side 2 av 2

Vedlegg

Kommentarer i vedlegg er uakkreditert

Måleusikkerhet for Nitrat er høyere enn angitt grunnet forstyringer av andre elementer i prøva.

Forhøyet rapporteringsgrense for nitritt, kadmium, krom, og bly, grunnet forstyringer av andre emner i prøva.

Dato: 26.02.2019
Prøve ID: 2019-2431
ver 1

Angitt måleusikkerhet er beregnet med en dekningsfaktor $k=2$.

For opplysninger om måleusikkerheten for akkrediterte mikrobiologiske analyser av næringsmidler og før ta kontakt med laboratoriet.

Måleusikkerhet for kjemiske analyser fra undeleverandør oppgis ved forespørsel.

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvingsobjekter. Rapporten må ikke offentliggjøres annet enn i sin helhet uten skriftlig tillatelse.

Informasjon om hvilken avdeling som har utført de enkelte analysene oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Side 1 av 1

Vedlegg B – Utslippstillatelse for Tåsentunnelen



Fylkesmannen
i Oslo og Akershus

Tillatelse etter forurensningsloven for Statens vegvesen Region Øst til utslipp av tunnelvaskevann fra Tåsentunnelen, Oslo kommune

I medhold av lov av 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) § 11, gir Fylkesmannen tillatelse til utslipp av tunnelvaskevann fra Tåsentunnelen. Det er satt vilkår i tillatelsen med hjemmel i § 16 i samme lov. Tillatelsen er gitt på grunnlag av opplysninger i søknad av 30.01.2015, samt opplysninger fremkommet under behandling av søknaden. Vilkårene fremgår av side 3-7.

Dersom bedriften ønsker å foreta endringer som kan ha miljømessig betydning i forhold til opplysninger som er gitt i søknaden, må dette på forhånd avklares skriftlig med Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Tillatelsen gjelder fra dags dato.

BEDRIFTSDATA:	
Ansvarlig bedrift	Statens vegvesen region øst
Postadresse	Postboks 1010, 2605 Lillehammer
Anleggets besøksadresse	Tåsentunnelen
Gnr./Bnr.	
E-postadresse	Firmapost-ost@vegvesen.no
Org. nr (eies av)	971032081
Bedriftsnummer	974725460
NACE-kode	84.130 Offentlig administrasjon tilknyttet næringsvirksomhet og arbeidsmarked

Fylkesmannens referanser:

Saksnr: 2015/23670	Tillatelse nr.2016.0217.T	Risikoklasse ¹ : 3
Tillatelse gitt: 30.03.2016	Endringsnummer: -	Sist endret: -
Kari Skogen Faggruppelider		Marte Strand Kvalø saksbehandler

¹ Jf Forurensningsforskriftens kapittel 39 om gebyr til statskassen for Statens forurensningstilsyns arbeid med tillatelser og kontroll etter forurensningsloven



Innhold

1. Hva tillatelsen omfatter.....	3
2. Generelle vilkår	3
2.1 Utslippsbegrensninger	3
2.2 Plikt til å redusere forurensning.....	3
2.3 Plikt til forebyggende vedlikehold.....	3
2.4 Tiltak ved økt forurensningsfare.....	3
2.6 Avvikshåndtering.....	4
3. Utslipp til vann	4
3.1 Utslipp fra driftsfase	4
3.2 Kontroll og prøvetakningsprogram.....	4
3.3 Drift- og vedlikehold av rensesystemene	5
4. Miljørisikovurdering, beredskap og varslings.....	5
4.1 Miljørisikovurdering.....	5
4.2 Risikoreduserende tiltak	5
4.3 Etablering av beredskap.....	5
4.4 Varsling av akutt utslipp.....	5
5. Avfall	5
6. Kjemikalier	6
7. Ansvarsforhold	6
8. Rapportering for driftsfase.....	6
9. Tilsyn	7



1. Hva tillatelsen omfatter

Tillatelsen gjelder utslipp av tunnelvaskevann fra Tåsentunnelen.

Det forutsettes at nødvendige tillatelser etter annet lovverk er innhentet i forbindelse med tiltaket.

2. Generelle vilkår

2.1 Utslippsbegrensninger

De utslippskomponenter fra virksomheten som er antatt å ha størst miljømessig betydning er regulert gjennom at det er satt spesifikke krav i denne tillatelsen. I tillegg gjelder utslipp av stoffer på prioriteringslisten. Disse stoffene er blant de mest helse – og miljøfarlige stoffene som er i bruk. Utslipp av disse stoffene er bare tillatt hvis utslippene er så små at de må anses å være uten miljømessig betydning. Virksomheten skal være spesielt oppmerksom på eventuell fare for utslipp av stoffer på prioriteringslisten. Prioriteringslisten finnes på www.miljostatus.no/prioriteringslisten.

2.2 Plikt til å redusere forurensning

Selv om virksomheten overholder kravene i forurensningsregelverket, skal virksomheten arbeide kontinuerlig for å forhindre at forurensning oppstår eller øker, og for å begrense forurensning som finner sted. Dette omfatter også stoffer som ikke framgår av vilkår 2.1. For å unngå og/eller begrense forurensning og avfallsproblemer skal virksomheten ta utgangspunkt i den teknologien som ut i fra en samlet vurdering av nåværende og fremtidig bruk av miljøet og av økonomiske forhold gir de beste resultatene, jf. forurensningsloven § 2.

2.3 Plikt til forebyggende vedlikehold

For å holde de ordinære utslippene på lavest mulig nivå og for å unngå utilsiktede utslipp skal virksomheten sørge for forebyggende vedlikehold av utstyr som kan ha utslippsmessig betydning.

System og rutiner for vedlikehold av et slikt system skal være dokumentert, jf. internkontrollforskriften § 5 punkt 7.

2.4 Tiltak ved økt forurensningsfare

Hvis det oppstår fare for økt forurensning som følge av unormale driftsforhold eller av andre grunner, plikter virksomheten å iverksette tiltak. Tiltakene skal eliminere eller redusere den økte forurensningsfaren, og kan om nødvendig innebære redusert eller innstilt drift.

Virksomheten skal så snart som mulig informere Fylkesmannen i Oslo og Akershus om unormale forhold som har eller kan få forurensningsmessig betydning. Akutt forurensning skal varsles i iht. vilkår 5.4.

2.5 Internkontroll

Virksomheten plikter å etablere internkontroll for sin virksomhet i henhold til gjeldende forskrift om systematisk helse- miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften²).

² Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter – forskrift av 6. desember 1996 nr. 1127 (internkontrollforskriften)



Internkontrollen skal blant annet sikre og dokumentere at virksomheten overholder kravene i denne tillatelsen, forurensningsloven, produktkontrollloven og andre relevante forskrifter til disse lovene. Virksomheten plikter å holde internkontrollen oppdatert.

Når en virksomhet som oppdragsgiver engasjerer oppdragstakere (entreprenør eller lignende) til å utføre oppgaver på virksomhetens anlegg, skal oppdragsgiver sørge for at oppdragstaker er kjent med og følger opp vilkår i Fylkesmannens tillatelse.

2.6 Avvikshåndtering

Avvik (brudd på forurensningsregelverket) som er av en viss alvorlighet og/eller som er stadig gjentakende, skal avvikshåndteres i samsvar med bestemmelsene i internkontrollforskriften § 5 2. ledd punkt 7. Dette inkluderer årsakene til at avvikene har skjedd, vurderinger og iverksetting av strakstiltak for å rette avvikene, og vurderinger og iverksetting av avbøtende tiltak for å hindre at lignende avvik skal skje på nytt. Avvikshåndteringen skal dokumenteres skriftlig.

3. Utslipp til vann

3.1 Utslipp fra driftsfase

Utslippskravene er satt slik at en skal få tilstrekkelig sikkerhet for at utslipp av tunnelvaskevann ikke medfører skadelige utslipp og negativ påvirkning av organismsamfunnet i Gaustadbekken.

Tiltakshaver må etablere en renseløsning som sikrer at utslipp av rensset vann til Gaustadbekken ikke overskrider grensene i tabell 1:

Parameter	Maksimal konsentrasjonsgrense
Suspendert stoff	100 mg/l
Olje	5 mg/l
pH	6-8,5

Vaskevannet skal sikres tilstrekkelig oppholdstid for nedbryting av såpestoffer, hvis det benyttes såpe under tunnelvaskingen. Såpeproduktene som benyttes i forbindelse med vasking skal være godkjente i henhold til produktkontrollloven, se for øvrig vilkår 6, tredje avsnitt angående krav om substitusjon av kjemikalier.

3.2 Kontroll og prøvetakningsprogram

Det skal utarbeides et prøvetakningsprogram for rensenanlegget. Prøvetakningen skal utføres slik at de blir representative for virksomhetens faktiske utslipp. Formålet med prøvetakningen er å dokumentere at gitte krav overholdes.

Virksomheten skal ta vare på alle prøveresultatene og annen dokumentasjon fra kontroll og overvåking av driften. Opplysninger skal lagres i minst fem år, og de skal være tilgjengelig ved kontroll eller på forespørsel fra forurensningsmyndigheten, jf. forurensningslovens § 50.

Prøvetakning og analyse skal utføres etter Norsk Standard (NS) der slik finnes. Annen metode kan brukes dersom det kan dokumenteres at den metoden som brukes gir minst samme nøyaktighet som NS. Prøvetakning og måling skal være kvalitetssikret.

Prøvetakning utføres av personell med tilstrekkelig kompetanse.



3.3 Drift- og vedlikehold av rensesystemene

Det skal utarbeides drift – og vedlikeholdsplan for rensesystemene. Instruksen skal beskrive prøvetakingsprosedyrer og rutiner for fjerning av forurensede sediment i renseløsningene. Forurensede sedimenter skal deponeres på godkjent deponi eller mottak i iht. krav for ulike fraksjoner.

Det skal etableres rutiner for visuell inspeksjon av utslippspunktene, der observasjoner av overflate vann, oljefilm eller annen forurensning skal registreres. Ved vesentlig forurensning skal dette rapporteres til Fylkesmannen.

4. Miljørisikovurdering, beredskap og varsling.

4.1 Miljørisikovurdering

Det skal gjennomføre en miljørisikovurdering for både anleggs- og driftsfasen. Resultatene vurderes opp mot akseptabel miljørisiko. Potensielle kilder til akutt forurensning av vann, grunn og luft skal kartlegges. Miljørisikovurderingen skal dokumentere og omfatte alle forhold ved virksomheten som kan medføre akutt forurensning med fare for helse-og/eller miljøskader. Ved endrede forhold skal miljørisikovurderingen oppdateres.

Virksomheten skal ha oversikt over de miljømessige ressurser som kan bli berørt av forurensning, inkludert akutt forurensning, og de helse – og miljømessige konsekvenser forurensning kan medføre.

4.2 Risikoreduserende tiltak

Med utgangspunkt i risikovurderingen skal virksomheten iverksette risikoreduserende tiltak. Både sannsynlighetsreduserende- og konsekvensreduserende tiltak skal vurderes. Virksomheten skal ha en oppdatert plan over risikoreduserende tiltak, og sikre at tiltak herfra blir innarbeidet og gjennomført i drifts- og vedlikeholdsprosjekter.

4.3 Etablering av beredskap

På bakgrunn av miljørisikovurderingen skal det utarbeides en beredskapsplan. Denne skal løpende oppdateres og det skal sikres at en har kompetent personell og effektiv organisasjon for å minimalisere miljøskader ved de ulike hendelser. Beredskapen skal være tilpasset den miljørisikoen som virksomheten til enhver tid representerer.

4.4 Varsling av akutt utslipp

Akutt forurensning eller fare for akutt forurensning skal varsles i henhold til gjeldende forskrift om varsling av akutt forurensning eller fare for akutt forurensning³. Dette innebærer også så snart som mulig varsel til Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

5. Avfall

Virksomheten plikter så langt det er mulig uten urimelige kostnader eller ulemper å unngå at det dannes avfall som følge av virksomheten. Særlig skal innholdet av skadelige stoffer i avfallet søkes begrenset mest mulig.

³ Forskrift om varsling av akutt forurensning eller fare for akutt forurensning av 9. juli 1992 nr. 1269



Virksomheten plikter å sørge for at slam og sedimenter fra renseprosessene samt annet avfall leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven.

Virksomheten plikter å sørge for at all håndtering av avfall, herunder farlig avfall, skjer i overensstemmelse med gjeldende regler for dette fastsatt i eller i medhold av forurensningsloven, herunder avfallsforskriften⁴.

6. Kjemikalier

Med kjemikalier menes her kjemiske stoffer og stoffblandinger som brukes i virksomheten både som råstoff i prosess og som hjelpekjemikalier, for eksempel begroingshindrende midler, vaskemidler, hydraulikk væsker og brannbekjempingsmidler.

For kjemikalier som benyttes på en slik måte at det kan medføre fare for forurensning, skal virksomheten dokumentere at den har foretatt en vurdering av kjemikaliens helse- og miljøegenskaper på bakgrunn av testing eller annen relevant dokumentasjon, jf. også vilkår 2.5 om internkontroll.

Virksomheten plikter å dokumentere et system for substitusjon av kjemikalier. Det skal foretas en løpende vurdering av faren for skadelige effekter på helse – og miljø forårsaket av de kjemikalier som benyttes og om alternative mer miljøvennlige og fullstendig nedbrytbare stoffer finnes. Der bedre alternativer finnes, plikter virksomheten å benytte disse så langt dette kan skje uten urimelige kostnader eller ulemper, jf. produktkontrollloven⁵.

Stoffer alene, i stoffblandinger og /eller i produkter, skal ikke framstilles, bringes i omsetning, eller brukes uten at de er i overensstemmelse med kravene i REACH-regelverket⁶.

7. Ansvarsforhold

Virksomheten er ansvarlig for at kravene i utslippstillatelsen blir overholdt. Tillatelsen fritar ikke virksomheten for plikt til å innhente tillatelser fra andre myndigheter for andre sider av virksomheten som gjelder for eksempel arbeidsmiljø, brann, elektrisitet, eksplosjonsvern eller smittevern.

Tillatelsen fritar ikke virksomheten plikt til å betale erstatning for forurensningsskade, jf. forurensningsloven § 10 og kapittel 8.

8. Rapportering for driftsfase

En årsrapport skal sendes Fylkesmannen årlig innen 1.3 for foregående år. Rapporten skal inneholde:

- Overvåkingsresultater vedrørende utslipp til vann.
- Oversikt over tømning av rensebasseng og hvor slam er levert.
- Oversikt over eventuelle vedlikeholdstiltak som er gjennomført.
- Avvik i perioden med oversikt over hvilke korrigerende tiltak som er blitt gjennomført.

⁴Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall av 1. juni 2004 nr. 930

⁵ Produktkontrollloven av 11.06.1979 nr. 79 § 3a

⁶ Forskrift om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier (REACH) av 30. mai 2008



9. Tilsyn

Virksomheten plikter å la representanter for forurensningsmyndigheten eller de som denne bemyndiger føre tilsyn med anleggene til enhver tid, jf. forurensningsloven § 50.



