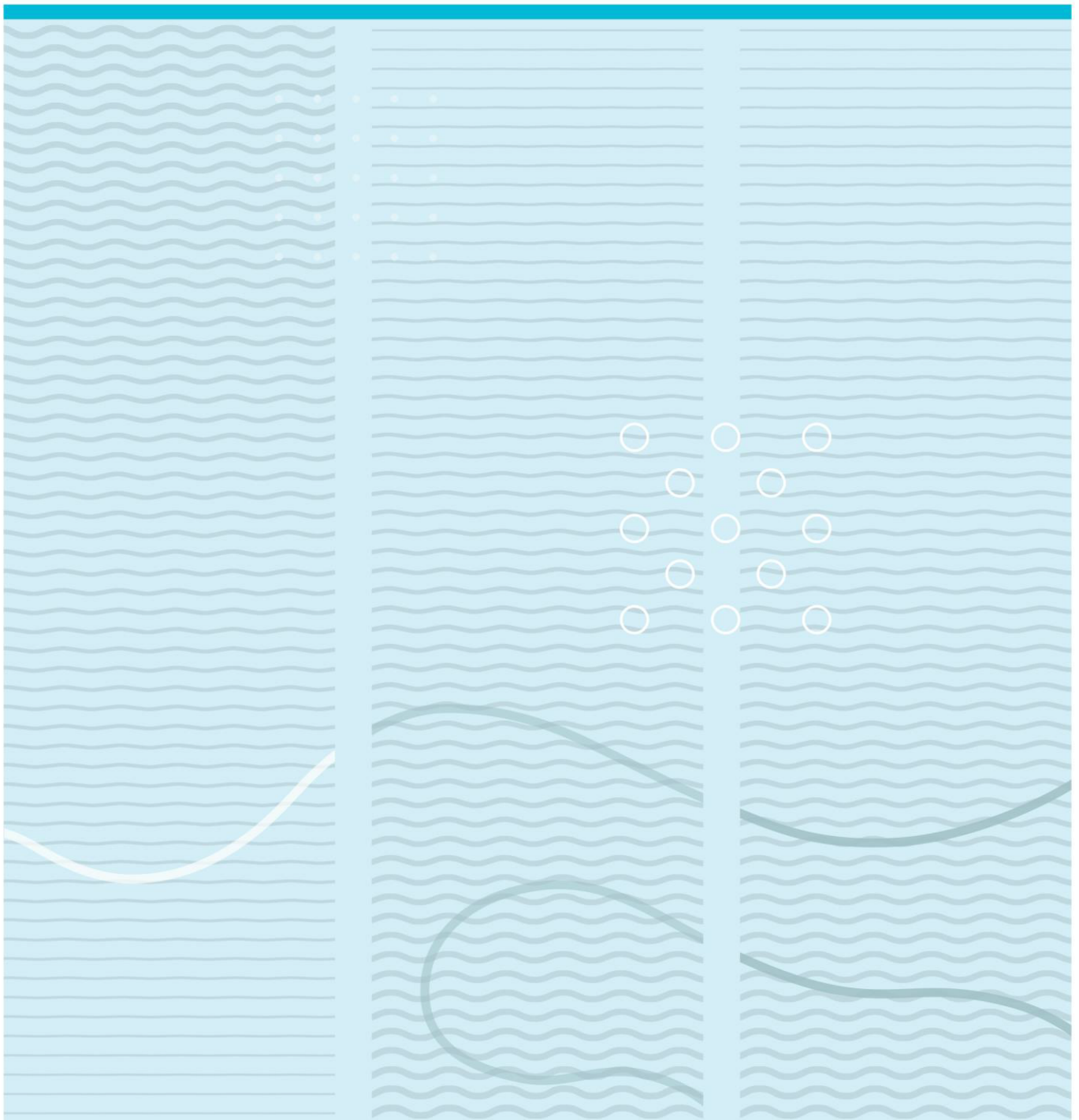


Tor Henrik Porsmo & Martin Stamland

Forurensning og miljøproblemer tilknyttet tunnelvask

Faktorer som kan ha betydning for konsentrasjonen av forurensning i vaskevannet.

En undersøkelse av 17 vegtunneler for Statens vegvesen, Region sør.

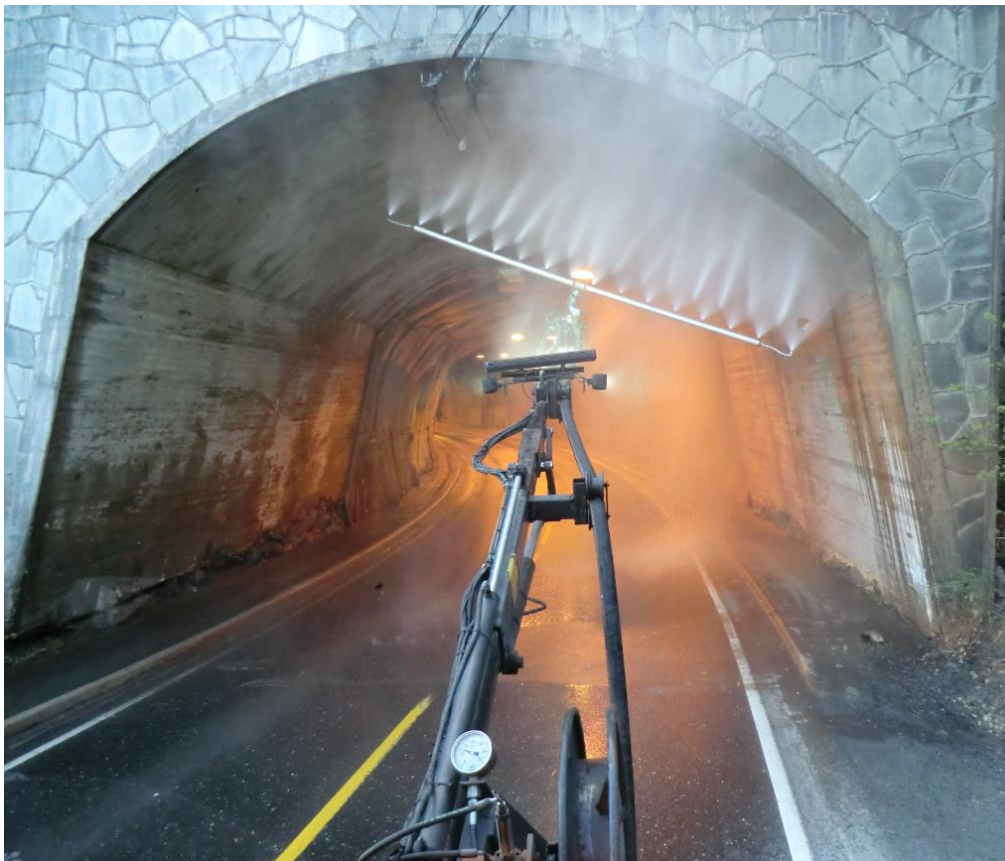


Mastergradsoppgave

Tor Henrik Porsmo & Martin Stamland

Forurensning og miljøproblemer tilknyttet tunnelvask

Faktorer som kan ha betydning for konsentrasjonen av forurensning i vaskevannet. En undersøkelse av 17 vegg-tunneler for Statens vegvesen, Region sør.



Høgskolen i Sørøst-Norge
Avdeling for allmennvitenskapelige fag
Institutt for natur-, helse- og miljøfag
Hallvard Eikas plass
3800 Bø i Telemark

<http://www.usn.no>

© 2016 Tor Henrik Porsmo & Martin Stamland
Forsidebilde: Martin Stamland

Sammendrag

Norge har over 1000 tunneler hvor de fleste vaskes regelmessig for vedlikehold/forlengelse av levetiden til tunnelen og for trafikksikkerhetsmessige årsaker. Ved tunnelvask vil forurensning som er akkumulert i tunnelen over tid, samles i tunnelvaskevannet.

Forurensningen vil være en blanding bestående av blant annet tungmetaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAHer), både i partikler og i løst form. Mye av problematikken ved tunnelvask ligger rundt bruken av såpe. Vaskemiddelet øker effekten av vasken, men kan ha negative virkninger da det kan løse ut mer forurensning fra vaskevannet.

Denne masteroppgaven er skrevet på oppdrag for Statens vegvesen (SVV), Region sør. SVV ønsket å ta prøver av tunnelvaskevannet fra noen utvalgte tunneler (sytten stykker) i Region sør. De utvalgte tunnelene er valgt slik at de representerer ulikhet når det gjelder ÅDT, lengde, beliggenhet, vegtype og bruk av vaskemiddel. Analysene ble utført ved Rambøll Analytics i Finland, i tillegg ble noen analyser utført ved INHM-HSN. Det har tidligere ikke blitt tatt prøver av tunnelvaskevann i et slikt omfang i Norge, men lignende undersøkelser har tidligere blitt utført i mindre skala (Andersen et al. 1995, Roseth & Meland 2006). Ellers i verden finnes det få tilsvarende rapporter, men undersøkelser av vegavrenning og effekt av rensedbasseng for tunnelvaskevann har blitt utført (Barbosa & Hvitved-Jacobsen 1999, Byman 2012). Resultatene er statistisk behandlet (ved regresjon) for å se om det er en sammenheng mellom de forskjellige typene forurensning og ÅDT, tunnellengde (meter), andel lange kjøretøy (%) og hastighet (km/t).

Det ble funnet lineære sammenhenger mellom 11 av 38 miljøgifter og påvirkningsfaktoren ÅDT. Disse var Arsen, krom, kobber, bly, molybden, sink, vanadium, tinn, titan, PAH (sum 16) og petroleum hydrokarboner C10-C40. I tillegg ble det funnet sammenheng mellom 22 av 38 miljøgifter med totalt antall biler som har kjørt igjennom tunnelene siden siste vask. Det er vanskelig å knytte forurensning opp mot en enkelt påvirkningsfaktor som dette, siden andre viktige kriterier som vannforbruk, såpebruk, og mer, også har mye å si. På grunn av dette ble det kjørt multiple regresjon mellom flere av påvirkningsfaktorene og miljøgiftene, her ble det påvist sammenheng mellom 10 av 38 miljøgifter.

Ut ifra formel etter Amundsen et al. (1999) ble det regnet ut en «forurensningsindeks (f-indeks) for lettere å kunne sammenligne og rangere forurensningen internt mellom prøvetatte tunneler ved en helvask. I denne beregningen ble alle parametre det ble analysert for ved Rambøll tatt med i beregningen. Her kom det tydelig frem at Fosskolltunnelen (100 %) var verst av de

syttentunnelene etterfulgt av Fånefjelltunnelen (40 %). I tillegg ble det laget en f-indeks for såpebruk. Her ble parametere tilknyttet bruken av såpe tatt med i beregningen.

Ved laboratoriet på INHM-HSN, ble pH, konduktivitet, alkalinitet, turbiditet og fargetall analysert. Disse vannkvalitetsparameterne gir hver for seg en verdi som viser sterk sammenheng med flere av de enkle parameterne analysert ved Rambøll Analytics. Eksempelvis viste konduktivitet sterk sammenheng med klorid og natrium, og alkalinitet med DOC og turbiditet.

Abstract

Norway has over 1000 tunnels, and most of them are washed regularly. This is for maintenance and traffic safety reasons. During tunnel washing contamination that has accumulated in the tunnel since last time washed, will gather in tunnel wash waste-water. The pollution will be a mixture consisting of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), both in solid and in dissolved form. One of the main problems linked to tunnel wash is the use of soap. The detergent increases the effect of the wash, but can have negative effects as it can release more pollution from the wash water.

This thesis is written on behalf of the Public Roads Administration (Statens vegvesen), region south. They wanted to take samples of the tunnel wash water for some selected tunnels (seventeen) in region south. The selected tunnels are chosen so that they represent different terms like AADT, length, location, road type and use of detergent. The analysis were performed by Rambøll Analytics in Finland, in addition, some analyzes were performed at INHM-HSN. It has not previously been sampled tunnel wash water to such an extent in Norway, but similar experiments have previously been performed (Andersen et al. 1995, Roseth & Meland 2006). Around the world there are few similar reports, most of them are studies concerning road runoff and effects of sedimentation pools (Barbosa & Hvitved-Jacobsen 1999, Byman 2012). The results are statistically processed by regression to see if there is a connection between the different types of pollution and AADT, tunnel length (meters), percentage long vehicles (%) and speed (km/h).

It was only observed linear relationships between 11 of 38 substances and AADT. These were arsenic, chromium, copper, lead, molybdenum, zinc, vanadium, tin, titanium, PAHs (total 16) and petroleum hydrocarbons (C10 to C40). In addition, it was found relation between 22 of 38 substances with a total number of cars that have run through the tunnels since last washed. It is difficult to link pollution to a single factor like this, since other important criteria such as water consumption, recently washed, soap use, and so on, also have a lot to say. Because of this, multiple regression was used for several of impact factors and pollutants. Here it was shown a significant association between 10 of 38 contaminants.

Based on the formula by Amundsen et al. (1999) it was calculated a “pollution index” for easier comparison and to rank pollution internally between sampled tunnels at a full wash. In this calculation all the parameters that was analyzed by Rambøll was involved. Here it was clearly shown that Fosskolltunnelen (100%) was the worst of the seventeen tunnels followed

by Fånefjelltunnelen (40%). A similar pollution index was made to show how soap affects the pollution in the wash water. In this calculation only a selected few parameters linked to the use of soap was involved.

At the laboratory of INHM-HSN, the tunnel waste water was analyzed for pH, conductivity, alkalinity, turbidity and color. These parameters provide a more unifying explanation for the pollution in tunnel wash water, and were linked to different parameters analyzed at Rambøll Analytics. For example, conductivity was compared to chloride and sodium and alkalinity was compared with DOC, STS and calcium.

Innhold

Sammendrag.....	4
Abstract	6
Innhold	8
Ordliste/forklaringer	10
Forord	12
Innledning.....	13
Bakgrunn	15
2.1 Forurensing.....	15
2.2 Biotilgjengelighet og mobilitet til metaller	16
2.3 PAH.....	18
2.4 Såpebruk i tunneler.....	21
2.5 Kjemikaliebruk i tunneler.....	24
2.6 Renseløsning	26
2.7 Prioriterte stoffer i Norge og EU	27
3 Områdebeskrivelse	29
3.1 Vest-Agder fylke	30
3.2 Aust-Agder fylke.....	32
3.3 Telemark fylke	38
3.4 Vestfold fylke	41
3.5 Buskerud fylke	44
4 Materiale og metode.....	47
4.1 Prøvetakning i felt	47
4.2 Tunnelvask	48
4.3 Laboratorieanalyser ved INHM	49
4.4 F-indeks	49
4.5 Statistikk.....	50
4.6 Feilkilder	50
5 Resultat og diskusjon	51
5.1 Forurensingsindeks.....	51
5.2 Analyser utført ved Høgskolen i Sørøst-Norge (INHM)	56

5.2.1 pH.....	56
5.2.2 Alkalinitet.....	58
5.2.3 Konduktivitet.....	59
5.2.4 Fargetall.....	61
5.2.5 Turbiditet.....	62
5.3 Statistiske analyser	64
5.3.1 ÅDT og forurensingsparametere	66
5.3.2 Sist vasket og forurensingsparametere	67
5.3.3 Andel lange kjøretøy og forurensingsparametere	69
5.3.4 Fartsgrense og forurensingsparametere.....	70
5.3.6 Multippel lineær regresjon (MLR).....	71
6 Konklusjon	72
7 Referanser/litteraturliste	73
Vedlegg.....	85

Ordliste/forklaringer

Aerob: Tilgang på oksygen.

Alkaliske stoffer: Stoffer med basiske egenskaper (kan være etsende, avhengig av konsentrasjon).

Anaerob: Ingen tilgang på oksygen.

Antropogen: Menneskeskapt eller forårsaket

Bioakkumulering: Når et stoff finnes i høyere konsentrasjon i organismen enn i den føden den inntar

Biomangfold: Summen av mangfoldet i naturen, omfatter alle livsformer som finnes på jorden.

Biosamfunn: Omfatter både plantesamfunnet og dyresamfunnet og deres livsmiljø.

Enveis-/toveistrafikk: Trafikken ledes i en retning eller det ledes trafikk i begge retninger.

Enzym: Proteiner, dannes av levende celler og som katalyserer kjemiske reaksjoner (øker reaksjonshastigheten).

HMM: (høymolekylær masse): kolloider, polymerer, pesudokolloider og partikler

INHM-HSN: Institutt for natur-, helse- og miljøvern fag - Høgskolen i Sørøst-Norge

Invertebrater: Virvelløse dyr, samlebegrep for dyr som mangler en ryggstøyle.

Kjeftsluk: Beregnet som montering i kantsteinsområdet. Brukes i en tunnel langs vegskulderen hvor vegavrenningen dreneres ned i sandfangskummen.

LLM: (lavmolekylær masse): ioner, molekyler og komplekser (<0,45µm).

Metabolisme: Stoffskifte, summen av kjemiske prosesser som skjer i en levende celle eller organisme.

Oljeavskiller: Fjerner oljen som flyter på overflaten av vannet. Anlegges i tunnel for å unngå risiko for utslipp av olje ved tankbiluhell.

Pumpesump: Midlertidig oppsamlingssted i tunneler for tunnelvaskevannet, hvor det pumpes videre evt. til sedimenteringsbasseng/resipient.

Sandfang: Kummer brukt langs vegnettet til rensing ved sedimentering av de tyngste partiklene i overvann fra veg. Sandfang anlegges hovedsakelig for å unngå tiltetting av rørsystemer.

Tensider (Surfaktanter): Organiske overflateaktive forbindelser som endrer oljens egenskaper (viskositet) og/eller overflatespenning slik at den lettere kan vaskes av.

Umettet sone (markvann/jordluftsoner): Sone som ligger mellom markoverflaten og grunnvannsspeilet, hvor porene er delvis fylt med vann og luft.

Vegskulder (bankett): Sideareal utenfor kantstripa. I tunnel kan dette være oppbygd.

ÅDT (Årsdøgntrafikk): Gjennomsnittlig antall kjøretøy pr. døgn samlet i begge kjøreretninger.

Forord

Denne masteroppgaven er en del av masterstudiet i natur-, helse- og miljøvern fag, utført ved høgskolen i Sørøst-Norge (Bø), i samarbeid med Statens vegvesen. Masteroppgaven utgjør 2x 60 studiepoeng og er utarbeidet i perioden, januar 2015 til februar 2016. Vi vil først og fremst rette en stor takk til førsteamanuensis Synne Kleiven ved INHM-HSN, som har vært vår veileder for oppgaven. Hun har gitt oss god hjelp på vegen, og fått oss på rett kjør når vi til tider har stått litt fast. Vi vil gjerne takke Statens vegvesen for økonomisk støtte og finansiering av oppgaven/analysene. Vi vil også takke vår eksterne veileder fra Statens vegvesen, Lene Jacobsen som hjalp oss å komme i gang i feltperioden. Hun har også hjulpet oss med å få tak i viktig informasjon og lignende under skrivingen av oppgaven. Takk til Egil Grønскеi fra Statens vegvesen for å sette oss i kontakt med tunnelforvalterne.

I feltperioden fikk vi mye god hjelp av tunnelforvaltere til lokalisering av prøvetakningspunkt, viktig informasjon om tunnelene, og utførelse av prøvetakningen i tråd med helse - miljø og sikkerhetsforskrifter. Disse var: Jan Øyvind Pedersen (Vest Agder), Trond Larsen (Aust Agder), Øyvind Barosen (Telemark), Martin Pedersen (Vestfold), og Anita Tveiten (Buskerud). Takk for hjelpen!

Vi vil også gjerne få takke, Sondre Meland ved Miljøseksjonen i Vegdirektoratet som har kommet med gode tips og innspill under utarbeidelsen av denne rapporten.

Ved INHM-HSN vil vi takke avdelingsingeniør Karin Brekke Li for hjelp til utførelse av analyser på laboratoriet.

<Høgskolen i Sørøst-Norge, avd. Bø dd.mm.2016>

<Tor Henrik Porsmo og Martin Stamland>

Innledning

I Norge finnes det over 1000 tunneller med en samlet lengde på over 800 km og det bygges hvert år 20-30 km ny tunnel (Vikan 2013). Forurensinger i vegtunneler avsettes og akkumuleres til tak, vegger og teknisk utstyr (Meland et al. 2010a). Tunneler blir derfor vasket regelmessig for å opprettholde trafikksikkerheten og forlenge levetiden til tunnelen og dens konstruksjoner. Vaskefrekvensen for en tunnel bestemmes ut i fra dens ÅDT (årsdøgntrafikk) og vaskes fra en til tolv ganger i løpet av ett år (Statens vegvesen 2014a). Undersøkelser i Norden og internasjonalt viser at forurenset avrenningsvann fra trafikkerte områder samt tunnelvaskevann ved rengjøring av tunneler, kan skape et miljøproblem ved at miljøgifter spres til jord og vann (Barbosa & Hvitved-Jacobsen 1999; Davis et al. 2001; Kamalakkannan et al. 2004; Kimaszewska et al. 2007; Schipper et al. 2007; Stotz & Holldorb 2008; Byman 2012). I Norge er det tidligere gjort undersøkelser rundt tunnelvasking og miljøeffekter tilknyttet vaskevannet (Andersen et al. 1995, Statens vegvesen 1997; Roseth & Meland 2006; Meland 2010; Meland et al. 2010a; Meland et al. 2010b; Meland 2012; Dybwad 2015).

I 2007 ble EUs Rammedirektiv for vann implementert i norsk lov gjennom Vannforskriften, forskrift 15.12.2006 nr. 1446 om rammer for vannforvaltningen (lovdata.no). Målet er å oppnå god økologisk og kjemisk status i alle norske vannforekomster innen 2021 (vannportalen.no). Statens vegvesen (SVV) har et sektoransvar for håndtering av forurensing fra veg og må følge opp Regjeringens miljøpolitikk som berører vegsektoren. De nasjonale føringene for miljøarbeidet er definert i Prop. 1 S (2012-2013) fra Miljøverndepartementet og følges opp av SVV i fireårige handlingsprogrammer (vegvesen.no^{1,2}). SVV startet det fireårige etatsprogrammet NORWAT (Nordic Road Water) prosjektet i 2012, som et tiltak for å øke kunnskapen rundt planlegging, bygging og drift av vegnettet uten at det skal gi uakseptabel skade på vannmiljøet (vegvesen.no³). Egne retningslinjer og veiledere har blitt utarbeidet og beskriver hvordan SVV skal ta hensyn til miljøet, ved planlegging, utbygging og daglig drift av vegnettet (vegvesen.no¹). I følge SVV Håndbok N500 (Statens vegvesen 2014b) er hovedregelen at det skal legges opp til en vaskefrekvens som sikrer at det ikke kreves spesielle tiltak for å samle opp vaskevannet utenfor tunnelen. For tunneler med lange intervaller mellom vasking eller spesielt store trafikkmengder, skal det vurderes om vaskevannet kan bli så forurenset at det er nødvendig at utslippssystemet utenfor tunnelen utformes slik at eventuelt miljøfarlig vaskevann kan håndteres.

Tunnelvaskevannet vil generelt sett inneholde en høyere forurensingskonsentrasjon enn konsentrasjoner i avrenning fra veg i dagen med sammenlignbar ÅDT (årsdøgntrafikk). Dette skyldes normalt at forurensingene i en tunnel vil akkumulere over en lengre tidsperiode sammenlignet med veg i dagen som er styrt av tiden mellom nedbørsperioder (Roseth & Amundsen 2003, Meland 2012). Tunnelvaskevannet inneholder en blanding av partikkelknyttede og løste forurensningskomponenter samt såpestoffer (Roseth & Meland 2006). I følge Meland (2012) er det spesielt utslippet av organiske miljøgifter og tungmetaller som kan utgjøre en potensiell fare for vannlevende organismer. Tidligere studier har påvist både kronisk og akutt giftighet hos vannlevende organismer ved utslipp av forurenset tunnelvaskevann til nærmeste resipient (Meland, 2010; Meland et al. 2010b; Meland 2012a).

Et av tiltakene SVV benytter for å beskytte vannforekomster, er behandling av forurenset vegvann i rensaneanlegg. Det finnes over 150 naturbaserte renseløsninger for forurenset vegvann hvor de fleste løsningene er av typen våte rensedbasseng (COWI AS 2012). Mange av de naturbaserte rensemetodene er effektive mot forurensinger knyttet til partikler, mens de har lavere effekt for vannløste forurensinger (Åstebøl & Hvitved-Jacobsen 2014). De fleste tunnelene i Norge har ingen form for renseløsning (Meland 2012). For nye(re) tunneler med en høy trafikkbelastning er vanlig praksis i Norge behandling av tunnelvaskevann i et sedimenteringsbasseng enten inne i tunnelen eller på utsiden (Meland 2010).

Denne studien er en undersøkelse av tunnelvaskevann fra helvask ved sytten lokaliteter i SVV Region sør våren 2015. Prøver av vaskevannet har blitt analysert ved Rambøll Analytics, Finland for en rekke kjemiske parametere. Enkelte av vannkvalitetsparametere er blitt analysert ved laboratoriet ved INHM-HSN. Målet med oppgaven er å studere faktorer som kan ha en betydning for konsentrasjonene av tungmetaller og organiske miljøgifter i vaskevannet ved tunnelvask samt eventuelle miljøeffekter av disse. Statistiske metoder er brukt for studere sammenheng mellom forurensingskonsentrasjon og forskjellige påvirkningsfaktorer som ÅDT, tunnellengde, andel lange kjøretøy, fartsgrense og sist vasket m.m. Vannkvalitetsparametere analysert ved INHM har blitt knyttet opp mot parametere analysert ved Rambøll Analytics for å finne en mer samlet forklaring for forurensingene i tunnelvaskevannet. Tunnelene i Region sør er også blitt rangert internt etter «versting-tunnel» ved bruk av forurensingsindeks etter Amundsen et al. (1999) og Torp & Meland (2013). En del av oppgaven er i form av et litteraturstudium på såpebruk under selve vaskingen og kjemikalier ellers benyttet i tunnelen som avisningskjemikalier, støvdempere og kjemikalier benyttet til «lysing» av tunnel.

Bakgrunn

2.1 Forurensing

Vaskevannet har store likheter med vegavrenning i kjemiske sammensetning.

Hovedforskjellen er oppkonsentrasjon inne i tunnelen på grunn av akkumuleringstiden mellom vask. Tunnelvaskevann er i nyere tid kjent for å inneholde en kompleks blanding av ulike kjemiske stoffer og stoffenes antatte hovedkilde er forbrenning, oljesøl og slitasje av bremses, bildekk og asfalt (tabell 1). De forurensende stoffene som dominerer er tungmetaller, salt, næringsstoffer, tensider, tjærestoffer og partikler (Snilsberg et al. 2002). Tidligere undersøkelser viser at mellom 40 % til 90 % av de viktigste forurensnings-komponentene i vaskevannet er knyttet til partikler (Roseth & Amundsen 2003).

Tabell 1. Forurensende stoffer fra vegavrenning/tunnelvask og deres antatte hovedkilder. Tabellen er hentet og modifisert etter Meland (2010).

	Kilde	Forurensende stoff*	Referanser
Kjøretøy	Bremses	Ba, Cu, Fe, Mo, Na, Ni, Pb, Sb	Dongarra et al. 2009; McKenzie et al. 2009; Sternbeck et al. 2002; Thorpe & Harrison 2008
	Dekk (inkludert piggedekk)	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
	Katalysatorer	Pt, Pd, Rh	Ek et al. 2004; Whiteley & Murray 2005
	Karosseri	Cr, Fe, Zn	Taylor & Robertson 2009
	Forbrenning	Ag, Ba, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, V, Sb, Sr, Zn, PAH, MTBE, BTEX	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
	Olje- og pretroliumsøl, drypping, brukt smøremiddelolje	PAH	Ravindra et al. 2008; Wang et al. 2003
Annet	Vegoverflate (asfalt)	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
	Avisende og støvdempende kjemikalier	Ca, Mg, Na, C ferrocyanide	Aldrin et al. 2008; Novotny et al. 2008; Ramakrishna & Viraraghavan 2005; Viklander et al. 2003
	Vegustyr (f.eks trafikkskilt, midtrabatter o.l.)	Zn	Thorpe & Harrison 2008
	Vaskemidler i tunnelvask	Tensider	Meland et al. 2010b

*Forurensende stoff: Ag = sølv, Al = aluminium, Ba = barium, BTEX = benzen, toluen, etylbenzen, xylen, Ca = kalsium, Cd = kadmium, Cl = klor, Co = kobolt, Cr = krom, Cu = kobber, Fe = jern, K = kalium, Mg = magnesium, Mn = mangan, Mo = molybden, MTBE = metyl-tert-butyleter, Na = natrium, Ni = nikkel, PAH = polysykliske aromatiske hydrokarboner, Pb = bly, Pd = palladium, Pt = platina, Rh = rhodium, Sb = antimon, Si = silisium, Sr = strontium, Ti = titan, V = vanadium, W = wolfram, Zn = sink.

2.2 Biotilgjengelighet og mobilitet til metaller

Tidligere studier viser at vegavrenning og tunnelvaskevann inneholder store mengder tungmetaller (Sansalone & Buchberger 1997; Barbosa & Hvitved-Jacobsen 1999; Snilsberg et al. 2002). Metaller det er blitt fokusert på i litteraturen i sammenheng med vegavrenning er hovedsakelig Pb (bly), Cu (kopper), Cd (kadmium), Zn (sink), Fe (jern) og Ni (nikkel) (Lindgren 1996; Brown & Peake 2006; Bækken & Haugen 2006; Opher & Friedler 2010). I nyere tid har fokuset økt også på andre metaller. Det har blitt observert en merkbar økning av metaller slik som Cd (kadmium), Co (kobolt), W (wolfram), (Pb) bly og Zn (sink), og det konkluderes med at skyldsårsaken er piggdekk slitasje på våt veg når vegsalt er tilstede (Bäckström et al. 2003). Kjølholt et al. (2002) har undersøkt innholdet av elleve mindre undersøkte metaller i sediment fra to vegvannsbassenger langs sterkt trafikkerte motorveger nær København. Her ble det funnet høye innhold av Sb (antimon), Mo (molybden) og V (vanadium) samt tydelige tegn på at Pd (palladium) erstatter Pt (platina) i biokatalysatorer. I Sverige har Hjortenkrans et al. (2007) gjort undersøkelser på utslipp fra bremsebelegg og dekk (hhv. i 1995, i 1998 og i 2005), og fant at for kobber, sink og til dels antimon fra vegtrafikk er hovedkilden fremdeles bremsebelegg. Det ble også konstatert at slitasje fra bildekk er en viktig kilde til kadmium og sink.

Begrepet «tungmetall» har ingen presis definisjon og brukes inkonsekvent (Dufus 2002). Begrepet brukes ofte som en betegnelse på metaller med tetthet på mer enn 5 g/cm^3 og som er potensielt toksiske for akvatiske organismer (Jonnalagadda & Rao 1993; Walker et al. 2001; Meland 2010; Damsgård 2011). Tungmetaller finnes naturlig (bakgrunnsnivå) i berggrunn og jordsmonn og vil dermed påvirke tungmetallinnhold i veg- og tunnelavrenning sammen med antropogene kilder (Snilsberg et al. 2002). Flere tungmetaller (eks. Cu og Zn) er essensielle for organismer i små mengder (Fairbrother et al. 2007, Franzle & Markert 2007) og tar del i ulike enzymatiske og metabolske prosesser (Walker et al. 2001). De kan være giftige for ulike livsformer ved høyere doser (Walker et al. 2001). Ikke ensielle metaller (eks. Hg (kvikksølv) og Pb) har ingen kjente biologiske funksjoner (Fairbrother et al. 2007).

Tungmetaller vil enten foreligge løst i vannfasen eller være bundet til partikler (Sansalone & Buchberger 1997; Karouna-Renier & Sparling 2001). Nyere studie av tunnelvaskevann fra sedimenteringsforsøk har Byman (2012) funnet signifikante korrelasjoner ($R^2 > 0,95$) mellom partikler (STS) og flere metaller As (arsenikk), Cd, Co (kobolt), Cr (krom), Cu, Fe (jern), Mn (mangan), Ni, Pb og Zn. I det vitenskapelige miljøet er det bred enighet for at stoffer med liten molekylstørrelse er mer mobile og potensielt mer biotilgjengelige enn større forbindelser

(eks. kolloider og suspenderte partikler) (Meland 2010). Metaller med sine ulike kjemiske former varierer mye i toksisitet, biotilgjengelighet og transformasjon (Calmano et al. 2005). Metaller kan opptre i ulike tilstander, betegnet tilstandsformer (Templeton et al. 2000) og defineres ut i fra deres fysiske-kjemiske egenskaper (Salbu & Oughton 1995).

Tilstandsformer har stor betydning for hvordan metaller opptre i ulike miljø, eksempelvis i resipient/sedimenteringsbasseng. Oversikt over teoretiske tilstandsformene til metaller i et akvatisk miljø finnes i boken «Environmental Chemistry a global perspective» (vanLoon & Duffy 2011).

I litteraturen finnes det flere definisjoner av biotilgjengelighet: En forbindelse som har potensial for opptak i en organisme (Hare 1992) eller forbindelser som kan absorberes i en organisme ved å krysse biologiske membraner (Fairbrother et al. 2007). Organismer har også ulike morfologiske, fysiologiske og biogeokjemiske egenskaper som forårsaker varierende kjemisk opptak (Erickson et al. 2008). Partikkelbundne metaller er som regel ikke biotilgjengelige (Meland et al. 2010a). Oppløste eller svakt adsorberte metaller kan derimot være lett tilgjengelig for planter og akvatiske organismer (Calmano et al. 2005).

Transformasjon av tungmetaller er dominert av kjemiske og biologiske prosesser i miljøet. Biologisk transformasjon består av både mikrober og høyerestående planter og deres potensial til å transformere giftige metaller til ikke-/mindre giftige tilstandsformer er enda ikke fullt utnyttet (Mohapatra 2007). Endring i parameterne pH, redokspotensial, konduktivitet og oksygeninnhold kan påvirke mobiliteten av metaller fra en fast fase (partikler og kolloider) til løst fase (Calmano et al. 2005). Tunnelvaskevann inneholder en kompleks blanding av diverse stoffer, og det er tenkelig at kjemiske forhold som synergisme eller antagonisme kan forekomme mellom metallene. Ved synergisme kan to eller flere potensielt farlige stoffer gå sammen i en blanding som kan være mer toksisk enn hvert av de enkelte stoffene alene. Antagonisme er det motsatte av synergisme. Ved antagonisme kan to eller flere potensielt farlige stoffer gå sammen i en blanding som er mindre toksisk enn hver av de enkelte stoffene alene (Newman 2014).

NaCl (natriumklorid) benyttes vanligvis til vegsaltyng i forbindelse med vintervedlikehold. Vegsaltyng kan føre til forsuring av vegnære vannforekomster og lav pH i seg selv har negative biologiske konsekvenser. Metaller løser seg lettere i surt vann (Vaa & Sakshaug 2007). Jordsmonn som ikke er surhetspåvirket vil enten lekke positive ioner direkte, eller bytte ut basekationer som Ca^{2+} og Mg^{2+} . Basekationene vil ikke ha noen negativ effekt i avrenningsvannet. Mens i jordsmonn som er forsuret vil de positive ionene i vegsaltyng kunne

bytte ut hydrogen- (H^+) og aluminiumioner (Al^{n+}) som kan øke forsuringsbelastningen på vassdraget (Kaste 1999). Et økt saltbruk vil også føre til mer korrosjon av kjøretøy (Transportation Research Board 1991, Weiner 2008).

Når det gjelder tunnelvaskevann/vegavrenning har det i tidligere litteratur i større grad blitt fokusert på den akutt-toksiske delen og langtidspåvirkninger (kroniske effekter) er noe mindre undersøkt. Effekter av forurensningsstoffer i vegavrenning og tunnelvaskevann er blitt observert i fisk, vannlopper, alger og bakterier (Baun, et al. 2001; Kumar et al. 2002; Kayhanian et al. 2008; Meland 2010). Omfanget av disse påvirkningene varierer fra akutt toksiske til ingen effekt og er avhengig av arten som er til stede, partikkelstørrelse, mengde og avstanden til kilden. Det har blitt observert at faunaen i dammer og mindre bekker i noen tilfeller vil endres mot et større mangfold av mer tolerante arter med lengre livslengde eller mindre kortlevende invertebrater (Dybwad 2015). Bioakkumulering av tungmetaller i bentiske invertebrater (bunndyr) og frosk er blitt observert i flere studier (Le Viol et al. 2009; Damsgård 2011; Vollertsen et al. 2012). En reduksjon i størrelse av ung brunørret (*Salmo trutta*) i Årungselva er blitt observert nedstrøms utløpet av Vassum sedimentasjonsbasseng (Meland et al. 2010a).

2.3 PAH

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), er en gruppe på over hundre forskjellige svært stabile, organiske molekyler. Disse er laget av karbon og hydrogen, og består av to eller flere benzenringer koblet sammen (Perk 2007). PAH oppstår ved ufullstendig forbrenning (relativ lav temperatur og liten tilgang på oksygen) av organisk materiale som kull, olje, søppel eller andre organiske substanser (vanLoon & Duffy 2011). I trafikksammenheng frigis PAH fra bileksos og slitasje fra asfalt og bildekk (Statens forurensningstilsyn 2000a). Fra januar 2010 ble det fastsatt av klima- og miljødepartementet forbud mot bildekk med HA-oljer (høyaromatiske oljer). Denne oljen blir brukt til mykgjørere i dekkene, og inneholder store mengder PAH-forbindelser. Oljen er ikke kjemisk bundet til gummien og frigis derfor lett ved slitasje (Aune 2011). PAH finnes både i gassfase og i partikkelform (Khalili et al. 1995).

Stor variasjon i struktur og størrelse gjør at PAH kan ha mange ulike fysiske/kjemiske egenskaper (Newman & Unger 2002). Flyktigheten til disse stoffene øker jo lavere molekylvekten er. På grunn av lav løselighet og høy affinitet til organisk partikulært materiale, er PAHer ikke særlig mobile i vann og i sedimenter. Som en konsekvens av dette, fordeles og akkumuleres PAH i større grad i jord og sedimenter enn i overflatevann (Perk 2007). Forsøk viser at konsentrasjonen av PAH i luft er høyere i byer/utslippsområde om vinteren enn om sommeren. Sørlige vinder og høye temperaturer favoriserer transport av stoffer i gassfase i nordgående retning om sommeren, dette kalles også gresshoppereffekten. PAH-forurensning er stasjonær om vinteren (vanLoon & Duffy 2011).

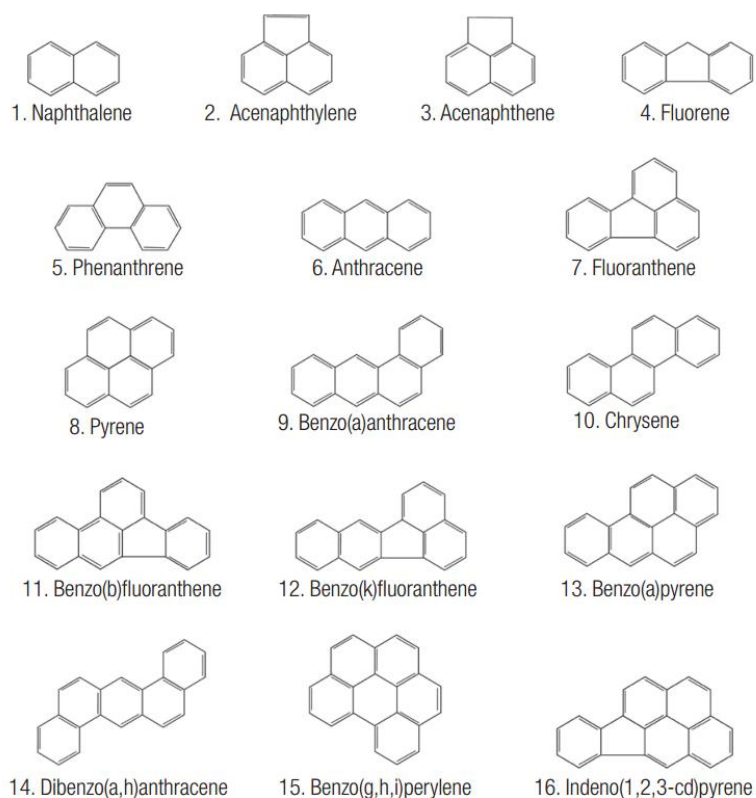
Forurensning av PAH i jord kan hemme planters fotosyntese og rotvekst. PAH i vann, som ofte knyttes til de lettere PAH-molekylene (to benzenringer) kan gjøre skade på vannlevende organismer ved å gjøre dem svakere, redusere fruktbarheten, og hindre dem i å fullføre forskjellige livsstadier. Mennesker utsettes ofte for PAH via luften, eller i form av oversteckt mat. Toksiske effekter kan være forandringer i DNA, og kreft (Perk 2007).

Nedbrytningen av PAH skjer gjennom kjemiske og biologiske prosesser i atmosfæren og i jord og vann (Hylland 2006). Enkelte mikroorganismer kan bryte ned PAH i jord og vann i løpet av en periode på uker til måneder, og bryter ned de lette PAHene raskere enn de tyngre (Perk 2007). De tyngre PAHene har en estimert halveringstid på fem til ni år (vanLoon & Duffy 2011). I marine miljøer er bakteriene *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Klebsielle*, *Acinobacter*, *Micrococcus* og *Nocardia* påvist å være involvert i nedbrytningen av PAH (Roy et al. 2002).

I følge Knutzen & Næs (1994), er ulike PAHer ømfintlige for fotooksydasjon, og i sotpartikler er PAH delvis skjermet for sollys. I vann er den fotokjemiske nedbrytningen kun aktuell i det øvre sjikt. PAH kan også brytes sakte ned av sopp, men i mørke anaerobe miljøer er PAH svært tungt nedbrytbart.

PAH-nedbrytningen kan danne nye, og potensielt enda mere skadelige mellomprodukter/omdanningsprodukter (Baek et al. 1991). Disse kalles ofte «metabolitter» hvorav «oxo-PAH» er en metabolitt enda mer giftig enn den opprinnelige forbindelsen (SFT 2000b).

«US Environmental Protection Agency» har laget en liste på seksten PAHer som prioriteres i miljøsammenheng (Perk 2007) (figur 1), og er i dag på EUs og Norges liste over prioriterte miljøgifter (miljostatus.no).



Figur 1. Kjemiske navn og struktur til de seksten PAH-forbindelsene som er prioritert i miljøsammenheng (hichrom.com).

2.4 Såpebruk i tunneler

Såpene som brukes til tunnelvask i Norge har mange felles virkestoffer og har i tillegg mange ulike sammensetninger. Vaskemidler til tunnelvask har i oppgave å løse urenheter og skitt fra overflater og holde dette flytende i vannfasen (Roseth & Søvik 2005). Dette medfører til økte stoffkonsentrasjoner i vaskevannet (Stotz & Holldorb 2008). Rengjøringsmidlene som benyttes under tunnelvaskingen består ofte av tre hovedkomponenter: alkaliske vaskestoffer, overflateaktive såpestoffer (tensider/surfakanter) og miljøvennlige løsemidler (Roseth & Søvik 2005). Tidligere forsøk har vist at vanlig brukte såpestoffer er akutt giftige for vannlevende organismer ved høye konsentrasjoner, selv om de fleste brytes ned raskt i vann (Roseth & Søvik 2005, Corneliussen et al. 2007). Såpebruk er videre kjent for potensielt å kunne øke mobiliteten til en rekke metaller og remobilisere fra gamle sedimenter (Aasum 2013). Såpestoffene i tunnelvaskevann må derfor brytes ned eller fjernes før vaskevannet får utløp til sårbare resipienter (Roseth & Søvik 2005). Det er derfor nødvendig med oppsamling og separat behandling av vaskevannet (Stotz & Holldorb 2008). Såpe brytes ned biologisk av det bakterielle samfunnet (Corneliussen et al. 2007). Roseth og Søvik (2005) har undersøkt såper brukt til tunnelvask med henhold til binding og nedbrytelighet. Nedbrytningsstudie av et tidligere mye brukt vaskemiddel (CW 613) var pH-avhengig og det skjedde ingen/liten nedbrytning ved en høy pH (9-10). Ved en noe lavere pH (7-8) ble det observert en nedbrytning av giftige komponenter i såpen med moderat hastighet og en fullstendig nedbrytning syntes imidlertid å kreve lang tid. Det er uklarerheter om behandling i betongstøpte rensesasseng gir en tilstrekkelig fjerning og nedbrytning av ulike såpestoffer. Tensidene i såpestoffene er organiske overflateaktive stoffer som har lett for å sedimenteres ved binding til blant annet finkornet vegstøv (Roseth & Søvik 2005, Dyer et al. 2006). På grunn av de overflateaktive egenskapene, er de mer eller mindre giftige for vannlevende organismer og skader kan oppstå ved konsentrasjoner på 1-200 mg/l (Magnus 1996, Corneliussen et al. 2007).

Det ble brukt såpe under tunnelvask ved elleve av de sytten prøvetatte tunnelene i Region Sør, våren 2015. Det ble benyttet to forskjellige typer såpe TK601 Clean Autovask m/ Voks og Tunnelvask. Sammensetning samt giftighet og nedbrytning hos komponentene i de ulike såpene finnes i tabell 2 og 3. Det er i denne oppgaven ikke blitt tatt høyde for andre typer såper brukt under tunnelevasken eksempelvis ved skiltvask.

TK601 Clean Autovask m/ Voks består av en sammensetning av fem ulike stoffer: trinitiumnitrilotriacetat, natriumkarbonat, 2(2butoxyetoxy)etanol, fettalkohol C12-C14 + 1-10 mol EO (etylen oksid) og C9-C11 pareth 8. Trinitiumnitrilotriacetat (NTA) er en del av gruppen chelater som er organiske syrer som blant annet kan binde kationiske metaller og andre forbindelser med positiv ladning. Stoffet er ikke forventet å være giftig, miljøskadelig eller bioakkumulerende (Corneliussen et al. 2007). Natriumkarbonat tilsettes som buffer og alkalisk vaskestoff å gjør vannløsningen sterkt basisk med pH mellom 10-11. Stoffet blir ofte anvendt i universalrengjøringsmidler og kosmetikk. Dette stoffet er vurdert som lite miljøskadelig for akvatiske organismer, det er ikke relevant å vurdere bioakkumulering og nedbrytning av dette stoffet (Roseth & Søvik 2005). 2(2butoxyetoxy)etanol blir brukt som løsemiddel i rengjøringsmidler. Dette stoffet vurderes til å ha lav giftighet og lav potensiell bioakkumulerbarhet for vannlevende organismer, samt at stoffet brytes lett ned i både rensesanlegg og overflatevann. Stoffet har ikke vist tegn på mutagene, kreftfremkallende, fosterskadende eller fertilitetsnedsettende effekter (Roseth & Søvik 2005). Fettalkohol C12-C14 + 1-10 mol EO og C9-C11 pareth 8 er begge alkoholetoksilater (AEO) som er vanlige såpestoffer brukt i rengjøringsmidler for tunneler, industri og biler. De er ikke-ioniske tensider som er lite reaktive og dermed mindre giftig enn andre tensider. Disse er normalt vurdert til å være relativt miljøvennlige og lett nedbrytbare vaskestoffer, selv om de er akutt giftige for vannlevende organismer før nedbrytning. Giftigheten varierer imidlertid mye med kjedelengde og grad av etoksilering. Lange kjedelengder og stor grad av etoksilering gir generelt lengre nedbrytningstid og økt giftighet for vannlevende organismer (Roseth & Søvik 2005). Stoffet C9-C11 pareth 8 er et fettalkoholetoksilat som har kjeder med 9, 10 og 11 karbonatomer og varierende etoksilering (EO). Giftigheten er lav, men høyere enn andre stoffer i såpen (Corneliussen et al. 2007).

Tunnelvask består av en sammensetning av to ulike kjemikalier (natriumalkyletoxysulfat og alkohol C11 polyetoxyolat). Stoffet natriumalkyletoxysulfat blir omtalt under en rekke av synoner eksempelvis: sodium alcohol ether sulphate, sodium fatty alcohol ether sulfate, sodium laureth sulphate og sodium lauryl ether sulfate. Alkohol etoksylsulfater (AES) også kjent som alkyl etersulfater, er en mye brukt klasse av anionske overflateaktive stoffer (tensider). De brukes blant annet i rengjøringsprodukter for hushold, hygieneprodukter og industrielle rengjøringsmidler (Human and Environmental Risk Assessments 2003). AES er hovedsakelig etoksylert alkyl sulfat (AS) hvor karbonkjedelengden strekker seg fra 12-18 og antallet etoksylatgrupper varierer fra 0-8 (Cowan-Ellsberry et al. 2014). Natriumsalt er den

vanligste brukte formen (HERA 2003). Den akvatiske giftigheten til AES variere i henhold til alkyl-og etoksylatkjedelengden (Cowan-Ellsberry et al. 2014). I følge HERA (2003) har AES lav akutt-toksisitet og anses ikke for å ha mutagene, gentoksiske og kreftfremkallende egenskaper, samt heller ikke gi fosterskade eller fertilitetsnedsettende effekter. Stoffet alkohol C11 polyetoxylat er et alkoholetoksilat og har de samme egenskapene som tidligere beskrevet for AEOs.

Tabell 2. Rengjøringsmidler benyttet til tunnelvask i Region sør, våren 2015. Tabellen angir sammensetning av produktet, fareklasser og risikosestninger. **Fareklasse:** Xn=helseskadelig, Xi=irriterende, N=miljøskadelig. **Risikosestninger:** 22=farlig ved svelging, 36=irriterer øynene, 38=irriterer huden, 40 Mulig fare for kreft 41=fare for alvorlig øyeskade, 50=meget giftig for vannlevende organismer. Opplysningene er hentet fra sikkerhetsdatablad (vedlegg 4&5).

Rengjøringsmiddel	Navn stoffer	Cas-nr	Vekt %	Fare kl.	R-setn.
Tunnelvask Rekvisita Norge AS	Natriumalkyletoxysulfat	68585-34-2	1-5	Xi	R36/38
	Alkohol C11 polyetoxylat	34398-01-1	1-5	Xi	R41
TK 601 Clean Autovask m/ Voks Teknisk Kjemisk Produksjon AS	Trinatriumnitriolotriacetat (NTA-NA3)	5064-31-3	1-4		R22, R36, R40
	Natriumkarbonat	497-19-8	1-5	Xi	R36
	2(2butoxyetoxy)etanol	112-34-5	1-5	Xi	R36
	Fettalkohol C12-C14 + 1-10 mol EO	68439-50-9	1-5	Xn, N	R22, R41, R50
	C9-C11 pareth 8	68439-46-3	1-5	Xn	R22, R38, R41

Tabell 3. Giftighet og nedbrytning av noen av komponentene i såpene benyttet i Region sør, våren 2015. **EC50**-Konsentrasjon som medfører effekt på 50% av organismene. **LC50**-Konsentrasjon som medfører at 50% av organismene dør. **IC50**-Konsentrasjon hvor 50 % av den eksponerte populasjonen blir handlingslammet. Opplysningene er hentet fra sikkerhetsdatablad (vedlegg 4&5).

Rengjøringsmiddel	Stoff	Økotoksikologi	Nedbrytning
Tunnelvask	Alkohol C11polyetoxylat	IC50 (Alger) 1-10mg/l, 72t EC50 (Daphnia) 1-10mg/l, 48t LC50 (Fisk) 1-10mg/l, 96t	Produktet inneholder stoffer som kan gi uønskede langtidsvirkninger i vannmiljø pga. dårlig nedbrytbarhet. Potensial bioakkumulering.
TK 601 Clean Autovask m/ Voks	Trinatriumnitilotriacetat (NTA-NA3)	Akutt akvatisk (fisk) 100mg/l, 96t	Det forventes ingen økologiske effekter ved normal bruk. Lett bionedbrytbar. Biologisk nedbrytbarhet iflg. OECD 310 c. BOD 28: 75% lett nedbrytbar.
	Natriumnitilotriacetat	Akutt akvatisk (Alge) 100mg/l, 72t	
	Natriumnitilotriacetat	Akutt akvatisk (Daphnia) 100mg/l, 48t	

2.5 Kjemikaliebruk i tunneler

Ved flere av de undersøkte tunnelene våren 2015 er det blitt benyttet avisningskjemikalier til støvdemping og kjemikalie til lysing av tunnelene. Oversikt over de ulike stoffene benyttet samt innhold, økotoksikologi og nedbrytning finnes i tabell 4.

Produktet ICE & DUST-AWAY PLUS 50 (kalsium-magnesium-acetat og kaliumformiat) er benyttet i tunnelene Grimstadporten og Blødekjær. Kjemikalien brukes til avisning for å forebygge/behandle glatt veg samt at midlet har støvdempende egenskaper, reduserer skadelig partikkelforurensninger. I følge Hafner et al. (2012) er kjemikalien ICE & DUST-AWAY PLUS 50 ikke blitt testet for miljøeffekter. Stoffet Weber Slemming Hvit (tørrmørtel) er benyttet i tunnelen Fånefjell og brukes for å gjøre tunnelene lysere som øker trafiksikkerheten og reduserer risikoen for trafikkulykker (Iveresen 2014). Kjemikalien MG

KOMBI (magnesiumklorid hexahydrat) er benyttet i tunnelen Strømsås.

Magnesiumkloridløsning anvendes en del, både som befuktingsvæske ved utstrøing av befuktet salt og til støvdemping i tunneler og på veger og gater om vinteren (Vaa & Sakshaug 2007).

De organiske forbindelsene acetat ($-\text{CH}_3\text{COO}$) og formiat ($-\text{COO}$) er lett nedbrytbare, vannløselig og har generelt lav giftighet i vann. Bioakkumulering er ikke forventet (Amundsen et al. 2008). Nedbryting av acetat forbruker oksygen, slik at bruken i enkelte lokaliteter kan gi en negativt konsekvens ved at det kan medføre oksygenvinn (Albright 2005). Det kreves midlertid mindre oksygen til nedbryting av formiat (Amundsen et al. 2008). Frischel (2001) har utarbeidet en rangering av giftighet av ulike avisningskjemikalier for regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*), vannloppe (*Ceriodaphnia*) og veksthemning av alger (*Selenastrum*). De kloridbaserte forbindelsene (natriumklorid, kalsiumklorid og magnesiumklorid) er mindre skadelige for disse vannlevende organismene enn de som er acetatbasert (kaliumacetat, natriumacetat, kalsiummagnesiumacetat og en blanding av kaliumacetat og kalsiummagnesiumacetat). Giftigheten av de ulike avisningskjemikaliene bekreftes også av undersøkelser rapportert av Joutti et al. (2003). Formiat og acetat brytes ned i umettet sone, og er derfor mindre sannsynlighet for at det vil oppstå negative effekter av disse stoffene i vann (Joutti et al. 2003). Dette er avhengig av at de organiske forbindelsene infiltrerer i jord og ikke renner ut direkte i overflatevann (Amundsen et al. 2008). I følge litteraturstudie til Amundsen et al. (2008) er det i tidligere undersøkelser blitt dokumentert at giftigheten av avrenning fra veg økte i vintermånedene, parallelt med økt tilførsel av vegsalt. Økt giftighet kunne ikke forklares kun med konsentrasjonene av klorid, og skyldes nok også mobilisering, økt biotilgjengelighet og økt giftighet av andre trafikkskapte forurensningskomponenter.

Tabell 4. Kjemikalier benyttet i undersøkte tunneler, våren 2015. Opplysningene om stoff sammensetning, giftighet og nedbryting er hentet fra sikkerhetsdatablad (vedlegg 6,7&8)

Kjemikalie	Stoff	Økotoksikologi	Nedbrytning
ICE & DUST-AWAY PLUS 50 Nordisk Aluminat A/S	CMA, kalsiummagnesium- acetat (12,5 %) KFA, kaliumformiat (25%) Vann (62,5 %)	Ingen data tilgjengelig	Ingen data tilgjengelig
Weber Slemming Hvit Saint-Gobain Byggevarer as	Hvit portlandsement (10-30%) Dolomitt (60-100%)	Sementandelen reagerer med vann og herder til et fast stoff. Innblanding i vann vil øke vannets pH-verdi og derfor ha en viss virkning på livet i vann inntil vannet er fortynnet/nøytralisert. Produktet anses ellers ikke å være giftig for organismer.	Ikke biologisk nedbrytbar samt ikke bioakkumulerbar.
MG KOMBI GC Rieber Salt AS	MgCl ₂ , magnesium klorid (47 %) Vann (51%) Andre salter (2%) Jern (10 ppm)	Akutt giftighet LD50 Oral - rotte - 8100 mg/kg	Ingen data tilgjengelig

2.6 Renseløsning

Siden mye av forurensingene er knyttet til partikler vil sedimentasjon av tunnelvaskevannet fremdeles være en god metode for rensing. På fagtreffet Renseløsninger for tunnelvaskevann v/Miljødepartementet 2/11-15 hadde Frøydis Garshol, Cowi AS et innlegg som videre er blitt utgitt i artikkelen «Rensing av vaskevann fra vegtunneler» (Garshol 2016). Ved COWI AS er det blitt utført en rekke tester i laboratoriet med rensing av tunnelvaskevann. Det finnes flere ulike renseløsninger tilgjengelig som kan velges ut i fra hva som er praktisk mulig på stedet. Dette kan være stasjonære løsninger, mobile løsninger og sentraliserte løsninger. Videre anbefales det sedimentasjon over en lengre tidsperiode for å stimulere biologisk nedbrytning og å oppnå bedre rensing. Basert på observasjoner i vinterhalvåret (~4 °C) vil det ta opptil tolv uker for effektivt å fjerne tungmetaller. Ved høye temperaturer (15-20°C) kan 3-5 uker være nok. Mest effektiv rensing ved biologisk nedbrytning oppnås ved anaerobe forhold (lukket tank). Fellingsgraden av tungmetaller er ofte høyere ved dannelsen av metallsulfider

(anaerob) enn metallhydroksider (aerob). Det er også observert svært effektiv fjerning av tungmetaller ved kjemisk felling ved høy pH. Behandlet vann som har høy pH før det når resipienten må pH justeres. Hvis resipienten tåler belastningene fra vaskevannet er det mulig at vannet når utslippskravene med kun bruk av sedimentasjon og at vannet slippes ut sakte over tid. Da vil miljøgifter i vaskevannet fortynnes i resipienten. Erfaring med stasjonære anlegg er at prosedyrer for fjerning av gammelt slam oftest mangler. Anlegg er ofte dårlig utformet med tanke på at slam bør fjernes med jevne mellomrom.

2.7 Prioriterte stoffer i Norge og EU

Miljødirektoratet utarbeidet i 2012 miljøkvalitetsstandarder og klassegrenser i vann, sediment og biota for en rekke miljøgifter. Disse er presentert i rapporten «TA-3001/2012» og omhandler prioriterte stoffer under vanndirektivet og stoffer som er aktuelle som vannregionspesifikke stoffer. I 2013 ble datterdirektivet (Directive 2013/39/EU) om prioriterte stoffer vedtatt og som følge av dette har Miljødirektoratet rettet opp i noen av miljøkvalitetsstandardene og klassegrensene samt kvalitetssikret miljøkvalitetsstandardene i rapporten «Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder» (Arp et al. 2014). Sistnevnte rapport (prioriterings listen) tar for seg en rekke forskjellige stoffer hvor konsentrasjon har vedtatte/foreslåtte miljøkvalitetsstandarder «environmental quality standard» (EQS) fra Miljødirektoratet og EU. Årlige gjennomsnitt verdiene (AA-EQS) gjelder for biotilgjengelig konsentrasjon for metallene bly og nikkel. Det samme vil være aktuelt for kobber og sink når nye nasjonale miljøkvalitetsstandarder blir fastsatt for disse vannregionspesifikke stoffene. En åpner for at konsentrasjonen av løst metall kan være høyere enn EQS dersom f.eks. pH, alkalinitet, kalsium og humus reduserer metallenes biotilgjengelighet. En vil få betydelige utslag på grenseverdiene fordi det er store regionale forskjeller i vannkjemi (Garmo et al. 2015).

Det ble det observert fire tungmetaller (Cd, Pb, Ni og Hg) og åtte PAH-forbindelser i tunnelvaskevannet i listen til Miljødirektoratet (prioriterte stoffer i vanndirektivet) (tabell 5). Disse stoffene bestemmer kjemiske tilstand for vannforekomster. I listen vannregionspesifikke stoffer ble det påvist åtte PAH-forbindelser og fire tungmetaller (Cu, Zn, As og Cr) (tabell 5). I Norge vil en benytte de vannregionspesifikke stoffene til vurderingen av resipienters økologiske tilstand.

Tabell 5. Prioriterte stoffer i vanndirektivet og vannregionspesifikke stoffer. Tabellen er basert på prioriteringslisten «Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder» (Arp et al. 2014).

Stoffer: Vanndirektivet	
Kadmium	
Bly	
Nikkel	
Kvikksølv	
PAH 8	Naftalen, Antracen, Fluroanten, Benzo(b)fluoranten Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Benzo(g,h,i)perylene.
Stoffer: Vannregionspesifikke	
Kobber	
Sink	
Arsen	
Krom	
PAH 8	Acenaftylene, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Pyren, Benzo(a)antracen, Krysen og Dibenzo(ah) antracen.

3 Områdebeskrivelse

Fylkene Vest-Agder, Aust-Agder, Telemark, Vestfold og Buskerud tilhører Statens vegvesen (SVV) Region sør sitt forvaltningsansvar (figur 2). SVV hadde før prøvetakingen laget en liste over aktuelle tunneler, her ble det lagt vekt på variasjon i faktorer som ÅDT, lengde, konstruksjon og beliggenhet. Utvalget av tunneler skulle best mulig representere tunneler i Norge. Det ble tatt vannprøver av tunnelvaskevannet på sytten lokaliteter totalt i Region sør. Lokalitetene med utvidet informasjon er nærmere beskrevet i vedlegg 1.



Figur 2. Oversiktskart over fylkene i Sør-Norge, rød markering angir fylkene som inngår i SVV Region sør (commons.wikimedia.org).

3.1 Vest-Agder fylke

Beliggenheten til de tre undersøkte tunnelene Ørnehei, Kirkehei og Banehei vises i figur 3. Tekniske opplysninger om tunnelene er beskrevet nærmere i tabell 1 og opplysninger om eventuelle resipienter for tunnelvaskevannet i tabell 6. Bilder fra felt vises i figur 4 A, B og C.



Figur 3. Oversiktskart over undersøkte tunneler i Vest-Agder fylke, rød markering angir beliggenheten til de prøvetatte tunnelene (maps.google.no).

Tabell 6. Tunneler i Vest-Agder med informasjon om årstall ferdigstilt, lengde (m), ÅDT, materialbruk, antall hovedløp samt envegs/tovegs trafikk (Vedlegg 1).

Tunnelnavn	Årstall ferdigstilt	Lengde, m	ÅDT (2014)	Materialbruk	Antall løp	Envegs /tovegs
Ørnehei	2006	846	3400	Sprøytebetong/ råsprengt fjell	1	Tovegs
Kirkehei	1991	835	8100	Sprøytebetong /råsprengt fjell	1	Tovegs
Banehei	2002	785	46000	Sprøytebetong/ betongelementer	2	Envegs

Tabell 7. Resipienter, økologisk tilstand, miljømål 2021 og påvirkninger for de tre undersøkte tunnelene Ørnehei, Kirkehei og Banehei (vann-nett.no ^{a, b, c})

Tunnelnavn	Resipient	Økologisk tilstand	Miljømål 2021	Påvirkninger
Ørnehei	Lyngdalsfjord -indre	Antatt god/lav pålitelighetsgrad	Risiko	Liten grad
Kirkehei	Mandalselva - Mandal til utløp	Antatt dårlig/ middels pålitelighetsgrad	Risiko	Industrier, transport/infrastruktur, langtransportert forurensning
Banehei	Otra - lakseførende strekning	Antatt moderat/ middels pålitelighetsgrad	Risiko	Diffus forurensning og sur nedbør

Ørneheitunnelen

Ørneheitunnelen befinner seg på fv.43 mellom Lyngdal og Farsund i Vest-Agder fylke (58°07'11"N 6°58'55"Ø). Tunnelen ligger i lavlandet langs Lyngdalsfjorden og strekker seg gjennom et brattere berg-/dalparti kalt «Ørneheia». Området består for det meste av lauvskogsareal og bart fjell med innslag av spredt bebyggelse/jordbruksareal på begge sider av tunnelen (kart.naturbase.no). Ørnehei strekker seg gjennom et geologisk område bestående av granitt og granodioritt (geo.ngu.no). Denne tunnelen har ikke oljeutskiller eller renseløsning for tunnelvaskevannet. Vannprøvene ble tatt i en kum på nordøstsiden av tunnelen mot Lyngdal omlag ti meter fra tunnelåpningen. Vaskevannet blir ført rundt hundre meter fra prøvetakingskum til en dreneringskum for overvann. Herifra krysser vaskevannet under vegen hvor det har utløp midt i en grøfterygg bestående av grovere stein og pukk ned til Lyngdalsfjorden.

Kirkeheitunnelen

Kirkeheitunnelen befinner seg på E39 nordøst for Mandal sentrum i Vest-Agder fylke (58° 01' 50" N 07° 28' 04" Ø). Tunnelen har sin beliggenhet i lavlandet like ved Mandalselva og strekker seg gjennom et ås-/heiområde «Kirkehei» bestående av lavere bergknauser. Området består i hoveddel av tett bebyggelse og noe lauvskog (kart.naturbase.no). Kirkehei strekker seg gjennom et geologisk område bestående av amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis og stedvis migmatitt (geo.ngu.no). Denne tunnelen har ikke oljeutskiller eller renseløsning for tunnelvaskevannet. På østsiden av tunnelen mot Søgne blir vaskevannet ført om lag ti meter via en kum, herifra krysser vaskevannet under «Dalevegen» omlag femten meter med utløp like over elvebredden i Mandalselva. Større områder oppstrøms av utløpet for vaskevannet samt noe nedstrøms i Mandalselva er av naturtypen «stor elvør» som har status «svært viktig naturverdi». Her finnes det stor forekomst av sjøsivaks (*Scirpus lacustris*) (faktaark.naturbase.no^a). Kirkeheitunnelen skal oppgraderes og det skal bygges et lukket sedimenteringsbasseng i tilknytning til tunnelen med ferdigstillelse 2016.

Baneheitunnelen (Vestgående hovedløp)

Baneheitunnelen har sin beliggenhet på E18 like nord for Kristiansand sentrum i Vest-Agder fylke (58°09'09"N 007°59'27"Ø). Tunnelen ligger i lavlandet like ved elven Otra og strekker seg gjennom et ås-/heiområde «Baneheia». Området består i hoveddel av tett bebyggelse/næringstomter i sør og barskogsareal med innslag av blandingskog/lauvskog

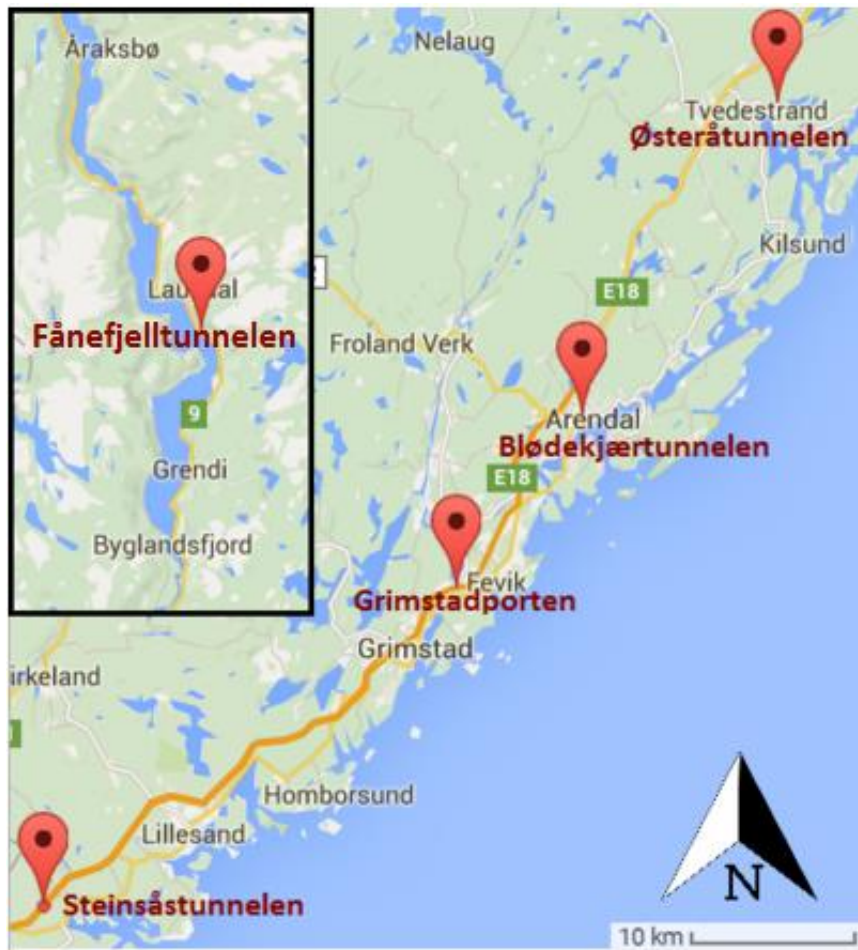
samt flere innsjøer og tett bebyggelse i nord (kart.naturbase.no). Baneheia befinner seg i et geologisk område bestående av amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis og stedvis migmatitt (geo.ngu.no). Alt tunnelvaskevann blir ledet til en oljeutskiller på vestsiden av tunnelen mot Søgne. Herifra ledes det videre til en pumpesump som pumper vannet til østsiden av tunnelen mot Lillesand. Tunnelen har ikke renseløsning for tunnelvaskevannet. Det ble tatt vannprøver i en kum om lag fem meter fra tunnelmunningen. Fra prøvetakningskummen ledes vannet om lag ti meter før vaskevannet får utløp like over elvebredden til Otra.



Figur 4. Utløpsrør for tunnelvaskevann til de prøvetatte tunnelene i Vest-Agder fylke. Indre Lyngdalsfjord ved Ørneheitunnelen, bilde A. Mandalselva ved Kirkeheitunnelen, bilde B. Otra ved Baneheitunnelen, bilde C (Foto: Martin Stamland).

3.2 Aust-Agder fylke

Beliggenheten til de fem undersøkte tunnelene Steinsås, Fånefjell, Grimstadporten, Blødekjær og Østerå vises i figur 5. Tekniske opplysninger om tunnelene er beskrevet nærmere i tabell 8, og opplysninger om resipienten til tunnelvaskevannet i tabell 9. Figur 6 A, og B, samt figur 7, viser bilder fra felt.



Figur 5. Oversiktskart over undersøkte tunneler i Aust-Agder fylke, rød markering angir hvor de prøvetatte tunnelen befinner seg. Det innfelte svarte rektangelet befinner seg lenger nord i dette kartutsnittet, og viser hvor Fånefjelltunnelen befinner seg (maps.google.no).

Tabell 8. Tunneler i Aust-Agder med informasjon om årstall ferdigstilt, lengde, ÅDT, materialbruk, antall hovedløp samt envegs/tovegs trafikk (Vedlegg 1).

Tunnelnavn	Årstall ferdigstilt	Lengde, m	ÅDT (2014)	Materialbruk	Antal løp	Envegs/tovegs
Steinsås	2009	2222	14500	Betongelementer/sprøyte betong	2	Envegs
Fånefjell	1963	611	1550	Fora elementer/råsprengt	1	Tovegs
Grimstadporten	2000	552	14350	Betongelementer/sprøyte betong	1	Envegs
Blødekjær	1995	922	11750	Betongelementer/sprøyte betong	1	Tovegs
Østerå	1964	270	3000	Fora elementer/råsprengt	1	Envegs

Tabell 9. Resipienter, økologisk tilstand, miljømål 2021 og påvirkninger for de fem undersøkte tunnelene Steinsås, Fånefjell, Grimstadporten, Blødekjær og Østerå (vann-nett.no d, e, f, g, h, i, j).

Tunnelnavn	Resipient	Økologisk tilstand	Miljømål 2021	Påvirkninger
Steinsås	Usikker, dreneres i grøft	-	-	-
Fånefjell	Byglandsfjorden	Antatt moderat (lav pålitelighetsgrad)	Risiko	Sur nedbør
Grimstadporten	Temse (bekkefelt)/ Temse	Antatt god (lav pålitelighetsgrad)/ Antatt dårlig (middels pålitelighetsgrad)	Risiko	Avrenning fra landbruk
Blødekjær	Barbuelva/ Tromøysund	Antatt svært dårlig (lav pålitelighetsgrad)/ Antatt dårlig (middels pålitelighetsgrad)	Risiko	Utslipp fra punktkilder og avrenning fra diffuse kilder
Østerå	Østeråbekken /Tvedestrands fjorden	Antatt moderat (middels pålitelighetsgrad)/ Antatt dårlig (middels pålitelighetsgrad)/	Risiko	Avrenning fra landbruk, utslipp fra annen punktkilde, byer tettsteder

Steinsåstunnelen (Vestgående løp)

Steinsåstunnelen befinner seg på E18 mellom Lillesand og Kristiansand i Aust-Agder fylke (58°12'47"N 008°13'50"Ø). Tunnelen ligger i lavlandet, omlag 1,5 kilometer nordvest for Steindalsfjorden og strekker seg gjennom åsområdet «Steinsås». Dette området består i hoveddel av skogstypene bar-/lauv-/blandingsskog med innslag av myrområder og med noe spredt bebyggelse/jordbruksareal i østre deler av område (kart.naturbase.no). Steinsås strekker seg gjennom et geologisk område hvor vestre del av tunnelen består av amfibolitt og glimmerskiffer og østre del består av amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis og stedvis migmatitt (geo.ngu.no). Tunnelen har ingen form for renseløsning av tunnelvaskevannet. Vaskevannet ledes på østsiden av tunnelen rundt hundre meter fra tunnelmunningen til en oljeutskiller. Vannprøvene ble tatt fra et utløpsrør om lag tjuufem meter etter oljeutskilleren, midt i en grøfteskråning bestående av grovere stein og pukk. Det er uvisst om vannet infiltreres i grunnen eller om vannet går over i et drenerør lengre nedenfor i skråningen.

Fånefjelltunnelen

Fånefjelltunnelen er på rv.9 på østsiden langs Byglandsfjorden, i Aust-Agder fylke (58°46'41"N 007°50'01"Ø). Tunnelen befinner seg i innlandet om lag 1,4 mil nord for tettstedet Byglandsfjord. Tunnelen går igjennom det bratte bergpartiet «Kattedalsheia», som består av amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, og stedvis migmatittisk gneis (geo.ngu.no). Områdene rundt består i hovedsak av noe bart fjellparti med bar- og blandingsskog. Ved sørdelen av tunnelen finnes et lite område langs gamlevegen rundt fjellet med den lokalt viktige naturtypen «artsrik vegkant» (faktaark.naturbase.no ^b). Denne tunnelen har ingen form for renseløsning av vaskevannet. Det ble ikke observert at tunnelvaskevannet ble ført direkte til innsjøen på sørsiden av tunnelen slik det var planlagt (personlig meddelelse, Trond Larsen). Det ble tatt vannprøver fra et kjeftsluk inne i tunnelen (sørsiden). Tunnelvaskevannet ble trolig drenert ut i grunnen antageligvis på grunn av tette drenerør før det til slutt nådde Byglandsfjorden. Store mengder vaskevann fulgte vegbanen, hvor det rant ut i grøften langs gamlevegen rundt fjellet og til slutt ned til Byglandsfjorden.

Grimstadporten

Grimstadporten ligger på E18 mellom Arendal og Grimstad i Aust-Agder fylke (58°22'27"N 008°38'07"Ø). Tunnelen befinner seg i lavlandet rundt femhundre meter sør for innsjøen Temse og strekker seg gjennom åsområdet «Kleppåsen». Området består i stor grad av jordbruksareal, skogstypene bar-/lauv-/blandingsskog og med tettere bebyggelse i sør/sørvest (kart.naturbase.no). Grimstadporten er konstruert i et geologisk område bestående av granitt og granodioritt (geo.ngu.no). Tunnelen har ingen form for renseløsning av tunnelvaskevannet. På vestsiden av tunnelen mot Grimstad, rundt femten meter fra tunnelmunningen lå oljeutskilleren. Her ble det tatt vannprøver i en kum som lå fem meter etter oljeutskilleren. Dype hjulspor i begge kjørefeltene førte til at store deler av vaskevannet fulgte vegbanen og drenerte derfor ikke skikkelig i kjeftslukene/sandfangene inne i tunnelen. Mye av tunnelvaskevannet rant dermed ut i grøfta på utsiden av tunnelen. Fra prøvetakingskum ledes vaskevannet noen hundre meter før det får utløp i Temse bekkefelt, som renner ut i innsjøen Temse. Innsjøen Temse er av typen «Rik kulturlandskapssjø». Denne statusen er oppnådd fordi den er vurdert som verdifullt for biomangfoldet som en ikke-forsuret, nærings- og ionerik innsjø med artsrike og sjeldne biosamfunn (faktaark.naturbase.no ^c).

Blødekjærtunnelen

Blødekjærtunnelen befinner seg på fv.410 like nord for Arendal sentrum i Aust-Agder fylke (58°27'51"N 008°45'31"Ø). Tunnelen ligger i lavlandet, omlag 160 meter fra Arendal jernbanestasjon, og strekker seg gjennom ås-/heiområde «Blødekjær». Området består i hoveddel av tett bebyggelse med noe lauvskogsareal (kart.naturbase.no). Vestdelen av Blødekjærtunnelen strekker seg gjennom et geologisk område som består av granitt og granodioritt, og østdelen av tunnelen gjennom diorittisk til granittisk gneis og migmatitt (geo.ngu.no). Denne tunnelen har ingen renseløsning for tunnelvaskevannet. På østsiden av tunnelen mot jernbanen ligger oljeutskilleren rundt femti meter fra tunnelmunningen. Prøver ble tatt i en kum omlag førti meter lengre øst for oljeutskilleren. Fra denne kummen blir vannet ført omtrent 150 meter mot togstasjonen før det går under skinnegangen med utløp ut i Barbuelva som igjen renner ut i Tromøysund.



Figur 6. Utløpsrør for tunnelvaskevann til de prøvetatte tunnelene i Aust-Agder fylke. Steinsåstunnelen, bilde A. Tunnelvaskevann som renner i grøfta ned til Byglandsfjorden ved Fånefjelltunnelen, bilde B (Foto: Martin Stamland).

Østeråtunnelen

Østeråtunnelen ligger på fv.41 øst for Tvedestrand by i Aust-Agder fylke (58°37'37"N 008°57'12"Ø). Tunnelen befinner seg i lavlandet innerst i Østeråbukta og strekker seg gjennom en brattere bergvegg under «Valbergheia». Området består i hovedsak av lauv-, bar- og blandingsskog samt tettere bebyggelse i nordvestlige deler, og med noe spredt bebyggelse og jordbruksareal i øst (kart.naturbase.no). Østerå er konstruert i et geologisk område som består av diorittisk til granittisk gneis og migmatitt (geo.ngu.no). Denne tunnelen har ikke oljeutskiller eller renseløsning for tunnelvaskevannet. Vannprøvene ble tatt i kum i nordøstenden av tunnelen mot Østerå om lag ti meter fra tunnelmunningen. Vaskevannet blir ledet rundt femti meter hvor det tidligere hadde utløp i Østeråbekken som renner ut i Tvedestandsfjorden. I dag blir dette utløpet plugget igjen og alt av tunnelvaskevann blir sugd opp fortløpende av en slamsugebil (figur 7). Dette blir gjort for å skåne sjørretyngel (*Salmo trutta morpha trutta*) fra tunnelvaskevannet, da det har blitt rapportert om en uheldig hendelse av Tvedestrandposten i forbindelse med tunnelvasking. Bekken er ifølge Frode Gustavsén, nabo til Østeråbekken, en av landets beste sjørrettførende gytebekker, Gustavsén var med på å slå alarm da han observerte død fisk etter en tunnelvask i 2011. SVV prøvde først å flytte tunnelvaskingen til høsten 2013 for å skåne nyfødt fiskeyngel. Selv om det ikke ble observert død fisk, ble det rapportert om fisk som så ut til å ha problemer i den kraftig forurensa bekken. SVV vurderte flere alternativer og bestemte seg for å plugge igjen utløpet i 2014 for så å suge opp alt tunnelvaskevannet slik det gjøres per dags dato (Loftesnes 2014).



Figur 7. Et rør fra slamsugebil blir ledet ned i drenerøret og suger opp tunnelvaskevannet fortløpende under tunnvasken (Foto: Martin Stamland).

3.3 Telemark fylke

Beliggenheten til de fire undersøkte tunnelene Kjørholt, Brattås, Porsgrunn og Vabakken vises i figur 8. Tekniske opplysninger om tunnelene er beskrevet nærmere i tabell 10.

Opplysninger om resipienten til tunnelvaskevannet ses i tabell 11. Figur 9, A og B viser bilde fra felt.



Figur 8. Oversiktskart over undersøkte tunneler i Telemark fylke, rød markering angir hvor de prøvetatte tunnelen befinner seg. (maps.google.no)

Tabell 10. Tunneler i Telemark med informasjon om årstall ferdigstilt, lengde (m), ÅDT, materialbruk, antall hovedløp samt envegs/tovegs trafikk (Vedlegg 1).

Tunnel	Årstall ferdigstilt	Lengde, m	ÅDT (2014)	Materialbruk	Antall løp	Envegs/tovegs
Kjørholt	1995	2219	19600	Betongelementer	1	Tovegs
Brattås	1991	520	19600	Sprøytebetong/ betongelementer	1	Tovegs
Porsgrunn	1989	866	6600	Betongelementer	1	Tovegs
Vabakken	1996	566	11400	Betongelementer	1	Tovegs

Tabell 11. Resipienter, økologisk tilstand, miljømål 2021 og påvirkninger for de fire undersøkte tunnelene i Telemark (vann-nett.no^{k, l}). For resipientene Hitterødbekken og Heistadbekken er det ingen tilgjengelig informasjon.

Tunnelnavn	Resipient	Økologisk tilstand	Miljømål 2021	Påvirkninger
Kjørholt	Hitterødbekken ned til Frierfjorden/ Heistadbekken til Eidangerfjorden			
Brattås	Eidangerfjorden	Antatt moderat/ middels pålitelighetsgrad	Risiko	Utslipp fra industri, bebyggelse, transport, og diffuse kilder.
Porsgrunn og Vabakken	Frierfjorden	Moderat/ høy pålitelighetsgrad	Risiko	Utslipp fra industri, transport og diffuse kilder.

Kjørholttunnelen

Kjørholttunnelen befinner seg på E18, ved kommunegrensen til Bamble i Telemark fylke (59°3'52"N 9°40'7"Ø). Tunnelen munner ut ved Grenlandbrua over Frierfjorden i vest, og Heistad i øst. Områdene rundt inneholder noe spredt bebyggelse og jordbruk (kart.naturbase.no). Fjellmassene tunnelen går igjennom består av leirskifer, sandstein og kalkstein (geo.ngu.no). Tunnelen har ingen form for renseløsning av vaskevannet. Prøvene ble tatt i kum i den nordlige enden av tunnelportalen. Tunnelvaskevannet blir antagelig ført via Hitterødbekken ned til Frierfjorden/Heistadbekken ned til Eidangerfjorden.

Brattåstunnelen

Brattåstunnelen befinner seg på E18 mellom Ørstveit i øst til Rønningen i vest, i Telemark Fylke (59°05'56"N 9°40'15"Ø). Områdene rundt tunnelen er preget av boligfelt og næringstomter (kart.naturbase.no). Tunnelen går igjennom Hvalsåsen som består av kalkholdige bergarter, som kalkstein, leirskifer og mergelstein (geo.ngu.no). Tunnelen har ingen form for renseløsning av vaskevannet. Prøvene ble tatt i kum mellom Brattås og Hovettunnelen. Resipienten er antageligvis Eidangerfjorden (mye av tunnelvaskevannet havnet også i grøftekantene).

Porsgrunnstunnelen

Porsgrunnstunnelen går fra Porsgrunn sentrum i vest til Porsgrunn/Vallermyrene i nord på fv.356 i Telemark fylke (59°8'2"N 9°39'16"Ø). Arealene rundt er preget av tett bebyggelse i form av boligfelt og næringstomter (kart.naturbase.no). Geologien i området består av kalkholdige bergarter, som kalkstein, leirskifer og mergelstein (geo.ngu.no). Tunnelen har ingen form for renseløsning av vaskevannet. Prøvene ble tatt i kum på vestsiden av tunnelen, tjue meter fra tunnelportalen. Frierfjorden fungerer som resipient for tunnelvaskevannet.

Vabakkentunnelen

Vabakkentunnelen befinner seg i Porsgrunn og går mellom Klyve og Knardalstrand på rv.36 i Telemark fylke (59°08'30"N 009°37'43"Ø). Områdene rundt består av boligfelt og næringstomter (kart.naturbase.no). Geologien i området består av diorittisk til granittisk gneis, og migmatitt (geo.ngu.no). Tunnelen har ingen form for renseløsning av vaskevannet. Prøvene ble tatt i en kum på sørsiden (Knardalstrand), ved høyreside av tunnelportalen. Mye av tunnelvaskevannet rant i vegbanen og ut i grøftkantene hvor det innfiltres i omgivelsene. I likhet med Porsgrunnstunnelen fungerer også Frierfjorden her som resipient for tunnelvaskevannet.



Figur 9. Tunnelvaskevann som renner fra vegbanen og ut i grøfta ved Kjørholtunnelen (bilde A), og tunnelvaskevann som renner fra vegbanen og ut i grøfta ved Brattåstunnelen (bilde B) (Foto: Martin Stamland).

3.4 Vestfold fylke

Beliggenheten til de to undersøkte tunnelene Hem og Hanekleiv vises i figur 10. Tekniske opplysninger om tunnelene er beskrevet nærmere i tabell 12. Opplysninger om resipienten til tunnelvaskevannet står i tabell 13. Figur 11 viser bilde fra felt.



Figur 10. Oversiktskart over undersøkte tunneler i Vestfold fylke, rød markering angir beliggenheten til de prøvetatte tunnelene (maps.google.no).

Tabell 12. Tunneler i Vestfold med informasjon om årstall ferdigstilt, lengde (m), ÅDT, materialbruk, antall hovedløp samt envegs/tovegs trafikk (Vedlegg 1).

Tunnelnavn	Årstall ferdigstilt	Lengde, m	ÅDT (2014)	Materialbruk	Antall løp	Envegs/tovegs
Hem	2007	993	25300	Sprøytebetong/ betongelementer	2	Envegs
Hanekleiv	1999	1746	26300	Sprøytebetong/ betongelementer	2	Envegs

Tabell 13. Resipienter, økologisk tilstand, miljømål 2021 og påvirkninger for de to undersøkte tunnelene i Vestfold (vann-nett.no^{m, n, o, p, q})

Tunnelnavn	Resipient	Økologisk tilstand	Miljømål 2021	Påvirkninger
Hem	Undrumsdal-bekken	Dårlig (høy pålitelighetsgrad)	Risiko	Avrenning og utslipp fra transport/infrastruktur, avrenning fra fulldyrket mark og avløp fra spredt bebyggelse
Hanekleiv	Vesleelva (bekkefelt)/ Vesleelva/ Sandelva (nedre)/ Sandbukta	Antatt moderat (lav pålitelighetsgrad)/ Antatt moderat (middels pålitelighetsgrad)	Risiko	Avrenning fra fulldyrket mark, avløp fra spredt bebyggelse, og avrenning fra annen diffus kilde

Hemtunnelen (Nordgående løp)

Hemtunnelen er lokalisert på E18 mellom Tønsberg og Horten i Vestfold fylke (59°20'58"N 10°22'51"Ø). Tunnelen befinner seg i lavlandet et stykke inne i landet, omlag en halv mil vest for Åsgårdstrand og strekker seg gjennom åskanten «Hem». Området består av noe barskog/blandingsskog i øst og jordbruksareal med innslag av spredtbebyggelse i vest (kart.naturbase.no). Geologien rundt Hem består i hovedsak av Rombeporfyr (latitt) (geo.ngu.no). På sørsiden av tunnelen mot Tønsberg ligger en oljeutskiller rundt 120 meter fra tunnelmunningen og prøver ble tatt fem meter etter oljeutskilleren i en kum. Denne kummen så ut til å få tilført drensvann som blandet seg med vaskevannet fra tunnelen. Fra prøvetakingskum blir vaskevannet ført sørover rundt 900 meter til et sedimentasjonsbasseng (åpen løsning), som har utløp til Undrumsdalbekken. Undrumsdalbekken er av naturtypen «viktig bekkedrag» som har «svært viktig naturtype» som status (faktaark.naturbase.no^d).

Hanekleivtunnelen (Nordgående løp)

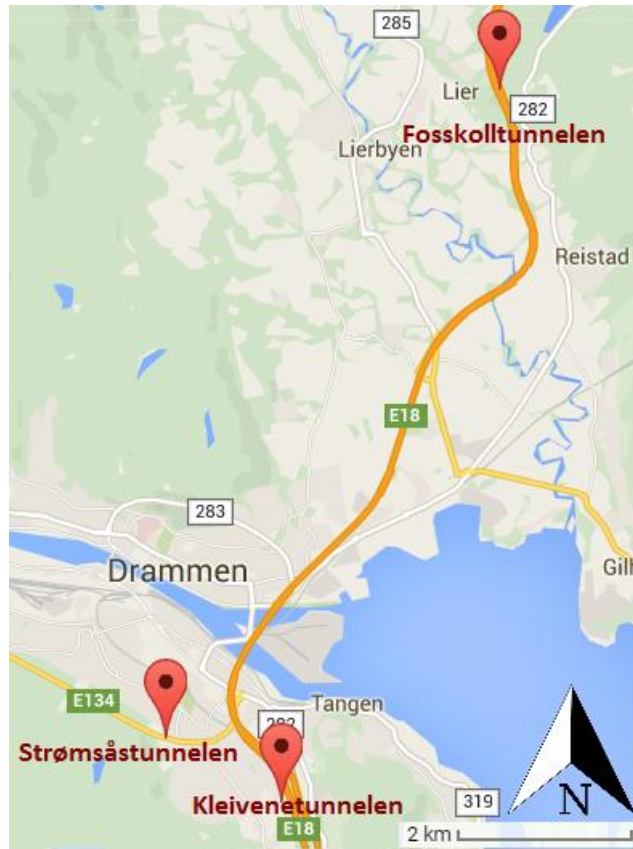
Hanekleivtunnelen ligger på E18 mellom Holmestrand og Drammen i Vestfold fylke (59°33'49"N 010°10'41"Ø). Tunnelen befinner seg i lavlandet, om lag tre kilometer vest for Sandebukta og strekker seg gjennom ås-/dalområdet «Hanekleivane». Området består i hovedsak av barskogsareal med noe lauvskog/blandingskog i øst, samt innslag av myrer i vest og med spredtbebyggelse/jordbruksareal i sør og nord (kart.naturbase.no). Hanekleiv strekker seg gjennom et område hvor geologien i sør består av syenitt og kvartssyenitt og nord av basalt og sandstein (geo.ngu.no). På nordsiden av tunnelen mot Drammen ligger oljeavskilleren omlag femti meter fra tunnelmunningen. På grunn av sikkerhetsmessige hensyn til kryssende trafikk, ble det tatt prøver i en kum noen få meter før oljeavskilleren. Vaskevannet blir ledet fra oljeutskilleren til et større basseng, som fører dette videre til et sedimentasjonsbasseng (lukket). Herfra får vaskevannet utløp i Vesleelva bekkefelt som har utløp i elven Vesleelva. Vesleelva har utløp til Sandelva (nedre) som til slutt renner ut i Sandbukta. Sandevassdraget er av den svært viktige naturtypen «viktig bekkedrag». Denne statusen har vassdraget oppnådd på grunn av at det er et sjørrettførende (*Salmo trutta morpha trutta*) vassdrag hvor mange av sidebekkene fungerer som gytebekker (faktaark.naturbase.no^e).



Figur 11. Tunnelvaskevann i vegbanen ved Hanekleivtunnelen (foto: Martin Stamland)

3.5 Buskerud fylke

Beliggenheten til de tre undersøkte tunnelene Kleivene, Strømsås og Fosskoll vises i figur 12. Tekniske opplysninger om tunnelene er beskrevet nærmere i tabell 14. Opplysninger om resipienten til tunnelvaskevannet står i tabell 15. Figur 13 viser bilde fra felt.



Figur 12. Oversiktskart over undersøkte tunneler i Buskerud fylke, rød markering angir beliggenheten til de prøvetatte tunnelen (maps.google.no).

Tabell 14. Tunneler i Buskerud med informasjon om årstall ferdigstilt, lengde (m), ÅDT, materialbruk, antall hovedløp, samt envegs/tovegs trafikk.

Tunnel	Årstall ferdigstilt	Lengde, m	ÅDT (2014)	Materialbruk	Antall løp	Envegs/tovegs
Kleivene	2008	1817	29500	Sprøytebetong/ betongelementer	2	Envegs
Strømsås	2001	3496	17600	Betongelementer	1	Tovegs
Fosskoll	1966	550	49750	Kontaktstøpt betonghvelv	3	Envegs

Tabell 15. Resipienter, økologisk tilstand, miljømål 2021 og påvirkninger for de tre undersøkte tunnelene i Buskerud. (vann-nett.no^{r, s})

Tunnelnavn	Resipient	Økologisk tilstand	Miljømål 2021	Påvirkninger
Kleivene og Strømsås	Drammensfjorden	Antatt moderat/ middels pålitelighetsgrad	Risiko	Utslipp fra transport, bebyggelse og diffuse kilder.
Fosskoll	Damtjernbekken	Antatt moderat/ lav pålitelighetsgrad	Risiko	Utslipp fra transport, bebyggelse og dyrket mark.

Kleivenetunnelen (Sørgående løp)

Kleivenetunnelen befinner seg på E18 like sør for Drammen sentrum (59°43'24"N 10°13'32"Ø). Arealet rundt er preget av tett bebyggelse (kart.naturbase.no). Tunnelen munner ut i Drammen like ved Strømsåstunnelen. Disse har dermed felles sedimenteringsbasseng for rensing av tunnelvaskevannet. Geologien i området består av granitt og granodioritt (geo.ngu.no). Prøvene ble tatt i kum (før oljeutskiller) på høyreside for tunnelportalen, på nordsiden/Drammensiden.

Strømsåstunnelen

Strømsåstunnelen befinner seg på E134 mellom Mjøndalen i vest og Drammen i øst (59°43'48"N 010°11'17"Ø). Arealet rundt er bebygget, spesielt ved tunnelåpningen på Drammenssiden. Ellers går store deler av tunnelen under store skogsarealer (kart.naturbase.no). Fjellet som tunnelen er bygget i består hovedsakelig av granitt, med innslag av rombeporfyr og basalt (geo.ngu.no). Strømsåstunnelen munner ut rett ved Kleivenetunnelen. Prøvene ble tatt i kjeftsluk/sandfang, omtrent femti meter inne i tunnelen (sørsiden).

Fosskolltunnelen (Nordgående løp)

Fosskolltunnelen befinner seg på E18 mellom Drammen i sør og Lier i nord ($59^{\circ}47'37''N$ $010^{\circ}16'10''\text{Ø}$). Området rundt er preget av boligfelt og jordbruksarealer, men også noe skog (kart.naturbase.no). Fjellet består av granitt og granodioritt (geo.ngu.no). Prøvene ble tatt i vegbane/kum på vestsiden av tunnelåpningen. Større mengder av tunnelvaskevannet rant ut i vegbanen og drenerte i grøftkantene. Resipienten er Damtjernbekken, som går under vegen ved Fosskollen, og videre ned til Lierelven og Drammensfjorden. Rehabilitering av Fosskolltunnelen med installering av rensedbasseng ble påbegynt høsten 2015.



Figur 13. Prøvetagning fra kum ved Fosskolltunnelen (Foto: Martin Stamland).

4 Materiale og metode

Det ble tatt vannprøver av tunnelvaskevann fra sytten tunneler i perioden 6. april til 20. Mai 2015, etter oppdrag fra Statens vegvesen (SVV), Region sør. Før feltperioden ble det gjennomført et «Arbeidsvarslingskurs 1», som foregikk over en hel dag. Dette er et obligatorisk kurs for alle ansatte i SVV som skal jobbe ute på vegen. Det var ellers et gjennomgående fokus på helse, miljø og sikkerhet (HMS) under hele feltperioden.

4.1 Prøvetakning i felt

For hvert fylke ble en representant fra vegvesenet (ofte tunnelforvalter) med for å bistå i lokalisering av prøvetakingspunkt. Flytskjema ble ofte brukt for å forstå hvor vannet ble ledet, og hvilke kum det kunne lønne seg å ta prøver fra. Så fremt det lot seg gjøre, ble det holdt en dialog med tunnelvask-entreprenørene for å vite hvor lang tid vasken tok og hvor langt i vasken de var kommet. Ut i fra dette kunne en anslå når det kunne lønne seg å ta vannprøvene.

Prøvene av tunnelvaskevannet ble forsøkt tatt i det siste mulige punktet før vannet rant ut i resipienten. Dette ble gjort ved enten å åpne sluk og hente vann direkte i kum eller drenerør (inne i, eller utenfor tunnelen). Det ble stort sett brukt en liten bøtte (2 liter) til prøvetakningen, innholdet i den lille bøtta ble helt over i en større bøtte (10 liter). En teleskopstang/tau festet til bøtta ble brukt for å ta prøvene av tunnelvaskevannet. Det var viktig å holde vannet i bøtten homogent på grunn av rask sedimentering, siden vannet hadde høyt partikkelinnhold. Et litermål ble brukt til å fylle prøveflaskene. Alt av utstyr som var i kontakt med tunnelvaskevannet ble godt skylt mellom hver prøvetakning for å unngå kontaminering.

Det ble tatt tre sett med prøver per tunnel, en tidlig i vasken, en midt under vasken og en mot slutten av vasken. Prøvetakingen ble forsøkt fordelt på hver av tak, vegg, og vegbane. Hvert sett besto av flasker av ulik størrelse og materiale, merket med de forskjellige analyseparameterne: PAH (glass), Hydrocarbons (glass), Metals (digested)(plast), TSS(plast) og Others (plast). Disse prøveflaskene ble merket med tunnelnavn, prøveserie (1,2,3) og dato. Analysene ble utført av Rambøll Analytics i Finland. Prøvene ble lagret kaldt og mørkt (kjøleskap/kjølebag) inntil levering med DHL. I tillegg ble det også tatt tre prøver (1 liter plastflaske) til analyser på laboratoriet ved INHM-HSN.

4.2 Tunnelvask

Det var to forskjellige entreprenører som sto for helvasken i de utvalgte tunnelene i Region sør. Disse var Mesta og Risa, Bjerland Transport ble brukt som underentreprenør (tabell 16). Alle tunnelene fikk vegbanen rensset for sand og grus med en sugebil/kostebil før selve helvasken. Dette var for å åpne sluk, samt å redusere tilførselen av forurenset sediment til vaskevannet. Tunnelvaskentreprenørene vasket tunnelene med lavt trykk (ca. 20 bar), ofte ved hjelp av to biler som kjørte i hver sin retning, eller etter hverandre. Helvasken ble alltid startet med teknisk vask der taket med lysarmatur, ledninger, vifte og lignende ble vasket. Deretter ble veggene vasket, ofte fordelt på øvre, midtre og nedre del/vegskulder. Avslutningsvis ble vegbanen spylt. Vaskebilene måtte regelmessig fylles med vann, ofte ble kommunalt vann brukt.

Tabell 16. Entreprenører som ble brukt i de forskjellige tunnelene, samt vannforbruk (m³), såpetype og såpeforbruk (vann og såpeforbruket er omtrentlig anslått av tunnelvaskentreprenørene).

Fylke	Tunnelnavn	Entreprenør	Vannforbruk m ³	Såpetype	Såpeforbruk, liter
Vest-Agder	Ørnehei	Risa	100	Ingen såpe	-
	Kirkehei	Risa/Bjerland Transport	60		
	Banehei	Mesta/Bjerland Transport	180	«Tunnelvask»	375
Aust-Agder	Steinsås	Risa/Bjerland Transport	105	Ingen såpe	70
	Grimtadporten		60		
	Blødekjær		150		
	Østerå	Risa	28		-
	Fånefjell	Risa/Bjerland Transport	90		
Telemark	Kjørholt	Mesta	170	«TK601»	200
	Brattås		40		50
	Porsgrunn		50		150
	Vabakken		20		50
Vestfold	Hem		40		200
	Hanekleiva		120		250
Buskerud	Kleivene		120		100
	Strømsås		60		100
	Fosskollen		15		20

4.3 Laboratorieanalyser ved INHM

Følgende analyser ble gjennomført ved analyselaboratoriet (ikke akkreditert) på høyskolen i Sørøst-Norge, etter norsk standard (Tabell 17). Prøveflaskene ble lagret mørkt og kaldt i kjølerom før analyse.

Tabell 17. Parametere, analyseinstrument og standarder brukt ved INHM i undersøkelsen av tunnelvaskevannet.

Parameter	Instrument	NS	Merknad
pH i felt	WTWMicroprosessor pH Meter	-	Kalibrert regelmessig i felt
pH	Radiometer PHM 210	NS 4720	-
Konduktivitet	WTWConductivitymeter LF320	NS-ISO 7888	-
Alkalinitet	Autotitrator Mettler DL25, og Electrode Glass-D5 115 med 0,1 M HCl	NS 4754	x2/x5 fortykning etter behov
Fargetall	PerkinElmer UV/VISSpectrometerLambda20	NS 7887	Filtreres med 0,45 µm cellulose nitrat filter.
Turbiditet	MerckTurbiquant1100 IR	NS-EN ISO 7027 (2/2000)	Samtlige fortennet x100

4.4 F-indeks

For å få et samlet uttrykk for forurensningsinnhold i vaskevannet (mengde forurensningsstoff/L) ble det beregnet en forurensingsindeks (f-indeks) basert på formel etter Amundsen et al. (1999) (ligning 1, modifisert etter Torp & Meland 2013). Dette er gjort for lettere å kunne sammenligne og rangere forurensningen internt mellom prøvetatte tunneler ved en helvask.

Ligning 1:

$$(1) FI_i = \frac{Zn_i}{\sum Zn_{1-x}} + \frac{Cd_i}{\sum Cd_{1-x}} + \frac{Pb_i}{\sum Pb_{1-x}} + \frac{Cu_i}{\sum Cu_{1-x}} + \frac{PAH_i}{\sum PAH_{1-x}} \text{ osv.}$$

Hvor:

FI_i er forurensningsindeks for tunnel i .

Zn_i er helvask konsentrasjonen av Zn i tunnel i .

$\sum Zn_{1-x}$ er summen av helvask konsentrasjonen av Zn i alle x tunnelene.

4.5 Statistikk

For utførelse av statistiske analyser ble Microsoft Excel brukt, samt statistikkprogrammet «R», versjon 3.2.2, med tilleggspakken R-Cmdr, versjon 2.2-3.

4.6 Feilkilder

I felt ble det brukt en «instruksjon» for hvordan prøvetagningen burde foregå. Denne ble fulgt etter «skjønn», da det til tider var vanskelige forhold som gjorde at prøvetagningen ikke gikk helt etter plan. En av de største utfordringene ved prøvetagningen var å vite hvor og når prøvene skulle tas. Mye av tiden gikk til lokalisering av trygge og gode prøvetagningspunkt, dermed kunne tunnelvasken allerede være godt i gang innen første prøve ble tatt. Å vite hvor langt tunnelvaskentreprenørene var kommet i vasken, var også en utfordring. Dette var viktig for å kunne fordele prøvetagningen på start, midtveis og sluttvask. I tillegg kan det knyttes noe usikkerhet rundt prøvetagning der tunnelvaskevannet fikk tilførsel av drensvann fra tunnelen (prøvene skulle helst tas av kun tunnelvaskevann). Noen tunneler ble vasket såpass raskt, at det ikke lot seg gjøre å lage blandeprøver fordelt over en viss tidsperiode (som beskrevet i instruksjonen).

Alle prøvene ble sendt inn for analyse hos Rambøll Analytics i Finland. Her måtte henting av prøver forhåndsbestilles på mail, og budfirmaet DHL ble brukt for henting av prøvene. Det var vanskelig å finne gode tidspunkt og møteplasser for overlevering av prøvene til DHL delvis fordi de bare var innom Bø visse dager i uken. Å holde prøvene kalde var også en utfordring, da en feltperioden kunne strekke seg over flere dager og kjøleelementene etterhvert ble tint.

For analysene utført ved laboratoriet på INHM-HSN måtte prøvene ofte filtreres før analyse på grunn av svært møkkete prøvevann med mye partikler. Konsentrasjonene av stoffer i vannet var ofte over måleområdet/øvre standarder og måtte derfor ofte fortynnes.

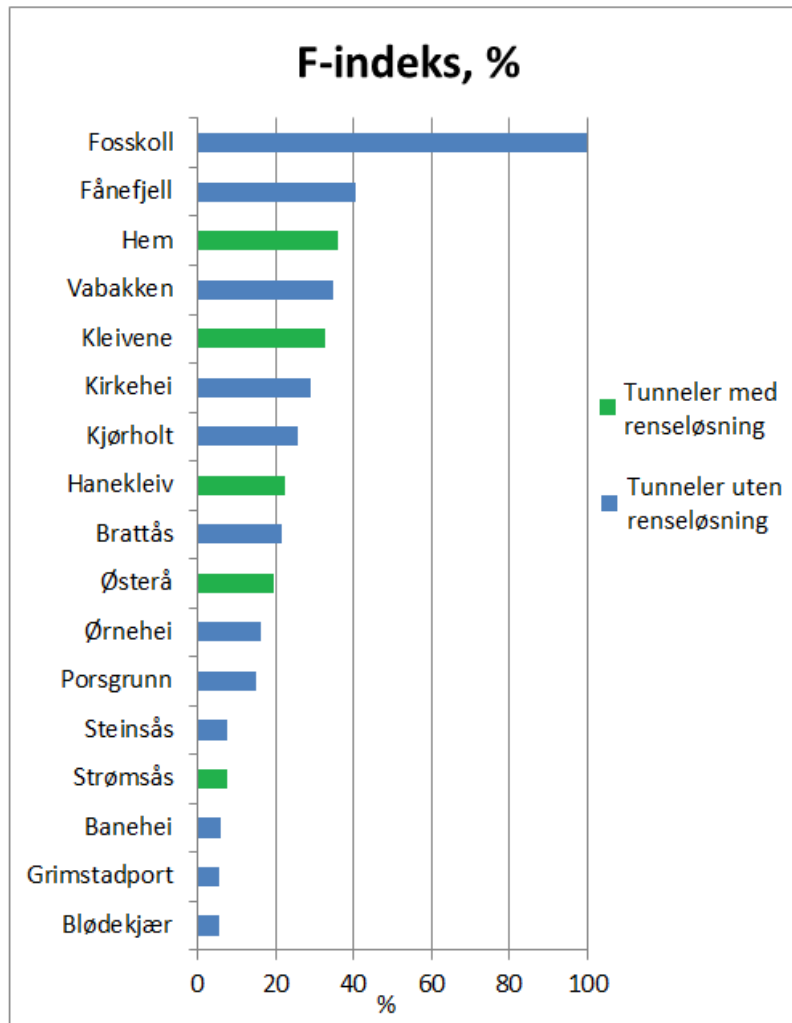
5 Resultat og diskusjon

5.1 Forurensingsindeks

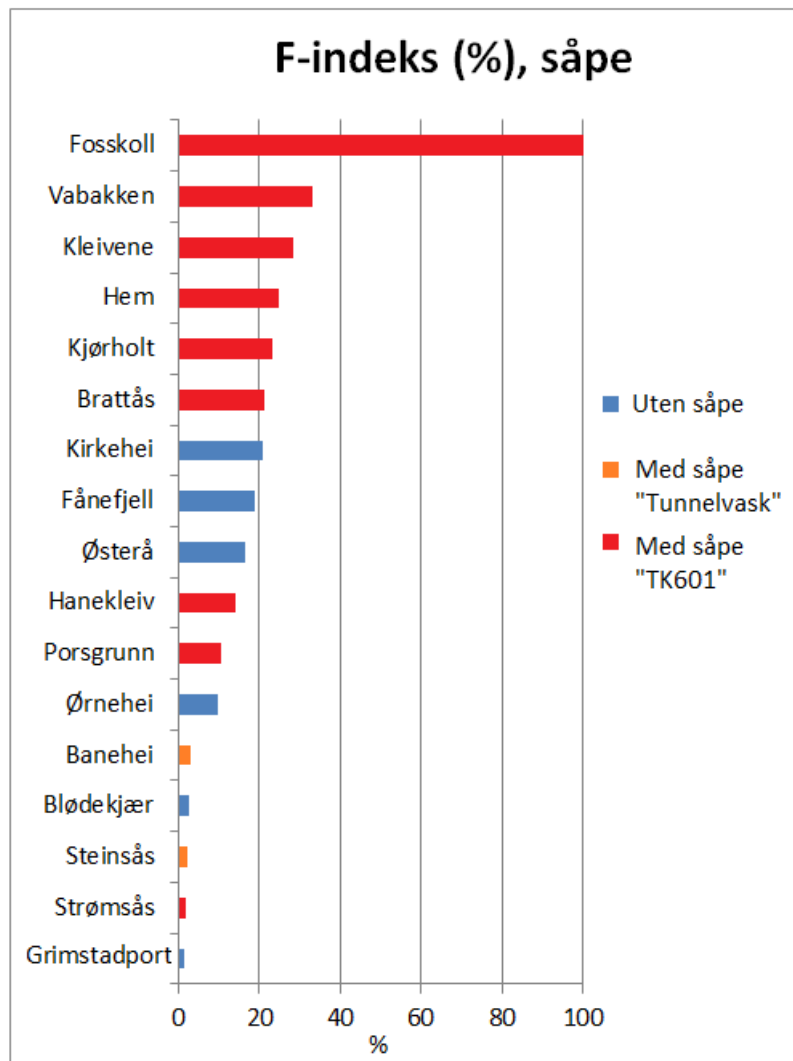
Beregningen er basert på samtlige analyseresultater fra Rambøll Analytics (vedlegg 2). For hver tunnel divideres mengden av et stoff med summen av det enkelte stoffet for alle tunneler. Til slutt summeres delsummene av alle forurensingsindeksene, hvor høyeste tall indikerer høyeste forurensingsbidrag. For å få enklere tall å forholde seg til blir tunnelen med høyeste f-verdi (Torp & Meland 2013), Foskolltunnelen i dette tilfelle satt som 100 % (figur 14) og de andre tunnelene blir gjort om til prosentandel av denne.

Tilsvarende f-indeks beregnet i forbindelse med bruk av såpe i tunnelvask (figur 15). Her er kun stoffene krom (Cr), arsen (As), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kadmium (Cd), kobber (Cu) og aluminium (Al) tatt med i beregningen. I følge Aasum (2013) løses disse stoffene mest ut ved bruk av såpe, de er også blant de mest giftige stoffene i tunnelvaskevannet .

Vannforbruket ved tunnelvask har antagelig mye å si for konsentrasjonen av forurensning i vaskevannet. Ved å sammenligne det registrerte vannforbruket for hver tunnel, med estimeringen av vannforbruket gjort av Roseth & Meland (2006) kan en få en pekepinn om det ble brukt for mye eller for lite vann til vask av tunnelene. I følge denne estimeringen er vannforbruket ved bruk av lavtrykksdyser, omtrent 100 liter/meter i tunneler med to filer i hvert løp (to løp). Vaskevannsfbruket i de prøvetatte tunnelene 2015, ble omtrentlig anslått av tunnelvaskentreprenørene.



Figur 14. Rangert f-indeks for alle de sytten prøvetatte tunnelene, våren 2015. Alle analyserte parametere er med i beregningen av f-indeksen. Tunneler markert med blått har ingen form for renseløsning, tunneler markert med grønt har renseløsning for tunnelvaskevannet før det slippes ut til resipient.

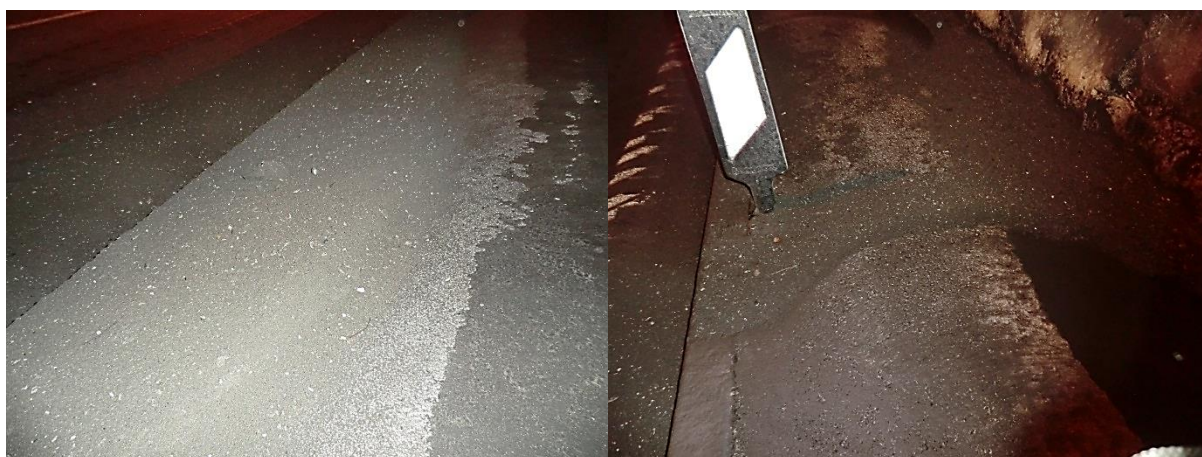


Figur 15. Rangert F-indeks for alle de sytten prøvetatte tunnelene, våren 2015. Parametere tatt med i denne beregningen er: krom (Cr), arsen (As), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kadmium (Cd), kobber (Cu) og aluminium (Al). Disse er blant de mest giftige i tunnelvaskevannet, og løses mest ut ved bruk av såpe (Aasum 2013). Tunneler markert blått ble vasket uten såpe, tunneler markert orangesje ble vasket med Tunnelvask, tunneler markert rødt ble vasket med TK601.

Av de sytten tunnelene som ble prøvetatt, kommer Fosskolltunnelen med høyest ÅDT (49750) dårligst ut (100%). Denne tunnelen ble vasket med omtrent 15m^3 , noe som er mindre vann enn det som er estimert (55m^3). Høy ÅDT, lavt vannforbruk og såpe er antagelig avgjørende faktorer for at denne tunnelen kom verst ut. Fånefjelltunnelen kommer dårligst ut etter Fosskolltunnelen, og har i motsetning til Fosskolltunnelen lav ÅDT (1550) og høyt vannforbruk (over 50m^3 enn estimert) ved vask. Grunnen til at Fånefjelltunnelen kom så dårlig ut (40%) kan være at det var lenge siden den ble vasket (29/10-13). I følge SVV håndbok R610 (Statens vegvesen 2014a), skal tunneler som denne med en ÅDT over 300 ha en helvask og en teknisk vask i året. Forurensning fra trafikken har derfor hatt mulighet til å akkumuleres lenger enn normalt. Det ble i tillegg registrert svært mye sand og støv i vegbanen/vegskulder i tunnelen (figur 16, A og B). Dette lå antagelig utilgjengelig for sugebilen som sopet/suget vegbanen før vask. På grunn av dette hadde Fånefjelltunnelen den høyeste gjennomsnittsverdien av suspendert tørrstoff (STS) av alle tunnelene (15233 mg/l). Mye av forurensningen ligger i partiklene/sand i tunnelen (Byman 2012), og kan forklare hvorfor denne tunnelen fikk så høy f-indeksverdi, til tross for høyt vannforbruk.

A.

B.



Figur 16. Større mengder av grovere partikler langs vegskulderen (bilde A) og (bilde B). Begge bildene er fra Fånefjell, våren 2015 (Foto: Martin Stamland).

Hem, Vabakken og Kleivene har alle F-indeks nær F-indeksen til Fånefjelltunnelen. Kleivene og Hem har relativt høy ÅDT (29500 og 25300), og er vasket med 60 m³ mindre vann enn estimert. I tillegg ble de vasket med såpen TK601, og tunnelene ligger øverst på F-indeks for såpe, etter Fosskolltunnelen. Vabakkentunnelen har en del lavere ÅDT (11400) enn Kleivene og Hem, og er vasket med omtrent 13 m³ mindre vann enn estimert. I tillegg er det mye stillestående trafikk/kø i denne tunnelen ved «rushtider». Baneheitunnelen har også høy ÅDT (23000 per løp), men ble til gjengjeld vasket med omtrent 180 m³ vann. Det estimerte vannforbruket er på omtrent 76 m³. De andre tunnelenes beliggenheten på F-indekslisten kan stort sett forklares med vannforbruk og ÅDT, men andre faktorer som antall dager siden siste vask (akkumuleringstid), envegs/tovegs trafikk og konstruksjonsmateriale kan også ha noe å si. I følge Torp & Meland (2013) føres omtrent 70-90 % av vaskevannet ut av tunnelen, hvorav resten enten suges vekk av feie/sugebil, fordamper, eller absorberes av tunneloverflater (sprøytebetong vil absorbere mer vann enn betongelementer). Der såpe benyttes vil dette stå for 0,2 – 5 % av vannforbruket.

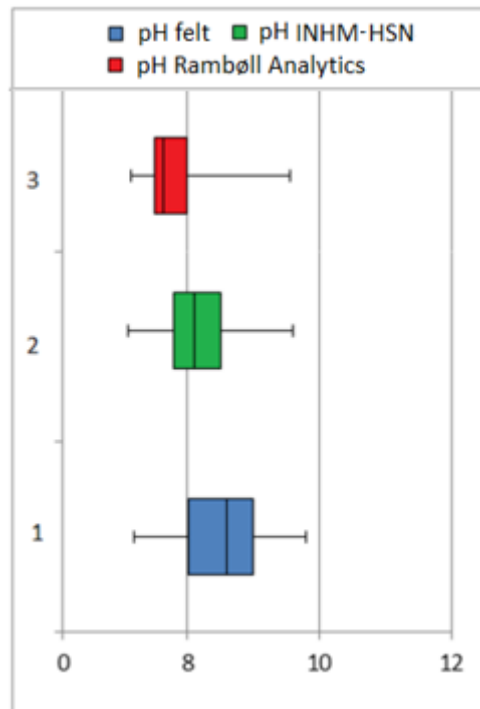
Om såpetypen som er brukt til å vaske tunnelene har noe å si på mengden forurensning i tunnelvaskevannet er usikkert, da det kun er to tunneler vasket med Tunnelvask. Disse to tunnelene ligger lavt på F-indeks for såpe, hvorav den ene er vasket med mer vann enn estimert (Banehei, +104 m³), og den andre med mindre (Steinsås, -140 m³). Likevel viser resultatene for i F-indeks for såpe, at tunneler hvor det er brukt vaskemiddel (TK601) har høyere konsentrasjon av forurensning i vaskevannet.

5.2 Analyser utført ved Høgskolen i Sørøst-Norge (INHM)

Resultater fra analyser (pH, alkalinitet, konduktivitet, fargetall og turbiditet) utført ved laboratoriet ved INMH, er sammenlignet med tilsvarende resultat fra Rambøll Analytics. Denne sammenligningen vil kunne styrke forklaringen på hvordan de forskjellige faktorene påvirker hverandre. Rådata for resultatene fra INHM-HSN og Rambøll Analytics vises i vedlegg 2 & 3.

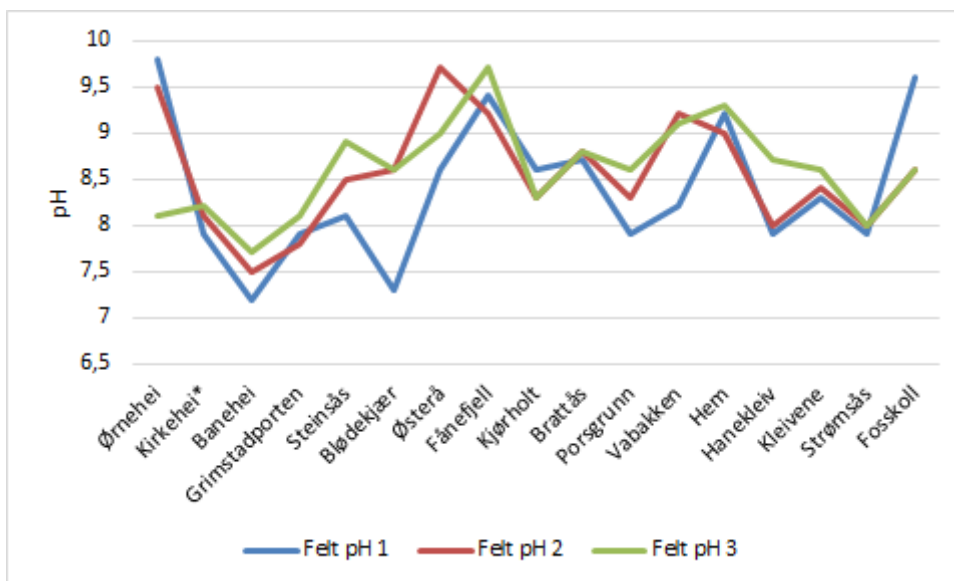
5.2.1 pH

Det ble utført tre målinger av pH, en feltmåling, en på laboratoriet ved INHM-HSN og en måling av Rambøll Analytics (figur 16). Boksplottet viser at pH-verdien synker over tid og pH-verdiene målt i felt har større spredning enn pH målt i laboratoriene. Da det er vanskelig å måle pH i felt på grunn av temperatur svingninger. pH målt i felt er i snitt 0,7 pH-enheter høyere enn målingene fra Rambøll Analytics. Når vannprøvene lagres over tid kan det oppstå kjemiske reaksjoner som fører til at pH synker. Både aerobe og anaerob nedbrytningsprosesser i prøveflaskene kan gi en endring i pH, økt innholdet av CO₂ (karbondioksid) er kjent for å gjøre pH lavere.



Figur 16. pH for de sytten prøvetatte tunnelene målt i felt, på INHM-HSN og Rambøll Analytics, våren 2015.

Det ble målt høye pH-verdier (>9) i felt under tunnelvasken ved Ørnehei, Østerå, Fånefjell, Vabakken, Hem og Fosskoll (figur 18). Tunnelene Ørnehei, Østerå og Fånefjell ble det ikke brukt såpe under tunnelvasken. Såpe er kjent for å ha basiske egenskaper og vil føre til en økning av pH. Dette er undersøkt tidligere ved et laboratorieforsøk hvor vaskemiddelet TK601 ble tilført tunnelvaskevannet med to forskjellige konsentrasjoner på henholdsvis 0,5% og 3%, som medførte en betydelig økning av pH (Aasum 2013). Den høye pH-verdien som er målt i Fånefjell skyldes trolig bruken av Webermørtel til «lysing» av tunnelvegger. Dette produktet inneholder sement og dolomitt (kalsium magnesium karbonat, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (vedlegg 8). For de to andre tunnelene Ørnehei og Østerå kan faktorer som råsprenget fjell og deres beliggenhet nær havet være en årsak til de høye pH-målingene (sjøvann pH ≈ 8). Ved vask av Ørnehei ble det brukt vann fra en nærliggende bekk med pH på ca. 5,3. De høye pH-målingene for tunnelene Vabakken (9,2), Hem (9,3) og Fosskoll (9,6) skyldes trolig såpebruken. pH-verdiene øker utover i vasken av de tunnelene hvor det er brukt såpe (Banehei, Steinsås, Brattås, Porsgrunn, Hem, Hanekleiv, Kleivene og Strømsås).

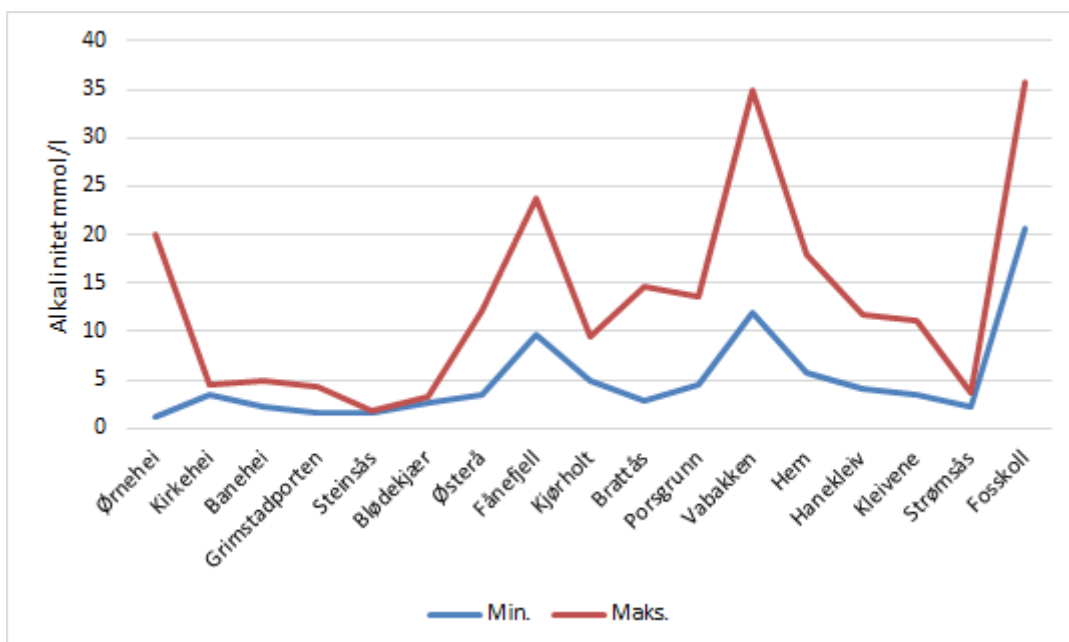


Figur 18. pH målinger i felt for seksten undersøkte tunneler våren 2015. Felt pH 1 er tidlig i vasken, felt pH 2 er midtvegs i vasken og felt pH 3 er ved slutten av vasken. *For Kirkehei ble det ikke utført feltmålinger av pH, og pH-målinger ved laboratoriet INHM-HSN benyttes.

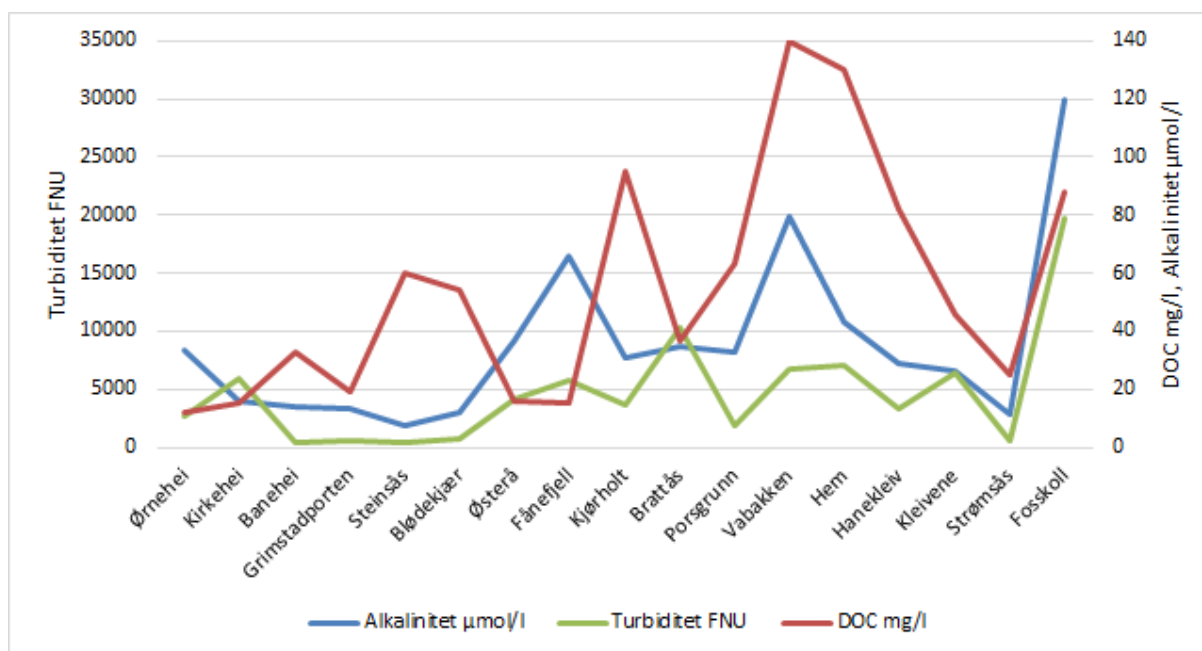
5.2.2 Alkalinitet

Alkalinitet er vannets evne til å nøytralisere en sterk syre (Perk 2007), og kommer i hovedsak av vannets innhold av karbonat (CO_3^{2-}) og bikarbonat (HCO_3^-) (Økland & Økland 2006). Betong/semest består blant annet av kalsiumkarbonat (CaCO_3) (Cerny & Rovnanikova 2002) og i tunneler med konstruksjoner bestående av dette, kan det tenkes at det løses ut CO_3^{2-} / HCO_3^- ved vask. Når vann kommer i kontakt med fast CaCO_3 , kan følgende kjemiske hendelse forekomme: $\text{CaCO}_3(s) + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ (Perk 2007).

På grunn av svært høyt partikkelinnhold i prøvene, ble det antagelig løst ut ekstra CO_3^{2-} / HCO_3^- fra partiklene da syre ble tilsatt ved analyse. Av de sytten tunnelene var det Fånefjell, Ørnehei, Vabakken og Fosskoll som skilte ved høyere alkalinitet (figur 19). Fånefjell og Fosskoll hadde begge høyt partikkelinnhold/suspendert tørrstoffverdi (STS) i vaskevannet (ca. 15000 mg/l), noe som kan forklare den høye alkaliniteten (ca. 25 og 35 mmol/l). I tillegg kan bruken av Webermørtel også påvirke alkaliniteten i tunnelvaskevannet i Fånefjell. Ørnehei hadde kun høy STS-verdi i første prøve (4100 mg/l). Vabakken hadde høye konsentrasjoner av de fleste forurensningsstoffene, og spesielt DOC (dissolved organic carbon) (figur 20). Noe av forurensningen kan bidra til å øke vannets bufferevne (borater, fosfater, silikater osv.) (Newman & Unger 2002).



Figur 19. Minimum- og maksimumsverdier av alkalinitet (mmol/l) i vaskevannet fra de sytten tunnelene, våren 2015.

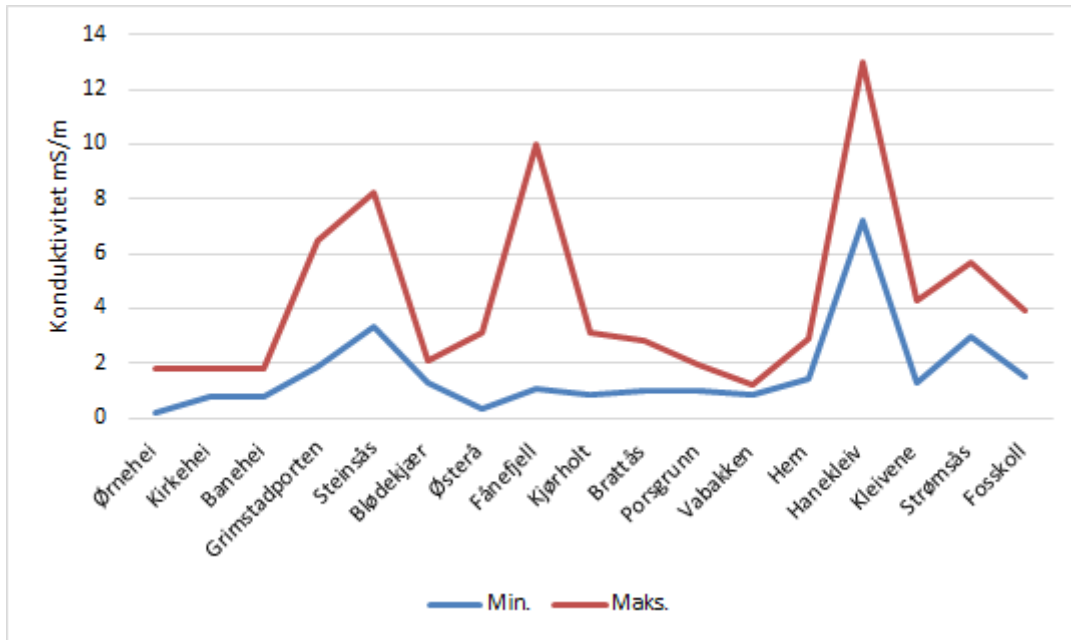


Figur 20. Alkalinitet ($\mu\text{mol/l}$), turbiditet (FNU) og DOC (Dissolved organic carbon)(mg/l) i vaskevannet fra de sytten tunnelene, våren 2015.

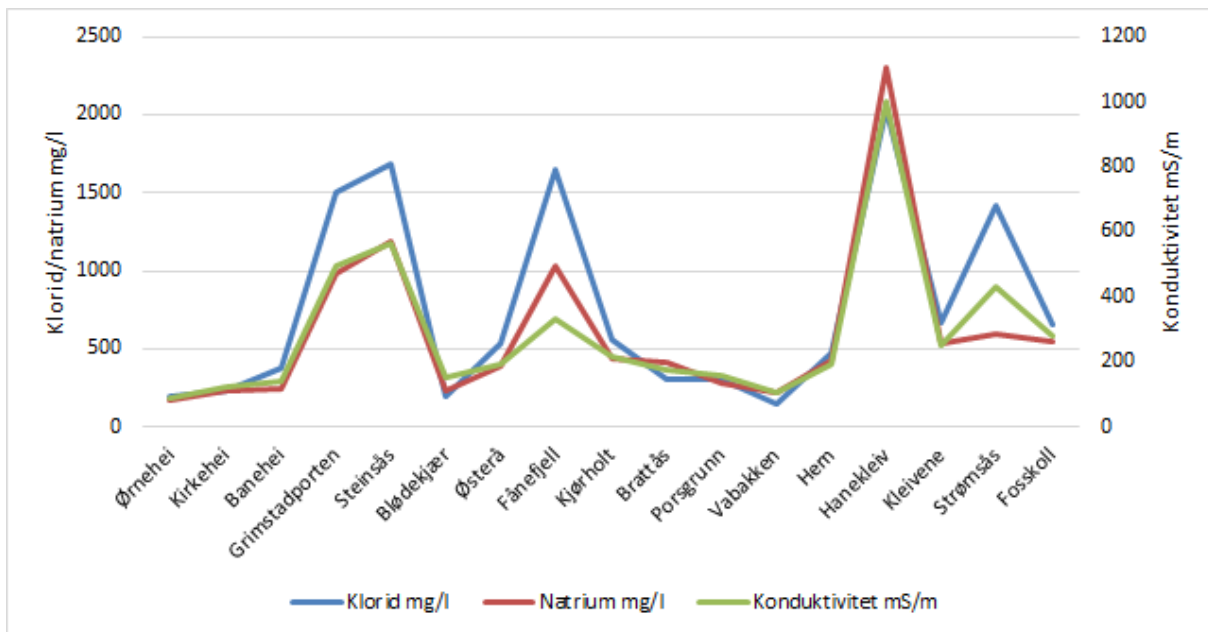
5.2.3 Konduktivitet

Konduktivitet, også kalt ledningsevne, er et mål på vannets evne til å lede strøm og oppgis ofte i mS/m. Jo høyere konsentrasjon av salter/ioner, syre/base i naturlig vann, jo høyere konduktivitet (Kalff 2003). I motsetning til pH, ble konduktivitet ikke målt i felt. Selv om tiden mellom prøvene ble tatt til de ble analysert var lenger for Rambøll Analytics enn for laboratoriet ved INHM-HSN, er det likevel godt samsvar i disse resultatene. Konduktiviteten var høy i starten av vasken, og spesielt høy i Steinsås (820 mS/m), Grimstadporten (650 mS/m), Hanekleiv (1300 mS/m) og Strømsåstunnelen (569 mS/m) der prøvevannet trolig inneholdt mye vann fra teknisk vask (vask av teknisk utstyr) (figur 21). Om høy konduktivitet i starten kan skyldes at salter vaskes ut raskt, tidlig i vasken er usikkert. Høy konduktivitet forekommer i starten og midtveis i tunnelvasken, og blir betydelig redusert mot slutten av vasken (figur 22). Avtagende konduktivitet kan skyldes at stoffer som påvirker denne har blitt vasket ut. Det er relativt spredte resultater for de forskjellige tunnelene, og resultatene viser variasjon mellom 17,5 mS/cm og opp mot 1300 mS/m. Snittverdiene er omtrent 300 mS/m, noe som er høyt sammenlignet med naturlig vann. Konduktiviteten ble også målt i bekker ved Blødekjær og Ørnehei med verdier henholdsvis på 9,0 mS/m og 7,0 mS/m. Selv om tunneler vanligvis ikke saltes kan den høye konduktiviteten likevel komme av vegsalt (NaCl), siden prøvetagningen foregikk tidlig på våren (tett opp mot periode med salting av veg). I følge

Johansen & Thygesen (2013), kan andre faktorer som slitasje fra kjøretøy og tunnelkonstruksjon, ioner fra såpe, marin påvirkning og lignende også kunne påvirke konduktiviteten. Det ble ikke påvist komponenter i såpen som kunne øke konduktiviteten annet enn muligens nitrilotriacetat (NTA) (Aasum 2013).



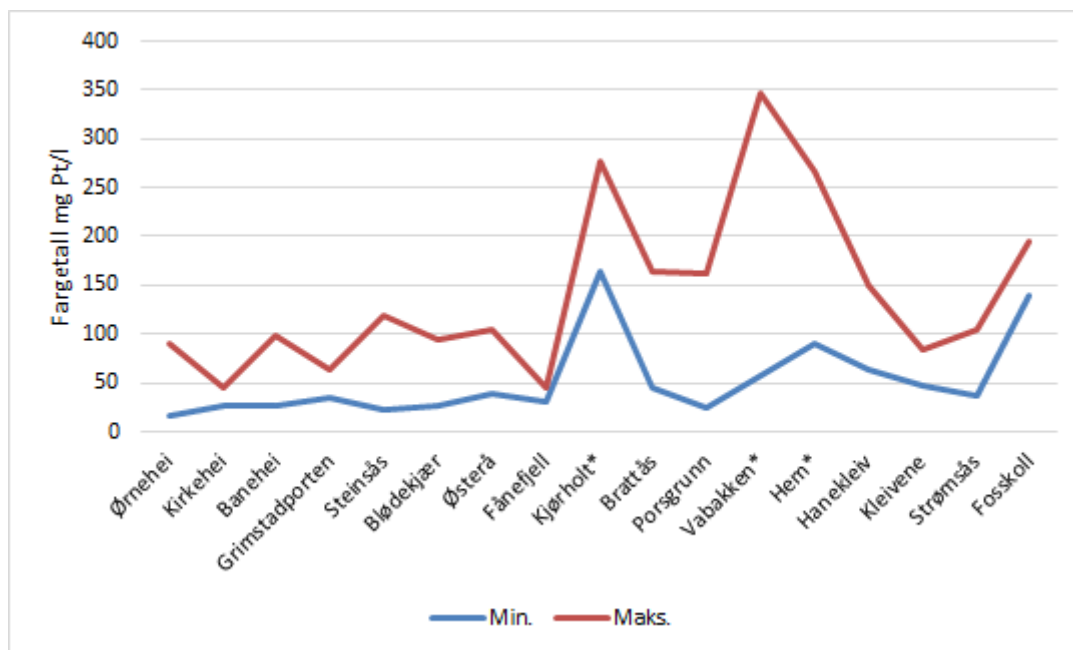
Figur 21. Minimum- og maksimumsverdier for konduktivet (mS/m) i vaskevannet fra de sytten tunnelene, våren 2015.



Figur 22. Konduktivet (mS/m), klorid (mg/l) og natrium (mg/l) i vaskevannet fra de sytten tunnelene, våren 2015.

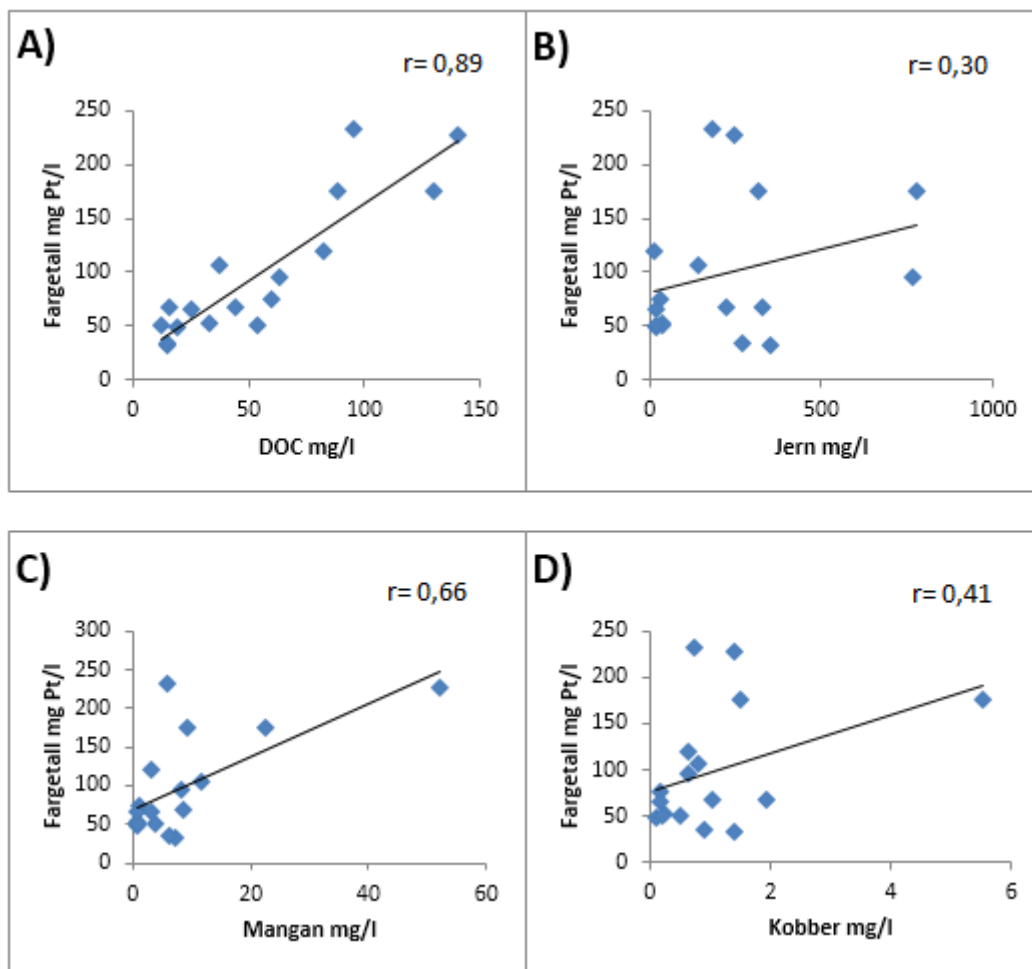
5.2.4 Fargetall

Fargetall er et mål på vannprøvens farge målt i enheten mg Pt/l (Pt-skalaen) og brukes ofte til å bedømme vannets humusinnhold (gir en brunlig farge) (Økland & Økland 2006). Løst jern- og manganforbindelser kan gi farge på vannet (Lemley et al. 1999) samt løst-kobber (World Health Organization 2004). Høyeste verdier for fargetall ble registrert i vaskevann fra Kjørholt (276 mg Pt/l), Vabakken (347 mg Pt/l), Hem (266 mg Pt/l) og Fosskoll (195 mg Pt/l). Pt-skalaen har et måleområde mellom 0-250 mg Pt/l (Økland & Økland 2006). Prøvene fra tunnelene Kjørholt, Vabakken og Hem er det registrert måling(er) over 250 mg Pt/l og resultatene bør tas med forbehold.



Figur 23. Fargetall (mg Pt/l) i vaskevannet fra de sytten tunnelene, våren 2015. Tunnelene merket med (*) = utenfor instrumentets måleområde.

Løst olje og andre løste organiske forbindelser (humus), metallene jern (Fe), mangan (Mn) og kobber (Cu) vil trolig være en påvirkningsfaktor på fargetallet. Sammenheng (korrelasjoner) mellom gjennomsnittsverdier for fargetall og påvirkningsfaktorene løst organisk materiale (DOC), jern, mangan og kobber er vist i figur 24. Løst mangan ($r=0,66$) og spesielt DOC ($r=0,89$) har moderat til sterk korrelasjon med fargetallet. Løst-jern ($r=0,30$) og kobber ($r=0,41$) har svak til moderat korrelasjon med fargetallet. De tunnelene hvor det ble målt høyest fargetall hadde også høyeste snittverdier av DOC. Dette gjelder tunnelene Vabakken (140 mg/l), Hem (130 mg/l), Kjørholt (95 mg/l) og Fosskoll (88 mg/l).

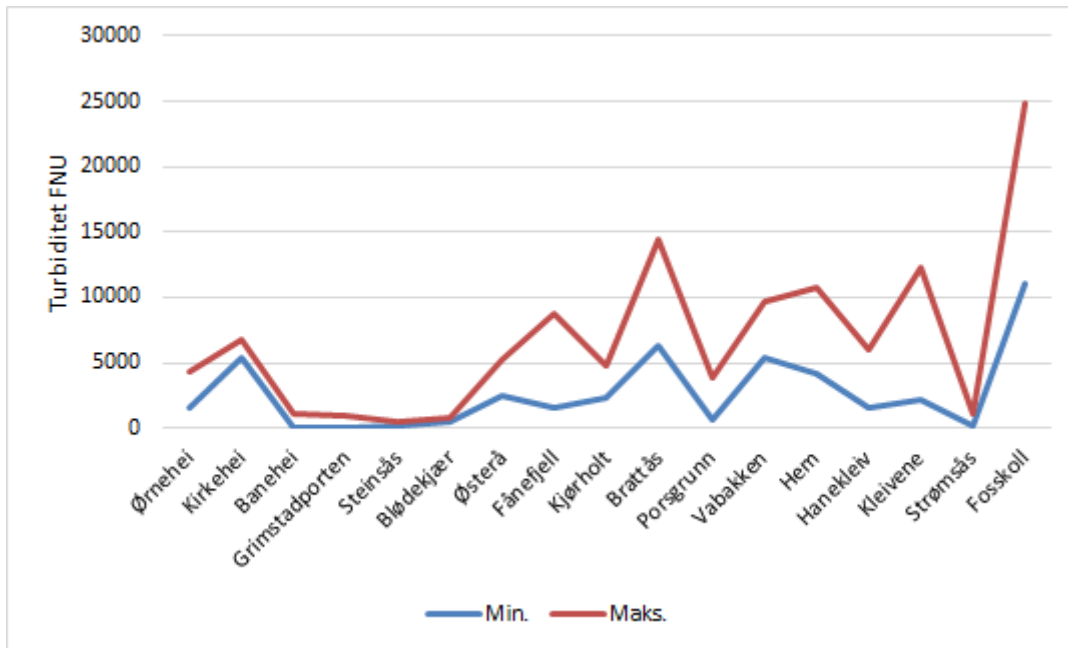


Figur 24. Korrelasjoner mellom fargetall (mg Pt/l) og påvirkningsfaktorene løst organisk karbon (DOC mg/l) (A), løst jern (mg/l) (B), mangan (mg/l) (C), kobber (mg/l) (D).

5.2.5 Turbiditet

Turbiditetsmåling uttrykker partikkelmengden i prøven. Den måles i enheten FNU (Formazin Nephelometric Units). Turbiditeten kan blant annet bli påvirket av suspendert og kolloidalt materiale som leire, silt, findelt partikulært organisk- og uorganisk materiale (Wilson 2010). I følge tabell 1 (Meland 2010) kan ulike partikkeltilstandsformer (HMM og LLM) knyttes til slitasje av vegbanen og har trolig en sammenheng med ÅDT. Piggdekk samt andre friksjonforbedrende tiltak som brukes i vinterhalvåret fører til stor asfaltslitasje, som igjen gir en økt mengde svevestøv i luften. Slitasjepartikler styres av faktorene kjørehastighet og type steinmateriale brukt i asfalten (Snilsberg 2008). Det er trolig at prøvene som ble tatt våren 2015 (første vask etter vintermånedene) inneholder større mengder av slitasjepartikler fra vinteren, analysert som suspendert tørrstoff (STS). Det ble registrert høye resultater for turbiditet i tunnelene Fånefjell (8729 FNU), Brattås (14459 FNU), Vabakken (9694 FNU),

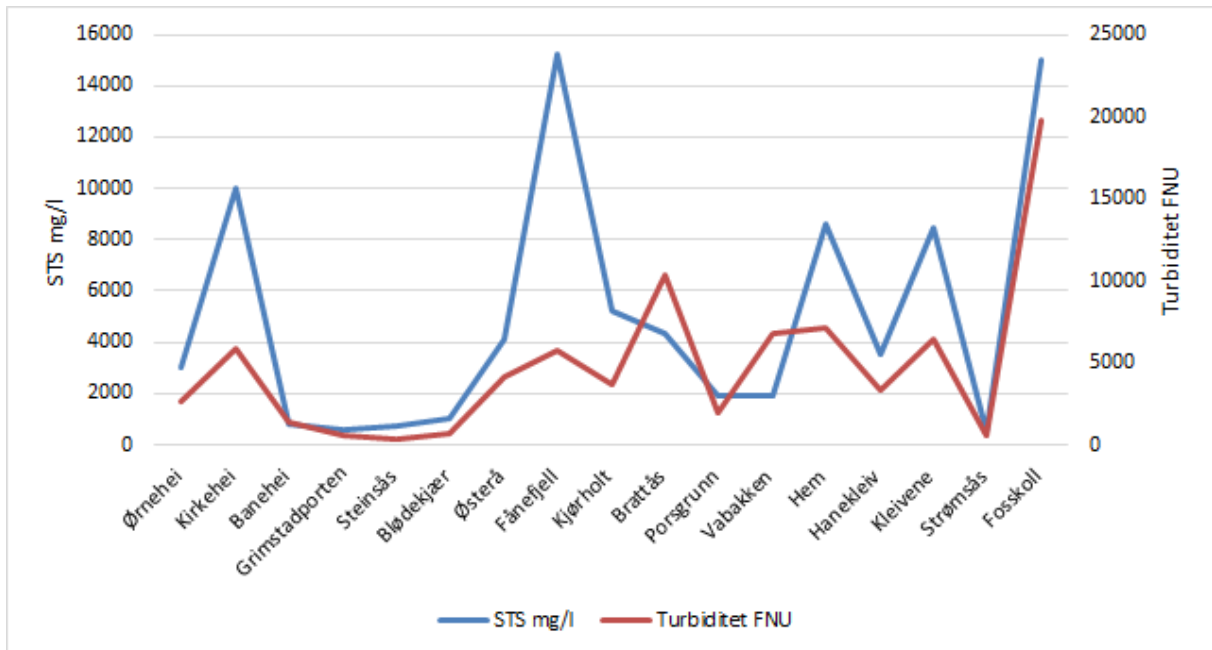
Hem (10700), Kleivene (12290 FNU) og Fosskoll (24863 FNU) (figur 25). Dette indikerer at disse tunnelene har et høyt innhold av partikler som har akkumulert over tid på tak, vegger og i vegbanen.



Figur 25. Minimum- og maksimumsverdier av Turbiditet (FNU) i vaskevannet fra de sytten tunnelene, våren 2015.

Det er generelt en god sammenheng mellom den målte turbiditeten og partikkelinnholdet målt som suspendert tørrstoff i prøvene fra tunnelene (figur 26). Det er ikke alltid et samsvar mellom turbiditetsverdiene og partikkelinnholdet i vannprøvene. Det viser prøvene fra tunnelene Kleivene, Kirkehei og Fånefjell. En årsak til dette kan være at vannprøvene ikke var tilstrekkelig homogene under analyse ved laboratoriet INHM-HSN. Fånefjell er en lav ÅDT-tunnel (1550) og her ble den høyeste snittverdien for STS beregnet (15233 mg/l). Det høye innholdet av STS skyldes trolig at det er nesten to år siden den ble vasket sist (29.10.2013). Fosskoll har nest høyeste snittverdi for STS (15000 mg/l) samt høyeste snittverdien for turbiditet (19779 FNU). Dette skyldes trolig høy ÅDT (49750) med høy fartsgrense (100 km/t). Det er generelt lave snittverdier av turbiditet i vaskevannet fra tunnelene Banehei (1405 FNU), Grimstadporten (597 FNU), Steinsås (373 FNU) og Blødekjær (719FNU). Dette gjenspeiles også i STS-verdiene for Banehei (787 mg/l), Grimstadporten (565 mg/l), Steinsås (565 mg/l) og Blødekjær (1007 mg/l). Årsaken til det

lave innholdet av STS ved disse tunnelene, kan muligens skyldes en fortynning på grunn av et høyt vannforbruk under tunnelvasken.



Figur 26. Turbiditet (FNU) og suspendert tørrstoff (STS) (mg/l) i prøvene fra de sytten tunnelene, våren 2015.

5.3 Statistiske analyser

Mengden forurensning i en tunnel kan knyttes opp mot forskjellige faktorer. For å finne hvilke av disse faktorene som er årsaken til størst forurensningsbidrag i en tunnel, ble det i denne rapporten brukt regresjon. På denne måten kan en finne en sammenheng mellom forurensning (Vedlegg 9) og påvirkningsfaktorer. Disse påvirkningsfaktorene er i hovedsak ÅDT, men andre faktorer som andel lange kjøretøy (%), fartsgrense (km/t), tunnallengde (m), envegs/tovegs trafikk (tabell 18) og sist vasket kan antageligvis også ha en innvirkning (samt piggdekk/ikke piggdekk, overflatestruktur på tunnelveggene, stigningsforhold, korrosivt miljø, og klima, dette ble ikke testet ut med statistikk her (Statens vegvesen 2003). For å få et bedre datagrunnlag for de statistiske analysene, ble det lagt til data fra seks tunneler fra SVV, Region øst, og tre tunneler fra Region sør, alle prøvetatt 2014.

Tabell 18. ÅDT, andel lange kjøretøy (%), tunnallengde (m), fartsgrense (km/t) og envegs/tovegstrafikk for alle de tjueseks prøvetatte tunnelene, 2014 og 2015.

Tunnelnavn	ÅDT	Andel lange kjøretøy (%)	Lengde (m)	Fartsgrense (km/t)	Envegs/tovegstrafikk
Fånefjell	1550	11	611	80	Tovegs
Østerå	3000	7	270	50	Tovegs
Ørnehei	3400	8	842	80	Tovegs
Porsgrunn	6600	9	866	70	Tovegs
Kirkehei	8100	17	849	60	Tovegs
Vabakken	11400	7	566	60	Tovegs
Blødekjær	11750	4,4	922	60	Tovegs
Grimstadport	14350	12,5	552	100	Tovegs
Steinsås	14500	14,1	2222	100	Envegs
Strømsås	17600	11	3496	70	Tovegs
Kjørholt	19600	15	2219	80	Tovegs
Brattås	19600	12	520	70	Tovegs
Hanekleiv	23600	14	1746	110	Envegs
Hem	25300	15	993	110	Envegs
Kleivene	29500	12	1817	100	Envegs
Banehei	46000	9	760	60	Envegs
Fosskoll	49750	11	550	100	Envegs
Tilleggstunneler fra Region øst og sør (2014)					
Østerå	3000	7	270	50	
Blødekjær	11750	4,4	922	60	
Grimstadport	14350	12,5	552	100	
Vesttunnelen	10000	10	237	50	
Mosseporten	20650	10	295	60	
Granfoss	30800	8	1013	70	
Ekeberg	77017	12	1539	70	
Lunnertunnelen	2849	11	3802	80	
Bjølstadtunnelen	11600	5	440	50	

5.3.1 ÅDT og forurensingsparametere

Det ble det påvist en signifikant ($p = < 0,05$) lineær sammenheng mellom elleve av trettiåtte parametere totalt (ca. 30%) og ÅDT. Parameterne som viste signifikans kan i sammenheng stor grad knyttes til kjøretøy og noen få til selve vegoverflaten (asfalt) (tabell 1). Ved å legge til resultat fra ekstra prøver (2014) i analysen, ble det kun påvist en signifikant lineær sammenheng med to av parameterne antimon og DOC (tabell 20) og ÅDT. R^2 -verdiene for parameterne er svake $R^2 \approx 0,20$ for ÅDT ekstra prøver (2014) og $R^2 \approx 0,30$ for ÅDT (sytten tunneler). Trolig tyder dette på at det er en svak eller ingen lineær sammenheng med økende ÅDT kan føre til høyere konsentrasjon av forurensingsparametere. Ved tillegg av ekstra prøver fra 2014 skulle en tro at den lineære sammenhengen ville styrkes, noe som ikke skjedde i dette tilfellet. Sannsynligvis vil konsentrasjonene til parameterne være styrt av andre faktorer som tunnellengde, såpebruk, antall kjørefelt, envegs-/tovegstrafikk, fartsgrense og prosentandel lange kjøretøy m.m.

Kayhanian et al. (2003) har tidligere undersøkt lineære sammenheng mellom ÅDT og et utvalg av stoffer i vegavrenning fra motorveger i California. Ved bruk av enkel lineær regresjon ble det funnet svake R^2 -verdier (0-0,32) for samtlige betydningsfulle parametere. Dette antyder svak eller ingen direkte sammenheng mellom ÅDT og konsentrasjon av forurensinger. Det samme gjelder for en studie utført av Apul et al. (2010) som heller ikke greide å dokumentere en klar sammenheng. Det finnes tidligere studier som har klart påvise en sammenheng mellom økende ÅDT og mengde forurensningsstoffer i miljøet ved vegen (Hares & Ward 1999; Kimaszewska et al. 2007; Opher & Friedler 2010). I Norge er det tidligere blitt utført et studie av Bækken & Haugen (2006) som omhandler påvirkning fra avrenning av vegsølt, tungmetaller og PAH i vegnære innsjøer. Her ble det konstatert at konsentrasjonene av kalsium, jern, mangan, kobber og nikkel hadde en signifikant sammenheng med ÅDT. For metallene kadmium og bly kunne en ikke påvise noen sammenheng mellom konsentrasjoner i overflatevannet til innsjøer. I følge Torp & Meland (2013) gir en høyere ÅDT generelt større forurensingsproduksjon, men sammenhengen er ikke lineær (Roseth & Meland 2006, Apul et. al 2010).

Tabell 20. Lineær regresjon (R^2) og signifikansverdier (p) for sammenligning mellom ÅDT og forurensningsparametere. For sytten prøvetatte tunneler, våren 2015 og ekstra prøver (2014). Rangert etter høyest R^2 -verdi.

Parameter	ÅDT 17 tunneler		ÅDT med ekstra prøver (2014)	
	R^2	Signifikant (p)	R^2	Signifikant (p)
Tinn (Sn) $\mu\text{g/l}$	0,33	0,015		
Tot-olje (C10-C40) mg/l	0,33	0,016		
Krom (Cr) $\mu\text{g/l}$	0,32	0,018		
Arsen (As) $\mu\text{g/l}$	0,31	0,021		
Tot-PAH16 $\mu\text{g/l}$	0,30	0,022		
Bly (Pb) $\mu\text{g/l}$	0,30	0,024		
Molybden (Mo) $\mu\text{g/l}$	0,29	0,026		
Kobber (Cu) $\mu\text{g/l}$	0,28	0,028		
Sink (Zn) $\mu\text{g/l}$	0,28	0,03		
Titan (Ti) $\mu\text{g/l}$	0,28	0,03		
Vanadium (V) $\mu\text{g/l}$	0,24	0,046		
Antimon (Sb) $\mu\text{g/l}$			0,21	0,019
Løst organisk materiale (DOC) mg/l			0,19	0,024

5.3.2 Sist vasket og forurensningsparametere

Antall dager siden sist vasket (akkumuleringstid) kan knyttes opp mot de forskjellige forurensningsparametere. Det ble valgt å gjøre en beregning av totalt antall biler som har kjørt igjennom tunnelen siden sist vasket (tabell 21). Dette ble utført på følgende måte: ÅDT multiplisert med antall dager siden sist vasket = totalt antall biler som har kjørt igjennom tunnelen siden sist vasket.

Tabell 21. ÅDT, antall dager siden sist vasket og totalt antall biler som har kjørt igjennom de sytten prøvetatte tunnelene siden de sist var vasket.

Tunnelnavn	ÅDT	Sist vasket (dager)	Tot-ant. biler
Fånefjell	1550	560	868000
Østerå	3000	351	1053000
Ørnehei	3400	209	710600
Porsgrunn	6600	70	462000
Kirkehei	8100	174	1409400
Vabakken	11400	70	798000
Blødekjær	11750	62	728500
Grimstadport	14350	50	717500
Steinsås	14500	81	1174500
Strømsås	17600	90	1584000
Kjørholt	19600	70	1372000
Brattås	19600	70	1372000
Hanekleiv	23600	135	3186000
Hem	25300	128	3238400
Kleivene	29500	77	2271500
Banehei	46000	56	2576000
Fosskoll	49750	93	4626750

Det ble ikke funnet lineær sammenheng mellom antall dager siden sist vask og forurensningsparametere. Det ble i stedet funnet lineær sammenheng mellom tjueto av trettiåtte forurensningsparametere og totalt antall biler (tabell 22). Dette betyr at antall biler som har kjørt igjennom tunnelene siden de sist ble vasket, kan statistisk knyttes opp mot mengden forurensning i tunnelene.

Tabell 22. R^2 og signifikansverdier (p) for totalantall biler siden sist vasket og forurensningsparametere av de sytten prøvetatte tunnelene i 2015. Rangert etter høyest R^2 -verdi.

Parameter	Sist vasket/Tot-ant. biler	
	R^2	Signifikant (p)
Titan (Ti) $\mu\text{g/l}$	0,55	0,0006
Tinn (Sn) $\mu\text{g/l}$	0,54	0,0008
Molybden (Mo) $\mu\text{g/l}$	0,52	0,001
Tot-PAH16 $\mu\text{g/l}$	0,52	0,001
Vanadium (Va) $\mu\text{g/l}$	0,49	0,002
Kobber (Cu) $\mu\text{g/l}$	0,48	0,002
Arsen (As) $\mu\text{g/l}$	0,47	0,002
Sink (Zn) $\mu\text{g/l}$	0,47	0,003
Bly (Pb) $\mu\text{g/l}$	0,45	0,003
Tot-olje (C10-C40) $\mu\text{g/l}$	0,44	0,004
Krom (Cr) $\mu\text{g/l}$	0,44	0,004
Barium (Ba) $\mu\text{g/l}$	0,39	0,007
Kalsium (Ca) $\mu\text{g/l}$	0,37	0,009
Kobolt (Co) $\mu\text{g/l}$	0,37	0,01
Selen (Se) $\mu\text{g/l}$	0,32	0,017
Kadmium (Cd) $\mu\text{g/l}$	0,33	0,016
Kvikksølv (Hg) $\mu\text{g/l}$	0,31	0,019
Magnesium (Mg) $\mu\text{g/l}$	0,31	0,021
Total-fosfor (Tot-P) mg/l	0,30	0,022
Aluminium (Al) $\mu\text{g/l}$	0,30	0,023
Antimon (Sb) $\mu\text{g/l}$	0,30	0,024
Nikkel (Ni) $\mu\text{g/l}$	0,28	0,03

5.3.3 Andel lange kjøretøy og forurensningsparametere

Det ble funnet en svak lineær sammenheng mellom andel lange kjøretøy og tre av trettiåtte forurensningsparametere (Tabell 23). Andel lange kjøretøy er beregnet som en prosentandel av tunnelens ÅDT. I Norge defineres tungtrafikk som kjøretøy med tillatt totalvekt over tretusenfemhundre kilo. Disse bidrar sterkt til utslipp av klimagasser og står for omtrent ti til elleve prosent av Norges CO_2 -utslipp, i tillegg til å være en stor kilde til NO_x og PM_{10} (partikulært materiale med diameter på $10\mu\text{m}$) (tiltakskatalog.no).

Tabell 23. R^2 og signifikansverdier (p) for andel lange kjøretøy (%) og forurensningsparametere av de sytten prøvetatte tunnelene i 2015 med ekstra prøver fra 2014. Rangert etter høyeste R^2 -verdi.

Parameter	Andel lange kjøretøy (%)	
	R^2	Signifikant (p)
Antimon (Sb) $\mu\text{g/l}$	0,19	0,025
Natrium (Na) mg/l	0,18	0,029
Klorid (Cl) $\mu\text{g/l}$	0,18	0,031

5.3.4 Fartsgrense og forurensningsparametere

Det ble kun funnet en svak lineær sammenheng mellom fartsgrense i tunnel og to forurensningsparametere, klorid og natrium (tabell 24). Dette kan tyde på at saltmengden brukt på veg, øker med fartsgrensen. Med tanke på at biler forurensmer mer ved høy hastighet (eea.europa.eu), kunne en på forhånd forvente at en skulle få en bedre statistisk sammenheng mellom forurensning og fartsgrense.

Tabell 24. R^2 og signifikansverdier (p) for fartsgrense (km/t) og forurensningsparametere av de sytten prøvetatte tunnelene 2015, og med ekstra prøver fra 2014. Rangert etter høyeste R^2 -verdi.

Parameter	Fartsgrense (km/t) 17 tunneler		Fartsgrense (km/t) med ekstra prøver (2014)	
	R^2	Signifikant (p)	R^2	Signifikant (p)
Natrium (Na) mg/l	0,32	0,018	0,36	0,001
Klorid (Cl) $\mu\text{g/l}$	0,31	0,021	0,30	0,004

5.3.6 Multipel lineær regresjon (MLR)

Ved enkel lineær regresjon ble ikke funnet signifikante sammenhenger mellom forurensningsparametere og faktorene tunnallengde, envegs/tovegstrafikk, såpebruk og vannmengde. Multipel lineær regresjon (MLR) ble benyttet for å påvise om det var en signifikant sammenheng mellom forurensningsparameterne og flere av påvirkningsfaktorene for de sytten tunnelene. Resultater fra MLR med påvirkningsfaktorene ÅDT, lengde, såpebruk og vannmengde viste signifikant sammenheng ($p < 0,5$) for ti kjemiske parametere (tabell 25). Det er stort sett de samme forurensingene som ved enkel lineær regresjon, men med sterkere signifikansverdier. Det ble ikke påvist signifikante verdier mellom påvirkningsfaktorene envegs-/tovegstrafikk og fartsgrense i tunnelene.

Tabell 25. Signifikansverdier (p) fra multipel lineær regresjon mellom kjemiske parametere og påvirkningsfaktorene: ÅDT, lengde, såpebruk, envegs-/tovegstrafikk, fartsgrense og vannmengde. For de sytten prøvetatte tunnelene i Region sør, våren 2015.

Parametere	Påvirkningsfaktorer					
	ÅDT (p)	Lengde (p)	Såpebruk (p)	Envegs-/tovegstrafikk (p)	Fartsgrense (p)	Vannmengde (p)
Arsen (As) $\mu\text{g/l}$	0,019					0,036
Kobolt (Co) $\mu\text{g/l}$	0,015		0,027			0,019
Kobber (Cu) $\mu\text{g/l}$	0,007		0,046			0,008
Bly (Pb) $\mu\text{g/l}$	0,003		0,034			0,017
Magnesium (Mg) $\mu\text{g/l}$	0.004	0.033	0.006			0.001
Molybden (Mo) $\mu\text{g/l}$	0.005		0.026			0.008
Vanadium (Va) $\mu\text{g/l}$	0.012		0.044			0.02
Tot-PAH 16 $\mu\text{g/l}$	0.009					0.011
Tot-olje (C10-C40) mg/l	0.003					0.021
Tinn (Sn) $\mu\text{g/l}$	0.011					0.022

6 Konklusjon

Denne rapporten ble skrevet etter initiativ fra Vegvesenet Region sør, som ville kartlegge forurensningen i noen utvalgte tunneler og årsaken til mengden forurensning. Dette skal være grunnlag for hvor det bør gjøres tiltak i fremtiden.

Det ble i den sammenheng laget en rangering av de prøvetatte tunnelene ved hjelp av en forurensningsindeks (f-indeks). Fosskolltunnelen kom dårligst ut (100 %), og av de prøvetatte tunnelene har denne høyest ÅDT, ble vasket med mindre vann enn estimert, og det ble brukt såpe under vask. Fånefjelltunnelen nest-høyest f-indeks av tunnelene (40 %), men har i motsetning til Fosskolltunnelen, lavest ÅDT, ble vasket med mer vann enn estimert, ingen såpe under vask, og lang tid siden sist vasket. Det ble i tillegg laget en F-indeks for såpebruk som viser at tunneler vasket med såpe forurenses mer enn tunneler vasket uten såpe.

For å statistisk påvise en sammenheng mellom faktorer som kan påvirke konsentrasjonen av forurensningen i tunnelvaskevannet, ble det brukt enkel lineær regresjon og MLR. Det ble påvist en signifikant svak, enkel lineær sammenheng mellom ÅDT og forurensning ($R^2 = 0,19-0,33$). En noe sterkere sammenheng ble påvist mellom totalantall biler siden sist vasket og forurensning ($R^2 = 0,27-0,54$). Noen svake sammenhenger ble også påvist med hastighet og tungtrafikk (natrium, klorid og antimon). Ved MLR ble det påvist signifikant sammenheng (p-verdi 0,003-0,046) mellom ti av trettiåtte forurensningsstoffer og påvirkningsfaktorene ÅDT, tunnellengde, såpebruk og vannmengde. Det ble ikke funnet signifikante verdier med fartsgrense og envegs/tovegstrafikk som også ble tatt med i samme beregning.

Av de sytten prøvetatte tunnelene har allerede fem av disse renseløsning/tiltak for tunnelvaskevann før det havner i resipient. Installering av sedimentasjonsbasseng til «versting-tunnelen» Fosskolltunnelen ble påbegynt høsten 2015. For de andre tunnelene som har høyest forurensningsindeks, som Fånefjelltunnelen, Vabakkentunnelen, Kjørholtunnelen og Brattåstunnelen bør det vurderes om det i fremtiden må installeres renseløsning her. Andre tiltak som hyppigere vask, ikke såpebruk, høyere vannforbruk ved vask, og sope/suge vegbanen oftere/grundigere kan antageligvis også hjelpe.

7 Referanser/litteraturliste

- Aasum, J.H. (2013). Effekter av vaskemiddel (TK601) på mobilitet av metaller ved sedimentering av tunnelvaskevann fra Nordbyttunnelen (E6), Ås kommune, Akershus: et laboratorieforsøk - Norwegian University of Life Sciences, Ås. 72 s.
- Albright, M. (2005). Changes in water quality in an urban stream following the use of organically derived deicing products. *Lake and Reservoir Management*, vol. 21. s.119-124.
- Amundsen, C., Haaland, S., French, H., Pedersen, P., Riise, G., Roseth, R. (2008). Salt SMART. Miljøkonsekvenser ved salting av veger -en litteraturgjennomgang. 98 s.
- Andersen, S., Snilsberg, P., Amundesen, C. E., Olsen, R.D. (1995). Miljøkjemisk undersøkelse av tunnelvasking. Rapport-nr. 31/95, Bioforsk Jord og Miljø – Ås, ISBN: 82-7467-165-1. 20 s.
- Apul, D.S., Miller, E., Jain, V. (2010). Road-runoff metal concentrations in Toledo, Ohio, and their relation to average daily traffic and age of pavement overlay. *Water Science and Technology*, vol. 61. s. 1723-1731.
- Arp, H.P., Ruus, A., Macken, A., Lillicrap, A. (2014). Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. No. M241. Miljø- direktoratet, Oslo. 197 s.
- Aune, T. (2011). NGU-rapport 2011.007: Program og sammendrag for «Det 20. nasjonale seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi», NGU 14.-15 februar 2011. 57 s.
- Baek, S.O. Field, R.A. Goldstone, M.E. Kirk, P.W. Lester J,N. & Perry, R. (1991). A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons sources fate and behavior. Imperial College, London. 22 s.
- Barbosa, A.E. & Hvitved-Jacobsen, T. (1999). Highway runoff and potential for removal of heavy metals in an infiltration pond in Portugal. *The science of The Total Environment*, vol. 235. s. 151-159.
- Baun, A., Arnbjerg-Nielsen, K., Kjølholt, J., Stuer-Lauridsen, F. (2001). Biologiske effekter af toksiske stoffer i regnbetingede udløb. Miljøprojekt Nr.610, Miljøstyrelsen, Miljø og Energiministeriet, Denmark. 54 s.

- Brown, J.N. & Peake, B.M. (2006). Sources of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban stormwater runoff. *Science of the Total Environment*, vol. 359 (1–3). s. 145-155
- Byman, L. (2012). Treatment of wash water from road tunnels. TRITA-LWR Degree Project 12:42. 40 s.
- Bäckström, M., Nilsson, U., Håkansson, K., Allard, B., Karlsson, S. (2003). Speciation of heavy metals in road runoff and roadside total deposition. *Water, Air, & Soil Pollution*, vol. 147 (1-4). s. 343-366.
- Bækken, T. & Haugen, T. (2006). Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer - påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. Oslo: Vegdirektoratet. 91 s.
- Calmano, W., von der Kammer, F., Schwartz, R. (2005). Characterization of redox conditions in soils and sediments: heavy metals. *Soil and Sediment Remediation: find out*.
- Cerny, R. & Rovnanikova, P. (2002). *Transport Processes in Concrete*. Great Britain, Spon Press. ISBN 0-415-24264-9. 560 s.
- Corneliussen, C.H., Meland, S., Hanssen, J.F., Rosseland, B.O. (2007). Effekter av tunnelvaskemiddel (Remikraft 703) på vekst hos bakterier isolert fra fangdam: Statens vegvesen. 16 s.
- Cowan-Ellsberry, C., Belanger, S., Dorn, P., Dyer, S., McAvoy, D., Sanderson, H., Versteeg, D., Ferrer, D., Stanton, K. (2014). Environmental Safety of the Use of Major Surfactant Classes in North America, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 44 (17). s. 1893-1993.
- COWI AS. (2012). Nytt rensetrinn i Vassum renselasseng, mulighetsstudie. Statens vegvesen rapport nr. 201. 44 s.
- Damsgård, M.B. (2011) Akkumulering av tungmetaller i bunnlevende invertebrater og frosk fra renselasseng langs E6. (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Dept. of Plant and Environmental Sciences, Master's theses, IPM). 80 s.
- Davis, A.P., Shokouhian, M., Ni, S. (2001). Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources. *Chemosphere*, vol.44 (5). s. 997–1009.

Duffus, J.H. (2002). "Heavy metals" a meaningless term? Pure Appl. Chem, Vol. 74, No. 5. s. 793-807.

Dybwad, I.M. (2015). Effects of tunnel wash water on biomarkers in three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) and brown trout (*Salmo trutta*) – A lab and field study. Master thesis in toxicology. Department of Biosciences Faculty of Mathematics and Natural Science. University of Oslo. 87 s.

Dyer, S.D., Sanderson, H., Waite, S.W., Van Compernelle, R., Price, B., Nielsen, A.M., Evans, A., Decarvalho, A.J., Hooton, D.J., Sherren, A.J. (2006). Assessment of alcohol ethoxylate surfactants and fatty alcohols mixtures in river sediments and prospective risk assessment. Environmental Monitoring and Assessment, vol. 120 (1-3). s. 45-63

Erickson, R., Nichols, J., Cook, P., Ankley, G. (2008). Bioavailability of Chemical Contaminants in Aquatic Systems. The toxicology of Fishes. ISBN: 978-0-415-24868-6. s. 9-54.

Fairbrother, A., Wenstel, R., Sappington, K., Wood, W. (2007). Framework for metals risk assessment. Ecotoxicology and Environmental Safety, vol. 68 (2). s.145-227.

Fischel, M. (2001). Evaluation of selected deicers based on a review of the literature. Colorado department of transportation. Report No. CDOT-DTD-R-2001-15. 273 s.

Franzle, S. & Markert, B. (2007). Metals in Biomass - From the Biological System of Elements to reasons of fractionation and element use. Environmental Science and Pollution Research, vol. 14 (6). s. 404-413.

Garmo, Ø., Hertel-Aas, T., Ranneklev, S.B., Meland, S. (2015). Vurdering av biotilgjengelighetsmodeller som verktøy for karakterisering av resipienters sårbarhet for metallforurensing fra veg. Vann nr.03. s.278-290

Garshol, F.K. (2016). Rensing av vaskevann fra veitunneler. VAforum nr.1, 5 årgang. Basal AS. s. 25-30.

Hafner, W., Staudegger, E., Treffer, G., Januschke, O., Moritz, M., Preßlaber, M., Steiner, A., Niedermair, M., Koban, J., Bachler, G., Klarskov, T., Gustafsson, M., Wittstock, J. (2012). CMA+ Instruction Manual 1.1. For the reduction of fine-dust (PM) pollution through the application of a liquid "fine-dust glue" (Calcium-Magnesium-Acetate). 38 s.

- Hare, L. (1992). Aquatic Insects and Trace Metals: Bioavailability, Bioaccumulation, and Toxicity. *Critical Reviews in Toxicology*, vol. 22 (5-6). s. 327-369.
- Hares, R.J. & Ward, N.I. (1999). Comparison of the heavy metal content of motorway stormwater following discharge into wet biofiltration and dry detention ponds along the London Orbital (M25) motorway. *The Science of The Total Environment*, vol. 235. s.169-178.
- Hjortenkrans, D.S.T., Bergbäck, B.G., Häggerud, A.V. (2007). Metal Emissions from Brake Linings and Tires: Case Studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005. *Environmental Science and Technology*, vol. 41 (15). s. 5224-5230.
- Human and Environmental Risk Assessments (HERA). (2003). Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European household cleaning products. Alcohol Ethoxysulphates. Human Health Risk Assessment. Draft. 57 s.
- Hylland, K. (2006). Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) ecotoxicology in marine ecosystems. Taylor & Francis Inc. Vol. 69 (1-2). s.109-123.
- Iversen, G.B. (2014). Slemmer for sikkerhet. Saint-Gobain Byggevarer AS. Bygg bedre nr.1. s. 2-3
- Johansen, S.L., & Thygesen, H. (2013). Økologisk risikovurdering med biotisk ligandmodell, En feltstudie av tunnelvaskevann og vegavrenning i rensbasseng. Statens vegvesen rapportnr. 230. Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. 54 s.
- Jonnalagadda, S. B. & Rao, P.V.V.P. (1993). Toxicity, bioavailability and metal speciation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 196 (3). s. 585-595.
- Joutti, A., Schultz, E., Pessala, P., Nystén, T., Hellstén, P. (2003). Ecotoxicity of Alternative De-icers. *Journal of Soils and Sediments*, vol. 3(4). s. 221-292.
- Kalff, J. (2003). *Limnology*. 2nd ed. Prentice Hall. ISBN 0-13-033775-7. 592 s.
- Kamalakkannan, R., Zettel, V., Goubatchev, A., Stead-Dexter., K, Ward, N.I. (2004). Chemical (polycyclic aromatic hydrocarbon and heavy metal) levels in contaminated stormwater and sediments from a motorway dry detention pond drainage system. *Journal of Environmental Monitoring* (3). s. 175-181.

- Karouna-Renier, N.K. & Sparling, D.W. (2001). Relationships between ambient geochemistry, watershed land-use and trace metal concentrations in aquatic invertebrates living in stormwater treatment ponds. *Environmental Pollution*, vol. 112 (2). s. 183-192
- Kaste, Ø. (1999). Mulige effekter av veisalting på Mjåvatn / Molandsvatn i Gjerstad og Risør kommuner. Statens vegvesen – Aust-Agder vegkontor. 18 s.
- Kayhanian, M., Singh, A., Suverkropp, C., Borroum, S. (2003). Impact of Annual Average Daily Traffic on Highway Runoff Pollutant Concentrations. *Journal of Environmental Engineering*, Vol. 129 (11). s. 975-990.
- Kayhanian, M., Stransky, C., Bay, S., Lau, S. L., Stenstrom, M.K. (2008). Toxicity of urban highway runoff with respect to storm duration. *Science of the Total Environment*, vol. 389. s. 386-406.
- Khalili, N.R. Scheff, P.A. & Holsen, T.M. (1995). PAH source fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions. University of Illinois, Chicago. Vol. 29 (4). s. 533-542.
- Kimaszewska, K., Polkowska, Z., Namiesnik, J. (2007). Influence of mobile sources on pollution of runoff waters from roads with high traffic intensity. *Polish journal of environmental studies*, vol.16 (6). s. 889-897.
- Kjølholt, J., Stuer-Lauridsen, F., Mogensen, A.S., Havelund, S. (2002). Grundstofferne i 2. geled - et miljøproblem nu eller fremover? Miljøprojekt nr. 700, fra Miljøstyrelsen, Danmark. 101 s.
- Knutzen, J. & Næs, K. (1994). Effekter av utslipp fra aluminiumsindustri i det marine miljø. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. NIVA-rapport O-93121/Q-301. 46 s.
- Kumar, A., Woods, M., El-Merhibi, A., Bellifemine, D., Hobbs, D., Doan, H. (2002). The toxicity of arterial road runoff in metropolitan adelaide—stage 2. *Transport SA, Adelaide*. 92 s.
- Le Viol, I., Mocq, J., Julliard, R., Kerbirou, C. (2009). The contribution of motorway stormwater retention ponds to the biodiversity of aquatic macroinvertebrates. *Biological Conservation*, vol. 142. s. 3163-3171.
- Lemley, A.T., Schwartz, J.J., Wagenet, L.P. (1999). Water Treatment NOTES. Iron and Manganese in Household Drinking Water. Fact Sheet 6 (updated November 2005). 5 s.

- Lindgren, Å. (1996). Asphalt wear and pollution transport. *Science of the total environment*, vol. 189-190. s. 281-286.
- Loftesnes, O. (2014). Sjøørret utfordrer tunnelvask. *Tvedestrandposten*. Lest 06.10.15
- Magnus, C. (1996). *Renhold - høgre utdanning*. Oslo, Yrkeslitteratur as. ISBN: 9788258402302. 668 s.
- Mahrosh, U., Kleiven, M., Meland, S., Rosseland, B.O., Salbu, B., Teien, H.C. (2012). Toxicity of road deicing salt (NaCl) and copper (Cu) to fertilization and early developmental stages of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Hazardous Materials*, vol. 280. s. 331–339
- Meland, S. (2010). *Ecotoxicological effects of highway and tunnel wash water runoff*. Doktorgradsoppgave. Ås: UMB, Plant and Environmental Science. 86s.
- Meland, S. (2012). Tunnelvaskevann - En kilde til vannforurensning. *Vann nr. 02*. s. 182-193.
- Meland, S. (2012a). *Kjemisk karakterisering av sediment fra Vassum sedimenteringsbasseng*. Statensvegvesens rapporter nr. 94. 19 s.
- Meland, S., Borgstrom, R., Heier, I.S., Rosseland, B.O., Lindholm, O., Salbu, B. (2010a). Chemical and ecological effects of contaminated tunnel wash water runoff to a small Norwegian stream. *Science of the Total Environment*, vol. 408 (19). s. 4107- 4117.
- Meland, S., Heier, I.S., Salbu, B., Tollefsen, K.E., Farmen, E., Rosseland, B.O. (2010b). Exposure of brown trout (*Salmo trutta* L.) to tunnel wash water runoff - Chemical characterisation and biological impact. *Science of the Total Environment*, vol. 408 (13). s. 2646-2656.
- Mohapatra, P.K. (2007). *Textbook of Environmental Biotechnology*. Published by I K International, New Delhi. ISBN13: 9788188237548. 664 s.
- Newman, M. C. & Unger, M.A. (2002). *Fundamentals of Ecotoxicology*. Boca Raton, Florida, Lewis Publishers, ISBN 1-56670-598-3. 458 s.
- Newman, M.C. (2014). *Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution*, Fourth Edition, Taylor & Francis Inc, ISBN: 978-1466582293. 680 s.
- Opher, T. & Friedler, E. (2010). Factors affecting highway runoff quality. *Urban Water Journal*, vol. 7 (3). s.155-172.

- Perk, M. (2007). Soil and Water Contamination. Utrecht University, The Netherlands, Taylor & Francis Group, ISBN 9780415893435. 428 s.
- Resen-Fellie, O.P & Dahlen, J. (2003). Temahefte til håndbok 111, standard for drift og vedlikehold. Vegdirektoratet, intern rapport 2337. 268 s.
- Roseth, R. & Amundsen, C. E. (2003). Vaskevann fra vegtunneler - forurensningsstoffer og behandling. Kommunalteknikk nr. 5. s. 16-19.
- Roseth, R. & Meland, S. (2006). Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler. Bioforsk og Statens vegvesen rapport. 11 s.
- Roseth, R. & Søvik, A. K. (2005). Vann og veg. Binding og nedbrytning av rengjøringsmidler brukt til vask av tunneler og annet vedlikehold av veg. Jordforsk, rapport nr: 113/04 (05). 33 s.
- Roy, S., Hens, D., Biswas, D., Biswas, D., Kumar, R. (2002). Survey of petroleum-degrading bacteria in coastal waters of Sunderban Biosphere Reserve. World Journal Of Microbiology & Biotechnology. Vol.18 (6). s. 575-581.
- Salbu, B. & Oughton, D.H. (1995). Strategies of sampling, fractionation and analysis. In Salbu, B. & Steinnes, E. (eds) Trace elements in natural waters, Boca Raton, Florida: CRC Press. s. 41-70.
- Sansalone, J.J. & Buchberger, S.G. (1997). Partitioning and first flush of metals in urban roadway storm water. Journal of Environmental Engineering-Asce, vol. 123 (2). s. 134-143.
- Schipper, P.N.M., Comans, R.N.J., Dijkstra, J.J., Vergouwen, L. (2007). Runoff and windblown vehicle spray from road surfaces, risks and measures for soil and water. Water science and technology, vol.55 (3). s. 87-96.
- Snilsberg, B. (2008). Pavement wear and airborne dust pollution in Norway Characterization of the physical and chemical properties of dust particles. Thesis for the degree of doktor ingeniør, NTNU. 109 s.
- Snilsberg, P., Roseth, R. & Amundsen, C.E. (2002). Naturbaserte behandlingsanlegg for vegavrenning. Undersøkelse av rensegrad og anleggsfunksjon for tre anlegg på ny E6 Korsegården-Vassum i Ås kommune i 2000 og 2001. Jordforsk rapport nr. 13/02. 53 s.

- Statens forurensingstilsyn (SFT). (2000a). Miljøgifter i norske fjorder. Ambisjonsnivåer og strategi for arbeidet med forurenset sjøbunn, rapport 1774/2000.
- Statens forurensingstilsyn (SFT). (2000b). Økotoksikologisk risikovurdering. Del I: Økotoksikologisk undersøkelse av industriavløp, rapport 1750/2000. 39 s.
- Statens vegvesen. (1997). Renhold i tunneler. Statens vegvesen Vegdirektoratet, Drift teknisk avdeling, Rapport 97-3615, Oslo. 38 s.
- Statens vegvesen. (2014a). Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Vegdirektoratet. ISBN: 978-82-7207-655-8. 154 s.
- Statens vegvesen. (2014b). Håndbok N500 Vegtunneler. Vegdirektoratet. 133 s.
- Stotz, G. & Holldorb, C. (2008). Highway tunnel washing and its effect on water quality. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburg, Scotland, UK. 9 s.
- Templeton, D., Ariese, F., Cornelis, R., Danielsson, L.G., Muntau, H., van Leeuwen, H.P., Lobinski, R. (2000). Guidelines for terms related to chemical speciations and fractionation of elements: definitions, structural aspects, and methodological approaches (IUPAC Recommendations 2000). Pure and Applied Chemistry, vol. 72 (8). s. 1453-1470.
- Torp, M. & Meland, S. (2013). Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann. Statens vegvesens rapport nr. 99. 28 s.
- Transportation Research Board (TRB). (1991). National Research Council. Highway Deicing: Comparing Salt and Calcium Magnesium Acetate. 12 s.
- Vaa, T. & Sakshaug, K. (2007). Salting av veger - En kunnskapsoversikt. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2493. 48 s.
- vanLoon, G.W. & Duffy, S.J. (2011). Environmental Chemistry a global perspective. 3rd ed. utg.: Oxford University Press, ISBN: 9780199228867. 560 s.
- Vikan, H. (2013). Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann – Giftvirkninger i resipient og renseløsninger. Vann nr. 03. s. 333-340

- Vollertsen, J., Åstebøl, S.O., Coward, J.E., Fageraas, T., Madsen, H., Hvitved-Jacobsen, T., Nielsen, A.H. (2007). Monitoring and modelling the performance of a wet pond for treatment of highway runoff in cold climates. Highway and urban environment Vol. 12, Ch. 43. Springer Netherlands. Editors: Morrison, G.M., Rauch, S. (Eds.). ISBN 978-1-4020-6009-0. s. 499-509
- Walker, C. H., Hopkin, S. P., Sibly, R. M., Peakall, D. B. (2001). Principles of Ecotoxicology. 2nd ed. Taylor & Francis. ISBN- 0-7484-0939-4. 309 s.
- Weiner, E.R. (2008). Applications of Environmental Aquatic Chemistry – a practical guide. 2nd ed. CRC Press, Taylor & Francis group, ISBN13: 978-0849390661. 456 s.
- Wilson, P.C. (2010). Water Quality Notes: Water Clarity (Turbidity, Suspended Solids, and Color. 8 s.
- World Health Organization (WHO). (2004). Copper in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 23 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. (2006). Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø. Vett & viten as, 2.utgave. ISBN: 9788241206351. 206 s.
- Åstebøl, S.O. & Hvitved-Jacobsen, T. (2014). Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. Statens vegvesen rapport nr. 295. 90 s.

Internett referanser

Faktaark.naturbase.no

- a: <http://faktaark.naturbase.no/naturtype?id=BN00005480>, lest 05.10.15
- b: <http://faktaark.naturbase.no/naturtype?id=BN00075023>, lest 05.10.15
- c: <http://faktaark.naturbase.no/naturtype?id=BN00066809>, lest 06.10.15
- d: <http://faktaark.naturbase.no/naturtype?id=BN00019952>, lest 06.10.15
- e: <http://faktaark.naturbase.no/naturtype?id=BN00018571>, lest 06.10.15

Kart.naturbase.no

<http://kart.naturbase.no/>, lest 05.10.15

Vann-nett.no

- a: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0201010900-C>, lest 05.10.15
- b: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=022-752-R>, lest 05.10.15
- c: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=021-28-R>, lest 06.10.15
- d: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=021-1063-L>, lest 05.10.15
- e: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=019-493-R>, lest 06.10.15
- f: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=019-10951-L>, lest 07.10.15
- g: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=019-494-R>, lest 07.10.15
- h: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0120030203-2-C>, lest 06.10.15
- i: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=018-207-R>, lest 03.03.16
- j: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0120020501-C>, lest 03.03.16
- k: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=016-770->, lest 05.10.15
- l: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0110010600-C>, lest 07.10.15

m: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=013-99-R>, lest 07.10.15

n: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=013-95-R>, lest 05.10.15

o: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=013-91-R>, lest 05.10.15

p: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0101020900-C>, lest 06.10.15

q: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=014-86-R>, lest 06.10.15

r: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0101020801-C>, lest 07.10.15

s: <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=011-90-R>, lest 07.10.15

Geo.ngu.no

<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>, lest 05.10.15

Maps.google.no

<https://www.google.no/maps>, lest 08.12.15

Tiltakskatalogen.no

<http://www.tiltakskatalog.no/c-1-3.htm>, lest 16.02.16

Eea.europe.eu

<http://www.eea.europa.eu/themes/transport/speed-limits>, lest 16.02.16

Hichrom.com

http://www.hichrom.com/assets/HichromCat9-pdfs/Hichrom_PAH2_p139.pdf

Miljøstatus.no

<http://www.miljostatus.no/prioritetslisten>, lest 15.01.16

Lovdata.no

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>, lest 07.02.16

Vegvesen.no

1: <http://www.vegvesen.no/Om+Statens+vegvesen/Aktuelt/Strategier+og+planer/Statens+vegvesens+miljoansvar>, lest 04.02.2016

2: <http://www.vegvesen.no/fag/Fokusomrader/Miljo+og+omgivelser>, lest 04.02.2016

3: <http://www.vegvesen.no/fag/Fokusomrader/Forskning+og+utvikling/NORWAT>,
lest: 02.02.2016

Vannportalen.no

<http://www.vannportalen.no/regelverk1/vannforskriften/>, lest 17.02.2016

Commons.wikimedia.org

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Norway_counties_blank.svg Marmelad (2007).

Based on [Image:Norway counties.svg](#) (cc-by-sa-2.5)

Personlig meddelelse:

Trond Larsen, tunnelforvalter for Aust-Agder, SVV Region sør.

Vedlegg

Vedlegg 1: Tunnelinformasjon

Vedlegg 2: Resultater fra Rambøll Analytics

Vedlegg 3: Resultater fra Høgskolen i Sørøst-Norge, Institutt for natur,- helse - og miljøvern

Vedlegg 4: Datablad for såpen «TK601»

Vedlegg 5: Datablad for såpen «Tunnelvask»

Vedlegg 6: Datablad for støvreduserende kjemikalie, «Ice & dust-away plus 50»

Vedlegg 7: Datablad for støvreduserende kjemikalie, «MG KOMBI»

Vedlegg 8: Datablad for hvit slemming for vegtunneler, «Weber Slemming Hvit»

Vedlegg 9: Rambøll Analytics-resultater med minimum-, maksimum-, middel- og gjennomsnittsverdier

Vedlegg 1. Tunnelinformasjon

Tunnelnavn	Tunnelopplysninger									
	Vegnr.	Rute	Lengde (m)	ÅDT (2014)	Fartsgrense, km/t	Andel lange kjøretøy, %	Antall hovedløp	Envegs/tovegs trafikk	Signing/fall	Helling, %
Steinsås	E18	3	2222	14500	100	14,1	2	1	Fall, mot Grimstad	0,848
Hem	E18	3	993	25300	110	15	2	1	Stigning	2,7
Blødekjær	Fv40	0	922	11750	60	4,4	1	2	Fall	2
Grimstadport	E18	3	552	14350	100	12,5	1	2	Stigning mot Arendal	0,9
Hanekleiv	E18	3	1746	23600	110	14	2	1	Fall	0,8
Ørnehei	Fv43	0	842	3400	80	8	1	2	Fall mot Lyngdal	3,6
Østerå	Fv411	0	270	3000	50	7	1	2	Fall mot Øst	-
Banehei	E18	3	760	46000	60	9	2	1	Fall mot sørvest	1,1
Brattås	E18	3	520	19600	70	12	1	2	Stigning m/metrering	3,3
Kjørholt	E18	3	2219	19600	80	15	1	2	Stigning m/metrering	0,5
Kirkehei	E39	3	849	8100	60	17	1	2	Fall mot Skogsfjord	2,5
Vabakken	Rv36	5a	566	11400	60	7	1	2	Stigning m/metrering	1,2
Porsgrunn	Fv356	0	866	6600	70	9	1	2	Fall m/metrering	0,7
Kleivene	E18	3	1817	29500	100	12	2	1	Stigning	1,091
Fånefjell	Rv9	4c	611	1550	80	11	1	2	Fall mot Byglandsfjord	1,8
Strømsås	E134	5a	3496	17600	70	11	1	2	Stigning m/metrering	2,168
Fosskoll	E18	3	550	49750	100	11	3	1	Fall m/metrering	4,5

Tunnelnavn	Vaskeopplysninger						Dato sendt til Rambøll
	Trykk, lavt/høyt	Såpetype og mengde (liter)	Vaskevanns mengde (m ³)	Helvask/halvask	Sist vasket	Dato prøvetatt	
Steinsås	Lavt trykk (ca.20 bar)	Tunnelvask, 27L	105	Helvask	15.01.15	06-07.04.15	09.04.15
Hem	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 200L konsentrat	40	Helvask	01.12.14	08.04.15	10.04.15
Blødekjær	Lavt trykk (ca.20 bar)	Ingen såpe	150	Helvask	10.02.15	13-14.04.15	14.04.15
Grimstadport	Lavt trykk (ca.20 bar)	Ingen såpe	60	Helvask	23.02.15	14-15.04.15	17.04.15
Hanekleiv	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 250L konsentrat	120	Helvask	01.12.14	15-16.04.15	17.04.15
Ørnehei	Lavt trykk (ca.20 bar)	Ingen såpe	100	Helvask	23.09.14	20.04.15	22.04.15
Østerå	Lavt trykk (ca.20 bar)	Ingen såpe	28	Helvask	07.05.14	23.04.15	24.04.15
Banehei	Lavt trykk (ca.20 bar)	Tunnelvask, 375L	180	Helvask	03.03.15	28-29.04.15	30.04.15
Brattås	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 30-50L konsentrat	40	Helvask	23.02.15	4-5.05.15	06.05.15
Kjørholt	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 150-200L konsentrat	170	Helvask	24.02.15	5-6.05.15	06.05.15
Kirkehei	Lavt trykk (ca.20 bar)	Ingen såpe	60	Helvask	12.11.14	5-6.05.15	06.05.15
Vabakken	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 50L konsentrat	20	Helvask	24.02.15	06.05.15	08.05.15
Porsgrunn	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 150L konsentrat	50	Helvask	24.02.15	06.05.15	08.05.15
Kleivene	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 100L konsentrat	120	Helvask	19.02.15	7-8.05.15	11.05.15
Fånefjell	Lavt trykk (ca.20 bar)	Ingen såpe	90	Helvask	29.10.13	12-13.05.15	13.05.15
Strømsås	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 100L konsentrat	60	Helvask	17.02.15	18-19.05.15	20.05.15
Fosskoll	Lavt trykk (ca.20 bar)	TK601, 15-20L konsentrat	15	Helvask	16.02.15	20.05.15	21.05.15

Tunnelnavn:	Prøvested	
	Lokalisering av kummer	Spesielle forhold ved prøvetaking
Steinsåstunnelen	Prøvene ble tatt i utløpsrør (etter oljeutskiller)/Østsiden av tunnelåpningen (mot Lillesand)	
Hemtunnelen	Prøvene ble tatt i kum (etter oljeutskiller)/Vestsiden av tunnelåpningen (mot Tønsberg)	Prøvetakingskum fikk tilførsel av drensvann
Blødekjør	Prøvene ble tatt i kum (etter oljeutskiller)/Østsiden av tunnelåpningen (mot jernbane st.)	Oljeavskiller var ikke blitt "renset", førte til mye av vaskevannet flommet over og drenerte i omgivelsene rundt
Grimstadporten	Prøvene ble tatt i kum (etter oljeutskiller)/Vestsiden av tunnelåpningen (mot Grimstad)	Ca halve mengden av vaskevannet fulgte hjulsporene/veibanen, vannet rant ned i en åpengrøft (vestsiden av tunnelen) før det ble drenert i en overvannskum
Hanekleiv	Prøvene ble tatt i kum (før oljeutskiller)/Østsiden av tunnelåpningen (mot Holmestrand)	Prøvetakingskum etter oljeavskiller befant seg i kryssingsfelt for trafikken/siste kjeftsluk var tett (østsiden av tunnelen), førte til at en del av vaskevannet gikk i grøften før det ble drenert i en overvannskum
Ørnehei	Prøvene ble tatt i kum (ikke oljeutskiller)/Nordsiden av tunnelen (mot Lyngdal)	Brukte vann fra bekk til tunnelvasking
Østerå	Prøvene ble tatt i kum (ikke oljeutskiller)/Østsiden av tunnelåpningen (mot Østerå)	Mye overvann fra veibane drenerte i kum under prøvetakingen
Banehei	oljeutskiller)/Østsiden av tunnelen (mot Øtraelven)	
Brattås	Prøvene ble tatt i kum (oljeutskiller?) på venstre side før tunnelportalen, mellom Brattås og Hoveltunnelen	Mye av vaskevannet rant ned i grøfta på motsatt side av prøvetagningskumløkket (se foto)
Kjørholt	Prøvene ble tatt i kum (oljeutskiller?)/venstresiden (Heistadsiden) av den nordlige tunnelportalen	Mye vann i kummen fra før som blandet seg meg prøvevannet. Innløpsrøret lå delvis under vann. Tunnelvaskingen ble ikke ferdig samme dag, gjennstod omlag 300-400 hundre meter
Kirkehei	Prøvene ble tatt i utløpsrør (ikke oljeutskiller)/Østsiden av tunnelen (mot Mandalselven)	En del av vaskevannet følger veibane mot Mandalselva og ut på broen, hvor vannet dreneres via små sluk rett i elva/Noe overvann og drensvann ble tilført vaskevannet pga. kraftig regnvær kort tid før prøvetaking
Vabakken	Prøvene ble tatt i kum (ikke oljeutskiller), på sørsiden (Knardalstrand) ved høyreside av tunnelportalen	Mye av vaskevannet rant langs veien og ned i grøfta
Porsgrunn	Prøvene ble tatt i kum (ikke oljeutskiller) på vestsiden av tunnelen, 20m fra tunnelportalen	Det kom ikke vann i den første anviste prøvetagningskummen, fant ny kum i nærheten hvor det kom vaskevann
Kleivene	Prøvene ble tatt i kum (før oljeutskiller) På nordsiden/Drammensiden, på høyreside for tunnelåpningen	For mye vann i sedimenteringsbassenget til å ta direkte fra uløpsrøret til bassenget
Fånefjell	Prøvene ble tatt i kjeftsluk, ca 50m inne i tunnelen, mot sør (Byglandsfjord)	Fant ikke utløpsrøret før til slutten, her så det ut til å kun renne drensvann
Strømsås	Prøvene ble tatt i kjeftsluksandfang, ca 50m inne i tunnelen mot øst (Drammen)	Tunnelvaskingen ble ikke ferdig samme dag, rundt halve tunnelen ble vasket denne dagen.
Fosskoll	Prøvene ble tatt i veibanelkum ved vestsiden av tunnelåpningen (mot Drammen)	Det ble derfor tatt en prøve (#1) i venstrekjørefelt (mot Oslo). Under vaskingen ble det lokalisert en kum i grøften (høyre side, sett mot Oslo) hvor de to siste prøvene (#2) ble tatt/Siden sandfangene var plassert oppe på veiskulderen rant derfor store mengder av vaskevannet i venstre kjørefelt (mot Drammen), hvor det ble drenert i omgivelsene (mellom veibane vestover og østover) 200-

Vedlegg 2. Resultater fra Rambøll Analytics

			Sample ID	15SL02318	15SL02319	15SL02320
			Sample name	Ornehei tunnel #1.	Ornehei tunnel #2.	Ornehei tunnel #3.
			Place	Ornehei tunnel #1.	Ornehei tunnel #2.	Ornehei tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		8,8	8,1	7,7
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	1800	760	190
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	4100	1800	3200
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	24	9	2,7
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	390	170	36
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,53	0,28	0,11
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	52	20	5,8
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	15	9,2	2,2
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	140000	97000	120000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	53	34	33
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	19	14	31
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	680	470	600
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	2,5	1,7	2,3
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	0,69	0,28	0,6
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	13	12	30
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	0,85	0,6	1,2
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	53000	21000	14000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	140000	97000	160000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	150	94	160
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	160	100	140
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	610	380	560
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	120	82	160
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	74000	46000	65000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	4400	2900	4100
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	30	15	14
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	340000	130000	320000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	150	90	140
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	170	120	120
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	230000	150000	220000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	3,3	2,7	4,6
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	4100	2000	2600
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	1	<1,0	1,1
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	75	43	50
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	6000	4400	4400
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	6,7	4,8	9,7
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	450	260	330
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	900	510	820
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	19	13	10
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	19	13	9,9
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,25	0,16	<0,1
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,1	<0,1
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<0,5	<0,5	<0,1
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,88	0,69	0,23
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	2,3	1,4	0,81
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	4,1	2	0,88
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,34	<0,2	<0,1
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	0,63	0,28	<0,2
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	3,3	1,7	0,65
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	3,7	2,2	1,1
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,36	0,22	<0,1
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	1,3	0,62	0,23
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<1,0	<1,0	<0,5
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	5,2	3,2	1,7

			Sample ID	15SL02797	15SL02798	15SL02799
			Sample name	Kirkehei tunnel #1.	Kirkehei tunnel #2.	Kirkehei tunnel #3.
			Place	Kirkehei tunnel #1.	Kirkehei tunnel #2.	Kirkehei tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,6	7,7	7,8
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	810	1800	980
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	9100	9900	11000
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	15	20	11
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	160	310	240
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,4	0,53	0,56
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	42	34	24
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	18	24	14
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	200000	190000	240000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	150	160	160
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	27	25	31
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	1500	1900	2200
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	3,7	3,4	4,4
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	0,72	0,62	0,62
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	11	11	15
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	2	1,5	1,8
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	40000	44000	44000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	200000	210000	270000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	230	240	270
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	310	300	340
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	1400	1400	1400
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	190	170	210
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	110000	120000	120000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	6800	6900	8000
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	43	41	37
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	140000	340000	210000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	270	270	310
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	260	250	350
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	340000	340000	380000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	4,6	3,8	4,8
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	11000	11000	8900
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	1,8	1,7	2,1
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	130	130	130
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	11000	10000	15000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	15	11	12
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	520	500	680
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	660	710	670
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	20	25	21
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,59	0,85	0,83
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	20	24	20
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,10	0,24	0,14
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	0,11	0,23	0,11
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,10	0,17	<0,10
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,71	0,87	0,47
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,58	1	0,6
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	1,4	2,2	1,5
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	2,9	4,2	2,7
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,20	<0,30	<0,20
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	<0,60
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	3	5,7	2,6
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	3,1	6	3,1
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,31	0,57	0,26
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,69	0,86	0,73
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<0,60	<0,50	<0,50
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	5,5	10	5,3

			Sample ID	15SL02547	15SL02548	15SL02549
			Sample name	Barnehei tunnel #1.	Barnehei tunnel #2.	Barnehei tunnel #3.
			Place	Barnehei tunnel #1.	Barnehei tunnel #2.	Barnehei tunnel #3.
			Sample picked	29.04.2015 00:00	29.04.2015 00:00	29.04.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,3	7,3	7,3
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	760	1800	1800
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	310	750	1300
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	14	30	56
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	170	490	460
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,13	0,15	0,15
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	35	37	36
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	2,5	3,4	4,8
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	8000	22000	48000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	5,2	15	31
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	<2,0	4,9	8,9
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	110	240	430
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	0,24
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	0,3	0,79	1,6
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	0,24	0,35
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	8900	18000	27000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	31000	43000	60000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	8,7	24	48
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	11	32	64
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	81	210	420
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	8,6	20	41
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	5500	11000	20000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	210	600	1200
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	3,1	7	12
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	110000	310000	300000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	19	48	110
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	19	44	85
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	10000	30000	63000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	2,7
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	480	1100	2700
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	7,8	25	51
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	470	1300	2800
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	5	7,1	10
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	19	57	120
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	32	98	190
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	2	5,5	8,9
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	2	5,3	8,5
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	ok	ok	ok
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,21	<0,10	0,16
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,97	<0,50	0,64
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,63	0,13	0,58
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,91	0,18	0,91
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	2,2	0,51	<0,02
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,23	<0,10	0,18
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	1,3	0,44	1,2
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	2,8	<2,0	2
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,18	<0,10	0,19
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,95	0,21	0,58
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	9,3	<0,50	0,68
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	3,6	1,1	2,6

			Sample ID	15SL01868	15SL01869	15SL01870
			Sample name	Steinsås # 1	Steinsås # 2	Steinsås # 3
			Place	Steinsås # 1	Steinsås # 2	Steinsås # 3
			Sample picked	06.04.2015 00:00	07.04.2015 00:00	07.04.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,7	7,5	7,6
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	7900	5500	3300
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	310	880	1000
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	15	74	91
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	2400	1700	950
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,12	0,14	0,14
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	23	30	28
253513	Typpi (N), kokonais-	RA2085	mg/l	2,3		
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l		3,3	6,2
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	10000	21000	73000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	6,7	13	27
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	3,8
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	130	160	350
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	1,1
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	0,24
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	0,27	0,71	1,1
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	13000	21000	32000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	41000	46000	61000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	11	29	44
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	11	31	68
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	49	190	250
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	3,5	14	23
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	11000	14000	24000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	620	710	1400
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	8,8	6,2	10
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	1800000	1100000	6600000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	12	37	65
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	21	36	140
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	9900	26000	57000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	430	2000	1800
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	4,7	12	32
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	410	880	2600
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	0,75	1,3	2,3
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	18	43	120
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	56	110	200
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	# 0,91	# 2,7	# 2,6
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	# <0,05	# <0,05	# <0,05
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	# 0,91	# 2,7	# 2,6
262780	VOC 1+2	RA4050	µg/l, mg/l	not det.	det.	det.
262970	Chloroform	RA4050	µg/l	not det.	not det.	not det.
263540	MTBE (methyl-tert-butylether)	RA4050	µg/l		0,7	<0,5
263660	Acetone	RA4050	mg/l		<0,1	0,1
263970	Gasoline fractions C5-C10	RA4050C	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,05	<0,05	0,13
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	0,18	<0,05	<0,05
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,07	0,39	1,1
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,05	0,3	0,73
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,09	0,48	1,4
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,07	0,27	0,91
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,05	0,09	0,29
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	0,02	0,07	0,22
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	0,1	0,4	1,1
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	0,2	0,75	2,2
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,05	0,07	0,19
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,04	0,18	0,7
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<0,05	0,42	0,97
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	0,11
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	0,28	1,2	3,4

			Sample ID	15SL02033	15SL02034	15SL02035
			Sample name	Grimstadporten T. # 1	Grimstadporten T. # 2	Grimstadporten T. # 3
			Place	Grimstadporten T. # 1	Grimstadporten T. # 2	Grimstadporten T. # 3
			Sample picked	15.04.2015 00:00	15.04.2015 00:00	15.04.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,6	7,8	7,8
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	6500	6400	1900
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	46	250	1400
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	18	25	14
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	2100	2000	420
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,14	0,14	0,1
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	5,5	8,1	13
253513	Typpi (N), kokonais-	RA2085	mg/l	1,3		
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l		2,1	4,1
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	920	9600	54000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	1,8	7,4	35
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	<2,0	2,1	4
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	240	200	230
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	<0,20	0,25	0,87
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	51000	51000	26000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	66000	65000	62000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	2,3	8,4	36
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	<5,0	14	68
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	7,6	56	220
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	<2,0	4,9	17
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	15000	16000	23000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	610	610	880
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	7,4	7,3	7,4
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	1300000	1300000	360000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	<5,0	11	51
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	4,9	24	110
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	6300	11000	43000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	51	390	1400
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	<2,0	5,1	24
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	40	410	2200
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	<0,50	0,58	1,3
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	3,1	21	110
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	25	36	76
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	0,08	0,74	2,4
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,05	<0,05	0,09
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	0,07	0,7	2,3
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,007	<0,05	<0,05
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	0,006	<0,05	<0,05
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,005	<0,05	<0,05
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,041	0,06	0,35
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,035	0,06	0,32
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,043	0,07	0,43
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,033	0,08	0,62
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,014	<0,05	0,14
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	0,005	0,01	0,08
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	0,04	0,07	0,61
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	0,074	0,15	0,87
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,008	<0,05	0,08
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,029	0,05	0,3
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	0,032	0,05	0,26
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,01	<0,1	<0,1
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	0,086	0,2	1,2

			Sample ID	15SL01953	15SL01954	15SL01955
			Sample name	Blodekjaer T. # 1	Blodekjaer T. # 2	Blodekjaer T. # 3
			Place	Blodekjaer T. # 1	Blodekjaer T. # 2	Blodekjaer T. # 3
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,4	8,2	8,3
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	1300	2100	1300
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	720	1100	1200
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	17	90	55
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	140	180	260
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	<0,10	<0,10	<0,20
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	7,2	11	26
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	2,7	5,9	4,3
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	19000	33000	38000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	12	19	22
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	2,5	3	3,3
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	180	240	250
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	0,69	0,84	1,1
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	0,3	0,32
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	55000	130000	81000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	44000	62000	58000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	20	30	37
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	27	44	52
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	130	210	250
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	10	18	23
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	20000	38000	33000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	720	880	1100
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	8,2	8,8	8,7
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	190000	310000	180000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	20	32	39
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	38	67	69
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	24000	38000	46000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	580	1300	1800
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	17	27	32
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	1300	2100	2500
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	1,4	1,8	2,1
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	52	92	100
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	63	90	110
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	1,6	1,9	2,5
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	1,6	1,9	2,5
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	<0,10
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	<0,10
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	<0,10
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	<0,10
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	0,13
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,14	0,2	0,25
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,22	0,3	0,45
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	<0,10
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,02	<0,05	<0,05
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	0,4	0,55	0,67
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	0,47	0,72	0,8
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,1	<0,10
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	<0,05	<0,05	<0,10
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,2	<0,10
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	0,7	1	1,3

			Sample ID	15SL02350	15SL02351	15SL02352
			Sample name	Østerå tunnel #1.	Østerå tunnel #2.	Østerå tunnel #3.
			Place	Østerå tunnel #1.	Østerå tunnel #2.	Østerå tunnel #3.
			Sample picked	24.04.2015 00:00	24.04.2015 00:00	24.04.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,6	9,1	8,5
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	2500	3000	330
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	3200	3900	5300
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	20	24	4,6
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	710	830	58
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	110	110	7,3
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	11	17	5,8
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	99000	270000	310000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	24	44	16
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	9	19	23
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	340	830	920
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	2,7	4
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	0,2
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	2,1	4,1	7,1
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	0,68	1,1	1,2
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	26000	88000	31000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	120000	250000	320000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	75	190	240
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	150	430	490
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	430	1200	1500
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	40	95	120
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	64000	160000	180000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	1400	3400	4800
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	44	74	17
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	440000	610000	110000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	250	650	850
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	120	250	250
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	95000	250000	320000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	6,2	5,8	4,6
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	1500	4300	2800
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	1,1	1,2
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	23	45	52
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	5400	17000	18000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	44	36	16
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	200	640	710
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	130	220	250
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	6,2	10	9,9
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	6,1	9,6	9,5
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,1	0,13	<0,1
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,5	<0,2
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	<0,2	0,33	0,23
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,43	0,71	0,57
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,99	1,9	1,4
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,2	<0,2
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	0,79	1,4	0,83
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	1,1	1,9	1,3
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,11	0,2	0,12
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,15	0,31	0,24
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	1,9	3,5	2,8

			Sample ID	15SL03014	15SL03015	15SL03016
			Sample name	Fånefjell tunnel #1.	Fånefjell tunnel #2.	Fånefjell tunnel #3.
			Place	Fånefjell tunnel #1.	Fånefjell tunnel #2.	Fånefjell tunnel #3.
			Sample picked	13.05.2015 00:00	13.05.2015 00:00	13.05.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		8,9	8,8	9,3
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	3200	10000	1100
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	3700	31000	11000
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	13	21	9,9
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	950	3800	200
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,74	1,4	1,3
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	54	74	17
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	5,8	13	8,2
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	46000	330000	190000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	14	44	41
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	11	82	38
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	280	2200	1300
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	1,1	9,7	5,4
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	1,2	0,59
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	1,9	24	8,8
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	3,4	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	2,8	1,4
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	29000	88000	47000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	150000	1800000	660000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	49	360	220
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	68	520	300
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	220	1500	990
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	67	570	280
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	26000	310000	130000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	1200	11000	5900
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	30	94	36
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	560000	2300000	230000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	110	450	410
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	65	290	210
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	54000	480000	270000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	9	5
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	1300	7600	5300
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	4,9	2,7
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	20	150	84
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	2500	22000	12000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	56	1000	340
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	140	1100	530
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	180	980	540
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	30	22	11
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,73	<0,5	<0,5
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	29	22	11
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,43	0,47	<0,1
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	0,44	<0,1	<0,1
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,2	<0,1
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<1,0	1,2	<0,1
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	1,1	1,1	0,17
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	2,6	4,2	0,59
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	6	8,6	0,86
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,28	<0,3	<0,1
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<1,0	<1,0	<0,2
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	2,3	3,3	0,33
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	2,8	3,7	0,54
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,45	0,22	<0,1
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	<1,0	<2,0	<0,2
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<2,0	<3,0	<0,4
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	0,51	0,22	<0,2
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	5,8	6,9	1

			Sample ID	15SL02691	15SL02692	15SL02693
			Sample name	Kjørholt tunnel #1.	Kjørholt tunnel #2.	Kjørholt tunnel #3.
			Place	Kjørholt tunnel #1.	Kjørholt tunnel #2.	Kjørholt tunnel #3.
			Sample picked	06.05.2015 00:00	06.05.2015 00:00	06.05.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,7	7,7	7,6
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	880	2600	3100
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	5200	3900	6600
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	120	95	69
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	170	680	820
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	<0,50	0,32	0,27
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	14	35	32
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	15	25	25
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	260000	160000	290000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	110	83	110
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	51	38	78
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	1100	860	1300
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	9,1	5,5	10
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	0,21	<0,20	0,31
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	8,5	3,5	5,6
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	1,3	0,91	1,4
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	91000	95000	110000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	390000	280000	530000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	120	84	160
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	860	550	1100
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	790	590	870
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	120	81	160
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	91000	61000	120000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	6200	4100	7700
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	34	25	39
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	190000	520000	600000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	530	370	720
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	420	350	510
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	190000	120000	240000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	2,9	2,3	4,5
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	6700	7100	13000
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	2,1	1,4	2,3
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	98	76	110
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	16000	11000	20000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	11	8,8	16
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	570	370	700
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	150	130	220
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	15	11	20
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,84	0,74	1,3
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	14	10	19
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	ok	ok	ok
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,21	0,31	0,42
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	0,15	0,15	0,2
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	0,12	0,15	0,18
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,44	0,58	1
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,65	0,76	1,4
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	1,1	1,2	1,8
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	2,1	2,2	2,9
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,26	0,29	0,35
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	3,3	3,9	4,5
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	1,8	2	2,9
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,56	0,64	0,87
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,68	0,77	1,1
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	0,79	0,86	1,1
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	0,23	<0,20	0,29
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	2,7	2,6	4,2

			Sample ID	15SL02694	15SL02695	15SL02696
			Sample name	Brattås tunnel #1.	Brattås tunnel #2.	Brattås tunnel #3.
			Place	Brattås tunnel #1.	Brattås tunnel #2.	Brattås tunnel #3.
			Sample picked	06.05.2015 00:00	06.05.2015 00:00	06.05.2015 00:00
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		8	7,9	8
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	2800	1600	970
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	3500	7700	1800
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	42	47	22
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	410	270	240
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,32	0,27	0,21
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	32	19	22
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	14	12	5,4
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	150000	360000	130000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	93	1	<1,0
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	53	92	19
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	1100	2600	1100
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	6,9	13	5
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	0,27	0,42	<0,20
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	3,9	12	2,1
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	1,2	3,1	0,63
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	70000	130000	60000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	370000	1000000	200000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	81	210	47
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	570	1200	360
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	580	1500	310
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	97	260	56
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	68000	130000	41000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	7500	23000	4600
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	30	14	2,3
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	510000	490000	230000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	390	980	200
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	330	890	400
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	130000	220000	66000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	2,6	4,8	<2,0
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	2800	7400	1500
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	1,4	3,3	1
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	84	7,6	<2,0
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	11000	680	310
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	10	15	5,3
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	380	730	200
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	110	<5,0	<5,0
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	11	17	4,3
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,52	0,86	<0,50
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	11	16	4,1
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	ok	ok	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,42	0,67	0,095
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,10	<0,10	<0,05
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	0,17	0,29	0,056
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,5	0,83	0,19
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,61	0,78	0,18
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	1,1	1,7	0,45
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	2	3,2	0,62
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,26	0,31	0,094
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	0,08
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	4,1	6,7	1,1
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	3,5	5	1,2
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,42	0,74	0,12
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,63	1,1	0,19
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	0,84	1,2	0,36
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,20	<0,20	<0,1
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	4,4	6,2	1,8

			Sample ID	15SL02794	15SL02795	15SL02796
			Sample name	Porsgrunn tunnel #1.	Porsgrunn tunnel #2.	Porsgrunn tunnel #3.
			Place	Porsgrunn tunnel #1.	Porsgrunn tunnel #2.	Porsgrunn tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,5	7,8	8,1
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	1100	1700	1900
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	860	1100	3700
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	25	90	74
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	220	300	380
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,2	0,23	0,54
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	47	54	60
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	4,9	10	12
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	21000	39000	94000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	22	40	85
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	12	25	56
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	240	390	1000
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	1,8	4,6
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	0,22
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	1,8	3,7	7
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	0,4	0,75	1,8
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	14000	47000	57000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	130000	150000	370000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	23	40	100
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	100	210	470
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	250	530	1100
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	33	63	170
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	17000	33000	61000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	3300	5900	15000
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	10	16	33
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	180000	300000	350000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	77	140	330
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	46	76	160
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	34000	55000	140000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	2,8
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	1100	2700	6000
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	27	54	140
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	1400	2400	6700
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	4	4,7	10
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	57	120	280
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	26	51	110
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	7	27	31
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,39	1,9	2,2
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	6,6	25	29
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,11	<0,50	0,36
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	0,15
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	0,14
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	0,71
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	0,63
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	1,9
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,037	0,61	3,1
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	<0,50
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,01	<0,10	<0,50
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	1,1	1,4	8,5
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	0,13	1,7	8,9
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,050	<0,50	0,87
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,014	0,24	0,86
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	0,083	1,1	<0,50
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,10	<1,0	<0,20
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	0,17	2,3	11

			Sample ID	15SL02791	15SL02792	15SL02793
			Sample name	Vabakken tunnel #1.	Vabakken tunnel #2.	Vabakken tunnel #3.
			Place	Vabakken tunnel #1.	Vabakken tunnel #2.	Vabakken tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		8	8,4	8,3
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	860	1100	1000
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	1200	1200	3300
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	40	220	160
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	180	140	140
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,32	0,4	0,5
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	32	21	21
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	11	20	25
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	200000	100000	270000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	100	63	110
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	83	48	140
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	2200	1200	3100
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	9,9	4,5	13
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	0,43	0,23	0,72
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	9,5	9,7	18
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	4	3,6	5,8
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	62000	45000	95000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	560000	360000	980000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	190	120	310
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	890	450	1300
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	1300	1000	1900
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	200	150	290
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	100000	59000	160000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	51000	33000	72000
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	54	25	65
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	180000	230000	240000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	640	340	1100
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	260	140	300
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	250000	120000	360000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	4,4	<2,0	6,4
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	5300	5700	8400
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	2,2	<1,0	2,6
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	160	82	230
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	17000	5100	19000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	17	8,7	23
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	640	270	800
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	150	110	240
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	23	23	61
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	1,3	1,3	3,6
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	22	22	58
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	1,1
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	1	1,4	3,9
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,9	1,1	9,8
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	1,8	2,6	5,6
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	1,6	2,2	4,3
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,55	0,59	1,3
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	0,22	0,36	0,7
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	3,4	5,3	12
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	3,8	5	11
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,50	0,54	0,82
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,79	1,1	2,1
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	3,4	4,8	<0,50
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	4,4	6	<0,50

			Sample ID	15SL01901	15SL01902	15SL01903
			Sample name	Hem T. # 1	Hem T. # 2	Hem T. # 3
			Place	Hem T. # 1	Hem T. # 2	Hem T. # 3
			Sample picked	#####	#####	#####
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,6	7,9	7,5
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	2700	1400	1500
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	5700	5100	15000
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	69	190	130
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	390	700	350
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	17	38	17
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	10	22	29
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	160000	170000	400000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	75	91	170
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	33	50	150
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	1400	1700	3600
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	11	14	36
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	0,26	0,32	0,59
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	11	21	46
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	2,5
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	0,88	1,6	3,5
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	52000	70000	110000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	210000	360000	990000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	76	120	290
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	240	340	930
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	750	1200	2600
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	99	140	340
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	58000	78000	200000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	4000	6100	18000
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	35	46	120
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	330000	600000	340000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	160	220	560
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	290	270	390
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	140000	190000	610000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	4,1	5,5	16
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	5200	6500	13000
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	1,1	2,4
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	120	150	390
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	14000	18000	53000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	15	21	58
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	380	530	1600
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	170	180	190
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	15	20	25
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	15	20	25
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,36	0,32	0,99
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	0,17	<0,2	<0,4
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,96	0,62	2,2
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	1	0,82	1,6
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	2,3	2,5	3,8
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	5	5,5	13
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,37	0,4	0,61
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	0,71	0,98	2,1
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	3,9	4,3	10
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	5,1	6,5	13
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,37	0,34	0,74
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	1,5	1,8	3,3
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	1,6	1,9	3,2
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,2	<0,4
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	8,8	10	22

			Sample ID	15SL02182	15SL02183	15SL02184
			Sample name	Hanekleiv T. # 1	Hanekleiv T. # 2	Hanekleiv T. # 3
			Place	Hanekleiv T. # 1	Hanekleiv T. # 2	Hanekleiv T. # 3
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,4	7,7	7,7
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	13000	9500	7200
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	2000	3700	4800
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	35	100	110
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	2600	2100	1400
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,39	0,37	0,38
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	98	78	60
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	5,5	7,6	10
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	58000	88000	170000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	26	37	86
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	19	31	70
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	450	660	1200
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	2,4	3,8	8
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	0,41
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	2,7	7,2	12
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	0,76	0,93	2,1
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	37000	44000	59000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	190000	250000	460000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	52	91	190
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	220	350	810
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	290	480	1100
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	42	72	180
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	50000	67000	99000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	1600	2500	5300
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	21	27	50
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	3100000	2200000	1600000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	100	170	380
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	120	180	280
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	55000	89000	200000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	3,4
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	2600	3300	7500
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	1,6
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	32	53	130
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	4900	7800	17000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	4,2	6,9	14
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	180	300	660
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	300	490	920
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	7,3	11	15
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,31	0,46	0,74
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	7	11	15
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,1	0,11	0,22
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,3	<0,3
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,21	0,37	0,88
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,43	0,88	2
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	1	1,7	5,3
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,1	0,23
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	0,13	0,26	0,83
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	0,73	1,5	3,5
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	0,75	1,6	4
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,1	0,15	0,34
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,2	0,43	1,3
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	0,23	<0,5	0,93
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	1,7	3,3	8,5

			Sample ID	15SL02800	15SL02801	15SL02802
			Sample name	Kleivene tunnel #1.	Kleivene tunnel #2.	Kleivene tunnel #3.
			Place	Kleivene tunnel #1.	Kleivene tunnel #2.	Kleivene tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,5	7,6	7,8
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	2000	4200	1300
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	2200	6100	17000
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	34	47	50
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	410	1300	300
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	<0,20	0,34	<1,0
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	9,5	15	11
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	4,8	11	25
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	49000	130000	410000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	59	110	210
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	16	46	160
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	500	1200	3000
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	2	5,3	17
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	0,38	1,1
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	3,3	8,4	27
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	2,9
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	0,71	1,6	4,8
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	17000	41000	70000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	120000	330000	1100000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	51	140	400
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	190	490	1700
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	570	1400	3800
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	83	190	580
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	33000	84000	230000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	1800	6100	18000
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	20	53	160
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	400000	920000	300000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	100	260	830
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	120	240	460
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	74000	220000	690000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	3,1	9,3
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	2300	5300	15000
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	2,6
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	73	180	510
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	6000	20000	65000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	4,6	12	36
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	190	560	1800
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	96	220	540
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	11	16	37
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	0,71	1,1	2,1
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	11	15	35
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	0,14	<0,10	0,3
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,10	<0,10
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,10	<0,10
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,14	0,35	0,66
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	0,17	0,26	0,53
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	0,42	0,72	1,3
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,72	1,4	3,1
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,1	<0,20	<0,10
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,06	<0,2	<0,40
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	0,86	2,2	3,8
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	1,1	2,7	5,1
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,1	0,25	0,35
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	0,23	0,33	0,76
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<0,30	<0,10	<0,50
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,2	<0,20	0,23
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	1,9	4,1	7,7

			Sample ID	15SL03319	15SL03320	15SL03321
			Sample name	Stromsås tunnel #1.	Stromsås tunnel #2.	Stromsås tunnel #3.
			Place	Stromsås tunnel #1.	Stromsås tunnel #2.	Stromsås tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,4	7,3	7,3
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	5400	3000	4300
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	45	670	860
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	19	18	38
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	1800	960	1500
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,55	0,48	0,59
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	31	17	22
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	5,4	4,6	6,2
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	630	12000	17000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	9,8	29	43
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	<2,0	4,4	6,3
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	250	250	340
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	<0,20	0,9	1,3
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	13000	12000	18000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	77000	76000	93000
257970	Cobolt (Co)	RA3000	µg/l	9,7	18	24
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	5,1	37	51
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	24	190	350
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	3,8	30	51
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	150000	130000	220000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	630	690	840
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	25	19	20
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	890000	380000	520000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	20	29	38
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	5,2	29	40
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	3100	21000	28000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	150	650	1700
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	<2,0	20	31
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	61	2300	2800
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	1,7	1,8	2
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	2,9	53	69
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	6,8	28	44
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	0,22	2,4	3,2
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<0,05	0,15	0,24
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	0,19	2,3	3
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,005	<0,05	0,092
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,005	<0,05	<0,05
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,005	<0,05	<0,05
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	<0,005	0,07	0,17
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	<0,005	0,066	0,14
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,005	0,13	0,26
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	0,005	0,22	0,47
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,005	<0,05	0,057
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,005	0,01	0,03
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	<0,005	0,25	0,83
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	0,038	0,48	1
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	<0,005	<0,05	0,076
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	<0,005	0,067	0,16
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<0,005	0,099	0,18
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	0,05	<0,1	1,6
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	0,055	0,76	1,4

			Sample ID	15SL03325	15SL03326	15SL03327
			Sample name	Fosskoll tunnel #1.	Fosskoll tunnel #2.	Fosskoll tunnel #3.
			Place	Fosskoll tunnel #1.	Fosskoll tunnel #2.	Fosskoll tunnel #3.
252370	Pretreatment, filtration			ok	ok	ok
252650	pH	RA2000		7,8	7,6	7,6
252750	Conductivity	RA2013	µS/cm	1600	3100	3900
253007	Suspended solids (GF/A)	RA2029	mg/l	13000	26000	6000
253130	Dissolved Organic Carbon (DOC)	RA2007	mg/l	100	68	96
253290	Chloride (Cl)	RA2018	mg/l	22	860	1100
253341	Fluoride (F)	RA2050	mg/l	0,76	0,74	1,1
253400	Sulphate (SO4)	RA2018	mg/l	8,3	9,8	11
253580	Total Nitrogen	RA2021	mg/l	16	26	19
255500	Pretreatment, microwave oven (aqua regia)	RA3007		ok	ok	ok
255730	Metals 1			ok	ok	ok
255810	Aluminium (Al)	RA3000	µg/l	260000	600000	520000
256030	Antimony (Sb)	RA3000	µg/l	190	200	120
256210	Arsenic (As)	RA3000	µg/l	120	290	300
256410	Barium (Ba)	RA3000	µg/l	2200	5200	5000
256610	Beryllium (Be)	RA3000	µg/l	7,3	27	23
257010	Mercury (Hg)	RA3000	µg/l	1,1	1,5	1,9
257275	Phosphorus (P)	RA3000	mg/l	12	30	32
257340	Silver (Ag)	RA3000	µg/l	<2,0	5	5,7
257490	Cadmium (Cd)	RA3000	µg/l	<0,20	11	11
257666	Potassium (K)	RA3000	µg/l	130000	160000	150000
257826	Calcium (Ca)	RA3000	µg/l	740000	2700000	2400000
257970	Cobalt (Co)	RA3000	µg/l	300	790	810
258170	Chromium (Cr)	RA3000	µg/l	1800	3400	2900
258430	Copper (Cu)	RA3000	µg/l	2700	6700	7200
258710	Lead (Pb)	RA3000	µg/l	710	2200	2400
258906	Magnesium (Mg)	RA3000	µg/l	140000	390000	390000
259050	Manganese (Mn)	RA3000	µg/l	9200	30000	28000
259250	Molybdenum (Mo)	RA3000	µg/l	150	310	290
259430	Sodium (Na)	RA3000	µg/l	300000	590000	750000
259600	Nickel (Ni)	RA3000	µg/l	950	1700	1700
259845	Silicon (Si)	RA3000	mg/l	570	430	370
259950	Iron (Fe)	RA3000	µg/l	350000	1000000	990000
260430	Selenium (Se)	RA3000	µg/l	5,3	14	12
260590	Zinc (Zn)	RA3000	µg/l	13000	39000	41000
260960	Thallium (Tl)	RA3000	µg/l	<1,0	5,4	3,9
261200	Tin (Sn)	RA3000	µg/l	380	670	780
261400	Titanium (Ti)	RA3000	µg/l	25000	86000	51000
261570	Uranium (U)	RA3000	µg/l	28	170	180
261600	Vanadium (V)	RA3000	µg/l	950	3200	2300
261840	Tungsten (W)	RA3000	µg/l	740	870	1200
262650	Petroleum hydrocarbons (C10-C40)	RA4019	mg/l	80	1200	280
262660	Middle distillates (C10-C21)	RA4019	mg/l	<5	59	<20
262670	Heavy hydrocarbon fraction (C21-C40)	RA4019	mg/l	77	1200	270
265910	PAHs (sum 16 US EPA)	RA4031	µg/l	det.	det.	det.
265920	Anthracene	RA4031	µg/l	<0,25	1,8	2
265930	Acenaphthene	RA4031	µg/l	<0,25	<0,25	<0,25
265940	Acenaphthylene	RA4031	µg/l	<0,25	<0,60	<0,50
265950	Benzo(a)anthracene	RA4031	µg/l	0,71	4,9	5,2
265960	Benzo(a)pyrene	RA4031	µg/l	<0,25	2,8	3,5
265970	Benzo(b)fluoranthene	RA4031	µg/l	2,6	8,7	8,9
265980	Benzo(g,h,i)perylene	RA4031	µg/l	3,9	13	13
265990	Benzo(k)fluoranthene	RA4031	µg/l	<0,25	<0,50	<1,0
266000	Dibenzo(a,h)anthracene	RA4031	µg/l	<0,5	1,2	0,98
266010	Phenanthrene	RA4031	µg/l	6,1	21	22
266020	Fluoranthene	RA4031	µg/l	9,5	33	35
266030	Fluorene	RA4031	µg/l	0,41	1,3	1,2
266040	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	RA4031	µg/l	<0,05	3,4	3,5
266050	Chrysene	RA4031	µg/l	<1,0	6	8,5
266060	Naphthalene	RA4031	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
266070	Pyrene	RA4031	µg/l	14	49	51

Vedlegg 3. Resultater fra Høgskolen i Sørøst-Norge, Institutt for natur,- helse - og miljøvern

Tunnelnavn	pH i felt	pH lab	Alk. mmol/l	Kond. mS/m	Turb. FNU	Farge. mg Pt/l
Ørnehei 1.	9,8	9,6	20,1	179	4310	91
2.	9,5	9,3	3,70	73,3	2200	46
3.	8,1	8,3	1,16	17,5	1580	17
Kirkehei 1.	-	7,9	3,98	83,4	6720	29
2.	-	8,1	4,57	180	5500	45
3.	-	8,2	3,53	104	5400	26
Banehei 1.	7,2	7,1	2,21	75,1	38	26
2.	7,5	7,4	3,24	176	109	34
3.	7,7	7,7	4,87	170	1170	99
Steinsås 1.	8,1	7,8	1,92	820	226	23
2.	8,5	8,1	1,66	565	461	82
3.	8,9	8,5	1,92	331	433	119
Grimstadv. 1.	7,9	7,7	4,41	650	35,1	63
2.	7,8	7,9	3,98	636	880	47
3.	8,1	8,0	1,61	190	876	34
Blødekjær 1.	7,3	7,6	2,88	128	463	95
2.	8,6	8,1	3,31	200	826	28
3.	8,6	8,2	2,75	129	869	26
Østerå 1.	8,6	8,3	11,8	246	2460	38
2.	9,7	9,6	12,1	313	5210	58
3.	9,0	8,9	3,50	317	4680	104
Fånefjell 1.	9,4	9,2	9,64	320	1540	31
2.	9,2	8,9	23,8	1100	8730	28
3.	9,7	9,5	15,9	122	7120	45
Kjørholt 1.	8,6	7,7	4,84	91,9	3830	164
2.	8,3	7,6	9,43	261	2340	276
3.	8,3	7,6	9,12	303	4710	258
Brattås 1.	8,7	8,0	8,49	268	10300	110
2.	8,7	8,0	14,6	157	14500	45
3.	8,8	8,1	2,93	99,4	6340	164
Porsgrunn 1.	7,9	7,8	4,49	117	703	25
2.	8,3	8,1	6,51	170	1210	162
3.	8,6	7,9	13,7	196	3790	98
Vabakken1.	8,2	8,0	11,9	93	5420	58
2.	9,2	8,3	12,8	122	5330	347
3.	9,1	8,3	34,9	115	9690	278
Hem 1.	9,2	8,6	5,77	170	6400	91
2.	9,0	8,7	8,56	289	4130	168
3.	9,3	9,0	17,9	147	10700	266
Hanekleiv 1.	7,9	7,8	4,13	1300	1520	64
2.	8,0	8,5	5,98	990	2580	149
3.	8,7	8,4	11,8	733	6020	144
Strømsås 1.	7,9	7,7	3,77	569	497	36
2.	8,0	7,6	2,50	310	1150	58
3.	8,0	7,5	2,22	450	177	104
Kleivene 1.	8,3	8,0	3,49	200	2210	47
2.	8,4	8,1	5,10	430	4880	72
3.	8,6	8,3	11,2	135	12300	84
Foskoll 1.	9,6	9,0	20,6	151	11000	195
2.	8,6	8,0	35,7	291	23400	139
3.	8,6	8,0	33,8	362	24900	193

SIKKERHETSDATBLAD

TK 601 Clean Autovask m/ Voks

SDS i henhold til EUROPAPARLAMENTS- OG RÅDSFORORDNING (EF) nr. 1907/2006 om registrering, vurdering og godkjenning av samt begrensninger for kjemikalier (REACH), Annex II-EU

AVSNITT 1: IDENTIFIKASJON AV STOFFET/STOFFBLANDINGEN OG AV SELSKAPET/FORETAKET

Utgitt dato 19.12.2002
Revisjonsdato 27.08.2014

1.1. Produktidentifikator

Kjemikaliets navn TK 601 Clean Autovask m/ Voks

1.2. Identifiserte relevante bruksområder for stoffet eller stoffblandingen og bruk som det advares mot

Funksjon Vaskemiddel for kjretøy og maskiner.
Produktgruppe Lavalkalisk vaskemiddel.
Kjemikaliets bruksområde Vannbasert rengjøringsmiddel m/voks for kjøretøy, tog, fly o.l.
Kjemikaliets kan brukes av forbrukere Ja

1.3. Opplysninger om leverandøren av sikkerhetsdatabladet

Produsent

Firmanavn Teknisk Kjemisk Produksjon AS
Besøksadresse Strandveien 6
Postadresse Pb.123
Postnr. 3051
Poststed Mjøndalen
Land Norge
Telefon 32-231280
Telefaks 32-270416
E-post post@tkproduksjon.no
Hjemmeside http://www.tkproduksjon.no
Org. nr. 986479821
Kontaktperson Jan L. Kapstad

1.4. Nødtelefonnummer

Nødtelefon Giftinformasjonssentralen:22 59 13 00

AVSNITT 2: FAREIDENTIFIKASJON

2.1. Klassifisering av stoffet eller stoffblandingen

Klassifisering i henhold til Xi; R36
67/548/EEC eller 1999/45/EC

2.2. Merkingselementer

Faresymbol



Irriterende

R-setninger	R36 Irriterer øynene.
S-setninger	S24/25 Unngå kontakt med huden og øynene.. 26 Får man stoffet i øynene, skyll straks grundig med vann og kontakt lege hvis irritasjon vedvarer. 36 Bruk egnede verneklær.
EC-etikett	Ja
Sammensetning på merkeetiketten	Trinatriumnitriolotriacetat (NTA-NA3):1 - 4 %, Natriumkarbonat:1 - 5 %, 2(2butoxyetoksy)etanol:1 - 5 %, Fettalkohol C12-C14 + 1-10 mol EO:1 - 5 %, C9-C11 pareth 8:1 - 5 %
Faresetninger	H302 Farlig ved svelging. H319 Gir alvorlig øyeirritasjon.
VOC	Maksimalt innhold av flyktige organiske løsemidler: 35 g/l

2.3 Andre farer

Farebeskrivelse	Fare for alvorlig øyeskade. Farlig ved svelging. Irriterer øynene.
-----------------	--

AVSNITT 3: SAMMENSETNING/OPPLYSNINGER OM BESTANDDELER

3.2. Stoffblandinger

Komponentnavn	Identifikasjon	Klassifisering	Innhold
Trinatriumnitriolotriacetat (NTA-NA3)	CAS-nr.: 5064-31-3 EC-nr.: 225-768-6	R22, R36, R40 H319 H302 H351	1 - 4 %
Natriumkarbonat	CAS-nr.: 497-19-8 EC-nr.: 207-838-8 Indeksnr.: 011-005-00-2	Xi; R36 H319	1 - 5 %
2(2butoxyetoksy)etanol	CAS-nr.: 112-34-5 EC-nr.: 203-961-6 Indeksnr.: 603-096-00-8	Xi; R36 H319	1 - 5 %
Fettalkohol C12-C14 + 1-10 mol EO	CAS-nr.: 68439-50-9	Xn, N; R22, R41, R50	1 - 5 %
C9-C11 pareth 8	CAS-nr.: 68439-46-3	Xn; R22, R38, R41	1 - 5 %
Komponentkommentarer	Alle opplysninger i databladet er for konsentrert produkt.		

AVSNITT 4: FØRSTEHJELPSTILTAK

4.1. Beskrivelse av førstehjelpstiltak

Generelt	Kontakt lege ved ubehag, irritasjon eller andre vedvarende symptomer.
Innånding	Sørg for frisk luft og hvile. Kontakt lege. Frisk luft og hvile
Hudkontakt	Fjern tilsølt tøy. Vask med såpe og mye vann. Kontakt lege.
Øyekontakt	Skyll øynene lenge med vann, kontakt lege hvis vedvarende plage Skyll med mye vann i 15 minutter, til lege om fortsatt problem.
Svelging	Drikk vann eller melk, til lege om vedvarende ubehag.

4.2. De viktigste symptomene og virkningene, både akutte og forsinkede

4.3. Angivelse av om umiddelbar legehjelp og spesialbehandling er nødvendig

AVSNITT 5: BRANNSLOKKINGSTILTAK

5.1. Slukkingsmidler

Passende brannslukningsmidler	Bruk slukningsmiddel som for omgivende brann.
-------------------------------	---

5.2. Særlige farer knyttet til stoffet eller stoffblandingen

Brann- og eksplosjonsfarer Produktet er ikke klassifisert som brannfarlig.

5.3. Råd til brannmannskaper

Personlig verneutstyr Normalt brannvernustyr og åndedrettsbeskyttelse med frisklufttilførsel anbefales.

AVSNITT 6: TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

6.1. Personlige forsiktighetsregler, personlig verneutstyr og nødrutiner

Sikkerhetstiltak for å beskytte personell Hold mennesker og dyr unna det forurensede området. Sørg for god ventilasjon. Unngå all kontakt med stoffet.

6.2. Forsiktighetsregler med hensyn til miljø

Sikkerhetstiltak for å beskytte ytre miljø Ved spill av store mengder, skal det grøftes i betryggende avstand fra spilt område før senere avskaffelse. Stopp utstrømmingen av væske hvis mulig. Demm opp for videre spredning. Vær observant på mulige vanninntak og varsle impliserte brukere.

6.3. Metoder og materialer for oppsamling og rensing

6.4. Henvisning til andre avsnitt

Andre anvisninger Absorber små søl i egnet absorpsjonsmiddel, f.eks sagspon eller sand. Spyl rent med store mengder vann.

AVSNITT 7: HÅNDTERING OG LAGRING

7.1. Forsiktighetsregler for sikker håndtering

Håndtering Unngå søl, hud-og øyekontakt. Vask hendene etter hvert skift og før røyking, spising, drikking eller toalettbesøk.

7.2. Vilkår for sikker lagring, herunder eventuelle uforenligheter

Oppbevaring Lagres på et frostfritt, tørt sted i lukket originalemballasje. Oppbevares utilgjengelig for barn.

Spesielle egenskaper og farer Dette produktet er et konsentrat. Helsefaren minsker ved fortykning.

7.3. Særlig(e) sluttanvendelse(r)

Spesifikke sluttbrukere

AVSNITT 8: EKSPONERINGSKONTROLL/PERSONBESKYTTELSE

8.1. Kontrollparametere

Tiltaks- og grenseverdier

Komponentnavn	Identifikasjon	Verdi	Norm år
2(2butoksyetoksy)etanol	CAS-nr.: 112-34-5 EC-nr.: 203-961-6 Indeksnr.: 603-096-00-8	8 t.: 10 ppm 8 t.: 68 mg/m ³	2007
Komponent	2(2butoksyetoksy)etanol		
Oppgaver som trenger åndedrettsvern	Ved utilstrekkelig ventilasjon må det brukes egnet åndedrettsvern.		
Hud-/ håndbeskyttelse, langvarig kontakt	Hanskematerialet skal være ugjennomtrengelig og motstandsdyktig mot produktet/stoffet/stoffblandingen. Vær oppmerksom på informasjon gitt av produsenten når det gjelder permabilitet og gjennombruddstider, og for spesielle arbeidsplass tilstander (mekanisk påkjenning, kontaktvarighet). Følgende passende materialer er: Teflengummi, Polykloropen, Naturgummi, Butylgummi.		

	Den eksakte gjennomtrengningstiden må iakttas ved kjøp fra hanskeleverandør. Vernehansker skal byttes ved første tegn på slitasje.
Egnede hansker	PVC med gjennomtrengningstid >480 min. Nitrilgummi med gjennomtrengningstid >480 min. Butylgummi med gjennomtrengningstid >480 min.
Øyevern	Bruk øyebeskyttelse hvis kontakt er sannsynlig.
Annet hudvern enn håndvern	Benytt verneklær ved behov

DNEL / PNEC

Oppsummering av risikostyringstiltak, mennesker	Om dette produktet inneholder komponenter med yrkeshygieniske grenseverdier, kan monitorering av person, arbeidsatmosfære eller biologiske parametre være nødvendig for å bestemme effektiviteten på avtrekk eller andre vernetiltak, og/eller behovet for personlig åndedrettsvern. Det henvises til Europeisk standard EN 689 vedr. metoder for vurdering av eksponering ved innånding av kjemikalier, og nasjonale veiledende dokumenter for metoder for bestemmelse av farlige stoffer.
---	---

8.2. Eksponeringskontroll

Begrensning av eksponering på arbeidsplassen	Sørg for tilstrekkelig ventilasjon.
--	-------------------------------------

Åndedrettsvern

Åndedrettsvern	Åndedrettsvern er ikke nødvendig ved normalt bruk. Dersom bruk av produktet medfører oppvarming og dampdannelse eller ved sprøyting må bruk av gassmaske med kombinasjonsfilter A/P2 vurderes.
----------------	--

Håndvern

Håndvern	Ved fare for hudkontakt; bruk vernehansker av neopren, nitril, polyetylen eller PVC. Gjennomtrengningstiden må sjekkes med hanskeleverandør. Gjennomtrengningstid >8 timer.
----------	---

Øye- / ansiktsvern

Øyevern	Unngå kontakt med øynene. Øyespylingsutstyr skal være tilgjengelig, helst også dusjmulighet.
---------	---

Hudvern

Annet hudvern enn håndvern	Arbeidsklær. Klær som er gjennomtrukket av stoffet, bør skiftes straks. Vask godt med vann umiddelbart etter hudkontakt for å unngå uttørring.
----------------------------	--

AVSNITT 9: FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

9.1. Opplysninger om grunnleggende fysiske og kjemiske egenskaper

Tilstandsform	Væske
Farge	Gulbrun
Lukt	Svak
pH (handelsvare)	Verdi: ~ 9
pH (bruksløsning)	ca. 7,5(10% løsning)
Smeltepunkt/smeltepunktintervall	0
Smeltepunkt/smeltepunktintervall	Verdi: °C
Kokepunkt / kokepunktintervall	100
Kokepunkt / kokepunktintervall	Verdi: °C
Relativ tetthet	1,03
Relativ tetthet	Verdi: cm3
Løselighet i vann	Ubegrenset

9.2. Andre opplysninger

AVSNITT 10: STABILITET OG REAKTIVITET

10.1. Reaktivitet**10.2. Kjemisk stabilitet**

Stabilitet	Stabil under normale forhold.
------------	-------------------------------

10.3. Mulighet for farlige reaksjoner**10.4. Forhold som skal unngås**

Forhold som skal unngås	Unngå for store temperaturforskjeller. Stabil under normale forhold.
-------------------------	--

10.5. Uforenlige materialer**10.6. Farlige nedbrytingsprodukter**

Farlige spalttingsprodukter	Ved brann utvikles CO ₂ og CO og andre farlige gasser.
-----------------------------	---

AVSNITT 11: TOKSIKOLOGISKE OPPLYSNINGER**11.1. Opplysninger om toksikologiske virkninger****Øvrige helsefareopplysninger**

Generelt	Opplysningene ovenfor er for konsentrert produkt.
----------	---

Potensielle akutte effekter

Innånding	Ved normal bruk vill innånding ikke være et problem. Innånding av sprøytetåke kan irritere luftveier/lunger.
Hudkontakt	Gjentatt eksponering virker irriterende. Hyppig eller langvarig kontakt kan virke avfettende og tørke ut huden.
Øyekontakt	Øyekontakt vil kunne medføre forbigående irritasjon.
Svelging	Kan gi irritasjon og kvalme

Forsinket / Repeterende

Allergi	Allergifremkallende egenskaper er ikke kjent.
Kroniske effekter	Komponentene i produktet har ingen kjente akutte eller kroniske toksiske effekter.

Kreftfremkallende, mutagene og reproduksjonstoksiske

Kreft	Stoffet er ikke oppført i kreftlista.
Arvestoffskader	Arvestoffskader (mutagene) er ikke kjent.
Fosterskadelige egenskaper	Effekter på fosterutvikling er ikke kjent.
Reproduksjonsskader	Reproduksjonsskader er ikke kjent.

AVSNITT 12: ØKOLOGISKE OPPLYSNINGER**12.1. Giftighet**

Akutt akvatisk, fisk	Verdi: = 100 mg/l Varighet: 96 timer Test referanse: Basert på Trnatriumnitilotriacetat
Akutt akvatisk, alge	Verdi: = 100 mg/l Varighet: 72 timer Test referanse: Basert på Natriumnitilotriacetat
Akutt akvatisk, Daphnia	Verdi: = 100 mg/l Varighet: 48 timer Test referanse: Basert på Natriumnitilotriacetat
Økotoksisitet	Det forventes ingen økologiske effekter ved normal bruk.
Akvatisk, kommentarer	Lett bionedbrytbar

Toksikologiske data fra komponenter**12.2. Persistens og nedbrytbarhet**

Persistens og nedbrytbarhet	Biologisk nedbrytbarhet iflg. OECD 310 c. BOD 28: 75 % lett nedbrytbar.
-----------------------------	---

12.3. Bioakkumuleringsevne

12.4. Mobilitet i jord

Mobilitet Produktet er flytende

12.5. Resultater av PBT og vPvB vurdering

12.6. Andre skadevirkninger

AVSNITT 13: DISPONERING

13.1. Avfallsbehandlingsmetoder

Egnede metoder til fjerning av kjemikaliet	Større ubrukte mengder leveres nærmeste deponi for destruksjon. Utstyr kan vaskes med vann. Små mengder tørkes opp og deponeres sammen med husavfall.
Avfallskode EAL	EAL: 12 03 01 vandige rengjøringsvæsker
NORSAS	7133 Rengjøringsmidler.
Annen informasjon	Koden for farlig avfall (EAL-koden) er veiledende. Bruker må selv angi riktig EAL-kode hvis bruksområdet avviker. Behandles i henhold til lokale eller statlige bestemmelser.

AVSNITT 14: TRANSPORTOPPLYSNINGER

14.1. FN-nummer

14.2. FN-forsendelsesnavn

14.3. Transportfareklasse(r)

14.4. Emballasjegruppe

14.5. Miljøfarer

14.6. Særlige forsiktighetsregler ved bruk

14.7. Bulktransport i henhold til vedlegg II i MARPOL 73/78 og IBC-regelverket

Andre relevante opplysninger

Andre relevante opplysninger Produktet er ikke klassifisert som farlig gods iflg.ADR

AVSNITT 15: OPPLYSNINGER OM BESTEMMELSER

YL-gruppe	0
YL-tall	92

15.1. Særlige bestemmelser/særskilt lovgivning om sikkerhet, helse og miljø for stoffet eller stoffblandingen

Referanser (Lover/Forskrifter)	Stoffblandinger. EU direktiver. Europaparlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 av 18 des. 2001 om registrering, evaluering, autorisasjon og restriksjoner av kjemikalier (REACH), om opprettelse av et europeisk kjemikalieagentur og om endring av direktiv 1999/45EF og opphevelse av Rådets forordning (EØF) nr. 793/93 og Kommisjonens forordning (EF) nr. 1488/94 og Rådets direktiv 76/769/EØF og Kommisjonens direktiv 91/155EØF, 93/67EF, 93/105 og 2000/21EF, med endringer. Europaparlamentets- og rådsforordning nr. 1272/2008 av 16 des. 2008 som klassifisering, merking og emballering av stoffer og stoffblandinger og om endring og oppheving av direktiv 67/548/EØF og 1999/45EF og om endringer av forordning (EF) nr. 1907/2006, med endringer.
Kommentarer	Uten FOSFAT.
Kvitteringsnr. fra Produktregisteret	120157

15.2. Vurdering av kjemikaliesikkerhet

AVSNITT 16: ANDRE OPPLYSNINGER

Leverandørens anmerkninger	Opplysningene i dette Sikkerhetsdatabladet er i henhold til vår informasjon, og så vidt vi vet korrekt på den angitte dato for siste revisjon. De gitte opplysningene er ment å være retningsgivende for sikker håndtering, anvending, bearbeiding, lagring, transport, avhengig av utslipp. De må ikke anses og være en garanti eller kvalitetsspesifikasjon.
Utgått dato	31.12.2015
Liste over relevante R-setninger (i avsnitt 2 og 3).	R41 Fare for alvorlig øyeskade. R50 Meget giftig for vannlevende organismer. R40 Mulig fare for kreft R22 Farlig ved svelging. R38 Irriterer huden R36 Irriterer øynene.
Liste over relevante H-setninger (i avsnitt 2 og 3).	H351 Mistenkes for å kunne forårsake kreft H319 Gir alvorlig øyeirritasjon. H302 Farlig ved svelging.
Viktigste kilder ved utarbeidelsen av Sikkerhetsdatabladet (ikke norske)	Opplysninger fra råvareleverandør og produsent.
Versjon	19
Ansvarlig for Sikkerhetsdatablad	Teknisk Kjemisk Produksjon AS
Utarbeidet av	Jan L. Kapstad

REKVISITA NORGE AS **RN**

- La oss hjelpe deg til en enklere arbeidsdag

Klassifisert og merket i henhold til EU/EØS(1907/2006 REACH) og norske regler.

SIKKERHETS DATABLAD

1. IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FIRMA

Produktnavn:	Tunnelvask	PR-nr.:	
Bruksområde:	Rengøringsmiddel		
Utgitt (dato):	23-03-2010	SDS Versjon:	1.0
Selskapsopplysninger:	Rekvisita Norge AS Narviga 7, Pb 4022 Kongsgård 4689 Kristiansand Norway Tlf: +47 38058180 e-mail: kontor@rekvisitanorge.no www.rekvisitanorge.no	Nødtelefonnummer:	Giftinformasjonssentralen på tlf.nr.: 22 59 13 00 Se punkt 4 om førstehjelp.

2. VIKTIGSTE FAREMOMENTER

Faresymboler:	
Farebeskrivelse:	Produktet skal ikke klassifiseres etter miljødepartementets forskrift om klassifisering, merking mm.
Risikobeskrivelse:	
Mer informasjon:	

3. STOFFBLANDINGERS SAMMENSETNING OG STOFFENES KLASSIFISERING

CAS-nr	EF-nr	Reg.nr	Kjemisk navn/ingrediensnavn	KLASSIFISERING*	Note**	w/w%
68585-34-2	500-223-8	NA	Natriumalkyletoxyulfat	Xi;R36/38		1-5
34398-01-1	Polymer	NA	Alkohol C11 polyetoxylyat	Xi;R41		1-5

(*)Se punkt 16 for de fullstendige R-setningene det vises til ovenfor. Administrativ(e) norm(er) er, hvis tilgjengelig, oppført i punkt 8 (**)Forklaring:

4. FØRSTEHJELPSTILTAK

Generelt:	Ved vedvarende symptomer eller ved tvil om den skaddes tilstand skal det søkes legehjelp. Gi aldri en bevisstløs person vann eller lignende. Ved uhell: Kontakt lege eller legevakt.
Indånding:	Ta personen ut i frisk luft og hold personen under oppsyn.
Hudkontakt:	Tilsølt tøy og sko fjernes straks. Hud som har vært i kontakt med materialet vaskes grundig med vann og sspe. Hudrensemiddel kan brukes. Bruk IKKE løsningsmidler eller fortynnere.
Øyekontakt:	Fjern evt. kontaktlinser. Skyll straks øynene med rikelig mengde vann (20-30 °C) inntil irritasjonen opphører og minst i 15 minutter. Sørg for å skylle under øvre og nedre øyelokk. Ved fortsatt irritasjon skal det søkes legehjelp.
Svelging:	Gi personen rikelig å drikke og hold personen under oppsyn. Ved illebefinnende: Kontakt lege omgående. Ikke fremkall brekninger, med mindre legen anbefaler det. Senk hodet, slik at evt. oppkast ikke vil renne ned i munnen og halsen.
Forbrenning:	Skyll med rikelige mengder vann inntil smerten opphører og fortsett deretter i 30 min.
Merknader til lege:	

5. TILTAK VED BRANNSLUKKING

Brann vil utvikle tett sort røyk der kan utgjøre helsefare. Brannfolk bør bruke egnet beskyttelsesutstyr. Lukkede beholdere som utsettes for ild, avkjøles med vann. La ikke vann fra brannslukking renne ut i kloakk og vannløp.	
Brannslukkingsmidler	Anbefalt: alkoholbestandig skum, kullsyre, pulver, vanntåke.
Nedbrytningsprodukter ved brann	Halogenerte forbindelser. Karbonoksider. Noen metalloksider.
Beskyttelsesutstyr til slukningspersonale	Brannslukningspersonell skal bruke egnet verneutstyr og selvforsynt åndedrettsvern med full ansiktsmaske.

Klassifisert og merket i henhold til EU/EØS(1907/2006 REACH) og norske regler.

6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP	
Personlige forholdsregler:	Se "Eksponeringskontroll/personlige vernemidler" for beskyttelsesforanstaltninger.
Miljømessige forholdsregler:	Se afsnittet "Forhold vedrørende bortskaffelse" om håndtering af affald.
Opprydding av spill	Ta opp stoffet med væskebindende materiale (sand, kiselgur, syrebindemiddel, universalbindemiddel, sagflis). Håndter forurenset materiale som avfall i.h.t. punkt 13.

7. HÅNDTERING OG OPPBEVARING	
Håndtering:	Se avsnittet "Eksponeringskontroll/personlige vernemidler" for opplysning om personlig beskyttelse.
Oppbevaring:	Skal oppbevares på et tørt og kjølig sted. Oppbevares alltid i originale beholdere.
Udgår:	

8. EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR						
Generelt:	Røyking, inntak samt oppbevaring av tobakk, mat og drikkevarer er ikke tillatt i arbeidslokalet.					
Eksponeringsscenarier:	Såfremt det finnes et bilag skal den eksponeringsinformasjon som angis der følges.					
Eksponeringsgrenser:	Bedriftsrelaterte brukere er omfattet av arbeidsmiljølovgivningens regler om maksimumkonsentrasjoner for eksponering. Se arbeidshygiene grenseverdier nedenfor.					
Eksponeringskontroll:	Det bør kontrolleres regelmessig at de angitte grenseverdiene overholdes.					
Tekniske tiltak:	Luftbårne gass- og støvkonsentrasjoner skal holdes lavest mulig og under gjeldende grenseverdier (se nedenfor). Sørg for synlig skiltning av øyenskyller og nødblåser.					
Hygieniske tiltak	Vask alltid hender, underarmer og ansikt ved arbeidets slut.					
Administrativ norm anmerking:	Navn	GV mg/m ³	GV ppm	Anm	Ar	Kilde
NA						
Personlig verneutstyr:						
Generelt:	Hvis arbeidsprosessen er omfattet av forskrift om arbeid med kodenumererte produkter (arbeidstilsynets (Danmark) forskrift nr. 302/1993), skal vernemidler velges i overensstemmelse med dette. Se evt. produktets kodenummer i avsnittet om "opplysninger om regulering".					
Åndedrettsvern:	Ingen spesielle krav.					
Hudbeskyttelse:	Ingen spesielle krav.					
Håndbeskyttelse:	Ingen spesielle krav.					
Øyebeskyttelse:	Ingen spesielle krav.					
Begrensning av eksponering av miljøet:	-					

9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER:				
Materietilstand:	Farge:	Lukt:	pH:	Tetthet, g/cm ³ :
Flytende	Grumset	Ingen lukt		1
Data for brann- og eksplosjonsfare				
Flammepunkt °C:	Antennelsestemperatur °C:	Selvantennelighet °C:		
NA				
Løselighet i vann	Løselighet i fett	Fordelingskoeffisient (n-octanol/vann)		
Løselig				

10. STABILITET OG REAKTIVITET	
Stabilitet:	Produktet er stabilt under de betingelsene som er angitt i avsnittet "Håndtering og oppbevaring".
Tilstander/materialer som skal unngås:	sterke syrer, sterke baser, sterke oksideringsmidler og sterke reduksjonsmidler
Farlige nedbrytingsprodukter:	Hvis produktet utsettes for høye temperaturer, f.eks. i tilfelle brann, kan det dannes farlige nedbrytingsprodukter. Disse er: Halogenerte forbindelser. Karbonoksider. Noen metalloksider.

Klassifisert og merket i henhold til EU/EØS(1907/2006 REACH) og norske regler.

11. OPPLYSNINGER OM HELSEFARE					
Akutt toksisitet:	Substans (Navn på bestanddeler)	Art	Test	?	Resultat
	Natriumalkyletoxyulfat	Rat	LD50	Oral	>2000mg/kg
	Alkohol C11 polyetoxylat	Rat	LD50	Oral	>2000mg/kg
Langtidsvirkninger:	Ikke brukbart				

12. MILJØOPPLYSNINGER										
Persistens:	Substans	Nedbrytbar i vann	Test		Resultat					
Bioakkumulerings-potensial:	Substans	Potensial bioakkumulering	Test							
			LogPow	BCF						
			Ingen data	Ingen data						
Økotoksisitet:	Substans	Art	Test	?	Resultat					
						Alkohol C11 polyetoxylat	Algae	IC50	72h	1-10mg/l
						Alkohol C11 polyetoxylat	Daphnia	EC50	48h	1-10mg/l
						Alkohol C11 polyetoxylat	Fish	LC50	96h	1-10mg/l
Negative virkninger:	Produktet inneholder stoffer som kan gi uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet pga. dårlig nedbrytbarhet.									

13. FJERNING AV KJEMIKALIEAVFALL			
Produktet er ikke omfattet av reglene om farlig avfall.			
Avfall:	Europeisk Avfallsliste (EAL)	Waste number (NORSAS)	Waste group (NORSAS)
Særlig merking:			
Forurennet emballasje:	Ingen spesielle krav.		

14. OPPLYSNINGER OM TRANSPORT	
Ikke farlig gods i henhold til ADR og IMDG.	

15. OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER					
Produktet er klassifisert i henhold til: Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier.					
Produktnavn:	Tunnelvask				
Klassifisering:	Produktet skal ikke klassifiseres etter miljødepartementets forskrift om klassifisering, merking mm.				
Symbol(er):					
Inneholder:					
R-setninger (risiko):					
S-setninger (sikkerhet):					
Ytterligere advarsler:					
Anvendelsesbegrensninger:					
Krav om særlig utdanning:	Ingen spesielle krav.				
▼ YL.:	YL-gruppe:		YL-tal:		
VOC	VOC _{max} :	NA	VOC _{grænse} :	-	Kategori: -
Anden informasjon					
Annet:					

Klassifisert og merket i henhold til EU/EØS(1907/2006 REACH) og norske regler.

16. ANDRE OPPLYSNINGER AV BETYDNING FOR HELSE, MILJØ OG SIKKERHET	
Kilder:	<p>Europaparlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 av 18. desember 2006 om registrering, evaluering, autorisasjon og restriksjoner av kjemikalier (REACH), om opprettelse av et europæisk kjemikalieagentur og om endring av direktiv 1999/45/EF og opphevelse av Rådets forordning (EØF) nr. 793/93 og Kommissjonens forordning (EF) nr. 1488/94 og Rådets direktiv 76/769/EØF og Kommissjonens direktiv 91/155/EØF, 93/67/EF, 93/105/EF og 2000/21/EF, med endringer.</p> <p>Norske forskrifter m.v.: Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier (Merkeforskriften), 16.07.2002 nr. 1139, med endringer. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). 01.06 2004 nr. 930, med endringer. Forskrift om vern mot eksponering for kjemikalier på arbeidsplassen (Kjemikalieforskriften), 30.04.2001 nr. 443, med endringer. Forskrift om utarbeidelse og distribusjon av helse-, miljø- og sikkerhetsdatablad for farlige kjemikalier (Databladsforskriften), 19.12.1997 nr. 1323, med endringer. Forskrift om brannfarlig vare, 26.06.2002 nr. 744, med endringer. Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære 2007. Arbeidstilsynets YL(yrkeshygienisk luftbehov)-merkinga.</p>
Fullstendig tekst for R-setninger som det refereres til i del 3 :	R36/38 - Irriterer øynene og huden. R41 - Fare for alvorlig øyeskade.
Det anbefales å utlevere dette sikkerhetsbladet til den faktiske bruker av produktet. Den nevnte informasjonen kan ikke brukes som produktspesifikasjon.	
Opplysningene i dette sikkerhetsbladet gjelder kun produktet nevnt i avsnitt 1 og er ikke nødvendigvis gjeldende ved bruk sammen med andre produkter.	
Endringer i forhold til siste vesentlige revisjon (første siffer i SDS-versjon, se sekskon 1) av dette sikkerhetsdatablad er markert med en blå trekant.	
Sikkerhetsdatablad er validert av:	
Dato for siste vesentlige ændring (Første siffer i SDS versjon)	-
Dato for siste mindre ændring (Siste siffer i SDS versjon)	-

ICE & DUST-AWAY PLUS 50**Sikkerhedsdatablad** i henhold til forordning (EF) nr. 1907/2006 (REACH) og nr. 1272/2008 (CLP)**1. Identifikation af stoffet/blandingen og af selskabet/virksomheden:**

1.1 Produktidentifikator: *ICE & DUST-AWAY PLUS 50*
 Calciummagnesiumacetat og kaliumformiat
 CAS nr. 110518-63-3 / 590-29-4
 Præ-registreringsnummer (REACH) 05-2117223637-43-0000 /
 05-2116307059-50-0000

1.2 Relevante identificerede anvendelser for stoffet eller blandingen samt anvendelser, der frarådes:
 Anvendelse: Tømiddel og støvbinder
 Anvendelse, der frarådes: Ingen

1.3 Nærmere oplysninger om leverandøren af sikkerhedsdatabladet:

Nordisk Aluminat A/S
 Stejlhøj 16, 4400 Kalundborg
 Tlf. + 45 59 55 07 00
 E-mail: tko@aluminat.dk
 Kontaktperson: Tina Klarskov

1.4 Nødtelefon: Producent: +45 59 55 07 00 mellem kl. 8-16
 Alarmcentralen: 112

2. Fareidentifikation:

2.1 Klassificering af stoffet eller blandingen: Stoffet er ikke klassificeret.
 2.2 Mærkning: Ingen.
 2.3 Andre fare: Produktet er ikke omfattet af PBT eller vPvB i bilag XIII i forordningen.

3. Sammensætning af / oplysning om indholdsstoffer:

3.1 Stoffer: 12,5 % CMA, calciummagnesiumacetat
 25 % KFA, kaliumformiat
 62,5 % vand (H₂O)

4. Førstehjælpsforanstaltninger:

4.1 Beskrivelse af førstehjælpsforanstaltninger:
Øjne: Skyl straks med vand (mindst 15 minutter). Søg læge ved efterfølgende ubehag/irritation.
Hud: Skyl med vand.
Indånding: Skyl næse og mund med vand.
Indtagelse: Skyl munden med vand og drik rigeligt vand. Søg læge ved efterfølgende utilpashed.

4.2 Vigtigste symptomer og virkninger, både akutte og forsinkede:

Akutte: Øjne – en smule irritation.

Forsinkede: Ingen.

4.3 Angivelse af om øjeblikkelig lægehjælp og særlig behandling er nødvendig:

Se afsnit 4.1.

Brandbekæmpelse:

5.1 Slukningsmidler: Produktet kan ikke brænde. Slukningsmidler retter sig efter omgivelserne.

5.2 Særlige farer i forbindelse med stoffet eller blandingen:

Ingen.

5.3 Anvisninger for brandmandskab:

Ved brandbekæmpelse indendørs bruges åndedrætsværn.

Forholdsregler over for udslip ved uheld:

6.1 Personlige sikkerhedsforanstaltninger, personlige værnemidler og nødprocedurer:

Ingen.

6.2 Miljøbeskyttelsesforanstaltninger:

Undgå udslip til afløb, overflade- og grundvand, samt jord.

6.3 Metoder og udstyr til inddæmning og oprensning:

Inddæm spild. Tildæk afløb, hvis der er risiko for at spildet når disse. Opsug væsken med granulat, jord eller sand, og skyl efter med rigeligt vand. Ved spild i kloak, spul efter med store mængder vand og underret kommunale myndigheder. Ved spild på jord og i vandløb underrettes miljømyndighed.

6.4 Henvisning til andre punkter:

Se punkt 8 vedr. værnemidler og punkt 13 vedr. bortskaffelse af adsorptionsmateriale.

Håndtering og opbevaring:

7.1. Forholdsregler for sikker håndtering:

Håndter produktet så spild, stænk og aerosoler undgås.

Vask hænder efter håndtering af produktet.

7.2 Betingelser for sikker opbevaring, herunder eventuel uforenelighed:

Produktet opbevares bedst i lukket tank eller beholder.

7.3 Særlige anvendelser:

Produktet anvendes som tømiddel eller støvbinder.

Eksponeringskontrol/personlige værnemidler:

8.1 Kontrolparametre: Ingen.

8.2. Eksponeringskontrol: Hvor der er risiko for stænk og sprøjt - beskyt øjne med egnede briller.

Brug handsker ved berøring med produktet.

9. *Fysisk-kemiske egenskaber:*

Udseende:	Transparent væske	Lugt:	Svag lugt af eddike
pH:	9 ± 1	Kogepunkt:	-
Vægtfylde:	1,2 kg/l v. 20 °C	Frysepunkt:	- 23 °C
Vandopløselighed:	Fuldstændig opløselig	Viskositet:	30 - 50 cP
Flammepunkt:	Intet (ikke brændbart)	Oxidationsegenskaber:	Ingen
Selvantændelsestemp.:	Kan ikke selvantænde	Eksplorative egenskaber:	Ingen

10. *Stabilitet og reaktivitet:*

- 10.1 Reaktivitet: Produktet er svagt basisk.
- 10.2 Kemisk stabilitet: Mindst et år.
- 10.3 Risiko for farlige reaktioner: Ingen.
- 10.4 Forhold, der skal undgås: Ingen.
- 10.5 Materialer, der skal undgås: Ingen.
- 10.6 Farlige nedbrydningsprodukter: Ingen.

11. *Toksikologiske oplysninger:*

- 11.1 Oplysninger om toksikologiske virkninger:
 - a. Akut toksicitet: Ingen.
 - b. Hudætsning/-irritation: Ingen.
 - c. Alvorlig øjenskade/øjenirritation: Ingen.
 - d. Respiratorisk sensibilisering eller hudsensibilisering: Ingen tilgængelige data.
 - e. Kimcellemutagenicitet: Ingen tilgængelige data.
 - f. Kræftfremkaldende egenskaber: Ingen tilgængelige data.
 - g. Reproduktionstoksicitet: Ingen tilgængelige data.
 - h. Enkel STOT-eksponeringer (specifik målorgantoksicitet): Ingen tilgængelige data
 - i. Gentagne STOT-eksponeringer: Ingen tilgængelige data
 - j. Aspirationsfare: Ingen tilgængelige data
- 11.2 Oplysninger om sandsynlige eksponeringsveje:
 - Indtagelse: Kan give en smule irritation.
 - Indånding: Kan give en smule irritation.
 - Hud-/øjneeksponering: Kan give en smule irritation.

11.3 Forsinkede og øjeblikkelige virkninger samt kroniske virkninger ved kortvarig og længerevarende eksponering: Øjneeksponering kan give irritation.

11.4 Synergistisk effekt: Ingen tilgængelige data.

12. *Miljøoplysninger:*

- 12.1 Toksicitet: Ingen tilgængelige data.
- 12.2 Persistens og nedbrydelighed: Ingen tilgængelige data.
- 12.3 Bioakkumuleringspotentiale: Ingen tilgængelige data.

12.4 Mobilitet i jord: Ingen tilgængelige data.

12.5 Resultat af PBT- og vPvB-vurdering: Stoffet er ikke omfattet.

12.6 Andre negative virkninger: Ingen.

13. Forhold vedrørende bortskaffelse:

Produktet afleveres til Jordrens (jordforbedringsmiddel).

Emballage (dunke og palletanke) afleveres til genbrug eller forbrænding.

Adsorptionsmateriale afleveres til forbrænding eller Jordrens afhængig af materialets art.

14. Transportoplysninger:

Produktet er ikke klassificeret som farligt gods.

15. Oplysning om regulering:

15.1 Særlige bestemmelser/særlig lovgivning for stoffet eller blandingen med hensyn til sikkerhed, sundhed og miljø: Ingen.

15.2 Kemikaliesikkerhedsvurdering: Ingen.

16. Andre oplysninger:

Klassificering: Ingen.

R-sætning: Ingen.

S-sætning: S26: Kommer stoffet i øjnene, skylles straks grundigt med vand og læge kontaktes.

Krav om uddannelse/instruktion: Ingen.

Anvendelsesbegrænsninger: Ingen.

SIKKERHETS DATABLAD

I henhold til forordning (EF) nr. 1907/2006
Versjon 2.0
Revisjonsdato 21.03.2013

1. IDENTIFIKASJON AV STOFF/STOFFBLANDING OG FORETAK

1.1. Produktidentifikasjon

Handelsnavn	MG KOMBI®
Kjemikalienavn	Magnesiumklorid hexahydrat
Molekylformel	MgCl ₂ · 6 H ₂ O
CAS-nr.	7791-18-6
EC-nr.	232-094-6

1.2. Identifiserte anvendelsesområder og anvendelser som frarådes

Anvendelsesområde	Støvbinding (grus og asfalt) og snø- og istinemiddel
-------------------	--

1.3. Leverandørinformasjon

Foretak	GC Rieber Salt AS Skur 86 Sjursøya 0193 Oslo
Telefon	23 03 50 90
Fax	22 19 77 07
Epost	salt.oslo@gcrieber.no
Web	www.gcrieber-salt.no

1.4. Nødnummer

Nødtelefon	Giftinformasjonssentralen 22 59 13 00
------------	---------------------------------------

2. FAREIDENTIFIKASJON

2.1. Klassifisering av stoff/stoffblanding

Stoffet er ikke klassifisert som farlig i henhold til bestemmelse (EF) nr. 1272/2008

Stoffet er ikke klassifisert som farlig i henhold til direktiv 67/548/EØF

2.2. Etikettelementer

Stoffet er ikke merkepliktig i overenstemmelse med EF-direktiver eller respektive nasjonale lover.

2.3. Andre farer

Ingen data tilgjengelig

3. SAMMENSETNING/OPPLYSNINGER OM BESTANDDELER

3.1. Stoffer

% w/w	CAS-nr.	Kjemikalienavn
ca. 100%	7791-18-6	Magnesiumklorid hexahydrat

4. FØRSTEHJELPSTILTAK

4.1. Beskrivelse av førstehjelpstiltak

Ved innånding

Ved innånding, fjern personen til frisk luft. Hvis den forulykkede ikke puster, gi kunstig åndedrett. Kontakt lege ved vedvarende irritasjon/ubehag.

Ved hudkontakt

Vask med såpe og mye vann. Kontakt lege ved vedvarende irritasjon/ubehag.

Ved øyekontakt

Skyll øynene med vann for sikkerhets skyld. Kontakt lege ved vedvarende irritasjon/ubehag.

Ved svelging

Gi aldri noe gjennom munnen til en bevisstløs person. Skyll munnen med vann. Kontakt lege ved vedvarende irritasjon/ubehag.

4.2. Viktigste symptomer og virkninger – akutte og utsatte

Oppkast, diaré og magesmerter ved inntak.

4.3. Indikasjon av øyeblikkelig legetilsyn og nødvendig behandling

Ingen data tilgjengelig

5. BRANNSLUKKINGSTILTAK

5.1. Slukkemidler

Bruk brannsløkningsmiddel som er hensiktsmessig for de lokale forholdene og miljøomgivelsene.

5.2. Spesielle farer fra stoffet/stoffblandingen

Ingen data tilgjengelig

5.3. Råd for brannmenn

Bruk om nødvendig trykkluftmaske ved brannslukning.

5.4. Andre opplysninger

Produktet er ikke brennbart

6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

6.1. Personlige forholdsregler, verneutstyr og nødprosedyrer

Unngå støvutvikling. Unngå innånding av damp, tåke eller gass.

6.2. Miljømessige forholdsregler

Ingen data tilgjengelig

6.3. Metoder og materialer for opprensing

Ingen data tilgjengelig

7. HÅNTERING OG LAGRING

7.1. Forholdsregler for sikker håndtering

Sørg for korrekt avtrekksventilasjon på de steder hvor det dannes støv.

7.2. Vilkår for forsvarlig lagring

Lagre på en kjølig plass. Hold beholderen tett lukket på et tørt og godt ventilert sted. Svært hygroskopisk.

7.3. Spesielle anvendelser

Ingen data tilgjengelig

8. EKSPONERINGSKONTROLL/PERSONLIG BESKYTTELSE

8.1. Kontrollparametere

Bestanddeler med arbeidsplassrelaterte administrative normer

Inneholder ingen stoffer med arbeidsplassrelaterte administrative normer.

8.2. Eksponeringskontroll

Ingen data tilgjengelig

8.3. Personlig verneutstyr

Øye-/ansiktsvern

Bruk utstyr for øyebeskyttelse som er testet og godkjent i henhold til standarder som NIOSH (US) og EN 166 (EU).

Sikkerhetsdatblad MG KOMBI®

Hudvern

Håndteres med vernehansker. Hansker må inspiseres før bruk. Kast forurensede hansker etter bruk i henhold til gjeldende lover og god laboratoriepraksis. Vask og tørk hendene. De valgte vernehanskene må tilfredsstille spesifikasjonene til direktiv 89/686/EØF og standarden EN 374 derivert fra direktivet.

Dryppbeskyttelse

Materiale: Nitrilgummi

Minimum hansketykkelse: 0,11 mm

Gjennomtrengningstid: > 480 min

Sprutbeskyttelse

Materiale: Nitrilgummi

Minimum hansketykkelse: 0,11 mm

Gjennomtrengningstid: > 30 min

Dersom de brukes i oppløsningsmidler eller blandes med andre stoffer og under forhold som ikke dekkes av EN 374, ta kontakt med leverandøren til de EF godkjente hanskene. Denne anbefalingen er kun veiledende og må vurderes av en yrkeshygieniker kjent med spesifikke omstendigheter ved den forventede bruken. Dette skal ikke oppfattes som en godkjenning av ethvert bruksscenario.

Kroppsvern

Velg kroppsvern i forhold til dens type, til konsentrasjonen og mengden av farlige stoffer og til det spesielle arbeidsstedet. Typen av verneutstyr må velges i henhold til konsentrasjonen og mengden av det farlige stoffet på den spesielle arbeidsplassen.

Åndedrettsvern

Åndedrettsvern er ikke påkrevd. Når beskyttelse fra ubehagelige mengder støv er ønskelig kan man bruke støvmaske type N95 (USA) eller type P1 (EN 143). Bruk åndedrettsvern og komponenter som er testet og godkjent etter standarder som NIOSH (US) eller CEN (EU).

9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

9.1. Grunnleggende fysiske og kjemiske egenskaper

Utseende/form	Fast
Farge	Hvit
Lukt	Luktfri
pH	6-7,5 (20 °C)
Smelte-/frysepunkt	714 °C
Kokepunkt	1412 °C

Sikkerhetsdatablad MG KOMBI®

Flammepunkt	Ingen data tilgjengelig
Damptrykk	Ingen data tilgjengelig
Relativ tetthet	1,570 g/mL
Vannløselighet	157 g/100 mL
Viskositet	Ingen data tilgjengelig
Ekspløsjonsegenskaper	Ingen data tilgjengelig
Oksidasjonsegenskaper	Ingen data tilgjengelig

9.2. Andre opplysninger

Ingen data tilgjengelig

10. STABILITET OG REAKTIVITET

10.1. Reaktivitet

Ingen data tilgjengelig

10.2. Kjemisk stabilitet

Ingen data tilgjengelig

10.3. Mulighet for farlige reaksjoner

Ingen data tilgjengelig

10.4. Forhold som skal unngås

Ingen data tilgjengelig

10.5. Inkompatible materialer

Ingen data tilgjengelig

10.6. Farlige nedbrytningsprodukter

Ingen data tilgjengelig

10.7. Annet

Kan danne klorgass ved høye temperaturer

11. TOKSIKOLOGISKE OPPLYSNINGER

11.1. Informasjon om toksikologiske virkninger

Akutt giftighet

LD50 Oral - rotte - 8100 mg/kg

Hudkontakt

Virker uttørrende. Langvarig eller hyppig kontakt kan gi irritasjon.

Sikkerhetsdatablad MG KOMBI®

Øyekontakt

Virker irriterende. Fremkaller sterk svie

Åndedrett- eller hudsensibilisering

ingen data tilgjengelig

Reproduksjonstoksisitet

ingen data tilgjengelig

12. ØKOLOGISKE OPPLYSNINGER

12.1. Giftighet

Ingen data tilgjengelig

12.2. Persistens og nedbrytbarhet

Ingen data tilgjengelig

12.3. Bioakkumuleringspotensial

Ingen data tilgjengelig

12.4. Mobilitet i jord

Ingen data tilgjengelig

12.5. Andre skadevirkninger

Ingen data tilgjengelig

13. AVFALLSHÅNDTERING

13.1. Fjerning av rester og avfall

Ingen data tilgjengelig

14. TRANSPORTOPPLYSNINGER

14.1. FN-nummer

ADR/RID: N/A

IMDG: N/A

IATA: N/A

14.2. FN-gyldig forsendelsesbeskrivelse

ADR/RID: Ikke farlig gods

IMDG: Ikke farlig gods

IATA: Ikke farlig gods

14.3. Transportfareklasse

ADR/RID: N/A

IMDG: N/A

IATA: N/A

Sikkerhetsdatablad MG KOMBI®

14.4. Emballasjegruppe

ADR/RID: N/A

IMDG: N/A

IATA: N/A

14.5. Miljøfarer

ADR/RID: Nei

IMDG: Nei

IATA: Nei

14.6. Spesielle forholdsregler

Ingen data tilgjengelig

14.7. Annet

Ikke transportklassifisert

15. REGELVERKSOPPLYSNINGER

Sikkerhetsdatabladet retter seg etter kravene til Forordning (EF) nr. 1907/2006.

15.1. Sikkerhets-, helse og miljøbestemmelser/lovgivning som gjelder spesielt for stoffet

Ingen data tilgjengelig

15.2. Vurdering av kjemikaliesikkerheten

Ingen data tilgjengelig

16. ANDRE OPPLYSNINGER

Informasjonen i sikkerhetsdatabladet gjelder kun det omtalte produktet alene, og ikke nødvendigvis dersom det brukes sammen med andre produkter eller for bruksområder som ikke er beskrevet. All informasjon oppgitt er basert på kunnskap ved revisjonstidspunkt, og brukes for å gi rettleiding i hensiktsmessige vernetiltak. Vi anser informasjonen oppgitt i databladet for å være korrekt, men den er ikke nødvendigvis komplett og skal kun brukes som veiledning. GC Rieber Salt kan ikke holdes ansvarlig for skader som følge av håndtering av produktet beskrevet i sikkerhetsdatabladet.


SIKKERHETS DATABLAD

Sist endret: 01.04.2010

Internt nr.:

Erstatter dato: Ny

Weber Slemming Hvit
1. IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FIRMA

<input checked="" type="checkbox"/>	Godkjent for bruk	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Godkjent for lab. bruk	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Modifisert av Weber - Saint-Gobain Byggevarer as	<input type="checkbox"/>

HANDELSNAVN	Weber Slemming Hvit
PRODUKTTYPE	Tørrmørtel
PR-NR.	94218
NOBB-nr.	28117935

Leverandør	Saint-Gobain Byggevarer as
Adresse	Postboks 216 Alnabru
Postnr & sted	0614 OSLO
Telefon	22 88 77 00
Faks	22 64 54 54
Kontaktperson	Halvard Borgund (halvard.borgund@saint-gobain.com)
Utarbeidet av	Tore Asbj. Horntvedt
Hjemmeside	http://www.weber-norge.no

2. VIKTIGSTE FAREMOMENTER

HELSE

Irriterer luftveiene og huden. Fare for alvorlig øyeskade.

BRANN OG EKSPLOSJON

Produktet er ikke brennbart.

MILJØ

Ikke ansett miljøskadelig iht. gjeldende regelverk. Se pkt. 12.

FYSIKALSK / KJEMISKE RISIKO

Ved kontakt med fuktighet eller ved tilsetning av vann dannes etsende kalsiumhydroksidløsning. Massen blir basisk og virker irriterende på øyne, hud og slimhinner.

3. OPPLYSNINGER OM KJEMISK SAMMENSETNING

Nr	Ingrediens navn	CAS-NR	Kons.(vekt%)	Fareklasse/Anm.
1	Hvit portlandsement	65997-15-1	10 - 30	Xi, R37/38-41
2	Dolomitt	16389-88-1	60 - 100	IK

Tegnforklaring: T+=Meget giftig, T=Giftig, C=Etsende, Xn=Helseskadelig, Xi=Irriterende, E=Eksplosiv, O=Oksiderende, F+=Ekstremt brannfarlig, F=Meget brannfarlig, N=Miljøskadelig, Krefl=Kreftfremkallende, Mut=Arvestoffskadelig, Rep=Reproduksjonsskadelig, Kons=Konsentrasjon i vektprosent, IK=Ikke klassifiseringspliktig.

INGREDIENSKOMMENTARER

Sementens krominnhold < 2,0 mg/kg.

R-setninger nevnt i pkt. 2 er listet opp i pkt. 16 med fullstendig tekst.

4. FØRSTEHJELPSTILTAK
GENERELT

Symptomer og virkninger. Vanlig førstehjelp. Hold pasienten i ro, sørg for varme og frisk luft. Førstehjelp kan være nødvendig ved svelging, ved sprut i øynene, ved søl på huden.

INNÅNDING

Flytt straks den eksponerte til frisk luft.

HUDKONTAKT

Vask øyeblikkelig av med rikelig med vann. Fjern tilsølte klær, armbåndsurs osv. Ikke gni. Kontakt lege ved sår dannelse eller vedvarende irritasjon.

ØYEKONTAKT

Får man stoffet i øynene, skylt straks grundig med mye vann i minst 45 minutter og kontakt lege. Fjern evt. kontaktlinser. Skylt eventuelt til lege overtar. Skylling under transport til sykehus.

SVELGING

Drink rikelig med vann. Fremkall ikke brekning! Kontakt lege hvis ubehag oppstår.

MEDESINSK INFORMASJON

Symptomatisk behandling.

5. TILTAK VED BRANNSLØKKING **PASSENDE BRANNSLUKNINGSMIDDEL**

Ikke relevant.

BRANN- OG EKSPLOSJONSFARER

Produktet er ikke brennbart.

ANNEN INFORMASJON

Brannslukningstiltak tilpasses omgivelsene.

6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP **SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE PERSONELL**

Benytt hensiktsmessig verneutstyr. Se pkt. 8.

SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE MILJØ

Utslipp til kloakk, vassdrag eller grunn er ikke tillatt. Bevar og fjern spill i tørr tilstand om mulig. Oppsamlet materiale kan blandes med vann for herding.

EGNEDE METODER FOR SKADEBEGRENSNING OG OPPRENSKING

Unngå støvdannelse og spredning av støv. Bruk godkjent industriell støvsuger for fjerning av pulver. Pulver behandles som farlig avfall (se pkt. 13).

ANNEN INFORMASJON

Herdet materiale betraktes som byggavfall.

7. HÅNDTERING OG OPPBEVARING **SPESIELLE EGENSKAPER OG FARER**

Irriterer luftveiene og huden. Fare for alvorlig øyeskade. Ved kontakt med fuktighet eller ved tilsetning av vann dannes etsende kalsiumhydroksidløsning.

HÅNDTERINGSVEILEDNING

Sørg for egnet avtrekksventilasjon ved maskiner og steder hvor det kan dannes støv. Vask hendene ofte og skift arbeidsklær etter behov.

LAGRINGSANVISNING

Oppbevares utilgjengelig for barn. Papirsekker lagres slik at de ikke kan revne. Lagres tørt i originalemballasjen, avskilt fra syrer. Ved oppbevaring som angitt, er holdbarheten 12 måneder.

8. EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR

Administrative normer:

Ingrediens navn	CAS-nr	Tid	ppm	mg/m ³	År	Anm.
Totalstøv				10	2009	
Respirabelt støv				5	2009	

FOREBYGGENDE TILTAK

Sørg for god ventilasjon ved arbeid som fører til støvutvikling. Øyedusj skal finnes på arbeidsplassen.

ÅNDEDRETTSVERN

Støvfiltermaske type: Støvfilter P2 (for fint støv), ved arbeidsoperasjoner som medfører stor støvutvikling.

ØYEVERN

Unngå kontakt med øynene. Bruk støvtette vernebriller ved risiko for støvdannelse.

ARBEIDSHANSKER

Bruk hansker av motstandsdyktig materiale, f. eks.:

Neopren – Gjennomtrengingstid > 8 timer

Nitrilgummi – Gjennomtrengingstid > 8 timer

PVC – Gjennomtrengingstid > 8 timer

VERNEKLÆR / HUDBESKYTTELSE

Benytt langarmede verneklær som beskytter mot mulig hudkontakt. Ta bort og vask, også innvendig, all forurenset kledning og hansker før det tas i bruk igjen.

ANNEN INFORMASJON

Sementens krominnhold < 2,0 mg/kg. Personer med kromallergi bør allikevel unngå kontakt med nye/nyblandet produkter som inneholder sement.

9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

Tilstandsform:	Pulver.		
Farge:	Hvit.		
Lukt:	Ingen lukt.		
Løselighet:	Herder med vann.	Bulkdensitet:	Ca. 1200 kg/m ³
Smelte/Frysepunkt:	Ikke relevant		
Densitet:	Ikke relevant		
Eksplosjonsomr., %-%:	Ikke eksplosivt		Løselighet i vann: Herder
Damptrykk:	Ikke relevant		
Metningskons.:			
Dekomponeringstemp.:	Rel. tetth. i m. luft(l=1):		
pH løsning:	Kokepunkt: Ikke relevant		
Flammepunkt:	Ikke brennbart		pH konsentrat: 12-13 (utrørt i vann)
Mølvekt:	Ikke relevant		Viskositet: Ikke relevant
Tenntemperatur:	Ikke relevant		Luktgrense: Luktfritt
Rel. damptetthet, (l=1):	Rel. fordampningshast.:		
Luftreaktiv:	Vannreaktiv:		Reagerer (herder)

10. STABILITET OG REAKTIVITET

STABILITET

Tørre sementprodukter må beskyttes mot fuktighet. Stabilt ved angitte lagringsbetingelser, lagringstid og håndtering.

MATERIALER SOM SKAL UNNGÅS

Reagerer med vann og herder.

FARLIGE SPALTNINGSPRODUKTER

Ingen.

ANNEN INFORMASJON

Holdes borte fra fuktighet.

11. OPPLYSNINGER OM HELSEFARE

GENERELT

Ved kontakt med vann dannes kalsiumhydroksid, som er etsende.

INNÅNDING

Irriterer luftveiene.

HUDKONTAKT

Irriterer huden.

ØYEKONTAKT

Fare for alvorlig øyeskade.

SVELGING

Svelging i store mengder kan gi irritasjon av slimhinner i munn og svelg, spiserør og mage/tarm.

AKUTTE OG KRONISKE SKADEVIRKNINGER

Ofte gjentatt eksponering utover administrativ norm for støv har blitt sett i sammenheng med betennelse i nesens slimhinner og med hoste.

ALLERGI

Sementens krominnhold < 2,0 mg/kg. For ømfintlige personer kan det være en mulig fare for kromallergi.

KREFT

Ikke kjent.

MUTAGENE EFFEKTER

Ikke kjent.

REPRODUKSJONSSKADE EFFEKTER

Ikke kjent.

12. OPPLYSNINGER OM MILJØFARE

NEDBRYTBARHET

Ikke biologisk nedbrytbar.

AKKUMULERING

Ikke bioakkumulerbar.

ØKOTOKSITET

Økologiske skader er verken kjent eller forventet under normal bruk. Innblanding av (større mengder) sement i vann vil imidlertid øke vannets pH-verdi, noe som kan ha en viss virkning inntil konsentrasjonen i vannet fortynnes.

ANNEN INFORMASJON

Sementandelen reagerer med vann og herder til et fast stoff. Innblanding i vann vil øke vannets pH-verdi og derfor ha en viss virkning på livet i vann inntil vannet er fortynnet/nøytralisert. Produktet anses ellers ikke å være giftig mot organismer.

13. FJERNING AV RESTER OG AVFALL

GENERELT

Tørt materiale feies eller støvsuges opp. Unngå støvdannelse. Tørt pulver kan anvendes/gjenvinnes som mørtel eller tilsettes vann for herding.

Rester av pulver klassifiseres som farlig avfall.

Herdet materiale er inaktivt og ikke klassifisert som farlig avfall. Det kan avhendes som byggavfall til deponering eller gjenvinning.

AVFALLSGRUPPER

Mulig avfallskoder.

10 13 14	betongavfall og betongslam
17 01 01	betong

14. OPPLYSNINGER OM TRANSPORT

Kjemikaliet er klassifisert som farlig gods:

 Ja

 Nei

 Ikke vurdert

Side 4 av 5

ANNEN INFORMASJON

Ikke farlig i forbindelse med transport under UN, IMO, ADR/RID og IATA/ICAO regler.

15. OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER**Fareklasse/Anm.****EF-Etikett:** Ja Nei Ikke vurdert**SAMMENSETNING**

Hvit portlandsement (10-30 %), Dolomitt (60-100%).

R-SETNINGER

R-37/38 Irriterer luftveiene og huden.

R-41 Fare for alvorlig øyeskade.

S-SETNINGER

S-2 Oppbevares utilgjengelig for barn.

S-22 Unngå innånding av støv.

S-26 Får man stoffet i øynene, skyll straks grundig med store mengder vann og kontakt lege.

S-28 Får man stoffet på huden, vask straks med store mengder vann.

S-36/37/39 Bruk egnede verneklær, vernhansker og vernebriller/ansiktsskjerm.

S-46 Ved svelging, kontakt lege omgående og vis denne beholderen eller etiketten.

Produktet reagerer sterkt alkalisk sammen med vann, av denne grunn må hud og øyne beskyttes.

REFERANSER

Forskrift om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier ((REACH).

Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier.

Stofflisten: Liste over farlige stoffer

Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfæren.

Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall.

Transport av farlig gods: ADR, RID, IMDG, IATA.

16. ANDRE OPPLYSNINGER**LEVERANDØRENS BEMERKNINGER**

Denne informasjon gjelder kun ovennevnte produkt, og behøver ikke nødvendigvis være gjeldende om produktet brukes sammen med et eller flere andre produkter, eller som del av en prosess.

Databladet er laget på basis av opplysninger gitt av produsenten. Det er den enkelte mottakers plikt å sørge for at informasjonen gitt i dette sikkerhetsdatabladet blir lest og forstått av alle som bruker, behandler eller på noen måte kommer i kontakt med produktet. Endringer i pkt. merket med X.

LISTE OVER ALLE RELEVANTE RISIKOSETNINGER

Nr.	R-Setningstekst
R37/38	Irriterer luftveiene og huden.
R41	Fare for alvorlig øyeskade.

UTGITT: 01.04.2010**REVISJONSOVERSIKT**

Versjon	Rev.dato	Ansvarlig	Endringer
001	01/04/2010	TAH/Weber - Saint-Gobain Byggevarer as	Ny

Vedlegg 9. Rambøll Analytics-resultater med minimum-, maksimum-, middel- og gjennomsnittsverdier

		Tunnelnavn																
Parameter		Stein.	Hem	Bløde.	Grim.	Hane.	Ørne.	Øste.	Bane.	Brat.	Kjør.	Kirk.	Vaba.	Pors.	Klei.	Fåne.	Strø.	Fosk.
STS mg/l	Min	310	5100	720	46	2000	1800	3200	310	1800	3900	9100	1200	860	2200	3700	45	6000
	Maks	1000	15000	1200	1400	4800	4100	5300	1300	7700	6600	11000	3300	3700	17000	31000	860	26000
	Mid	880	5700	1100	250	3700	3200	3900	750	3500	5200	9900	1200	1100	6100	11000	670	13000
	Gj. snitt	730	8600	1007	565	3500	3033	4133	787	4333	5233	10000	1900	1887	8433	15233	525	15000
Tot-N mg/l	Min	2,3	10	2,7	1,3	5,5	2,2	5,8	2,5	5,4	15	14	11	4,9	4,8	5,8	4,6	16
	Maks	6,2	29	5,9	4,1	10	15	17	4,8	14	25	24	25	12	25	13	6,2	26
	Mid	3,3	22	4,3	2,1	7,6	9,2	11	3,4	12	25	18	20	10	11	8,2	5,4	19
	Gj. snitt	3,9	20	4,3	2,5	7,7	8,8	11	3,6	10	22	19	19	9	14	9	5,4	20
P mg/l	Min	0,27	11	0,69	<0,20	2,7	12	2,1	0,3	2,1	3,5	11	9,5	1,8	3,3	1,9	<0,20	12
	Maks	1,1	46	1,1	0,87	12	30	7,1	1,6	12	8,5	15	18	7	27	24	1,3	32
	Mid	0,71	21	0,88	0,25	7,2	13	4,1	0,79	3,9	5,6	11	9,7	3,7	8,4	8,8	0,9	30
	Gj. snitt	0,7	26	0,9	0,4	7,3	18	4,4	0,9	6	5,9	12	12	4,2	13	12	0,7	25
Cd mg/l	Min	950	350	140	420	1400	36	58	170	240	170	160	140	300	300	200	960	22
	Maks	2400	700	260	2100	2600	390	830	490	410	820	310	180	380	1300	3800	1800	1100
	Mid	1700	390	180	2000	2100	170	710	460	270	680	240	140	200	410	950	1500	860
	Gj. snitt	1683	480	193	1507	2033	199	533	373	307	557	237	153	300	670	1650	1420	661
Al mg/l	Min	10000	160000	19000	920	58000	97000	99000	8000	130000	160000	200000	100000	21000	49000	46000	630	260000
	Maks	73000	400000	38000	54000	170000	120000	310000	48000	360000	290000	240000	270000	94000	41000	330000	17000	600000
	Mid	21000	170000	33000	9600	88000	140000	270000	22000	150000	260000	190000	200000	39000	13000	190000	12000	520000
	Gj. snitt	34667	243333	30000	21507	105333	119000	226333	26000	213333	236667	210000	190000	51333	19633	188667	9877	460000
Sb µg/l	Min	6,7	75	12	1,8	26	33	16	5,2	<1,0	83	150	63	22	59	14	9,8	120
	Maks	27	170	22	35	86	53	44	31	93	110	160	110	85	210	44	43	200
	Mid	13	91	19	7,4	37	34	24	15	1	110	160	100	40	110	41	29	190
	Gj. snitt	16	112	18	15	50	40	28	17	31	101	157	91	49	126	33	27	170

(As) µg/l	Min	<2,0	33	2,5	<2,0	19	14	9	<2,0	19	38	25	48	12	16	11	<2,0	120
	Maks	3,8	150	3,3	4	70	31	23	8,9	92	78	31	140	56	160	82	6,3	300
	Mid	<2,0	50	3	2,1	31	19	19	4,9	53	51	27	83	25	46	38	4,4	290
	Gj. snitt	1,3	78	2,9	2	40	21	17	4,6	55	56	28	90	31	74	44	3,6	237
(Ba) µg/l	Min	130	1400	180	200	450	470	340	110	1100	860	1500	1200	240	500	280	250	2200
	Maks	350	3600	250	240	1200	680	920	430	2600	1300	2200	3100	1000	3000	2200	340	5200
	Mid	160	1700	240	230	660	600	830	240	1100	1100	1900	2200	390	1200	1300	250	5000
	Gj. snitt	213	2233	223	223	770	583	697	260	1600	1087	1867	2167	543	1567	1260	280	4133
(Hg) µg/l	Min	<0,2	0,26	<0,2 0	<0,2 0	<0,20	0,28	<0,20	<0,2	<0,20	<2,0	0,62	0,23	<0,20	<0,2	<0,2	<0,20	1,1
	Maks	0,24	0,59	<0,2 0	<0,2 0	0,41	0,69	0,2	0,24	0,42	0,31	0,72	0,72	0,22	1,1	1,2	<0,20	1,9
	Mid	<0,2	0,32	<0,2 0	<0,2 0	<0,20	0,6	<0,20	<0,2	0,27	2,1	0,62	0,43	<0,20	0,38	0,59	<0,20	1,5
	Gj. snitt	0,08	0,39	<0,2 0	<0,2 0	0,14	0,5	0,07	0,08	0,23	0,17	0,65	0,46	0,07	0,5	0,6	<0,20	1,5
(Ag) µg/l	Min	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	Maks	<2,0	2,5	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,9	3,4	<2,0	5,7
	Mid	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	5
	Gj. snitt	<2,0	0,83	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	1	1,1	<2,0	3,6
(Cd) µg/l	Min	<0,20	0,88	<0,2 0	<0,2 0	0,76	0,6	0,68	<0,20	0,63	0,91	1,5	3,6	0,4	0,71	<0,2	<0,20	<0,20
	Maks	<0,20	3,5	0,32	<0,2 0	2,1	1,2	1,2	0,35	3,1	1,4	2	5,8	1,8	4,8	2,8	<0,20	11
	Mid	<0,20	1,6	0,3	<0,2 0	0,93	0,85	1,1	0,24	1,3	1,3	1,8	4	0,75	1,6	1,4	<0,20	11
	Gj. snitt	<0,20	2	0,2	<0,2 0	1,3	0,9	1	0,2	1,6	1,2	1,8	4,5	1	2,4	1,4	<0,20	7,3
(K) µg/l	Min	13000	52000	5500 0	2600 0	37000	14000	26000	8900	60000	91000	40000	45000	14000	17000	29000	12000	130000
	Maks	32000	110000	1300 00	5100 0	59000	53000	88000	27000	130000	110000	44000	95000	57000	70000	88000	18000	160000
	Mid	21000	70000	8100 0	5100 0	44000	21000	31000	18000	70000	95000	44000	62000	47000	41000	47000	13000	150000
	Gj. snitt	22000	77333	8866 7	4266 7	46667	29333	48333	17967	86667	98667	42667	67333	39333	42667	54667	14333	146667
(Ca) µg/l	Min	41000	210000	4400 0	6200 0	190000	97000	120000	31000	200000	280000	200000	360000	130000	12000 0	150000	76000	740000
	Maks	61000	990000	6200 0	6600 0	460000	160000	320000	60000	100000 0	530000	270000	980000	370000	11000 00	180000 0	93000	2700000
	Mid	46000	360000	5800 0	6500 0	250000	140000	250000	43000	370000	390000	210000	560000	150000	33000 0	660000	77000	2400000

	Gj. snitt	49333	520000	54667	64333	300000	132333	230000	44667	523333	400000	226667	633333	216667	516667	870000	82000	1946667
(Co) µg/l	Min	11	76	20	2,3	52	94	75	8,7	47	84	230	120	23	51	49	9,7	300
	Maks	44	290	37	36	190	160	240	48	210	160	270	310	100	400	360	24	810
	Mid	29	120	30	8,4	91	150	190	24	81	120	240	190	40	140	220	18	790
	Gj. snitt	28	162	29	16	111	135	168	27	113	121	247	207	54	197	210	17	633
(Cr) µg/l	Min	11	240	27	<5,0	220	100	150	11	360	550	300	450	100	190	68	5,1	1800
	Maks	68	930	52	68	810	160	490	64	1200	1100	340	1300	471	1700	520	51	3400
	Mid	31	340	44	14	350	140	430	32	570	860	310	890	210	490	300	37	2900
	Gj. snitt	37	503	41	27	460	133	357	36	710	837	317	880	260	793	296	31	2700
(Cu) µg/l	Min	49	750	130	7,6	290	380	430	81	310	590	1400	1000	250	570	220	24	2700
	Maks	250	2600	250	220	1100	610	1500	420	1500	870	1400	1900	1100	3800	1500	350	7200
	Mid	190	1200	210	56	480	560	1200	210	580	790	1400	1300	530	1400	990	190	6700
	Gj. snitt	163	1517	197	95	623	517	1043	237	797	750	1400	1400	627	1923	903	188	5533
(Pb) µg/l	Min	3,5	99	10	<2,0	42	100	40	8,6	56	81	170	150	33	83	67	3,8	710
	Maks	23	340	23	17	180	160	120	41	260	160	210	290	170	580	570	51	2400
	Mid	14	140	18	4,9	72	140	95	20	97	120	190	200	63	190	280	30	2200
	Gj. snitt	14	193	17	7,3	98	121	85	23	138	120	190	213	89	284	306	28	1770
(Mg) µg/l	Min	11000	58000	20000	15000	50000	46000	64000	5500	41000	91000	110000	59000	33000	33000	26000	130000	140000
	Maks	24000	200000	38000	23000	99000	74000	180000	20000	130000	120000	120000	160000	61000	23000	310000	220000	390000
	Mid	14000	78000	33000	16000	67000	65000	160000	11000	68000	61000	120000	100000	17000	84000	130000	150000	390000
	Gj. snitt	16333	112000	30333	18000	72000	61667	134667	12167	79667	90667	116667	106333	37000	115667	155333	166667	306667
(Mn) µg/l	Min	620	4000	720	610	1600	2900	1400	210	4600	4100	6800	33000	3300	1800	1200	630	9200
	Maks	1400	18000	1100	880	5300	4400	4800	1200	23000	7700	8000	72000	15000	18000	11000	840	30000
	Mid	710	6100	880	610	2500	4100	3400	600	7500	6200	6900	51000	5900	6100	5900	690	28000
	Gj. snitt	910	9367	900	700	3133	3800	3200	670	11700	6000	7233	52000	8067	8633	6033	720	22400
(Mo) µg/l	Min	6,2	35	8,2	7,3	21	14	17	3,1	2,3	25	37	25	10	20	30	19	150
	Maks	10	120	8,8	7,4	50	30	74	12	30	39	43	65	33	160	94	25	310
	Mid	8,8	46	8,7	7,4	27	15	44	7	14	34	41	54	16	53	36	20	290
	Gj. snitt	8,3	67	8,6	7,4	33	20	45	7,4	15,4	32,7	40	48	20	78	53	21	250

I/gd (N)	Min	660000	330000	180000	360000	160000	32000	110000	110000	230000	190000	140000	180000	180000	300000	230000	380000	300000
	Maks	1800000	600000	310000	1300000	3100000	340000	610000	310000	510000	600000	340000	240000	350000	920000	2300000	890000	750000
	Mid	1100000	340000	190000	1300000	2200000	130000	440000	300000	490000	520000	210000	230000	300000	400000	560000	520000	590000
	Gj. snitt	1186667	423333	226667	986667	2300000	167333	386667	240000	410000	436667	230000	216667	276667	540000	1030000	596667	546667
I/gd (N)	Min	12	160	20	<5,0	100	90	250	19	200	370	270	340	77	100	110	20	950
	Maks	65	560	39	51	380	150	850	110	980	720	310	1100	330	830	450	38	1700
	Mid	37	220	32	11	170	140	650	48	390	530	270	640	140	260	410	29	1700
	Gj. snitt	38	313	30	21	217	127	583	59	523	540	283	693	182	397	323	29	1450
I/gd (S)	Min	21	270	38	4,9	120	120	120	19	330	350	250	140	46	120	65	5,2	370
	Maks	140	390	69	110	280	170	250	85	890	510	350	300	160	460	290	40	570
	Mid	36	290	67	24	180	120	250	44	400	410	260	260	76	240	210	40	430
	Gj. snitt	66	317	58	46	193	137	207	49	540	427	287	233	94	273	188	25	457
I/gd (aE)	Min	9900	140000	24000	6300	55000	150000	95000	10000	66000	120000	340000	120000	34000	74000	54000	3100	350000
	Maks	57000	610000	46000	43000	200000	230000	320000	63000	220000	240000	380000	360000	140000	690000	480000	28000	1000000
	Mid	26000	190000	38000	11000	89000	22000	25000	30000	130000	190000	340000	250000	55000	220000	270000	21000	990000
	Gj. snitt	30967	313333	36000	20100	11467	20000	221667	34333	138667	183333	353333	243333	76333	328000	268000	17367	780000
I/gd (uZ)	Min	430	5200	580	51	2600	2000	1500	480	1500	6700	8900	5300	1100	2300	1300	350	13000
	Maks	2000	13000	1800	1400	7500	4100	4300	2700	7400	13000	11000	8400	6000	15000	7600	1700	41000
	Mid	1800	6500	1300	390	3300	2600	2800	1100	2800	7100	11000	5700	2700	5300	5300	650	39000
	Gj. snitt	1410	8233	1227	614	4467	2900	2867	1427	3900	8933	10300	8467	3267	7533	4733	833	31000
I/gd (LL)	Min	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	1,4	1,7	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Maks	<1,0	2,4	<1,0	<1,0	1,6	1,1	1,2	<1,0	3,3	2,3	2,1	2,6	<1,0	2,6	4,9	<1,0	5,4
	Mid	<1,0	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	1	1,1	<1,0	1,4	2,1	1,8	2,2	<1,0	<1,0	2,7	<1,0	3,9
	Gj. snitt	<1,0	1,8	<1,0	<1,0	0,5	0,7	0,8	<1,0	1,9	1,9	1,9	1,6	<1,0	0,87	2,5	<1,0	3,1
I/gd (V)	Min	18	380	52	3,1	180	260	200	19	200	370	500	270	57	190	140	2,9	950
	Maks	120	1600	100	110	660	450	710	120	730	700	680	800	280	1800	1100	69	3200
	Mid	43	530	92	21	300	330	640	57	380	570	520	640	120	560	530	53	2300
	Gj. snitt	60	837	81	45	380	347	517	65	437	547	567	570	152	850	590	42	2150

(W) µg/l	Min	56	170	63	25	300	510	130	32	<5,0	130	660	110	26	96	180	6,8	740
	Maks	200	190	110	76	920	900	250	190	110	220	710	240	110	540	980	44	1200
	Mid	110	180	90	36	490	820	220	98	<5,0	220	670	150	51	220	540	28	870
	Gj. snitt	122	180	88	46	570	743	200	107	36,7	167	680	167	62	285	567	26	937
PAHs µg/l	Min	0,92	31,4	1,9	0,4	5,1	5,6	5,5	2,1	6,5	14,8	15,1	14,1	1,5	5,5	3,5	0,1	37,2
	Maks	13,6	76,7	3,6	5,2	28	22,4	20	23,3	28,8	23,2	32	63,4	38,2	18,7	31,1	6,5	155,1
	Mid	4,6	36,6	2,8	0,8	10,5	12,3	7,5	10	19	16,5	18,6	28	6,4	12,5	21,5	2,2	145,8
	Gj. snitt	6,4	48	2,8	2,1	15	13	11	12	18	18	22	35	15	12	19	2,9	113
TPHs mg/l	Min	0,91	15	1,6	0,08	7,3	10	6,2	2	4,3	11	20	23	7	11	11	0,22	80
	Maks	2,7	25	2,5	2,4	15	19	10	8,9	17	20	25	61	31	37	30	3,2	1200
	Mid	2,6	20	1,9	0,74	11	13	9,9	5,5	11	15	21	23	21	16	22	2,4	280
	Gj. snitt	2,1	20	2	1,1	11	14	8,7	5,5	11	15	22	36	22	21	21	1,9	520
(DOC)	Min	15	69	17	14	35	2,7	4,6	14	22	69	11	40	25	34	9,9	18	68
	Maks	91	190	90	25	110	24	24	56	47	120	20	220	90	50	21	38	100
	Mid	74	130	55	18	100	9	20	30	42	95	15	160	74	47	13	19	96
	Gj. snitt	60	130	54	19	82	12	16	33	37	95	15	140	63	44	15	25	88
(F) mg/l	Min	0,12	<0,50	<0,10	0,1	0,37	0,11	<0,50	0,13	0,21	<0,50	0,4	0,32	0,2	<0,2	0,74	0,48	0,74
	Maks	0,14	<0,50	<0,10	0,14	0,39	0,53	<0,50	0,15	0,32	0,32	0,56	0,5	0,54	0,34	1,4	0,59	1,1
	Mid	0,14	<0,50	<0,10	0,14	0,38	0,28	<0,50	0,15	0,27	0,27	0,53	0,4	0,23	<1,0	1,3	0,55	0,76
	Gj. snitt	0,13	<0,50	<0,10	0,13	0,38	0,3	<0,50	0,14	0,27	0,2	0,5	0,4	0,3	0,11	1,2	0,54	0,87
(Ba) µg/l	Min	130	1400	180	200	450	470	340	110	1100	860	1500	1200	24	500	280	250	2200
	Maks	350	3600	250	240	1200	680	920	430	2600	1300	2200	3100	1000	3000	2200	340	5200
	Mid	160	1700	240	230	660	600	830	240	1100	1100	1900	2200	390	1200	1300	250	5000
	Gj. snitt	213	2233	223	223	720	583	697	260	1600	1087	1867	2167	543	1567	1260	280	4133
(Se) µg/l	Min	<2,0	4,1	<2,0	<2,0	<2,0	2,7	4,6	<2,0	<2,0	2,3	3,8	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	5,3
	Maks	<2,0	16	<2,0	<2,0	3,4	4,6	6,2	2,7	4,8	4,5	4,8	6,4	2,8	9,3	9	<2,0	14
	Mid	<2,0	5,5	<2,0	<2,0	<2,0	3,3	5,8	<2,0	2,6	2,9	4,6	4,4	<2,0	3,1	5	<2,0	12
	Gj. snitt	<2,0	8,5	<2,0	<2,0	1,1	3,5	5,5	0,9	2,5	3,2	4,4	3,6	0,9	4,1	4,7	<2,0	10

(Sn) µg/l	Min	4,7	120	17	<2,0	32	43	23	7,8	<2,0	76	130	82	27	73	20	<2,0	380
	Maks	32	390	32	24	130	75	52	51	84	110	130	230	140	510	150	31	780
	Mid	12	150	27	5,1	53	50	45	25	7,6	98	130	160	54	180	84	20	670
	Gj. snitt	16	220	25	9,7	72	56	40	28	30,5	95	130	157	74	254	85	17	610
(Ti) µg/l	Min	4,7	14000	1300	40	4900	4400	5400	470	310	11000	10000	5100	1400	6000	2500	61	25000
	Maks	32	53000	2500	2200	17000	6000	18000	2800	11000	20000	15000	19000	6700	65000	22000	2800	86000
	Mid	12	18000	2100	410	7800	4400	17000	1300	680	16000	11000	17000	2400	20000	12000	2300	51000
	Gj. snitt	16	28333	1967	883	9900	4933	13467	1523	3997	15667	12000	13700	3500	30333	12167	1720	54000
(U) µg/l	Min	0,75	15	1,4	<0,5 0	4,2	4,8	16	5	5,3	8,8	11	8,7	4	4,6	56	1,7	28
	Maks	2,3	58	2,1	1,3	14	9,7	44	10	15	16	15	23	10	36	1000	2	180
	Mid	1,3	21	1,8	0,58	6,9	6,7	36	7,1	10	11	12	17	4,7	12	340	1,8	170
	Gj. snitt	1,5	31	1,8	0,63	8,4	7	32	7,4	10	12	13	16	6,2	18	465	1,8	126
(SO4) µg/l	Min	23	17	7,2	5,5	60	5,8	7,3	35	19	14	24	21	47	9,5	17	17	8,3
	Maks	30	38	26	13	98	52	110	37	32	35	42	32	60	15	74	31	11
	Mid	28	17	11	8,1	78	20	110	36	22	32	34	21	54	11	54	22	9,8
	Gj. snitt	27	24	15	8,9	79	26	76	36	24	27	33	25	54	12	48	23	9,7