

# Renholdsforsøk i tunnel og gate i Trondheim våren 2015

Strindheimtunnelen og Haakon VII gate

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 619



Brynhild Smisberg



## Tittel

Renholdsforsøk i tunnel og gate i Trondheim våren 2015

## Undertittel

Strindheimtunnelen og Haakon VII gate

## Forfatter

Brynhild Snilsberg og Dagfin Gryteselv, med flere

## Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

## Seksjon

Vegteknologi

## Prosjektnummer

604144

## Rapportnummer

Nr. 619

## Prosjektleder

Brynhild Snilsberg

## Godkjent av

Øystein Larsen

## Emneord

Drift, renhold, vasking, utstyr, feiemaskin, tunnel, gate, svevestøv, PM10, dokumentasjon

## Sammendrag

Det er gjennomført renholdsforsøk for å dokumentere effekt av rengjøringstiltak med ulike metoder/maskiner, med tanke på å forbedre utstyr og metoder for rengjøring av vegoverflate og tunnelhvelv. Ulike typer utstyr som finnes for rengjøring av tunnel og veg ble sammenlignet, og forskjeller i effekt ble dokumenterte gjennom bruk av ulike metoder (renhet, lyshet, tekstur, restfukt og miljøparametre).

## Title

Road cleaning in tunnel and street in Trondheim, spring 2015

## Subtitle

Strindheim tunnel and Haakon VII street

## Author

Brynhild Snilsberg and Dagfin Gryteselv, et.al.

## Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

## Section

Road Technology

## Project number

604144

## Report number

No. 619

## Project manager

Brynhild Snilsberg

## Approved by

Øystein Larsen

## Key words

Maintenance, cleaning, equipment, tunnel, street, road dust, PM10, documentation

## Summary

To document methods and equipment for cleaning of tunnels and roads, field tests were performed with different machinery and documentation methods (cleanness, light emission, texture, humidity and environmental parametres).



## Forord

Det ble gjennomført renholdsforsøk i Trondheim 20.–22. april 2015 i Strindheimtunnelen og i Haakon VII gate for å dokumentere effekt av rengjøringstiltak med ulike metoder/maskiner, med tanke på å forbedre utstyr og metoder for rengjøring av vegoverflate og tunnelhvelv. Ulike typer utstyr som finnes for rengjøring av tunnel og veg ble sammenlignet, og forskjeller i effekt ble dokumentert gjennom bruk av ulike metoder, som er nærmere beskrevet i rapporten.

Dette var et samarbeidsprosjekt mellom Mesta AS, Trondheim Bydrift, VeimAS og Statens vegvesen. Vi ønsker å gi en stor takk til alle involverte, og spesielt entreprenørene som stilte opp for å delta i forsøket. Statens vegvesen har dekt de fleste kostnadene, men entreprenørene har selv stilt med mannskap og utstyr for egen regning. Vi vil også takke alle bidragsytere fra Statens vegvesen i Region midt. I tillegg bidro Statens väg- og transportforskningsinstitut i Sverige (VTI) og Norconsult med målinger.

Brynhild Snilsberg og Dagfin Gryteselv

Trondheim, juni 2016



## Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Innholdsfortegnelse.....	4
1. Sammendrag .....	8
1.1 Feiemaskiner/gaterenhold.....	8
1.2 Tunnelvask.....	8
1.3 WDS (wet dust sampler).....	8
1.4 Lyshet.....	9
Måling av luminans og illuminans .....	9
A4 ark med fargeskala .....	9
1.5 Tekstur.....	10
Sandpatch .....	10
Målebil .....	10
1.6 Restfukt.....	10
1.7 Miljøanalyser .....	11
1.8 Kunnskapsoppbygging .....	11
2. Innledning .....	12
2.1 Strindheimtunnelen .....	13
2.2 Haakon VII gate .....	14
3. Bakgrunn .....	15
3.1 Strindheimtunnelen – beregnet asfaltslitasje .....	16
3.2 Haakon VII gate – beregnet asfaltslitasje .....	16
4. Formål .....	17
4.1 Renhold i tunnel .....	17
4.2 Renhold av veger og gater.....	19
5. Utstyr.....	20
5.1 Såpe .....	20
5.2 Fremgangsmåte.....	20
5.2.1 Strindheimtunnelen – fremgangsmåte .....	20
5.2.2 Haakon VII gate – fremgangsmåte.....	21
5.3 Felt 1: Mesta Møre og Romsdal.....	21
5.3.1 Såpebil .....	21
5.3.2 Vaskebil .....	21
5.3.3 Feiebil (Maskin 1) .....	22



5.3.4 Fremgangsmåte .....	24
5.4 Felt 2: Mesta Trondheim.....	25
5.4.1 Såpebil .....	25
5.4.2 Vaskebil .....	25
5.4.3 Feiebil (Maskin 2) .....	26
5.4.4 Fremgangsmåte .....	27
5.5 Felt 3: VeimAS og Trondheim Bydrift .....	28
5.5.1 Vaskebil .....	28
5.5.2 Feiebil (Maskin 3) .....	30
6. Forsøksplan .....	33
7. Dokumentasjon .....	34
7.1 Lyshet.....	34
7.1.1 A4 ark med fargeskala .....	34
7.1.2 Måling av luminans og illuminans .....	34
7.2 Teksturmåling .....	35
7.2.1 Sandpatch .....	36
7.2.2 Teksturmåling med målebil – ViaPPS.....	38
7.3 Renhet på vegbanen .....	39
7.3.1 Wet Dust Sampler (WDS).....	39
7.4 Måling av fukt på vegbanen.....	42
8. Prøvetaking.....	43
8.1 Vaskevann .....	43
8.2 Slam .....	44
8.3 Støvdepot .....	44
9. Resultater .....	45
9.1 Strindheimtunnelen .....	45
9.1.1 Lyshet .....	46
9.1.2 Teksturmåling.....	47
9.1.3 Renhet på vegbanen.....	48
9.1.4 Restfukt på vegbanen.....	50
9.2 Haakon VII gate .....	50
9.2.1 Renhet.....	50
9.2.2 Restfukt .....	52
9.2.3 Tekstur – ViaPPS.....	53

9.3 Miljøanalyser .....	54
9.3.1 Vaskevann.....	54
9.3.2 Slam.....	54
10. Konklusjoner .....	57
10.1 WDS (wet dust sampler).....	57
10.2 Lyshet.....	58
Måling av luminans og illuminans .....	58
A4 ark med fargeskala .....	58
10.3 Tekstur.....	59
Sandpatch .....	59
Målebil .....	59
10.4 Restfukt.....	59
10.5 Miljøanalyser .....	59
10.6 Kunnskapsoppbygging .....	60
11. Forslag til videre arbeid .....	61
Vedlegg 1: Prosedyrer for prøvetaking av vaskevann og slam.....	63
Instruks for prøvetaking av tunnelvaskevann (NORWAT).....	63
Prosedyre prøvetaking av tunneler for vaskekontrakt i Møre og Romsdal .....	65
Instruks om behandling av tunnelslam for tunnelvaskeprosjektet i Møre og Romsdal 2015 .....	68
Vedlegg 2: Forurensning fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate i Trondheim – Notat. 75	
Vedlegg 3: Resultater fra kjemiske analyser.....	89
Strindheimtunnelen .....	89
Vaskevann og slam.....	89
Vaskevann, detaljer .....	92
Slam, detaljer .....	98
Haakon VII gate .....	107
Slam .....	107
Vedlegg 4: Teksturdata.....	111
MTD – Mean Texture Depth, Sandpatch ASTM E965, Strindheimtunnelen.....	111
MPD, Mean Profile Depth – ViaPPS, Strindheimtunnelen.....	112
MPD – Mean Profile Depth, ViaPPS, Haakon VII’2 gate .....	114
Vedlegg 5: Eksempler på spesifikasjon til renhold og støvdemping fra Oslo og Trondheim .....	117
Kontrakt 0303 Riksveger Oslo 2016–2021, D1 Beskrivelse del (utdrag) .....	117

Kontraktutforming tunnelvask Region midt. Dokument D1, Beskrivelse, 2015 .....	132
Vedlegg 6: Rapport fra Norconsult på lyshetsmåling i tunnel .....	169
Vedlegg 7: Rapport fra VTI på renhet av vegbanen .....	189
Vedlegg 8: Sikkerhetsdatablad på maling i Strindheimtunnelen.....	227
Vedlegg 9: Sikkerhetsdatablad for såpe .....	231
Vedlegg 10: Asfaltresepter .....	239
Vedlegg 11: Bilder fra Strindheimtunnelen.....	241
Vedlegg 12: Bilder fra Haakon VII gate.....	243
Vedlegg 13: Nyhetssak på Vegveven, Etat.....	247
Vedlegg 14: Kontaktpersoner .....	257

## 1. Sammendrag

Renholdsforsøk ble utført i Trondheim våren 2015 i tunnel (Strindheimtunnelen, betonghvelv) og gate (Haakon VII gate). De ulike maskinene som ble brukt i forsøkene er nærmere beskrevet i rapporten. Det ble rengjort tre felt på hvert sted og ulike teknikker for å dokumentere renhet ble prøvd: måling/prøvetaking av støv på vegbanen med WDS (wet dust sampler), måling av lyshet i tunnel, måling av tekstur på vegbanen, og måling av gjenværende fukt på vegbanen. I tillegg ble det tatt prøver av vaskevann og slam for miljøanalyser.

### 1.1 Feiemaskiner/gaterenhold

- **Maskin 1:** Frontkost. Tverrgående midtkost og kantsteinskost. Roterende spyledyser og kraftig oppsug («rotorclean»). Kjørehastighet 2–3 km/t.
- **Maskin 2:** Frontkost. Tverrgående midtkost og kantsteinskost. Kjørehastighet 7–8 km/t.
- **Maskin 3:** Tverrgående midtkost, kantsteinskost og ugrasskost. Høytrykksspyling og kraftig oppsug. Kjørehastighet 7–10 km/t.

### 1.2 Tunnelvask

- **Felt 1:** Feiing med Maskin 1. Såpepålegging. Spyling av armatur. Vasking av vegg med poleringsbørste. Feiing med Maskin 1.
- **Felt 2:** Feiing med Maskin 2. Såpepålegging. Spyling av armatur. Vasking av vegg med børste. Feiing med Maskin 2.
- **Felt 3:** Feiing med Maskin 3. Såpepålegging. Spyling av armatur. Vasking av vegg med høytrykksspyling med vann i kombinasjon med høytrykk luft. Feiing med Maskin 3.

### 1.3 WDS (wet dust sampler)

Prøvetaking med WDS for å måle mengde støv på vegen (partikkelstørrelse mindre enn 180 mikrometer) før og etter rengjøring viste at det er store forskjeller på effekten på vegoverflaten av rengjøring i tunnel og veg:

- **Strindheimtunnelen:** I tunnel øker støvmengden på vegen etter rengjøring for alle tre feiemaskiner. Dette kan skyldes at store mengder støv vaskes ned fra tak og vegger som ikke blir samlet godt nok opp av feiemaskinene etterpå. I tillegg brukes det såpe på tunneltak og -vegger som renner ned på vegen etter vask, noe som kan føre til at støv som er sementert i teksturen til vegoverflaten løsner bedre og blir mer tilgjengelig etter vask. Tunnelen har også grovere overflatetekstur (som har Ska 16) enn Haakon VII gate (som har Ska 11).
- **Haakon VII gate:** I gatemiljø reduseres støvmengden med 92 % for Maskin 1, 65 % for Maskin 3, mens Maskin 2 ikke klarer å redusere støvmengden på vegen. For Maskin 3 ser vi at renholdseffekten er dårlig på venstre side av bilen (mot midten av vegbanen), og at dette ga et lavere gjennomsnittstall for redusert støvmengde.

Det kan se ut til at kraftig oppsug er mest effektivt for å fjerne vegstøv, men at roterende dyser med høytrykksspyling er viktig for å få løsnet støvet fra vegen. Lavere kjørehastighet gir bedre renhet på vegbanen, men vil påvirke fremdriften og ressursbruk.

Resultater fra renhetsmåling med WDS utført av VTI foreligger som egen rapport:

- VTI rapport 883 (se Vedlegg 7) <http://www.vti.se/sv/publikationer/utvardering-av-stadmaskiners-formaga-att-reducera-vagdammforradet-i-gatu--och-tunnelmiljoer-i-trondheim/>

Erfaringene fra tunnelvaskingen viser at man kanskje bør ha mindre fokus støv som er grodd fast i teksturen i asfalten, og heller konsentrere renholdet på løsere støv på vegbanen, bankett og havarilommer/snusnisjer. Det bør være større frekvens på feiing av veibane, bankett, havarilommer/snusnisjer og lignende, og færre halv- og helvasker i tunnel.

## 1.4 Lyshet

### Måling av luminans og illuminans

I tunnel kan måling av lyshet være en viktig parameter for å vurdere forbedring/effekt/renhet av tunneltak og -vegger. Lyshetsmålingene viser at Felt 3 hadde en dårligere forbedring enn Felt 1 og 2:

- Lyshetsmålinger av tunnelvegg foretatt av Norconsult viser at Felt 1 og 2 hadde en tilnærmet lik lysteknisk forbedring på henholdsvis 14,8 % og 14,4 %, mens Felt 3 hadde en signifikant lavere forbedring på 9,8 %.
- Tilsvarende for måling av lyshet på tunnelvegg med fargeskala (fra 10 - 100 %, der 100 % er svart og 10 % er hvitt) hadde alle tre felt en renhet på 35 % før vask. Etter vask hadde Felt 1 og 2 en renhet på 15 % og Felt 3 en renhet på 25 %.

I Felt 1 og 2 ble tunneltak og -vegg rengjort både med høytrykksspyling og mekanisk med børster, i Felt 3 ble kun høytrykksspyling utført. Det kan derfor se ut til at kun høytrykksspyling ikke er tilstrekkelig for å få rengjort tak og vegg i tunnel med betonghvelv, men at det også er behov for mekanisk påvirkning.

Såpe ble sprayet på armatur/tak og tunnelvegger før høytrykksspyling, og alle tre felt hadde samme type såpe (Careq Bussvask med voks) og konsentrasjon (10 %) så det ikke skulle være en variabel i forsøkene. Vi testet altså ikke vask uten bruk av såpe eller forskjellig konsentrasjon av såpe, noe som kan være aktuelt som parameter i et nytt forsøk.

Resultater fra lyshetsmåling utført av Norconsult foreligger som egen rapport (se Vedlegg 6).

### A4 ark med fargeskala

Lyshet ble også målt med en fargeskala fra 10 - 100 % der 10 er helt hvitt og 100 % er helt svart. Det ble vurdert hvor på skalaen tunnelveggen lå før og etter vask:

- **Før vask:**
  - **Felt 1, Felt 2. og Felt 3:** Tunnelveggen i alle felt hadde en renhet på 35 %.
- **Etter vask:**
  - **Felt 1:** Veggen hadde en renhet på 15 %. Nedre del ca. 50 cm opp fra bankett lå på 30 %. Det samme var området rundt skilt og skap (30 %)



- **Felt 2:** Veggen hadde en renhet på **15 %** (snitt på hele veggen). Området rundt skilt og skap 30 %
- **Felt 3:** Veggen hadde en renhet på **25 %** (snitt på hele veggen) Området rundt skilt og skap 25 %

Disse resultatene er i samsvar med måling av luminans og illuminans, og er en enkel, rask og lite ressurskrevende metode. Men den er avhengig av at tunnelveggen er malt med en type maling som ikke endrer farge over tid og er lett å rengjøre.

## 1.5 Tekstur

Tekstur sier noe om overflateruheten til asfalten. Hvis det ligger mye skitt i teksturen som blir fjernet ved rengjøring, vil det bli større ruhet (økende tekstur) på vegoverflaten etter vasking. Tekstur ble målt før og etter rengjøring for å se om det er mulig å bruke dette som et mål på forbedring, og ble målt med Sandpatch metoden som måler MTD (mean texture depth), og med Statens vegvesen sin målebil ViaPPS som måler MPD (mean profile depth).

### Sandpatch

**Strindheimtunnelen:** Resultater viser varierende resultater avhengig av utstyr og plassering i tverrprofilen. I to felt er det registrert redusert tekstur: Felt 1, indre spor og Felt 2, ytre spor. Felt som kan se ut har fått økt tekstur er: Felt 1 Mellom spor (sannsynlighet 0,99), Felt 3 Indre spor (sannsynlighet 0,99) og Mellom spor (sannsynlighet 0,93)

### Målebil

**Strindheimtunnelen:** Resultater viser at alle felt/maskiner har gitt signifikant høyere tekstur (MPD) mellom hjulspor etter rengjøring. For indre hjulspor (venstre), er det bare i Felt 1 vaskingen har gitt signifikant høyere tekstur.

**Haakon VII gate:** Resultater viser at ingen felt/maskiner har gitt signifikant høyere tekstur etter vasking ut fra MPD-målingene med ViaPPS.

Ut fra disse resultatene ser vi at tekstur ikke kan brukes som et godt mål på effekt av rengjøring av vegbane.

## 1.6 Restfukt

Fukt på vegen etter vask ble registrert i tunnel og gate med Wettex-kluter. Hensikten med å måle restfukt er å se hvor effektivt rengjøringsbilene suger opp vaskevann ved å registrere mengde vann som ligger igjen på vegen etter rengjøring. Forsøkene viste at kraftig baksug er viktig for å få fjernet vann på vegoverflaten.

**Strindheimtunnelen:** Resultatene viser at maskinen i Felt 1 fjerner restvannet fra vaskingen mest effektivt (restfukt 21 g/m<sup>2</sup> og effekt på 94 %). Videre følger Felt 3 og til slutt Felt 2, der det er mye vann igjen på vegbanen etter siste oppsug.

**Haakon VII gate:** Resultater viser at maskinen i Felt 1 etterlater vegoverflatene tilnærmet tørr etter oppsug. De to andre maskinen har tilnærmet samme resultat med restfukt på ca. 100 g/m<sup>2</sup> (tilsvarende vannfilm på 0,1 mm).

## 1.7 Miljøanalyser

Vaskevann og slam har tilstandsklasser «Dårlig–Svært dårlig».

**Vaskevann (Strindheimtunnelen):** Konsentrasjonene er svært høye og de ulike metallene overskrider alle AA (årlig gjennomsnitt) og MAC (maks konsentrasjon) verdien i vannforskriften. I tillegg klassifiseres kobber, krom og sink som svært akutt giftig (klasse V).

**Slam (Strindheimtunnelen og Haakon VII gate):** Forurensningsgraden i slamprøvene fra Strindheimstunnelen og Haakon VII er relativt lave hvis man bruker tilstandsklasser for forurenset grunn som grunnlag. For metallene og total PAH så er konsentrasjonene i klasse 1 «Meget god» (klasse 1 er sammenfallende med normverdien). Unntaket er hydrokarboner som for Strindheimstunnelen klassifiseres i klasse 5 «Svært dårlig» og anses som farlig avfall. For Haakon VII gate er innholdet av hydrokarboner noe lavere og klassifiseres i klasse 4 «Dårlig».

Miljømessig bør man også redusere eller slutte å bruke såpe med tanke på utlekking av farlige komponenter til omgivelsene, spesielt gjelder dette tungmetaller som løses opp og ikke blir fanget opp i rensebassengene. For å begrense bruk av såpe i tunnel og slitasje på vifter bør man intensivere renhold av vegbane og bankett slik at man fjerner støvet jevnlig.

Arbeidsmiljømessig kan såpen også ha skadelige effekter, og krever verneutstyr for sikker håndtering og bruk (Vedlegg 9).

Impregnering, maling og såpebruk i tunnel kan svekke eller gi utilsikta skadeeffekter på tunnelinnstallasjoner.

## 1.8 Kunnskapsoppbygging

Renhold er en driftsoppgave som gjennomføres i driftskontrakter på regionsnivå. Mye av utstyrsutviklingen og kompetanseoppbyggingen har foregått der. Kunnskap om renhold krever samarbeid mellom mange fagmiljø i Statens vegvesen: vann, luft, tunnel, elektro, betong, vegdekker, miljø m.m. Det kan derfor være fornuftig å sette dette i system og gjennomføre et større FoU prosjekt på renhold av tunnel, gater og veger. På kort sikt kan det være fornuftig å gjennomføre fagdager og enkle forsøk.

## 2. Innledning

Vegdekker slites hele året, men spesielt vinterstid pga. piggdekk, kjettinger og sanding. Dette kan føre til akkumulering av støv og skitt langs veger, gater og tunneler som kan forårsake dårlig luftkvalitet, dårlig sikt og dårlig visuell opplevelse. For å minimere dette problemet bør det gjennomføres renholdstiltak på en effektiv måte.

Renholdsforsøk ble gjennomført i Trondheim tre uker etter påska i 2015:

- Strindheimtunnelen (Rv706) 20.–21. april 2015 kl. 22–06: første helvask etter vinteren
- Haakon VII gate (Fv868) 21.–22. april 2015 kl. 22–06: første rengjøring etter vinteren



Figur 1: Beliggenhet til forsøksstedene

Forsøkene er omtalt internt på Statens vegvesen sine intranettsider (se også Vedlegg 13):

<http://intranett.vegvesen.no/Etat/anbefaler-t%C3%B8ffere-krav-til-entrepren%C3%B8rer-med-driftsansvar-i-tunnel>

Det ble også laget en YouTube video som viste litt av det som foregikk i Strindheimtunnelen:

<https://www.youtube.com/watch?v=GbuHJJOAt08>

## 2.1 Strindheimtunnelen

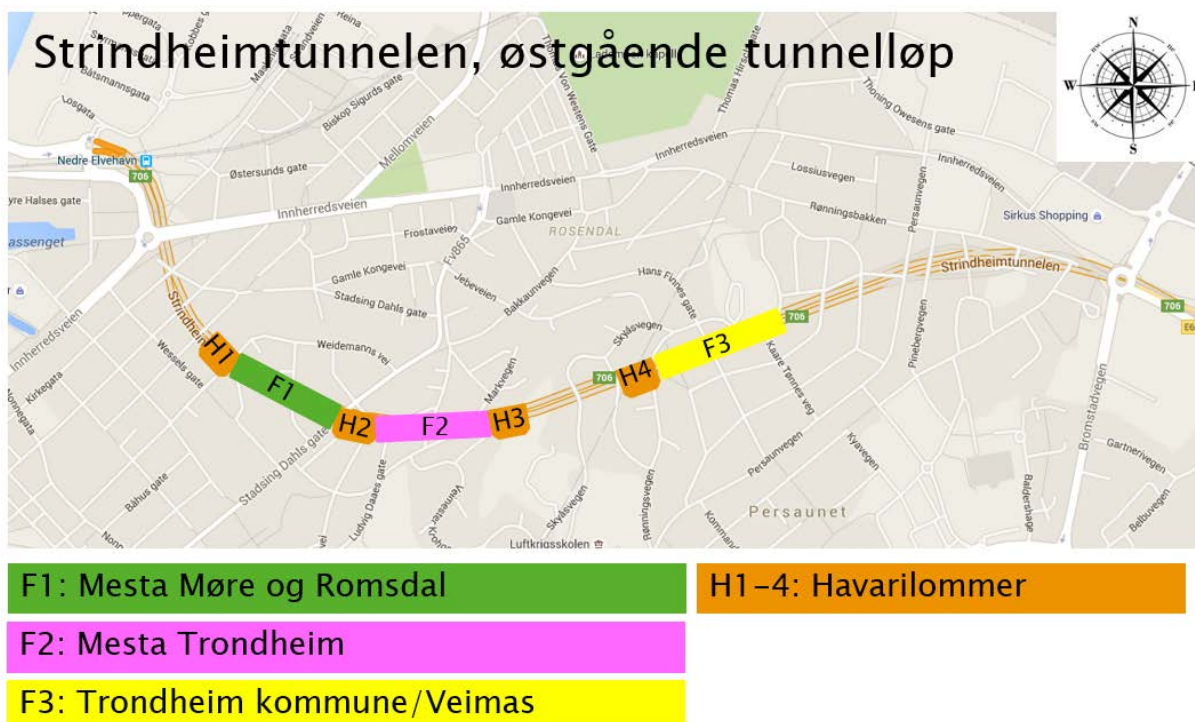
Strindheimtunnelen er en nybygd tunnel i Trondheim som ble åpnet i 2014. Den har 4 kjørefelt fordelt på 2 løp. Total lengde er ca. 2600 m på hvert løp, med to rampetunneler hver på ca. 350 m (350 meter betongtunnel/løsmassetunnel på Møllenberg i vest, og 2,1 km lang fjelltunnel fra Strindheim til Møllenberg). Laveste punkt på kjørebane er 15 m under havnivå. Kjørehastighet varierer med 60–80 km/t, og har en ÅDT på 8350 med 7 % lange kjøretøy. Betongelementene er malt lyse opp til ca. 4 meters høyde, se Vedlegg 8 for sikkerhetsdatablad.

Vi valgte ut 3 sammenlignbare strekninger i østgående tunnellop (fra Nedre Elvehavn mot Strindheim) på 300 meter hver, der Felt 1 startet på laveste nivå i tunnelen. Alle feltene var i 80 km/t sonen med:

- Felt 1: Helning 2,24 % – tverrfall 5 % (mot venstre i kjøreretning)
- Felt 2: Helning 2,24 % – tverrfall 5 % (mot venstre i kjøreretning)
- Felt 3: Helning 2,24 % – tverrfall 3 % (mot høyre i kjøreretning)

Asfalttypen i tunnelen er en Ska 16 med PMB og Ottersbo (Mølleverdi < 7), se asfaltresept i Vedlegg 10.

Strindheimtunnelen får en helvask (armatur, kabelbru, tak, vegger, bankett og vegbane) to ganger i året. Halvvaske av tunnelen (vegg opp til fire meter, bankett og vegbane) gjennomføres fire ganger i året. Vegbanen og bankettene feies og vaskes en gang i uka.



Figur 2: Oversikt over plassering av feltene som ble rengjort i Strindheimtunnelen, østgående tunnellop, høyre kjørefelt

## 2.2 Haakon VII gate

Haakon VII gate (Fv868) er en stor handlegate på Lade i Trondheim med 4 kjørefelt. Den er rett og uten noen helning/stigning. ÅDT ligger på 12 238 med 7 % lange kjøretøy. Vi målte opp 3 felt á 100 meter i nordvest gående retning (ved Lade idrettsanlegg/fotballbanene) som skulle rengjøres (begge kjørefelt i denne retningen ble tatt). Asfalttypen som ligger her er Ska 11 med bindemiddel 70/100 og steinmateriale Ottersbo (Mølleverdi<7), se asfaltresept i Vedlegg 10. Haakon VII gate har ikke blitt rengjort i vinter, så dette var den første oppsamlingen av støv fra vintersesongen.



*Figur 3: Oversikt over plassering av feltene som ble rengjort i Haakon VII gate, nordvestlig kjøreretning, høyre kjørefelt*



### 3. Bakgrunn

Piggdekkandelen i Trondheim har økt kraftig de siste årene etter at piggdekkavgiften ble fjernet i 2010 etter ni år med avgift. Piggdekkandelen i Trondheim er på ca. 40 % vinteren 2014/15. Dette har ført til mer slitasje av asfalt vinterstid, og store mengder PM10 partikler i luften som resultat. Trondheim Bydrift og Statens vegvesen har intensivt renhold og støvdemping for å begrense luftforurensningen, og bruker mye ressurser på å oppfylle kravene til luftkvalitet for partikler både i bykjernen og på E6 forbi Tiller/Heimdal og på rengjøringsiltak i tunneler i og rundt byen. Ut i fra dagens teknologi og prosedyrer er det trolig stort potensiale i å utvikle bedre utstyr og metoder for å rengjøre vegoverflaten og tunnelhvelvet, spesielt på vinterstid når man ikke kan bruke vann ved rengjøring på veg ute i dagen når det er minusgrader. Støvdemping med salt har også sine ulemper, spesielt med tanke på miljø, korrosjon, friksjon, kostnader og akselerert slitasje (pga. at fuktig asfalt slites 3–5 ganger raskere enn tørr asfalt). I tunneler er det svært lite ønskelig med bruk av salt hovedsakelig på grunn av korrosjon av metall i elektroinstallasjoner, rømningsdører osv., men også pga. at støvet fester seg mer til tunnelveggene og blir vanskeligere å fjerne ved rengjøring.

Det er ofte begrensninger i hvor lenge man kan stenge en tunnel, og dette er gjerne satt til maksimalt 8 timer. Dette betyr at man må utføre rengjøring i tunnel på en rask og effektiv måte. I tillegg har tunneler ofte et nødbasseng av vann med tanke på slukking av en eventuell brann i tunnelen. Dette bassenget brukes gjerne for å etterfylle vaskebilene, men det skal ikke tappes for mye ned, slik at vaskebiler som må ta vann fra tunnelen bør ha et lavt vannforbruk.

Ved rengjøring av veier og gater i bymiljø er vannforbruk et mindre problem siden det er god tilgang til oppfylling av vaskevann. Men rengjøringen her bør også være rask og effektiv for å rekke alle områder som bør rengjøres.

Asfaltdekker slites spesielt på vinterstid pga. piggdekk, kjettinger og vegstøv. Typiske verdier for slitestyrke (spesifikk piggdekk slitasje – SPS) for personbiler med piggdekk (tunge kjøretøy antas å tilsvare 5 personbiler):

- Ska 5–10 g/km
- Ab 15–20 g/km
- Agb 15–30 g/km

Disse verdiene varierer mye fra sted til sted avhengig av steinstørrelse, steinkvalitet, kjørehastighet, vegutforming, fukt, klima osv., men kan brukes til å gi et grovt anslag på hvor stor piggdekkslitasjen vil være og hvor store mengder med støv som må fjernes i løpet av en vintersesong.

I de neste to avsnittene er asfaltslitasjen beregnet for de to forsøksstedene Strindheimtunnelen og Haakon VII gate.

### 3.1 Strindheimtunnelen – beregnet asfaltslitasje

Hvis vi tar et regneeksempel fra Strindheimtunnelen kan vi se at piggdekkslitasjen vil utgjøre store mengder slitasjestøv som akkumuleres og som må fjernes i løpet av vintersesongen:

- ÅDT: 8350 (7 % tunge kjøretøy), piggdekkandel: 40 %
- SPS: 5 g/km (Ska 16 med PMB og Ottersbo)
- Lengde: 2,6 km

Asfaltslitasje per dag:

- Lette kjøretøy med pigg:  $3106 \cdot 5 \text{ g/km} \cdot 2,6 \text{ km} = 40,4 \text{ kg/dag}$
- Tunge kjøretøy med pigg:  $234 \cdot 5 \cdot 5 \text{ g/km} \cdot 2,6 \text{ km} = 15,2 \text{ kg/dag}$
- SUM 55,6 kg/dag

I løpet av en vintersesong (1. november–1. søndag etter påske  $\approx 6$  måneder  $\approx 180$  dager):

- $55,6 \text{ kg/dag} \cdot 180 \text{ dager/år} = \underline{10 \text{ tonn/år}}$

I tillegg vil det være andre kilder til støv i tunnelen som eksos, slitasje av bremses, misting av last osv.

### 3.2 Haakon VII gate – beregnet asfaltslitasje

For veg i dagen vil forholdene være tilsvarende, men en del av det fineste asfaltstøvet (svevestøv, det vil si partikler mindre enn 75–100  $\mu\text{m}$ ) vil bli virvlet opp i luften av trafikk og vind under tørre forhold.

Hvis vi tar et regneeksempel fra Haakon VII kan vi se at piggdekkslitasjen vil utgjøre store mengder slitasjestøv og svevestøv:

- ÅDT: 12 238 (7 % tunge kjøretøy), piggdekkandel: 40 %
- SPS: 10 g/km (Ska11 med Ottersbo)

Asfaltslitasje per dag:

- Lette kjøretøy med pigg:  $4\,553 \cdot 10 \text{ g/km} = 45,5 \text{ kg/km}$
- Tunge kjøretøy med pigg:  $343 \cdot 5 \cdot 10 \text{ g/km} = 17,2 \text{ kg/km}$
- SUM 62,7 kg/km

I løpet av en vintersesong (1. november–1. søndag etter påske  $\approx 6$  måneder  $\approx 180$  dager):

- $62,7 \text{ kg/km} \cdot 180 \text{ dager/år} = \underline{11,3 \text{ tonn/km/år}}$

Ca. 20 % av dette er svevestøv (2,3 tonn/km/år).

## 4. Formål

Formålet med forsøkene var å sammenligne ulike typer utstyr som finnes for rengjøring av tunnel og veg, og dokumentere forskjeller i effekt gjennom bruk av forskjellige metoder. Resultatene fra forsøket kan gi grunnlag for å sette konkrete krav til utstyr, prosedyrer og dokumentasjon inn i våre kontrakter, konkurransegrunnlag eller håndbøker.

### 4.1 Renhold i tunnel

Hensikten med renhold i tunnel er å redusere støvoppvirvling for å opprettholde god sikt og forlenge levetiden til tunnelen. Trafikksikkerhet, framkommelighet og levetid på utstyr m.m. i tunnelanlegg er svært viktig, og man ser at lager i vifter og pumper er utsatt for slitasje pga. av svevestøv og små partikler i vann. I Statens vegvesen sin Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold står det:

*Tunnelrenhold skal bidra til positiv opplevelse for trafikantene gjennom å sikre en estetisk tiltalende og sikker tunnel, godt arbeidsmiljø for de som utfører arbeider i tunnelen samt minst mulig aggressivt miljø og best mulig funksjon for objekter installert i tunnel, blant annet:*

- *Opprettholde god effekt av tunnellys*
- *Opprettholde god sikt og visuell ledning for trafikantene*
- *Bidra til lav støvkonsentrasjon i tunneluften*
- *Bidra til forlenget levetid for installasjoner og lave driftskostnader*

*ved å fjerne uønskede og fremmede gjenstander, materialer og belegg.*

I dagens driftskontrakter er kravet til tunnelvask at det skal bli «tilstrekkelig rent». Det er ingen konkrete krav til lyshet eller mengde støv som kan være igjen i vegbanen. Utfordring ligger i å dokumentere og sette krav til dette, og i disse forsøkene ble ulike metoder benyttet til dokumentasjon som for eksempel måling av lyshet i tunnelen, tekstur og støv på vegbanen og banketten.



*Figur 4: Støv på vegen før rengjøring mellom hjulspor (foto: Ellinor Hansen)*



*Figur 5: Bankett og sidekant har store støvdepot, spesielt i lommer og nisjer (foto: Brynhild Snilsberg)*

I R610 skilles det mellom helvask, halvvaske og teknisk rengjøring:

*Renhold: Hel*

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

*Renhold: Halv*

- *Rengjøring av kjørebane og skulder med oppsamling av masser*
- *Rengjøring av vegger*
- *Rengjøring av sideplasserte og overhengende skilt, bommer inklusive belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner med utstyr, dører, kameraer, belysningsarmatur/kabelbru, buffere*
- *Rengjøring av kjørebane og skulder*
- *Vegg regnes opp til høyde 3,5 meter der skillet mellom vegg og tak er uklart*

*Renhold: Teknisk*

- *Rengjøring av sideplasserte og overhengende skilt, bommer inklusive belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner med utstyr, dører, kameraer, belysningsarmatur/kabelbru, buffere*
- *Rengjøring av kjørebane og skulder*

## 4.2 Renhold av vegger og gater

Hensikten med renhold av vegger og gater er å fjerne skitt og smuss for hovedsakelig å sikre god luftkvalitet i byer og tettsteder. I Statens vegvesen sin Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold står det:

*Renhold skal sikre vegbanens funksjon (friksjon, vannavrenning, synlighet), miljøforhold (luftkvalitet), universell utforming og estetikk ved fjerning av uønskede og fremmede gjenstander, materialer og belegg.*

*Renhold skal utføres uten at det medfører støvplage for omgivelsene.*

I dagens driftskontrakter i by settes det i noen tilfeller krav til type utstyr (type børster, mengde vann, vanntrykk, spyledyser, nedre funksjonstemperatur) som skal brukes til renhold, men ikke krav til resultat på vegbanen. I Vedlegg 5 er eksempler på spesifisering til renhold og støvdemping fra Oslo og Trondheim beskrevet.

Flere av de største byene i Norge har utfordringer med dårlig lokal luftkvalitet forårsaket av vegtrafikk, spesielt partikulært materiale (PM). Hovedkildene til PM10 forurensning i byer er slitasje av vegdekket, eksos, vedfyring og byggevirksomhet. Fra 2016 er Forurensningsforskriften endret og de anbefalte grenseverdiene for 2015 er tatt inn for PM10 og PM2,5, og i 2018 vil det bli vurdert om verdier for 2020 skal innføres:

<https://www.regjeringen.no/nb/aktuelt/svevestov/id2412925/>

Dette vil øke krav til effekt av rengjøring og støvdemping.

### Anbefalingene - grenseverdier

	I dag	2015	2020
<b>PM10</b>	Årsmiddel-konsentrasjon: maksimalt 40 µg/m <sup>3</sup> Døgnmiddel-konsentrasjon: 50 µg/m <sup>3</sup> med maksimalt 35 tillatte overskridelser	Årsmiddel-konsentrasjon: maksimalt 25 µg/m <sup>3</sup> Døgnmiddel-konsentrasjon: 50 µg/m <sup>3</sup> med maksimalt 30 tillatte overskridelser	Årsmiddel-konsentrasjon: maksimalt 22 µg/m <sup>3</sup> Døgnmiddel-konsentrasjon: 50 µg/m <sup>3</sup> med maksimalt 15 tillatte overskridelser
<b>PM2,5</b>	Årsmiddel-konsentrasjon: maksimalt 25 µg/m <sup>3</sup> (blir gjeldende i 2015)	Årsmiddel-konsentrasjon: maksimalt 15 µg/m <sup>3</sup>	Årsmiddel-konsentrasjon: maksimalt 12 µg/m <sup>3</sup>

Figur 6: Dagens krav til PM10 og PM2,5. Verdier for 2015 er vedtatt fra 2016, og verdier for 2020 er ikke enda vedtatt, men vil bli vurdert i 2018



## 5. Utstyr

Hvert felt fikk 1 time til å rengjøre 300 m inklusiv tak, armatur, vegg, bankett og vegbane.

I dette kapittelet vil entreprenørenes utstyr beskrives, i tillegg til såpe som ble brukt og fremgangsmåte for rengjøring.

Det er vanlig å betegne maskiner som rengjør tak, armatur og vegger for **vaskebil** og maskiner som rengjør bankett og vegbane for **feiebil** (selv om feiebilene også bruker vann). I tillegg brukes det gjerne en egen **såpebil** som legger såpe på tunneltak og -vegger før vasking.

Tabell 1: En sammenligning av feiebilene

	MASKIN 1	MASKIN 2	MASKIN 3
UTFØRENDE	Mesta M&R	Mesta Trh	Trh Bydrift
ROTARENDE SPYLEDYSER	Ja	Nei	Nei
KRAFTIG OPPSUG	Ja	Nei	Ja
FRONTKOST PÅ BOM FOR BANKETT	Ja	Ja	Nei
TVERRGÅENDE MIDTKOST	Ja	Ja	Ja
KANTSTEINSKOST	Ja	Ja	Ja og Ugrasskost
KJØREHASTIGHET	2–3 km/t	7–8 km/t	7–10 km/t

### 5.1 Såpe

Såpe ble kun benyttet i Strindheimtunnelen og ikke i Haakon VII gate. Den ble sprayet på armatur/tak og tunnelvegger. Alle entreprenørene brukte samme type såpe: Careq Bussvask med voks (se sikkerhetsdatablad i Vedlegg 9) som er en mikroemulsjon til avfetting og rengjøring. Lik konsentrasjon og mengde og av såpen ble brukt av alle tre entreprenører. Eksponeringstiden for alle tre felt var tilnærmet lik.

- Konsentrasjon: 10 %
- Mengde: ca. 1 liter ferdig blandet pr/meter tunnel
- Eksponeringstid: ca. 10–15 minutter før vaskingen startet

### 5.2 Fremgangsmåte

Vi var enige om å bruke følgende fremgangsmåter for rengjøring av Strindheimtunnelen og Haakon VII gate:

#### 5.2.1 Strindheimtunnelen – fremgangsmåte

Vi hadde på forhånd diskutert fremgangsmåte for tunnelvask, og følgende fire trinn ble bestemt for rengjøring i Strindheimtunnelen:

1. Vegbane og bankett: feie og spyle. Støv børstes ned fra banketten med sirkulær frontkost og suges opp av bilen med tversbørste og oppsug midt under bilen. Først brukes en grovkost av metall langs bankett og vegkant tørt med oppsug for å fjerne det meste av det løse støvet og grove partikler. Så spyles bankett og vegkant samtidig som det børstes og suges opp slam. Parallelt med dette bruker man en bred

plastkost som børster hele vegbanen. Til slutt bruker man høytrykksspyling med kraftig oppsug for å samle opp vann og støv.

2. Tak: Såpe på armatur først – vaskes før det tørkes, så såpe på vegg opp til 4 meters høyde i 2 meters høyde om gangen, begynner nederst (bør vente 3 minutter før vasking på betongelement), spyle armatur og kabelbane
3. Vegger: vaskes
4. Vegbane og bankett: spyle og feie

### 5.2.2 Haakon VII gate – fremgangsmåte

Rengjøring i Haakon VII gate ble gjort slik som entreprenøren vanligvis utfører rengjøring. Første trinn er å bruke en grovkost av metall langs vegkant/kantstein tørt med oppsug for å fjerne det meste av det løse støvet og grove partikler. De som har ugrasskost bruker dette for å løsne fastgrodd støv og eventuell vegetasjon. Så spyles vegkant samtidig som det børstes og suges opp slam. Parallelt med dette bruker man en bred plastkost som børster hele vegbanen med oppsug. Til slutt bruker man høytrykksspyling med kraftig oppsug for å samle opp vann og støv.

## 5.3 Felt 1: Mesta Møre og Romsdal

Mesta Møre og Romsdal skulle rengjøre Felt 1 i Strindheimtunnelen og Haakon VII gate.

### 5.3.1 Såpebil

Mesta sin såpebil (Uniarm 400 levert av Sigvald Risa<sup>1</sup>) er vist i Figur 7.



Figur 7: Mesta Møre og Romsdal sin såpebil (foto: Brynhild Snilsberg og Ellinor Hansen)

### 5.3.2 Vaskebil

Mesta sin vaskebil hadde arm foran på bilen (frontbørste) med poleringsbørste i kombinasjon med spyling. I Møre og Romsdal har tunnelene gjerne Gjertsen duk eller råsprengt fjell, og utstyret er tilpasset dette. Tunnelene har ofte høyere banketter enn i Trondheim, så det var ikke mulig å få vasket tunnelveggen helt ned til banketten.

---

<sup>1</sup> [http://srisa.no/norsk/produkter/uniarm\\_400/](http://srisa.no/norsk/produkter/uniarm_400/)



*Figur 8: Poleringsbørste for vegg med mulighet for spyling av tak, armatur og vegger (foto: Brynhild Snilsberg og Ellinor Hansen)*

### **5.3.3 Feiebil (Maskin 1)**

Feiebil er relativt ny med «i-skift», og kan derfor holde en kjørehastighet på  $\geq 2-3$  km/t. Laveste hastighet ble valgt. Feiebil manglet ugrasskost på grunn av dårlig plass midt under bilen grunnet Euro VI utslippsklasse.



*Figur 9: Mesta Møre og Romsdal sin feiebil (foto: Brynhild Snilsberg)*

Foran feiebil er det montert en fleksibel arm med en sirkulær metallbørste og vanddyser som sjåføren styrer.



*Figur 10: Styrbar frontbørste med vanddyse på bom (foto: Brynhild Snilsberg)*

Midt på feiebilen er det montert:

- Sirkulær metallbørste med vanddyse
- Oppsug
- Gummiskjermer
- Tversgående plastbørste under hele bilebredden
- Vanddyser



*Figur 11: Feiesystem midt på bilen (foto: Brynhild Snilsberg)*

Bakerst på feiebilen er det montert rotorclean-system som består av en nedsenkbar kasse med høytrykksvasking og kraftig oppsug (tilsvarende system som en terrassevasker). Rotorclean består av fire rotorer, og hver enkelt rotor har påmontert fire dyser. Disse dysene er vinklet ulikt ned mot veien, slik at all urenheter i asfalt porene spyles. Dette systemet kan ikke brukes parallelt med feiesystemet foran og midt på feiebilen.





*Figur 12: Rotorclean med baksug (foto: Brynhild Snilsberg)*



*Figur 13: Frontbørste og midtbørste med vanddyser i bruk (foto: Brynhild Snilsberg)*

#### **5.3.4 Fremgangsmåte**

I Strindheimtunnelen ble følgende fremgangsmåte brukt:

- Feiing av bankett og veibane, og høytrykksspyling av kantlinje før vask av tunnelhvelv.
- Startet med høytrykksspyling av tunneltak og armatur/vifter tur og retur.



- Det ble lagt på Bussvask m/voks (se Vedlegg 9) med egen bil, før børstingen begynte. Såpen ble liggende på veggen ca. 10 minutter før børstingen.
- Startet å børste nedre del med pålegging av såpe fra egen dyse foran børsten, farten var ca. 1-2 km/t under børstingen.
- Rygget tilbake og begynte å spyle av såpen med høytrykk (180 bar).
- Startet å børste andre høyde etter pålegging av såpe med egen bil. Børstet med egen såpe og høytrykksspyling bak børste for å skylle av såpen.
- Startet børsting i tredje høyde med egen såpe og avspyling bak børsten.
- Hele prosessen ble gjentatt på motsatt side.
- Første høyde ble vasket på nytt med såpe og spylt etterpå.
- Etter vask av tunnelhvelv ble det brukt rotorclean/baksug på veibane, 4 turer på prøvestrekningen for å dekke begge kjørefelt.

Prosedyre i Haakon VII gate:

- Det ble brukt frontkost, sidekost med høytrykk to ganger først og 4 ganger med rotorclean/baksug etterpå.

## 5.4 Felt 2: Mesta Trondheim

Mesta Trondheim rengjorde Felt 2.

### 5.4.1 Såpebil

Mesta Trondheim brukte en bil som har utstyr for pålegging av såpe. Den består av en kranarm hvor det er montert to dyser fremme på arma. Dysene er bevegelig i alle retninger.

På lasteplanet er det montert en vanntank og en tank for såpe med slanger fram til dysene. Såpe og vann blir blandet sammen helt fremme ved dysene (ejektorsystem) der vannet drar med seg såpen.

Blandingsforholdet kan justeres fra nesten ren såpe til såpe/vann forhold på 1:10. Det kan spres i en bredde på 2 m for hvert drag. Såpeforbruk ca. 100 liter/km tunnel.



Figur 14: Spyling av tak og armatur (foto: Dagfin Gryteselv)

### 5.4.2 Vaskebil

Den ene tunellvaskeren har både høy- og lavtrykk, den andre har bare lavtrykk.

Tunellvasker nr. 1 har bare lavtrykk og vasker kabelbru, lysarmaturer, vifter og tunellhvelvet. Den spyle også ut skitt fra nisjer og snuplasser. Bilen er utstyrt med vanntank på 10000 l og spylearm med lavtrykksdyse og tre rør med lavtrykksdyser montert bak på bilen. Kranarm med dyse benyttes til å spyle ren nisjer og snuplasser mens dysene bak spyle hvelv, kabelbru, lysarmaturer.



*Figur 15: Spyling av armatur og tak med tunnellvasker 1 (foto: Ellinor Hansen)*

Tunellvasker nr. 2 er utstyrt med kranarm påmontert roterende børste og høytrykksdyser i bakkant av børsten. Den har også utstyrt med tre lavtrykksdyser bak som på den første tunellvaskeren. Etter at såpe er lagt på elementer, duk eller plater, børster denne elementene, platene eller duken samtidig som den spyle rent med høytrykk.



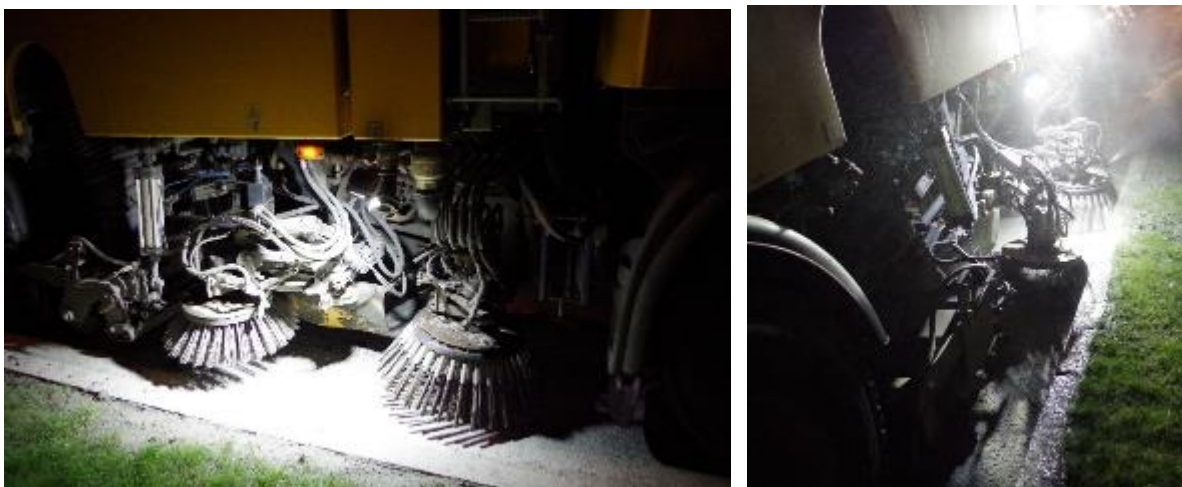
*Figur 16: Tunnellvasker 2 rengjorde veggene (foto: Mesta Trondheim)*

#### **5.4.3 Feiebil (Maskin 2)**

Mesta Trondheim har en litt eldre modell av feie bilen enn Mesta Møre og Romsdal. De kan kjøre  $\geq 7-8$  km/t, men sluret litt på clutchen så de kunne kjøre litt saktere.



Figur 17: Mesta Trondheim sin feiebil (Foto: Brynhild Snilsberg)



Figur 18: Midtbørster (foto: Brynhild Snilsberg)

Feiebil er en vanlig kostebil med kosteaggregat fra Beam. Den har frontkost som kan forskyves ut til siden slik at den kommer til oppe på bankettene.

Den har sidekoster og midtmontert kost og bredsug bak.

#### 5.4.4 Fremgangsmåte

- Først kostet kostebilen (Maskin 2) banketter og veibane. Deretter påføres såpe på kabelbru, armaturer og vifter. Bilen med bare lavtrykk spylte mye vann for å skylle bort skitt og smuss.
- Tunnelvasker 1: Ventet i ca. 5 min etter såpelegging før spyling av kabelbru, armatur og vifter. Resten av hvelvet tas på samme måte.
- Såpe ble lagt på tunellvegg og Tunnelvasker 2 børstet veggen samtidig som den spylte veggen med høytrykk. Etterpå tar denne bilen en runde og skyller ned veggene med lavtrykk.
- Så spyltes bankett med høytrykk og likeså veibane med Tunnelvasker 1.
- Til slutt kommer kostebilen (Maskin 2) og suger opp det som blir liggende på veibanen.

Vannforbruket er på ca. 30 m<sup>3</sup>/time.



Turtall på roterende børste ca. 200 omdreininger/minutt.

### 5.5 Felt 3: VeimAS og Trondheim Bydrift

I Strindheimtunnelen samarbeidet Trondheim Bydrift og VeimAS om å rengjøre Felt 3, der VeimAS stilte med bil for vasking av armatur, tak og vegger. Vaskebilene til VeimAS hadde kun spyling og ingen mekaniske børster. Mesta la ut såpe for VeimAS. Trondheim Bydrift rengjorde bankett og vegbane.

I Haakon VII gate rengjorde Trondheim Bydrift Felt 3.

#### 5.5.1 Vaskebil

VeimAS vasket tak og vegger med utstyr som ikke bruker børste, men med høytrykksspuling med vann i kombinasjon med høytrykk luft for å akselerere vannet. Videre beskrivelser er gitt av VeimAS.



*Figur 19: VeimAS sin vaskebil som brukes for hele tunnelhvelvet; vaskearmen kan beveges for å spyle armatur, tak og vegger (foto: Brynhild Snilsberg)*

Da dette er en kombinasjon av luft og vann i blanding vil trykket variere med hvor mange rotorer som benyttes. Blir alle rotorene benyttet vil utstyret kunne vaske en halv profil tofelts tunnel. Da vil trykket være ca. 20 Bar.



*Figur 20: Nærbilde av rotordyser for vask av tunneltak og-vegger før oppstart (foto: Dagfin Gryteselv)*

Det er vanskelig å fastslå eksakt trykk på blandingen, det som er viktig for dette systemet er egenvekt og hastighet på vannet. Det som lett kan måles er trykket fra vannpumpen til rotor der hvor vann og luft blandes. Dette er målt til maksimalt 80 bar. Utstyret har ingen ordinære høytrykksdyser, men en roterende blandeinjektor, med 4 utkasterrør. Dette gjør det mulig å benytte hele, eller deler av selve vaskebobben, uten skifte av dyser, eller minske effekten. Vaskearmen er normalt utstyrt med 7–8 rotor, eller møller. Disse kan justeres individuelt og vinkelstilles til ønsket posisjon.

Armene på møllene er justert til ca. 15 grader aksielt, og hastighetsregulert med varierende grading på rørene radially. Hastigheten på møllene er normalt ca. 6–700 omdreininger/minutt. De har altså ingen annen tilført effekt enn selve luft/vannblandingen. Vinklingen på dysene på 15 grader gir god effekt på strukturert underlag, da det blir vasket på «sol og skyggesider» på strukturen.

På Felt 3 i Strindheimtunellen ble det benyttet tre møller i taket, for rengjøring av kabelgate, belysning, og vifter. Fremdriften her var ca. 6 km./t Etter første «draget» med takvask var bil og utstyr svært skittent. Det neste draget var utstyret rent igjen. Dette skulle tyde på at en overfart er nok for denne oppgaven.

Fysiske mål og vekter:

- Vekt uten vann: 6.300 kg.
- Vanntank integrert på krokrammen: 7.500 liter
- Høyde plassert på krokbil: 2500 mm (med sammenfoldet arm)
- Bredde: 2.550 mm
- Lengde: 6.500 mm

Vasking av Felt 3 i Strindheimtunellen, tak/lampe/kabelgate og viftevask.

Veggvask ca. 4 meter opp på veggene i begge retninger (VeimAS benyttet 5 møller som dekker drøyt 4 meter høyde).

Fremdriftshastighet: ca. 5–6-km/t De kjørte hele høyden i ett drag.

Vannforbruk ca. 7.500 liter totalt på hele test-feltet, altså tak og begge retninger.

Tabellen under sier noe om pumpekapasitet/ nedslagsfeltstørrelse, og forbruk pr m<sup>2</sup> tunnelvegg.

*Tabell 2: Teoretisk beregning av vann og tidsforbruk ved tunnelvask (oversikten er basert på erfaringstall, ref. Ole-Petter Michelsen, VeimAS)*

Tankvolum ltr.	Forbruk pr min	Aktiv forbrukstid min.	Aktiv forbruk pr time, liter	Vaskebredde mtr.	Hastighet 5 km./t	kjørt distanse mtr	Vasket flate m <sup>2</sup>	Liter pr m <sup>2</sup>
16000	1200	13,3	72000	2,5	5	1108,33	2770,83	5,77
16000	800	20,0	48000	2,5	5	1666,67	4166,67	3,84
16000	400	40,0	24000	2,5	5	3333,33	8333,33	1,92
6000	300	20,0	18000	3	5	1666,67	5000,00	1,20
7500	400	18,8	24000	7,5	5	1562,50	11718,75	0,64
10000	400	25,0	24000	7	5	2083,33	14583,33	0,69

### 5.5.2 Feiebil (Maskin 3)

Trondheim Bydrift stilte med sin feiebil, en OmniFant 80, Bucher-Schörling, med en del egenutviklede løsninger. Den har egen motor til feieaggregat.

Kjørehastigheten var 7–10 km/t.



*Figur 21: Trondheim Bydrift sin feiebil (foto: Brynhild Snilsberg)*

Feiebilen har ikke frontmonterte børster.

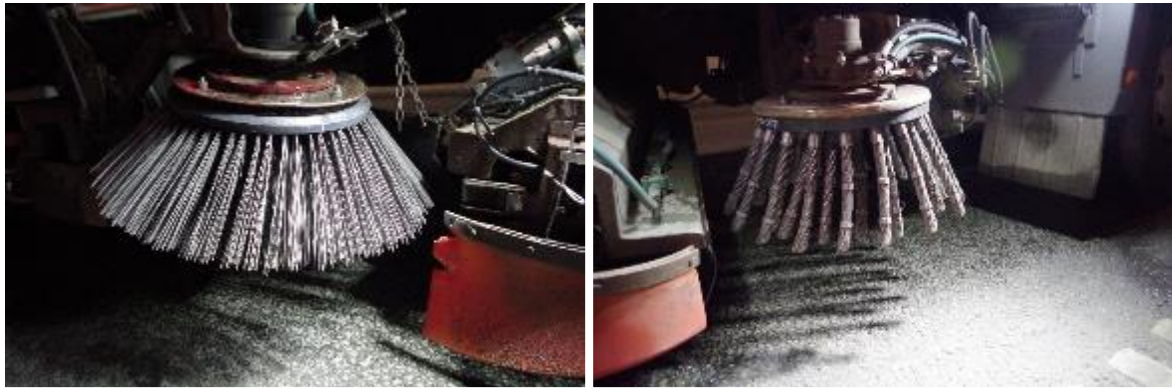
Midt under feiebilene er det:

- Ugrasskost med tykke stålwire som er justerbar sideveis og med tilt for å komme godt til langs kantstein
- Vanlig kost med tynne stålpinner, den er justerbar sideveis og med tilt
- Gummiskjermer
- Skråstilt tverrbørste i plast (ca. 1,5 m lang) sentrert mot høyre under bilen og med vanntilførsel og oppsug
- Spylebom med høytrykk med 4 dyser
- Dyser til å spraye på vann



*Figur 22: Ugrasskost til høyre, oppsug og tverrbørste i midten, og vanlig kost til høyre med påføring av vann. Etter den bakre kosten er det også dyser som spyle vegbanen (foto: Brynhild Snilsberg)*





*Figur 23: Nærbilde av vanlig stålbørste til venstre og ugrasbørste til høyre (foto: Brynhild Snilsberg)*

Bak på feiebilen er det:

- Vakuüm-/baksug. Baksug med høytrykksdyser



*Figur 24: Baksug (foto: Brynhild Snilsberg)*

## 6. Forsøksplan

Det ble laget tidsplaner for gjennomføring av rengjøring, dokumentasjon og prøvetaking under forsøkene.

Tabell 3: Forsøksplan for Strindheimtunnelen

Tidspunkt Kl	Dokumentasjon					Rengjøring				Prøvetaking	
	Renhet	Lyshet	Lyshet (A4 ark)	Fukt	Tekstur (sandpatch)	Hele	Hele	Vegbane	Tak og vegg	Vaskevann	Slam*
22-23	Felt 1 (før rengjøring)	Felt 1 (før rengjøring)	Felt 1 (før rengjøring)		Felt 1 (før rengjøring)						
23-24	Felt 2 (før rengjøring)	Felt 2 (før rengjøring)	Felt 2 (før rengjøring)		Felt 2 (før rengjøring)						
24-01	Felt 3 (før rengjøring)	Felt 3 (før rengjøring)	Felt 3 (før rengjøring)		Felt 3 (før rengjøring)	Felt 1					
01-02							Felt 2				
02-03	Felt 1 (etter rengjøring)	Felt 1 (etter rengjøring)	Felt 1 (etter rengjøring)	Felt 1	Felt 1 (etter rengjøring)			Felt 3	Felt 3	Tidlig i vask	
03-04	Felt 2 (etter rengjøring)	Felt 2 (etter rengjøring)	Felt 2 (etter rengjøring)	Felt 2	Felt 2 (etter rengjøring)					Midt i vask	
04-05	Felt 3 (etter rengjøring)	Felt 3 (etter rengjøring)	Felt 3 (etter rengjøring)	Felt 3	Felt 3 (etter rengjøring)					Slutten av vask	
05-06											

\*Tas på deponi

VTI
Norconsult
SVV
Mesta
Mesta Trh
Trh kom
Veimas

Tekstur (lasermåling) måles på dagtid mandag 20. april (før rengjøring) og på dagtid 21. april (etter rengjøring) for Strindheimtunnelen  
 Lyshet etter vasking måles på natt? Eller er det tørt nok 20. april?  
 Merking av Felt 1-3 må gjøres umiddelbart etter stenging kl 22

Tabell 4: Forsøksplan for Haakon VII gate

Tidspunkt Kl	Dokumentasjon		Rengjøring			Prøvetaking	
	Renhet	Fukt	Vegbane			Vaskevann	Slam
22-23	Felt 1 (før rengjøring)						
23-24	Felt 2 og 3 (før rengjøring)		Felt 2				
24-01	Felt 2 (etter rengjøring)	Felt 2		Felt 1	Felt 3		
01-02	Felt 1 og 3 (etter rengjøring)	Felt 1 og 3					
02-03							
03-04							
04-05							
05-06							
						Tas fra vaskebil	Tas på deponi
VTI							
SVV							
Mesta							
Mesta Trh							
Trh kom							

## 7. Dokumentasjon

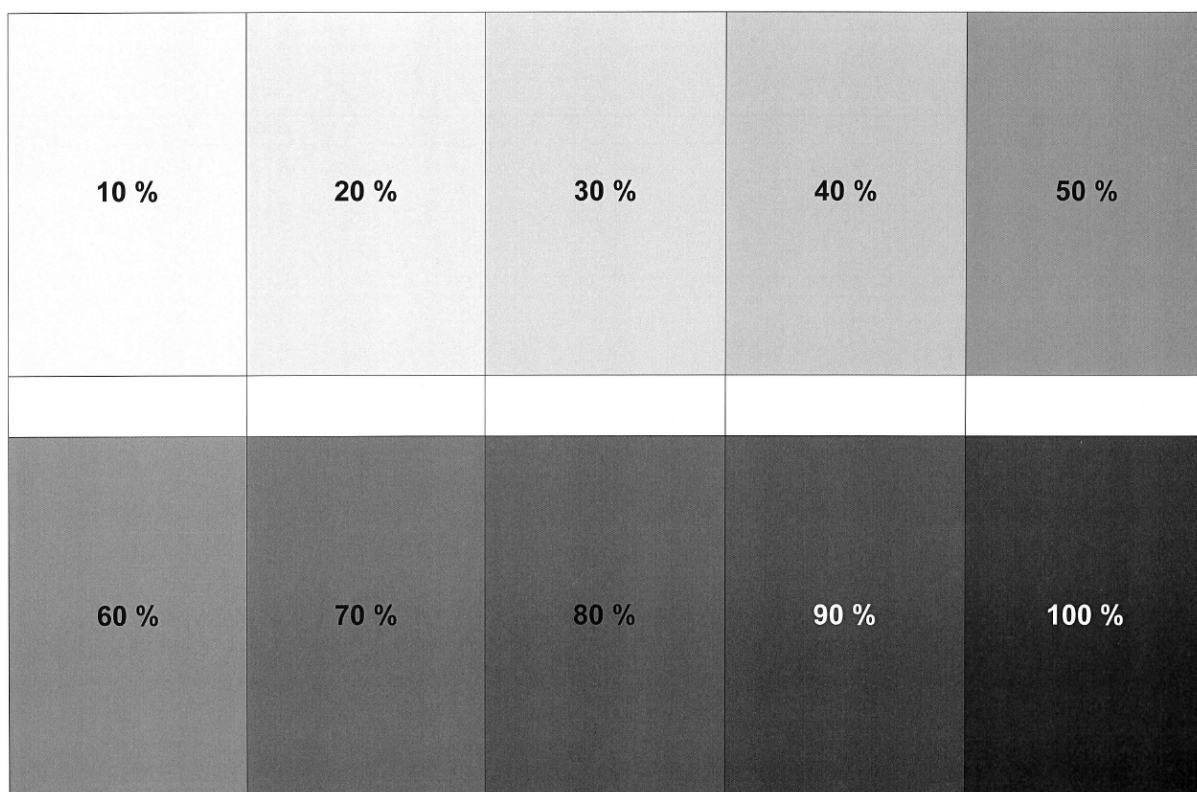
Lyshet, tekstur og renhet ble målt både før og etter rengjøring for å dokumentere effekten av rengjøringen i Strindheimtunnelen. I Haakon VII gate ble renhet målt før og etter rengjøring. I tillegg ble restfukt målt på vegbanen (både i Strindheimtunnelen og i Haakon VII gate) etter rengjøring for å dokumentere hvor mye vann så lå igjen på vegen etter rengjøringen.

### 7.1 Lyshet

Lyshet i tunnel er viktig pga. trafiksikkerhet (sikt lengde) og forbruk av strøm for belysning.

#### 7.1.1 A4 ark med fargeskala

En enkel måte å bedømme og sette krav til lysheten på malte tunnelvegger er å bruke en fargeskala som vist i figuren under. Byggherre og entreprenør blir sammen enige om hvor på fargeskalaen man ligger etter rengjøringen (i %). I våre forsøk ble renhetsgraden målt før og etter rengjøringen, med trinn på 5 %. Statens vegvesen Region midt utførte målingen. Dette er en visuell bedømmelse som er enkel og rask å utføre.



Figur 25: Fargeskala (kilde: Helge Hoven)

#### 7.1.2 Måling av luminans og illuminans

Måling av luminans og illuminans ble utført av Norconsult før og etter vask på samme sted i Strindheimtunnelen på alle 3 feltene.

Luminans er det reflekterte lyset fra en overflate og oppgis i [cd/m<sup>2</sup>].

Illuminans er det innfallende direkte lyset mot en flate. I en tunnel vil det ha en direkte og en indirekte (reflektert) komponent, i motsetning til målinger utført utendørs hvor man stort sett kan se bort fra reflektert komponent da den i størrelse stort sett er neglisjerbar. Den direkte komponenten kommer fra lysarmaturene i en tunnel, mens største delen av reflektert komponent kommer fra veggene. Man kan anta veggens reflekterte komponent å være i størrelsesorden rundt 1/5 av det totale nivået på vegbanen.

Måleprosedyren er beskrevet i egen rapport, se Vedlegg 6.



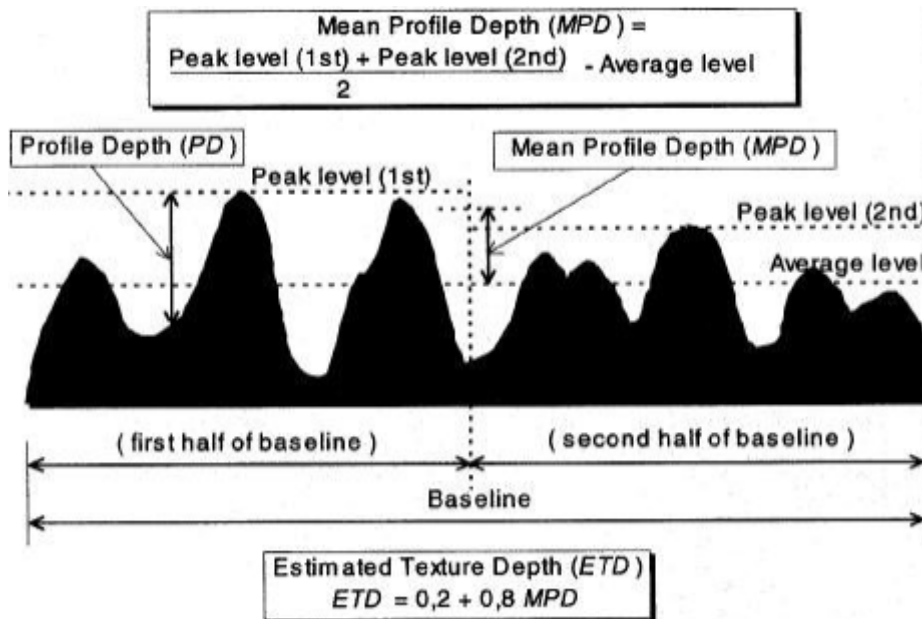
*Figur 26: Måling av lyshet på tunnelveggen og på vegbanen (foto: Brynhild Snilsberg)*

## 7.2 Teksturmåling

Teksturdata kan brukes for å finne strekninger som kan være potensielt glatte. Lave teksturverdier på dekkeoverflaten kan bety lave friksjonsverdier. Hensikten med teksturmåling i dette forsøket var en helt annen: vi ønsket å se om renhet kan dokumenteres gjennom endring i teksturverdi. Hypotesen var at før rengjøring er mye av hulrommet på overflaten av asfaltdekket fylt opp av smuss, og rengjøring vil fjerne mye av dette smusset slik at man kan registrere en økning i teksturverdi etter rengjøring. Tekstur på vegen kan muligens benyttes for å dokumentere hvor effektiv rengjøringen er, og for å dokumentere hvor mye støv som er fjernet ved å se på endringen i tekstur før og etter rengjøring.

Tekstur angis normalt som ruhet; enten i form av MTD (Mean Texture Depth) eller MPD (Mean Profile Depth) og måles i millimeter.

Tekstur kan deles inn i mikro-, makro- og megatekstur, og det er makroteksturen vi registrerer med vårt måleutstyr. Denne verdien sier noe om hvor ru vegbanen er, i et måleområde fra 0,5 til 50 mm. Makrotekstur benevnes som oftest som Mean Profile Depth – MPD, eller Mean Texture Depth – MTD. Prinsipp for beregning av MPD er vist i Figur 27.

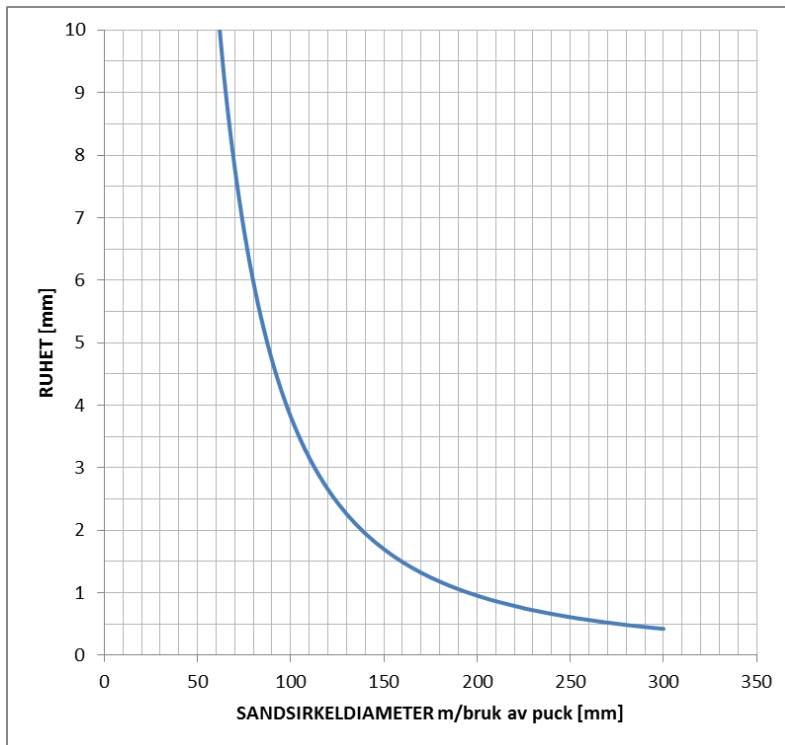


Figur 27: Beregning av Mean Profile Depth, MPD-verdi (kilde: Statens vegvesen)

### 7.2.1 Sandpatch

Tekstur i form av ruhet (MTD – Mean Texture Depth) kan måles med Sandflekkmetoden (Sandpatch). Metoden går ut på å helle en bestemt mengde sand eller glasskuler (30 cm<sup>3</sup>) med spesifisert kornfordeling på det utvalgte målepunktet slik at det danner en kjegle. Et rundt objekt, f.eks. en ishockey puck, plasseres så oppå kjeglen som beveges roterende og fordeler materialet utover i en sirkel helt til objektet ligger ned til overflaten. Diameteren på sirkelen måles så på minimum tre steder, og gjennomsnittet beregnes. Jo større diameter, jo mindre ruhet/tekstur har overflaten. Diameter ble målt 4 ganger med 45 % grader rotasjon mellom hver måling.

Metoden beskrives i Statens vegvesen sin håndbok R211 Feltundersøkelser og i ASTM E965. Målingen i Strindheimtunnelen ble gjennomført i henhold til ASTM E965 med standardiserte glasskuler i størrelsesområde 0,15 – 0,3 mm, og ble utført av Statens vegvesen Vegdirektoratet.



Figur 28: Overflateruhet av vegdekke – MTD (Mean Texture Depth)

Ruheten ( $rh_u$ ) i mm beregnes fra formelen:

$$rh_u = \frac{4V}{\pi d^2}$$

Med  $V=30 \text{ cm}^3$ , blir formelen:

$$rh_u = 38200/d^2, \text{ der } d=\text{diameter p\aa sandsirkel [mm]}$$

I Figur 28 er det vist en kurve som kan benyttes i felt for \aa beregne ruhet (MTD) ut fra m\aalet sandsirkeldiameter.

Tekstur ble m\aalet to ganger p\aa hvert sted f\or og etter rengj\orring i Strindheimtunnelen:

- H\oyre hjulspor
- Mellom hjulspor
- Venstre hjulspor





*Figur 29: Ruhets-/teksturmåling (MTD) med Sandpatch (foto: Brynhild Snilsberg)*

### **7.2.2 Teksturmåling med målebil – ViaPPS**

Statens vegvesen har egne målebiler (se Figur 30) som kan registrere tekstur/ruhet. Målingen gjøres med ViaPPS, og utføres samtidig med at det måles spor, ujevnheter og tverrfall. Statens vegvesen Region midt utførte målingen i Strindheimtunnelen og Haakon VII gate.

ViaPPS målinger gir oss MPD-verdi.

Det ble gjennomført tre tekstur måleserier før vasking, og tre måleserier etter vasking. Det ble målt hhv i ytre/høyre hjulspor (standard måleprosedyre), mellom hjulspor og i indre (venstre) hjulspor.



Figur 30: ViaPPS målebil for spor, tverrfall, jevnhet og vegbilder. Jevnhets-/teksturlaser innfelt (Foto: Torleif Haugødegård/Sigurd Skjelmo)

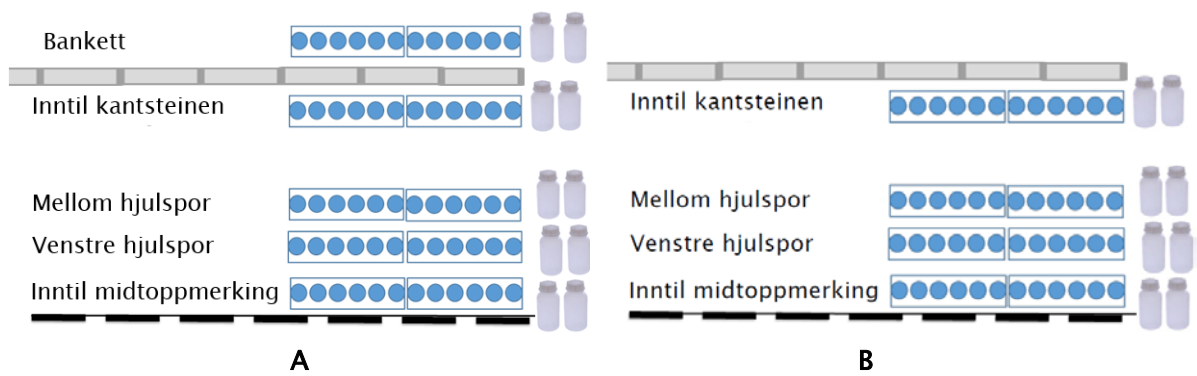
## 7.3 Renhet på vegbanen

### 7.3.1 Wet Dust Sampler (WDS)

WDS er utviklet og opereres av Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) i Sverige. Den måler støv på vegbanen på en repeterbar måte ved å høytrykksvaske et lite areal på vegbanen med destillert og deionisert vann som blir sugd opp i en prøveflaske med en vakuumpumpe.

WDS er en høytrykksvasker med vakuumpumpe, som tar prøver av støv som ligger på vegoverflaten. Vasking og prøvetakingstiden blir styrt av en digital styringsenhet for å gjøre prøvetaking så repeterbar som mulig. En viss mengde væske blir spylt ut under høyt trykk og sugd opp i en prøveflaske som kan analyseres videre (f.eks. med tanke på støvmengde, partikkelstørrelsesfordeling og andel uorganisk materiale).

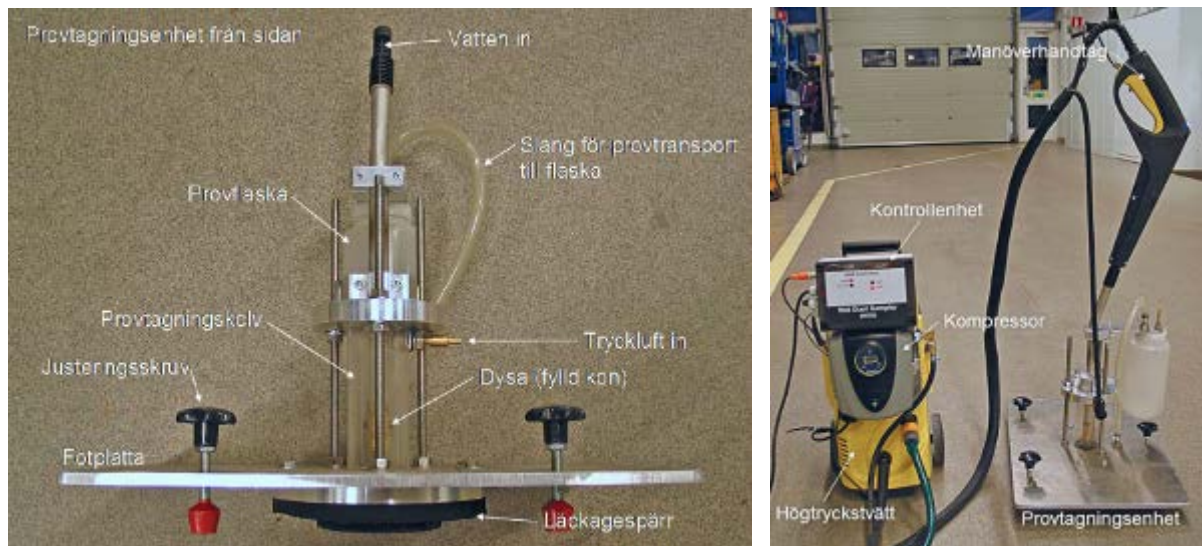
Arealet som vaskes er relativt lite på ca. 20 cm<sup>2</sup> (sirkel med ca. 51 mm i diameter). Det ble derfor vasket 6 arealer i hver prøveflaske (ca. 2,5 liter), og det ble tatt to prøveflasker fra hvert område, se Figur 31.



Figur 31: Prøvetaking med WDS. A: Strindheimtunnelen, B: Haakon VII gate (fra VTI rapport 883)

Det ble tatt prøver før og etter vasking for å dokumentere forskjeller på renhet i høyre kjørefelt.

Fremgangsmåte og resultater presenteres i en egen rapport fra VTI (se Vedlegg 7).



Figur 32: Wet Dust Sampler (foto: VTI)

## Strindheimtunnelen

Områder som ble prøvetatt:

- Bankett på høyre side i tunnelen
- Inntil vegmerking/bankett/kantstein
- Mellom hjulspor
- Venstre hjulspor
- Inntil midtmarkeringen/mellom kjørefelt





*Figur 33: Prøvetaking av støv på bankett og vegbanen før rengjøring (foto: Brynhild Snilsberg)*

### Haakon VII gate

Områder som ble prøvetatt:

- Inn mot kantstein på høyre side i kjørefeltet
- Mellom hjulspor
- Venstre hjulspor
- Inntil midtmarkeringen/mellom kjørefelt



*Figur 34: Prøvetaking med WDS i Haakon VII gate (foto: Brynhild Snilsberg)*



*Figur 35: Prøvetaking på tvers av vegbanen (foto: Brynhild Snilsberg)*

#### **7.4 Måling av fukt på vegbanen**

Fukt på vegbanen ble målt ved å bruke Wettex Maxi Vileda kluter som ble veid før og etter måling for å registrere mengde fukt per m<sup>2</sup> etter rengjøring. Bakgrunnen for å måle restfukt er å se hvor effektivt rengjøringsbilene suger opp vaskevann og registrere mengde vann gjenværende på vegen etter rengjøring. Dette er viktig spesielt vinterstid ved minusgrader hvor det er fare for tilfrysing og glatt vegbane som resultat, men også for å fjerne finstoff/støv fra vegoverflaten.

Det er knyttet usikkerhet til hvor lave fuktverdier som lar seg måle med Wettex kluter. Det er grunn til å tro at avviket mellom målt og virkelig fuktmengde øker jo tørrere det er på vegoverflaten. Wettex kluter klarer ikke å trekke til seg all fuktighet på vegdekket. Varierende overflatetekstur vil også kunne innvirke.

Statens vegvesen Vegdirektoratet gjennomførte måling både i Strindheimtunnelen og i Haakon VII gate.



*Figur 36: Måling av restfukt på vegbanen (foto: Brynhild Snilsberg)*

## 8. Prøvetaking

Statens vegvesen Vegdirektoratet (Miljøseksjonen ved TMT) sitt FoU program NORWAT og Statens vegvesen Region midt har laget prosedyrer for prøvetaking av vaskevann og slam, som vi tok utgangspunkt i for dette forsøket, men med noen modifikasjoner (se Vedlegg 1).

### 8.1 Vaskevann

Statens vegvesen Region midt foretok prøvetaking av vaskevann under forsøkene i Strindheimtunnelen. Det ble tatt totalt 4 prøver av vaskevann:

- **Prøve 1:** Ble tatt når taket ble vasket/tidlig i vasken og prøven ble hentet direkte fra kummen.
- **Prøve 2:** Ble tatt når veggene ble vasket/midt under vasken og prøven bestod av vann som rant nedi bøtta rett i fra vegbanen. Inneholder mye såpevann tidlig i vasken.
- **Prøve 3:** Ble tatt når veggene og armatur ble vasket/midt under vasken og prøven bestod av vann som rant nedi bøtta rett i fra vegbanen.
- **Prøve 4:** Ble tatt når når vegbanen ble vasket/mot slutten av vasken og prøven ble fra kum på slutten av vasken. Bøtta ble så tung og full av slam at håndtaket gikk av og bøtta ramlet nedi kummen. Derfor er prøven tatt av vannet nedi kummen.

Prøvene ble hellet over på flasker som ble levert til analyselaboratoriet for analyser. Analysene av vaskevannet ble gjort av Analysesenteret Trondheim kommune og underleverandør ALS Laboratory Group Norway AS.

Hvilke parametere vaskevannet ble analysert for og analyseresultatene vises i Vedlegg 3.





*Figur 37: Prøvetaking av vaskevann fra kum (foto: Brynhild Snilsberg)*

## 8.2 Slam

Det ble tatt én prøve av slam fra hver av de tre feiebilene som rengjorde Felt 1–3 (prøvene er nummerert i henhold til feltene) i Strindheimtunnelen, og én prøve fra Trondheim Bydrift sin feiebil i Haakon VII gate. Prøvene ble tatt fra feiebilene når slammet ble tømt på Valøya (Trondheim Bydrift), og sendt til analyse hos Analysesenteret Trondheim kommune og underleverandør ALS Laboratory Group Norway AS.

Hvilke parametere som slamprøvene ble analysert for og analyseresultatene vises i Vedlegg 3.

## 8.3 Støvdepot

VTI tok prøve av støvdepot i Haakon VII gate. Støvet ble tatt med en spatel og kost, og tømt i en prøvepose. Arealet ble oppmålt med målband.



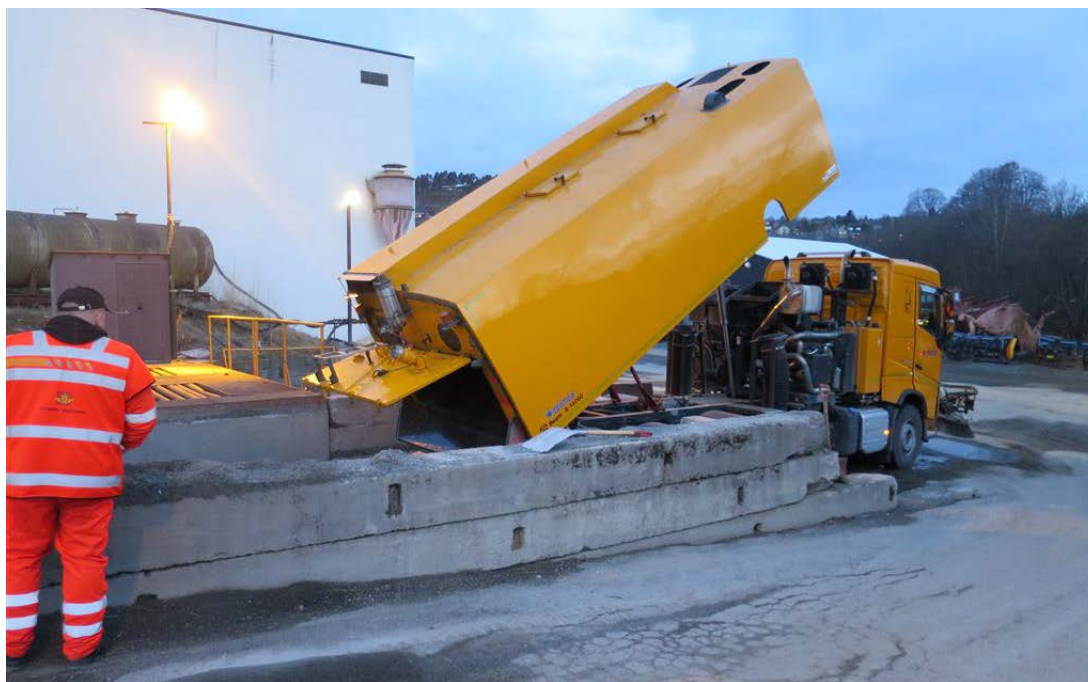
*Figur 38: Prøvetaking av støvdepot (foto: Brynhild Snilsberg)*

## 9. Resultater

### 9.1 Strindheimtunnelen

Resultater fra Strindheimtunnelen omfatter måling av lyshet, tekstur, renhet og gjenværende fukt på vegen etter rengjøring. I tillegg ble prøver av vaskevann og slam analysert.

Bilder tatt av slamtømmingen på Sluppen etter vaskeforsøket i Strindheimstunnelen viser at de ulike feiemaskinene hadde ulik mengde slam samlet opp, se Figur 39.



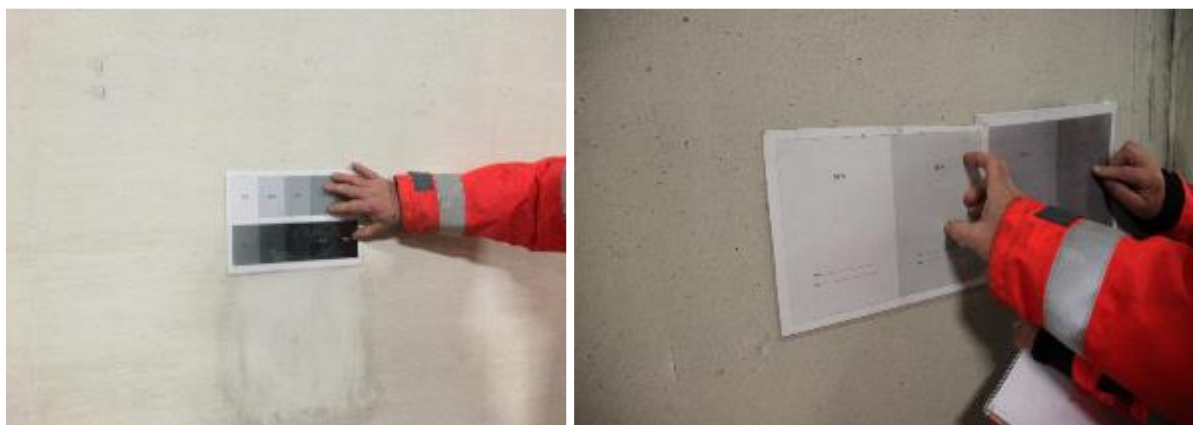
Figur 39: Mengde slam fra feiebilene (foto: Bernt Olav Opheim)

### 9.1.1 Lyshet

#### A4 ark med fargeskala

Det ble brukt en fargeskala fra 10 – 100 %, der det ble vurdert hvor på skalaen tunnelveggen lå før og etter vask:

- **Før vask:**
  - **Felt 1, Felt 2. og Felt 3:** Tunnelveggen i alle felt hadde en renhet på **35 %**.
- **Etter vask:**
  - **Felt 1:** Veggen hadde en renhet på **15 %**. Nedre del ca. 50 cm opp fra bankett lå på 30 %. Det samme var området rundt skilt og skap (30 %)
  - **Felt 2:** Veggen hadde en renhet på **15 %** (snitt på hele veggen). Området rundt skilt og skap 30 %
  - **Felt 3:** Veggen hadde en renhet på **25 %** (snitt på hele veggen) Området rundt skilt og skap 25 %



Figur 40: Fargeskala (foto: Ellinor Hansen)

#### Måling av luminans og illuminans

Norconsult utførte målinger av lyshet før og etter vask i Strindheimtunnelen. Full rapport er gitt i Vedlegg 6 («Rv 706 Strindheimstunnelen – Evaluering av refleksjon fra vegger før/etter vask»).

Måling av luminans (refleksjon) og illuminans (innstråling) viste følgende endringer:

- **Felt 1** viste en økning i refleksjon fra 0,41 til 0,61, og en korresponderende økning i veibane illuminans fra 26,7 til 30,6 lux (14,8 % forbedring).
- **Felt 2** viste en økning i refleksjon fra 0,43 til 0,58, og en korresponderende økning i veibane illuminans fra 26,0 til 29,7 lux (14,4 % forbedring).
- **Felt 3** viste en økning i refleksjon fra 0,42 til 0,48, og en korresponderende økning i veibane illuminans fra 31,7 til 34,7 lux (9,8 % forbedring).

Dette viser at rengjøring av Felt 1 og Felt 2 hadde tilnærmet lik lysteknisk effekt. Felt 3 hadde signifikant lavere forbedring av både lysrefleksjonsverdier for vegger og derav belysningsnivå på veibanen.



## 9.1.2 Teksturmåling

### Sandpatch – ASTM E965

I Tabell 5 nedenfor er oppsummerte resultater fra teksturmåling med sandpatchmetoden vist. Det er utført registreringer i indre (venstre) hjulspor, mellom hjulspor og i ytre (høyre) hjulspor før og etter vasking. Videre er det i tabellen beregnet sannsynlighet for endring av tekstur pga. vaskingen, P(endr.). Sannsynlighet for endring er beregnet med ensidig T-Test, der det er antatt samme varians på målingene før og etter. Ensidig vil si at det er beregnet sannsynlighet for endring, enten økning eller reduksjon. Sannsynlighet bør være nærmere 0,95 eller høyere for med rimelig sikkerhet kunne si at det har blitt en endring (95 % konfidensintervall).

Røde tall i kursiv viser felt med målt reduksjon i ruhet etter vasking.

*Tabell 5: Resultater teksturmåling med sandpatch ASTM E965 (MTD)*

FELT	MTD INDRE SPOR				MTD MELLOM SPOR				MTD YTRE SPOR			
	Før	Etter	Endring	P(endr.)	Før	Etter	Endring	P(endr.)	Før	Etter	Endring	P(endr.)
Felt 1 – Maskin 1	<i>1,64</i>	<i>1,50</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,77</i>	1,22	1,64	0,42	0,99	1,54	1,67	0,13	0,83
Felt 2 – Maskin 2	1,34	1,44	0,10	0,66	1,07	1,18	0,11	0,72	<i>1,77</i>	<i>1,62</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,95</i>
Felt 3 – Maskin 3	1,09	1,49	0,40	0,99	1,11	1,46	0,35	0,93	1,52	1,56	0,04	0,61
VASKET – ALLE FELT	1,36	1,48	0,12	0,75	1,13	1,43	0,29	0,95	1,61	1,62	0,01	0,53

Resultater vist i Tabell 5 ovenfor viser varierende resultater avhengig av utstyr og plassering i tverrprofilen. I to felt er det registrert redusert tekstur: Felt 1, indre spor og Felt 2, ytre spor. Felt som kan se ut har fått økt tekstur er: Felt 1 Mellom spor (sannsynlighet 0,99), Felt 3 Indre spor (sannsynlighet 0,99) og Mellom spor (sannsynlighet 0,93).

### Teksturmåling med målebil – Via PPS

I Tabell 6 nedenfor er oppsummerte resultater fra teksturmåling med ViaPPS vist. Det er utført registreringer i indre (venstre) hjulspor og mellom hjulspor før og etter vasking. Det ble ikke registrert data i ytre hjulspor. Videre er det i tabellen beregnet sannsynlighet for endring av tekstur pga. vaskingen, P(endr.). Sannsynlighet for endring er beregnet med ensidig T-Test, der det er antatt samme varians på målingene før og etter. Ensidig vil si at det er beregnet sannsynlighet for endring, enten økning eller reduksjon. Sannsynlighet bør være nærmere 0,95 eller høyere for med rimelig sikkerhet kunne si at det har blitt en endring (95 % konfidensintervall).

*Tabell 6: Resultater teksturmåling med målebil – ViaPPS (MPD)*

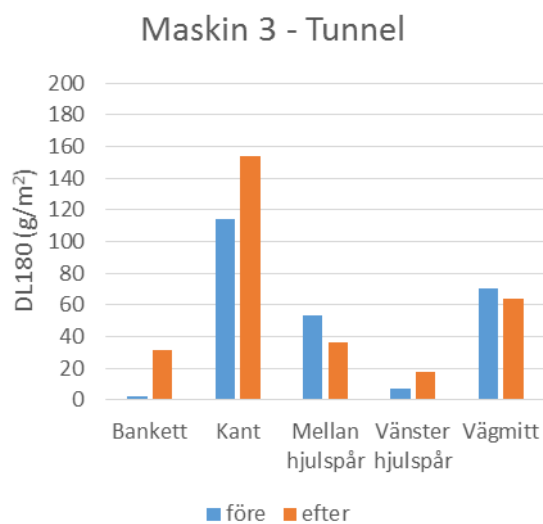
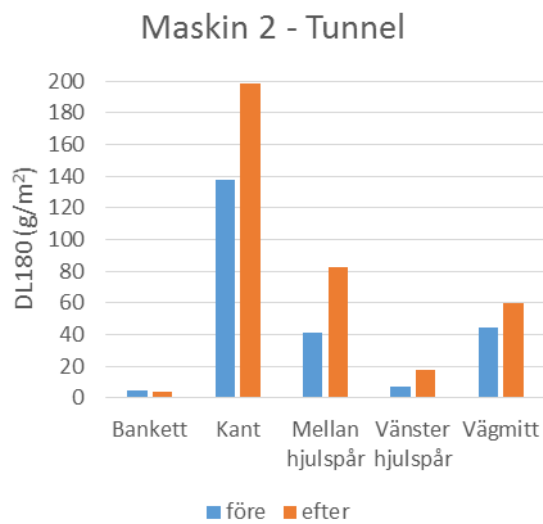
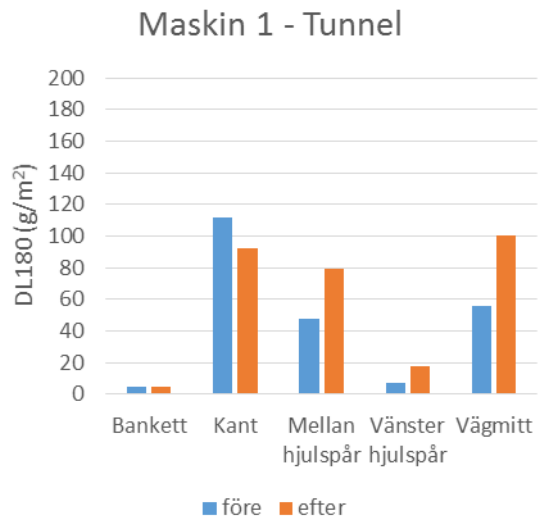
FELT	MPD INDRE SPOR				MPD MELLOM SPOR			
	Før	Etter	Endring	P(endr.)	Før	Etter	Endring	P(endr.)
Felt 1 – Maskin 1	1,36	1,42	0,06	0,98	1,16	1,27	0,11	0,99
Felt 2 – Maskin 2	1,35	1,38	0,03	0,80	1,19	1,27	0,08	0,99
Felt 3 – Maskin 3	1,29	1,29	0,00	0,57	1,14	1,21	0,07	0,97
VASKET – ALLE FELT	1,33	1,36	0,03	0,73	1,16	1,25	0,09	0,99
IKKE VASKET FELT	1,31	1,30	-0,01	0,56	1,15	1,16	0,01	0,57

Resultatet i Tabell 6 ovenfor viser at alle felt/maskiner har gitt signifikant høyere tekstur (MPD) mellom hjulspor. For indre hjulspor (venstre), er det bare i Felt 1 vaskingen har gitt signifikant høyere tekstur. Som en kontroll er det nederst i tabell vist tilsvarende data for de delstrekninger i tunnel som ikke ble vasket. Ikke vaskede felt/strekninger har ingen signifikant endring i tekstur.

Det er målt om lag samme spordybder på de enkelte forsøksfeltene. Alle felt har spordybde på ca. 3 mm. Spordybde er her beregnet som gjennomsnitt av 12 til 13 stk. 20 m medianverdier.

### 9.1.3 Renhet på vegbanen

Resultater fra måling med Wet Dust Sampler (WDS) viser at støvmengden på vegen i Strindheimtunnelen hovedsakelig øker etter rengjøring for alle tre maskiner, se Figur 41. Dette kan skyldes at store mengder støv vaskes ned fra tak og vegger som ikke blir samlet godt nok opp av feiemaskinene etterpå. I tillegg brukes det såpe på tunneltak- og vegger som renner ned på vegen etter vask, noe som kan føre til at støv som er sementert i teksturen til vegoverflaten løsner bedre og blir mer tilgjengelig etter vask. Tunnelen har også en grov overflatetekstur på grunn av asfalttypen Ska 16.



Figur 41: Mengde støv i et tverrsnitt av veien for de tre maskinene i Strindheimtunnelen (fra VTI rapport 883 i Vedlegg 7)



### 9.1.4 Restfukt på vegbanen

Tabell 7 nedenfor viser resultater fra restfuktmålinger (g/m<sup>2</sup>) med Wettex kluter, hhv målinger etter vasking (betegnet i tabell som «Før oppsug») og etter siste runde med maksimal oppsug (betegnet som «Etter oppsug»). Det er vist endring i målt fukt-/vannmengde, samt effekt (forholdet mellom vannmengde etter oppsug og før oppsug). «N/A» i tabell angir at verdi er ikke målt/beregnet. 100 g/m<sup>2</sup> betyr en vannfilm på 0,1 mm.

Tabell 7: Restfuktmålinger med Wettex

FELT	RESTFUKT MÅLT MED WETTEX (g/m <sup>2</sup> )			
	Før oppsug	Etter oppsug	Endring	Effekt
Felt 1 – Maskin 1	361	21	-340	94 %
Felt 2 – Maskin 2	N/A	409	N/A	N/A
Felt 3 – Maskin 3	649	132	-517	80 %
VASKET – ALLE FELT	505	187	-428	85 %

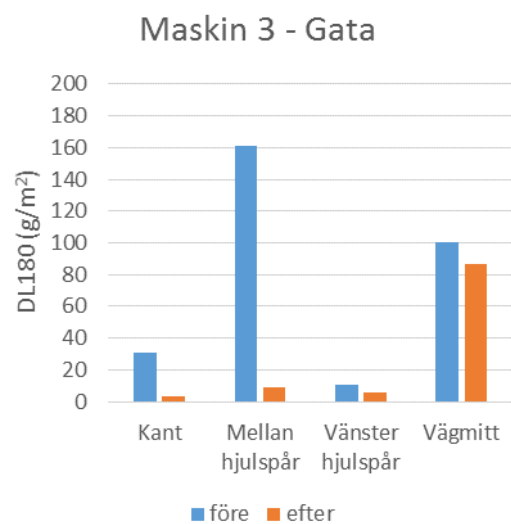
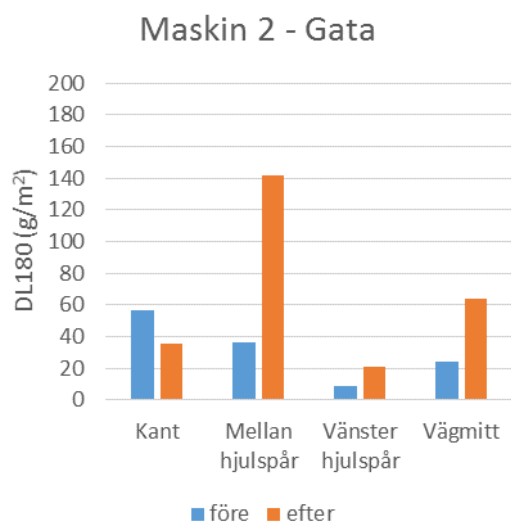
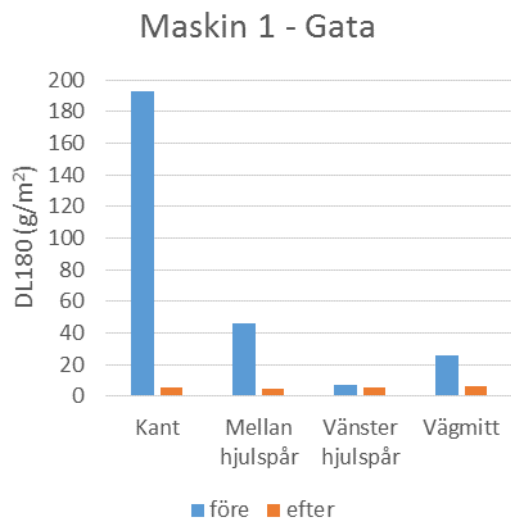
Resultatene i Tabell 7 ovenfor viser at maskinen i Felt 1 fjerner restvannet fra vaskingen mest effektivt (restfukt 21 g/m<sup>2</sup> og effekt på 94 %). Videre følger Felt 3 og til slutt Felt 2, der det er mye vann igjen på vegbanen etter siste oppsug.

## 9.2 Haakon VII gate

Resultater fra Haakon VII gate omfatter måling av renhet, gjenværende fukt etter rengjøring og tekstur utført med målebil. I tillegg ble prøver av slam analysert.

### 9.2.1 Renhet

Resultater fra måling med Wet Dust Sampler (WDS) viser at i gatemiljø reduseres støvmengden med 92 % for Maskin 1, 65 % for Maskin 3 mens Maskin 2 ikke klarer å redusere støvmengden på veggen, se Figur 42.



Figur 42: Mengde støy i et tverrsnitt av vegen for de tre maskinene i Haakon VII gate (fra VTI rapport 883 i Vedlegg 7)



*Figur 43: På grunn av manglende ugrasskost på Maskin 1 var det vanskelig å få fjernet støvdepotet langs kantsteinen som var blitt ganske hardt i løpet av vinteren. Men etter gjentatte overfarer ble det fjernet (foto: Brynhild Snilsberg)*

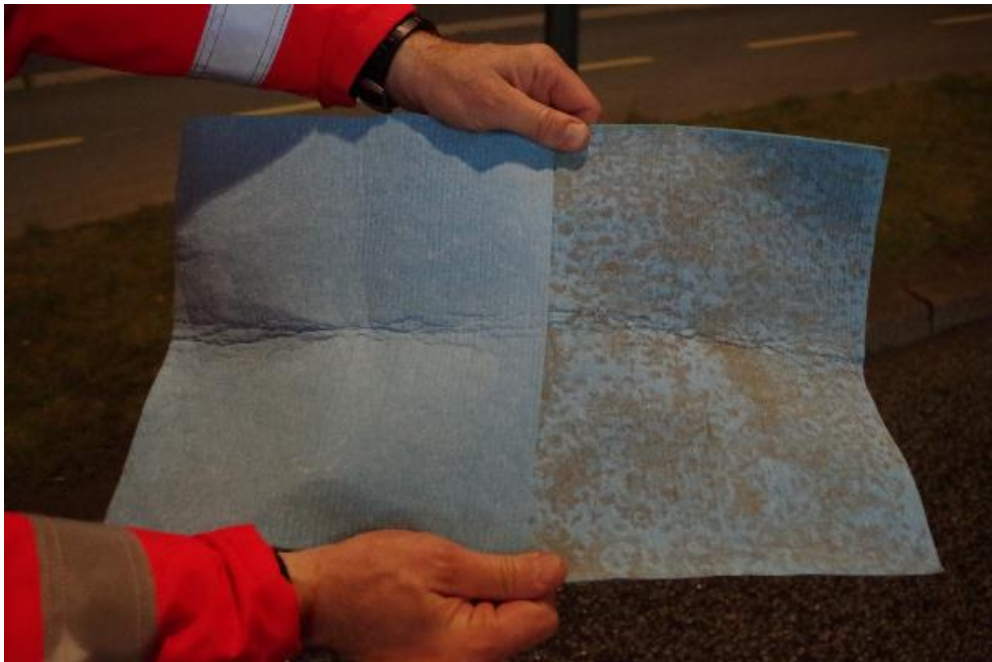
### 9.2.2 Restfukt

Vegdekket var tørt før vasking startet. Det ble utført målinger med Wettex etter endt vasking og oppsug. I Felt 1 var det så lite restfukt på vegbanen etter vasking at Wettex-klutene ikke klarte å suge opp nevneverdig vann etter vasking.

*Tabell 8: Restfuktmålinger med Wettex*

FELT	RESTFUKT ETTER VASK MÅLT MED WETTEX (g/m <sup>2</sup> )	
	Ytre spor	Mellom spor
Felt 1 – Maskin 1	6	0
Felt 2 – Maskin 2	96	90
Felt 3 – Maskin 3	108	72
VASKET – ALLE FELT	70	54

Resultater vist i Tabell 8 ovenfor viser at maskinen i Felt 1 etterlater vegoverflatene tilnærmet tørr etter oppsug. De to andre maskinen har tilnærmet samme resultat med restfukt på ca. 100 g/m<sup>2</sup> (tilsvarende vannfilm på 0,1 mm).



Figur 44: Felt 3 hadde tydelig mye gjenværende støv på vegbanen, noe vi så da restfukt ble målt med Wettex kluter. Kluten til venstre er brukt i Felt 1. (foto: Brynhild Snilsberg)

### 9.2.3 Tekstur – ViaPPS

Det ble ikke målt tekstur med SandPatch under forsøkene i Haakon VII's gate.

I Tabell 9 nedenfor er oppsummerte resultater fra teksturmåling med ViaPPS vist (MPD – Mean Profile Depth). Det er utført registreringer i indre (venstre) hjulspor, mellom hjulspor og ytre hjulspor (høyre) før og etter vasking. Videre er det i tabellen beregnet sannsynlighet for endring av tekstur pga. vaskingen, P(endr.). Sannsynlighet for endring er beregnet med ensidig T-Test, der det er antatt samme varians på målingene før og etter. Ensidig vil si at det er beregnet sannsynlighet for endring, enten økning eller reduksjon. Sannsynlighet bør være nærmere 0,95 eller høyere for med rimelig sikkerhet kunne si at det har blitt en endring (95 % konfidensintervall).

Røde tall i kursiv viser felt med målt reduksjon i tekstur etter vasking.

Tabell 9: Resultater teksturmåling med målebil – ViaPPS (MPD)

FELT	MPD INDRE SPOR				MPD MELLOM SPOR				MPD YTRE SPOR			
	Før	Etter	Endring	P(endr.)	Før	Etter	Endring	P(endr.)	Før	Etter	Endring	P(endr.)
Felt 1 – Maskin 1	1,10	1,14	0,04	0,89	0,85	0,87	0,01	0,57	<i>1,13</i>	<i>1,10</i>	<i>-0,03</i>	<i>0,91</i>
Felt 2 – Maskin 2	<i>1,19</i>	<i>1,14</i>	<i>-0,06</i>	<i>0,81</i>	<i>0,94</i>	<i>0,92</i>	<i>-0,03</i>	<i>0,60</i>	<i>1,22</i>	<i>1,19</i>	<i>-0,03</i>	<i>0,81</i>
Felt 3 – Maskin 3	1,19	1,21	0,01	0,61	0,83	0,96	0,13	0,87	<i>1,25</i>	<i>1,18</i>	<i>-0,07</i>	<i>0,96</i>
VASKET – ALLE FELT	1,16	1,16	0,00	0,51	0,88	0,91	0,04	0,79	<i>1,20</i>	<i>1,15</i>	<i>-0,05</i>	<i>0,80</i>
IKKE VASKET	<i>1,22</i>	<i>1,19</i>	<i>-0,03</i>	<i>0,80</i>	1,09	1,10	0,01	0,66	<i>1,26</i>	<i>1,25</i>	<i>-0,01</i>	<i>0,86</i>

Resultatet i Tabell 9 ovenfor viser at ingen felt/maskiner har gitt signifikant høyere tekstur etter vasking ut fra MPD-målingene med ViaPPS.

Nederst i tabellen vises tilsvarende data for de delstrekninger langs Haakon VII's gate som ikke ble vasket.

Det er målt noe ulike spordybder på de enkelte forsøksfeltene. Felt 1 har spordybde på 13 mm, Felt 2 og Felt har spordybde på 21 mm. Spordybde er beregnet som gjennomsnitt av fem 20 m medianverdier.

### 9.3 Miljøanalyser

I dette avsnittet er kun hovedfunnene fra prøvetaking av vaskevann og slam fra Strindheimtunnelen og Haakon VII gate beskrevet i forhold til tilstandsklasser. En mer detaljert vurdering av prøvene som ble tatt finnes i Vedlegg 2.

*Tabell 10: Klasseinndeling for vurdering av tilstand*

Tilstandsklasse	
1	Meget god
2	God
3	Moderat
4	Dårlig
5	Svært dårlig

#### 9.3.1 Vaskevann

Sammenlignet med andre tunneler som er undersøkt gjennom NORWAT-programmet i Norge, er trafikkmengden relativt liten i Strindheimtunnelen (ÅDT = 8350). Det kan ofte være litt høyere konsentrasjoner av forurensninger i høytrafikkerte tunneler sammenlignet med lavtrafikkerte tunneler. Dette kan man til en viss grad se i målingene av de ulike forurensningsstoffene i vaskevannet. Vaskevannet fra Strindheimstunnelen inneholder generelt lavere konsentrasjoner av de målte stoffene sammenlignet med vaskevann fra de andre tunnelene. Konsentrasjonen av de ulike stoffene varierer betydelig mellom de ulike tunnelene og mellom de ulike replikantene innenfor en og samme tunnel. Uavhengig av dette så er konsentrasjonene svært høye og de ulike metallene overskrider alle AA (årlig gjennomsnitt) og MAC (maks konsentrasjon) verdien i vannforskriften. I tillegg klassifiseres kobber, krom og sink som svært akutt giftig (klasse V).

*Tabell 11: Tilstandsklasser for avløpsvann*

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
	Bakgrunn	AA-EQS	MAC-EQS	IV	Akutt toksisk
<b>Bly</b>	0,02	1,2	14	57	>57
<b>Kobber</b>	0,3	7,8	7,8	15,6	>15,6
<b>Krom</b>	0,1	3,4	3,4	3,4	>3,4
<b>Nikkel</b>	0,5	4	34	67	>67
<b>Sink</b>	1,5	11	11	60	>60

Fullstendige resultater fra analyse av prøve tatt av slam finnes i Vedlegg 3.

#### 9.3.2 Slam

I vurdering av slamprøver ble tilstandsklasser for forurenset grunn (helsebaserte kriterier) brukt som grunnlag siden dette vil avgjøre hvordan slammet skal håndteres etter



oppsamling (ulike typer arealbruk) gitt av SFT<sup>2</sup>. Så lenge én parameter overskrider kravene, vil det ikke hjelpe at slammet har lave verdier for de andre forurensningskomponentene.

Tabell 12: Sammenheng mellom planlagt arealbruk og tilstandsklasser i ulike dyp

Planlagt arealbruk	Tilstandsklasse i toppjord (< 1m)	Tilstandsklasse i dypereliggende jord (> 1m)
<b>Boligområder</b>	Tilstandsklasse 2 eller lavere. Jord til dyrkning ved boliger og grønne barnehager. Her må jord som brukes til dyrkning av grønnsaker tilfredsstillende tilstandsklasse 1 for stoffene PCB <sub>sum7</sub> , PAH <sub>sum16</sub> , benzo(a)pyren, cyanid og heksaklorbenzen.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. For stoffene alifater C8-C10 og C10-C12, benzen og trikloret, kan tilstandsklasse 4 aksepteres, hvis det ved risikovurdering mhp. spredning og avgassing kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
<b>Sentrumsområder, kontor og forretning</b>	Tilstandsklasse 3 eller lavere	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
<b>Industri og trafikkareal</b>	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.

Forurensningsgraden i slamprøvene fra Strindheimstunnelen og Haakon VII er relativt lave hvis man bruker tilstandsklasser for forurenset grunn som grunnlag. For metallene og total PAH så er konsentrasjonene i klasse 1 «*Meget god*» (klasse 1 er sammenfallende med normverdien). Unntaket er hydrokarboner som for Strindheimstunnelen klassifiseres i klasse 5 *svært dårlig* og anses som farlig avfall. For Haakon VII gate er innholdet av hydrokarboner noe lavere og klassifiseres i klasse IV *dårlig*.

Slammet vil anses som farlig avfall og vil medføre at massene bør leveres til godkjent mottak.

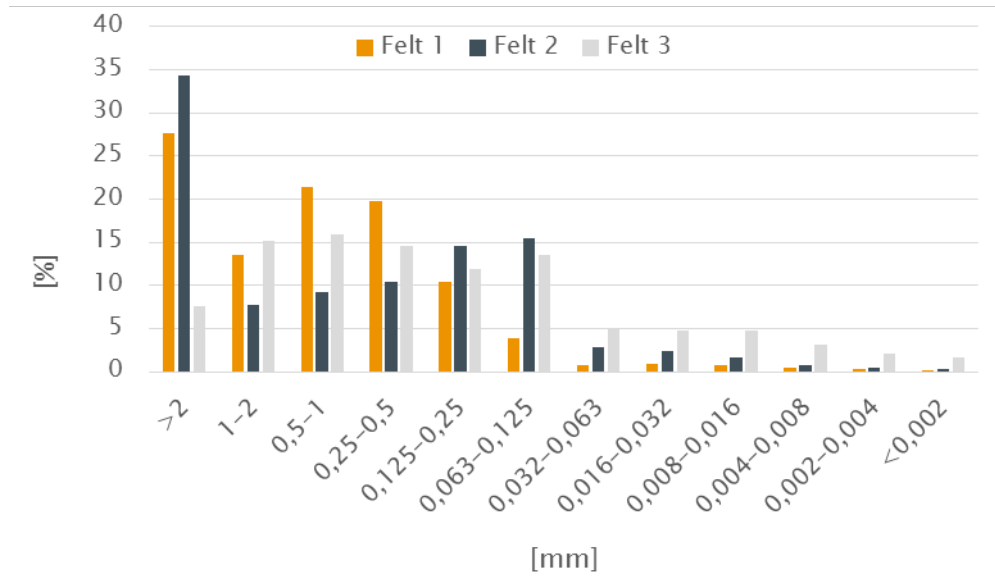
Fullstendige resultater fra analyse av prøve tatt av slam finnes i Vedlegg 3 og vurdering av resultatene i Vedlegg 2.

Analyse av partikkelstørrelsesfordelingen av slam tatt fra feiebilene fra Felt 1–3 i Strindheimtunnelen er vist i Figur 45A, og akkumulert fordeling i Figur 45B. Figurene viser at slamprøven fra Felt 3 hadde høyere andel av de fineste partiklene. Dette kan skyldes at

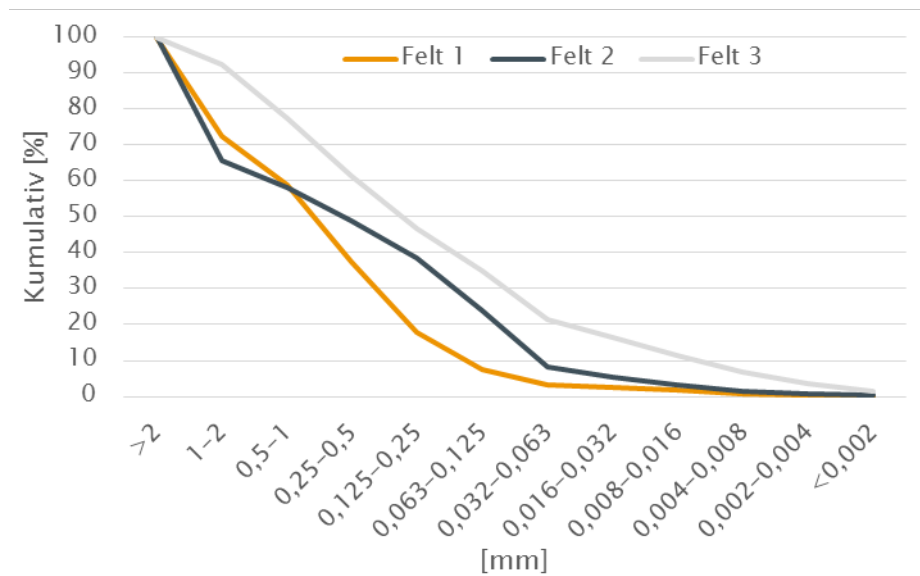
<sup>2</sup> Statens forurensningstilsyn. Veileder. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA2553/2009. <http://miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2553/ta2553.pdf>

Maskin 3 var mest effektiv på opptak av de fineste partiklene eller at partikkelfordelingen mellom de ulike feltene rett og slett var forskjellige i utgangspunktet. Felt 2 hadde også mer finstoff i slamprøven fra feiebilen enn fra Felt 1.

**A**



**B**



Figur 45: Partikkelstørrelsesfordeling. A: Prosentvis fordeling. B: Akkumulert fordeling

## 10. Konklusjoner

I disse forsøkene ble det testet ulike utstyr for renhold av tunnel, veg og gater og effekten ble dokumentert med ulike metoder:

- Måling/prøvetaking av støv på vegbanen med WDS (wet dust sampler)
- Måling av lyshet i tunnel
- Måling av tekstur på vegbanen
- Måling av gjenværende fukt på vegbanen
- I tillegg ble det tatt prøver av vaskevann og slam for miljøanalyser

### 10.1 WDS (wet dust sampler)

Prøvetaking med WDS for å måle mengde støv på vegen (partikkelstørrelse mindre enn 180 mikrometer) før og etter rengjøring viste at det er store forskjeller på effekten på vegoverflaten av rengjøring i tunnel og veg:

- **Strindheimtunnelen:** I tunnel øker støvmengden på vegen etter rengjøring for alle tre feiemaskiner. Dette kan skyldes at store mengder støv vaskes ned fra tak og vegger som ikke blir samlet godt nok opp av feiemaskinene etterpå. I tillegg brukes det såpe på tunneltak og -vegger som renner ned på vegen etter vask, noe som kan føre til at støv som er sementert i teksturen til vegoverflaten løsner bedre og blir mer tilgjengelig etter vask. Tunnelen har også grovere overflatetekstur (Ska 16) enn Haakon VII gate (Ska 11).
- **Haakon VII gate:** I gatemiljø reduseres støvmengden med 92 % for Maskin 1, 65 % for Maskin 3, mens Maskin 2 ikke klarer å redusere støvmengden på vegen. For Maskin 3 ser vi at renholdseffekten er dårlig på venstre side av bilen (mot midten av vegbanen), og at dette ga et lavere gjennomsnittstall for redusert støvmengde.

Det kan se ut til at kraftig oppsug er mest effektivt for å fjerne vegstøv, men at roterende dyser med høytrykksspyling er viktig for å få løsnet støvet fra vegen. Lavere kjørehastighet gir bedre renhet på vegbanen, men vil påvirke fremdriften og ressursbruk.

Resultater fra renhetsmåling med WDS utført av VTI foreligger som egen rapport:

- VTI rapport 883 (se Vedlegg 7) <http://www.vti.se/sv/publikationer/utvardering-av-stadmaskiners-formaga-att-reducera-vagdammforradet-i-gatu--och-tunnelmiljoer-i-trondheim/>

Erfaringene fra tunnelvaskingen viser at man kanskje bør ha mindre fokus støv som er grodd fast i teksturen i asfalten, og heller konsentrere renholdet på løsere støv på vegbanen, bankett og havarilommer/snusnisjer. Det bør være større frekvens på feiing av veibane, bankett, havarilommer/snusnisjer og lignende, og færre halv- og helvasker i tunnel.

## 10.2 Lyshet

### Måling av luminans og illuminans

I tunnel kan måling av lyshet være en viktig parameter for å vurdere forbedring/effekt/renhet av tunneltak og -vegger. Lyshetsmålingene viser at Felt 3 hadde en dårligere forbedring enn Felt 1 og 2:

- Lyshetsmålinger av tunnelvegg foretatt av Norconsult viser at Felt 1 og 2 hadde en tilnærmet lik lysteknisk forbedring på henholdsvis 14,8 % og 14,4 %, mens Felt 3 hadde en signifikant lavere forbedring på 9,8 %.
- Tilsvarende for måling av lyshet på tunnelvegg med fargeskala (fra 10 – 100 %, der 100 % er svart og 10 % er hvitt) hadde alle tre felt en renhet på 35 % før vask. Etter vask hadde Felt 1 og 2 en renhet på 15 % og Felt 3 en renhet på 25 %.

I Felt 1 og 2 ble tunneltak og -vegg rengjort både med høytrykksspyling og mekanisk med børster, i Felt 3 ble kun høytrykksspyling utført. Det kan derfor se ut til at kun høytrykksspyling ikke er tilstrekkelig for å få rengjort tak og vegg i tunnel med betonghvelv, men at det også er behov for mekanisk påvirkning.

Såpe ble sprayet på armatur/tak og tunnelvegger før høytrykksspyling, og alle tre felt hadde samme type såpe (Careq Bussvask med voks) og konsentrasjon (10 %) så det ikke skulle være en variabel i forsøkene. Vi testet altså ikke vask uten bruk av såpe eller forskjellig konsentrasjon av såpe, noe som kan være aktuelt som parameter i et nytt forsøk.

Resultater fra lyshetsmåling utført av Norconsult foreligger som egen rapport (se Vedlegg 6).

### A4 ark med fargeskala

Lyshet ble også målt med en fargeskala fra 10 – 100 % der 10 er helt hvitt og 100 % er helt svart. Det ble vurdert hvor på skalaen tunnelveggen lå før og etter vask:

- **Før vask:**
  - **Felt 1, Felt 2. og Felt 3:** Tunnelveggen i alle felt hadde en renhet på 35 %.
- **Etter vask:**
  - **Felt 1:** Veggen hadde en renhet på 15 %. Nedre del ca. 50 cm opp fra bankett lå på 30 %. Det samme var området rundt skilt og skap (30 %)
  - **Felt 2:** Veggen hadde en renhet på 15 % (snitt på hele veggen). Området rundt skilt og skap 30 %
  - **Felt 3:** Veggen hadde en renhet på 25 % (snitt på hele veggen) Området rundt skilt og skap 25 %

Disse resultatene er i samsvar med måling av luminans og illuminans, og er en enkel, rask og lite ressurskrevende metode. Men den er avhengig av at tunnelveggen er malt med en type maling som ikke endrer farge over tid og er lett å rengjøre.

## 10.3 Tekstur

Tekstur sier noe om overflateruheten til asfalten. Hvis det ligger mye skitt i teksturen som blir fjernet ved rengjøring, vil det bli større ruhet (økende tekstur) på vegoverflaten etter vasking. Tekstur ble målt før og etter rengjøring for å se om det er mulig å bruke dette som et mål på forbedring, og ble målt med Sandpatch metoden som måler MTD (mean texture depth), og med Statens vegvesen sin målebil ViaPPS som måler MPD (mean profile depth).

### Sandpatch

**Strindheimtunnelen:** Resultater viser varierende resultater avhengig av utstyr og plassering i tverrprofilen. I to felt er det registrert redusert tekstur: Felt 1, indre spor og Felt 2, ytre spor. Felt som kan se ut har fått økt tekstur er: Felt 1 Mellom spor (sannsynlighet 0,99), Felt 3 Indre spor (sannsynlighet 0,99) og Mellom spor (sannsynlighet 0,93)

### Målebil

**Strindheimtunnelen:** Resultater viser at alle felt/maskiner har gitt signifikant høyere tekstur (MPD) mellom hjulspor etter rengjøring. For indre hjulspor (venstre), er det bare i Felt 1 vaskingen har gitt signifikant høyere tekstur.

**Haakon VII gate:** Resultater viser at ingen felt/maskiner har gitt signifikant høyere tekstur etter vasking ut fra MPD-målingene med ViaPPS.

Ut fra disse resultatene ser vi at tekstur ikke kan brukes som et godt mål på effekt av rengjøring av vegbane.

## 10.4 Restfukt

Fukt på veggen etter vask ble registrert i tunnel og gate med Wettex-kluter. Hensikten med å måle restfukt er å se hvor effektivt rengjøringsbilene suger opp vaskevann ved å registrere mengde vann som ligger igjen på veggen etter rengjøring.

**Strindheimtunnelen:** Resultatene viser at maskinen i Felt 1 fjerner restvannet fra vaskingen mest effektivt (restfukt 21 g/m<sup>2</sup> og effekt på 94 %). Videre følger Felt 3 og til slutt Felt 2, der det er mye vann igjen på vegbanen etter siste oppsug.

**Haakon VII gate:** Resultater viser at maskinen i Felt 1 etterlater vegoverflatene tilnærmet tørr etter oppsug. De to andre maskinen har tilnærmet samme resultat med restfukt på ca. 100 g/m<sup>2</sup> (tilsvarende vannfilm på 0,1 mm).

Forsøkene viste at kraftig baksug er viktig for å få fjernet vann på vegoverflaten.

## 10.5 Miljøanalyser

Vaskevann og slam har tilstandsklasser «Dårlig–Svært dårlig».

**Vaskevann (Strindheimtunnelen):** Konsentrasjonene er svært høye og de ulike metallene overskrider alle AA (årlig gjennomsnitt) og MAC (maks konsentrasjon) verdien i vannforskriften. I tillegg klassifiseres kobber, krom og sink som svært akutt giftig (klasse V).



**Slam (Strindheimtunnelen og Haakon VII gate):** Forurensningsgraden i slamprøvene fra Strindheimstunnelen og Haakon VII er relativt lave hvis man bruker tilstandsklasser for forurenset grunn som grunnlag. For metallene og total PAH så er konsentrasjonene i klasse 1 «Meget god» (klasse 1 er sammenfallende med normverdien). Unntaket er hydrokarboner som for Strindheimstunnelen klassifiseres i klasse 5 «Svært dårlig» og anses som farlig avfall. For Haakon VII gate er innholdet av hydrokarboner noe lavere og klassifiseres i klasse 4 «Dårlig».

Miljømessig bør man også redusere eller slutte å bruke såpe med tanke på utlekking av farlige komponenter til omgivelsene, spesielt gjelder dette tungmetaller som løses opp og ikke blir fanget opp i rensbassengene. For å begrense bruk av såpe i tunnel og slitasje på vifter bør man intensivere renhold av vegbane og bankett slik at man fjerner støvet jevnlig.

Arbeidsmiljømessig kan såpen også ha skadelige effekter, og krever verneutstyr for sikker håndtering og bruk (Vedlegg 9).

Impregnering, maling og såpebruk i tunnel kan svekke eller gi utilsikta skadeeffekter på tunnelinnstallasjoner.

## 10.6 Kunnskapsoppbygging

Renhold er en driftsoppgave som gjennomføres i driftskontrakter på regionsnivå. Mye av utstyrsutviklingen og kompetanseoppbyggingen har foregått der. Kunnskap om renhold krever samarbeid mellom mange fagmiljø i Statens vegvesen: vann, luft, tunnel, elektro, betong, vegdekker, miljø m.m. Det kan derfor være fornuftig å sette dette i system og gjennomføre et større FoU prosjekt på renhold av tunnel, gater og veger. På kort sikt kan det være fornuftig å gjennomføre fagdager og enkle forsøk.

## 11. Forslag til videre arbeid

Renholdsforsøkene gjennomført i dette prosjektet var begrenset til tre felt i tunnel og tre felt i gate, og dermed et begrenset antall utførende. Vi hadde tilnærmet samme fremgangsmåte og tidsramme for rengjøring i alle felt. I tunnel ble det brukt samme type og konsentrasjon av såpe. Resultatene viser at det kan være behov for supplerende forsøk.

### Prosedyrer og krav til utstyr i driftskontrakter:

- Det må utarbeides mer detaljerte beskrivelser for gjennomføring og krav til utstyret som skal brukes, og metoder for dokumentasjon av effekt (f.eks. mengde fukt på veggen etter rengjøring).

### Generelt:

- Total mengde støv samlet opp av hver feiebil ble ikke nøyaktig registrert, og dette er interessant både med tanke på effekt av feiemaskiner og potensiale for PM10.
- Analyse av prøver fra WDS gir bare mengde støv < 180 µm, men samlet også opp større partikler. Samlet mengde støv med WDS ble ikke beregnet.
- Kjørehastigheten til feiebilene er også viktig for effekten av rengjøringen, men også i forhold til ressursbruk.

### Tunnel:

- Renhet: Måling med WDS viste at mengde støv (partikkelstørrelse < 180 µm) på vegbanen økte etter rengjøring i tunnel. Det bør derfor måles støvmengde på veg og bankett med WDS minimum i tre omganger (før, under og etter rengjøring) for å fange opp effekten av såpe og store mengder vann ved hel- og halvvaske.
- Såpe: Såpe er viktig for å få rene tunneltak og vegger, og både konsentrasjon, type og eksponeringstid kunne vært interessant å studere videre. Det kan også være aktuelt å se på effekt av ulik konsentrasjon med samme såpetype, der det også rengjøres uten bruk av såpe. I et miljøperspektiv er bruk av såpe negativt blant annet på grunn av at det løser metaller.
- Mekanisk påvirkning (f.eks. med bruk av børster) ser også ut til å være viktig for sluttresultater på tunnelvegg med betonghvelv og andre glatte flater (f.eks. Gjertsen duk). Flere typer mekanisk utstyr kunne vært interessant å testet, samt effekt av mekanisk vask med børster, men uten bruk av såpe.
- Ulike tunneler: Overflaten til tunneltak og vegg er også et viktig moment. Rengjøring av ulike typer tunnelvegger (type maling eller betongelement har trolig også mye å si, enkelte typer vil lettere la seg rengjøre enn andre). I dette forsøket var det betongelement i tunnelen, men tunneler i Norge har ulike typer materialer på veggene (f.eks. Gjertsen duk, råsprengt fjell, betongelement, sprøytebetong) som trolig vil kreve ulikt utstyr og rengjøringsteknikk.
- Maling: Enkelte typer maling brukt i tunneler er brannfarlige, og kan hindre at betongen «puster» slik at fukt kan bli fanget inne i tunnelveggen noe som kan føre til at levetiden på betongen går ned. Hvordan maling og vasking påvirker holdbarheten til betong i tunnel kan også være viktig å følge opp.
- Temperatur på vaskevannet vil påvirke effekt av vasking.

- Friksjon på vegbane før og etter vasking.

**Veg og gate:**

- Rengjøring ved ulike temperaturer på vegbanen, spesielt lave temperaturer.
- Feiing med bruk av vann og saltløsning ved lave temperaturer.

## Vedlegg 1: Prosedyrer for prøvetaking av vaskevann og slam

### Instruks for prøvetaking av tunnelvaskevann (NORWAT)

Prøvetagningsmanual versjon 1.1 (30.3.2014) – Sondre Meland

#### Prøvetagning av tunnelvaskevann – instruks

Formålet med denne instruksjonen er å sikre mest mulig ensartet prøvetagning av tunnelvaskevann. Samtidig er det viktig å jobbe strukturert og «rent». Dette for å forhindre forveksling av prøver, prøvenavn samt unngå kontaminering av prøver.

Vaskevann (**fortrinnsvis belvask**) prøvetas i utslippspunkt eller så nært opp til utslippspunkt som mulig. Enten ved å åpne sluk å samle vann direkte i **sandfangkum** eller drenerør (enten inne i tunnelen eller utenfor). Det skal tas tre **replikate** prøver pr tunnel:

- Tidlig i vasken (1), midt under vasken (2) og mot slutten av vasken (3). Hvert **replikat** skal bestå av 4 delprøver (2L) som blandes (**blandprøver**) til 8-10L. Fra **blandprøven** tas en prøve som blir **replikat 1**, osv. Dette vil redusere usikkerheten noe.
- Ta med kjele for å **evnt** markere at kumlokk er åpent (sikkerhet).
- Ta med hodelykt, spett/brekjern til å åpne sluk/rister. Stav/**telskopstav** til å dytte ned prøvetagningsbøtta (10 L + 5L).
- Tau.
- Litermål fra bøtte til flaske)
- Gummihansker
- Verneutstyr (hjelme, hørselvern,...)
- Tørkepapir
- Varsle VTS når man går inn i stengt sone/tunnel, og når man går ut!
- Skyll flasken tre ganger i det samme vaskevannet før prøvetagning av vaskevannet.
- Unngå å ta på innsiden av toppen/flasken (kontaminering)
- Merk prøveflaskene godt (vannfast tusj på f.eks. **gaffatape** som limes på flasken/eller skriv direkte på flasken). Husk samme merking på flaske og ordreblankett
  - Tunnelnavn
  - **Replikat (1,2,3)**
  - Dato
  - Hvilken analyseparameter (organiske i to glassflasker, metaller i syrevasket plastflaske (liten), plastflaske til anioner og organisk materiale (**inkl pH**, ledningsevne), plastflaske suspendert stoff:
    - Metaller, **NB! bestill oppslutning (digested ) av metallanalyser**
    - PAH
    - Hydrokarboner
    - Anioner
    - Tot. N og Tot. P
    - Løst organisk materiale (DOC)
    - Totalt suspendert stoff (TSS)
    - pH
    - Ledningsevne
  - **Jeg har erfaring med at de forhåndsmerker hvilke prøver som skal til hvilke flasker hvis dere spør om det (noen parametre analyseres fra samme prøveflaske)**

Prøvene lagres helst kaldt og mørkt (kjøleskap) inntil levering. Levering bør gjøres så raskt som mulig. Vi gir [Rambøll analytics](#) beskjed om henting av prøver minimum 2 dager før. De avtaler videre med DHL.

Data som skal inkluderes/noteres i forbindelse med databearbeiding:

- Vannmengde og såpeforbruk fra entreprenør
- Vaskemetode (høytrykk, lavtrykk, såpe/ikke såpe, annet?)
- Trafikkmengde, lett/tunge
- Hastighet
- Antall løp
- Enveis/toveis trafikk
- Helningsgrad
- Dager siden sist vask
- Tunnelens utforming ([råsprengt](#), sprøytebetong, betongelementer)

Gjerne suppler med bilder og noter hvor prøvene er tatt.

## Sende prøvene til analyse

Prøveflasker sendes av Rambøll hvor som helst og DHL vil kunne hente prøvene hvor som helst, inkludert i prisen.

Kontaktperson hos Rambøll er [Kristiina Lehtonen](#) (email. [Kristiina.lehtonen@ramboll.fi](mailto:Kristiina.lehtonen@ramboll.fi), tel. +358 40 4804320)

1. Pakk forsendelsen av vannprøvene godt, bruk bobleplast e.l. **Vi har hatt uhell med knuste glassflasker! Spør om de kan også sende sikker returembalasje.**
2. Bestill prøvehenting fra [analytics@ramboll.fi](mailto:analytics@ramboll.fi)
  - a. Følgende informasjon må gis i e-posten:
    - i. Kontaktperson, inkl. telefonnummer og e-post
    - ii. Antall pakker (kjølebokser)
    - iii. Estimert vekt
    - iv. Tidspunkt for når prøvene er klare for avhenting
    - v. Tidspunkt for når kontoret stenger
3. Du mottar deretter [fraktdokumenter](#) pr. e-post: Merkelapper ([labels](#)) og faktura (proforma [invoice](#)). Merkelappene skrives ut og festes på pakkene. Et eksemplar av merkelappene skal leveres til DHL og et eksemplar beholdes som kvittering ([pdf-dokumentet](#) inneholder [alle eksemplarene](#) – husk en-sides utskrift)
4. Fyll ut analyseskjemaet (samples: [covering letter](#)) og send det pr. e-post til [analytics@ramboll.fi](mailto:analytics@ramboll.fi)
5. Skriv også ut analyseskjemaet og send det sammen med prøvene (gjærne i en plastmappe).

Når resultatene foreligger fra [Rambøll analytics](#) vil vi lagre disse i egen mappe på [e-room](#):  
[https://www.vegvesen.no/e-room/1/eRoom/Vegdirektoratet/NORWAT/0\\_2564](https://www.vegvesen.no/e-room/1/eRoom/Vegdirektoratet/NORWAT/0_2564)

Jeg kommer til å splitte faktura i to.



## Prosedyre prøvetaking av tunneler for vaskekontrakt i Møre og Romsdal

For å få gjennomført en helhetlig vurdering av forurensingsproduksjonen i tunnelene og for å kunne gi en helhetlig vurdering av effektene av nytt vaskeutstyr som skal testes, må alt som går ut av tunnelen registreres.

Det skal derfor tas prøver i tre omganger:

- A) Prøver av vann som ledes ut til resipient eller overvannsnett (vaskevann)
- B) Prøver av vann som renner av det oppsamlede slammet fra tunnelen før det går til resipient eller overvannsnett (drensvann)
- C) Prøver av slam fra tunnelen før deponering eller gjenbruk

### A) Vaskevann

Vannprøvene skal tas så nærme utslippspunkt som mulig. Enten ved å åpne sluk å samle vann direkte i sandfangkum eller drenerør (enten inne i tunnelen eller utenfor). Det skal tas tre replikate prøver pr tunnel:

- 1) Tidlig i vasken
- 2) Midt under vasken
- 3) Mot slutten av vasken

Skyll flasken tre ganger i det samme vaskevannet før prøvetagning av vaskevannet.

Unngå å ta på innsiden av toppen/flasken (kontaminering)

Merk prøveflaskene godt (vannfast tusj på f.eks gaffatape som limes på flasken/eller skriv direkte på flasken). Husk samme merking på flaske og ordreblankett. Merkes med

- Tunnelnavn
- Replikat (1,2,3)
- Dato

Vaskevannprøvene skal analyseres for følgende parametere:

- Metaller
- PAH
- Hydrokarboner
- Anioner
- Tot. N og Tot. P
- Løst organisk materiale (DOC)
- Totalt suspendert stoff (TSS)
- pH
- Ledningsevne

## B) Drensvann

Drensvann vil si det vannet som renner av slammet som er samlet opp i tunnelen. Alt av slam i tunnelen (sandfang, feiemasser etc) samles opp og lagres midlertidig i container e.l. for å få renne av seg vann før deponering eller gjenbruk. Dette drensvannet er ikke rent vann og for å finne ut hvilke stoffer som går ut med drensvannet så skal det tas prøver av drensvannet. **Hvordan samle opp og ta prøve- foreløpig litt usikker, venter tilbakemelding fra Ivar Hol om hvordan vannet vanligvis renner av for å se hva som er praktisk mulig her.**

Skyll flasken tre ganger i det samme drensvannet før prøvetagning av drensvannet.

Unngå å ta på innsiden av toppen/flasken (kontaminering)

Merk prøveflaskene godt (vannfast tusj på f.eks gaffatape som limes på flasken/eller skriv direkte på flasken). Husk samme merking på flaske og ordreblankett. Merkes med

- Tunnelnavn
- Dato

Drensvannprøvene skal analyseres for følgende parametere:

- Metaller
- PAH
- Hydrokarboner
- Anioner
- Tot. N og Tot. P
- Løst organisk materiale (DOC)
- Totalt suspendert stoff (TSS)
- pH

## C) Slam

Slammet samles i en container e.l. etter at vann har fått rent av i en uke?? Skal det tas minimum 5 og maksimum 10 enkeltprøver fra ulike steder i beholderen så langt det lar seg gjøre. Helst på ulike dybder. Spade kan brukes, men denne må være ren før bruk. Slam fra hver slik prøve samles i en bøtte etc. og blandes sammen godt. Ut i fra denne blandingen tas det 1 blandprøve (ca 1 kg masse) som fylles over i en ny ren bøtte med lokk. Merk bøtten godt (vannfast tusj på f.eks gaffatape som limes på). Husk samme merking på bøtte og ordreblankett. Merkes med

- Tunnelnavn
- Dato

Slamprøvene skal analyseres på tre ulike nivåer:

- Totalinnhold av metaller og PAH (mg/kg)
- Totalt organisk karbon (TOC) og glødetap (%)
- Ristetest og kolonnetest for følgende parametere:
  - Arsen (As)
  - Barium (Ba)
  - Kadmium (Cd)
  - Krom (Cr) totalt
  - Kobber (Cu)
  - Kvikksølv (Hg)
  - Molybden (Mo)
  - Nikkel (Ni)
  - Bly (Pb)
  - Antimon (Sb)
  - Selen (Se)
  - Sink (Zn)
  - Klorid
  - Fluorid
  - Sulfat
  - Fenoltall
  - Løst organisk karbon (DOC)
  - Totalt suspendert stoff (TSS)

# Instruks om behandling av tunnelslam for tunnelvaskeprosjektet i Møre og Romsdal 2015

## Tunneler som inngår i prøvetakingsprosjektet

11 tunneler skal prøvetas i 2015 fra april/mai når vårrengjøringen starter. Prøver av vaskevann og prøver av slam skal tas av alle 11 tunnelene. Denne instruksjonen beskriver prøvetaking av slam. Egen instruks beskriver prøvetaking av vaskevann.

Følgende tunneler inngår:

- Valderøytunnelen
- Ellingsøytunnelen
- Fannefjordtunnelen
- Blindheimstunnelen
- Innfjordtunnelen
- Vågstranstunnelen
- Moatunnelen
- Stordalstunnelen
- Hatlaåstunnelen
- Tustentunnelen
- Måndalstunnelen

Tunnelslam er samlebetegnelsen for:

- Gateoppsop i tunnel
- Slam fra sandfang
- Slam fra sugebil/tunnelvaskebil
- Slam fra oljeavskiller i tunnel
- Slam fra renseanlegg i tunnel

Tunnelslammet må analyseres før man kan avgjøre om det kan benyttes som en ressurs eller om det må deponeres. I de fleste tilfeller vil nok tunnelslammet overskride kravene for rene masser som medfører at dette skal leveres til deponi, men kun for enkelte tunneler er det sannsynlig at verdiene vil være så høye at det må til deponi for farlig avfall.

I tunnelvaskeprosjektet skal vi undersøke hva tunnelslammet inneholder for 11 tunneler. De samme tunnelene skal det også tas prøver av vaskevann. Dette vil gi oss data som kan benyttes for å planlegge hva som bør gjøres med tunnelslam og tunnelvaskevann for andre tunneler med lignende forhold.

### Prøvetaking:

1. Slammet samles i en container e.l. etter tunnelvask.
2. Fra denne containeren skal det tas minimum 5 og maksimum 10 enkeltprøver fra ulike steder så langt det lar seg gjøre. Helst på ulike dybder.
3. Spade kan brukes, men denne må være ren før bruk.
4. Slam fra hver enkeltprøve samles i en bøtte og blandes sammen godt.

5. Ut i fra denne blandingen tas det 1 blandprøve (ca 1 kg masse) som fylles over i en ny ren bøtte med lokk.
6. Merk bøtten godt (vannfast tusj på f.eks gaffatape som limes på). Husk samme merking på bøtte og ordreblankett. Merkes med
  - Tunnelnavn
  - Dato
7. Bøtten skal så leveres til Kystlab i Kristiansund for analyse så fort som mulig.

### Analyse 1:

For å avgjøre om slammet er innenfor grensene for farlig avfall, og dermed kan leveres til godkjent et av de godkjente deponiene i fylket, må vi først gjennomføre en konsentrasjonstest.

Det bestilles da følgende hos Kystlab:

1. Konsentrasjonstest i henhold til TA-2553/2009 Tilstandsklasser for forurenset grunn  
Følgende parametre, oppgis i mg/kg TS
  - Arsen
  - Bly
  - Kadmium
  - Kvikksølv
  - Kobber
  - Sink
  - Krom (III)
  - Krom (VI)
  - Nikkel
  - ΣPCB7
  - DDT
  - ΣPAH16
  - Benzo(a)pyren
  - Alifater C8-C10
  - Alifater > C10-C12
  - Alifater > C12-C35
  - DEHP
  - Dioksiner/furaner
  - Fenol
  - Benzen
  - Trikloreten
  
  - Partikkelstørrelse/kornfordeling for massene (dette er bestilt særlig med tanke på å se om finstøvet i tunnelene blir tatt med ved rengjøringsmetoden og er ikke en del av det som kreves av TA-2553/2009)



## Tolkning av analysesvarene fra analyse 1:

Analysesvarene vi får tilbake fra Kystlab må så vurderes opp mot de tilstandsklassene som er definert.

I følge Tilstandsklassene for forurenset grunn (tabell 2) fra Miljødirektoratets veileder TA2553/2009 *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*, svarer den øvre grensen i Tilstandsklasse 5 til grensen for farlig avfall. Dersom en eller flere av parameterne som er funnet i tunnelslammet overgår grensen i Tilstandsklasse 5 må alt tunnelslammet sendes til mottak for farlig avfall. Dersom tunnelslammet er innenfor Tilstandsklasse 1 kan det regnes som rene masser og deponeres på deponi for ikke forurenset jordmasse i kommune- og reguleringsplaner. Dersom massene er mellom tilstandsklasse 2 og 5 så kan massene leveres på vanlige godkjente deponi for avfall.

Tabell 2 Tilstandsklasser for forurenset grunn. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg TS.

Tilstandsklasse/ Stoff	1	2	3	4	5
	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Bly	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500
Kadmium	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Kvikksølv	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Kobber	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Sink	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom (III)	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom (VI)	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikkel	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500
ΣPCB <sub>7</sub>	< 0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50
DDT	<0,04	0,04-4	4-12	12-30	30-50
ΣPAH <sub>16</sub>	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500
Benzo(a)pyren	< 0,1	0,1-0,5	0,5- 5	5 -15	15-100
Alifater C8-C10 <sup>1)</sup>	< 10	≤10	10-40	40-50	50-20000
Alifater > C10-C12 <sup>1)</sup>	< 50	50- 60	60-130	130-300	300-20000
Alifater > C12-C35	< 100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000
DEHP	<2,8	2,8-25	25-40	40-60	60-5000
Dioksiner/furaner	<0,00001	0,00001-0,00002	0,00002-0,0001	0,0001-0,00036	0,00036-0,015
Fenol	<0,1	0,1-4	4-40	40-400	400-25000
Benzen <sup>1)</sup>	<0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,05-1000
Trikloretan	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,6	0,6-0,8	0,8-1000

1) For flyktige stoffer vil gass som eksponeringsvei gi lave grenseverdier for human helse. Dersom gass i bygg ikke er en relevant eksponeringsvei bør det utføres en stedspesifikk risikovurdering for å beregne stedspesifikke akseptkriterier.

### Dersom vi har overskridelser av klasse 5

Dersom analysene viser at en eller flere parametre overskrider klasse 5 så er det dermed ikke nødvendigvis slik at alt slammet må sendes til deponi for farlig avfall. Det er avhengig

av hva det er som fører til overskridelsen og om det er fare for utlekking av disse stoffene fra deponiene. For eksempel kan det dersom det kun er olje som overskrider likevel leveres til et deponi for vanlig avfall som har mulighet til å samle opp oljeholdig avfall for nedbrytning.

Uansett hva det er som overskrider klasse 5 så bestiller vi da en ny undersøkelse fra Kystlab. Det må da tas en ny prøve fra det oppsamlede materiale, jmf. prøvetakingsmetodikk beskrevet tidligere.

## **Analyse 2:**

Den nye prøven skal analyseres for følgende:

### 2. Utlekkingstester i henhold til Avfallsforskriften

Ristettest (oppgitt i Mg/kg TS) og kolonnetest (oppgitt i Mg/l) for følgende parametere:

- Arsen (As)
- Barium (Ba)
- Kadmium (Cd)
- Krom (Cr) totalt
- Kobber (Cu)
- Kvikksølv (Hg)
- Molybden (Mo)
- Nikkel (Ni)
- Bly (Pb)
- Antimon (Sb)
- Selen (Se)
- Sink (Zn)
- Klorid
- Fluorid
- Sulfat
- Fenoltall
- Løst organisk karbon (DOC)
- Totalt suspendert stoff (TSS)

## Tolkning av analyse 2:

### Grenseverdier for utlekking, alle deponikategorier

Avfall på deponier for kan ikke overskride følgende grenseverdier for utlekkingspotensial:

Parameter	L/S = 10 l/kg ved ristetest med partikkelstørrelse < 4 mm. Mg/kg tørrstoff			C <sub>0</sub> (L/S = 0,1 l/kg) ved kolonnetest. Mg/l		
	Grenseverdier for lett forurenset avfall på deponier for inert avfall	Grenseverdier for farlig avfall som samdeponeres med ordinært avfall (i samme deponicelle) på deponier for ordinært avfall.	Grenseverdier for farlig avfall på deponier for farlig avfall	Grenseverdier for lett forurenset avfall på deponier for inert avfall	Grenseverdier for farlig avfall og ikke-farlig avfall som samdeponeres (i samme deponicelle) på deponier for ordinært avfall.	Grenseverdier for farlig avfall på deponier for farlig avfall
Arsen (As)	0,5	2	25	0,06	0,3	3
Barium (Ba)	20	100	300	4	20	60
Kadmium (Cd)	0,04	1	5	0,02	0,3	1,7
Krom (Cr) totalt	0,5	10	70	0,1	2,5	15
Kobber (Cu)	2	50	100	0,6	30	60
Kvikksølv (Hg)	0,01	0,2	2	0,002	0,03	0,3
Molybden (Mo)	0,5	10	30	0,2	3,5	10
Nikkel (Ni)	0,4	10	40	0,12	3	12
Bly (Pb)	0,5	10	50	0,15	3	15
Antimon (Sb)	0,06	0,7	5	0,1	0,15	1
Selen (Se)	0,1	0,5	7	0,04	0,2	3
Sink (Zn)	4	50	50	1,2	15	60
Klorid	800	15000	25000	460	8500	15000
Fluorid	10	150	500	2,5	40	120
Sulfat [1]	1000	20000	50000	1500	7000	17000
Fenoltall	1			0,3		
Løst organisk karbon (DOC)[2]						
Totalt suspendert stoff (TSS)[3]	500	800	1000	160	250	320
	4000	60000	100000	-	-	-

Utlekkingstestene vil så vise hvilke deponiklasse avfallet faller under, og her er det igjen slik at verste parameter styrer. Er det en eller flere parametere som havner i klassen for farlig avfall så må alt materiale fra den samme tunnelen leveres dit.

## Deponering i dette prosjektet

I dette prosjektets skal alt oppsamlet materiale fra tunnelene sendes til deponi, uansett hvilken tilstandsklasse den første analysen viser.

I Møre og Romsdal er det tre aktive avfallsdeponier i dag som kan ta i mot avfallsmasser.

- Romsdals interkommunale renovasjonsselskap IKS (RIR) sitt anlegg i Årødalen i Molde kommune
- Vestnes Renovasjon AS sitt anlegg i Øveråslia i Vestnes kommune
- Ålesund kommune sitt anlegg på Bings i Ålesund kommune

Disse tre deponiene kan kun ta i mot avfallsmasser som er opp til farlig avfall.

Dersom tunnelslammet overskrider verdiene for farlig avfall, så kan dette ikke leveres til en av disse deponiene. Men det finnes flere avfallsmottak som vi kan levere farlig avfall til som sender dette videre. Dette må dere da undersøke hvis det blir aktuelt etter analysene.

Det er svært viktig at dere sørger for at alt vi leveres fra oss blir levert til riktig type mottak, og at vi får dokumentasjon på hva vi har levert, mengder etc. og hvor. Det er viktig at vi har denne dokumentasjonen på plass slik at det ikke leveres til deponi som ikke er godkjente eller til midlertidige lagringsplasser hvor avfallet kan lekke ut stoffer til omkringliggende områder.

Det er viktig å ha i bakhodet at tunnelslam i all hovedsak er avfallsmasser etter definisjon, og dersom sandfang, slambasseng etc. fungerer optimalt så skal disse massene være så forurensede som mulig fordi det betyr at rensemetodene fungerer og at de farlige stoffene vi ikke ønsker ut i miljøet faktisk fanges opp.



## Vedlegg 2: Forurensning fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate i Trondheim – Notat

Utarbeidet av Miljøseksjonen i Statens vegvesen Vegdirektoratet av Sondre Meland, september 2015

### Innledning og datakvalitet

Dette notatet gir en kort betraktning og analyse av prøver fra tunnelvask i Strindheimstunnelen samt slam/opsop fra feiebil i Strindheimstunnelen og Fra Haakon VII gate i Trondheim.

Resultatene fra tunnelvask er sammenlignet med målinger fra andre tunneler i Region øst og Region sør (foreløpige resultater fra et delprosjekt i NORWAT). I presentasjonen og tolkningen av data er det valgt å utelate resultatene fra delprøve en (tidlig/før vask) da de er betydelig lavere enn de andre delprøvene og indikerer derfor at dette trolig er vann fra innlekkasje av overflatevann og/eller vann fra tidligere renhold- og vaskeperiode. Alle kjemiske analyseresultater er imidlertid presentert i Vedlegg V1.

Resultatene fra NORWAT-prosjektet er ikke helt sammenlignbare med resultater fra Strindheimtunnelen. Dette fordi prøveinnhenting, opparbeiding og analyse ikke er identisk. For eksempel, så er prøvene i NORWAT samlet inn med bakgrunn i vask av hele tunnallengden, mens i Strindheimtunnelen er prøvene samlet inn ved vask av deler av tunnelen i forhold til et annet pågående prosjekt med uttesting av vaskeutstyr. Hvorvidt dette påvirker analysene er vanskelig å si, men på generelt grunnlag så vil f.eks. en helvask ha høyere forurensningsgrad av de ulike stoffene sammenlignet med en halvvaske. Sommerprøver vs. vinterprøver vil også påvirke resultatene i forhold til f.eks. andel piggdekk etc. Det skal også påpekes at analysene er utført av ulike laboratorier. Særlig for tungmetallanalysene vil resultatene, på generelt grunnlag, trolig være lavere. Dette skyldes at prøvene fra Trondheim er syrekonservert og filtrert (dvs. partikler er filtrert ut) før analyse, mens prøvene i NORWAT oppsluttes i mikrobølgeovn og kongevann med partikler forut for filtrering. Sistnevnte metode gir et mer riktig bilde av total konsentrasjon i en prøve med høyt innhold av partikler. Hvor stort avvik disse to metodene gir er ikke mulig å tallfeste (størrelsen på avviket kan variere avhengig av hvilket metall). Det er allikevel valgt å sammenligne resultater for å lettere kunne sette det i en generell miljøkontekst. For parameterne suspendert stoff (TSS), total hydrokarboner og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) så antar vi at analysemetodene er sammenlignbar.

Videre er konsentrasjonene sammenlignet opp mot vedtatte/foreslåtte miljøkvalitetsstandarder (EQS) fra Miljødirektoratet (og Vannforskriften). Tre verdier er oppgitt:

- AA = årlig gjennomsnitt (beskytte mot kroniske effekter).
- MAC = maks-konsentrasjon (beskytte mot akutte effekter).
- Klasse V som angir høyeste forurensningsgrad hvor man kan forvente omfattende akutt toksisk effekt).

Miljøkvalitetsstandardene er hentet fra Miljødirektoratets rapport «Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder M241 - 2014» (Miljødirektoratet, 2014):

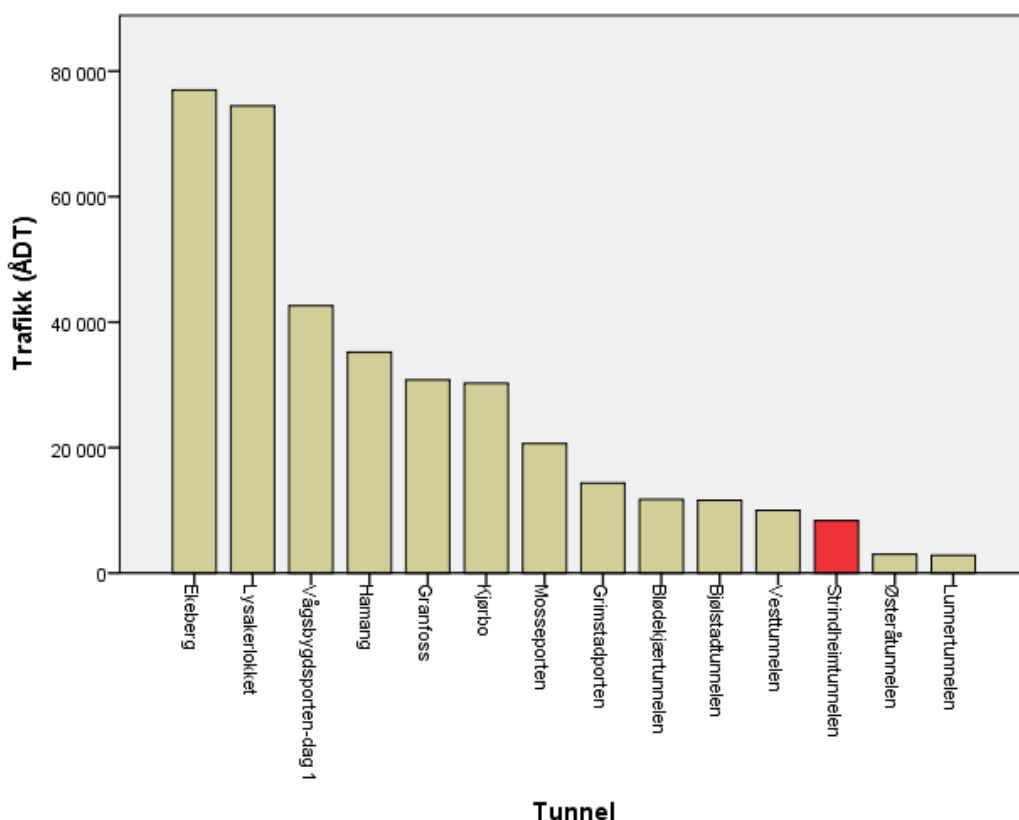
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Januar/Kvalitetssikring-av->



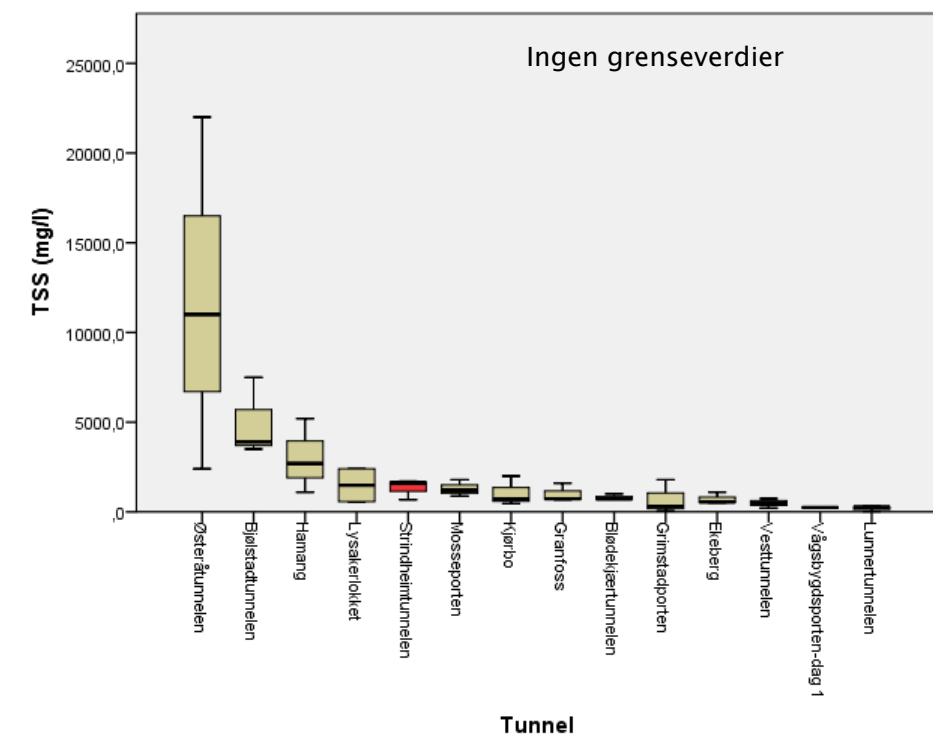
[miljøkvalitetsstandarder/](#). Det gjøres oppmerksom på miljøkvalitetsstandardene for metaller baserer seg på biotilgjengelig fraksjon og ikke total fraksjon som målt i denne undersøkelsen.

## Resultater

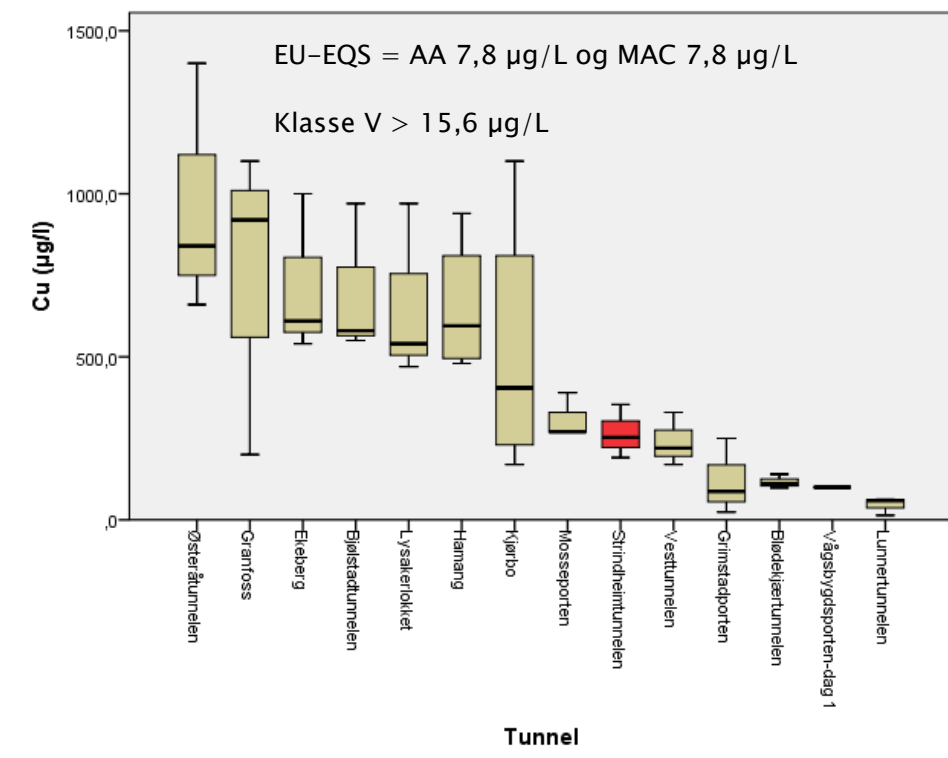
Sammenlignet med de andre tunnelene så er trafikkmengden målt som årsdøgntrafikk (ÅDT) relativt lav i Strindheimstunnelen (ÅDT = 8350) (Figur 46). Selv om det ikke er noe veldig sterk lineær sammenheng mellom ÅDT og konsentrasjon av forurensinger i tunnelvaskevann så vil det allikevel ofte være noe høyere konsentrasjoner i høytrafikkerte tunneler sammenlignet med lavtrafikkerte (Roseth and Meland, 2006; Torp and Meland, 2013). Dette reflekteres til en viss grad i målingene av de ulike forurensningsstoffene i vaskevannet. Vaskevannet fra Strindheimstunnelen inneholder generelt lavere konsentrasjoner av de målte stoffene sammenlignet med vaskevann fra de andre tunnelene (Figur 47 – Figur 54). Konsentrasjonen av de ulike stoffene varierer betydelig mellom de ulike tunnelene og mellom de ulike replikantene innenfor en og samme tunnel. Uavhengig av dette så er konsentrasjonene svært høye og de ulike metallene overskrider alle AA og MAC verdien i vannforskriften. I tillegg klassifiseres kobber, krom og sink som svært akutt giftig (klasse V).



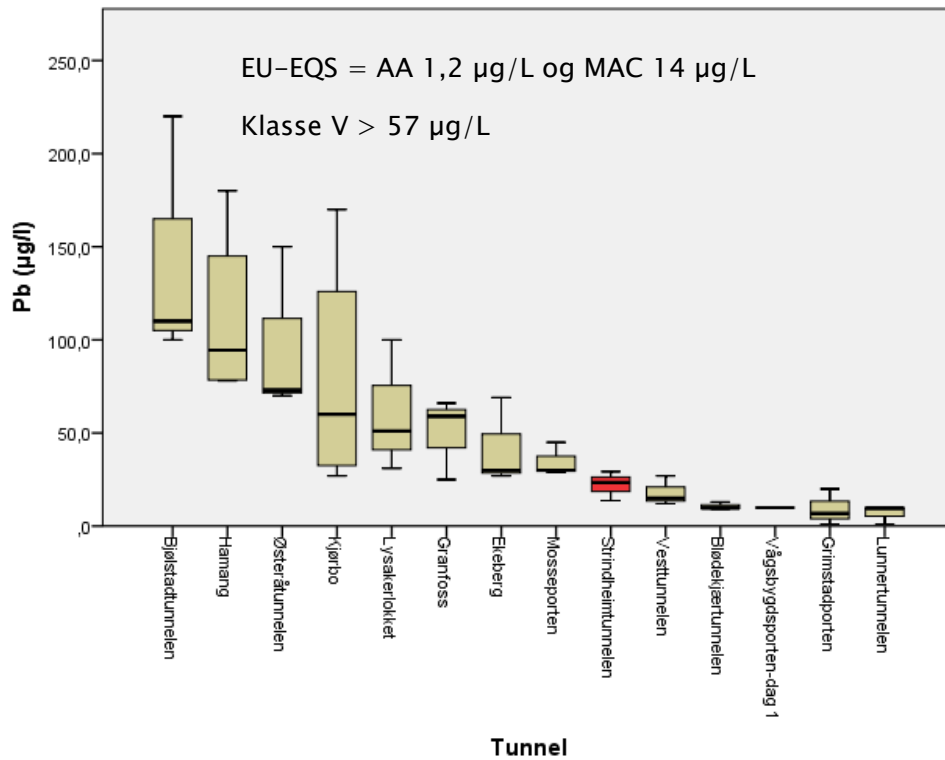
Figur 46. Oversikt over trafikkmengder i tunnelene målt som årsdøgntrafikk (ÅDT). Strindheimstunnelen er markert med rødt.



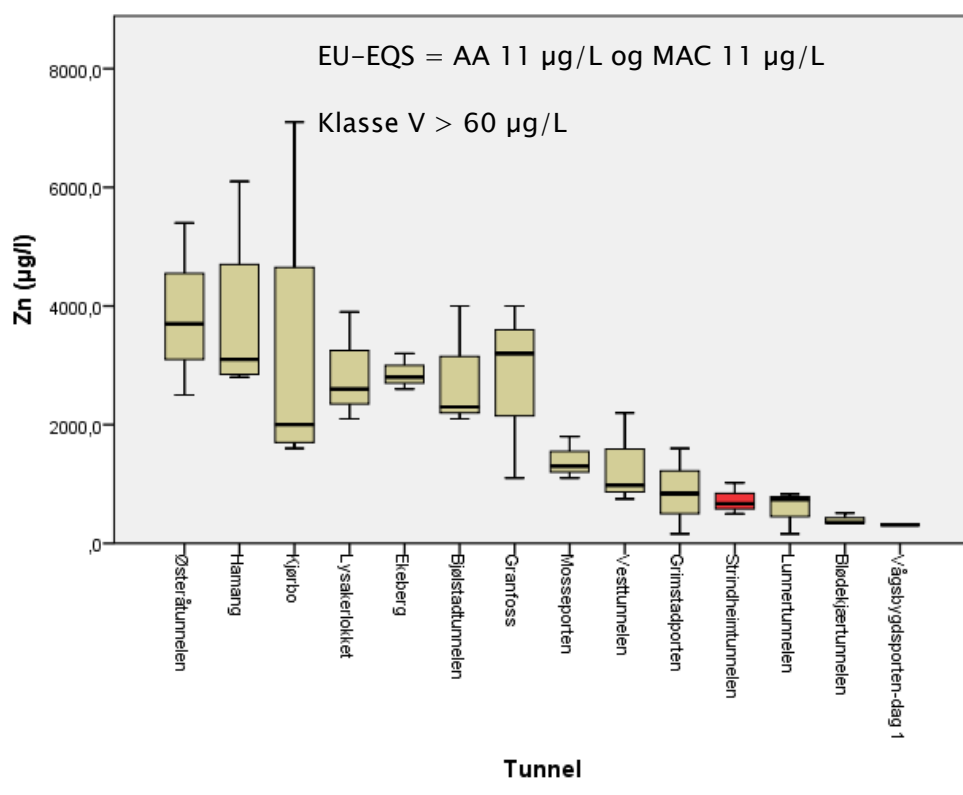
Figur 47. Konsentrasjon av suspenderte partikler i tunnelvaskevann målt som Total Suspended Solids (TSS). Strindheimstunnelen er markert med rødt.



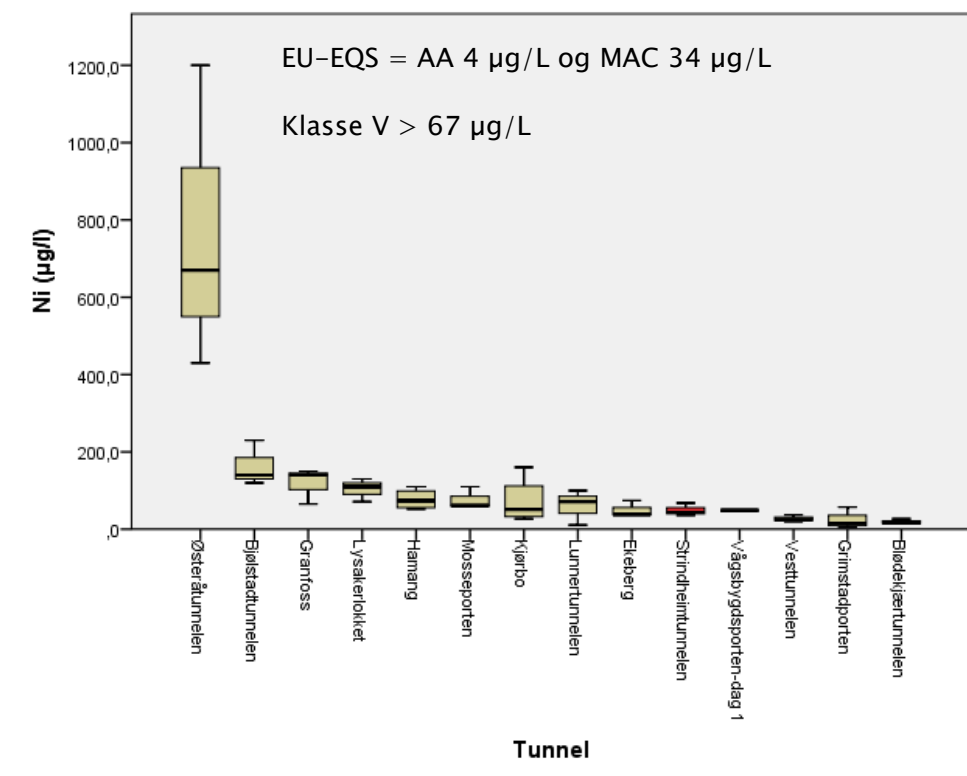
Figur 48. Konsentrasjon av kobber (Cu) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.



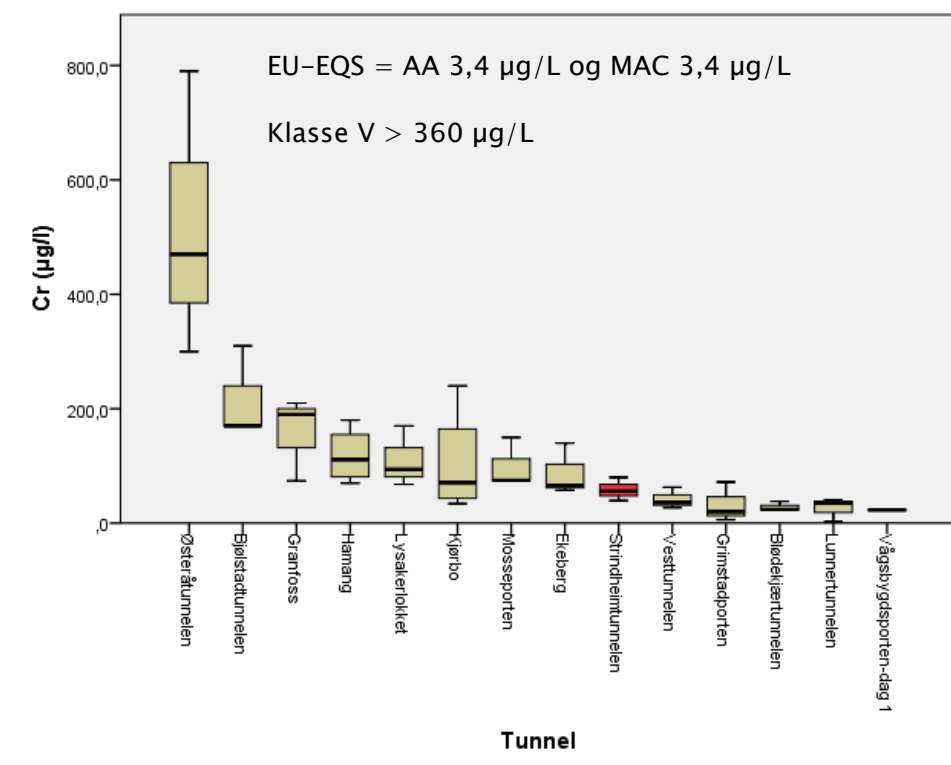
Figur 49. Konsentrasjon av bly (Pb) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.



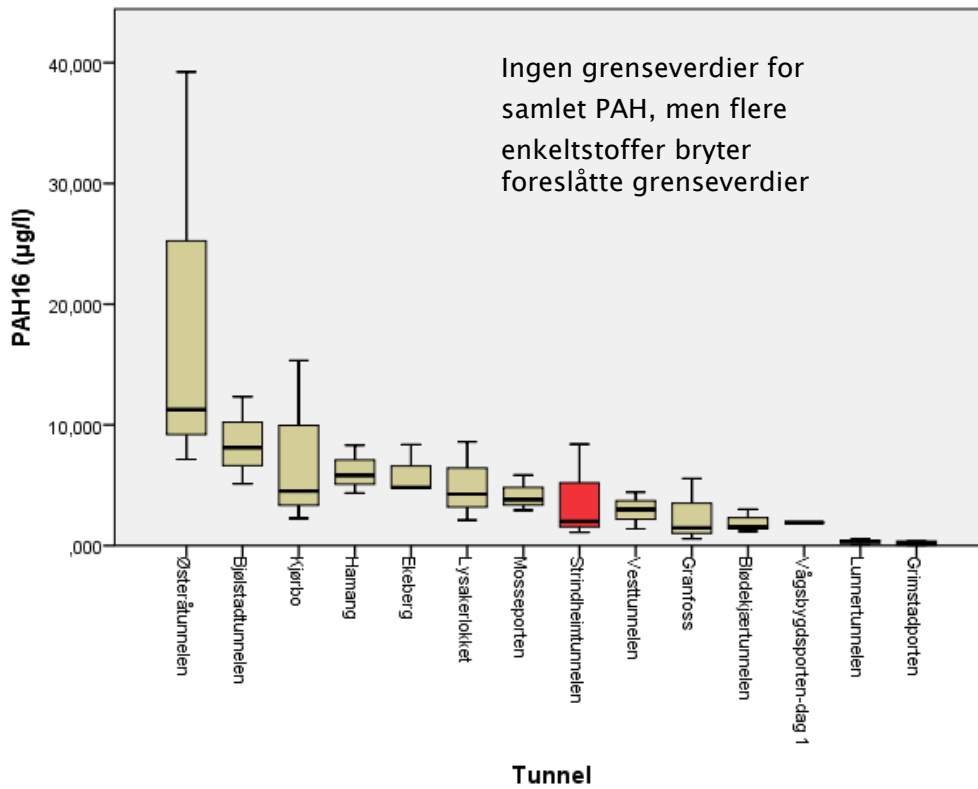
Figur 50. Konsentrasjon av sink (Zn) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.



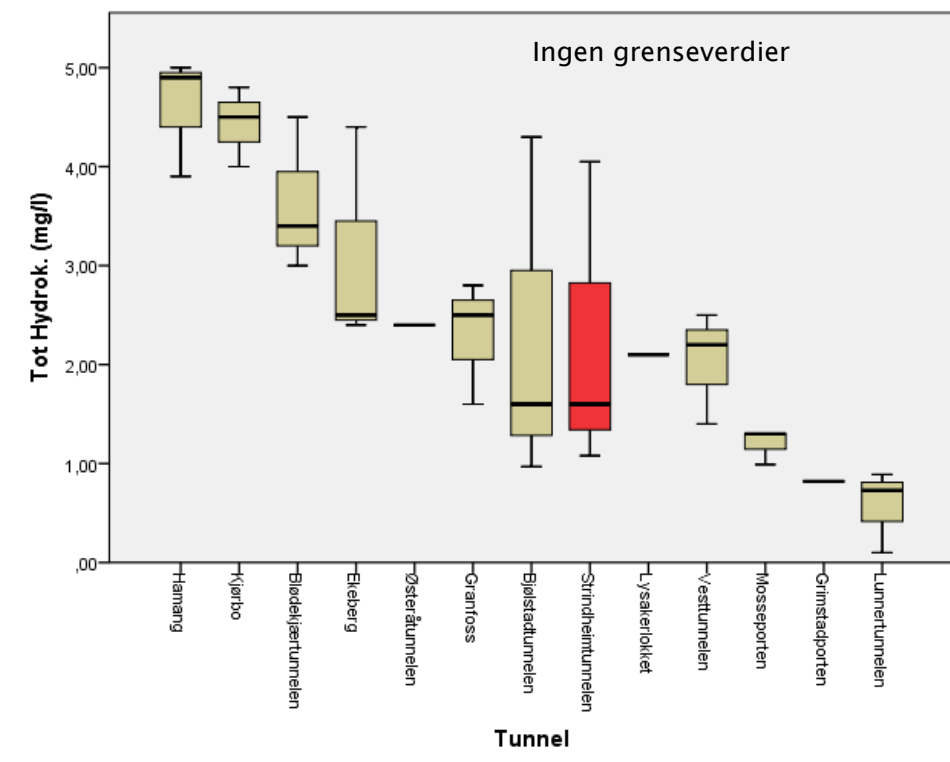
Figur 51. Konsentrasjon av nikkell (Ni) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.



Figur 52. Konsentrasjon av krom (Cr) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.



Figur 53. Sum-konsentrasjon av PAH forbindelser (PAH16) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.



Figur 54. Sum-konsentrasjon av hydrokarboner/alifater (Tot Hydrok.) i tunnelvaskevann. Strindheimstunnelen er markert med rødt.

## Slam fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate.

Den kjemiske analysen av slam fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate er sammenlignet med slamprøver fra Vassum rensebasseng for vaskevann fra Nordbytunnelen, E6 Akershus/Frogn kommune (Meland, 2012). Generelt så er konsentrasjonene i prøvene fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate lavere sammenlignet med slamprøver fra Vassum rensebasseng (Tabell 13 og Tabell 14). Dette kan skyldes forskjeller i trafikkmengder, men også trolig at slamprøvene fra Strindheim og Haakon VII gate består hovedsakelig av grove partikler (sand) sammenlignet med slamprøvene fra Vassum rensebasseng som hovedsakelig består av mindre partikler i silt-fraksjonen (2 - 63 µm). Tidligere undersøkelser har vist at andelen forurensningsstoffer som samles opp gjennom suge- og feiebil fra tunnelvask kan variere fra rundt 20 % og opp mot 80 % avhengig av hvilket stoff det er snakk om (Roseth and Meland, 2006). Generelt så vil mindre partikler ha høyere affinitet og kilde til forurensningsstoffer grunnet større overflate og flere bindingssteder sammenlignet med store partikler. Derfor er det ofte slik at de høyeste konsentrasjonene måles i prøver med mye finstoff. Prøvene fra Trondheim er samlet inn fra feiebil, mens prøvene fra Nordbytunnelen er samlet inn fra slam og partikler sedimentert ut fra vaskevannet. Dette er nok hovedforklaringen på hvorfor de målte konsentrasjonene avviker betydelig mellom Strindheimstunnelen / Haakon VII gate og Vassum rensebasseng.

En mer reell sammenligning er å benytte målinger av slam fra suge- og feiebil og sandfang fra de tre tunnelene Festningstunnelen (nå del av Operatunnelen), Granfosstunnelen og Nordbytunnelene (



Tabell 15). Alle tre tunneler har betydelig høyere trafikk tetthet enn Strindheimstunnelen og Haakon VII gate, men gir allikevel en pekepinn på nivåene av de ulike forurensningskomponentene i en mer sammenlignbar matriks (slam med stort innhold av større partikler/sand). Generelt så er konsentrasjonene i Strindheimstunnelen og Haakon VII gate i størrelsesorden sammenlignbare med det som er målt fra de nevnte tre tunnelene. Unntaket er sink, PAH og hydrokarboner/alifater som er betydelig høyere i de tre tunnelene i Oslo/Akershus.

Slam fra sandfang og rensebassenger er å anse som avfall og må behandles i henhold til gjeldende regelverk (Avfallsforskriften) og Statens vegvesen sine retningslinjer gitt i Håndbok R765 Avfallshåndtering (Vegdirektoratet, 2014). Regelverket sier at avfallsprodusenten (i dette tilfellet Statens vegvesen) skal dokumentere egenskapene til avfallet med opplysninger om avfallets opprinnelse, prosess, sammensetning, fysiske egenskaper, avfallskode og analyseresultater. Ved å klassifisere avfallet avgjøres det om avfallet er farlig, inert eller ordinært. Dette er igjen avgjørende for hvilke regler som gjelder for basiskarakterisering og deponering. Det er ikke utført en basiskarakterisering av slammet i dette arbeidet, men jeg har valgt å gi en generell vurdering og hvor helsebaserte kriterier for forurenset grunn er benyttet. Forurensningsgraden er ikke vurdert opp mot klassifiseringssystemet for forurenset sediment (det har til hensikt å beskytte vannlevende organismer) da det ikke er relevant i denne sammenhengen.

Forurensningsgraden i slamprøvene fra Strindheimstunnelen og Haakon VII er relativt lave hvis man bruker tilstandsklasser for forurenset grunn som grunnlag (helsebaserte kriterier, se Vedlegg V2) (Miljødirektoratet, 2009). For metallene og total PAH så er konsentrasjonene i klasse 1 «*Meget god*» (klasse 1 er sammenfallende med normverdien). Unntaket er hydrokarboner som for Strindheimstunnelen klassifiseres i klasse 5 *svært dårlig* og anses som farlig avfall. For Haakon VII gate er innholdet av hydrokarboner noe lavere og klassifiseres i klasse IV *dårlig*.

*Tabell 13. Konsentrasjon av hydrokarboner/alifater og sum PAH i slam fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate. Tallene er sammenlignet med analyser av slam fra Vassum rensebasseng som mottar vaskevann fra Nordbytunnelen.*

Forurensningskomponent	Strindheimtunnelen			Haakon VII gate	Nordbytunnelen
	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt X	Vassum rensedam
Tørrestoff E [%]	88,4	86,1	85,9	84,9	52
Fraksjon >C10–C12 [mg/kg TS]	2,6	7,2	<2,0	3,8	<200
Fraksjon >C12–C16 [mg/kg TS]	18,0	13,6	<3,0	9,8	<200
Fraksjon >C16–C35 [mg/kg TS]	2230	1630	1660	747	6710
Sum >C12–C35 [mg/kg TS]	3820	2580	3150	757	1460
Fraksjon >C35–C40 [mg/kg TS]	2250	1640	1660	242	
Fraksjon >C10–C40 [mg/kg TS]	1570	932	1480	1000	8170
Sum PAH–16 [mg/kg TS]	0,670	1,200	1,600	0,320	3,05
Sum PAH–karsinogene [mg/kg TS]	0,150	0,300	0,340	0,085	0,838

Tabell 14. Konsentrasjon av metaller i slam fra Strindheimstunnelen og Haakon VII gate. Tallene er sammenlignet med analyser av slam fra Vassum rensebasseng som mottar vaskevann fra Nordbytunnelen.

Forurensningskomponent	Strindheimtunnelen			Haakon VII gate	Nordbytunnelen
	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt X	Vassum rensedam
Cr (Krom) [mg/kg TS]	27,9	29,4	21,7	39,9	35
Cu (Kobber) [mg/kg TS]	33,6	42,8	45,3	48,3	158
Ni (Nikkel) [mg/kg TS]	14,8	16,7	15,4	27,3	26,4
Pb (Bly) [mg/kg TS]	2,2	5,0	4,7	7,1	18,5
Zn (Sink) [mg/kg TS]	56,8	80,8	79,1	52,5	1140

Tabell 15. Kjemiske analyser utført på slam fra suge- og feiebil og sandfang fra festningstunnelen (nå del av Opeartunnelen) og Granfosstunnelen i Oslo og Nordbytunnelen i Akershus/Frogn kommune. Tabellene er kopiert fra (Roseth and Meland, 2006).

Tabell 3. Gjennomsnittstall for innhold av miljøfokusede forurensningskomponenter i masser fra suge- og feiebler og sandfang i undersøkte tunneler. Tallene er vurdert ut fra grenseverdier for tilstandsklasser i sediment (SFT veiledning 97:04 og 97:03) samt normverdier for arealbruk mht. innhold av olje (SFT). Blått=lite forurenset, Grønt=moderat, Gult=markert forurenset og Rødt=over normverdi for disponering i vegfyllinger/ på industriareal.

	Festningstunnelen		Nordbytunnelen		Granfosstunnelen	
	Suge- og feie	Sandfang	Suge- og feie	Sandfang	Suge- og feie	Sandfang
Kobber (mg/kg)	190	72	40	54	65	53
Sink (mg/kg)	462	865	631	448	225	169
Bly (mg/kg)	21	25	8	21	16	35
Nikkel (mg/kg)	21	18	14	17	30	23
Krom (mg/kg)	49	38	18	26	59	45
Kvikksølv (mg/kg)	0,037	0,022	0,003	0,001	0,040	0,037
Benzo(a)pyren (mg/kg)	0,19	0,09	0,13	0,09	0,08	0,07
Sum 16 PAH (mg/kg)	3,6	3,7	3,1	4,2	2,0	1,9
Hydrokarb. C10-C40 (mg/kg)	2880	5145	5000	5740	2045	2240

Vedlegg V1: Rådata

Strindheimtunnelen – analyse av avløpsvann fra alle 3 vaskefelt					
AVLØPSVANN		Felt 3			
		Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4
Suspendert stoff (GFA) [mg/L]	[mg/l]	175	1620	1710	676
pH, surhetsgrad		7,7	8,5	8,7	8,1
Bly ICP-MS [µg Pb/L]	[µg/l]	1,61	29,3	23,4	13,7
Kobber ICP-MS [µg Cu/L]	[µg/l]	19,50	354	253	191
Sink ICP-MS [µg Zn/L]	[µg/l]	44,1	1020	668	498
Krom ICP-MS [µg Cr/L]	[µg/l]	3,6	79,9	56,2	39,5
Nikkel ICP-MS [µg Ni/L]	[µg/l]	7,2	67,7	43,8	36,0
ICP-5		ok	ok	ok	ok
Oppslutning med salpetersyre		ok	ok	ok	ok
Naftalen [µg/l]	[µg/l]	<0,030	0,181	0,460	0,102
Acenaftalen [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,072	0,165	0,046
Acenaften [µg/l]	[µg/l]	<0,010	<0,010	0,196	<0,010
Fluoren [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,092	0,233	0,056
Fenantren [µg/l]	[µg/l]	0,023	0,458	2,100	0,280
Antracen [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,066	0,158	0,027
Fluoranten [µg/l]	[µg/l]	0,048	0,307	1,470	0,155
Pyren [µg/l]	[µg/l]	0,091	0,410	2,080	0,240
Benso(a)antracen [µg/l]	[µg/l]	0,010	0,049	0,220	0,020
Krysen [µg/l]	[µg/l]	0,017	0,064	0,260	0,028
Benso(b)antracen [µg/l]	[µg/l]	0,016	0,091	0,400	0,041
Benso(k)antracen [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,020	0,121	0,013
Benso(a)pyren [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,045	0,109	0,014
Dibenso(ah)antracen [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,022	0,041	<0,010
Benso(ghi)perylene [µg/l]	[µg/l]	0,017	0,076	0,274	0,040
Ideno(123cd)pyren [µg/l]	[µg/l]	<0,010	0,037	0,080	0,014
Sum PAH-16 [µg/l]	[µg/l]	0,220	2,000	8,400	1,100
Sum PAH-carcinogene [µg/l]	[µg/l]	0,043	0,330	1,200	0,130
Fraksjon >C10-C12 [µg/l]	[µg/l]	<5,0	630	1290	311
Fraksjon >C12-C16 [µg/l]	[µg/l]	<5,0	423	1600	129
Fraksjon >C16-C35 [µg/l]	[µg/l]	52	1180	2450	952
Fraksjon >C35-C40 [µg/l]	[µg/l]	14	236	268	260
Fraksjon >C10-C40 [µg/l]	[µg/l]	72	2470	5610	1650
Sum >C12-C35 [µg/l]	[µg/l]	52	1600	4050	1080

SLAM		Strindheimtunnelen			Haakon VII gate
		Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt X
Tørrstoff E [%]	[%]	88,4	86,1	85,9	84,9
Naftalen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,029	0,025	0,023	<0,010
Acenaftylene [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	<0,010	0,014	0,015	<0,010
Acenaften [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,021	0,014	0,013	<0,010
Fluoren [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,024	0,025	0,032	<0,010
Fenantren [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,138	0,231	0,392	0,035
Antracen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,015	0,033	0,072	<0,010
Fluoranten [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,109	0,196	0,247	0,060
Pyren [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,140	0,237	0,366	0,094
Benso(a)antracen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,022	0,042	0,038	0,011
Krysen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,032	0,052	0,061	0,010
Benso(b)antracen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,034	0,082	0,105	0,045
Benso(k)antracen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,014	0,032	0,035	<0,010
Benso(a)pyren [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,029	0,062	0,052	0,019
Dibenso(ah)antracen [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	<0,010	<0,010	0,018	<0,010
Benso(ghi)perylene [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,046	0,098	0,137	0,049
Ideno(123cd)pyren [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,014	0,032	0,035	<0,010
Sum PAH-16 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	0,670	1,200	1,600	0,320
Sum PAH-carcinogene [mg/kg T]	[mg/kg TS]	0,150	0,300	0,340	0,085
pH		7,9	7,7	7,8	8,0
Cr (Krom) [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	27,9	29,4	21,7	39,9
Cu (Kobber) [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	33,6	42,8	45,3	48,3
Ni (Nikkel) [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	14,8	16,7	15,4	27,3
Pb (Bly) [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	2,2	5,0	4,7	7,1
Zn (Sink) [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	56,8	80,8	79,1	52,5
Fraksjon >C10-C12 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	2,6	7,2	<2,0	3,8
Fraksjon >C12-C16 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	18,0	13,6	<3,0	9,8
Fraksjon >C16-C35 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	2230	1630	1660	747
Sum >C12-C35 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	3820	2580	3150	757
Fraksjon >C35-C40 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	2250	1640	1660	242
Fraksjon >C10-C40 [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	1570	932	1480	1000

SLAM	Kornstørrelse [mm]	Strindheimtunnelen			Akkumulert		
		Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 1	Felt 2	Felt 3
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Våtsikting og laserdiffraksjon	>2	27,60	34,30	7,53	99,95	100,04	99,92
Våtsikting og laserdiffraksjon	1-2	13,50	7,71	15,10	72,35	65,74	92,39
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,5-1	21,40	9,26	15,90	58,85	58,03	77,29
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,25-0,5	19,70	10,40	14,60	37,45	48,77	61,39
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,125-0,25	10,40	14,60	11,90	17,75	38,37	46,79
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,063-0,125	3,94	15,50	13,60	7,35	23,77	34,89
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,032-0,063	0,78	2,80	5,00	3,41	8,27	21,29
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,016-0,032	0,97	2,33	4,72	2,63	5,47	16,29
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,008-0,016	0,79	1,62	4,81	1,66	3,14	11,57
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,004-0,008	0,40	0,70	3,06	0,87	1,52	6,76
Våtsikting og laserdiffraksjon	0,002-0,004	0,27	0,44	2,12	0,47	0,82	3,70
Våtsikting og laserdiffraksjon	<0,002	0,20	0,38	1,58	0,20	0,38	1,58

## Vedlegg V2: Klassifiseringstabeller

Tabeller hentet fra Veileder om forurenset grunn (Miljødirektoratet, 2009). Øvre grense for tilstandsklasse 1 og 5 styres av henholdsvis normverdiene for forurenset grunn og en konsentrasjon som tilsier at massene er å anse som farlig avfall.

*Tabell 1 Tilstandsklasser for forurenset grunn og beskrivelse av tilstand*

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

*Tabell 2 Tilstandsklasser for forurenset grunn. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg TS.*

Tilstandsklasse/ Stoff	1	2	3	4	5
	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Bly	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500
Kadmium	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Kvikksølv	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Kobber	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Sink	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom (III)	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom (VI)	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikkel	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500
ΣPCB <sub>7</sub>	< 0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50
DDT	<0,04	0,04-4	4-12	12-30	30-50
ΣPAH <sub>16</sub>	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500
Benzo(a)pyren	< 0,1	0,1-0,5	0,5- 5	5 -15	15-100
Alifater C8-C10 <sup>1)</sup>	< 10	≤10	10-40	40-50	50-20000
Alifater > C10-C12 <sup>1)</sup>	< 50	50- 60	60-130	130-300	300-20000
Alifater > C12-C35	< 100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000
DEHP	<2,8	2,8-25	25-40	40-60	60-5000
Dioksiner/furaner	<0,00001	0,00001-0,00002	0,00002-0,0001	0,0001-0,00036	0,00036-0,015
Fenol	<0,1	0,1-4	4-40	40-400	400-25000
Benzen <sup>1)</sup>	<0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,05-1000
Trikloretan	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,6	0,6-0,8	0,8-1000

1) For flyktige stoffer vil gass som eksponeringsvei gi lave grenseverdier for human helse. Dersom gass i bygg ikke er en relevant eksponeringsvei bør det utføres en stedspesifikk risikovurdering for å beregne stedspesifikke akseptkriterier.



## Litteratur

- Meland S. Kjemisk karakterisering av sediment fra Vassum sedimenteringsbasseng. Statens vegvesens rapporter Nr. 94, Oslo, 2012, pp. 19.
- Miljødirektoratet. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA 2553. SFT-rapport, 2009, pp. 27.
- Miljødirektoratet. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie – M241, 2014, pp. 170.
- Roseth R, Meland S. Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler. Bioforsk & Statens vegvesen, Oslo, 2006, pp. 12.
- Torp M, Meland S. Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann. Statens vegvesen rapport Nr. 99. Vegdirektoratet, Oslo, 2013, pp. 36.
- Vegdirektoratet. R765 Avfallshåndtering. Håndbok. R765. Statens vegvesen, Oslo, 2014, pp. 44.

## Vedlegg 3: Resultater fra kjemiske analyser

### Strindheimtunnelen

#### Vaskevann og slam



Statens vegvesen Region midt  
Vegseksjonen Sør-Trøndelag  
Vestre Rosten 78  
7075 TILLER  
v/Bernt Olav Opheim

Dato: 08.05.2015  
Prøve: 2015-1292  
ver 1

#### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 21.04.15

Analyseperiode: 21.04.15 - 08.05.15

2015-1292-1 Avløpsvann

Tatt ut: 21.04.15

Kundemerking: Felt 3, prøve nr. 1

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Suspendert stoff (GFA)	NS-EN 872	175	mg/L
pH,surhetsgrad	NS-EN 15933	7,7	
Bly ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	1,61	µg Pb/L
Kobber ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	19,5	µg Cu/L
Sink ICP-MS	Intern metode	44,1	µg Zn/L
Krom ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	3,6	µg Cr/L
Nikkel ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	7,2	µg Ni/L
ICP-5	ICP-MS	ok	
Oppslutning med salpetersyre		ok	
Polysykliske aromatiske hydrokarboner 20)	EPA-8270-C	RAPPORT	µg/L
Oljeanalyse, Hydrokarboner C10-C40 20)	GC/FID	RAPPORT	µg/L

2015-1292-2 Avløpsvann

Tatt ut: 21.04.15

Kundemerking: Felt 3, prøve nr. 2

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Suspendert stoff (GFA)	NS-EN 872	1620	mg/L
pH,surhetsgrad	NS-EN 15933	8,5	
Bly ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	29,3	µg Pb/L
Kobber ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	354	µg Cu/L
Sink ICP-MS	Intern metode	1020	µg Zn/L
Krom ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	79,9	µg Cr/L
Nikkel ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	67,7	µg Ni/L
ICP-5	ICP-MS	ok	
Oppslutning med salpetersyre		ok	
Polysykliske aromatiske hydrokarboner 20)	EPA-8270-C	RAPPORT	µg/L
Oljeanalyse, Hydrokarboner C10-C40 20)	GC/FID	RAPPORT	µg/L

Side 1 av 3

Postadresse  
NO-7004 Trondheim  
analysesteneret.postmottak@trondheim.kommune.no  
www.trondheim.kommune.no/analysesteneret

Leider  
Erik Lunde  
Telefon +47 72 54 10 51

Telefon +47 72 54 10 30  
Telefaks +47 72 54 10 31  
Telefon Mikrobiologisk lab: +47 72 54 10 53  
Telefon Kjemisk lab: +47 72 54 10 60



Dato: 08.05.2015  
Prøve: 2015-1292  
ver 1

**2015-1292-3 Avløpsvann**

Tatt ut: 21.04.15

Kundemerking: Felt 3, prøve nr. 3

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Suspendert stoff (GFA)	NS-EN 872	<b>1710</b>	mg/L
pH,surhetsgrad	NS-EN 15933	<b>8,7</b>	
Bly ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>23,4</b>	µg Pb/L
Kobber ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>253</b>	µg Cu/L
Sink ICP-MS	Intern metode	<b>668</b>	µg Zn/L
Krom ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>56,2</b>	µg Cr/L
Nikkel ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>43,8</b>	µg Ni/L
ICP-5	ICP-MS	<b>ok</b>	
Oppslutning med salpetersyre		<b>ok</b>	
Polysykliske aromatiske hydrokarboner <sup>20)</sup>	EPA-8270-C	<b>RAPPORT</b>	µg/L
Oljeanalyse, Hydrokarboner C10-C40 <sup>20)</sup>	GC/FID	<b>RAPPORT</b>	µg/L

**2015-1292-4 Avløpsvann**

Tatt ut: 21.04.15

Kundemerking: Felt 3, prøve nr. 4

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Suspendert stoff (GFA)	NS-EN 872	<b>676</b>	mg/L
pH,surhetsgrad	NS-EN 15933	<b>8,1</b>	
Bly ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>13,7</b>	µg Pb/L
Kobber ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>191</b>	µg Cu/L
Sink ICP-MS	Intern metode	<b>498</b>	µg Zn/L
Krom ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>39,5</b>	µg Cr/L
Nikkel ICP-MS	NS-EN ISO 17294.2	<b>36,0</b>	µg Ni/L
ICP-5	ICP-MS	<b>ok</b>	
Oppslutning med salpetersyre		<b>ok</b>	
Polysykliske aromatiske hydrokarboner <sup>20)</sup>	EPA-8270-C	<b>RAPPORT</b>	µg/L
Oljeanalyse, Hydrokarboner C10-C40 <sup>20)</sup>	GC/FID	<b>RAPPORT</b>	µg/L

**2015-1292-5 Slam**

Tatt ut: 21.04.15

Kundemerking: Felt 1

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Olje i fast stoff, Hel vare <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	mg/kg
Polysykliske aromatiske hydrokarboner, hel vare <sup>20)</sup>	EPA-8270-C	<b>RAPPORT</b>	mg/kg
pH <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	
Opparbeiding, syreopplutning <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	
Metaller <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	
ICP-5	ICP-MS	<b>ok</b>	

**2015-1292-6 Slam**

Tatt ut: 21.04.15

Kundemerking: Felt 2

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Olje i fast stoff, Hel vare <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	mg/kg
Polysykliske aromatiske hydrokarboner, hel vare <sup>20)</sup>	EPA-8270-C	<b>RAPPORT</b>	mg/kg
pH <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	
Opparbeiding, syreopplutning <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	
Metaller <sup>20)</sup>		<b>RAPPORT</b>	
ICP-5	ICP-MS	<b>ok</b>	

Side 2 av 3

Postadresse  
NO-7004 Trondheim  
analysecenteret.postmottak@trondheim.kommune.no  
www.trondheim.kommune.no/analysecenteret

Leder  
Erik Lunde  
Telefon +47 72 54 10 51

Telefon +47 72 54 10 30  
Telefaks +47 72 54 10 31  
Telefon Mikrobiologisk lab: +47 72 54 10 53  
Telefon Kjemisk lab: +47 72 54 10 60



2015-1292-7

Slam

Tatt ut:

Dato: 08.05.2015  
Prøve: 2015-1292  
ver 1

21.04.15

Kundemerking: Felt 3

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Olje i fast stoff, Hel vare	20)	<b>RAPPORT</b>	mg/kg
Polysykliske aromatiske hydrokarboner, hel vare	ICP-MS 270-C	<b>RAPPORT</b>	mg/kg
pH	20)	<b>RAPPORT</b>	
Opparbeiding, syreoppslutning	20)	<b>RAPPORT</b>	
Metaller	20)	<b>RAPPORT</b>	
ICP-5	ICP-MS	<b>ok</b>	

20) Utført av underleverandør ALS

Målesikkerhet: Vi henviser til [www.trondheim.kommune.no/analysecenteret](http://www.trondheim.kommune.no/analysecenteret) eller ved henvendelse til laboratoriet.  
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse.

Med hilsen

Arne Magnus Jensen  
Fagleder  
72 54 10 64Kjell Morten Denstad  
Assisterende Fagleder  
72 54 10 65

Kopi til

Statens vegvesen Region midt, Bernt Olav Opheim, 7075 TILLER, v/Bernt Olav Opheim (E-mail)

Side 3 av 3

Postadresse

NO-7004 Trondheim  
analysecenteret.postmottak@trondheim.kommune.no  
[www.trondheim.kommune.no/analysecenteret](http://www.trondheim.kommune.no/analysecenteret)

Leder

Erik Lunde  
Telefon +47 72 54 10 51

Telefon

+47 72 54 10 30  
Telefaks +47 72 54 10 31  
Telefon Mikrobiologisk lab: +47 72 54 10 53  
Telefon Kjemisk lab: +47 72 54 10 60

# Rapport

N1504929

Side 1 (8)

U8V8NMX8HG



Registrert 2015-04-24 12:45  
Utstedt 2015-05-04

Trondheim kommune  
Arild Forbord  
Analysesenteret  
Landbruksveien 5  
N-7047 Trondheim  
Norge

Prosjekt  
Bestnr 15/1292

## Analyse av vann

Deres prøvenavn	15/1292-1 Avløpsvann					
Labnummer	N00360873					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	<0.030		µg/l	1	1	JIBJ
Acenaftylen	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Acenaften	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Fluoren	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Fenantren	0.023	0.006	µg/l	1	1	JIBJ
Antracen	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Fluoranten	0.048	0.015	µg/l	1	1	JIBJ
Pyren	0.091	0.028	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.010	0.003	µg/l	1	1	JIBJ
Krysen <sup>^</sup>	0.017	0.005	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.016	0.006	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.017	0.007	µg/l	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>*</sup>	0.22		µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	0.043		µg/l	1	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	52	16	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	14	4	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	72	22	µg/l	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35 <sup>*</sup>	52.0		µg/l	2	1	JIBJ
Laboratorierapport <sup>*</sup>	-----		se vedl.	3	1	JIBJ
Homogenisering <sup>*</sup>	ja			4	1	JIBJ

# Rapport

N1504929

Side 2 (6)

U8V8NMX6HG



Deres prøvenavn	15/1292-2 Avløpsvann					
Labnummer	N00360874					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	0.181	0.060	µg/l	1	1	JIBJ
Acenaftylen	0.072	0.022	µg/l	1	1	JIBJ
Acenaften	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Fluoren	0.092	0.023	µg/l	1	1	JIBJ
Fenantren	0.485	0.126	µg/l	1	1	JIBJ
Antracen	0.066	0.018	µg/l	1	1	JIBJ
Fluoranten	0.307	0.095	µg/l	1	1	JIBJ
Pyren	0.410	0.127	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.049	0.013	µg/l	1	1	JIBJ
Krysen <sup>A</sup>	0.064	0.018	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	0.091	0.034	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	0.020	0.007	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	0.045	0.011	µg/l	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	0.022	0.007	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.076	0.030	µg/l	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	0.037	0.013	µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	2.0		µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>A*</sup>	0.33		µg/l	1	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	630	189	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	423	127	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	1180	355	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	236	71	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	2470	742	µg/l	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35*	1600		µg/l	2	1	JIBJ
Homogenisering <sup>†</sup>	ja			4	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07:44:23  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)



# Rapport

Side 3 (6)

N1504929

U8V8NMX8HG



Deres prøvenavn	15/1292-3 Avløpsvann					
Labnummer	N00380875					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	0.460	0.152	µg/l	1	1	JIBJ
Acenaftylen	0.165	0.049	µg/l	1	1	JIBJ
Acenaften	0.196	0.059	µg/l	1	1	JIBJ
Fluoren	0.233	0.058	µg/l	1	1	JIBJ
Fenantren	2.10	0.545	µg/l	1	1	JIBJ
Antracen	0.158	0.040	µg/l	1	1	JIBJ
Fluoranten	1.47	0.456	µg/l	1	1	JIBJ
Pyren	2.08	0.644	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.220	0.059	µg/l	1	1	JIBJ
Krysen <sup>A</sup>	0.260	0.075	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	0.400	0.148	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	0.121	0.043	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	0.109	0.027	µg/l	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	0.041	0.013	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.274	0.110	µg/l	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	0.080	0.028	µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>A</sup>	8.4		µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>A*</sup>	1.2		µg/l	1	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	1290	388	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	1600	479	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	2450	736	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	268	80	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	5610	1680	µg/l	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35 <sup>A</sup>	4050		µg/l	2	1	JIBJ
Homogenisering <sup>†</sup>	ja			4	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07.44.23  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)

# Rapport

Side 4 (8)

N1504929

U8V8NMX6HG



Deres prøvenavn	15/1292-4 Avløpsvann					
Labnummer	N00380878					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen	0.102	0.034	µg/l	1	1	JIBJ
Acenaftalen	0.046	0.014	µg/l	1	1	JIBJ
Acenaften	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Fluoren	0.056	0.014	µg/l	1	1	JIBJ
Fenantren	0.280	0.073	µg/l	1	1	JIBJ
Antracen	0.027	0.007	µg/l	1	1	JIBJ
Fluoranten	0.155	0.048	µg/l	1	1	JIBJ
Pyren	0.240	0.074	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.020	0.006	µg/l	1	1	JIBJ
Krysen <sup>A</sup>	0.028	0.008	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	0.041	0.015	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	0.013	0.004	µg/l	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	0.014	0.003	µg/l	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.010		µg/l	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.040	0.016	µg/l	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	0.014	0.005	µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>A</sup>	1.1		µg/l	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>A*</sup>	0.13		µg/l	1	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	311	93.4	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	129	38.7	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	952	286	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	260	78	µg/l	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	1650	496	µg/l	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35 <sup>A</sup>	1080		µg/l	2	1	JIBJ
Homogenisering <sup>A</sup>	ja			4	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07:44:23  
Client Service  
[Jan-Inge.Bjormengen@alsglobal.com](mailto:Jan-Inge.Bjormengen@alsglobal.com)

# Rapport

Side 5 (6)

N1504929

U8V8NMX8HG



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<b>Bestemmelse av polyaromatiske hydrokarboner (PAH-16)</b>
Metode:	EPA 8270, ISO 6468
Måleprinsipp:	GC-MS
Ekstraksjonsmåte:	Heksan
Rapporteringsgrenser:	Naftalen 0,030 µg/l Acenaftalen 0,010 µg/l Acenaften 0,010 µg/l Fluoren 0,010 µg/l Fenantren 0,020 µg/l Antracen 0,010 µg/l Fluoranten 0,010 µg/l Pyren 0,010 µg/l Benz(a)antracen 0,010 µg/l Krysen 0,010 µg/l Benzo(b)fluoranten 0,010 µg/l Benzo(k)fluoranten 0,010 µg/l Benzo(a)pyren 0,010 µg/l Indeno(1,2,3,cd)pyren 0,010 µg/l Benzo(g,h,i)perylene 0,010 µg/l Dibenz(a,h)antracen 0,010 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
2	<b>Bestemmelse av hydrokarboner &gt;C10-C40</b>
Metode:	EN ISO 8377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C18 5 µg/l Fraksjon >C18-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
3	Originalrapporter fra utførende laboratorier vedlagt
4	Homogenisering

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørmengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harčě 9/336, Praha, Tsjekkia

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 843 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07:44:23  
Client Service  
[Jan-Inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:Jan-Inge.bjormengen@alsglobal.com)

# Rapport

Side 6 (8)

N1504929

U8V8NMX6HG



Underleverandør <sup>1</sup>	
Lokalisering av andre ALS laboratorier:	
Ceska Lipa Pardubice	Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa V Raji 906, 530 02 Pardubice
Akkreditering:	Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon	

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

## Rapport

N1504930

Side 1 (5)

U8VU3YW43K



Registrert 2015-04-24 12:48  
Utstedt 2015-05-04

Trondheim kommune  
Arild Forbord  
Analysesenteret  
Landbruksveien 5  
N-7047 Trondheim  
Norge

Prosjekt  
Bestnr 15/1292

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	15/1292-5 Sediment					
Labnummer	N00380870					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Laboratorierapport*	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
Tørstoff (E)	88.4	5.33	%	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	2.6	0.8	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	18.0	5.4	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	2230	670	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35*	2250		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	1570	470	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	3820	1140	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Naftalen	0.029	0.009	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	3	1	JIBJ
Ace-naften	0.021	0.006	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fluoren	0.024	0.007	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fenantren	0.138	0.042	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Antracen	0.015	0.004	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fluoranten	0.109	0.033	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Pyren	0.140	0.042	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.022	0.007	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Krysen <sup>A</sup>	0.032	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	0.034	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	0.014	0.004	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	0.029	0.009	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.010		mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.046	0.014	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	0.014	0.004	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>†</sup>	0.67		mg/kg TS	3	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>A†</sup>	0.15		mg/kg TS	3	1	JIBJ
pH	7.9	0.2		4	1	JIBJ
Cr (Krom)	27.9	5.58	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Cu (Kopper)	33.6	6.72	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	14.8	3.0	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Pb (Bly)	2.2	0.4	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Zn (Sink)	56.8	11.4	mg/kg TS	5	1	JIBJ

# Rapport

N1504930

Side 2 (5)

U8VU3YW43K



Deres prøvenavn	15/1292-6 Sediment					
Labnummer	N00360871					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	86.1	5.20	%	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	7.2	2.2	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	13.6	4.1	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	1630	489	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35 <sup>a</sup>	1640		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	932	280	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	2580	775	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Naftalen	0.025	0.008	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Acenaftalen	0.014	0.004	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Acenaften	0.014	0.004	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fluoren	0.025	0.008	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fenantren	0.231	0.069	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Antracen	0.033	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fluoranten	0.196	0.059	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Pyren	0.237	0.071	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.042	0.013	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Krysen <sup>A</sup>	0.052	0.015	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	0.082	0.025	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	0.032	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	0.062	0.018	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.010		mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.098	0.029	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	0.032	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>a</sup>	1.2		mg/kg TS	3	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>A*</sup>	0.30		mg/kg TS	3	1	JIBJ
pH	7.7	0.2		4	1	JIBJ
Cr (Krom)	29.4	5.87	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Cu (Kopper)	42.8	8.57	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	16.7	3.3	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Pb (Bly)	5.0	1.0	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Zn (Sink)	80.8	16.2	mg/kg TS	5	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07:55:08  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)

# Rapport

Side 3 (5)

N1504930

U8VU3YW43K



Deres prøvenavn	15/1292-7 Sediment					
Labnummer	N00380872					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	85.9	5.18	%	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<2.0		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<3.0		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	1660	498	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum >C12-C35*	1660		mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	1480	445	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	3150	944	mg/kg TS	2	1	JIBJ
Naftalen	0.023	0.007	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Acenaflyten	0.015	0.005	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Acenaften	0.013	0.004	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fluoren	0.032	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fenantren	0.392	0.118	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Antracen	0.072	0.022	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fluoranten	0.247	0.074	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Pyren	0.366	0.110	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.038	0.011	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Krysen <sup>^</sup>	0.061	0.018	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.105	0.032	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.035	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.052	0.016	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.018	0.005	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.137	0.041	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.035	0.010	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Sum PAH-16*	1.6		mg/kg TS	3	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	0.34		mg/kg TS	3	1	JIBJ
pH	7.8	0.2		4	1	JIBJ
Cr (Krom)	21.7	4.34	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Cu (Kopper)	45.3	9.07	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	15.4	3.1	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Pb (Bly)	4.7	0.9	mg/kg TS	5	1	JIBJ
Zn (Sink)	79.1	15.8	mg/kg TS	5	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07:55:08  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)



# Rapport

N1504930

Side 4 (5)

U8VU3YW43K



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Originalrapporter fra utførende laboratorier vedlagt
2	<b>Bestemmelse av hydrokarboner &gt;C10-C40</b>  Metode: CSN EN 14039 Måleprinsipp: GC-FID Rapporteringsgrenser: >C10-C12: 2 mg/kg TS >C12-C18: 3 mg/kg TS >C18-C35: 10 mg/kg TS >C35-C40: 5 mg/kg TS  Måleusikkerhet: 30%
3	<b>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.</b>  Metode: US EPA 8270 Ekstraksjon: Heksan Deteksjon og kvantifisering: GC-MS Kvantifikasjonsgrenser: 0,01-0,1 mg/kg TS
4	<b>Bestemmelse av pH i jord</b>  Metode: ISO 10390  <b>Tidssensitiv parameter:</b> Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.
5	<b>Analyse av tungmetaller (M-1C) (enkelt elementer)</b>  Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Forbehandling: Siktning 2 mm. Oppslutning jordprøver: HNO3 og 0,5 ml H2O2 i mikrobølgeovn. Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO3/vann (1:1) i mikrobølgeovn.

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørmengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørmengen  
2015.05.04 07:55:08  
Client Service  
[jan-inge.bjormengen@alsglobal.com](mailto:jan-inge.bjormengen@alsglobal.com)



Underleverandør	
Lokalisering av andre ALS laboratorier:	
Ceska Lipa Pardubice	Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa V Raji 906, 530 02 Pardubice
Akkreditering:	Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon	

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

# Rapport

N1507444

Side 1 (4)

XBN3Z5M622



Registrert 2015-06-05 09:49  
Utstedt 2015-06-09

Trondheim kommune  
Arild Forbord  
Analysesenteret  
Landbruksveien 5  
N-7047 Trondheim  
Norge

Prosjekt  
Bestnr 15/1292

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	15/1292-5					
	Sediment					
Labnummer	N00360870					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse >2 mm	27.6		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 1-2 mm	13.5		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,5-1 mm	21.4		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,25-0,5 mm	19.7		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,125-0,25 mm	10.4		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-0,125 mm	3.94		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,032-0,063 mm	0.78		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,016-0,032 mm	0.97		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,008-0,016 mm	0.79		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,004-0,008 mm	0.40		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,002-0,004 mm	0.27		%	1	1	HABO
Kornstørrelse < 0,002 mm	0.20		%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
Tørrstoff (E)	88.4	5.33	%	2	1	RATE
Glødetap (LOI)	1.74	0.11	% TS	2	1	RATE

Deres prøvenavn	15/1292-6					
	Sediment					
Labnummer	N00360871					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse >2 mm	34.3		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 1-2 mm	7.71		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,5-1 mm	9.26		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,25-0,5 mm	10.4		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,125-0,25 mm	14.6		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-0,125 mm	15.5		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,032-0,063 mm	2.80		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,016-0,032 mm	2.33		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,008-0,016 mm	1.62		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,004-0,008 mm	0.70		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,002-0,004 mm	0.44		%	1	1	HABO
Kornstørrelse < 0,002 mm	0.38		%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
Tørrstoff (E)	86.1	5.20	%	2	1	RATE
Glødetap (LOI)	2.66	0.15	% TS	2	1	RATE

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Randi Skjermo Telstad  
2015.06.09 11:48:22  
Client Service  
[randi.telstad@alsglobal.com](mailto:randi.telstad@alsglobal.com)

# Rapport

N1507444

Side 2 (4)

XBN3Z5M622



Deres prøvenavn	15/1292-7 Sediment					
Labnummer	N00360872					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse >2 mm	7.53		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 1-2 mm	15.1		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,5-1 mm	15.9		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,25-0,5 mm	14.6		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,125-0,25 mm	11.9		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-0,125 mm	13.6		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,032-0,063 mm	5.00		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,016-0,032 mm	4.72		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,008-0,016 mm	4.81		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,004-0,008 mm	3.06		%	1	1	HABO
Kornstørrelse 0,002-0,004 mm	2.12		%	1	1	HABO
Kornstørrelse < 0,002 mm	1.58		%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
Tørrstoff (E)	85.9	5.18	%	2	1	RATE
Glødetap (LOI)	4.86	0.25	% TS	2	1	RATE



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
 n.d. betyr ikke påvist.  
 n/a betyr ikke analyserbart.  
 < betyr mindre enn.  
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p><b>Bestemmelse av kornfordeling – 12 fraksjoner – i jord og sediment</b></p> <p>Metode: ISO 11277:2009                      Måleprinsipp: Kombinasjon av våtsikting og laserdiffraksjon (&gt;2mm – &lt; 0.002 mm)                      Rapporteringsgrenser: 0.01 %                      Andre opplysninger: Brukes på prøver av jord og sediemment som inneholder leire, silt, sand, småstein og grus. Det angis totalt 12 fraksjoner:                      &gt;2 mm                      1 - 2 mm                      0.5 – 1 mm                      0.25 – 0.5 mm                      0.125 – 0.25 mm                      0.063 – 0.125 mm                      0.032 – 0.063 mm                      0.016 – 0.032 mm                      0.008 – 0.016 mm                      0.004 – 0.008 mm                      0.002 – 0.004 mm                      &lt;0.002 mm</p>
2	<p><b>Bestemmelse av Glødetap (LOI).</b></p> <p>Metode: Intern metode                      Deteksjon og kvantifisering: Gravimetrisk</p>

Godkjenner	
HABO	Hanne Boklund
RATE	Randi Telstad

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa                      Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

## Rapport

N1515769

Side 1 (3)

ULI40P4XSX



Registrert 2015-04-29 10:57  
Utstedt 2015-05-08

Trondheim kommune  
Bente Kvam  
Analysesenteret  
Landbruksveien 5  
N-7047 Trondheim  
Norge

Prosjekt  
Bestnr 15/1386-1

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.

## Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	15/1386-1 Feiemasse					
Labnummer	N00360001					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	84.9	5.12	%	1	1	JIBJ
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	0.035	0.010	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	0.060	0.018	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	0.094	0.028	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>A</sup>	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen <sup>A</sup>	0.010	0.003	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>A</sup>	0.045	0.014	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup>	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>A</sup>	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup>	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	0.049	0.015	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup>	<0.010		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16 <sup>A</sup>	0.32		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>A*</sup>	0.085		mg/kg TS	1	1	JIBJ
pH	8.0	0.2		2	1	JIBJ
Cr (Krom)	39.9	7.98	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Cu (Kopper)	48.3	9.67	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	27.3	5.4	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Pb (Bly)	7.1	1.4	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Zn (Sink)	52.5	10.5	mg/kg TS	3	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	3.8	1.1	mg/kg TS	4	1	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	9.8	2.9	mg/kg TS	4	1	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	747	224	mg/kg TS	4	1	JIBJ
Sum >C12-C35 <sup>*</sup>	757		mg/kg TS	4	1	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	242	72.6	mg/kg TS	4	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	1000	301	mg/kg TS	4	1	JIBJ
Laboratorierapport <sup>*</sup>	-----		se vedl.	5	1	JIBJ



# Rapport

Side 2 (3)

N1515769

ULH40P4XSX



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.  
n.d. betyr ikke påvist.  
n/a betyr ikke analyserbart.  
< betyr mindre enn.  
> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.  Metode: US EPA 8270 Ekstraksjon: Heksan Deteksjon og kvantifisering: GC-MS Kvantifikasjonsgrenser: 0,01-0,1 mg/kg TS
2	Bestemmelse av pH i jord  Metode: ISO 10390  <b>Tidssensitiv parameter:</b> Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.
3	Analyse av tungmetaller (M-1C) (enkelt elementer)  Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Forbehandling: Sikting 2 mm. Oppslutning jordprøver: HNO <sub>3</sub> og 0,5 ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> i mikrobølgeovn. Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO <sub>3</sub> /vann (1:1) i mikrobølgeovn.
4	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40  Metode: CSN EN 14039 Måleprinsipp: GC-FID Rapporteringsgrenser: >C10-C12: 2 mg/kg TS >C12-C16: 3 mg/kg TS >C18-C35: 10 mg/kg TS >C35-C40: 5 mg/kg TS  Måleusikkerhet: 30%
5	Originalrapporter fra utførende laboratorier vedlagt

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørmengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harčě 9/336, Praha, Tsjekkia

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 843 Skøyen  
N-0214 Oslo  
Norway

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)  
E-post: [info.en@alsglobal.com](mailto:info.en@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00  
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent  
og digitalt signert av

Camille Boye Fredriksen  
2015.05.08 10:45:09  
Client Service  
[camilla.fredriksen@alsglobal.com](mailto:camilla.fredriksen@alsglobal.com)



Underleverandør <sup>1</sup>	
Lokalisering av andre ALS laboratorier:	
Ceska Lipa Pardubice	Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa V Raji 906, 530 02 Pardubice
Akkreditering:	Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon	

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.



## Vedlegg 4: Teksturdata

### MTD – Mean Texture Depth, Sandpatch ASTM E965, Strindheimtunnelen

SAND – PATCH ASTM E965		Forsøk Strindheimtunnelen 20/4–2015										Ruhet u/Plate – rh=38200/d <sup>2</sup>			
MTD – Mean Texture Depth		RV706, Hp2, Kj3													
KJØREBANE															
FELT / PLASERING	FØR VASKING				Diam Snitt	ETTER vasking				Diam Snitt	FØR VASKING		ETTER VASKING		ENDRING etter vasking Ruhet/MTD
	Måling 1 – Diam					Måling 2 – Diam					Diam	Ruhet/MTD	Diam	Ruhet/MTD	
<b>Felt 1 – Mesta M&amp;R, m520–m800</b>															
Ytre hjulspor – 1	17,5	16,0	15,5	16,0	16,3	15,0	15,0	16,0	15,0	15,3	15,8	1,54	15,1	1,67	0,13
Ytre hjulspor – 2	17,0	15,5	14,0	14,5	15,3	15,5	15,5	15,0	14,0	15,0					
Mellom hjulspor – 1	16,5	18,0	17,5	17,0	17,3	16,0	15,5	15,0	14,5	15,3	17,7	1,22	15,3	1,64	0,42
Mellom hjulspor – 2	18,0	18,0	18,0	18,5	18,1	15,5	15,0	15,0	15,5	15,3					
Indre hjulspor – 1	16,0	16,5	16,0	15,5	16,0	16,0	16,5	15,0	15,5	15,8	15,3	1,64	15,9	1,50	-0,14
Indre hjulspor – 2	15,0	14,0	14,0	15,0	14,5	17,0	16,0	16,0	15,5	16,1					
											SNITT:	1,47		1,61	0,14
<b>Felt 2 – Mesta Trondheim, m840–1120</b>															
Ytre hjulspor – 1	15,0	15,5	14,5	14,5	14,9	16,0	15,5	14,5	16,0	15,5	14,7	1,77	15,4	1,62	-0,15
Ytre hjulspor – 2	14,5	15,0	14,0	14,5	14,5	16,0	16,0	14,5	14,5	15,3					
Mellom hjulspor – 1	19,5	18,5	18,0	20,0	19,0	16,0	16,0	18,5	16,0	16,6	18,9	1,07	18,0	1,18	0,11
Mellom hjulspor – 2	19,5	18,0	17,5	20,0	18,8	18,0	21,0	18,5	20,0	19,4					
Indre hjulspor – 1	16,5	16,0	16,0	16,0	16,1	14,5	16,0	17,0	13,5	15,3	16,9	1,34	16,3	1,44	0,09
Indre hjulspor – 2	18,5	17,0	17,0	18,0	17,6	17,5	18,0	16,0	18,0	17,4					
											SNITT:	1,39		1,41	0,02
<b>Felt 3 – Trh Bydrift/VeimAS, m1390–1670</b>															
Ytre hjulspor – 1	17,0	15,5	15,5	16,5	16,1	16,0	17,5	15,5	17,5	16,6	15,9	1,52	15,6	1,56	0,05
Ytre hjulspor – 2	16,0	16,0	15,5	15,0	15,6	15,0	14,5	14,0	15,0	14,6					
Mellom hjulspor – 1	20,0	19,5	18,0	17,0	18,6	15,0	18,5	18,5	16,0	17,0	18,6	1,11	16,2	1,46	0,35
Mellom hjulspor – 2	18,5	20,0	17,5	18,0	18,5	15,5	15,5	15,0	15,5	15,4					
Indre hjulspor – 1	19,5	18,5	18,5	19,0	18,9	17,0	17,0	15,5	15,5	16,3	18,8	1,09	16,0	1,49	0,41
Indre hjulspor – 2	18,0	18,0	19,5	19,0	18,6	16,0	16,5	16,0	14,5	15,8					
											SNITT:	1,24		1,50	0,27



Meter	MPD – INDRE SPOR (I)				MPD – MELLOM SPOR (M)				MPD – YTRE SPOR (Y)			
	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)
<b>IKKE VASKET – 3</b>												
1160	1,26	1,31	0,05		0,96	1,08	0,12		Ikke målt	1,22		
1180	1,30	1,29	-0,01		1,20	1,18	-0,02			1,24		
1200	1,21	1,25	0,04		1,15	1,12	-0,03			1,39		
1220	1,27	1,26	-0,01		1,10	1,12	0,02			1,23		
1240	1,15	1,23	0,08		1,09	1,11	0,02			1,28		
1260	1,23	1,27	0,04		1,15	1,10	-0,05			1,18		
1280	1,35	1,42	0,07		1,27	1,16	-0,11			1,15		
1300	1,39	1,37	-0,02		1,20	1,11	-0,09			1,30		
1320	1,33	1,33	0,00		1,20	1,24	0,04			1,41		
1340	1,37	1,35	-0,02		1,28	1,23	-0,05			1,33		
1360	1,35	1,32	-0,03		1,29	1,28	-0,01			1,31		
<b>IKKE VASKET-3 – SNITT</b>	<b>1,29</b>	<b>1,31</b>	<b>0,02</b>	<b>0,73</b>	<b>1,17</b>	<b>1,16</b>	<b>-0,01</b>	<b>0,66</b>		<b>1,28</b>		<b>N/A</b>
1380	1,41	1,37	-0,04		0,70	0,81	0,11		Ikke målt	1,29		
1400	1,30	1,33	0,03		1,22	1,24	0,02			1,25		
<b>FELT 3 – START</b>												
1420	1,30	1,29	-0,01		1,09	1,04	-0,05		Ikke målt	1,24		
1440	1,38	1,32	-0,06		1,14	1,23	0,09			1,23		
1460	1,35	1,31	-0,04		1,18	1,25	0,07			1,22		
1480	1,30	1,23	-0,07		1,16	1,16	0,00			1,16		
1500	1,25	1,29	0,04		1,09	1,12	0,03			1,12		
1520	1,38	1,38	0,00		1,21	1,22	0,01			1,13		
1540	1,32	1,34	0,02		1,21	1,33	0,12			1,33		
1560	1,38	1,36	-0,02		1,23	1,35	0,12			1,22		
1580	1,20	1,18	-0,02		1,07	1,15	0,08			1,07		
1600	1,20	1,31	0,11		1,06	1,19	0,13			0,93		
1620	1,13	1,18	0,05		1,02	1,13	0,11			1,00		
1640	1,28	1,34	0,06		1,20	1,29	0,09			1,02		
<b>FELT 3 – SNITT:</b>	<b>1,29</b>	<b>1,29</b>	<b>0,01</b>	<b>0,57</b>	<b>1,14</b>	<b>1,21</b>	<b>0,07</b>	<b>0,97</b>		<b>1,14</b>		<b>N/A</b>
1660	1,23	1,29	0,06		0,98	1,12	0,14		Ikke målt	0,96		
1680	1,14	1,25	0,11		1,01	1,16	0,15			1,04		
<b>IKKE VASKET-4</b>												
1700	1,18	1,18	0,00		1,13	1,14	0,01		Ikke målt	1,06		
1720	1,23	1,26	0,03		1,15	1,17	0,02			1,14		
1740	1,26	1,29	0,03		1,26	1,19	-0,07			1,19		
1760	1,35	1,35	0,00		1,19	1,11	-0,08			1,15		
1780	1,36	1,36	0,00		1,18	1,16	-0,02			1,21		
1800	1,53	1,53	0,00		1,34	1,39	0,05			1,31		
1820	1,53	1,47	-0,06		1,24	1,24	0,00			1,45		
1840	1,61	1,60	-0,01		1,40	1,44	0,04			1,48		
1860	1,47	1,35	-0,12		1,31	1,27	-0,04			1,20		
1880	1,46	1,45	-0,01		1,23	1,21	-0,02			1,33		
1900	1,65	1,57	-0,08		1,29	1,30	0,01			1,39		
1920	1,57	1,52	-0,05		1,40	1,50	0,10			1,44		
1940	0,92	0,87	-0,05		0,84	0,78	-0,06			0,97		
1960	0,89	0,82	-0,07		0,69	0,66	-0,03			0,83		
1980	1,09	1,05	-0,04		1,05	1,09	0,04			1,03		
<b>IKKE VASKET-4 – SNITT</b>	<b>1,34</b>	<b>1,31</b>	<b>-0,03</b>	<b>0,25</b>	<b>1,18</b>	<b>1,18</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>		<b>1,21</b>		<b>N/A</b>
<b>IKKE VASKET-5</b>												
2000	1,20	1,16	-0,04		1,15	1,19	0,04		Ikke målt	1,00		
2020	1,01	1,05	0,04		1,11	1,08	-0,03			0,95		
2040	1,15	1,23	0,08		1,21	1,17	-0,04			1,00		
2060	1,03	1,09	0,06		1,21	1,16	-0,05			1,08		
2080	1,19	1,25	0,06		1,15	1,16	0,01			0,97		
2100	1,12	1,17	0,05		1,09	1,11	0,02			0,95		
2120	1,12	1,15	0,03		1,15	1,11	-0,04			0,98		
2140	1,15	1,15	0,00		1,16	1,24	0,08			0,99		
2160	1,24	1,27	0,03		1,20	1,25	0,05			0,93		
2180	1,22	1,10	-0,12		1,18	1,27	0,09			1,02		
2200	1,21	1,09	-0,12		1,17	1,07	-0,10			0,93		
2220	1,15	1,03	-0,12		1,15	1,29	0,14			0,95		
2240	1,11	1,05	-0,06		1,19	1,25	0,06			1,00		
2260	1,17	1,20	0,03		1,34	1,35	0,01			1,22		
2280	1,16	1,19	0,03		1,15	1,19	0,04			1,00		
<b>IKKE VASKET-5 – SNITT</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,55</b>	<b>1,17</b>	<b>1,19</b>	<b>0,02</b>	<b>0,76</b>		<b>1,00</b>		<b>N/A</b>
<b>IKKE VASKET – 6</b>												
2300	1,22	1,24	0,02		1,18	1,20	0,02		Ikke mål	1,10		
2320	1,18	1,25	0,07		1,23	1,20	-0,03			0,97		
2340	1,11	1,11	0,00		1,11	1,15	0,04			1,06		
2360	1,36	1,28	-0,08		1,27	1,17	-0,10			1,19		
2380	1,41	1,37	-0,04		1,37	1,29	-0,08			1,29		
2400	1,36	1,41	0,05		1,31	1,35	0,04			1,14		
2420	1,24	1,23	-0,01		1,23	1,26	0,03			1,11		
2440	1,19	1,27	0,08		1,17	1,38	0,21			1,17		
2460	1,20	1,22	0,02		1,21	1,62	0,41			1,18		
2480	1,28	1,28	0,00		1,27	1,52	0,25			1,18		
2500	1,40	1,43	0,03		1,43	1,54	0,11			1,22		
2520	1,37	1,30	-0,07		1,20	1,27	0,07			1,15		
2540	1,17	1,14	-0,03		1,12	1,20	0,08			1,03		
2560	1,32	1,31	-0,01		1,46	1,40	-0,06			1,15		
2580	1,35	1,37	0,02		1,40	1,49	0,09			1,29		
<b>IKKE VASKET-6 – SNITT</b>	<b>1,28</b>	<b>1,28</b>	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>	<b>1,26</b>	<b>1,34</b>	<b>0,07</b>	<b>0,86</b>		<b>1,15</b>		<b>N/A</b>

## MPD – Mean Profile Depth, ViaPPS, Haakon VII'2 gate

MPD – Mean Profile Depth												
HAAKON VII GATE FV868, Vaskeforsøk 2015-04-21												
Kjørefelt 4 (Høyre/ytre felt retning no ViaPPS-målinger)												
Forsøksfelt 2	ca m2460 – m2360		Mesta Trh									
Forsøksfelt 1	ca m2360 – m2260		Mesta M&R									
Forsøksfelt 3	ca m2260 – m2160		VeimAS + Trh Bydrift									
Meter	MPD – INDRE SPOR (I)				MPD – MELLOM SPOR (M)				MPD – YTRE SPOR (Y)			
	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)
IKKE VASKET – 1												
3150	1,23	1,32	0,09		1,20	1,34	0,14		1,36	1,35	-0,01	
3130	1,54	1,43	-0,11		1,18	1,32	0,14		1,22	1,21	-0,01	
3110	1,32	1,23	-0,09		1,30	1,30	0,00		1,32	1,27	-0,05	
3090	1,32	1,33	0,01		1,24	1,22	-0,02		1,32	1,22	-0,10	
3070	1,35	1,30	-0,05		1,00	1,11	0,11		1,23	1,24	0,01	
IKKE VASKET-1 – SNITT	1,35	1,32	-0,03	0,68	1,18	1,26	0,07	0,85	1,29	1,26	-0,03	0,79
IKKE VASKET – 2												
3050	1,28	1,27	-0,01		1,05	1,03	-0,02		1,36	1,31	-0,05	
3030	1,33	1,37	0,04		1,24	1,23	-0,01		1,30	1,31	0,01	
3010	1,38	1,34	-0,04		1,22	1,12	-0,10		1,34	1,32	-0,02	
2990	1,21	1,09	-0,12		0,91	0,85	-0,06		1,18	1,15	-0,03	
2970	1,16	1,15	-0,01		0,95	1,00	0,05		1,18	1,19	0,01	
IKKE VASKET-2 – SNITT	1,27	1,24	-0,03	0,66	1,07	1,05	-0,03	0,61	1,27	1,26	-0,02	0,62
IKKE VASKET – 3												
2950	1,26	1,22	-0,04		1,13	1,14	0,01		1,28	1,24	-0,04	
2930	1,24	1,24	0,00		1,08	1,13	0,05		1,20	1,18	-0,02	
2910	1,21	1,26	0,05		1,07	1,13	0,06		1,27	1,28	0,01	
2890	1,27	1,20	-0,07		1,05	1,14	0,09		1,28	1,28	0,00	
2870	1,16	1,19	0,03		1,06	1,03	-0,03		1,19	1,19	0,00	
IKKE VASKET-3 – SNITT	1,23	1,22	-0,01	0,60	1,08	1,11	0,04	0,90	1,24	1,23	-0,01	0,63
IKKE VASKET – 4												
2850	1,24	1,28	0,04		1,04	1,10	0,06		1,26	1,26	0,00	
2830	1,30	1,24	-0,06		1,02	0,96	-0,06		1,29	1,24	-0,05	
2810	1,23	1,29	0,06		1,01	1,08	0,07		1,31	1,27	-0,04	
2790	1,31	1,36	0,05		1,10	1,14	0,04		1,30	1,28	-0,02	
2770	1,20	1,11	-0,09		1,06	1,21	0,15		1,28	1,19	-0,09	
IKKE VASKET-4 – SNITT	1,26	1,26	0,00	0,50	1,05	1,10	0,05	0,86	1,29	1,25	-0,04	0,97
IKKE VASKET – 5												
2750	1,10	1,13	0,03		1,18	1,20	0,02		1,22	1,22	0,00	
2730	1,20	1,23	0,03		1,13	1,10	-0,03		1,33	1,25	-0,08	
2710	1,19	1,18	-0,01		1,17	1,21	0,04		1,30	1,24	-0,06	
2690	1,23	1,12	-0,11		1,07	0,97	-0,10		1,24	1,22	-0,02	
2670	1,14	1,08	-0,06		0,98	0,98	0,00		1,23	1,19	-0,04	
IKKE VASKET-5 – SNITT	1,17	1,15	-0,02	0,75	1,11	1,09	-0,01	0,58	1,26	1,22	-0,04	0,93
IKKE VASKET – 6												
2650	1,23	1,18	-0,05		1,09	1,14	0,05		1,28	1,23	-0,05	
2630	1,15	1,19	0,04		1,17	1,14	-0,03		1,19	1,25	0,06	
2610	1,15	1,11	-0,04		1,17	1,14	-0,03		1,18	1,18	0,00	
2590	1,05	1,03	-0,02		1,01	1,01	0,00		1,22	1,16	-0,06	
2570	1,17	1,12	-0,05		0,94	0,87	-0,07		1,26	1,22	-0,04	
IKKE VASKET-6 – SNITT	1,15	1,13	-0,02	0,71	1,08	1,06	-0,02	0,59	1,23	1,21	-0,02	0,75



Meter	MPD - INDRE SPOR (I)				MPD - MELLOM SPOR (M)				MPD - YTRE SPOR (Y)			
	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)	FØR	ETTER	ENDR.	P(endr.)
<b>FELT 2 - START, Mesta Trh</b>												
2450	1,20	1,10	-0,10		0,93	0,92	-0,01		1,24	1,14	-0,10	
2430	1,31	1,21	-0,10		1,03	1,01	-0,02		1,25	1,23	-0,02	
2410	1,24	1,18	-0,06		0,76	0,75	-0,01		1,25	1,20	-0,05	
2390	1,19	1,20	0,01		1,14	1,12	-0,02		1,27	1,22	-0,05	
2370	1,03	1,00	-0,03		0,85	0,78	-0,07		1,10	1,15	0,05	
<b>FELT 2 - SNITT</b>	<b>1,19</b>	<b>1,14</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,81</b>	<b>0,94</b>	<b>0,92</b>	<b>-0,03</b>	<b>0,60</b>	<b>1,22</b>	<b>1,19</b>	<b>-0,03</b>	<b>0,81</b>
<b>FELT 1 - START, Mesta M&amp;R</b>												
2350	1,16	1,18	0,02		1,00	1,00	0,00		1,13	1,12	-0,01	
2330	1,10	1,13	0,03		0,84	0,77	-0,07		1,15	1,15	0,00	
2310	1,14	1,15	0,01		0,84	0,93	0,09		1,12	1,06	-0,06	
2290	1,01	1,10	0,09		0,68	0,68	0,00		1,09	1,06	-0,03	
2270	1,07	1,12	0,05		0,91	0,96	0,05		1,14	1,09	-0,05	
<b>FELT 1 - SNITT</b>	<b>1,10</b>	<b>1,14</b>	<b>0,04</b>	<b>0,89</b>	<b>0,85</b>	<b>0,87</b>	<b>0,01</b>	<b>0,57</b>	<b>1,13</b>	<b>1,10</b>	<b>-0,03</b>	<b>0,91</b>
<b>FELT 3 - START, Trh Bydrift</b>												
2250	1,06	1,11	0,05		0,65	0,64	-0,01		1,16	1,11	-0,05	
2230	1,15	1,20	0,05		0,87	0,89	0,02		1,26	1,19	-0,07	
2210	1,20	1,23	0,03		0,85	1,12	0,27		1,33	1,21	-0,12	
2190	1,31	1,26	-0,05		0,82	0,96	0,14		1,21	1,15	-0,06	
2170	1,24	1,23	-0,01		0,96	1,18	0,22		1,29	1,23	-0,06	
<b>FELT 3 - SNITT</b>	<b>1,19</b>	<b>1,21</b>	<b>0,01</b>	<b>0,61</b>	<b>0,83</b>	<b>0,96</b>	<b>0,13</b>	<b>0,87</b>	<b>1,25</b>	<b>1,18</b>	<b>-0,07</b>	<b>0,96</b>
<b>IKKE VASKET - 8</b>												
2150	1,28	1,26	-0,02		1,12	1,14	0,02		1,22	1,22	0,00	
2130	1,10	1,11	0,01		1,06	1,04	-0,02		1,21	1,19	-0,02	
2110	1,17	1,19	0,02		1,04	1,02	-0,02		1,14	1,15	0,01	
2090	1,10	1,06	-0,04		1,05	1,07	0,02		1,14	1,11	-0,03	
2070	1,22	1,19	-0,03		1,31	1,32	0,01		1,42	1,49	0,07	
<b>IKKE VASKET-8 - SNITT</b>	<b>1,17</b>	<b>1,16</b>	<b>-0,01</b>	<b>0,59</b>	<b>1,12</b>	<b>1,12</b>	<b>0,00</b>	<b>0,51</b>	<b>1,23</b>	<b>1,23</b>	<b>0,01</b>	<b>0,53</b>
<b>IKKE VASKET - 9</b>												
2050	1,30	1,22	-0,08		1,13	1,15	0,02		1,39	1,42	0,03	
2030	1,23	1,11	-0,12		1,14	1,18	0,04		1,23	1,34	0,11	
2010	1,14	1,12	-0,02		1,07	1,02	-0,05		1,22	1,23	0,01	
1990	1,13	1,08	-0,05		1,00	1,12	0,12		1,31	1,35	0,04	
1970	1,04	1,05	0,01		0,88	0,81	-0,07		1,15	1,22	0,07	
<b>IKKE VASKET-9 - SNITT</b>	<b>1,17</b>	<b>1,12</b>	<b>-0,05</b>	<b>0,82</b>	<b>1,04</b>	<b>1,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,56</b>	<b>1,26</b>	<b>1,31</b>	<b>0,05</b>	<b>0,81</b>



## Vedlegg 5: Eksempler på spesifikasjon til renhold og støvdemping fra Oslo og Trondheim

Kontrakt 0303 Riksveger Oslo 2016–2021, D1 Beskrivelse del (utdrag)

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
<b>Kontrakt 0303 Riksveger Oslo 2016-2021, D1 Beskrivelse del (utdrag)</b>					
73	<b>Øvrig vegutstyr, renhold, m.m.</b>				
73.3	<b>Renhold</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Omfatter renhold av alle arealer innenfor vegområdet, inkl tømning av avfallsbeholdere. Prosessen omfatter også fjerning av tagging og graffiti på alle objekter, samt renhold av vegger og tak i underganger med ferdsel.</li> <li>c) Renhold skal sikre arealenes funksjon (friksjon, trafiksikkerhet, framkommelighet, vannavrenning, synlighet), miljøforhold (inkl. luftkvalitet), universell utforming og estetikk ved fjerning av uønskede og fremmede gjenstander, materialer og belegg. Fjerning av graffiti/tagging skal sikre objektenes funksjon, miljøforhold og estetikk.</li> </ul>				
73.31	<b>Grunnpakke</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Omfatter følgende oppgaver: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fjerning av søppel</li> <li>- Feiing, oppsamling og spyling</li> <li>- Tømning av avfallsbeholdere</li> <li>- Drift av avfallsbeholdere</li> <li>- Reparasjon og utskifting av avfallsbeholdere inngår med begrenset ansvar iht. kap. C3 pkt. 31</li> <li>- Fjerning av materialer, gjenstander, stein, døde dyr, etc. (gjelder også ved trafikkuhell)</li> <li>- Behandle olje-, diesel- og bensinsøl o.l.</li> <li>- Renhold av vegger og tak i underganger</li> <li>- Fjerning av ugras og uønsket vegetasjon i andre områder enn i grøntarealer og skråninger</li> <li>- Fjerning av rotvelt, nedbrekte trær og greiner inngår med begrenset ansvar iht. kap. C3 pkt. 31.</li> </ul> </li> </ul> <p>Leveringsavgifter for avfall levert til godkjent leveringssted dekkes særskilt av byggherren.</p> <p>Omfatter også egeninspeksjon iht. kap. C3 pkt. 8.3.1. Dette inkluderer også egeninspeksjon som er nødvendig for å oppfylle kravene i prosess 73.32.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c) <u>Areal med fast dekke eller grusdekke</u></li> </ul> <p>Arealet skal være fritt for uønskede gjenstander, materialer, belegg og annet avfall.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

03.12.2015

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK																						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris																	
	<table border="1"> <tr> <th>Situasjon</th> <th>Gjenstander, materialer, belegg og avfall skal fjernes:</th> </tr> <tr> <td>Farlige avvik</td> <td>I henhold til tidskrav gitt i prosess 18.3 Beredskap – veg</td> </tr> <tr> <td>Andre avvik</td> <td>På og langs veger i tettbygd strøk: Innen 1 uke På og langs andre veger: Innen 4 uker</td> </tr> </table> <p>Strøsand på faste dekker skal samles opp på strekninger med fysiske hindringer som ikke gjør det mulig enkelt og effektivt å feie strøsand ut av ferdsselsarealet.</p> <p>På og langs veger i tettbygd strøk skal strøsand og annen sand og grus på faste dekker i og etter vintersesongen fjernes innen 2 uker fra det tidspunktet vedkommende areal er fritt for snø og is.</p> <p>På og langs øvrige veger skal strøsand og annen sand og grus som har samlet seg opp i løpet av vinteren fjernes ved vintersesongens slutt.</p> <p>Det skal i vintersesongen ikke ligge strøsand eller annen sand og grus i indikatorareal som skal være fritt for snø og is.</p> <p>Faste dekker og grusdekker skal holdes fri for vegetasjon.</p> <p><b>Øvrige vegområder</b></p> <p>Arealet skal være fritt for uønskede gjenstander, materialer og annet avfall.</p> <p>Gjenstander, materialer og annet avfall som er til fare for trafikanter og andre (inkludert dyr) skal fjernes i henhold til tidskrav i prosess 18.3 Beredskap - veg.</p> <p>Tidspunkt for avfallsplukking skal tilpasses tidspunkt for klipping av grøntarealer. Avfallsplukking skal foretas før klipping.</p> <p>Avfall som avdekkes under vegetasjonsskjøtsel skal fjernes innen 1 uke etter at vegetasjonsskjøtsel er foretatt.</p> <p>For øvrig avfall gjelder slike krav til fjerningstidspunkt:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Veg / Type avfall</th> <th>Naturlike arealer</th> <th>Parklike arealer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Langs veger i tettbygd strøk</td> <td>Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr 4 uker</td> <td rowspan="2">Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr. uke</td> </tr> <tr> <td>Langs øvrige veger</td> <td>Systematisk fjerning av avfall 2 ganger pr. år, vår/forsommer, ettersommer/høst</td> </tr> <tr> <td>Gjenstander og materialer</td> <td>Større enn 0,5 m<sup>3</sup> skal fjernes innen 2 døgn</td> <td>Større enn 0,25 m<sup>3</sup> skal fjernes innen 2 døgn</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Alle områder</b></p> <p>Døde dyr fjernes og skadde dyr behandles iht. beskrivelsen i kap. D2-ID7330a. Trafikksfarlig nedfall skal fjernes. Tømmeintervall for avfallsbeholdere skal dimensjoneres slik at beholderene ikke blir overfylte, avgir sjenerende lukt eller er estetisk skjemmende. Ved tømning av avfallsbeholder skal det også ryddes avfall i området rundt avfallsbeholder. Avfallsbeholder skal være ren, hel uten skade og stå stødig på sin plass.</p> <p><b>Vegoppmerking</b></p> <p>Vegoppmerking skal være synlig.</p> <p><b>Plantevernmidler</b></p> <p>Plantevernmidler tillates kun brukt iht. kap. D2-ID7480b.</p> <p>x) Kostnad angis som rund sum. Leveringsavgifter for avfall skal ikke inkluderes i prisen. Leveringsavgifter for avfall skal betales av entreprenøren. Dokumenterte leveringsavgifter for avfall faktureres byggherren uten påslag.</p> <p>*** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***</p>	Situasjon	Gjenstander, materialer, belegg og avfall skal fjernes:	Farlige avvik	I henhold til tidskrav gitt i prosess 18.3 Beredskap – veg	Andre avvik	På og langs veger i tettbygd strøk: Innen 1 uke På og langs andre veger: Innen 4 uker	Veg / Type avfall	Naturlike arealer	Parklike arealer	Langs veger i tettbygd strøk	Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr 4 uker	Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr. uke	Langs øvrige veger	Systematisk fjerning av avfall 2 ganger pr. år, vår/forsommer, ettersommer/høst	Gjenstander og materialer	Større enn 0,5 m <sup>3</sup> skal fjernes innen 2 døgn	Større enn 0,25 m <sup>3</sup> skal fjernes innen 2 døgn				
Situasjon	Gjenstander, materialer, belegg og avfall skal fjernes:																					
Farlige avvik	I henhold til tidskrav gitt i prosess 18.3 Beredskap – veg																					
Andre avvik	På og langs veger i tettbygd strøk: Innen 1 uke På og langs andre veger: Innen 4 uker																					
Veg / Type avfall	Naturlike arealer	Parklike arealer																				
Langs veger i tettbygd strøk	Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr 4 uker	Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr. uke																				
Langs øvrige veger	Systematisk fjerning av avfall 2 ganger pr. år, vår/forsommer, ettersommer/høst																					
Gjenstander og materialer	Større enn 0,5 m <sup>3</sup> skal fjernes innen 2 døgn	Større enn 0,25 m <sup>3</sup> skal fjernes innen 2 døgn																				

Akkumulert sum hittil:

**D Beskrivende del**  
**D1 Beskrivelse**

03.12.2015

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK									
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris				
	<p>a) Omfatter også renhold av rekkverk, ettergivende rekkverksender og støtputer. Prosessen omfatter også tiltak for støvdemping. Omfatter også leveringsavgifter for avfall levert til godkjent leveringssted. Leveringsavgiften for avfall dekkes ikke særskilt av byggherren. Omfatter også systematisk registrering av tagging og graffiti for arealer &gt; 5m<sup>2</sup></p> <p>c) Som tettbygd strøk ift beskrivelsen i denne prosessen regnes i denne kontrakten alle kjøreveger, g/s-veger og fortauer.</p> <p>Nedfalte trær og greiner som ikke er trafikkfarlige fjernes innen 2 døgn i parklike arealer. Grøntarealer og skråninger skal holdes frie for søppel.</p> <p>Strøsand, grus og øvrige forurensning/avfall skal ikke feies ut i sidearealer eller i parklike arealer, men samles opp og leveres til godkjent leveringssted.</p> <p>Renhold skal utføres uten at det medfører støvplager for omgivelsen. Det betyr at det skal benyttes forvanning ved feiing for å unngå ulemper for omgivelsene.</p> <p><b><u>Arealer med faste dekker og gruslagte rabatter</u></b> Ring1 og innenfor Ring 1 (E18: hp50, hp52, hp54 og hp56 - Dronning Eufemias gate, Kong Håkon 5. s gate, Langkaigata i Bjørvika, Rv162, RV150 og hp 94 m 14840-15200) gjelder følgende:</p> <p>Arealet skal være fritt for uønskede gjenstander, materialer, belegg og annet avfall.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situasjon</th> <th>Gjenstander, materialer, belegg og avfall skal fjernes:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Andre avvik</td> <td>På og langs veger i tettbygde strøk: Innen 1 døgn</td> </tr> </tbody> </table> <p><b><u>Øvrige vegområder</u></b> For øvrig avfall gjelder krav til fjerningstidspunkt for alle veger: Systematisk fjerning av avfall 1 gang pr. uke for naturlike arealer.</p> <p><b><u>Krav til utstyr og metode som skal benyttes til renhold av faste vegdekker</u></b></p> <p>Det skal benyttes feie, spyle og sugemaskiner (selvopptakende utstyr) på alle veger og gang- og sykkelarealer.</p> <p>På riksvegene skal utstyret også ha bredesug som skal benyttes for opptak av fin partikler/finstøv fra vegbanen. Det er krav til at bredesug benyttes over hele vegbanen i</p>	Situasjon	Gjenstander, materialer, belegg og avfall skal fjernes:	Andre avvik	På og langs veger i tettbygde strøk: Innen 1 døgn				
Situasjon	Gjenstander, materialer, belegg og avfall skal fjernes:								
Andre avvik	På og langs veger i tettbygde strøk: Innen 1 døgn								
Akkumulert sum hittil:									

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

03.12.2015

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>områdene med varsel om PM10 verdier over 50 µg/m<sup>3</sup> og når det skal gjennomføres støvdempingstiltak.</p> <p>Feie- og sugemaskinene som benyttes i vintersesongen skal kunne fungerer ned til -10° C. På vegnettet i denne kontrakten er det stort sett muligheter for maskinelt renhold hele vinteren. I tillegg til å dempe støvet fra kost og til dels løsne dette når det er kuldegrader må det benyttes væske med lavere frysepunkt enn vann. Ved å legge ut f.eks. MgCl<sub>2</sub>-løsning langs med rennestein fra dyser montert foran på feie-/sugemaskin, vil massen kunne tas opp av renholdsmaskinen. Arbeidene utføres der dette er praktisk mulig (solside/skyggeside).</p> <p><b><u>Systematisk renhold - feing/suging/spyling</u></b> I tillegg til de generelle funksjonskrav til renhold skal vegbanen mot sidene og sidearealer(også fortau) rennestein spyles/feies/suges hver 14 dag, slik at arealene er fritt for grus, støv, forurensninger, glasskår, o.l. etter gjennomføring hele året.</p> <p>Renholdet skal utføres mellom kl.22:00-06:00 gjennom hele året på hele vegnettet.</p> <p><b>Gang- og sykkelveger</b> I perioden fra og med april til og med august skal, i tillegg til de generelle funksjonskrav til renhold, gs-veger og fortau spyles/feies/suges hver 14. dag slik at arealene er frie for grus, støv, forurensninger, glasskår, o.l.</p> <p>I perioden fra og med september til og med november skal løv og annet avfall fjernes fra gs-veger og fortau minst 1 gang pr. uke.</p> <p><b><u>Rengjøringen ved vintersesongens slutt</u></b> Rengjøringen ved vintersesongens slutt skal skje innen dato som hvert år vil blir fastsatt i samarbeid med byggherre og entreprenør, omfatter særskilt fokus på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fjerning av søppel</li> <li>- feing/oppsamling fra alle arealer med faste flater innenfor vegområdet</li> <li>- Spyling av vegbane, GS-veg, opphøydearealer (trafikkdelere, midtdeler, sentraløy og trafikkøyer), kantstein og fortauer</li> <li>- fjerning av materialer, gjenstander, stein, døde dyr, etc.</li> <li>- renhold av tak og vegger i underganger</li> <li>- renhold av rekkverk</li> <li>- renhold av leskur</li> </ul>				
Akkumulert sum hittil:					



**D Beskrivende del**  
**D1 Beskrivelse**

03.12.2015

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>Normalt er oppstarten mellom 15. mars og 15. april, og estimert tidperiode for gjennomføring av arbeidsoppgavene 6 uker.</p> <p>For deler av vegnettet vil rengjøringen ved vintersesongens slutt foregå etter sperreplan utarbeidet av byggherren i samarbeid med entreprenøren. Planen for slik rengjøring utført i 2012, 2013 og 2014 ligger i kap. D2-S36. Vedtak for arbeidsvarsling for 2014 iht. den planen ligger vedlagt som eks i kap. D2-S36. For de gatene/vegene som ikke er vist i denne planen er det ikke et krav at vegen skal helstenges ved gjennomføring av renholdet, utfører kan selv velge hva han syns er hensiktsmessig.</p> <p>I forbindelse med utsetting-/inntaking av arbeidsvarsling kan det være aktuelt med tilstedeværelse av politi. Hvorvidt det kan være aktuelt vil bli vurdert av byggherre i samarbeid med entreprenøren.</p> <p>Kostnader til tilstedeværelse av politi og vakter ved arbeidsvarsling for renhold ved vintersesongens slutt dekkes særskilt av byggherren iht. priser for mannskap i kap. E4.</p>				
73.31 c3rveg	Riksveg	RS			
73.31 c6gsvg	Riks-g/s-veg	RS			
73.32	<p><b>Behandling av tagging og graffiti</b></p> <p>a) Omfatter behandling av tagging og graffiti. Gjelder alle objekter og alle underlag.</p> <p>c) <u>Funksjonsansvar</u> Spesielt for denne prosessen gjelder, i forhold til den generelle bestemmelsen i kap. C3 pkt. 4, at entreprenøren har funksjonsansvar for utførelsen. Entreprenøren skal dermed på eget initiativ planlegge, identifisere behov, iverksette tiltak og dokumentere tilstand og innsats.</p> <p><u>Fjerning av tagging og graffiti</u> Fjerning av tagging og graffiti skal utføres med egnede miljøvennlige metoder (vask, kjemikalier). Fjerningen skal utføres uten å skade underlaget (materiale og overflatebehandling) og skal ikke etterlate seg stygge og skjemmende misfarginger eller skjolder. Dersom underlaget blir skadet (materiale, overflatebehandling), skal underlaget utbedres til samme tilstand som før tagging/graffiti ble påført. Ny overflatebehandling skal da utføres med bruk av metode og materialer tilsvarende underlagets eksisterende overflatebehandling.</p> <p>Dersom underlaget er av en slik type at fjerning av tagging og graffiti vil påføre objektet varig skade som ikke kan utbedres, skal dette meldes til byggherren som avgjør behandling av objektet.</p> <p>Dersom underlaget er i så dårlig tilstand at fjerning av tagging og graffiti vil påføre objektet vesentlig skade, skal dette meldes til byggherren som avgjør behandling av objektet.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**  
**D1 Beskrivelse**

03.12.2015

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>Påføring av impregneringsstoffer eller andre stoffer som hindrer tagging/graffiti i å feste seg til underlaget/objektet eller som gjør arbeidet med fjerning lettere, kan foretas etter byggherrens godkjenning.</p> <p>Tagging/graffiti skal være behandlet innen 2 uker. Tagging/graffiti på skiltplate og tagging/graffiti med støtende innhold skal være behandlet innen 1 døgn.</p> <p><u>Dokumentasjon og rapportering</u></p> <p>Behandlet tagging og graffiti skal dokumenteres med datert og stedfestet bilde både før og etter fjerning. Ved fotografering skal målestokklinjal med lengde 1 m og 10 cm svart/hvitt-inndeling legges på feltet som skal behandles/er behandlet. Bildene skal overføres til byggherren i ELRAPP innen 1 uke etter utført arbeid.</p> <p>x) Måles som arealet av minste omsluttende rektangel for det behandlede området. Minste avregnet areal er 1 m<sup>2</sup>. Enhet: m<sup>2</sup>.</p> <p>*** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***</p> <p>a) Funksjonsansvaret for prosessen omfatter ikke areal &gt; 5 m<sup>2</sup>.</p> <p>c) Systematisk registrering av tagging og graffiti med arealer &gt; 5 m<sup>2</sup> skal rapporteres fortløpende til byggherre.</p> <p><u>Overmaling av tagging og graffiti</u></p> <p>Tagging og graffiti kan også behandles ved overmaling på noen typer underlag etter avtale med byggherren. Ved overmaling skal også nødvendig forarbeid utføres (vask, grunning, etc). Overmaling skal utføres med bruk av metode og materialer tilsvarende underlagets eksisterende overflatebehandling.</p>				
73.321	<b>Fjerning av tagging og graffiti</b>				
73.321 c3rveg	Riksveg	m <sup>2</sup>	15 000		
73.321 c6gsvg	Riks-g/s-veg	m <sup>2</sup>	2 000		
73.322	<b>Overmaling av tagging og graffiti</b>				
73.322 c3rveg	Riksveg	m <sup>2</sup>	20 000		
73.39	<b>Støvdemping</b>				
	<p>*** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***</p> <p>a) Omfatter også støvdemping av vegnettet for å binde støv i vegområdet.</p> <p>c) Utføres iht. kap D2-ID7339.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**  
**D1 Beskrivelse**

03.12.2015

Hovedprosess 7: VEGUTSTYR OG MILJØTILTAK					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	x) Mengden måles som utstrødd mengde. Enhet: m <sup>3</sup>				
73.39 c3rveg	Riksveg	m <sup>3</sup>	1 000		
73.4	<p><b>Stabilitetssikring i dagen</b></p> <p>a) Omfatter drift og vedlikehold av stabilitetssikring i dagen.</p> <p>c) Skjæringer skal ha tilstrekkelig stabilitet. Sikringsutstyr skal ikke ha skader som svekker dets stabilitetssikrende virkning eller som kan være til fare for trafikanter eller andre.</p> <p>*** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***</p> <p>c) Arbeid i skred/skredfarlige områder skal skje og tilhørende stengingsprosedyrer skal være iht kap. D2-ID9400a.</p>				
73.41	<p><b>Grunnpakke</b></p> <p>a) Omfatter tømning av anlegg for skredsikring og skredvern. Omfatter også rensk i forbindelse med nedfall med begrenset ansvar iht. kap. C3 pkt. 31. Omfatter også reparasjon av utstyr for skredsikring og skredvern med begrenset ansvar iht. kap. C3 pkt. 31.</p> <p>Omfatter også egeninspeksjon iht. kap. C3 pkt. 8.3.1.</p> <p>c) Bergskjæringer skal holdes fri for løs stein og løs sprøytebetong som er til fare for trafikanter og andre samt veg og vegutstyr.</p> <p>Skredsikringsanlegg og skredvern skal tømmes før det er fare for at de skades eller dersom nedfall er til fare for trafikanter eller andre.</p> <p>Nedfall skal rapporteres på skjema R11 i ELRAPP.</p> <p>x) Kostnad angis som rund sum.</p> <p>*** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***</p> <p>a) Omfatter også fjerning av vegetasjon i skredsikring og skredvern.</p> <p>c) <u>Skredsikring</u> Vegetasjon som fører til at funksjonen for skredsikringen reduseres skal fjernes hver sommer.</p> <p>Skredsikringen skal renses og utbedres etter at skred er utløst.</p> <p><u>Skredvern</u> Vegetasjon som fører til at funksjonen for skredvernet reduseres skal fjernes hver sommer.</p> <p>Skredvern inkludert magasin og bygde skredløp skal tømmes for skredmasser og utbedres etter at skred er utløst.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

## **D2 Tegninger og supplerende dokumenter**

### **D2-ID7339 støvdemping**

#### **Innhold**

<b>1</b>	<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Konsentrasjoner og utleggingsarealer .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Tidspunkt for gjennomføring .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Sted for gjennomføring av tiltak .....</b>	<b>3</b>
4.1	Generelt.....	3
4.2	Strekninger/områder som det normalt blir satt i gang støvdempings tiltak på .....	3
4.2.1	Område nr. 1 (RV4 og ring3) .....	3
4.2.2	Område nr. 2 (E18, ring1, ring3 til Sinsen og Rv4) .....	4
4.2.3	Område nr. 3 (E18, ring1, ring3 og Rv4) .....	4
4.2.4	Område nr. 4 (Rv163, rv191 og E6).....	5
4.2.5	Område nr. 4 (E18 og ring1) .....	6
<b>5</b>	<b>Rapportering av data .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Utdrag fra SFT's definisjoner av helserisiko ved luftforurensning.....</b>	<b>8</b>
6.1	Varslingsklasser .....	8
6.2	Helsevirkninger.....	8

## 1 Formål

Formålet med instruksjonen er å beskrive hvordan støvdemping ved bruk av  $MgCl_2$ - løsningsmiddel skal utføres. Hensikten med å bruke  $MgCl_2$ - løsningsmiddel er å binde støvet som ligger på vegbanen, langs kantstein, midtøyer, på fortau og ved foten av vegger inntil vegbane/fortau. Saltlaken holder veien våt og hindrer at biler virvler støvet opp i lufta. Dermed slipper vi å puste inn svevestøvet når vi ferdes langs veien. Instruksjonen omhandler konkretisering av oppgaven som er omhandlet i kravspesifikasjonen under kap. D1, prosess 73.3.

## 2 Konsentrasjoner og utleggingsarealer

Det skal benyttes 15%  $MgCl_2$ - løsningsmiddel for å binde støv liggende i vegområde. Løsningsmiddel skal strøs. Det skal legges ut løsningsmiddel ut mot sidearealene det samler seg støv som kan virvles opp. Særlig viktig er at det strøs godt langs kantstein, midtdeler og o.l. Erfaringene tilsier at det er der støvet legger seg. Det skal legges ut  $20g/m^2$  av saltløsningen.

- Vegbanen skal saltes fra gul sperrelinje og ut ved midtdeler og fra hvit kantlinje og ut, inkl. fortau/skulder.
- Oppmerkede sperreområder skal saltes.

Regn med utlegg i 1- 2 meters bredde mot midtdeler og sidearealer/fortau, fra kantlinjen og ut i sidearealene. Det skal støvdempes/saltes på de arealene som inneholder støv som kan virvles. Viktig at sjåføren ser hvor støvet ligger og retter tiltaket mot disse områdene.

Evt. andre mengder/ konsentrasjoner må klareres med Byggherren.

## 3 Tidspunkt for gjennomføring

Tiltaket skal gjennomføres for å dempe konsentrasjoner av svevestøv i perioder med mye forurensning finstøv. Støvdemping gjennomføres i hovedsak i tørre perioder mellom 1.nov – 30.april.

Støvdempingstiltak iverksettes når det er varslet fare for overskridelse av grenseverdien for  $PM_{10}$  på  $50 \mu g/m^3$ . Det er byggherren som med 12 timers varsel kaller ut til gjennomføring av tiltak.

Entreprenørene vil selv kunne følge med på lufttilstanden og varslene som gis ved å gå inn på <http://www.luftkvalitet.info>. Det er også mulig å abonnere på: Varsel om luftkvaliteten, og Tilstanden for luftkvaliteten.

Det kreves at entreprenøren må ha kapasitet til å kunne gjennomføre tiltaket 2-3 ganger/uke, og at støvdempingen kan gjennomføres på så kort tid som mulig, fortrinnsvis under 4 timer/gang, så nært opptil rushtid (morgen) som mulig.

## 4 Sted for gjennomføring av tiltak

### 4.1 Generelt

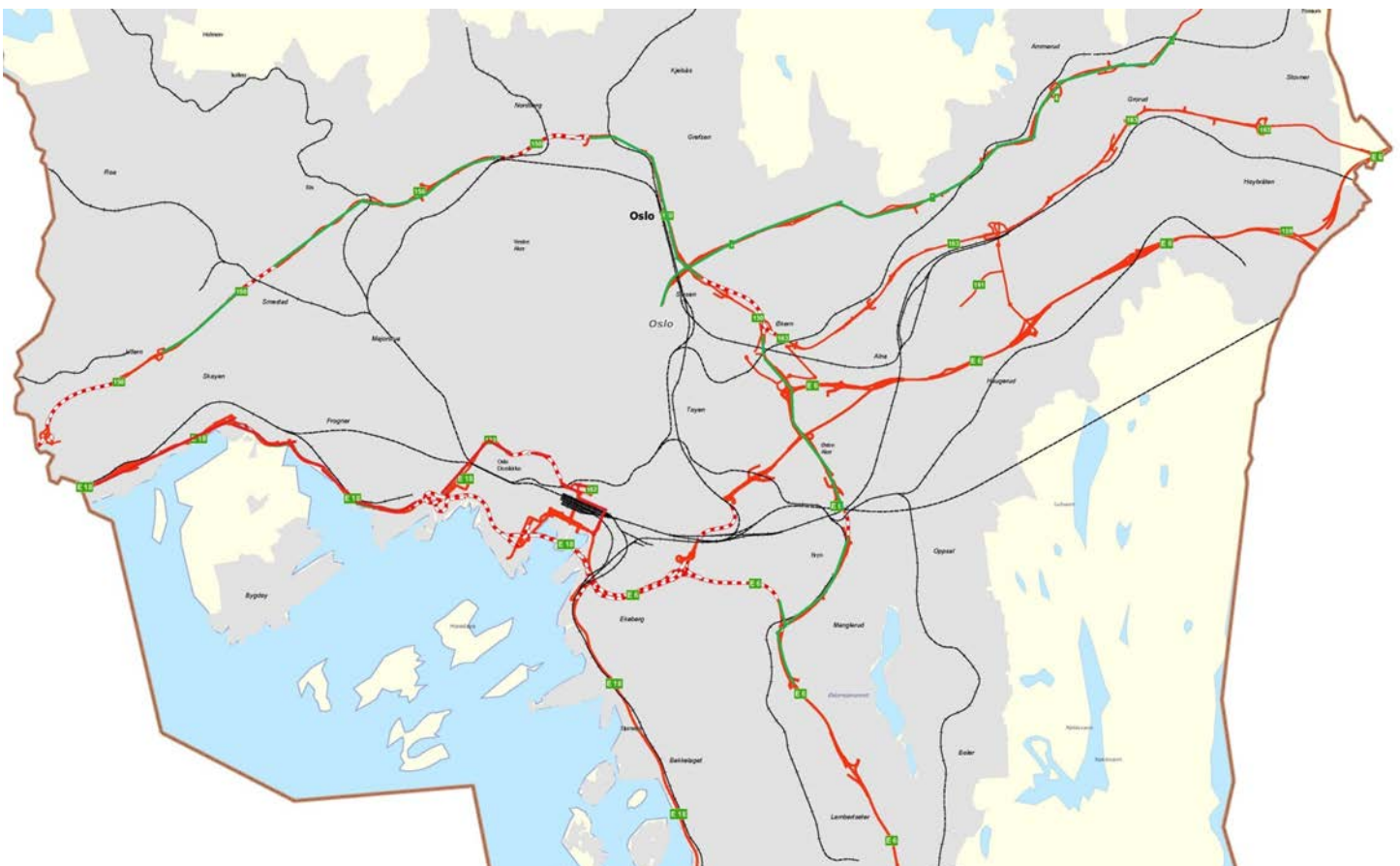
Tiltaket gjennomføres normalt ikke i tunnelene, Dronning Eufemiasgate og Kong Håkon 5's gate., byggherre gir spesielt beskjed vist disse strekningene skal inkluderes i tiltaket.

Alle tilhørende ramper og sideareaer skal støvdempes når en hovedvegstreking blir prioritert å støvdempes.

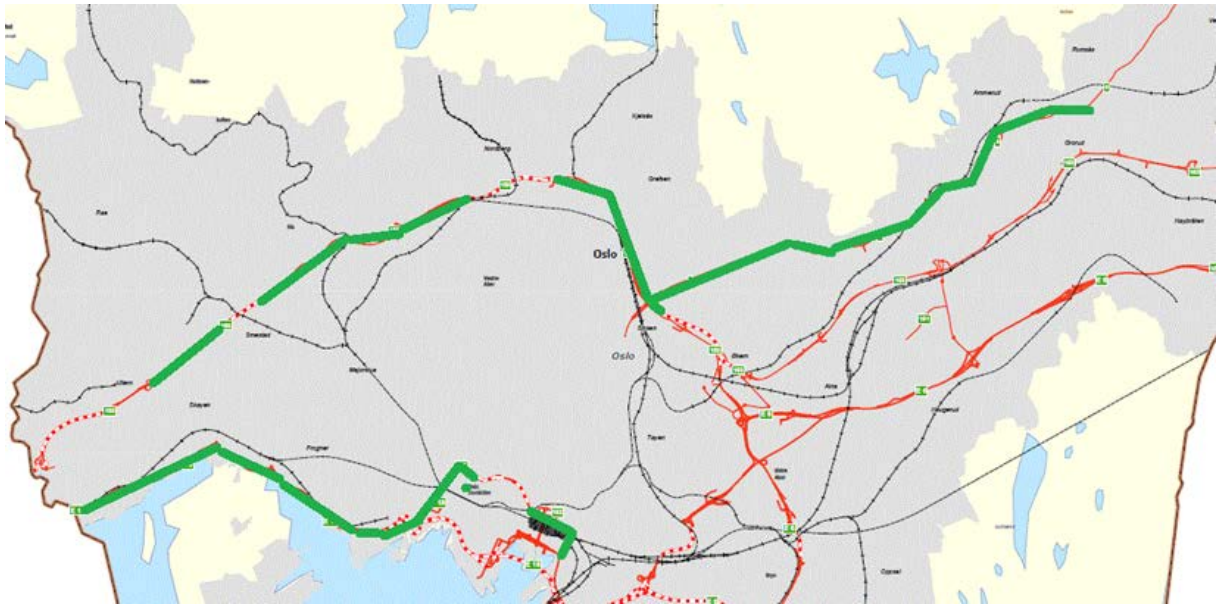
### 4.2 Strekninger/områder som det normalt blir satt i gang støvdempings tiltak på

Strekningene er markert med grønt.

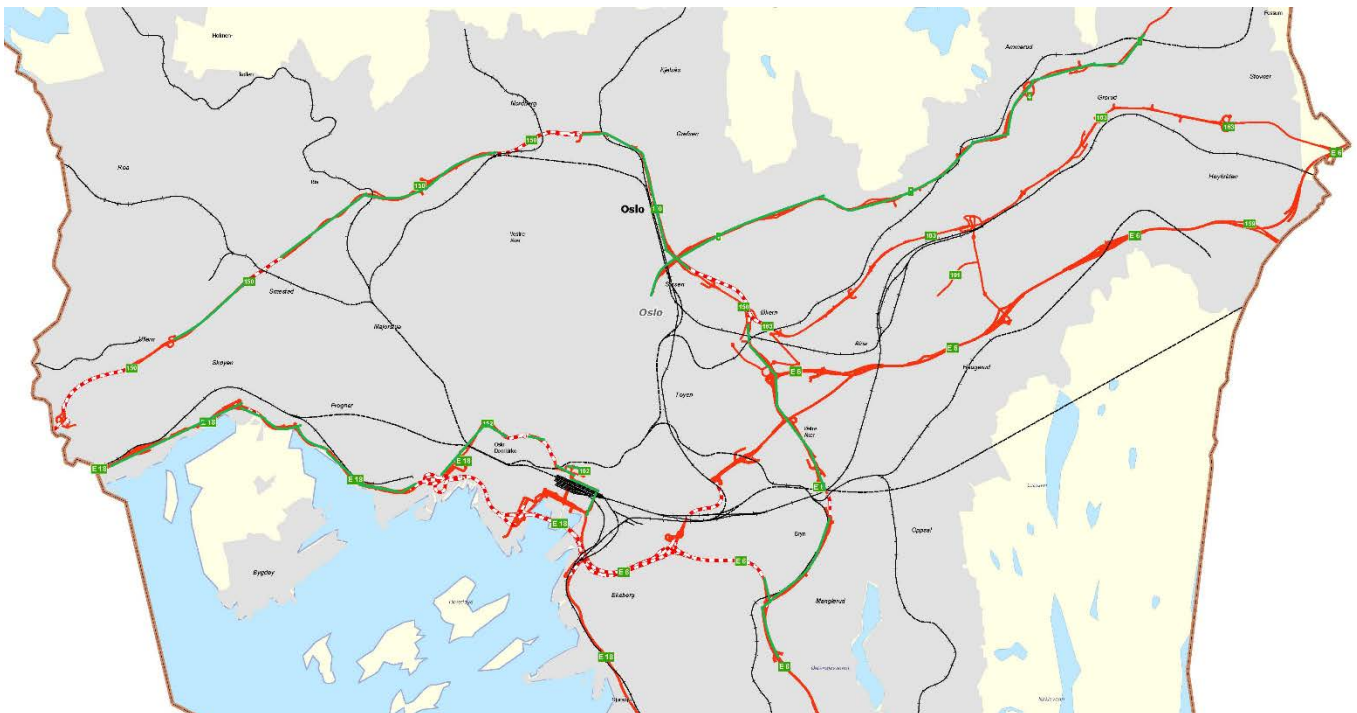
#### 4.2.1 Område nr. 1 (RV4 og ring3)



#### 4.2.2 Område nr. 2 (E18, ring1, ring3 til Sinsen og Rv4)

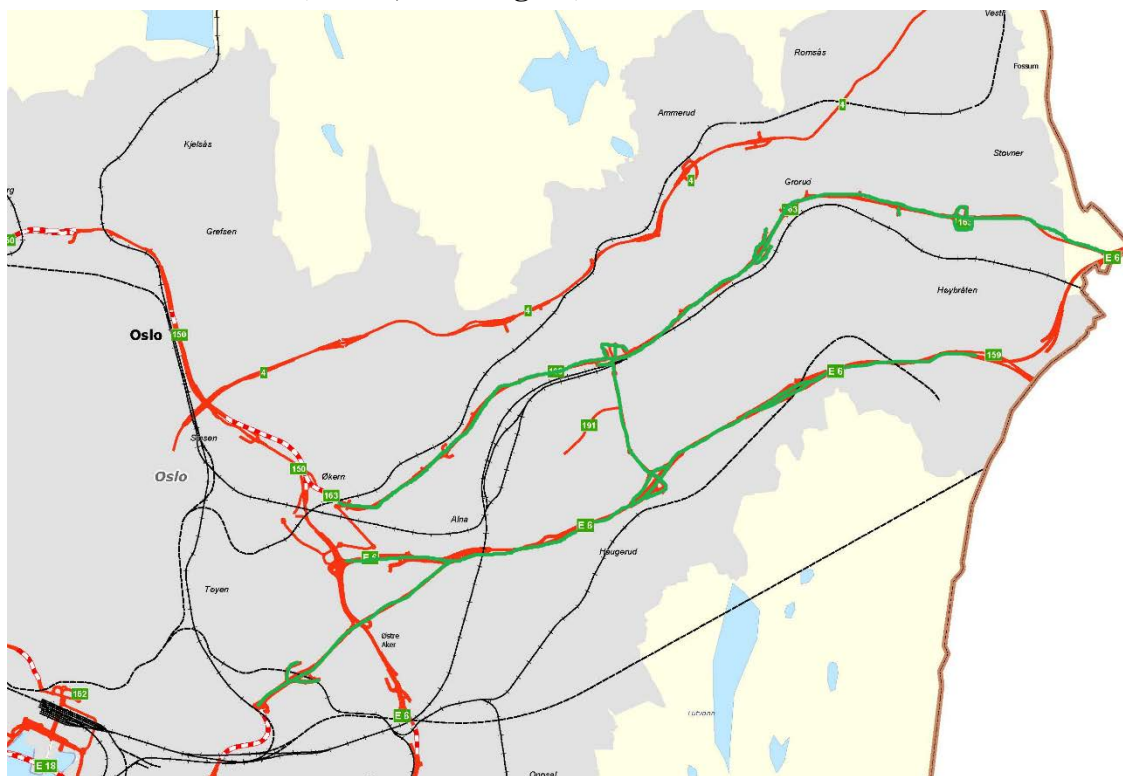


#### 4.2.3 Område nr. 3 (E18, ring1, ring3 og Rv4)





#### 4.2.4 Område nr. 4 (Rv163, rv191 og E6)



#### 4.2.5 Område nr. 4 (E18 og ring1)



## 5 Rapportering av data

Det kreves at strøbilene som vil brukes til gjennomføring av tiltaket skal være utstyrt med opplegg for automatisk datainnsamling iht til D2-IC0842a. Hensikten med registrering av tiltak er at driftsdata koblet med klima- og trafikkdata skal gi grunnlag for å se i hvilken grad støvdempingstiltak har innvirkning på mengden støv som registreres i målestasjonene for luftkvalitet.

Rapportering skal skje gjennom ELRAPP iht D2-R14.

## 6 Utdrag fra SFT's definisjoner av helserisiko ved luftforurensning

### 6.1 Varslingsklasser

Konsentrasjonene innenfor de ulike klassene baserer seg på hvilke forurensningsnivåer som er forbundet med negative helseeffekter, i tillegg er det sett i sammenheng med gjeldende regelverk. Nivåene viser til konsentrasjon i uteluft og er for alle forbindelsene i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , det vil si mikrogram per kubikkmeter med luft. Fargene reflekterer hvor forurenset luften er, hvor lite forurensning vises som grønn, moderat som oransje, høyt som rød og svært høyt forurensningsnivå som lilla.

Tabell 1. Varslingsklasser for  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  og  $\text{O}_3$

Varslingsklasser	Forurensningsnivå	Helserisiko	$\text{PM}_{10}$ Døgn ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{PM}_{2,5}$ Døgn ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{PM}_{10}$ Time* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{PM}_{2,5}$ Time* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{NO}_2$ Time ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{SO}_2$ Time ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\text{O}_3$ Time ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Lite	Liten	<30	<15	<50	<25	<100	<100	<100
	Moderat	Moderat	30-50	15-25	50-80	25-40	100-200	100-350	100-180
	Høyt	Betydelig	50-150	25-75	80-400	40-150	200-400	350-500	180-240
	Svært høyt	Alvorlig	>150	>75	>400	>150	>400	>500	>240

\* Timenivåene for  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  er beregnet fra døgnnivåene, slik at disse samsvarer for norske forhold

### 6.2 Helsevirkninger

HELSEVIRKNINGER OG HELSERÅD KNYTTET TIL VARSLINGSKLASSER FOR LOKAL LUFTFORURENSNING<sup>1</sup>

Klasse/nivå	Helsevirkninger	Helseråd
Lite	<b>Liten eller ingen helserisiko</b>	Utendørs aktivitet anbefales
Moderat	<b>Moderat helserisiko</b> Helseeffekter kan forekomme hos enkelte astmatikere og personer med andre luftveissykdommer, samt alvorlige hjertekarsykdommer	Utendørsaktivitet kan anbefales for de aller fleste, men enkelte bør vurdere sin aktivitet i områder med mye trafikk eller høye andre utslipp
Høyt	<b>Betydelig helserisiko</b> Helseeffekter kan forekomme hos astmatikere og personer med andre luftveissykdommer, samt alvorlige hjertekarsykdommer	Barn med luftveislidelser (astma, bronkitt) og voksne med alvorlige hjertekar- eller luftveislidelser bør redusere utendørsaktivitet og ikke oppholde seg i de mest forurensete områdene
Svært høyt	<b>Alvorlig helserisiko</b> Følsomme grupper i befolkningen kan få helseeffekter. Luftveisirritasjon og ubehag kan forekomme hos friske personer	Personer med hjertekar- eller luftveislidelser bør redusere utendørsaktivitet og ikke oppholde seg i de mest forurensete områdene

[http://www.luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/Varslingsklasser\\_informasjonsbrosjyre.sflb.ashx](http://www.luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/Varslingsklasser_informasjonsbrosjyre.sflb.ashx)

<sup>1</sup> [http://www.luftkvalitet.info/home/news/15-09-30/Nye\\_varslingsklasser.aspx](http://www.luftkvalitet.info/home/news/15-09-30/Nye_varslingsklasser.aspx)

**Kontraktutforming tunnelvask Region midt. Dokument D1,  
Beskrivelse, 2015**

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

### **Struktur på kravspesifikasjonen**

Beskrivelsen av drifts- og vedlikeholdsoppgavene med tilhørende standard for drift og vedlikehold er innenfor hver prosess i den prosessvise kravspesifikasjonen i dette kap. bygd opp som vist nedenfor:

a) Omfang

Beskrivelse av hva prosessen omfatter.

Oversikt over objekter knyttet til prosessene er angitt i kap. D2-S15. Oversikten med tilhørende detaljering er ikke nødvendigvis komplett.

b) Materialer

c) Utførelse

Krav til funksjon, standard, tiltak og utførelse er bygd på håndbok 111.

Kravene er like for alle veger og vegtyper hvis ikke annet er beskrevet. Spesielle krav til g/s-veg gjelder både for riks-g/s-veg og fylkes-g/s-veg. Krav til vegbane gjelder også til øvrige ferdselsareal hvis ikke annet er beskrevet.

Generelle krav til dokumentasjon og rapportering er gitt i kap. C. Spesielle krav til dokumentasjon og rapportering er beskrevet på den enkelte prosess.

d) Toleranser

e) Prøving, kontroll

x) Mengdereglar

For alle punkter a) - x) vil kap. D2 og/eller spesiell beskrivelse kunne utfylle spesifikasjonen av den enkelte prosess.

For å angi hvilken vegtype arbeidet er knyttet til er det benyttet stedkoder. Hvilke vegtyper med tilhørende stedkoder som gjelder for denne kontrakten framgår av spesiell beskrivelse til slutt i denne innledningsteksten til kap. D1. Den enkelte stedkode kan ha underinndeling med elementkoder for ytterligere detaljering. Dersom vegtypen/stedkoden er oppdelt/underinndelt i elementkoder, skal all prising for denne vegtypen skje på elementkodenivå. For øvrig skjer prisingen på stedkodenivå.

For noen prosesser kan stedkoden "allevt" forekomme. For slike prosesser gjelder samme enhetspris for alle vegtyper i kontrakten.

### **Hierarkisk oppbygging av prosesser med underinndelingsprinsipper**

Oppbyggingen følger prinsippene fra håndbok 025.

For tolking av forholdet mellom beskrivelsestekster på høyere og lavere prosessnivå gjelder:

Omfang beskrevet i en prosess på et høyere nivå gjelder også for et lavere nivå. Unntak fra dette gjelder der det er angitt ny eller avgrensende tekst på et lavere nivå.

Mengdereglar og krav til materialer, utførelse, prøving, kontroll og toleranser angitt på et høyere nivå gjelder også for et lavere nivå. Unntak fra dette gjelder når beskrivelse på et høyere nivå står i motstrid til beskrivelse på et lavere nivå.

### **Prisgrunnlag og måleregler**

Kap. C3 pkt. 29 inneholder spesielle bestemmelser for hva enhetsprisene for hver prosess skal omfatte. I tillegg gjelder kontraktens øvrige bestemmelser for hva enhetsprisene for hver prosess skal omfatte.

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

**Øvrige opplysninger**

For rundsumprosesser har den utførende funksjonsansvar i kontraktsperioden og i reklamasjonsperioden. Også på enkelte prosesser med annen enhet enn rundsum tillegges den utførende funksjonsansvar, hvilke prosesser dette gjelder, fremgår av prosessbeskrivelsen.

Øvrige prosesser utføres etter avtale med byggherren.

Generelt gjelder at kostnadene for følgearbeider skal være inkludert i kostnadene for den aktuelle prosessen dersom ikke annet er angitt spesielt eller avtalt. Følgearbeider er arbeider som følger som konsekvens av den aktuelle drifts- og vedlikeholdsoppgaven som nødvendig forarbeid, etterarbeid eller arbeid på et objekt som følge av at standarden for dette objektet ikke lenger er tilfredsstillt på grunn av arbeid utført på samme eller på et annet objekt.

Avvik som oppstår ved utførelse av inspeksjon, drift og vedlikehold skal utbedres umiddelbart. For øvrige avvik gjelder krav til trafikkberedskap og sikring iht. prosess 78.3 og krav til utbedring iht. kap. C3 pkt. 4, dersom annen tiltakstid for utbedring ikke framkommer på den aktuelle prosessen.

Arbeidene skal utføres i samsvar med gjeldende norske lover, offentlige forskrifter og regler. Entreprenøren må selv vurdere metode og sikkerhet ved utførelse, uavhengig av måleregler etc.

**\*\*\* Spesiell beskrivelse \*\*\***

I denne kontrakten benyttes disse stedkodene :

- riksveg = c3rveg  
med elementkodene:
  - Bratlitunnelen = c3rveg-A01
  - Håggåtunnelen = c3rveg-A02
  - Hofstadtunnelen = c3rveg-A03
  - Brubakktunnelen = c3rveg-A04
  - Grillstadtunnelen = c3rveg-A05
  - Væretunnelen = c3rveg-A06
  - Stavsjøfjelltunnelen = c3rveg-A07
  - Helltunnelen = c3rveg-A08
  - Harangtunnelen = c3rveg-A09
  - Stavnetunnelen = c3rveg-A10
  - Marienborgtunnelen = c3rveg-A11
  - Ilsviktunnelen = c3rveg-A12
  - Skansentunnelen = c3rveg-A13
  - Strindheimtunnelen = c3rveg-A14
- fylkesveg Sør-Trøndelag = fv16ST  
med elementkodene:
  - Svølgjatunnelen = fv16ST-B01
  - Berdaltunnelen = fv16ST-B02
  - Norvikatunnelen = fv16ST-B03
  - Gimstunnelen = fv16ST-B04
  - Kalurdaltunnelen = fv16ST-B05
  - Storvasshammertunnelen = fv16ST-B06
  - Brattstiaåstunnelen = fv16ST-B07
  - Fenestunnelen = fv16ST-B08
  - Valslagtunnelen = fv16ST-B09
  - Perviktunnelen = fv16ST-B10
  - Hitratunnelen = fv16ST-B11

**D Beskrivende del**  
**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Frøyatunnelen = fv16ST-B12  
Mørretunnelen = fv16ST-B13  
Pyntentunnelen = fv16ST-B14  
Fossantunnelen = fv16ST-B15  
Snilledalstunnelen = fv16ST-B16



**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess :					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
3	<b>TUNNELER</b>				
3					
39	<p><b>Renhold av tunnel</b></p> <p>*** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***</p> <p>a) Prosessen omfatter renhold av tunnellopp, tunnelnisje (havarinisje, snunisje, nisje for oppstilling av kjøretøy, nisje for teknisk rom), rømningsveg (rømningstunnel, nødutgang, tverrforbindelse) og andre rom i forbindelse med tunnelen samt tekniske bygg og tunnel- og vegutstyr (også utstyr tilknyttet tunnel selv om det er plassert i dagen).</p> <p>Prosessen omfatter også trafikkregulering, trafikkdirigering og arbeidsvarsling knyttet til arbeidet.</p> <p>Renhold av tunnel- og vegutstyr gjelder utvendig renhold. Det kreves ikke åpning av dører i skap og armaturer.</p> <p>Deler av renholdet i tunnel kan bli utført i andre entrepriser (driftskontrakt og servicekontrakt).</p> <p>Informasjon om tunnelene og deres installasjoner og utstyr er gitt i kap. D2-ID3900.</p> <p>c) <b>FORMÅL MED RENHOLD AV TUNNEL</b> Renhold av tunnel skal bidra til positiv opplevelse for trafikantene gjennom å sikre en estetisk tiltalende og sikker tunnel, godt arbeidsmiljø for de som utfører arbeidet i tunnelen samt minst mulig aggressivt miljø og best mulig funksjon for objekter installert i tunnelen, blant annet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opprettholde god effekt av tunnellys</li> <li>• Opprettholde god sikt og visuell ledning for trafikantene</li> <li>• Bidra til lav støvkonsentrasjon i tunnel luften</li> <li>• Bidra til forlenget levetid for installasjoner og lave driftskostnader ved å fjerne uønskede og fremmede gjenstander, materialer og belegg.</li> </ul> <p><b>GRUNNLEGGENDE BESTEMMELSER</b> Bestemmelser for renholdsfrekvens, arbeidstid og spesielle forhold er gitt i kap. D2-ID3900 for hver enkelt tunnel. Arbeidstid inkluderer tid for oppsetting og nedtaking av arbeidsvarsling og sperringer.</p> <p>Trafikkavvikling og arbeidsvarsling skal utføres i henhold til Statens vegvesens håndbok N301 "Arbeid på og ved veg" og håndbok R511 "Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler - Del 1" med bruk av trafikkdirigenter og ledebil dersom ikke annet er beskrevet i kap. D2-ID3900 for hver enkelt tunnel.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>Arbeid i tunneler skal utføres i henhold til bestemmelsene i Statens vegvesens håndbok R512 "HMS ved arbeid i vegtunneler".</p> <p><b>RENHOLDSPROSEDYRER</b></p> <p>Renhold av tunnel skal gjennomføres med standardiserte renholdsprosedyrer som beskrevet nedenfor.</p> <p><u>Renhold Hel</u></p> <p>Omfatter følgende operasjoner i angitt rekkefølge:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renhold av vegbane, skulder og bankett samt andre flater i bunnen av tunnelen. Renhold skal utføres med feiing med befuktning og opptak av masser for å forhindre at løst materiale tilføres overvannssystem under påfølgende vaskeoperasjoner. Arealets avgrensning mot tunnelvegg kan variere med type tunnelkledning og avklares med byggherren for hver enkelt tunnel.</li> <li>2. Tømming av kummer og sandfang, dersom ikke annet er beskrevet i kap. D2-ID3900.</li> <li>3. Renhold av vegger og tak. Renhold skal utføres med metode som anvist for aktuell tunnelkledning.</li> <li>4. Renhold av tunnel- og vegutstyr som sideplasserte og overhengende skilt, bommer inklusive belysning og kjørefeltsignaler, nødstasjoner med utstyr, dører, kameraer, belysningsarmaturer/kabelbru, støtputer, ventilatorer. Renhold skal utføres med spyling for å fjerne søl og smuss som er påført tunnelutstyr/inventar under vaskeoperasjonene over.</li> <li>5. Renhold av vegbane, skulder og bankett samt andre flater i bunnen av tunnelen. Renhold skal utføres med spyling, feiing og opptak av masser. Det skal benyttes feie-/spylebil med bredsug som kan ta opp fine partikler/finstøv/svevestøv fra vegbanen.</li> </ol> <p><u>Renhold Halv</u></p> <p>Omfatter følgende operasjoner i angitt rekkefølge:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Renhold av vegbane, skulder og bankett samt andre flater i bunnen av tunnelen. Renhold skal utføres med feiing med befuktning og opptak av masser for å forhindre at løst materiale tilføres overvannssystem under påfølgende vaskeoperasjoner. Arealets avgrensning mot tunnelvegg kan variere med</li> </ol>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>type tunnelkledning og avklares med byggherren for hver enkelt tunnel.</p> <p>2. Tømming av kummer og sandfang, dersom ikke annet er beskrevet i kap. D2-ID3900.</p> <p>3. Renhold av vegger. Renhold skal utføres med metode som anvist for aktuell tunnelkledning.</p> <p>4. Renhold av tunnel- og vegutstyr som sideplasserte og overhengende skilt, bommer inklusive belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner med utstyr, dører, kameraer, belysningsarmaturer/kabelbru, støtputer, ventilatorer. Renhold skal utføres med spyling for å fjerne søl og smuss som er påført tunnelutstyr/inventar under vaskeoperasjonene over.</p> <p>5. Renhold av vegbane, skulder og bankett samt andre flater i bunnen av tunnelen. Renhold skal utføres med spyling, feiing og opptak av masser. Det skal benyttes feie-/spylebil med bredsgug som kan ta opp fine partikler/finstøv/svevestøv fra vegbanen.</p> <p>Vegg regnes opp til høyde 4 meter (målt vertikalt fra vegbanen ved kantlinje) med mindre annet er definert i kap. D2-ID3900.</p> <p><u>Renhold Teknisk</u> Omfatter følgende operasjoner:</p> <p>1. Utvendig renhold av tunnel- og vegutstyr som sideplasserte og overhengede skilt, bommer inklusive belysning, kjørefeltsignaler, nødstasjoner med utstyr, dører, kameraer, belysningsarmaturer/kabelbru, støtputer.</p> <p><u>Feiing:</u> Omfatter følgende operasjoner:</p> <p>1. Renhold av vegbane, skulder, bankett samt andre flater i bunnen av tunnelen. Renhold skal utføres med spyling, feiing og opptak av masser.</p> <p>Det skal benyttes feie-/spylebil med bredsgug som kan ta opp fine partikler/finstøv/svevestøv fra vegbanen.</p> <p><u>Slamtømming av sedimentasjonsbasseng (klaringsbasseng før pumpebasseng):</u> Omfatter følgende operasjoner i angitt rekkefølge, iht.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**  
**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Menge	Enh.pris	Pris
	<p>spesiell beskrivelse i kap. D2-ID3900:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Slamtømming av sedimentasjonsbasseng.</li> <li>Rengjøring av gulvarealer i tilknytning til sedimentasjonsbasseng.</li> </ol> <p><u>Tømming av oljeavskiller:</u> Omfatter følgende operasjon:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tømming av oljeavskiller.</li> </ol> <p>Tømmingen skal utføres iht. instruks fra leverandør av oljeavskiller.</p> <p><u>Renhold av spesielle objekter:</u> Omfatter renhold av spesielle objekter som beskrevet i kap. D2-ID3900.</p> <p><u>Prøvetaking og analyse av vaskevann og slam</u> Omfatter oppsamling av prøver og analyse etter gjennomført hel eller halvvaske i henhold til instruks <b>D2-IDE2</b> utgitt av byggherren. Avklaring om for gjennomføring i samråd med byggherren.</p> <p>Resultater og rapportering for utført arbeid skal presenteres i egen dokumentasjon som sendes byggherren innen 5 mnd etter utført arbeid. I rapporten skal det også fremgå forbruk av vann, såpe eller andre kjemikalier som er brukt i forbindelse med vasking.</p> <p><b>VASKEMETODER OG RUTINER</b> Entreprenøren skal fastlegge og dokumentere rutiner og metoder for renhold i prosedyrer.</p> <p>Entreprenøren skal ta utgangspunkt i følgende spesifikasjoner som erfaringsmessig gir godt renholdsresultat:</p> <p style="padding-left: 40px;">Spyling med lavt trykk, under ca. 15 bar, og fremdriftshastighet på 3-4 km/t.</p> <p style="padding-left: 40px;">Spyling med høyt trykk 120-170 bar, og framdriftshastighet på 2-3 km/t.</p> <p style="padding-left: 40px;">Vannmengde skal tilpasses spylemetode og utstyr.</p> <p>Spesifikasjonen kan tilpasses for entreprenørens utstyr, inkludert utstyrets vaskebom/dyse-system. Avstand mellom vaskebom/dyser og objekt som vaskes, skal være slik at resultatet av renholdet tilfredsstiller kravene uten at objektet skades eller påføres urimelig slitasje.</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>Bruk av vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel og spyletrykk/-avstand skal avklares og spesifiseres i henhold til gjeldende forskrifter og spesielle regler for de berørte materialer og installasjoner. Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel skal legges på kledning/utstyr i henhold til produsentens anvisning mht mengde og tidsavstand mellom pålegging og etterfølgende vaskebil. Maskinoperatør skal spesielt kjenne til disse spesifikasjonene.</p> <p>Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel skal nyttes på tunnelduk, platehvelv og betong/betongelement/betongkant samt på malte flater inkl. malt berg eller iht. beskrivelse i kap. D2-ID3900.</p> <p>Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel kan legges på som skum eller ved spraying. Virketid før vask skal tilpasses påleggingsmetode.</p> <p>Mekanisk bearbeiding av overflaten med kost/børste skal nyttes på tunnelduk, platehvelv og betongelement/betong.</p> <p><u>Spesielt for tunnel-/vegutstyr:</u> Renhold Hel og Halv: Samme metode som for renhold av vegger og tak, men med utførelse tilpasset tunnel-/vegutstyret mht. å unngå skade og å kunne foreta renhold på alle tilgjengelige sider av tunnel-/vegutstyret.</p> <p>Vasking av lysarmaturer: Hvelv over kabelbru vaskes først (ved renhold hel), deretter toppen av lysarmaturene, og så undersiden av lysarmaturene før resten av tunnelen.</p> <p>Armaturer med LED-lys skal rengjøres iht. beskrivelse fra leverandør.</p> <p>Renhold teknisk: Utvendig renhold av tunnel- og vegutstyr skal utføres slik at funksjonshemmende, utstyrsnedbrytende og forurensende belegg fjernes.</p> <p>Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel skal benyttes på tunnel- og vegutstyr. Utvendig renhold skal foretas med varmt vann og med mekanisk bearbeiding av overflaten med kost/børste. Alle sider av frittstående/fritthengende utstyr skal rengjøres.</p> <p><b>UTSTYR OG MATERIALER</b> <u>Feie-/spylebil med bredsug</u> Feie-/spylebil skal være utstyrt med vanlig feieutstyr med</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>midtkost, frontkost som gir mulighet for feiing utenfor bilens bredde, spylebom i front og spylebom på siden, sidesug på begge sider og bakmontert bredsug. Bilen skal ha påmontert spyletrommel med slange.</p> <p>Bilens vanntank bør være 3000 l og lastetanken på 8-12 m<sup>3</sup>.</p> <p>Bredsug skal kunne ta opp fine partikler/finstøv/svevestøv fra vegbanen og ha spesifikasjoner som beskrevet nedenfor eller tilsvarende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bredder lik bilens bredde og plassering på kjøretøy som tillater sug inn mot kantstein/føringskant.</li> <li>• Gummilepper rundt hele bredsuget som kan tette mot vegdekker med inntil 30 mm spordybde.</li> <li>• Roterende dyser fordelt på flere rotorer, overlapp mellom dysenes virkeområde. Dysene skal dekke hele bredsugets bredde. Strålevinkel mot vegbanen omlag 15°. Trykk 100-300 bar, fortrinnsvis justerbart. Vannmengde omlag 100 l/min.</li> <li>• Spaltesug i hele bredsugets bredde montert bak de roterende dysene. Luftmengde 400-500 m<sup>3</sup>/min.</li> <li>• Framdriftshastighet opp til 8 km/t.</li> </ul> <p>Det stilles ikke krav til at bredsug skal kunne benyttes samtidig som konvensjonell feiing utføres.</p> <p><u>Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel</u> Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel skal være bionedbrytbar i henhold til kravene i OECD test 301 og tilfredstiller produktforskriften. Vaskemiddel/såpe/avfettingsmiddel skal ikke være skadelig for objektet og dets funksjon samt være godkjent for bruk på objektet av objektets leverandør.</p> <p><b>RESULTAT</b> Ved oppstart av kontrakt, dvs. ved første tunnelvask i hver tunnel, skal byggherre og entreprenør gjennomføre felles kontroll av vaskeresultatet for å sikre felles forståelse av hva kravene til resultat etter renhold innebærer og hva som representerer mangler i utførelsen av arbeidet. Denne felles kontrollen kan medføre gjentatt vask med flere overfarer eller med andre innstillinger av utførelsesparametre for vaskeutstyret, for å oppnå ønsket resultat og enighet om nødvendige forbedringstiltak.</p> <p>Renhetsnivået fastlegges med to metoder avhengig av type kledning og objekt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gråtoneskala: Renhet vurderes visuelt mot standardisert gråtoneskala 0-100% med trinn på 10%.</li> <li>2. Referanseflate: Renhet vurderes visuelt mot referanseflate på aktuell kledning eller objekt som er manuelt rengjort for å skape</li> </ol>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>tilstanden "ren overflate".</p> <p><u>Tunnelduk, platehvelv og betonghvelv (betongelement/betong/ betongkant):</u> Metode 1: Visuell vurdering mot gråtoneskala. Kravet fastlegges ved oppstart av kontrakten for hver tunnel og hver kledningstype.</p> <p><u>Bart berg, slemmet betong, sprøytebetong, PE-skum (utildekket):</u> Metode 2: Visuell vurdering mot manuelt rengjort referanseflate. Kravet fastlegges ved oppstart av kontrakten for hver tunnel og hver kledningstype/objekt.</p> <p><u>Vegbane/skulder/bankett</u> Krav til renhold ivaretas gjennom bruk av spesifisert utstyr og metode. Etter opptørking av vegbane skal trafikken ikke medføre at det virvles opp støv. Vegoppmerking skal minimum være synlig innenfor rekkevidden av personbils nærlys visuelt vurdert fra førerplass i bilen.</p> <p><u>Tunnel- og vegutstyr</u> Alt belegg som kan fjernes med kost, svamp eller lignende skal være fjernet. Nødutgangsskilt og avstandsmarkering skal være synlige for trafikantene med lesbarhet på avstand: Nødutgangsskilt: 50 m Avstandsmarkering: 25 m</p> <p><b>ANDRE ARBEIDER</b> Entreprenøren må påregne at andre arbeider kan foregå samtidig med renhold av tunnelen (elektro, reparasjoner, annet renhold, inspeksjoner mm.)</p> <p><b>BEFARING AV ELEKTROANLEGG</b> Før første renhold i en tunnel skal entreprenøren gjennomføre en befaring av tunnelen sammen med entreprenøren som har ansvaret for elektroanlegg i tunnelen, for å klarlegge spesielle forhold som entreprenøren må ta hensyn til under gjennomføringen av renholdet. Entreprenøren skal inkludere disse forholdene i sin vaskeprosedyre.</p> <p><b>VARSEL OM OPPSTART OG AVSLUTNING</b> I løpet av kontrakten vil byggherre sammen med entreprenør og sideentreprenører utarbeide stengeplan for tunneler i Sør-Trøndelag. Dette skal utarbeides i samarbeid mellom parter, men byggherren har styringsrett for stenging. Deler av renhold av tunnel kan bli utført i andre entrepriser. I</p>				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p>disse tilfellene skal entreprenøren sørge for at trafikkregulering, trafikkdirigering og arbeidsvarsling dekker alt arbeid knyttet til tunnelrenhold som pågår samtidig.</p> <p>Entreprenøren skal min. 6 dager før hver gjennomføring av tunnelrenhold melde fra til entreprenøren som har ansvar for elektroanlegg i tunnelen at tunnelrenhold skal foretas, for å forsikre seg om at tunnelens elektriske anlegg tåler ordinært tunnelrenhold eller om deler av anlegget må frakobles for tunnelrenhold. Elektroentreprenøren skal gi skriftlig tilbakemelding (epost) om at tunnelrenhold kan foretas før arbeidet kan starte opp.</p> <p>Entreprenøren skal innen samme frist melde fra til entreprenør for driftskontrakt/områdektrakt at tunnelrenhold skal foretas.</p> <p>Entreprenøren skal melde pr. epost til VTS og byggherren innen kl. 12.00 dagen før arbeidene starter. Meldingen skal inneholde informasjon om vegstrekning, planlagt oppstart og avslutning av arbeidene, type arbeid samt opplegg for trafikkavvikling inkludert eventuell forventet ventetid for trafikken.</p> <p>Entreprenøren skal i tillegg varsle VTS pr. telefon ved oppstart og avslutning av arbeidet.</p> <p><b>INSPEKSJON FØR TUNNELRENHOLD</b> Entreprenøren skal inspisere tunnelen før gjennomføring av tunnelrenhold. Eventuelle skader på konstruksjoner og tunnelutstyr skal registreres og meldes til byggherren før oppstart av arbeidet.</p> <p><b>RENHOLD I KULDEPERIODER</b> Ved lange kuldeperioder hvor tunnelrenhold ikke lar seg gjennomføre, skal fravik fra bestemmelsen for tunnelrenhold (tidspunkt, omfang, mm.) avtales spesielt med byggherren. Bestemmelser for tunnelrenhold i lange kuldeperioder for enkelte tunneler er gitt i kap. D2-ID3900.</p> <p>Dersom det kan oppstå ising på vegbanen etter renhold, skal entreprenøren sørge for salting eller andre tiltak for å sikre veggrepet på vegbanen før vegen åpnes for ordinær trafikk.</p> <p><b>VANN TIL TUNNELRENHOLD</b> Entreprenøren er ansvarlig for å skaffe tilgang på ferskvann fra godkjent vannverk/tappestad til renhold av tunnelene dersom det ikke er gitt informasjon om tilgang til vann for den enkelte tunnel i kap. D2-ID3900.</p> <p>Det skal ikke benyttes vann fra vassdrag eller sjøvann.</p>				
Akkumulert sum hittil:					



**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	<p><b>AVLØPSVANN FRA TUNNELVASK</b> Byggherren vil gjennomføre prøvetaking av avløpsvann fra tunnelvask for å klarlegge innhold av forurensning som grunnlag for justering av renholdsfrekvens eller iverksetting av andre tiltak.</p> <p><b>DEPONERING AV SLAM FRA TUNNELVASK</b> Slam fra tunnel kan bli klassifisert som spesialavfall dersom innholdet av forurensede stoffer tilsier det. Byggherren vil gjennomføre prøvetaging og analyser av slam fra tunnelene for å klarlegge kravene til deponering eller som grunnlag for justering av renholdsfrekvens eller iverksetting av andre tiltak.</p> <p>Entreprenøren er ansvarlig for at slammet deponeres iht. de krav som framkommer fra prøvetaging og analyse av slammet. Dokumenterte deponeringsavgifter godtgjøres særskilt av byggherren.</p> <p><b>KONTROLL AV RENHOLDSRESULTATET</b> Byggherren kan beslutte å gjennomføre kontroll av renhold av tunnel. Kontrollen kan omfatte både utførelse av renholdet (stikkprøvekontroll av utstyr, renholdsprosess mm.) og ferdig resultat umiddelbart etter vasking og 1-2 døgn etter vasking (overleveringskontroll). Endelig godkjenning av vask, eventuell avvisning, skal skje i byggemøte.</p> <p>x) Dokumentert deponeringsavgift skal ikke inkluderes i enhetsprisen. Alle øvrige kostnader knyttet til opptak, transport og deponering av slam skal inkluderes i enhetsprisen. Dokumenterte deponeringsavgifter godtgjøres særskilt av byggherren uten påslag.</p> <p>Kostnader for innsats fra entreprenøren som har ansvar for elektroanlegg i tunnelen skal ikke inkluderes i enhetsprisen. Disse kostnadene dekkes av byggherren.</p> <p>Mengde måles som antall vask av spesifisert type for den enkelte tunnel. Enhet: stk.</p>				
39.1	<b>Tunneler Sør-Trøndelag - Riksveg</b>				
39.11	<b>Tunnelnavn per element</b>				
39.111	<b>Renhold Hel</b>				
39.111 c3rveg- A01	E6 Brattlitunnelen	stk	5	-----	-----
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.111 c3rveg- A02	E6 Håggåtunnelen	stk	5			
39.111 c3rveg- A03	E6 Hofstadtunnelen	stk	5			
39.111 c3rveg- A04	E6 Brubakktunnelen	stk	5			
39.111 c3rveg- A05	E6 Grillstadtunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A06	E6 Væretunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A07	E6 Stavsjøfjelltunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen	stk	5			
39.111 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A12	Rv. 706 Ilsviktunnelen	stk	10			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.111 c3rveg- A13	Rv. 706 Skansentunnelen	stk	10			
39.111 c3rveg- A14	Rv. 706 Strindheimtunnelen	stk	10			
39.112	<b>Renhold Halv</b>					
39.112 c3rveg- A01	E6 Brattlitunnelen	stk	5			
39.112 c3rveg- A02	E6 Håggåtunnelen	stk	5			
39.112 c3rveg- A03	E6 Hofstadtunnelen	stk	5			
39.112 c3rveg- A04	E6 Brubakktunnelen	stk	5			
39.112 c3rveg- A05	E6 Grillstadtunnelen	stk	20			
39.112 c3rveg- A06	E6 Væretunnelen	stk	20			
39.112 c3rveg- A07	E6 Stavsjøfjelltunnelen	stk	20			
39.112 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen	stk	20			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.112 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen	stk	5			
39.112 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen	stk	20			
39.112 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen	stk	20			
39.112 c3rveg- A12	Rv. 706 IISVIKTUNNELN	stk	20			
39.112 c3rveg- A13	Rv. 706 Skansentunnelen	stk	20			
39.112 c3rveg- A14	Rv. 706 Strindheimtunnelen	stk	20			
39.113	<b>Renhold Teknisk</b>					
39.113 c3rveg- A01	E6 Brattlitunnelen	stk	10			
39.113 c3rveg- A02	E6 Håggåtunnelen	stk	10			
39.113 c3rveg- A03	E6 Hofstadtunnelen	stk	10			
39.113 c3rveg- A04	E6 Brubakktunnelen	stk	10			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.113 c3rveg- A05	E6 Grillstadtunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A06	E6 Væretunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A07	E6 Stavsjøfjelltunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen	stk	10			
39.113 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A12	Rv. 706 Ilsviktunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A13	Rv. 706 Skansentunnelen	stk	30			
39.113 c3rveg- A14	Rv. 706 Strindheimtunnelen	stk	30			
39.114	<b>Feiing</b>					
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.114 c3rveg- A01	E6 Brattlitunnelen					
39.114 c3rveg- A02	E6 Håggåtunnelen					
39.114 c3rveg- A03	E6 Hofstadtunnelen					
39.114 c3rveg- A04	E6 Brubakktunnelen					
39.114 c3rveg- A05	E6 Grillstadtunnelen	stk	185			
39.114 c3rveg- A06	E6 Væretunnelen	stk	37			
39.114 c3rveg- A07	E6 Stavsjøfjelltunnelen	stk	185			
39.114 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen	stk	185			
39.114 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen	stk	60			
39.114 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen	stk	185			
39.114 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen	stk	185			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.114 c3rveg- A12	Rv. 706 IISVIKTUNNELN	stk	185			
39.114 c3rveg- A13	Rv. 706 SKANSENTUNNELN	stk	185			
39.114 c3rveg- A14	Rv. 706 STRINDHEIMTUNNELN	stk	185			
39.115	<b>Slamtømming av sedimentasjonsbasseng</b>					
39.115 c3rveg- A01	E6 BRATTLITUNNELN					
39.115 c3rveg- A02	E6 HÅGGÅTUNNELN					
39.115 c3rveg- A03	E6 HOFSTADTUNNELN					
39.115 c3rveg- A04	E6 BRUBAKKTUNNELN					
39.115 c3rveg- A05	E6 GRILLSTADTUNNELN					
39.115 c3rveg- A06	E6 VÆRETUNNELN					
39.115 c3rveg- A07	E6 STAVSJØFJELLTUNNELN					
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.115 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen	stk	5		
39.115 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen	stk	5		
39.115 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen				
39.115 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen				
39.115 c3rveg- A12	Rv. 706 Ilsviktunnelen	stk	5		
39.115 c3rveg- A13	Rv. 706 Skansentunnelen	stk	5		
39.115 c3rveg- A14	Rv. 706 Strindheimtunnelen	stk	5		
39.116	<b>Tømming av oljeavskiller</b>				
39.116 c3rveg- A01	E6 Brattlitunnelen				
39.116 c3rveg- A02	E6 Håggåtunnelen				
39.116 c3rveg- A03	E6 Hofstadtunnelen				
Akkumulert sum hittil:					



**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.116 c3rveg- A04	E6 Brubakktunnelen				
39.116 c3rveg- A05	E6 Grillstadtunnelen				
39.116 c3rveg- A06	E6 Væretunnelen				
39.116 c3rveg- A07	E6 Stavsjøfjelltunnelen				
39.116 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen				
39.116 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen	stk	5		
39.116 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen				
39.116 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen	stk	5		
39.116 c3rveg- A12	Rv. 706 Ilsviktunnelen				
39.116 c3rveg- A13	Rv. 706 Skansentunnelen	stk	5		
39.116 c3rveg- A14	Rv. 706 Strindheimtunnelen	stk	5		
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.117	<b>Renhold av spesielle objekter</b>				
39.117 c3rveg- A01	E6 Brattlitunnelen				
39.117 c3rveg- A02	E6 Håggåtunnelen				
39.117 c3rveg- A03	E6 Hofstadtunnelen				
39.117 c3rveg- A04	E6 Brubakktunnelen				
39.117 c3rveg- A05	E6 Grillstadtunnelen	stk	5		
39.117 c3rveg- A06	E6 Væretunnelen				
39.117 c3rveg- A07	E6 Stavsjøfjelltunnelen				
39.117 c3rveg- A08	E6 Helltunnelen	stk	5		
39.117 c3rveg- A09	E39 Harangtunnelen				
39.117 c3rveg- A10	Rv. 706 Stavnetunnelen				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.117 c3rveg- A11	Rv. 706 Marienborgtunnelen	stk	5		
39.117 c3rveg- A12	Rv. 706 IISVIKTUNNELN				
39.117 c3rveg- A13	Rv. 706 Skansentunnelen				
39.117 c3rveg- A14	Rv. 706 Strindheimtunnelen	stk	5		
39.118	<b>Prøvetaking og analyse av vaskevann</b>				
39.118 c3rveg	Riksveg <i>*** Spesiell Beskrivelse ***</i>  Bestilling av prøvetaking og analyse må forventes hovedvekt i de første år av kontrakten fordelt på vår og høst. Se <b>D2-IDE2</b> for hvilke tunneler som omfatter prosessen.	stk	50		
39.2	<b>Tunneler Sør-Trøndelag - Fylkesveg</b>				
39.21	<b>Tunnelnavn per element</b>				
39.211	<b>Renhold Hel</b>				
39.211 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen	stk	5		
39.211 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen	stk	5		
39.211 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen	stk	5		
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.211 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B06	Fv. 714 Storvasshammertunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstiåstunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen	stk	5			
39.211 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen	stk	5			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.211 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen	stk	4			
39.211 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilledalstunnelen	stk	4			
39.212	<b>Renhold Halv</b>					
39.212 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen					
39.212 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen					
39.212 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen					
39.212 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen					
39.212 fv16ST- B06	Fv. 714 Stovasshammertunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstiåstunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen	stk	5			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.212 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen	stk	5			
39.212 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen					
39.212 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen					
39.212 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen	stk	4			
39.212 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilldalstunnelen	stk	4			
39.213	<b>Renhold Teknisk</b>					
39.213 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen	stk	5			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.213 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen	stk	5			
39.213 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen	stk	5			
39.213 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen	stk	5			
39.213 fv16ST- B06	Fv. 714 Storvasshammertunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstia tunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen	stk	10			
39.213 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen	stk	5			
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.213 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen	stk	5			
39.213 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen	stk	8			
39.213 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilldalstunnelen	stk	8			
39.214	<b>Feiing</b>					
39.214 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen					
39.214 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen					
39.214 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen					
39.214 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen					
39.214 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen					
39.214 fv16ST- B06	Fv. 714 Stovasshammertunnelen	stk	60			
39.214 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstiaåstunnelen	stk	60			
Akkumulert sum hittil:						



**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.214 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen	stk	60			
39.214 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen	stk	60			
39.214 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen	stk	60			
39.214 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen	stk	60			
39.214 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen	stk	60			
39.214 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen					
39.214 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen					
39.214 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen	stk	48			
39.214 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilldalstunnelen	stk	48			
39.215	<b>Slamtømming av sedimentasjonsbasseng</b>					
39.215 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen					
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.215 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen				
39.215 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen				
39.215 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen				
39.215 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen				
39.215 fv16ST- B06	Fv. 714 Stovasshammertunnelen				
39.215 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstiåstunnelen	stk	5		
39.215 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen	stk	5		
39.215 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen	stk	5		
39.215 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen				
39.215 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen	stk	5		
39.215 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen	stk	5		
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.215 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen					
39.215 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen					
39.215 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen	stk	4			
39.215 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilldalstunnelen	stk	4			
39.216	<b>Tømming av oljeavskiller</b>					
39.216 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen					
39.216 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen					
39.216 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen					
39.216 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen					
39.216 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen					
39.216 fv16ST- B06	Fv. 714 Storvasshammertunnelen					
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:						
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris	
39.216 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstiaåstunnelen	stk	5			
39.216 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen	stk	5			
39.216 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen	stk	5			
39.216 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen					
39.216 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen	stk	5			
39.216 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen	stk	5			
39.216 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen					
39.216 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen					
39.216 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen	stk	4			
39.216 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilledalstunnelen	stk	4			
39.217	<b>Renhold av spesielle objekter</b>					
Akkumulert sum hittil:						

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.217 fv16ST- B01	Fv. 30 Svølgjatunnelen				
39.217 fv16ST- B02	Fv. 301 Berdaltunnelen				
39.217 fv16ST- B03	Fv. 301 Norvikatunnelen				
39.217 fv16ST- B04	Fv. 708 Gimstunnelen				
39.217 fv16ST- B05	Fv. 710 Kalurdaltunnelen				
39.217 fv16ST- B06	Fv. 714 Stovasshammertunnelen				
39.217 fv16ST- B07	Fv. 714 Brattstia tunnelen				
39.217 fv16ST- B08	Fv. 714 Fenestunnelen				
39.217 fv16ST- B09	Fv. 714 Valslagtunnelen				
39.217 fv16ST- B10	Fv. 714 Perviktunnelen				
39.217 fv16ST- B11	Fv. 714 Hitratunnelen				
Akkumulert sum hittil:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

Hovedprosess 3:					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
39.217 fv16ST- B12	Fv. 714 Frøyatunnelen				
39.217 fv16ST- B13	Fv. 715 Mørretunnelen	stk	5		
39.217 fv16ST- B14	Fv. 800 Pyntentunnelen				
39.217 fv16ST- B15	Fv. 714 Fossantunnelen				
39.217 fv16ST- B16	Fv. 714 Snilldalstunnelen				
39.218	<b>Prøvetaking og analyse av vaskevann</b>				
39.218 fv16ST	Fylkesveg Sør-Trøndelag  *** <i>Spesiell Beskrivelse</i> ***  Bestilling av prøvetaking og analyse må forventes hovedvekt i de første år av kontrakten fordelt på vår og høst. Det antas prøvetaking mellom 2-4 prøver per tunnel.	stk	38		
Sum beskrivelse med utfylte priser, alle prosesser (alle vegtyper og hele kontraktsperioden). Overføres til kap. E5:					

**D Beskrivende del**

**D1 Beskrivelse**

2015-06-25

INNHOLDSFORTEGNELSE	
<b>0</b> .....	<b>1</b>
00 .....	1
<b>3</b> .....	<b>4</b>
39 .....	4







## Vedlegg 6: Rapport fra Norconsult på lyshetsmåling i tunnel



## Rv 706 Strindheimstunnelen

### Evaluering av refleksjon fra vegger før/etter vask



D03	2015-05-29	For godkjenning etter revidering - eksternt	PJL	TM	PJL
D02	2015-05-26	For gjennomgang eksternt	PJL	TM	PJL
A01	2015-05-05	For fagkontroll internt	PJL	TM	PJL
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

## Innhold

<b>1</b>	<b><i>Måleprosedyre og måledetaljer</i></b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b><i>Måleresultater</i></b>	<b>8</b>
2.1	Refleksjon	8
2.2	Felt 1	9
2.3	Felt 2	10
2.4	Felt 3	11
2.5	Kommentarer	12
<b>3</b>	<b><i>Vedlegg 1 - måleutstyr</i></b>	<b>13</b>
3.1	Luminans	13
3.2	Illuminans	13
<b>4</b>	<b><i>Vedlegg 2 – detaljerte måleresultater</i></b>	<b>14</b>
4.1	Felt 1	14
4.2	Felt 2	15
4.3	Felt 3	16

## Sammendrag

Målerapport tar for seg en før- og ettermåling av lysrefleksjon fra vegger i Strindheimstunnelen. Det ble 20/4-2015 gjennomført en test av tre forskjellige vaskemetoder i Strindheimstunnelen. For detaljer om vaskemetoder henvises til samlerapport for prosjektet, i denne rapporten er kun lysmålinger omtalt. Testområdet ble delt i 3 felt á 300 løpemeter av tunnel, område for lysmåling lå mot midten av hvert av feltene.

- Felt 1 viste en økning i refleksjon fra 0,41 til 0,61, og en korresponderende økning i veibane illuminans fra 26,7 til 30,6 lux (14,8 % forbedring).
- Felt 2 viste en økning i refleksjon fra 0,43 til 0,58, og en korresponderende økning i veibane illuminans fra 26,0 til 29,7 lux (14,4 % forbedring).
- Felt 3 viste en økning i refleksjon fra 0,42 til 0,48, og en korresponderende økning i veibane illuminans fra 31,7 til 34,7 lux (9,8 % forbedring).

### **Konklusjon:**

***Vask av felt 1 og felt 2 hadde tilnærmet lik lysteknisk effekt. Felt 3 hadde signifikant lavere forbedring av både lysrefleksjonsverdier for vegger og derav belysningsnivå på veibanen.***

# 1 Måleprosedyre og måledetaljer

## Måletidspunkt

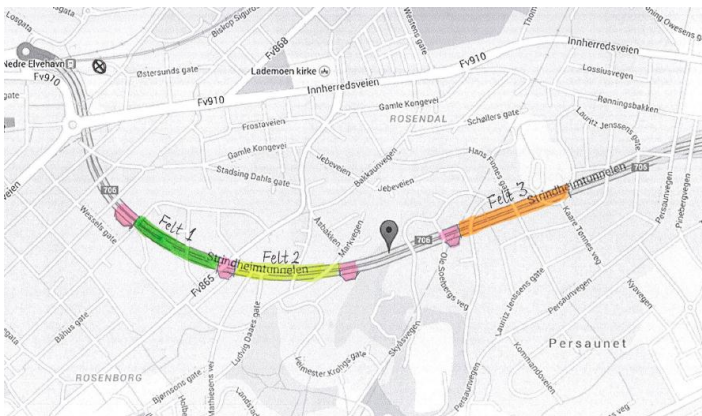
- Målinger før vasking ble gjennomført kveld/natt 20. april 2015,
- Ettermålinger ble utført påfølgende kveld/natt 21. april 2015.

## Måleforhold

- Overflater antatt tørre ved måletidspunkt i forhold til refleksjonsegenskaper. Tilstand og egenskaper for belyningsanlegg, samt vær/føreforhold ikke videre registrert da det er relative målinger som er gjenstand for undersøkelse.

## Målested

Strindheimstunnelen Rv 706, østgående løp.



- Felt 1: for veibane er 1ste armatur i målefelt første armatur i kjøreretning etter skilt som varslor 100-25 m til nødutgang etter 1 havarilomme, veggelement er påfølgende etter dette.
- Felt 2: veggelement er siste element i kjøreretning før evakueringskilt merket 25-250 m etter havarilomme 2, for veibane er det armatur før og etter dette veggelementet.
- Felt 3: veggelement er element vis á vis element med skilt 100-135 til evakuering etter 4 havarilomme i kjøreretning. For veibane er det målefelt mellom armatur på hver sin side av samme skilt.



## Måleobjekter

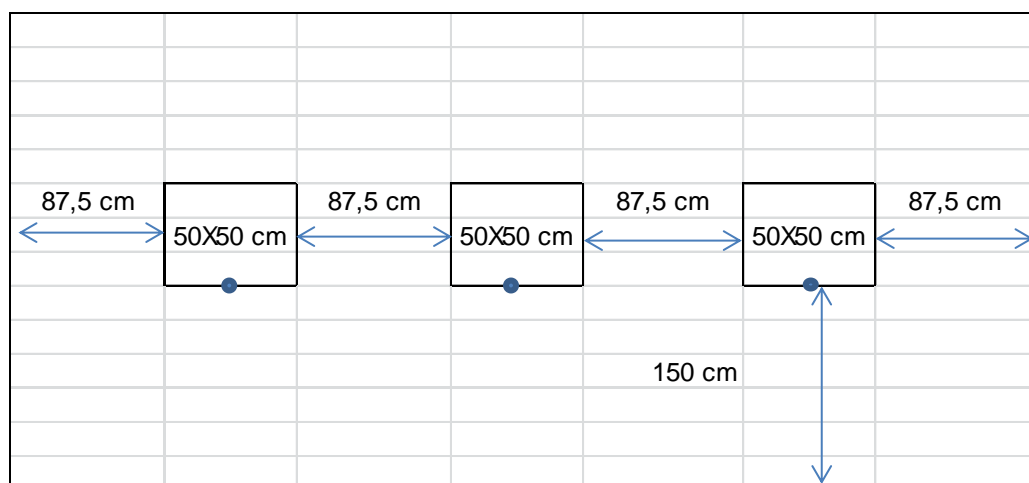
**Illuminans** – er det innfallende direkte lyset mot en flate oppgitt i [lux]. I en tunnel vil det ha en direkte og en indirekte (reflektert) komponent, i motsetning til målinger utført utendørs hvor man stort sett kan se bort fra reflektert komponent da den i størrelse stort sett er neglisjerbar. Den direkte komponenten kommer fra lysarmaturene i en tunnel, mens største delen av reflektert komponent kommer fra veggene. Man kan anta veggens reflekterte komponent å være i størrelsesorden rundt 1/5 av det totale nivået på vegbanen.

**Luminans** – er det reflekterte lyset fra en overflate og oppgis i [cd/m<sup>2</sup>]. Det vil si at luminansen til en overflate er avhengig av både innfallende illuminans og flatens refleksjon for resulterende nivå. Den er også avhengig av vinkel man observerer flaten i og kan variere avhengig av dette. For måling av veibaneluminans observerer man målområdet på veibanen i en avstand av 60 m fra en høyde på 1,5 m.

**Refleksjon** – en flates refleksjon er angitt som et forholdstall mellom [0-1] (alternativt [0-100]) som angir hvor mye lys som sendes tilbake fra en overflate. Dette tallet vil variere med observasjonsvinkel, men man gjør gjerne en forenkling med å anta at flaten er ideelt diffusende det vil si at den oppfører seg lysteknisk likt i alle observasjonsvinkler.

## Måleprosedyre

- Vertikal illuminans er registrert perpendikulært mot/fra vegg med stativmontert specbos 1201, i 20 cm avstand til vegg i høyde av 150 cm fra bunn av veggelement (midt på bunnlinje for målefelt som angitt på skisse). Det er registrert 3 målinger for hvert felt som igjen er angitt som en gjennomsnittsverdi for hvert felt.
- Horisontal illuminans er registrert i høyde med veibanen i standardisert målegrid av 3\*10 målepunkter i henhold til CEN EN 13201-2/3.
- Luminans for oppmerket 50\*50 cm utsnitt av veggelement registrert med stativmontert «LMK mobile advanced» luminanskamera måleområde som angitt på skisse. Måleresultat vil gi det samme resultat som registrert vertikal illuminans på veggelement og er derfor ikke gjengitt i rapport. Men det er registrert og evaluert i prosjektet som en kvalitetskontroll på at det ikke er store ujevnheter de steder vi har hentet ut målepunkter for refleksjonsfaktor.

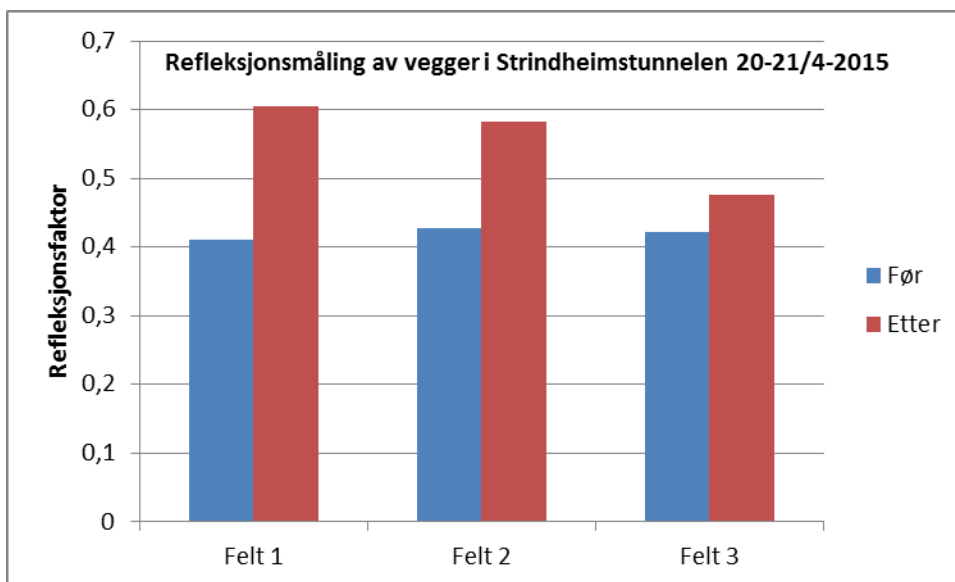


- Luminans for veibanen var også ment å skulle registreres i prosjektet, men ved måling ble det opplevd en såpass stor grad av fuktighet i luften at antakelsen ble at måleverdier ikke ville være sikre nok for referanse. Dette med bakgrunn i at måling som beskrevet over kal registreres i en avstand av 60 m og selv om ikke overflater er fuktig vil brytning i luftens medføre usikkerhet for målingen. Disse ble derfor ikke gjennomført i prosjektet.

## 2 Måleresultater

Se vedlegg for detaljer.

### 2.1 REFLEKSJON



Refleksjonsmåling vegger Strindheimstunnelen			
	Felt 1	Felt 2	Felt 3
Før vask	0,41	0,43	0,42
Etter vask	0,61	0,58	0,48
Forbedring	0,19	0,15	0,05

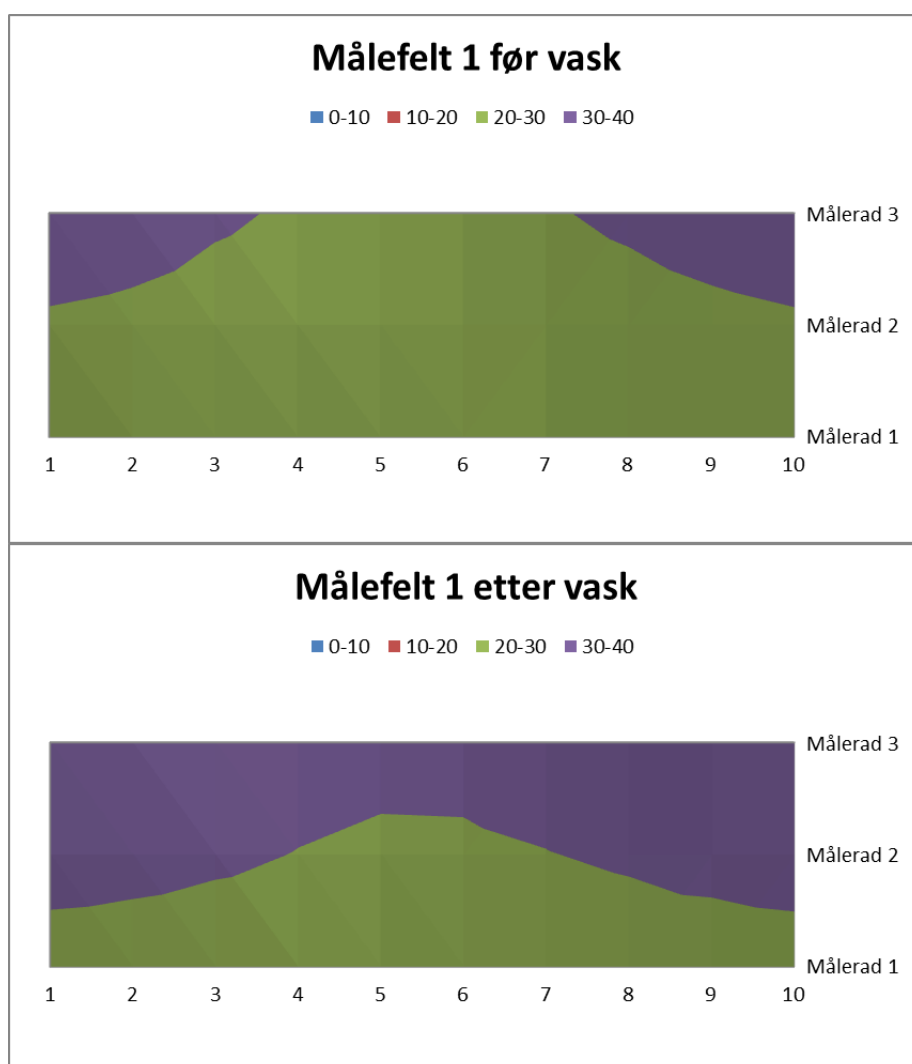
## 2.2 FELT 1

Registrering av horisontal belysning på veibanen viser en økning av illuminans lik 14,8 % etter vask av tunnelrommet.

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-20				
	[lux]	[lux]	[lux]	
	Mean	Min	Max	Uo
Kjørefelt 1	26,7	20,6	34,2	0,77

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-21				
	[lux]	[lux]	[lux]	
	Mean	Min	Max	Uo
Kjørefelt 1	30,6	24,1	38,5	0,79



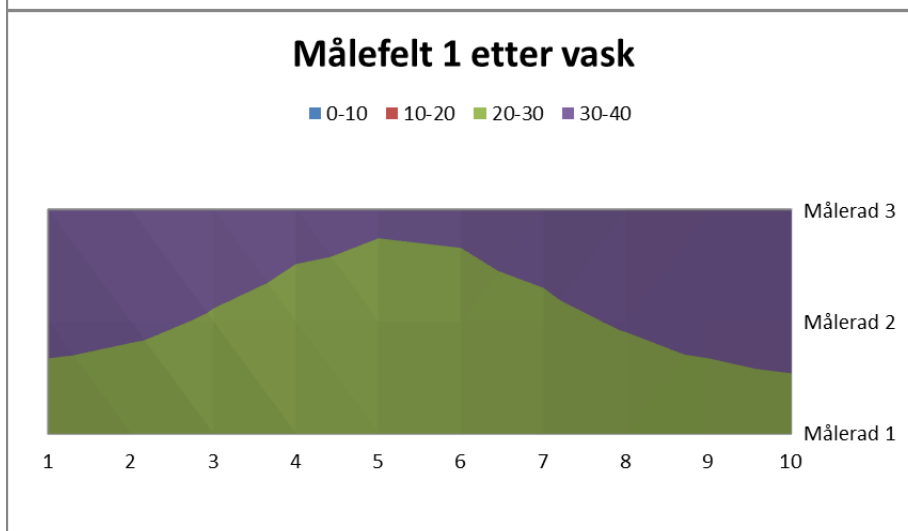
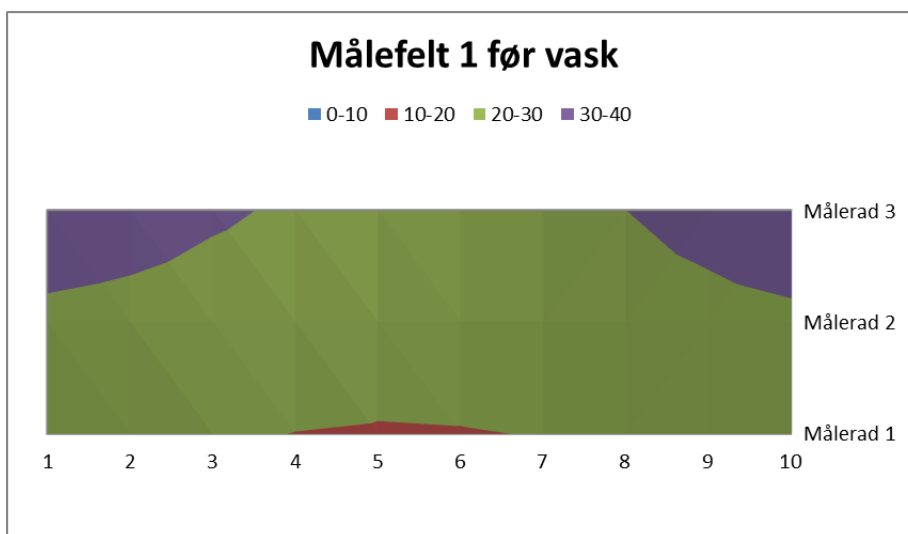
## 2.3 FELT 2

Registrering av horisontal belysning på veibanen økning viser en øning av illuminans lik 14,4 % etter vask av tunnelrommet.

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-20				
	[lux]	[lux]	[lux]	
	Mean	Min	Max	Uo
Kjørefelt 1	26	20	34	0,75

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-21				
	[lux]	[lux]	[lux]	
	Mean	Min	Max	Uo
Kjørefelt 1	30	23	39	0,78



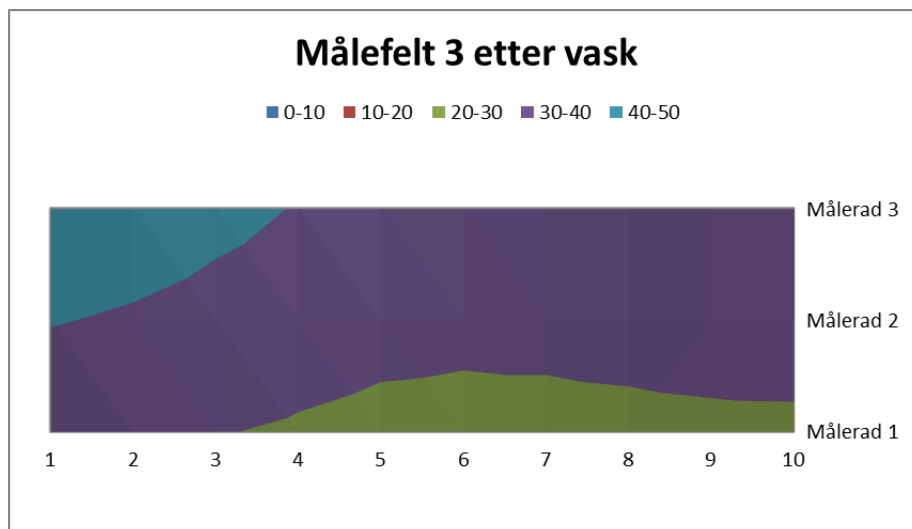
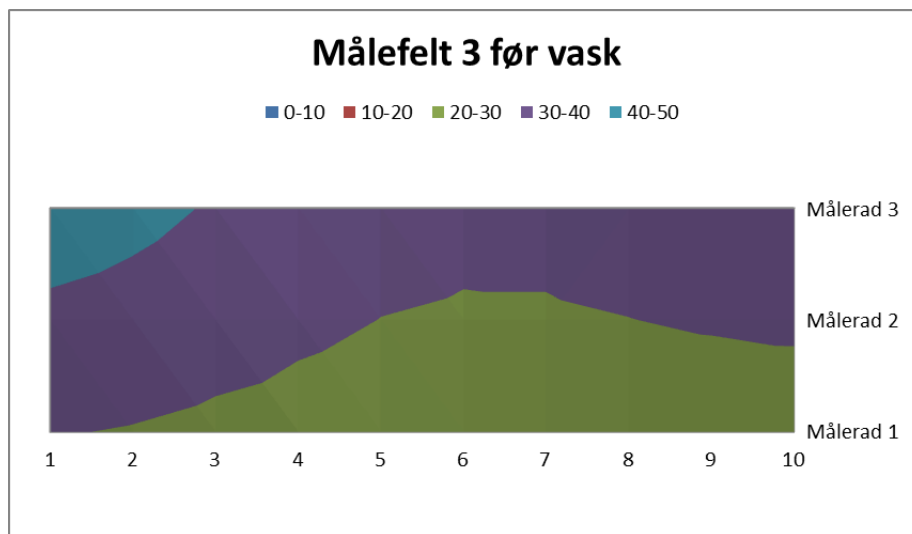
## 2.4 FELT 3

Registrering av horisontal belysning på veibanen viser en økning av illuminans lik 9,75 % etter vask av tunnelrommet.

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-20				
	[lux]	[lux]	[lux]	
	Mean	Min	Max	Uo
Kjørefelt 1	32	24	44	0,77

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-21				
	[lux]	[lux]	[lux]	
	Mean	Min	Max	Uo
Kjørefelt 1	35	27	47	0,78



## 2.5 KOMMENTARER

Måling av refleksjon viste tilsvarende refleksjonsverdier for veggene før vask ble gjennomført, ref. refleksjonsverdier [0,41-0,43]. Etter vask viste metode 1 og 2 noenlunde sammenfallende resultat med en forbedring med henholdsvis 0,19 og 0,15 i relativ refleksjonsverdi, metode 3 hadde avvikende effektivitet med en økning på kun 0,05 i relativ refleksjonsverdi.

Når det gjelder belyningsnivå på vegdekket hadde felt 3 et noe høyere initielt nivå før vask, mens forbedringen før/etter vask korrelerte i stor grad med målingen av refleksjonsverdier for veggene. For felt 1 og 2 økte totale illuminansnivå med ca. 14 % mens for felt 3 var tilsvarende økning i underkant av 10 %. Merk at det her er både en direkte og en indirekte komponent som bidrar. Skulle man ha skilt disse to komponentene måtte man ha utført vedlikeholdet i 2 steg, og dokumentert hver anleggsdel (armaturer og vegger) for seg.

I forhold til refleksjon og tilsmussing antas det at graden av tilsmussing enda ikke har nådd sitt maksimum i forhold til lystekniske egenskaper da driften i tunnelen ikke har vart en hel sesong ennå. Registrering av refleksjon i Strindheimstunnelen 18/9-2014 ga en refleksjonsfaktor lik ca. 0,65. Hvis dette benyttes som referanse ser vi at ingen av metodene klarer å få lysheten helt tilbake til hva det var før vintersesongen, men metode 1 og 2 er relativt nært opptil. Settes dette opp mot andre metoder for overflatebehandling eller ubehandlet betong ser vi at metode 1 og 2 kommer godt ut når det gjelder å komme nært opp til utgangspunktet.

Kravene til lyshet på veggene er ikke eksplisitte i forhold til refleksjon, men kommende revidering av Statens Vegvesen håndbok N500 vil innføre krav til luminans opp til 3 m høyde på veggen, og da vil veggoverflatenes lystekniske egenskaper og egnethet ved vask bli en viktigere paramterer ved prosjektering for oppfyllelse av dette kravet.

Utover dette er det ikke gjort videre betraktninger i prosjektet da tema var sammenligning av vaskemetoder med gitt overflate, ikke overflatebehandlingens egnethet i forbindelse med vask.

# 3

## Vedlegg 1 - måleutstyr

### 3.1 LUMINANS

For måling av luminans er det benyttet et CCD basert luminanskamera fra TechnoTeam. Kameraet er et ombygd Canon EOS 550 D, digital speilreflekskamera. Kameraet er kalibrert for luminansmålinger, og kan ved analyse i tilhørende software, LMK Labsoft V. 11.5.2, gjengi skalerte luminansverdier i bildeområdet ned til hver enkelt pixel. Målenøyaktigheten for oppsettet antas å tilfredsstillende nøyaktighetsklasse B som klassifisert i DIN 5032-7. Det gjøres oppmerksom om at luminans er avhengig av spesielt underlagets tilstand i forhold til reflekterende egenskaper. For vurdering i forhold til krav må luminansmålinger vurderes i sammenheng med illuminansen.

### 3.2 ILLUMINANS

For måling av horisontal illuminans er det benyttet et håndholdt kalibrert Haegner luxmeter type BC1. Det ble registrert illuminans i høyde med veibanen.

For måling av vertikal illuminans er det benyttet stativmontert kalibrert Specbos 1201 mobilt spektroradiometer. Det ble registret verdier i 1,5 m høyde.

Kalibreringsbevis kan oversendes hvis ønskelig.

Måleinstrument	Modellnavn	Serialnummer
CCD Luminanskamera	Technoteam LMK Mobile advanced	1332725559
Haegner håndholdt luxmeter	Haegner EC1	50466
Mobilt spektroradiometer	Specbos 1201	2911626



# 4 Vedlegg 2 – detaljerte måleresultater

## 4.1 FELT 1

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-20			
	Målefelt 1 - før vask		
	[lux]	[lux]	[lux]
	Målerad 1	Målerad 2	Målerad 3
Måle 1	22,9	29,2	34
Måle 2	22,7	28,5	33
Måle 3	21,7	27,2	31
Måle 4	21	26	29,2
Måle 5	20,6	25,1	28,3
Måle 6	20,8	25	28,2
Måle 7	20,9	25,7	29,4
Måle 8	21,9	27	31,3
Måle 9	22,6	28,3	33,1
Måle 10	22,9	29,2	34,2

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-21			
	Målefelt 1 - etter vask		
	[lux]	[lux]	[lux]
	Målerad 1	Målerad 2	Målerad 3
Måle 1	26,6	33,3	38
Måle 2	26,2	32,5	36,9
Måle 3	25,5	31,3	34,9
Måle 4	24,8	29,8	33,1
Måle 5	24,1	28,8	32,1
Måle 6	24,4	28,9	32,2
Måle 7	25	29,8	33,6
Måle 8	25,9	31	35,7
Måle 9	26,3	32,3	37,5
Måle 10	26,8	33,3	38,5

## 4.2 FELT 2

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-20			
	Målefelt 1 - før vask		
	[lux]	[lux]	[lux]
	Målerad 1	Målerad 2	Målerad 3
Måle 1	22,1	28,6	34,1
Måle 2	21,5	27,8	33,1
Måle 3	20,9	26,4	31,1
Måle 4	19,9	24,9	29
Måle 5	19,5	23,9	27,4
Måle 6	19,7	23,9	27
Måle 7	20,2	24,7	28
Måle 8	21,2	26,3	30
Måle 9	21,9	27,9	32,4
Måle 10	22,7	28,9	34,1
Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-21			
	Målefelt 1 - etter vask		
	[lux]	[lux]	[lux]
	Målerad 1	Målerad 2	Målerad 3
Måle 1	25,5	32,2	37,8
Måle 2	24,9	31,2	36,1
Måle 3	24	29,5	33,8
Måle 4	23,4	28	31,9
Måle 5	23,1	27,4	30,9
Måle 6	23,4	27,7	31,2
Måle 7	24,1	28,8	32,8
Måle 8	25,2	30,5	35
Måle 9	25,9	32	37,2
Måle 10	26,5	33	38,6

### 4.3 FELT 3

Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-20			
	Målefelt 3 - før vask		
	[lux]	[lux]	[lux]
	Målerad 1	Målerad 2	Målerad 3
Måle 1	30,5	38,3	44,3
Måle 2	29,5	36,9	42,3
Måle 3	27,9	34,5	39,3
Måle 4	26,5	32	35,8
Måle 5	25	29,9	33,3
Måle 6	24,4	29,2	32,1
Måle 7	24,3	29,2	32,4
Måle 8	24,7	29,9	33,7
Måle 9	25	30,8	35,2
Måle 10	25,1	31,5	36,2

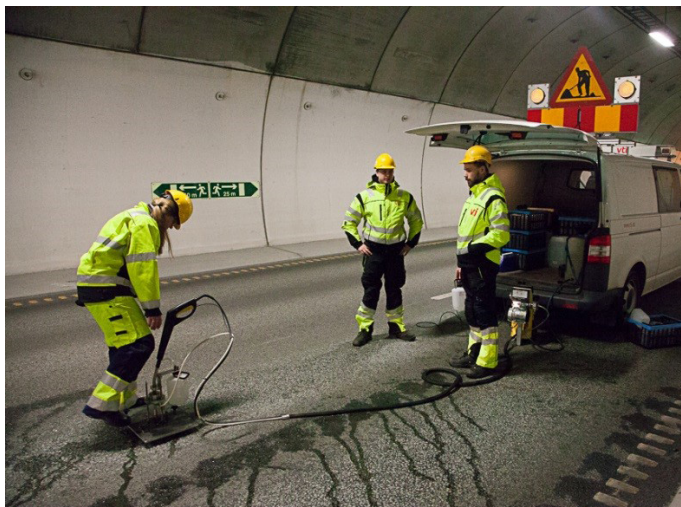
Målte verdier illuminans [lux] - 2015-04-21			
	Målefelt 3 - etter vask		
	[lux]	[lux]	[lux]
	Målerad 1	Målerad 2	Målerad 3
Måle 1	32,5	40,5	46,7
Måle 2	31,7	39	45,4
Måle 3	30,4	36,9	42,6
Måle 4	29	34,7	39,6
Måle 5	27,6	33	37,1
Måle 6	27,2	32,3	36,1
Måle 7	27,2	32,7	36,4
Måle 8	27,6	33,5	37,8
Måle 9	28,1	34,4	39,3
Måle 10	28,2	34,9	39,9





## Vedlegg 7: Rapport fra VTI på renhet av vegbanen





# Utvärdering av städmaskiners förmåga att reducera vägdammsförrådet i gatu- och tunnelmiljöer i Trondheim

Sara Janhäll  
Mats Gustafsson  
Karl Andersson  
Ida Järllskog  
Thomas Lindström





# **Utvärdering av städmaskiners förmåga att reducera vägdammsförrådet i gatu- och tunnelmiljöer i Trondheim**

Sara Janhäll

Mats Gustafsson

Karl Andersson

Ida Järskog

Thomas Lindström

Diarienummer: 2015/0265  
Omslagsbilder:  
Tryck: LiU-Tryck, Linköping 2016

---

## Referat

---

För att undvika överskridande av miljö kvalitetsnormerna för partiklar (PM<sub>10</sub>) har Statens vegvesen Vegdirektoratet i Trondheim genomfört ett försök att rengöra en vägtunnel och en vägsträcka med tre olika städmaskiner för att minska mängden vägdamm. Ett stort antal andra tester redovisas i huvudrapporten (Snilsberg och Gryteselv, 2015), medan föreliggande rapport fokuserar på hur stort vägdammsförrådet varit före och efter städningen med olika maskiner i de olika miljöerna.

Resultatet visar att städning minskar vägdammsförrådet effektivt i gatumiljö med två av de tre olika maskinerna, medan vägdammsförrådet ökar av städning i tunnelmiljö. En teori kan vara att detta kan bero på att även väggar och tak städas i tunnelmiljön, vilket skulle kunna medföra att städningen flyttar partiklar från tak och väggar till vägytan. Tunnelstädningen utförs med rengöringsmedel, vilket ger en annan kemisk miljö, som kan lösa upp vägdammet längre ner i texturen och tillgängliggöra det för provtagningsutrustningen.

Titel:	Utvärdering av städmaskiners förmåga att reducera vägdammsförrådet i gatu- och tunnelmiljöer i Trondheim
Författare:	Sara Janhäll ( <a href="http://www.orcid.org/0000-0002-2679-2611">www.orcid.org/0000-0002-2679-2611</a> ) Mats Gustafsson ( <a href="http://www.orcid.org/0000-0001-6600-3122">www.orcid.org/0000-0001-6600-3122</a> ) Karl Andersson, Ida Järskog, Thomas Lindström (VTI)
Utgivare:	VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut <a href="http://www.vti.se">www.vti.se</a>
Serie och nr:	VTI rapport 883
Utgivningsår:	2016
VTI:s diarienummer:	2015/0265
ISSN:	0347-6030
Projektnamn:	Vägdammsmätningar i Trondheim
Uppdragsgivare:	Statens vegvesen, Norge
Nyckelord:	Vägdamm, städmaskin, DL180, tunnel, gata
Språk:	Svenska
Antal sidor:	29

---

## Abstract

---

To avoid exceeding the environmental air quality standards for particulate matter (PM<sub>10</sub>) Statens vegvesen Vegdirektoratet i Trondheim, Norway, has implemented an attempt to clean a road tunnel and a stretch of road with three different cleaning machines to reduce the amount of dust of the road. A large number of other tests is presented in the main report (Snilsberg and Gryteselv, 2015), while the present report focuses on how large the road dust depot has been before and after cleaning with different machines in the different environments.

The results show that two of the three different machines will reduce the road dust depot efficiently in the street environment, while the road dust depot increases of cleaning in the tunnel environment. One theory might be that this may be due to the fact that even the walls and ceiling are cleaned in the tunnel environment, which could lead to the cleaning moves particles from the ceiling and walls to the road surface. Tunnel cleaning is carried out with the cleaning solution, which gives a different chemical environment, which can dissolve way the dust further down in the texture and make it for the sampler.

<b>Title:</b>	Evaluation of sweepers' ability to reduce road dust load in street and tunnel environments in Trondheim
<b>Author:</b>	Sara Janhäll ( <a href="http://www.orcid.org/0000-0002-2679-2611">www.orcid.org/0000-0002-2679-2611</a> ) Mats Gustafsson ( <a href="http://www.orcid.org/0000-0001-6600-3122">www.orcid.org/0000-0001-6600-3122</a> ) Karl Andersson, Ida Järskog, Thomas Lindström (VTI)
<b>Publisher:</b>	Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) <a href="http://www.vti.se">www.vti.se</a>
<b>Publication No.:</b>	VTI rapport 883
<b>Published:</b>	2016
<b>Reg. No., VTI:</b>	2015/0265
<b>ISSN:</b>	0347-6030
<b>Project:</b>	Measurements of Road Dust in Trondheim
<b>Commissioned by:</b>	Statens vegvesen, Norway
<b>Keywords:</b>	Road dust, DL180, sweepers, tunnel, road
<b>Language:</b>	Swedish
<b>No. of pages:</b>	29

---

## Förord

---

Rapporten utgör en beskrivning och analys av en mätning avseende hur städning av gatu- och tunnelmiljöer påverkar vägdammsförrådet på vägytan. Studien är beställd av Statens vegvesen, Vegdirektoratet i Trondheim, Norge, där tre olika städmaskiners effektivitet har studerats avseende ett flertal variabler, vilka hanteras i en huvudrapport: ”Renholdsforøk i Trondheim - 20.-21. april 2015 i Strindheimtunnelen og Haakon VII gate” ( Snilsberg och Gryteselv, 2015). Här redovisas endast effekterna på vägdammsförrådet.

Projektledare har varit Mats Gustafsson och Sara Janhäll har haft huvudansvaret för rapport-skrivningen och analysen. Karl Andersson och Thomas Lindström har deltagit i mätningarna. Ida Järllskog har ansvarat för laboratorieanalysen.

Rapporten utgör slutrapport för projektet ” Vägdammsmätningar i Trondheim”.

Författarna vill tacka Brynhild Snilsberg och Dagfin Gryteselv för kommentarer på en tidig version av manuskriptet och Joacim Lundberg för granskning av det slutliga manuskriptet.

Linköping, januari 2016

*Mats Gustafsson*  
*Projektledare*

---

## Kvalitetsgranskning

---

Intern peer review har genomförts 11 december 2015 av Joacim Lundberg. Sara Janhäll har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Mattias Viklund har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 21 december 2015. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

---

## Quality review

---

Internal peer review was performed on 11 December 2015 by Joacim Lundberg. Sara Janhäll has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Mattias Viklund examined and approved the report for publication on 21 December 2015. The conclusions and recommendations expressed are the author's/authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

---

## Innehållsförteckning

---

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>9</b>
<b>Summary .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Introduktion.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Metod.....</b>	<b>14</b>
2.1. Wet Dust Sampler – beskrivning av instrumentet.....	15
2.1.1. Analys av proverna .....	15
2.2. Mätplan .....	16
2.2.1. Tunnel .....	16
2.2.2. Gata.....	17
<b>3. Resultat och diskussion.....</b>	<b>19</b>
3.1. Vägdammsförråd av mindre partiklar .....	23
3.2. Partikelstorleksfördelningar för vägdamm.....	23
3.3. Organiskt material i vägdamm .....	26
3.4. Vägytans textur .....	27
<b>4. Slutsatser .....</b>	<b>29</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>30</b>





---

## Sammanfattning

---

### Utvärdering av städmaskiners förmåga att reducera vägdammsförrådet i gatu- och tunnelmiljöer i Trondheim

av Sara Janhäll (VTI), Mats Gustafsson (VTI), Karl Andersson (VTI), Ida Järskog (VTI), Thomas Lindström (VTI)

För att undvika överskridande av miljö kvalitetsnormerna för partiklar ( $PM_{10}$ ) har Statens vegvesen Vegdirektoratet i Trondheim genomfört ett försök att rengöra en vägtunnel och en vägsträcka med tre olika städmaskiner, och genomfört ett stort antal andra tester som redovisas i huvudrapporten (Snilsberg och Gryteselv, 2015). Föreliggande rapport fokuserar på hur stort vägdammsförrådet varit före och efter städning med olika maskiner i de olika miljöerna.

Vägdammsförrådet är de partiklar som har ansamlats på vägbanan och som i ett senare skede riskerar att virvlas upp och bidra till halterna av  $PM_{10}$  i luften. Vägdammet består av partiklar från några millimeter ner till cirka  $1\ \mu\text{m}$ , men en standardiserad definition saknas. I det mått, DL180, som används i VTI:s mätmetod Wet Dust Sampler (WDS) används en övre gräns på  $180\ \mu\text{m}$ , som approximering för partiklar som kan virvlas upp av trafiken.  $PM_{10}$ , som är det mått som främst används för att reglera partikelhalter i luften, är i princip massan av partiklar mindre än  $10\ \mu\text{m}$  i diameter. Det grövre vägdammet mals ned av trafikens däck och kan således i ett senare skede utgöra en del av de partiklar som blir luftburna och därmed bidra till  $PM_{10}$ -halterna.

Vägdammet är inte jämnt fördelat över vägytan då trafikrörelserna flyttar dammet. Normalt är vägdammsförrådet mindre i hjulspåren, då däckena hela tiden transporterar dammet till andra ytor. Om trafiken alltid flyter i samma hjulspår blir detta allt tydligare, medan filbyten, och stor andel tung trafik (som har en annan axelbredd) kan jämna ut vägdammsförrådet över vägen. Detta har tagits i beaktande vid utveckling av provtagningsmetoden som används i denna studie –Wet Dust Sampler, se nedan. Mätmetoden använder avjoniserat vatten för att samla in vägdammsprovet och är således inte beroende av en torr vägyta, en funktion som varit en förutsättning i denna studie.

Studien har beskrivits kortfattat då mer information om städmaskintekniker, mätupplägg, mätplatser med mera, finns i den centrala rapporten. Här har fokus legat helt på vägdammsförrådet och det som kan påverka resultaten från mätningarna av vägdammsförrådet. Först beskrivs mätmetoden och mätplanen, sedan resultaten och sist de slutsatser som kan dras av resultaten.

Resultatet visar att städning minskar vägdammsförrådet effektivt i gatumiljö med två av de tre olika maskinerna, medan vägdammsförrådet ökar av städning i tunnelmiljö. En teori kan vara att detta kan bero på att även väggar och tak städas i tunnelmiljön, vilket skulle kunna medföra att städningen flyttar partiklar från tak och väggar till vägytan. Tunnelstädningen utförs med rengöringsmedel, vilket ger en annan kemisk miljö, som kan lösa upp vägdammet längre ner i texturen och tillgängliggöra det för provtagningsutrustningen.



---

## Summary

---

### **Evaluation of sweepers' ability to reduce road dust load in street and tunnel environments in Trondheim**

by Sara Janhäll (VTI), Mats Gustafsson (VTI), Karl Andersson (VTI), Ida Järleskog (VTI), Thomas Lindström (VTI)

To avoid exceeding the environmental air quality standards for particulate matter (PM<sub>10</sub>) Statens vegvesen Vegdirektoratet i Trondheim, Norway, has implemented an attempt to clean a road tunnel and a stretch of road with three different cleaning machines to reduce the amount of dust of the road. A large number of other tests is presented in the main report (Snilsberg and Gryteselv, 2015), while the present report focuses on how large the road dust depot has been before and after cleaning with different machines in the different environments.

Road dust depots are the particles that have accumulated on the roadway and that at a later stage risks being stirred up and contribute to concentrations of PM<sub>10</sub> in ambient air. Road dust consists of particles from a few millimetre down to about 1 µm, but a standard definition is missing. The measure used here; DL180, sampled by VTI's Wet Dust Sampler (WDS) used an upper particle size limit of 180 µm as an approximation for particles stirred up by traffic. PM<sub>10</sub>, which is the measure that is mainly used to control particle levels in the air, is basically the mass of particulate matter less than 10 µm in diameter. The rougher road dust is ground down by traffic decks and is therefore at a later stage a source of particles that can become airborne and thus contribute to PM<sub>10</sub> levels.

Road dust is not evenly distributed over the road surface when the traffic movements move the dust. Typically, less road dust deposits in the wheel tracks, where the tires all the time carry the dust to other surfaces. If the traffic always flows in the same rut, this becomes increasingly apparent, while a change of lanes, as well as a high proportion of heavy traffic (which has a different shoulder width) can smooth the road dust depot across the road. This has been taken into account in the development of the sampling method used in this study – the Wet Dust Sampler, described in the report. The method uses deionized water to collect road dust samples and is thus not dependent on a dry road surface, a feature that was a prerequisite in this study.

The study has been described briefly as more info on cleaning machine techniques, test plans, test facilities, etc. are available in the main report. The focus in this report has been entirely on road dust depots and the effects on the results of measurements of road dust depots. First the method of measurement and the measurement plan is described, then the results and finally the conclusions drawn from the results.

The results show that two of the three different machines will reduce the road dust depot efficiently in the street environment, while the road dust depot increases of cleaning in the tunnel environment. One theory might be that this may be due to the fact that even the walls and ceiling are cleaned in the tunnel environment, which could lead to the cleaning moves particles from the roof and walls to the road surface. Tunnel cleaning is carried out with the cleaning solution, which gives a different chemical environment, which can dissolve the dust further down in the texture and make it available to the sampler.



---

## 1. Introduktion

---

För att undvika överskridande av miljökvalitetsnormerna för partiklar har Statens vegvesen, Vegdirektoratet i Trondheim genomfört ett försök att rengöra en vägtunnel och en vägsträcka med tre olika städmaskiner, och genomfört ett stort antal andra tester som redovisas i huvudrapporten (Snilsberg och Gryteselv, 2015). Föreliggande rapport fokuserar på hur stort vägdammsförrådet varit före och efter städningen med olika maskiner i de olika miljöerna, vilket tidigare studerats i till exempel Norman m.fl. (2006), Gustafsson m.fl. (2009) Amato m.fl. (2010) och Gustafsson m.fl. (2011).

Vägdammsförrådet är de partiklar som har ansamlats på vägbanan och som i ett senare skede riskerar att virvlas upp och bidra till halterna av partiklar i luften. Vägdammet består av partiklar från några mm ner till ca 1  $\mu\text{m}$ , men en standardiserad definition saknas. I det mått, DL180), som används i VTI:s mätmetod Wet Dust Sampler (WDS, Jonson m.fl., 2008) anges vägdammsförrådet (Dust Load) med en övre gräns på 180  $\mu\text{m}$ , som approximation för partiklar som kan virvlas upp av trafiken.  $\text{PM}_{10}$ , som är det mått som främst används för att reglera partikelhalter i luften är i princip massan av partiklar mindre än 10  $\mu\text{m}$  i diameter.<sup>1</sup> Det grövre vägdammet mals, om det finns kvar på vägbanan, ned av trafikens däck och kan således i ett senare skede utgöra en del av de partiklar som blir luftburna och därmed bidra till  $\text{PM}_{10}$ -halterna

Vägdammet är inte jämnt fördelat över vägytan då trafikrörelserna flyttar dammet. Normalt är vägdammsförrådet mindre i hjulspåren, där däcken hela tiden transporterar dammet till andra ytor. Om trafiken alltid flyter i samma hjulspår blir detta allt tydligare, medan filbyten, och stor andel tung trafik (som har en annan axelbredd) kan jämna ut vägdammsförrådet över vägen. Detta har tagits i beaktande vid utveckling av provtagningsmetoden som används i denna studie – Wet Dust Sampler, se avsnitt 2.1. Mätmetoden använder avjoniserat vatten för att samla in vägdammsprovet och är således inte beroende av en torr vägyta, en funktion som varit en förutsättning i denna studie.

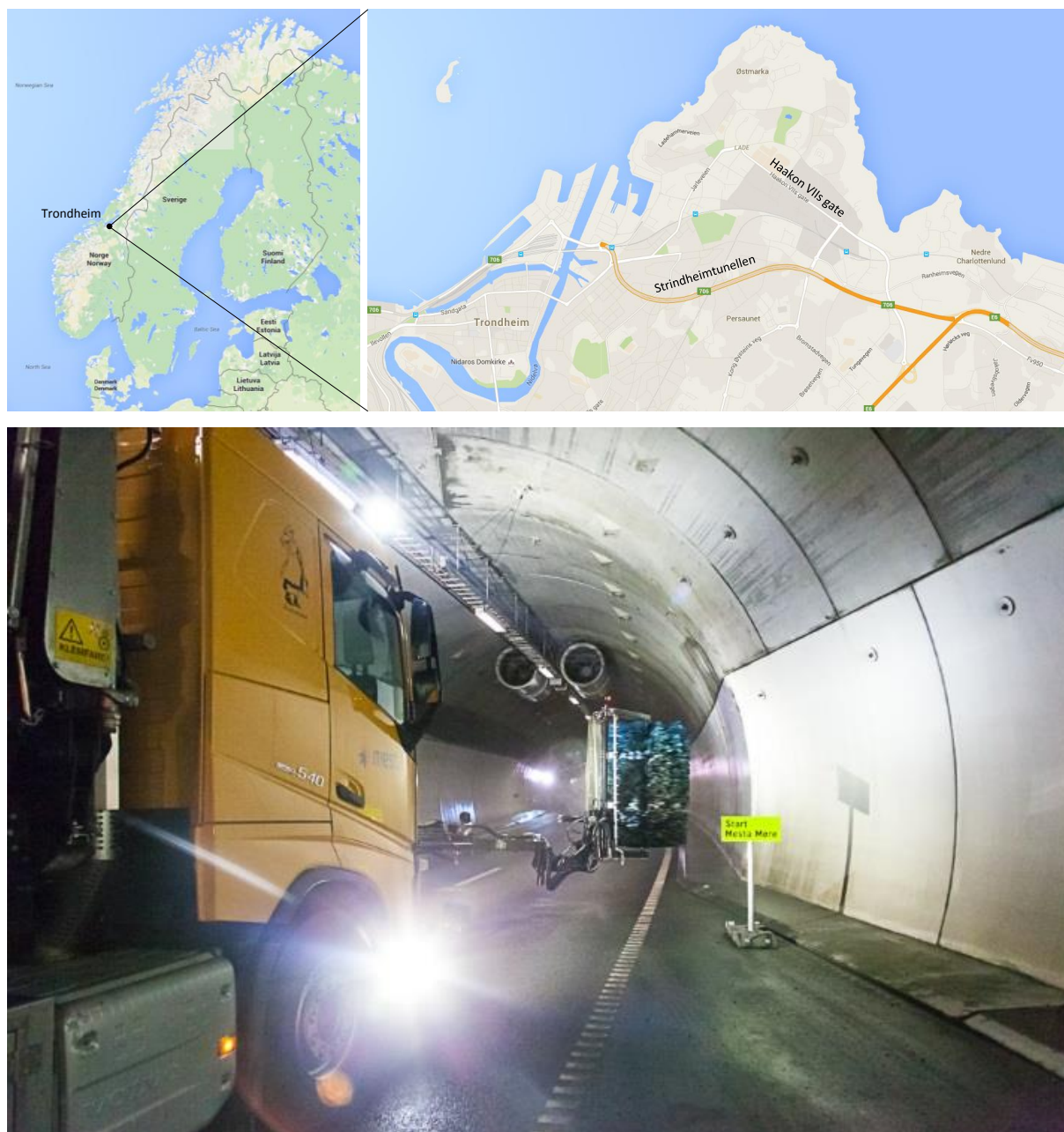
Studien har beskrivits kortfattat då mer information om städmaskintekniker, mätupplägg, mätplatser m.m. finns i den centrala rapporten. Här har fokus legat helt på vägdammsförrådet och det som kan påverka resultaten från mätningarna av vägdammsförrådet. Först beskrivs mätmetoden och mätplanen, sedan resultaten och sist de slutsatser som kan dras av resultaten.

---

<sup>1</sup> För  $\text{PM}_{10}$  används aerodynamisk diameter medan partikeldiametern för DL180 begränsas av siktning och dessa sätt att mäta diameter är inte helt jämförbara

## 2. Metod

Principen för mätningarna är att effekten av tre olika städmaskiner ska studeras i två olika miljöer. De två miljöerna har stängts av för trafik för att möjliggöra studien, en natt per miljö, se Figur 1. Först genomförs mätningar på alla sträckor som sedan ska städas, sedan städas alla sträckor och sist genomförs nya mätningar på de sträckor som har städats. Mätningarna före städningen behöver visa eventuella skillnader mellan de valda sträckorna för att minska risken att sträckan påverkas mer än städmaskinen.

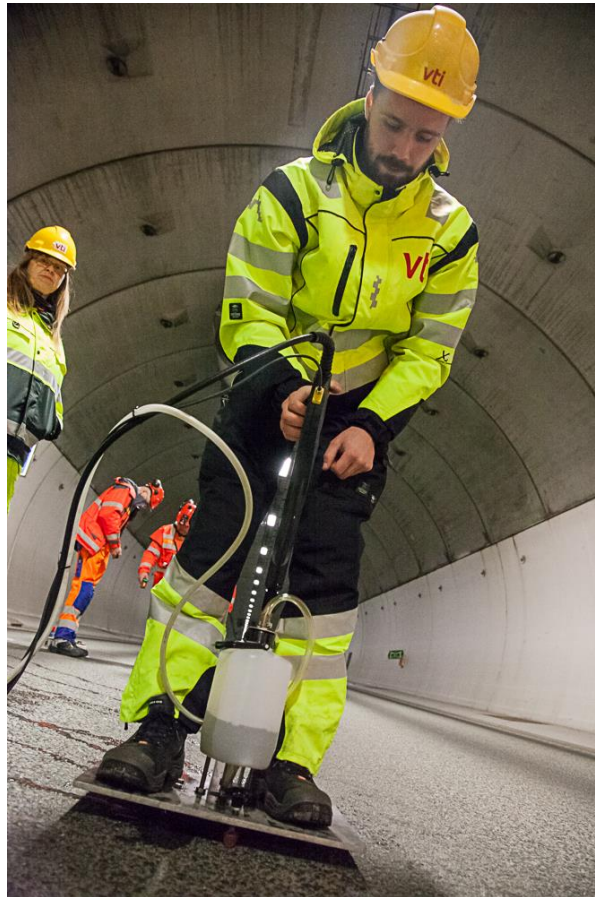


Figur 1. Mätgatornas placering i Trondheim och en av städmaskinerna under städning i tunnelmiljön (Källa: Google Maps, Foto: Mats Gustafsson, VTI).

## 2.1. Wet Dust Sampler – beskrivning av instrumentet

I detta projekt är det av stor vikt att insamlingen av prov kan ske under våta förhållanden i och med att städningen sker med vatten och vägbanan således är våt vid provtagning efter städning.

WDS tvättar upp och provtar damm på en liten yta av vägen med hjälp av en högtryckstvätt, som kopplats till en provtagningsenhet (se Figur 2). Sprutbildens, det vill säga formen på den yta som tvättas av strålen, är bottenytan av en fylld kon (41 cm<sup>2</sup>). Tvättvolymen (ca 400 ml) i varje ”skott” styrs av en kontrollenhet, som även startar en luftkompressor en viss tid efter tvättens start, för att trycka ut provet från provtagningsenheten till provflaskan.



Figur 2. Provtagning med Wet Dust Sampler (WDS) (Foto: Mats Gustafsson, VTI).

### 2.1.1. Analys av proverna

De prover som samlats in med WDS består av plastdunkar med destillerat vatten och vägdamm. Dessa prover analyseras genom att de skakas för hand direkt före analys, för att undvika att en del vägdamm stannar kvar i provbehållaren. Blandningen siktas först genom en 180 µm-sikt. Detta för att undvika oproportionerligt bidrag från enstaka större korn och då detta är den största storlek som kan användas för bestämning av storleksfördelning i den ursprungliga lasergranulometer som använts sedan WDS-provtagningarna startade. Provet vägs och filtreras sedan med hjälp av undertryck och vägdammets samlas upp på filterpapper. Filter torkas, konditioneras, vägs och bränns, varefter kvarvarande inorganiskt material vägs. Av relationerna mellan vattenmängd, provvikt och vikten av den inorganiska delen beräknas DL180 (Dust Load <180 µm) och organisk andel.

Ur provflaskor från provytor mellan hjulspår på respektive mätplats togs prov på 50 ml ut för storleksanalys med en lasergranulometer Malvern Mastersizer 3000. Genom att kombinera DL180 med storleksfördelningen beräknas DL10 (Dust Load <10 µm). Lasergranulometerns definition av



partikeldiameter är inte densamma som den aerodynamiska diameter som används för 10 µm i måttet PM<sub>10</sub> varför måtten inte är direkt jämförbara. Övrigt provvatten filtrerades genom filter av typen Munktell 001 (retention rate 2–3 µm). Filtren placerades i invägda deglar och brändes vid 550°C varefter mängden oorganiskt material kunde beräknas.

## 2.2. Mätplan

Både tunneln och gatan är uppdelad i tre fält där mätningar sker före och efter städning med respektive maskin. Mätningen direkt efter städningen förskjuts bakåt i färdriktningen, för att undvika att prover tas på samma plats där vägdammets redan har samlats in och för att den efterföljande provytan inte ska kunna påverkas av att trafik drar med sig vatten från föregående provyta. I detta fall var trafiken avstängd och det har inte körts mer än något enstaka fordon på ytan mellan mätningarna, men metoden har trots det följts. För att få ett representativt prov har sex ”skott” längs varje provyta samlats i ett prov, då småskaliga skillnader i vägdammsförråd längs vägen inte ska studeras, utan istället den samlade bilden av respektive yta. De olika placeringarna tvärs vägbanan har dock hållits konstant inom varje prov, så att provet representerar till exempel situationen i hjulspåret eller i vägkanten, se Figur 4.

Mängden vatten som finns kvar efter rengöring skiljer sig mellan de olika fordonen, och har mätts upp med Wettex-metoden av Statens vegvesen, se Figur 3.

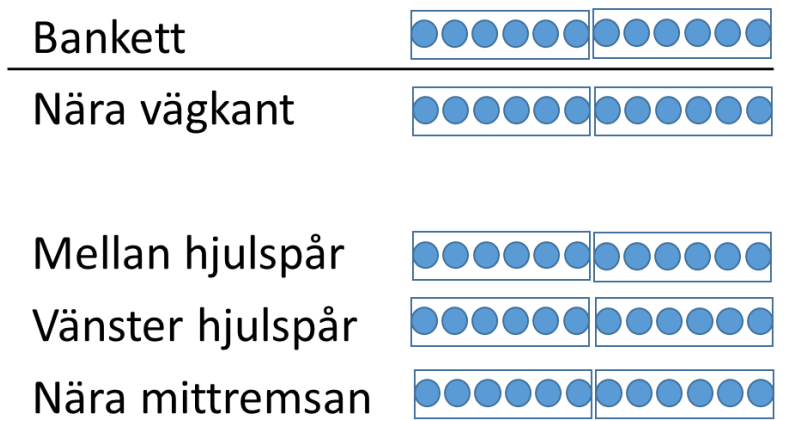


Figur 3. Personal från Statens vegvesen tar Wettex-prover (Foto: Mats Gustafsson, VTI).

### 2.2.1. Tunnel

Strindheimtunnelen är en vägtunnel i centrala Trondheim, med hastighetsgräns 80 km/h och en mer detaljerad beskrivning finns i den centrala rapporten (Snilsberg och Gryteselv, 2015). I tunneln tvättas inte bara vägbanan med städmaskinerna, utan också väggar och tak. Det används också tvättmedel, vilket inte används i gatumiljö (Snilsberg och Gryteselv, 2015). I tunneln tas prover nära mittmarkeringen mellan filerna, i vänster hjulspår, mellan hjulspåren, nära vägkant och på banketten, det vill säga den förhöjning längs hela tunneln som liknar en trottoar, se Figur 4 eller 5. Varje provtagning (före och efter städning på tre mätplatser) gjordes med 2 prover à 6 WDS-skott på varje provyta, tagna i direkt anslutning till varandra. Totalt togs 20 prover med totalt 120 skott per mätplats,

det vill säga 60 prover totalt i tunneln. Hälften av proverna togs före rengöring och hälften efter rengöring.



Figur 4. Principskiss för provtagning i tunneln där varje blå cirkel är ett "skott" och sex av dessa skott har samlats i en provflaska (inringade med en blå ruta).



Figur 5. Provtagning i hjulspår i Strindheimstunellen. Restvatten i provpunkter från provytorna mellan hjulspår och vid väggkant ses också i bilden (Foto: Mats Gustafsson, VTI).

### 2.2.2. Gata

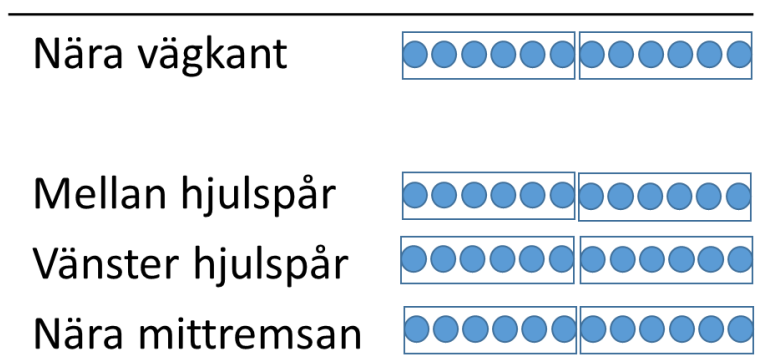
Haakon VII gate är en rak gata med relativt få avtagsvägar förbi ett köpcentrum, vilket underlättar mätning under nattetid då trafiken av naturliga skäl är begränsad utanför affärernas öppettider (Figur 6). Mätning har skett längs den körriktning av vägen som ligger i anslutning till ett antal fotbollsplaner och därför saknar avtagsvägar. I den andra körriktningen kan man köra in till de olika affärerna, vilket eventuellt kan påverka fördelningen av vägdamms på vägbanan. Hastighetsgränsen är 50 km/h.





Figur 6. Provtagning i provytan mellan hjulspår på Haakon VII gate (Foto: Mats Gustafsson, VTI).

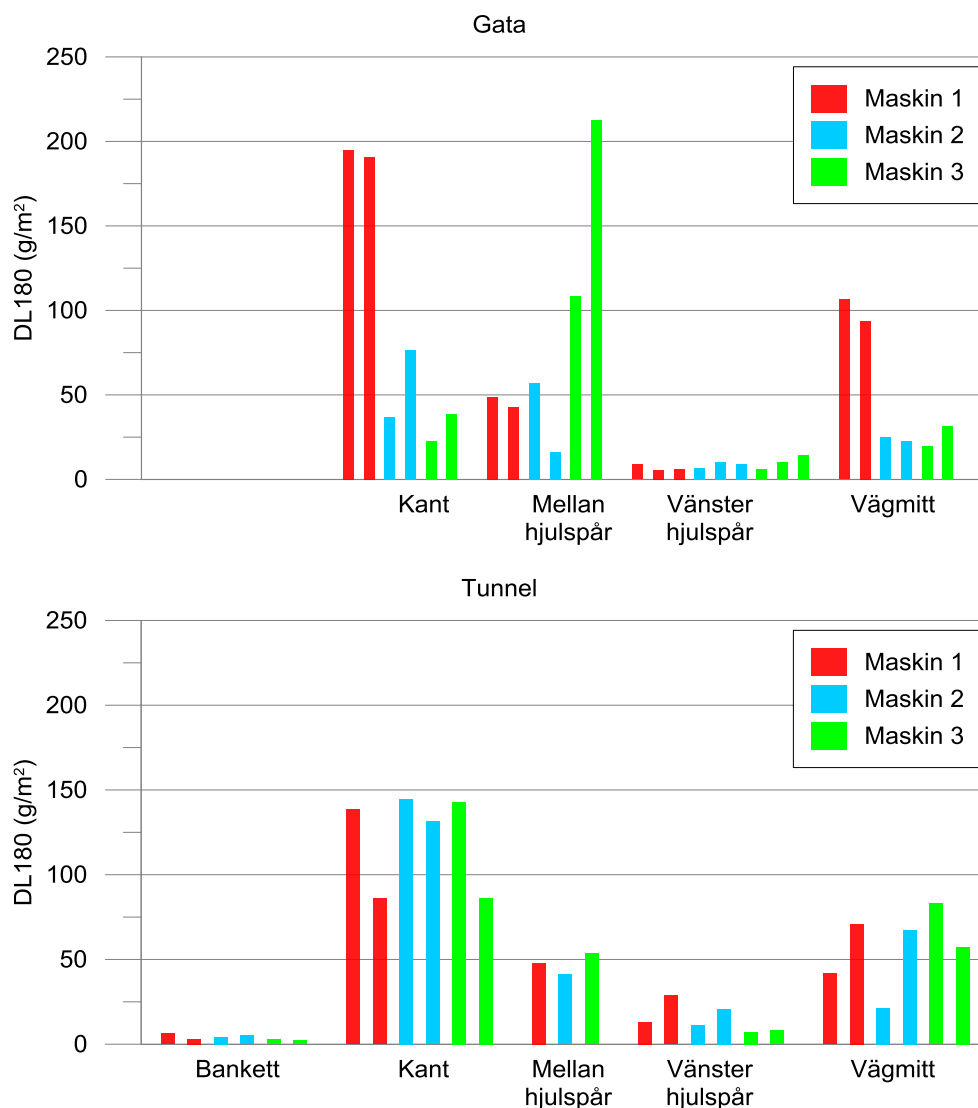
På gatan finns ingen trottoar eller bankett, och de prover som tas är väggkant, mellan hjulspår, vänster hjulspår och vägmitt. Varje provtagning (före och efter städning på tre mätplatser) gjordes med 2 prover à 6 WDS-skott i varje provyta, vilket resulterade i 16 prover, eller 96 skott per mätplats, det vill säga 48 prover totalt på vägen. Hälften av dessa prover tog före rengöring och hälften efter rengöring, se Figur 7.



Figur 7. Principskiss för provtagning på gatan där varje blå cirkel är ett "skott" och sex av dessa skott har samlats i en provflaska (inringade med en blå ruta).

### 3. Resultat och diskussion

Mätningarna visar att situationen varierar längs vägsträckorna redan innan rengöring. Detta gäller främst för gatumiljön medan tunnelmiljön är mer kontinuerlig i längsriktningen, se Figur 8, där mängden vägdamm i respektive prov i alla mätningar före städning visas. Detta beror sannolikt på att gatan har avtagsvägar, mer filbyten och är utsatt för nederbörd och vind i större utsträckning än i tunneln. Vad som däremot är tydligt är att vägdammsförrådet är litet i hjulspåret för båda vägmiljöerna och högre i delar av vägen där fordonens hjul inte verka.



Figur 8. Fördelningen av vägdamm före städning för alla mätplatser. Varje maskin motsvarar en mätsträcka.

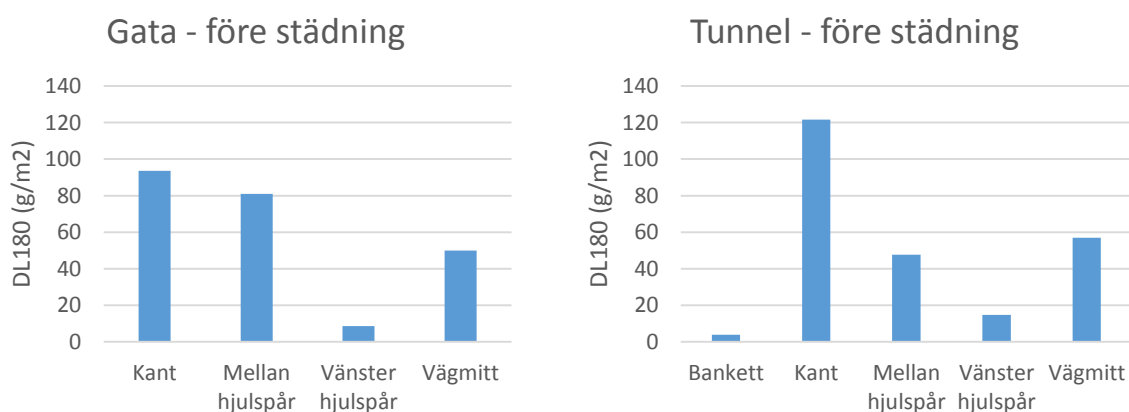
För sträcka 1 (maskin 1) på gatan är förrådet mycket stort i kanten av vägen, Figur 8. Här låg alldeles intill kantstenen ofta en större mängd vägdamm/grus, se Figur 9. Detta material kan vid rengöring delvis borstas ut på vägbanan och påverka förrådet av vägdamm på övriga provytor efter städning. Provtagningen vid vägkanten har dock skett innanför den påtagliga dammansamlingen, då WDS ståplatta inte tillåter provtagning närmre än ca 15 cm från kantstenen. Mellan hjulspåren och mellan körbanorna (vägmitt) är förrådet relativt stort, medan hjulspåret har låga vägdammsförråd. För alla tre mätningarna visar duplikatprovet samma resultat som den första mätningen. På sträcka 3 (maskin 3) är dammförrådet stort mellan hjulspåren, och här finns också en stor skillnad mellan duplikatproven. Sträcka 2 (maskin 2) har relativt stor skillnad mellan duplikatproven för de större förråden, det vill

såga kanten och mellan hjulspår. Sträcka 2 har i genomsnitt lägre damnmängder än sträcka 1 och 3. Både sträcka 2 och 3 har mindre vägdammsförråd i vägmitt än sträcka 1. Medelvärdena av de två duplikaten kan dock ge en god bild av vägdammsförrådet på plats, och i Figur 10 visas ett medelvärde före rengöring över alla tre vägsträckorna i respektive tunnel och gata.



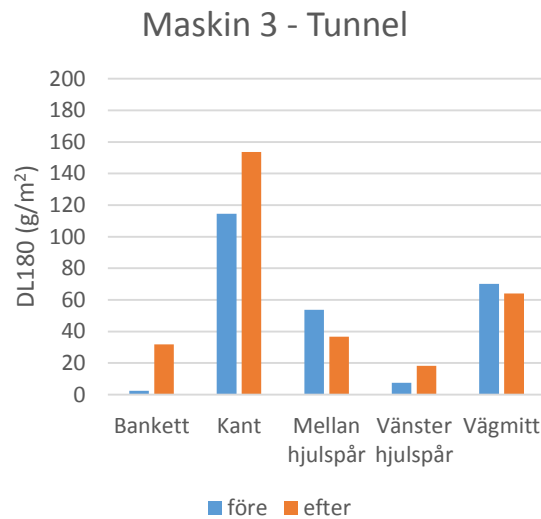
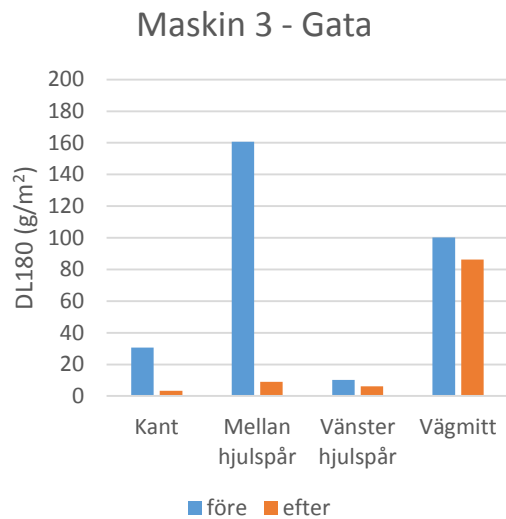
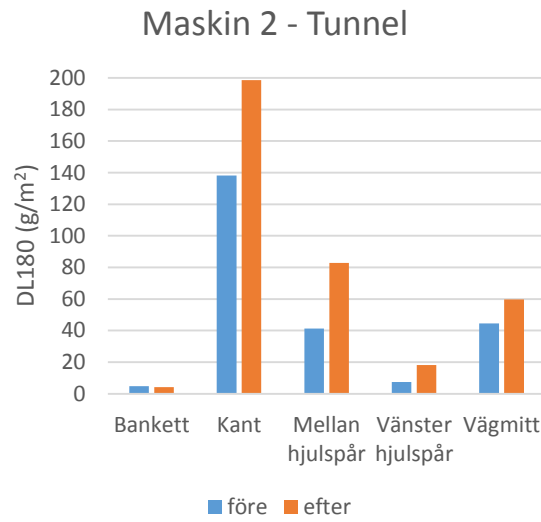
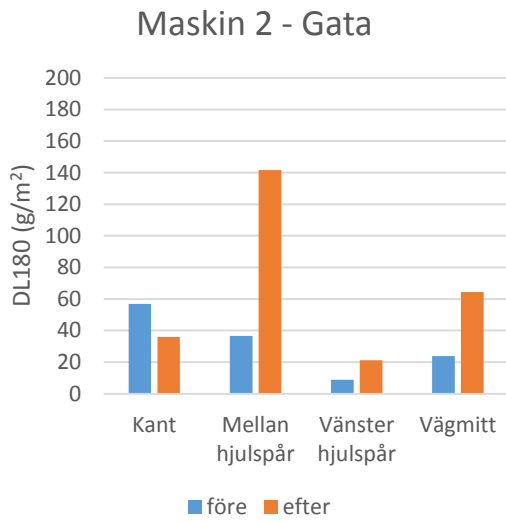
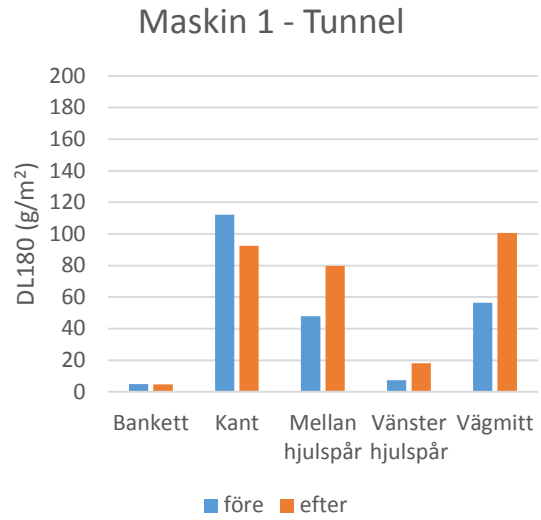
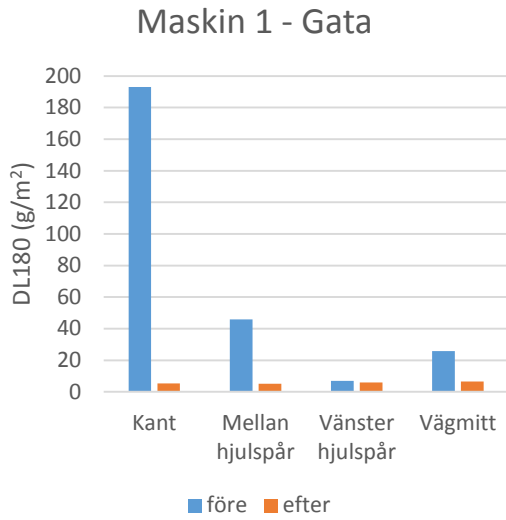
Figur 9. Stora mängder vägdamm har ansamlats vid kantstenen på Haakon VII gate (Foto: Mats Gustafsson, VTI).

Trots de höga halterna av damm mycket nära kantstenen på sträcka 1 i gatumiljön är damnmängden i medeltal högre vid kanten i tunneln. I tunneln har vi också banketten, som är slätare i sin struktur och inte utsätts för direkt trafik, och med mycket små dammförråd. Tydligt för alla mätplatser är de lägre dammförråden i hjulspåren, vilket är den bild vi ser i de flesta mätningar.



Figur 10. Mängden vägdamm för olika lägen i medel över väglängden för gatan och tunneln.

Effekten av städning visas i Figur 11 genom medelvärdet av vägdammsförrådet DL180 för de olika lägena på respektive sträcka före och efter städning. Datat redovisas också i tabellform i Tabell 1. Det är tydligt att städningen i tunneln ökade vägdammsförrådet i de flesta försöken, medan städningen på gatan minskade förrådet för maskin 1 och 3, medan maskin 2 endast minskade förrådet i vägkant och ökade förrådet i övriga lägen.



Figur 11. Vägdammsförrådet för de fem lägena tvärs tunneln och för fyra lägena tvärs gatan för all tre maskinerna.

Städningen med maskin 1 är i tunneln, se Figur 11, positiv för vägdamm i kanten av vägen, men för övriga platser ökar dammängden. På gatan ser vi å andra sidan att dammängden minskar stort för alla lägen tvärs vägen. Minskningen är där i genomsnitt 92 %.

Maskin 2 ger i tunnelförsöken en ökad mängd vägdamm för alla lägen tvärs vägen, vilket också är fallet för de flesta tvärlägen på gatan. Endast banketten har samma låga mängd vägdamm som före städningen. På gatan minskar dammförrådet i vägkanten något, medan övriga lägen ger ökade mängder.

Tunnelförsöken avseende maskin 3 ger ökade förråd både på banketten, i kanten, och i hjulspåret, medan förråden minskar något mellan hjulspår och i vägmitt. Gatuförsöket ger å andra sidan minskade förråd för alla lägen, framförallt mellan hjulspår. Det finns också en del vägdamm kvar i vägmitt. Minskningen på gatan är i genomsnitt 65 %.

Sammanfattningsvis ger städningen små eller negativa effekter på vägdammsförrådet i tunneln, medan både städmaskin 1 och 3 ger tydliga rengöringseffekter på förråden i gatumiljön. Då variationen över vägytan är stor, kan sopande maskiner ibland omfördela dammet på vägytan. Finare damm som inte maskinen klarar att ta upp kan därför öka dammängderna på ytor med lite damm före städning.

Före städning finns ett tydligt mönster på mätplatserna, med lägre dammängder i hjulspår vilket, i de fall städningen gett ett negativt resultat, kvarstår efter städning. Detta tyder på att städmaskinerna inte förmått ta upp dammet i ytans textur medan WDS tar upp mer material, vilket kan bero på att dammet är mer uppblött och lättillgängligt. I de fall då städningen varit effektiv och/eller att damm tillförts från städningen av väggar och tak i tunneln är dammängderna utjämnade över ytan (se till exempel resultaten från Maskin 1 på gatan i Figur 11).

Tabell 1. DL180 uppmätt före och efter städning med de tre olika maskinerna, uppdelat på försöket på gata och i tunnel.

	Maskin 1		Maskin 2		Maskin 3	
	före	efter	före	efter	före	efter
<b>Gata</b>	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]
<b>Kant</b>	193	5,2	57	36	31	3,4
<b>Mellan hjulspår</b>	46	5,1	67	142	161	9
<b>Vänster hjulspår</b>	6,9	6	8,7	21	10	6,1
<b>Vägmitt</b>	26	6,5	24	64	100	86
<b>Tunnel</b>						
<b>Bankett</b>	4,8	4,8	4,8	4,1	2,4	32
<b>Kant</b>	112	83	138	198	115	154
<b>Mellan hjulspår</b>	48	80	41	83	54	37
<b>Vänster hjulspår</b>	7,4	18	7,4	18	7,4	18
<b>Vägmitt</b>	56	101	44	60	70	64

I tunnelmiljön minskar städningen inte vägdammsförrådet och ofta till och med ökar det. Om det antas att mätpunkterna sammantaget representerar hela den tvättade ytan, kräver en genomsnittlig ökning av dammängden ett tillskott av damm. Detta tillskott kan antingen tillföras från andra källor eller vara damm på vägytan som WDS inte klarat att provta före städningen. Då även tak och väggar städas samtidigt som vägytan kan en källa vara damm från dessa ytor som sköljs ner på vägbanan.

Användningen av tvättmedel i tunneln kan ha tillgängliggjort damm i vägytans textur som WDS inte lyckades provta före städningen, men som kunde tas upp efter. Detta kan förklara varför städningen var effektiv på gatan där tvättmedel inte användes, men ineffektiv i tunneln där tvättmedel kan ha tillgängliggjort en större del av dammet. Att damm cementerar i vägytans textur genom inverkan av vatten och trafik är väl känt och har observerats vid tidigare mätningar med WDS, men även i

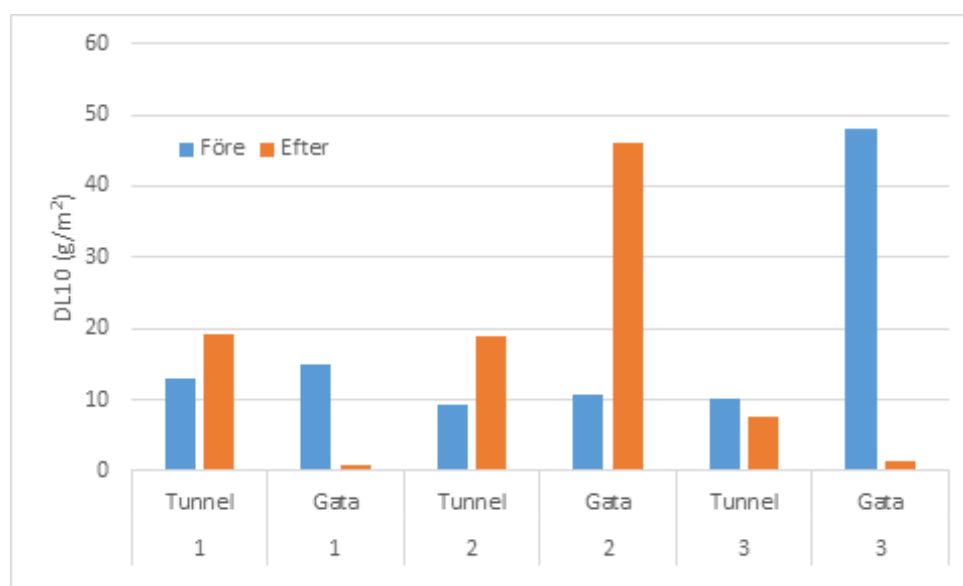


tunnelmiljön i Trondheim. Möjligen kan tvättmedel från tidigare tunneltvättar även påverka denna cementering. Texturen kan även påverka städningens effektivitet, genom att en grov textur kan försvåra för städmaskiner att ta upp lika mycket finmaterial från vägytan som en fin textur.

### 3.1. Vägdammsförråd av mindre partiklar

De partiklar som ingår i  $PM_{10}$  är mindre än  $10\ \mu m$  och därmed en delmängd av DL180. Den grövre delen av DL180 kan bidra till  $PM_{10}$  genom att de successivt mals ned av trafiken och därefter suspenderas till luften. För att underlätta en beskrivning av förrådet av partiklar som direkt kan bidra till  $PM_{10}$ -halterna har storleksfördelningen av partiklarna i DL180 analyserats med en lasergranulometer. Detta instrument definierar inte partikeldiameter på samma sätt som man gör i definitionen av  $PM_{10}$  (aerodynamisk diameter), varför jämförelser bör göras med en viss försiktighet. Lasergranulometerns data utnyttjats för att studera vilken andel av DL180 som utgörs av partiklar i samma storlekskategori som  $PM_{10}$ , här kallat DL10. Analysen har gjorts för proverna som har tagits mellan hjulspåren i de olika försöken.

Beräkningen av DL10 baseras på DL180 tillsammans med lasergranulometerns analys av andelen partiklar mindre än  $10\ \mu m$  i diameter. Andelen DL10 av DL180 är mindre i tunnelförsöken än i gatumiljön; 7-20% i tunneln och 15-33% i gatumiljön. Andelen DL10 av DL180 har också sjunkit i gatumiljön vid städningen med maskin 1 och 3. Den resulterade DL10 i ett av proverna mellan hjulspår för alla mätplatser visas i figur 12. Den stora minskningen av DL10 har skett vid städning med maskin 1 och maskin 3 i gatumiljö, medan maskin 2 ger ökade förråd av DL10 i båda miljöerna, vilket är samstämmigt med resultatet för DL180 mellan hjulspår.

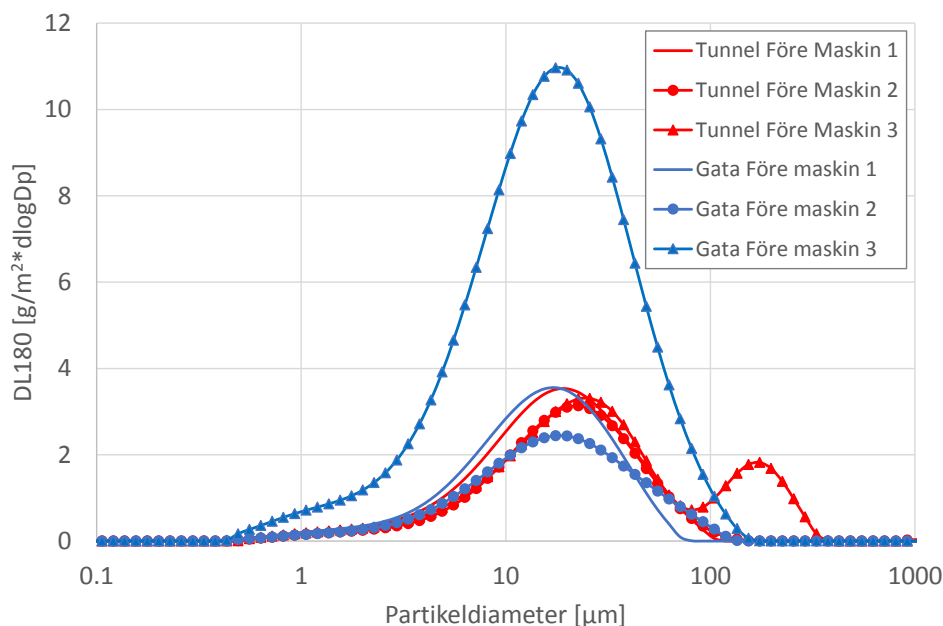


Figur 12. Vägdammsförrådet med mindre partiklar, DL10, mellan hjulspår i de sex försöken.

### 3.2. Partikelstorleksfördelningar för vägdamm

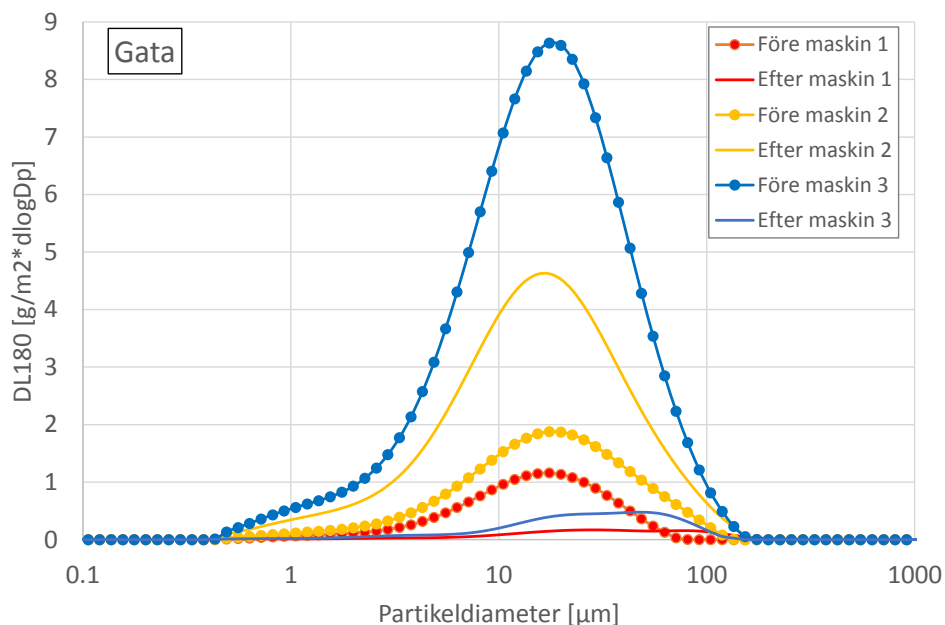
Storleken på de partiklar som finns i vägdammsproverna har analyserats med lasergranulometer, där andelen partiklar i varje storleksintervall anges. Resultatet har sedan multiplicerats med DL180 för respektive prov och DL180 fördelat på olika partikelstorlekar visas i gatumiljö i Figur 14 och i tunnelmiljö i Figur 16. Partiklarna har ett storleksmaximum runt ca  $20\ \mu m$ . I kurvan för ”Tunnel före Maskin 3” finns en sekundär grövre topp (Figur 13 och 16). Denna är sannolikt resultatet av ett mät- eller analysfel, då partiklar större än  $180\ \mu m$  ska ha siktats bort i dessa prover.



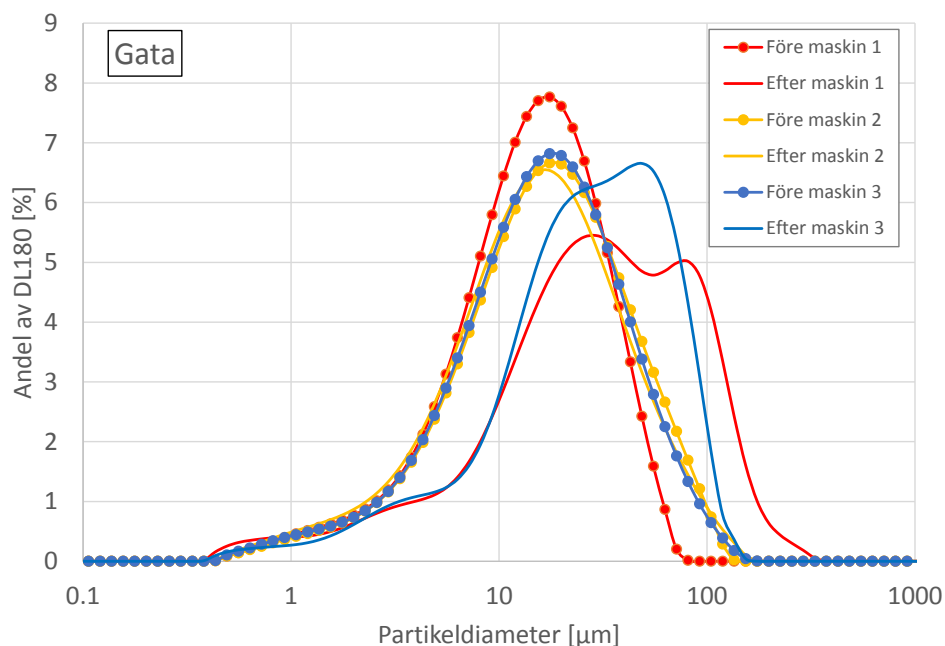


Figur 13. Partikelstorleksfördelningen (<180  $\mu\text{m}$ ) före städning för partikelprover tagna mellan hjulspår i Strindheimstunellen (röd) respektive på Hakon VII gate (blå).

Som tidigare visat var städningen mest effektiv för maskinerna 1 och 3 på Haakon VII gate, se Figur 11. Det kvarvarande vägdammets storleksfördelning mot grövre fraktioner medan formen på storleksfördelningen för maskin 2 var i princip oförändrad (se Figur 14). Resultaten tyder alltså på att maskinerna som är effektiva, är något mer effektiva för finare fraktioner inom DL180. Observera dock att den sekundära grövre toppen i kurvan ”Före maskin 3 ” i Figur 13 och 16 sannolikt är felaktig.

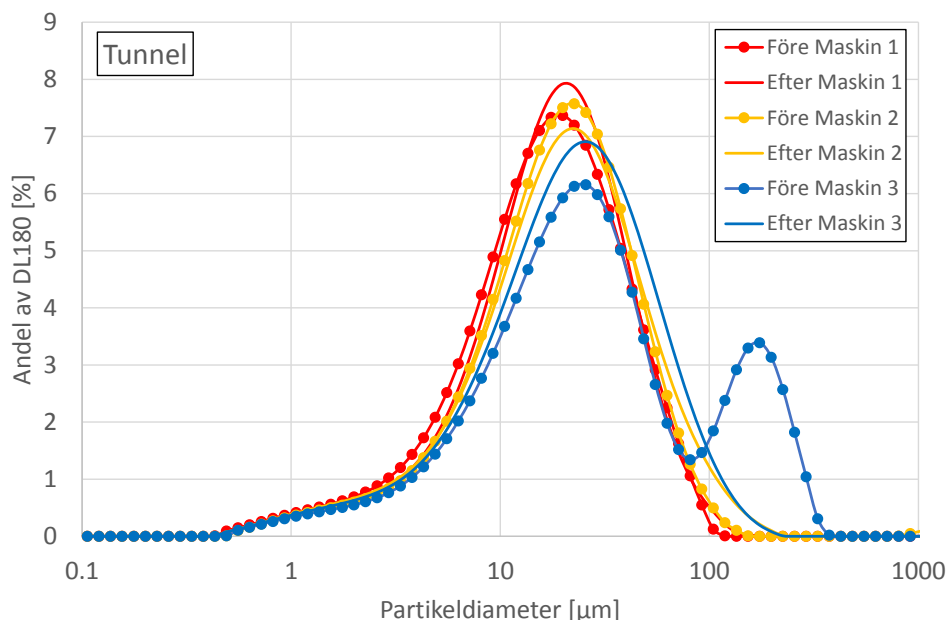


Figur 14. Partikelstorleksfördelningen, (<DL180) för partikelprover tagna mellan hjulspår på Haakon VII gate före och efter städning. Före är markerat med punkt och efter endast med linje, sträcka 1 är röd, sträcka 2 är gul och sträcka 3 är blå.



Figur 15. Den relativa partikelstorleksfördelningen (<180  $\mu\text{m}$ ) för partikelprover tagna mellan hjulspår på Haakon VII gate före och efter städning. Före är markerat med punkt och efter endast med linje, sträcka 1 är röd, sträcka 2 är gul och sträcka 3 är blå.

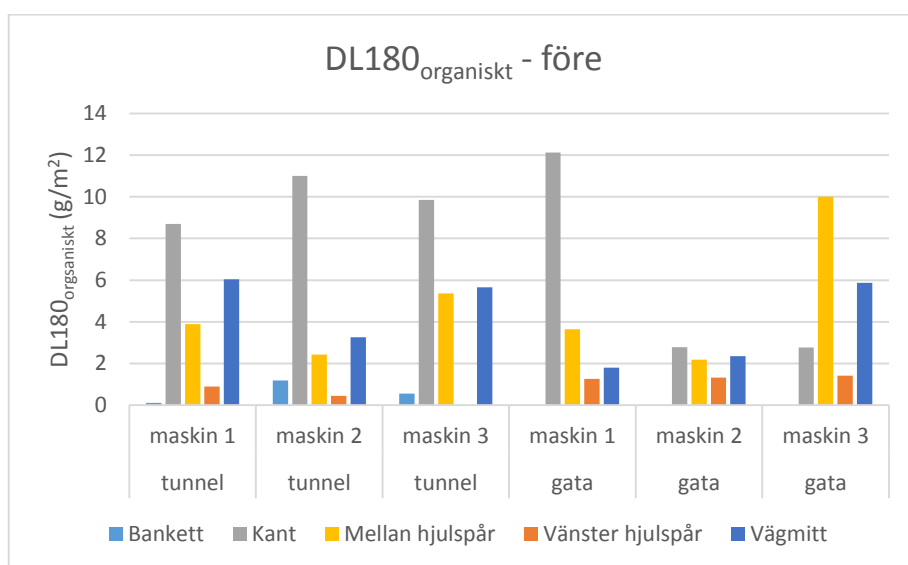
För tunnelmätningarna (se Figur 16), där vägdammsförrådet ökade mellan hjulspår efter städning med maskin 1 och 2 har storleksfördelningen i princip inte ändrats. Partiklarna i toppen kring 20  $\mu\text{m}$  är något grövre (förskjutna mot större diameter i figuren) för sträckan där maskin 3 testades, både före och efter städning. Före städning visas i figur 13 att partiklarna är något grövre i tunnelmiljön än på gatan.



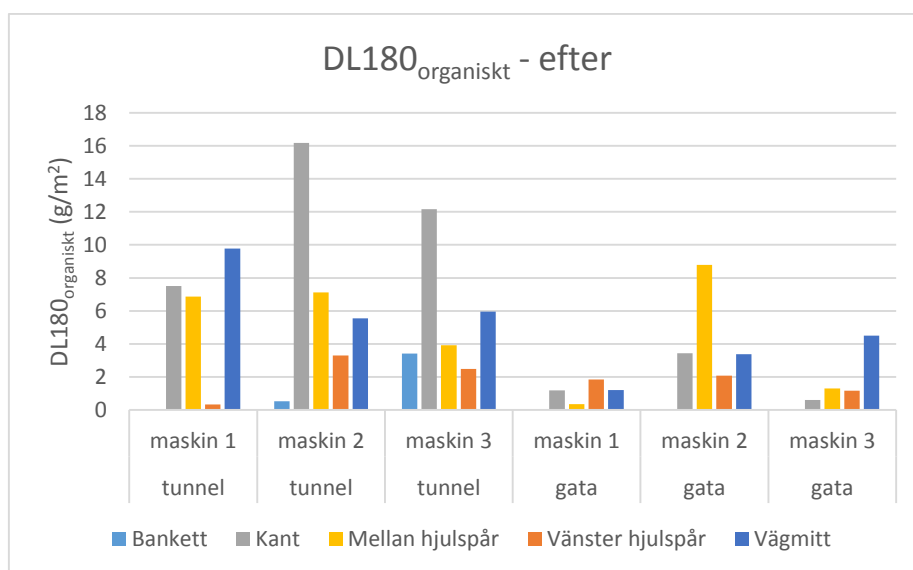
Figur 16. Den relativa partikelstorleksfördelningen (<180  $\mu\text{m}$ ) för partikelprover tagna mellan hjulspår i Strindheimstunellen före och efter städning. Före är markerat med punkt och efter endast med linje, sträcka 1 är röd, sträcka 2 är gul och sträcka 3 är blå.

### 3.3. Organiskt material i vägdamm

I och med att det organiska materialet bränns bort i analysen kan även det organiska vägdammets skiljas ut från den genomförda analysen, och rapporteras här. Denna del av metoden är inte kontrollerad på samma noggranna nivå som den inorganiska; DL180. Dock visar figur 17 att före städning har framförallt kanten i tunneln och delvis på gatan relativt mycket organiskt material på vägbanan. Det organiska materialet visar, på samma sätt som för det inorganiska som presenterats tidigare i rapporten, en större likhet mellan de olika mätsträckorna före städning i tunneln än på gatan. Figur 18 visar DL180<sub>organiskt</sub> efter städning. Det går inte att se några tydliga mönster i skillnader mellan före och efter städningen i dessa data, annat än att mängderna organiskt material är lägre på de ytor där maskinerna varit effektiva. Andelsmässigt varierar halten organiskt material generellt mellan någon upp till knappt 25 %, men de flesta värdena varierar mellan 5-10 %.



Figur17. Organiskt vägdamm uppmätt före städning för alla sträckorna.



Figur18. Organiskt vägdamm uppmätt efter städning för alla sträckorna.

### 3.4. Vägytans textur

Vägytans textur kan påverka mängden vägdamm i ytan samt hur effektiv städningen blir. Den kan även påverka provtagningens effektivitet. En grov textur (hög mean profile depth, MPD) medför att damm kan gömmas djupare ner i texturen och inte nås av städmetoden. Om provtagningen med WDS samtidigt är effektivare än städmetoden kan därför skillnaden mellan före- och eftermätningen antas vara liten, särskilt då WDS-proverna analyseras avseende DL180, det vill säga förhållandevis små partiklar som sannolikt lättare cementerar i beläggningsens textur.

Figur 19 visar texturen (MPD) i hjulspår och mellan hjulspår i tunnel och på gata före och efter städning. Texturen på ytorna på gatan är lägre, särskilt mellan hjulspår. Som synes i Figur 11 är det denna yta som maskin 1 och 3 städar effektivast. Skillnaderna mellan de tre fälten är dock inte konsekvent för hjulspår och mellan hjulspår och det är inte sannolikt att skillnaderna mellan maskinernas tvätteffekt avgjorts av dessa texturskillnader. Från Figur 19 ser vi också att texturen i tunnelmiljön blir något grövre efter städning både mellan hjulspår och i höger hjulspår. Detta ser vi inte i gatumiljön och inte heller i vänster hjulspår i tunneln. Den grövre texturen efter städning skulle kunna betyda att städningen har kommit åt att rengöra från vägdamm längst ner i texturen. Detta stödjer tesen att en större mängd av det otillgängliga vägdamm i tunneln tillgängliggörs av städningen, till exempel via inverkan av tvättmedel.



Figur19. Textur (MPD = mean profile depth) uppmätt före och efter städning i två ytor på gatan och tre ytor i tunneln.

---

## 4. Slutsatser

---

Effekten av städning skiljer sig i försöken mellan tunnelmiljön och gatumiljön, där vägdammsförrådet minskar på gatans beläggning för två av maskinerna, men generellt ökar på beläggningen i tunneln. En sannolikt viktig skillnad mellan städningen i de båda miljöerna är att i tunneln städas, förutom vägytan, också väggar och tak. Dessa ytor städas med tvättmedel, som rinner över vägbanan efter tvätt. Från väggar och tak kan mindre partiklar spolats ner och bidra till dammförrådet på vägytan efter städning. Det är också möjligt att de tvättmedel som används vid tunnelstädning löser upp cementerat damm i vägytans textur bättre, vilket kan ge mer lättillgängligt vägdammsförråd efter städning i tunneln. Ett annat möjligt skäl är att den grövre texturen i tunnelmiljön kan medföra att städningen har svårare att komma åt vägdammet.

Skillnaden mellan de olika maskinerna är tydligast i gatumiljön där maskin 2 inte lyckades minska förråden, medan maskin 1 och 3 minskade förråden påtagligt. Vägdammsförrådet i tunneln ökade också mest vid städning med maskin 2, men här var skillnaden mellan maskinerna mindre.

Andelen DL10 av DL180 minskar i gatumiljö med städmaskin 1 och 3, medan andelen DL10 inte påverkas av städningen i tunneln. Storleksfördelningen av vägdammspartiklar påverkas inte av städningen i tunneln medan städningen av maskin 1 och 3 i gatumiljön minskar mängden av de mindre partiklarna kraftigare än de grövre (inom DL180). Den organiska andelen i DL180 varierar mellan några få procent i hjulspår till runt 20 %. Då information om skillnader i städteknik inte varit tillgänglig har inga slutsatser kunnat kopplas till dessa aspekter.

---

## Referenser

---

Amato F, Querol X, Johansson C, Nagl C, Alastuey A. A review on the effectiveness of street sweeping, washing and dust suppressants as urban PM control methods. *Science of the Total Environment* 2010; 408: 3070–3084.

Gustafsson M, Bennet C, Blomqvist G, Johansson C, Norman M, Sjövall B. Utvärdering av städmaskiners förmåga att minska PM10-halter. VTI Rapport 707. VTI - Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, 2011.

Gustafsson M, Blomqvist G, Jonsson P. Damningsminimerad vinter- och barmarksdrift av belagda vägar. Mått, medel och strategier. VTI rapport 701. VTI - Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, 2009, pp. 90.

Jonsson P, Blomqvist G, Gustafsson M. Wet Dust Sampler: Technological Innovation for Sampling Particles and Salt on Road Surface. *Seventh International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, Transportation Research Circular 2008; E-C126: 102-111.*

Norman M, Johansson C: Studies of some measures to reduce road dust emissions from paved roads in Scandinavia. *Atmospheric Environment* 2006; 40: 6154-6164.

Snilsberg B, Gryteselv D: Renholdsforsøk i Trondheim - 20.-21. april 2015 i Strindheimtunnelen og Haakon VII gate, 2015





VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE  
LINKÖPING  
SE-581 95 LINKÖPING  
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM  
Box 55685  
SE-102 15 STOCKHOLM  
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG  
Box 8072  
SE-402 78 GOTHENBURG  
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE  
Box 920  
SE-781 29 BORLÄNGE  
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND  
Medicon Village AB  
SE-223 81 LUND  
PHONE +46 (0)46-540 75 00







## Vedlegg 8: Sikkerhetsdatablad på maling i Strindheimtunnelen

### Tekniske data

## JOTAPROFF PVA 07



F010111 12.2012

JOTAPROFF PVA 07 er en vanntynnet, løsemiddelfri dispersjonsmaling til innendørs bruk. Benyttes som mellom- og toppstrøk på vegger av puss, betong, sandsparkel, bygningsplater, glassfiberstrie/-filt papir m.m.

### FYSIKALSKE DATA:

Type.....	PVA-kopolymer dispersjonsmaling
Farger.....	Hvit base, A, B og C base Ferdigfarger i 471, NCS S 0500, NCS S 0502Y Hvit base er en fullpigmentert hvitfarge. Kjøpes Hvit base som hvit skal den IKKE blandes over Jotun Multicolor. Alle andre fargeresepter skal blandes over Jotun Multicolor.
Glans.....	07 silkematt
Viskositet.....	160 cP, 118 K.U.
Litervekt.....	1,36
Tørrestoff i volum % .....	40

### BRUKSDATA:

Anbefalt forbruk.....	7-10m <sup>2</sup> /liter
Påføringsmetode.....	Rull, pensel eller høytrykkssprøyte
Veiledende data for høytrykkssprøyte:	
Dyse.....	0,46-0,53mm / 0,018"-0,021"
Viftevinkel.....	65-80 grader
Malingtrykk.....	Min 15 MPa / Min 150 kg/cm <sup>2</sup>
Tørretider (v/23 gr.C, 50% R.H.):	
Støvtørr.....	Ca. 1 time
Min. intervall for overmaling.....	Ca. 3 timer
Brukstørr, minimum.....	Ca 24 timer
	Avviker ved temperatur, fuktighet, ventilasjon og filmtykkelse
Tynner/Rengjøringsmiddel.....	Tynner: Vann Rengjøring: JOTUN PENSELRENS og vann

### SIKERHETSDATA:

Det er utarbeidet sikkerhetsdatablad for produktet.  
EU grenseverdi for produktet(kat. A/a): 30 g/l (2010). Produktet inneholder maks 1 g/l VOC.

### BRANNFAREKLASSE:

Norge..... -

## DIVERSE:

Brekking.....	Inntil 10% med Jotun Brekkfarger
Emballasjestørrelser.....	3 og 10 liter
Anmerkning.....	Underlagets og luftens temperatur må være min. +10 °C. Må fraktes og oppbevares frostfritt. Innhold i emballasje med forskjellige produksjonsnummer blandes sammen før bruk for å unngå fargeforskjell. BASER MÅ IKKE BENYTTES UBLANDET.

---

## BRUKSANVISNING:

**FORARBEID:** Flatene skal være faste, rene og tørre.

**FORBEHANDLING:** Rengjør med JOTUN HUSVASK. Skyll med vann. Bart jern og spikerhoder grunnes med BENGALACK METALLGRUNNING ARCANOL.

**GRUNNING: Tidligere malt:** Gammel blank og halvblank maling grunnes med JOTUN HEFTGRUNNING V. Andre tidligere malte flater mattes ned med egnet slipepapir og avstøves.

**Tak misfarget av sot, nikotin e.l.:**  
Grunnes med JOTUN GRUNNING FOR SPERRING/ISOLERING.

**BRUKSMÅTE:** JOTAPROFF PVA 07 påføres best med rull, men pensel og høytrykkssprøyte kan også benyttes. Påføres fylldig og jevnt.

**MELLOMSTRØK/TOPPSTRØK:** 2 strøk JOTAPROFF PVA 07. På sugende, porøse underlag anbefales det å male 3 strøk for å unngå skjolder.

**MILJØMERKING:**  
JOTAPROFF PVA 07 er godkjent av Miljømerking Norge, og tilfredsstillende kravene til miljømerkene Svanen og EU-blomsten.



## AVFALLSHÅNDTERING:

Flytende maling må ikke tømmes i kloakkavløp, men leveres til lokal miljøstasjon.



---

Opplysninger på dette databladet er basert på omfattende laboratorieprøver og praktisk erfaring. Etersom de forhold produktet benyttes under ofte ligger utenfor vår kontroll, kan vi ikke garantere annet enn produktets kvalitet. Man forbeholder seg retten til uten varsel å endre de oppgitte data.  
Maling kan betraktes som et halvfabrikat. Resultatet er avhengig av konstruksjon, underlagets beskaffenhet, forbehandling, temperatur, luftfuktighet, påføring osv.  
Be om ytterligere informasjon.

---

## Tekniske data

# JOTAPROFF PVA 20



F010112 12.2012

JOTAPROFF PVA 20 er en løsemiddelfri halvblank PVA-kopolymer dispersjonsmaling for innendørs bruk. Benyttes som understrøk, dekkstrøk på vegger og tak av puss, betong, sandsparkel, bygningsplater, glassfiberstrie, papir m.m.

### FYSIKALSKE DATA:

Type.....	PVA-kopolymer dispersjonsmaling
Farger.....	Hvit base, A, B, C base. Hvit base er en fullpigmentert hvitfarge. Kjøpes Hvit base som hvit skal den IKKE blandes over Jotun Multicolor. Alle andre fargeresepter skal blandes over Jotun Multicolor.
Glans.....	20 halvblank
Viskositet.....	160 cP, 118 K.U.
Litervekt.....	1,30
Tørrestoff i volum % .....	40

### BRUKSDATA:

Anbefalt forbruk.....	7-10 m <sup>2</sup> /liter
Påføringsmetode.....	Rull, pensel eller høytrykkssprøyte
<b>Veiledende data for høytrykkssprøyte:</b>	
Dyse.....	0,46-0,53mm / 0,018" - 0,21"
Viftevinkel.....	65-80 grader
Malingtrykk.....	Min 15 MPa / Min 150 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Tørretider (v/23 gr.C, 50% R.H.):</b>	
Støvtørr.....	Ca. 1 time
Min. intervall for overmaling.....	Ca. 3 timer
Brukstørr, minimum.....	Ca. 24 timer timer
	Avviker ved endret temperatur, fuktighet, ventilasjon og filmtykkelse.
Tynner/Rengjøringsmiddel.....	Tynner: Vann Rengjøring: JOTUN PENSELRENS og vann.

### SIKKERHETSDATA:

Det er utarbeidet sikkerhetsdatablad for produktet.  
EU grenseverdi for produktet (kat. A/a): 30 g/l (2010). Produktet inneholder maks 1 g/l VOC.

### BRANNFAREKLASSE:

Norge..... -

## DIVERSE:

Brekking.....	Inntil 10% med Jotun Brekkfarger
Emballasjestørrelser.....	3 og 10liter
Anmerkning.....	Underlagets og luftens temperatur må være min. +10 °C. Må fraktes og oppbevares frostfritt. Innhold i emballasje med forskjellige produksjonsnummer blandes sammen før bruk for å unngå fargeforskjell. BASER MÅ IKKE BENYTTES UBLANDET.

## BRUKSANVISNING:

**FORARBEID:** Flatene skal være faste, rene og tørre.

**FORBEHANDLING:** Rengjør med JOTUN HUSVASK. Skyll med vann. Bart jern og spikerhoder grunnes med BENGALACK METALLGRUNNING ARCANOL.

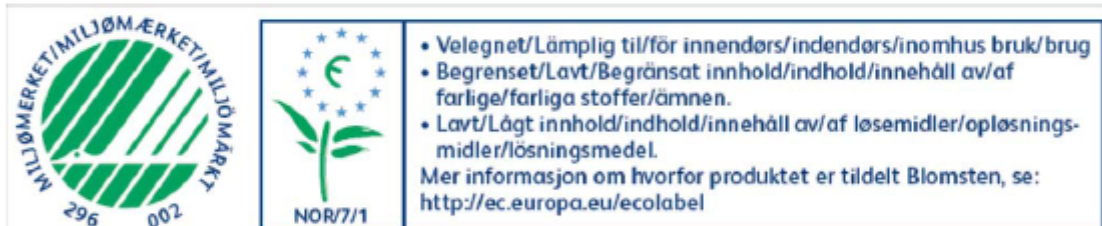
**GRUNNING: Tidligere malt:** Gammel blank og halvblank maling grunnes med JOTUN HEFTGRUNNING V. Andre tidligere flater mattes ned med egnet slipepapir og avstøves.

**Tak misfarget av sot, nikotin e.l.:**  
Grunnes med JOTUN GRUNNING FOR SPERRING/ISOLERING.

**BRUKSMÅTE:** JOTAPROFF PVA 20 påføres best med rull, men pensel og høytrykkssprøyte kan også benyttes. Påføres fyldig og jevnt.

**MELLOMSTRØK/TOPPSTRØK:** 2 strøk JOTAPROFF PVA 20. På sugende, porøse underlag anbefales det å male 3 strøk for å unngå skjolder.

**MILJØMERKING:**  
JOTAPROFF PVA 20 er godkjent av Miljømerking Norge, og tilfredsstiller kravene til miljømerkene Svanen og EU-blomsten.



### AVFALLSHÅNDTERING:

Flytende maling må ikke tømmes i kloakkavløp, men leveres til lokal miljøstasjon.



Opplysninger på dette databladet er basert på omfattende laboratorieprøver og praktisk erfaring. Ettersom de forhold produktet benyttes under ofte ligger utenfor vår kontroll, kan vi ikke garantere annet enn produktets kvalitet. Man forbeholder seg retten til uten varsel å endre de oppgitte data.

Maling kan betraktes som et halvfabrikat. Resultatet er avhengig av konstruksjon, underlagets beskaffenhet, forbehandling, temperatur, luftfuktighet, påføring osv.

Be om ytterligere informasjon.

## Vedlegg 9: Sikkerhetsdatablad for såpe

Careq Bussvask med voks

Side 1 av 7



# SIKKERHETSDATABLAD Careq Bussvask med voks



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

Utgitt dato 18.08.2010  
Revisjonsdato 19.02.2013

#### 1.1. Produktidentifikator

Kjemikaliets navn Careq Bussvask med voks  
Artikkelnr. 811508, 811509, 811523

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

Produktgruppe Rengjøringsprodukter.  
Kjemikaliets bruksområde Mikroemulsjon til avfetting og rengjøring.

#### 1.3. Opplysninger om leverandøren av sikkerhetsdatabladet

Firmanavn Valvoline Oil as  
Besøksadresse Industriveien 27B  
Postadresse Postboks 181  
Postnr. 2021  
Poststed Skedsmokorset  
Land Norge  
Telefon 64 83 52 00  
Telefaks 64 83 52 23  
E-post firmapost@valvoline.no  
Hjemmeside <http://www.valvoline.no>  
Kontaktperson Petter Eid Bjerke

#### 1.4. Nødtelefonnummer

Nødtelefon Giftinformasjonen: 22 59 13 00

### AVSNITT 2: FAREIDENTIFIKASJON

#### 2.1. Klassifisering av stoffet eller stoffblandingen

Klassifisering i henhold til 67/548/EEC eller 1999/45/EC Xi; R41  
Stoffets/blandingens farlige egenskaper Fare for alvorlig øyeskade.

#### 2.2. Merkingselementer

##### Faresymbol



Irriterende

R-setninger R41 Fare for alvorlig øyeskade.  
S-setninger S26 Får man stoffet i øynene; skyll straks grundig med store mengder vann

Dette Sikkerhetsdatablad er utarbeidet i Eco Publisher (EcoOnline)

Revisjonsdato 19.02.2013



	og kontakt lege. S37/39 Bruk egnede vernehansker og vernebriller/ansiktsskjerm.
Annen merkeinformasjon	Innhold i henhold til bestemmelser om vaskemidler: 5-15 % ikke-ioniske overflateaktive stoffer. 1-5 % kationiske overflateaktive stoffer. 1-5 % fosfater.

### 2.3 Andre farer

PBT / vPvB	PBT-/vPvB-vurdering ikke utført.
------------	----------------------------------

## AVSNITT 3: SAMMENSETNING/OPPLYSNINGER OM BESTANDDELER

### 3.2. Stoffblandinger

Komponentnavn	Identifikasjon	Klassifisering	Innhold
C9-11 Alkoholetoksilat (4 mol EO)	CAS-nr.: 68439-46-3	Xi; R38, R41 Eye Dam. 1; H318 Skin Irrit. 2; H315	5 - 10 %
tetrakaliumpyrofosfat	CAS-nr.: 7320-34-5 EC-nr.: 230-785-7	Xi; R36 Eye Irrit. 2; H319	1 - 5 %
2-(2-Butoksyetoksy)etanol	CAS-nr.: 112-34-5 EC-nr.: 203-961-6 Indeksnr.: 603-096-00-8 Synonymer: 2- 2(Butoksyetoksy)etanol	Xi; R36 Eye Irrit. 2; H319	1 - 5 %
Aminetoksilat		Xn; R22 Xi; R38, R41 N; R50 Acute tox. 4; H302 Eye Dam. 1; H318 Skin Irrit. 2; H315 Aquatic Acute 1; H400	1 - 5 %
Kaliumhydroksid	CAS-nr.: 1310-58-3 EC-nr.: 215-181-3 Indeksnr.: 019-002-00-8 Synonymer: Kaliumhydroksid	C; R35 Xn; R22 Acute tox. 4; H302 Skin Corr. 1A; H314	0 - 1 %
Komponentkommentarer	Se seksjon 16 for forklaring av risikoenheter (R) og faresetninger (H).		

## AVSNITT 4: FØRSTEHJELPSTILTAK

### 4.1. Beskrivelse av førstehjelpstiltak

Generelt	Den skadde flyttes straks vekk fra eksponeringskilden. Plasser bevisstløse skadde i stabil sideleie og sørg for frie luftveier. I tilfelle bør lege kontaktes.
Innånding	Frisk luft, ro og varme. Kontakt lege hvis ikke alt ubehag gir seg.
Hudkontakt	Fjern tilsøtt tøy. Vask straks huden med såpe og vann. Kontakt lege hvis ikke alt ubehag gir seg.
Øyekontakt	Fjern evt. kontaktlinser. Skyll straks med store mengder vann. Transport til lege. Fortsett skyllingen under transporten.
Svelging	Gi straks to glass melk eller vann. Fremkall ikke brekninger. Kontakt lege.

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

Akutte symptomer og virkninger	Svie i øynene.
--------------------------------	----------------

### 4.3. Angivelse av om umiddelbar legehjelp og spesialbehandling er nødvendig

Annen informasjon	Ingen spesiell, se seksjon 4.1.
-------------------	---------------------------------

## AVSNITT 5: BRANNSLOKKINGSTILTAK

### 5.1. Sløkkingsmidler

Passende brannslukningsmidler	Pulver, karbondioksid (CO <sub>2</sub> ), vanntåke, skum.
Uegnete brannslukningsmidler	Bruk ikke samlet vannstråle.

### 5.2. Særlige farer knyttet til stoffet eller stoffblandingen

Brann- og eksplosjonsfarer	Kjemikaliet er ikke klassifisert som brannfarlig.
Farlige forbrenningsprodukter	Karbondioksid, karbonmonoksid og uidentifiserte organiske forbindelser.

### 5.3. Råd til brannmannskaper

Personlig verneutstyr	Bruk trykkluftmaske når kjemikaliet er involvert i brann. Ved rømning brukes godkjent rømningsmaske. Se forøvrig seksjon 8.
Annen informasjon	Forpakning i nærheten av brann flyttes straks eller kjøles med vann.

## AVSNITT 6: TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

### 6.1. Personlige forsiktighetsregler, personlig verneutstyr og nødrutiner

Sikkerhetstiltak for å beskytte personell	Benytt personlig verneutstyr som angitt i seksjon 8. Ved søl: Vær oppmerksom på glatte gulv og overflater.
---	--

### 6.2. Forsiktighetsregler med hensyn til miljø

Sikkerhetstiltak for å beskytte ytre miljø	Forhindre utslipp til kloakk, vassdrag eller grunn.
--	---

### 6.3. Metoder og materialer for oppsamling og rensing

Metoder for opprydding og rengjøring	Spill tas opp med absorberende materiale.
Forvaring	Spill samles opp i egnede beholdere og leveres som farlig avfall (se seksjon 13).

### 6.4. Henvisning til andre avsnitt

Andre anvisninger	Se også seksjon 8 og 13.
-------------------	--------------------------

## AVSNITT 7: HÅNDTERING OG LAGRING

### 7.1. Forsiktighetsregler for sikker håndtering

Håndtering	Unngå kontakt med huden og øynene. Sørg for tilstrekkelig ventilasjon. Unngå innånding av damper og sprøytetåke.
------------	--

#### Beskyttende tiltak

Råd om generell yrkeshygiene	Det må ikke spises, drikkes eller røykes under arbeidet. Førstehjelpsutstyr inkl. øyeskylleflaske skal være tilgjengelige på arbeidsplassen.
------------------------------	--

### 7.2. Vilkår for sikker lagring, herunder eventuelle uforenligheter

Oppbevaring	Lagres i tett lukket emballasje i kjølig, godt ventilerte rom, beskyttet mot direkte sollys. Lagres frostfritt.
-------------	---

### 7.3. Særlig(e) sluttanvendelse(r)

Spesielle bruksområder	Se seksjon 1.2.
------------------------	-----------------

## AVSNITT 8: EKSPONERINGSKONTROLL/PERSONBESKYTTELSE

### 8.1. Kontrollparametere

#### Tiltaks- og grenseverdier

Komponentnavn	Identifikasjon	Verdi	Norm år
2-(2-Butoksyetoksy)etanol	CAS-nr.: 112-34-5	8 t.: 10 ppm	2011
	EC-nr.: 203-961-6	8 t.: 68 mg/m <sup>3</sup>	
	Indeksnr.: 603-096-00-8		
	Synonymer: 2-		
	2(Butoksyetoksy)etanol		

Kaliumhydroksid	CAS-nr.: 1310-58-3 EC-nr.: 215-181-3 Indeksnr.: 019-002-00-8 Synonymer: Kaliumhydroksid	15 min.: 2 mg/m <sup>3</sup> T	2011
-----------------	--	-----------------------------------	------

## 8.2. Eksponeringskontroll

Begrensning av eksponering på arbeidsplassen Personlig vemeutstyr bør velges i henhold til CEN-standard og i samarbeid med leverandøren av personlig vemeutstyr. Sørg for tilstrekkelig ventilasjon. Vask hendene etter hvert skift, og før spising, røyking eller bruk av toalett.

### Åndedrettsvern

Åndedrettsvern Ved utilstrekkelig ventilasjon brukes maske med filter A mot løsemiddeldamper. Bruk kombinasjonsfilter A/P2 ved sprøyting.

### Håndvern

Håndvern Benytt hansker av motstandsdyktig materiale, f.eks.: Nitrilgummi. Butyl. Viton. Polyvinylklorid (PVC).

Gjennomtrengningstid Gjennombruddstiden er ikke kjent. Det angitte hanskemateriale er foreslått etter en gjennomgang av enkeltstoffene i produktet og kjente hanskeguider.

### Øye- / ansiktsvern

Øyevem Benytt godkjent øyevem ved risiko for sprut.

### Hudvern

Annet hudvern enn håndvern Normale arbeidsklær.

### Annen informasjon

Annen informasjon Det oppgitte vemeutstyr er veiledende. Risikovurderingen (Faktisk risiko) kan føre til andre krav. Nøddusj og mulighet for øyeskylling skal finnes på arbeidsplassen. Det må ikke spises, drikkes eller røykes under arbeidet.

## AVSNITT 9: FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

### 9.1. Opplysninger om grunnleggende fysiske og kjemiske egenskaper

Tilstandsform	Væske
Farge	Svakt farget.
Lukt	Ingen.
pH (handelsvare)	Verdi: 12,6
Kommentarer, pH (handelsvare)	pH-verdien skyldes kaliumhydroksid. Kjemikaliet skal ikke klassifiseres som etsende.
Smeltepunkt/smeltepunktintervall	Verdi: ~ 0 °C
Kommentarer, Koepunkt / koepunktintervall	Ikke angitt.
Flammepunkt	Verdi: > 80 °C
Kommentarer, Fordampningshastighet	Ikke angitt.
Antennelighet (fast stoff, gass)	Ikke angitt.
Kommentarer, Damptrykk	Ikke bestemt.
Kommentarer, Damptetthet	Ikke angitt.
Relativ tetthet	Verdi: ~ 1,00 g/cm <sup>3</sup>
Løselighet i vann	Emulgerer.
Kommentarer, Fordelingskoeffisient: n-oktanol / vann	Ikke angitt.
Kommentarer, Selvantennelighet	Ikke angitt.
Kommentarer, Dekomponeringstemperatur	Ikke angitt.
Kommentarer, Viskositet	Ikke angitt.

### Fysikalske farer

Eksplosive egenskaper	Ikke eksplosiv
Oksiderende egenskaper	Ikke oksiderende.

## 9.2. Andre opplysninger

Luktgrense	Ikke relevant.
------------	----------------

### Andre fysiske og kjemiske egenskaper

Kommentarer	Ingen ytterligere informasjon er tilgjengelig.
-------------	--

## AVSNITT 10: STABILITET OG REAKTIVITET

### 10.1. Reaktivitet

Reaktivitet	Det er ingen kjent reaktivetsrisiko forbundet med dette produktet.
-------------	--

### 10.2. Kjemisk stabilitet

Stabilitet	Stabil under normale temperaturforhold og anbefalt bruk.
------------	--

### 10.3. Mulighet for farlige reaksjoner

Risiko for farlige reaksjoner	Ingen under normale forhold.
-------------------------------	------------------------------

### 10.4. Forhold som skal unngås

Forhold som skal unngås	Ingen anbefaling angitt.
-------------------------	--------------------------

### 10.5. Uforenlige materialer

Materialer som skal unngås	Ingen spesielle.
----------------------------	------------------

### 10.6. Farlige nedbrytingsprodukter

Farlige spaltningsprodukter	Ved brann eller høy temperatur dannes: Karbonmonoksid (CO). Karbondioksid (CO <sub>2</sub> ). Uspesifiserte organiske forbindelser.
-----------------------------	---

## AVSNITT 11: TOKSIKOLOGISKE OPPLYSNINGER

### 11.1. Opplysninger om toksikologiske virkninger

#### Potensielle akutte effekter

Innånding	Aerosoler imiterer luftveiene og kan forårsake hoste og åndedrettsbesvær. Innånding av damp fra varmt kjemikalie kan irritere luftveiene.
Hudkontakt	Avfetter huden. Kan gi sprekke-dannelser og fare for eksem.
Øyekontakt	Fare for alvorlig øyeskade.
Svelging	Kan gi magesmerter eller brekninger.

#### Forsinket / Repeterende

Allergi	Kriteriene for klassifisering er på grunnlag av de tilgjengelige data ikke ansett å være oppfylt.
---------	---

#### Kreftfremkallende, mutagene og reproduksjonstoksiske

Kreft	Kriteriene for klassifisering er på grunnlag av de tilgjengelige data ikke ansett å være oppfylt.
Arvestoffskader	Kriteriene for klassifisering er på grunnlag av de tilgjengelige data ikke ansett å være oppfylt.
Fosterskadelige egenskaper	Kriteriene for klassifisering er på grunnlag av de tilgjengelige data ikke ansett å være oppfylt.
Reproduksjonsskader	Kriteriene for klassifisering er på grunnlag av de tilgjengelige data ikke ansett å være oppfylt.

## AVSNITT 12: ØKOLOGISKE OPPLYSNINGER

### 12.1. Giftighet

Økotoksisitet	Produktet forventes ikke å være giftig for vannorganismer.
---------------	--

### 12.2. Persistens og nedbrytbarhet

Persistens og nedbrytbarhet	De overflateaktive stoffene som inngår i denne blandingen oppfyller kriteriene
-----------------------------	--



for biologisk nedbrytning i EU regulativ nr. 648/2004 som omhandler vaske-og rengjøringsmidler. Er lett biologisk nedbrytbar.

### 12.3. Bioakkumuleringsevne

Bioakkumulasjonspotensial Bioakkumulerer ikke.

### 12.4. Mobilitet i jord

Mobilitet Løselig i vann.

### 12.5. Resultater av PBT og vPvB vurdering

PBT vurderingsresultat PBT-vurdering ikke utført.

vPvB vurderingsresultat vPvB-vurdering ikke utført.

### 12.6. Andre skadevirkninger

Andre skadevirkninger / annen Forhindre utslipp til kloakk, vassdrag eller grunn.

informasjon Utslipp av kjemikallet til vann kan lokalt gi høy pH med fare for fiskedød.

## AVSNITT 13: DISPONERING

### 13.1. Avfallsbehandlingsmetoder

Egnede metoder til fjerning av kjemikallet Leveres som farlig avfall til godkjent behandler eller innsamler. Koden for farlig avfall (EAL-kode) er veiledende. Bruker må selv angi riktig EAL-kode hvis bruksområdet avviker.

Produktet er klassifisert som farlig avfall Ja

Avfallskode EAL EAL: 07 06 04 andre organiske løsemidler, vaskevæsker og morluter

NORSAS 7133 Rengjøringsmidler

## AVSNITT 14: TRANSPORTOPPLYSNINGER

### 14.1. FN-nummer

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

### 14.2. FN-forsendelsesnavn

Kommentar Ikke relevant.

### 14.3. Transportfareklasse(r)

Kommentar Ikke relevant.

### 14.4. Emballasjegruppe

Kommentar Ikke relevant.

### 14.5. Miljøfarer

Marin forurensning Nei

### 14.6. Særlige forsiktighetsregler ved bruk

Spesielle forholdsregler Ikke relevant.

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

#### Andre relevante opplysninger

Andre relevante opplysninger Andre opplysninger ikke angitt.

## AVSNITT 15: OPPLYSNINGER OM BESTEMMELSER

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

Annen merkeinformasjon MED FOSFAT

Referanser (Lover/Forskrifter) Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier, fastsatt av Miljøverndepartementet og Arbeids- og inkluderingsdepartementet, 16.juli 2002, med senere endringer, gjeldende fra 21. juni 2010.

	<p>Utkast til implementering av Kommissjonens (EU) forordning Nr 453/2010 om endring av Forordning (EF) Nr 1907/2006 fra Europa-Parlamentet og Rådet om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier (REACH), Annex II Sikkerhetsdatablad. FOR 2011-12-06 nr 1358 Forskrift om tiltaks- og grenseverdier.</p> <p>Avfallsforskriften, FOR 2004-06-01 nr 930, fra Miljøverndepartementet. ADR/RID veg-/jembanetransport av farlig gods 2013, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.</p> <p>FOR 2004-06-01 nr. 922: Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften), med senere endringer, §§2-12, 2-13, 2-14, Vaskemidler.</p> <p>Sikkerhetsdatabladet er utarbeidet med basis i opplysninger gitt av produsenten.</p>
Deklarasjonsnr.	94459

## 15.2. Vurdering av kjemikaliesikkerhet

Vurdering av kjemikaliesikkerhet er gjennomført	Nei
---	-----

## AVSNITT 16: ANDRE OPPLYSNINGER

Leverandørens anmerkninger	Informasjonen i dette dokument skal gjøres tilgjengelig til alle som håndterer produktet.
Liste over relevante R-setninger (i avsnitt 2 og 3).	<p>R22 Farlig ved svelging.</p> <p>R35 Sterkt etsende.</p> <p>R36 Irriterer øynene.</p> <p>R36 Irriterer øynene.</p> <p>R38 Irriterer huden</p> <p>R41 Fare for alvorlig øyeskade.</p> <p>R50 Meget giftig for vannlevende organismer.</p>
Liste over relevante H-setninger (i avsnitt 2 og 3).	<p>H302 Farlig ved svelging.</p> <p>H314 Gir alvorlige etseskader på hud og øyne.</p> <p>H315 Irriterer huden.</p> <p>H318 Gir alvorlig øyeskade.</p> <p>H319 Gir alvorlig øyeirritasjon.</p> <p>H400 Meget giftig for liv i vann.</p>
Brukte forkortelser og akronymer	PBT: Persistent, Bioakkumulerende og Toksisk (giftig) vPvB: veldig Persistent og veldig Bioakkumulerende
Viktigste kilder ved utarbeidelsen av Sikkerhetsdatabladet (ikke norske)	Sikkerhetsdatablad fra leverandøren.
Opplysninger som er nye, slettet eller revidert	Seksjoner som er endret fra forrige versjon: Artikkelnummer.
Kvalitetssikring av informasjonen	Dette sikkerhetsdatablad er kvalitetskontrollert av Teknologisk Institutt as, som er sertifisert iht. ISO 9001:2008.
Versjon	3
Ansvarlig for Sikkerhetsdatablad	Valvoline Oil as
Utarbeidet av	Teknologisk Institutt as v/ Knut Finsveen



## Vedlegg 10: Asfaltresepter

### Resept Strindheimtunnelen (Ska 16 PMB og Ottersbo)

<b>NCC</b>	<b>Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag</b>	Midt
Reseptnr. 125212015900	Produksjonssted Ranheim 1111-08-0345	
Dekketype Ska 16 Pmb	Reseptdato 23.04.2012	
Asfaltleverandør NCC Roads AS		

	Tilsiktet	Toleranse		
Bindemiddel (%)	5.8	0.4	Densitet (g/cm <sup>3</sup> )	
Hulrom (%)	3.5	1.5	Hulrom (%)	
Forbruk (kg/m <sup>2</sup> )			Stabilitet (N)	
Massetemp prod. (°C)	160.0	10.0	Flyt (mm)	
Dekkets densitet Pd (g/cm <sup>3</sup> )	2.409		Stab:Flyt (N/mm)	
Maks.teoretisk densitet Ps (g/cm <sup>3</sup> )	2.496		Ind. strekkst. (kPa)	
Maks. vanninnhold (%)				
Bindemiddeltype	PmB			

	µm				mm					
	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2	16
Tils	9.0	11.0	13.0	15.0	18.0	22.0	27.0	42.0	56.0	88.0
Tol.	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

Passert (%)

Maskevidde

— Reseptkurve — Toleranse min — Toleranse max

Tilslag	Forekomst	Dens.	FI	LA	Mølle	Sort	Andel
Pukk	Ottersbo	2.75				11-16 K	48.0
Pukk	Ottersbo	2.75				8-11 K	15.0
Grus	Ottersbo	2.75				0-8 K	26.0
Grus	Forsett	2.7				0-8 VN	5.0
Filler	Kalkfiller	2.7				Filler	6.0

Tilsetningsstoff	Fiber	Mengde (% av bindem.)	5.0
Vedhefningsmiddel	Wetfix BE	Mengde (% av bindem.)	0.5

Arbeidsresepten godkjent:  Dato: _____ Underskrift: _____	Entreprenør Sted: _____, Den: _____  Underskrift: _____
---	--



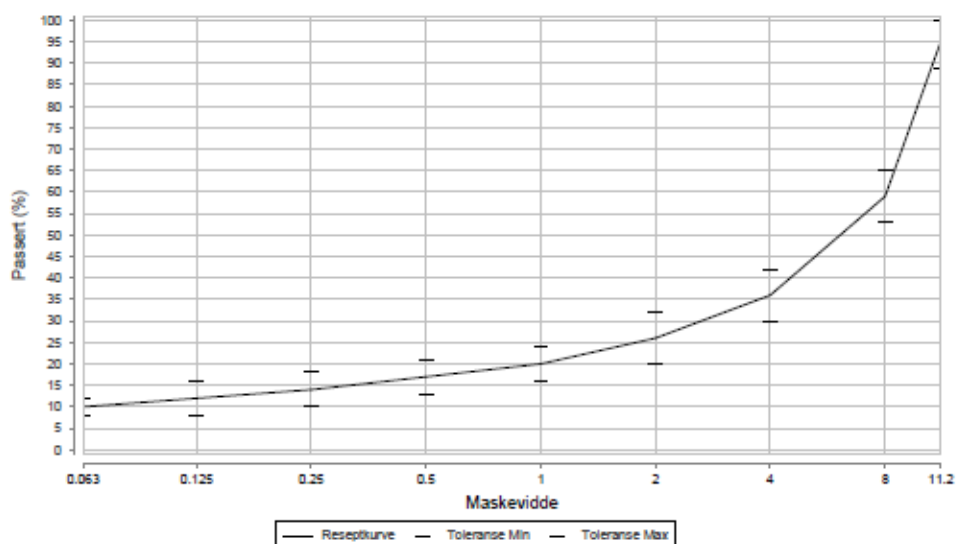
# Resept Haakon VII gate (Ska 11 70/100 og Ottersbo)

	Statens vegvesen	Region Midt
<b>Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag</b>		
Reseptnr. 125212002706	Produksjonssted Ranheim asfaltfabrikk NCC 1111-08-0345	
Dekketype Ska 11	Reseptdato 27.06.2011	
Asfaltleverandør NCC Roads AS		

	Tilsiktet	Toleranse	Kompaktering
Bindemiddel (%)	6.2	0.4	Densitet (g/cm <sup>3</sup> )
Hulrom (%)	3.5	1.5	Hulrom (%)
Forbruk (kg/m <sup>2</sup> )			Bitumenfylt hulrom (%)
Massetemp prod. (°C)	160.0	10.0	Stabilitet (N)
Dekkets densitet Pd (g/cm <sup>3</sup> )	2.393		Flyt (mm)
Maks.teoretisk densitet Ps (g/cm <sup>3</sup> )	2.48		Stab:Flyt (N/mm)
Maks. vanninnhold (%)			Ind. strekkst. (kPa)

Bindemiddeltipe	70/100
-----------------	--------

	µm				mm				
	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2
Tils	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	26.0	36.0	59.0	95.0
Tol.	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0



Tilslag	Forekomst	Dens.	FI	LA	Mølle	Sort	Andel
Filler	Kalkfiller	2.7	0.0	0	0.0	FILLER	7.0
Grus	Ekle	2.71	0.0	0	0.0	0-8 VN	5.0
Pukk	Ottersbo	2.75	0.0	0	0.0	0-8 K	37.0
Pukk	Ottersbo	2.75	0.0	0	0.0	8-11 K	51.0

Tilsetningsstoff	Fiber	Mengde (% av bindem.)	5.0
Vedhefningsmiddel	Wetfix BE	Mengde (% av bindem.)	0.5

Arbeidsresepten godkjent:

Dato: \_\_\_\_\_ Underskrift: \_\_\_\_\_

Entreprenør

Sted: \_\_\_\_\_, Den: \_\_\_\_\_

Underskrift: \_\_\_\_\_

## Vedlegg 11: Bilder fra Strindheimtunnelen



Figur 55: Børsting av bankett (foto: Brynhild Snilsberg)



Figur 56: Effekt på vegoppmerkingen, før- og etterbilder (foto: Brynhild Snilsberg)

Dårlig rengjøring rundt utstikkende element pga at vaskeutstyret ikke kommer til



*Figur 57: Vasking kun med vann og ikke mekanisk påvirkning gir dårligere resultat (foto: Brynhild Snilsberg)*

## Vedlegg 12: Bilder fra Haakon VII gate



*Figur 58: Måling med WDS i venstre hjulspor før rengjøring (foto: Brynhild Snilsberg)*





*Figur 59: Måling med WDS langs kantsteinen i Haakon VII gate før rengjøring (foto: Brynhild Snilsberg)*



Prøvetaking av støv langs kantsteinen i Haakon VII gate før rengjøring (foto: Brynhild Snilsberg)



Oppmåling av prøvetakingsarealet (foto: Brynhild Snilsberg)





## Vedlegg 13: Nyhetssak på Vegveven, Etat

# Anbefaler tøffere krav til entreprenører med driftsansvar i tunnel

Ønsker konkrete krav til maks støvmengde i vegbanen og lyshet på tunnelvegger etter vask.

av [Ellinor Hansen](#) og [Giselle Jensen](#)

20. mai 2015 kl. 06.30 [19](#) [Liker](#) [17](#) [Tips kollega](#)

- Rengjøring av tunneler og veger må bli mer effektiv og bedre. Vi må stille mer konkrete kontraktskrav til utstyr og renhet etter vask, sier Brynhild Snilsberg. Hun jobber i trafiksikkerhet-, miljø- og teknologiavdelingen i Vegdirektoratet i Trondheim og er ekspert på svevestøv.

### "Tilstrekkelig rent"

I dagens driftskontrakt er kravet til tunnelvask at det skal bli «tilstrekkelig rent». Det er ingen konkrete krav til lyshet eller mengde støv som kan være igjen i vegbanen.

– For å få et godt resultat av renholdet er det viktig å sette krav både til utstyret, prosedyrer og resultatet, og ikke bare at det skal gjennomføres renhold, sier hun.

Strindheimtunnelen i Trondheim får en helvask (armatur, kabelbru, tak, vegger, bankett og vegbane) to ganger i året. Halvvask av tunnelen (vegg opp til fire meter, bankett og vegbane) fire ganger i året. Vegbanen og bankettene feies og vaskes en gang i uka.

### Vaskeforsøk i tunnel

I slutten av april ble utstyr for vask av veg og tunnel testet i Strindheimtunnelen.

Før vaskingen startet tok det svenske firmaet VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut) prøver i vegbanen for å måle konsentrasjonen av støv i forsøksfeltene bankett, i og mellom hjulspor og inntil vegmerkingen. Prøvene ble sendt til laboratoriet for måling av støvmengde, partikkelstørrelse og innhold av mineralpartikler.



Mesta Møre og Romsdal vasker tunnelveggen med børste i Strindheimtunnelen i Trondheim. (Foto: Ellinor Hansen)



Mesta fra Møre og Romsdal spyler her en blanding av såpe og vann på tunnelveggen i Strindheimtunnelen i Trondheim. (Foto: Ellinor Hansen)



Norconsult målte lysheten på tunnelveggen og i vegbanen før og etter vask,. Betongelementene på tunnelveggen ble malt med hvit maling i fjor, men har tydelig grånet.

### Testet ulikt utstyr

Tre forsøksfelt på 300 meter ble markert i det østgående tunneløpet. Vegbane og bankett ble feid og vasket. Armaturer ble spylt med såpe og vann. Vegger ble vasket med såpe, vann og med bruk av børste. Taket ble spylt med såpe og vann.

Det første forsøksfeltet var det Mesta fra Møre og Romsdal som vasket. De brukte nytt utstyr. Vaskebilene holder en hastighet på 2-3 km/t.

Det andre forsøksfeltet tok Mesta fra Trondheim. De har driftskontrakten for Strindheimtunnelen. Deres utstyr er litt eldre, og har en hastighet på 7-8 km/t under vaskingen.

I det tredje forsøksfeltet fikk Trondheim bydrift feie og vaske vegbanen i tunnelen, mens Veimas vasket tak og vegger med utstyr som ikke bruker børste, men høytrykksspyling med vann og såpe i kombinasjon med høytrykk luft for å akselerere vannet.

### Nøye dokumentert

Prøver av avløpsvannet i kummene og slammet fra vaskebilene, forbruk av vaskevann og vanntrykk ble registrert. Norconsult målte lysheten etter vask, VTI målte støvmengden i vegbanen og på banketten, også teksturmålinger i vegbanen ble gjort før og etter forsøkene. Teksturen har mye å si for hvor enkelt det er å rengjøre vegbanen.

- Gjenværende fuktmengde på vegbanen ble også målt, og resultatene viste store forskjeller mellom maskinene. Spesielt viktig er dette vinterstid på veg i dagen der man ved kuldegrader bare kan bruke tørre metoder for å fjerne støvet i kombinasjon med støvdempende tiltak pga. fare for ising/glatt veg, sier Snilsberg.

### Nyttige erfaringer

Tunneler har ulike typer materialer på veggene (f.eks. Gjertsen duk, råsprengt fjell, betongelement, sprøytebetong) som krever ulikt utstyr og rengjøringsteknikk.



Helge Hoven og Per Brandli sjekker gråheten på tunnelveggen mot gråskalaen på arkene. Her før vask. (Foto: Ellinor Hansen)



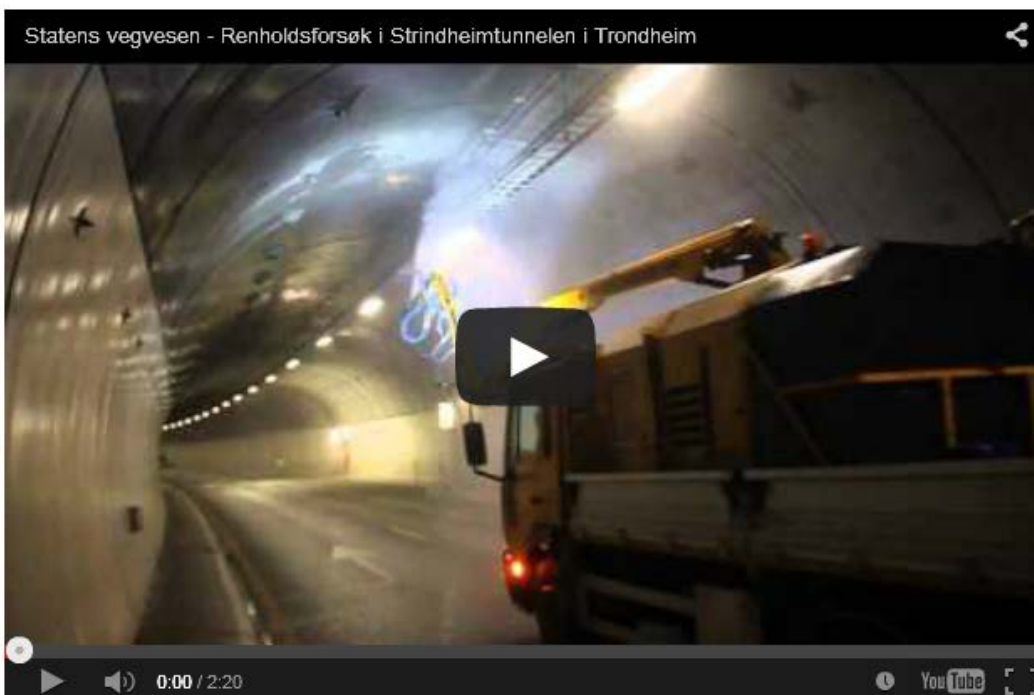
Tunnelveggen vaskes med børste. Vi ser tydelig hvor mye renere tunnelveggen er bak børsten (Foto: Ellinor Hansen)

- Det er viktig å systematisere og samle erfaringer fra ulike materialer for å utnytte kunnskapen vi allerede har, sier Snilsberg. Det gjelder blant annet børstetypen, kjørehastighet, vanntrykk, type såpe, hvordan såpen skal påføres (spray, skum, gelé) og virkningstid.

- I tillegg er det nyttig med forsøk der man sammenligner eksisterende utstyr og stimulere bransjen til å tenke nytt, sier Snilsberg.



## VIDEOER



**Sondre Meland** 19. mai 2015 kl. 13.51

Spennende prosjekt. Veldig viktig å forbedre vaskerutinene. Vaskevann er ekstremt forurenset og bruk av såpe gjør bl.a at en del forureningsstoffer ikke blir renses tilstrekkelig i tradisjonelle rensesbassenger (som ofte finnes i nyere tunneler). Store mengder forurenset vaskevann må renses før det slippes ut og bygging og drifting av renseløsninger er kostbart. Jeg tror derfor vi må optimalisere vaskemetodene våre slik at vi forbruker mindre vann og såpe. Da vil rensemetodene fungere bedre. Se forøvrig våre FoU-sider til NORWAT for mer info om tunnelvaskevann: [www.vegvesen.no/norwat](http://www.vegvesen.no/norwat)

Liker ikke  7

---

**Henrik Wildenschild** 19. mai 2015 kl. 13.53

Ikke minst må det være strengere krav til jevnlig rengjøring av evakueringslys (ledelys) på veggen, nødlys i taket (hvert. 4. armatur), samt SOS-skap/kiosker. Ofte er disse veldig nedstøvet og ved en brann trenger vi all det lyset som er ment å komme ut. Har også opplevd at det er uklare ansvarsforhold ang. rengjøring, SOS-skap ble ikke rengjort fordi elektro entreprisen trodde at det ble vasket som alt det andre utstyr/vegger og de som vasker (og drifter) tunnelen trodde at de var elektro sitt ansvar da det er elektriskutstyr inne i skapet. Det er lysskilt inne i SOS-skapene og må være ganske rene for å kunne se lyset hvis det er dårlig sikt pga. røyk.

Liker ikke  2

---

**Corinne Chiodini** 19. mai 2015 kl. 14.00

Interessant å se hvor mange faktorer påvirker resultatet. En stor utfordring er å beskrive hvilket resultat man ønsker, på en måte som er målbar/kontrollerbar. Her har det visst skjedd en del.

Keep on the good work!

Liker ikke  2

---

**Einar Irgens** 20. mai 2015 kl. 08.30

Det bør også komme krav til oppmerkingens synlighet etter vasking. I noen tunneler med mye trafikk er det knapt mulig å skimte oppmerkingen, særlig vinterstid. Da er liksom mye av vitsen borte. Etter rundvask er det litt bedre, men langt fra godt nok.

Liker ikke  1

---

**Brynhild Snilsberg** 20. mai 2015 kl. 09.33

Takk for gode innspill!

Henrik: Det er utfordrende med skilt og SOS skap som stikker ut, disse må vaskes manuelt. Vaskeutstyret kommer ikke til og vi får dårligere resultat rundt disse områdene enn ellers i tunnelen. Ansvarsforhold må avklares.

Einar: Vi ser veldig god effekt på vegmerkingen etter vask, den blir ren og godt synlig igjen. Dette gjelder spesielt vegoppmerkingen på sidekanten der mye av støvet samler seg opp, jeg har noen før- og etterbilder som godt illustrerer dette.

Liker  2

---

**Kjersti Wike Kronvall** 20. mai 2015 kl. 10.22

På driftskontrakten i Oslo er det beskrevet at entreprenøren kan utføre tunnelvask med børstebil, noe som reduserer behovet for bruken av såpe. Såpe er giftig for miljøet før det brytes ned, og kan påvirker renseprosessen der det foreligger rensebasseng. For miljøet er det dermed best å bruke minst mulig såpe. Det blir veldig interessant å se hva dere kommer fram til når det gjelder utstyr og rengjøringsteknikk for ulike typer materialer på veggene. Forhåpentligvis er resultatene forenlig med det beste for miljøet.

Liker ikke  5

---

**Eivind Kolle** 20. mai 2015 kl. 12.01


Det er vel og bra at etaten er opptatt av såpe og miljø, men hvordan står det til med holdningen til egen sikkerhet og bruk av personlig verneutstyr. Det er krav om bruk av hjelm, vernebukse og vernesko i tillegg til jakke. Både bilder og film viser med all tydelighet at vi har en lang vei å gå både for konsulenter og egne ansatte. Hederlig unntak er svenskene i VTI. Filmen viser 4 personer fra VTI der alle bruker PVU

Liker  4

---

**Brynhild Snilsberg** 20. mai 2015 kl. 12.11

Kjersti: Entreprenørene rapporterer at såpe løser opp belegg mye bedre, spesielt i tunneler der det er mye sot pga mye tungtrafikk, stigning osv. Frøyatunnelen er et eksempel, der sa entreprenøren at uten såpe så var det ingen forskjell på fargen på tunnelveggen før og etter vasking. Men han prøvde med litt såpe på et lite areal, og da ble det stor forskjell. I våre forsøk brukte vi såpe i tunnelen (tak, vegger og armatur), og da samme type og konsentrasjon. Jeg er enig i at vi må begrense miljøbelastningen mest mulig.

Liker  2

---



### **Einar Irgens** 20. mai 2015 kl. 12.20

Salt er vel heller ikke spesielt heldig for miljøet, og da snakker vi helt andre mengder.

[Liker](#)

---

### **Brynhild Snilsberg** 20. mai 2015 kl. 12.29

Eivind: Det ble laget en SHA plan for forsøkene, og involverte ble informert om risikomomenter og krav til vernetøy med refleks, hjelm med lys, hørselsvern, og vernemaske mot såpespray. Vernesko ble ikke krevd, men de fleste av oss brukte det allikevel. Dessverre har ikke alle fulgt dette.

[Liker](#)

---

### **Stein Jaatun** 20. mai 2015 kl. 12.36

Motorsyklistene er svært risikoutsatt i tunnel. Ofte er friksjonen å sammenligne med islagt vegbane, særlig i området mellom hjulsporene etter bilene. Ved bruk av børste oppnår man kun å polere overflaten ytterligere. Da er sannsynligvis høytrykkspyling av vegbanen det som må til. Det må settes krav til friksjonsmåling i tunnel, sommer som vinter.

[Liker](#)


---

### **Brynhild Snilsberg** 20. mai 2015 kl. 13.47

Stein: Det ble brukt høytrykkspyling under vaskingen av vegbanen. Første trinn er å bruke en grovkost av metall langs bankett og vegkant tørt med oppsug for å fjerne det meste av det løse støvet og grove partikler. Så spyles bankett og vegkant samtidig som det børstes og suges opp slam. Parallelt med dette bruker man en bred plastkost som børster hele vegbanen. Til slutt bruker man høytrykkspyling med kraftig oppsug for å samle opp vann og støv. Dette oppsuget er så kraftig at man med enkelte utstyr har problemer med at kumlokk blir løsnet!

Vi er opptatt av gode friksjonsforhold hele året. Det har tidligere vært mye fokus på vinterfriksjon, men vi opplever dårlige forhold i sommerhalvåret også. NA-rundskriv 2014/16 beskriver nye retningslinjer for overvåking og oppfølging av sommerfriksjon.

Under våre forsøk målte vi tekstur/ruhet, som kan gi en indikasjon på friksjon. Vår målebil for friksjon i Region midt var dessverre i Frankrike på dette tidspunktet så vi fikk ikke målt friksjonen som ville vært interessant med tanke på å sammenligne før- og etterverdier.

[Liker](#)  2

---

### **Kelly Nesheim Iversen** 21. mai 2015 kl. 08.05

Dette var spennende, Her er det mange hensyn å ta. Det er også noen som må finne på noe annet når vi stenger tunellene for vask, nemlig trafikantene. Det blir flere bytunneler og mye stenging. Utvikling av tunnelprofil og løsninger som krever lite og enkelt vedlikehold er viktig. Vedlikeholdsutstyr som korter ned stengetiden, og som gjør at personellet kan jobbe trygt og effektivt må etterspørres. Rutiner som kan gjøre stengetiden minimal. RAMS må inn i arbeidet med vegnormalene, det vil bli fokus på oppetid på vegene.

[Liker ikke](#)  2

---

## Gunnar Lotsberg 21. mai 2015 kl. 10.14

Dette er nyttig informasjon for oss som jobbar med prosjektering av tunnelar. I Prosesskoden er det krav til betong- og armeringskvalitet i veggelement, men ingen krav til den ferdige overflata. I Stockholm er det fleire gode eksempel på at det går an å lage veggelement med lyse og glatte overflater. Vi treng ei presisering av kvalitetskrava slik at vi får levert veggflater som er lettare å vaske. Det må også stillast presise krav om lyst vegdekke i tunnelar for å unngå at det blir lagt vanleg svart asfaltdekke.

I dag er det store variasjonar mellom regionane når det gjeld vassmengder ved tunnelvask. Dette medfører usikkert grunnlag for prosjektering av slambasseng. Lange tunnelar blir prosjekterte med 14 dagars opphaldstid på vaskevattnet for å lufte ut såpa og få effektiv utfelling av slammet før vatnet blir tappa ut i resipienten. Det medfører sprenging av store bergrom eller bruk av store underjordiske slamtankar for å unngå slambasseng i dagen. Slambassenget i den 9,2 km lange Lyshorntunnelen er prosjektert med eit volum på 5000 m<sup>3</sup>.

I arbeidet med utvikling av meir miljøvennlege såper og effektive vaskemetodar som krev mindre vatn, må reinsing av vaskevatt og sluttbehandling av slammet vere med i vurderingane.

Det finst fleire rapportar med registreringar av tungmetall og oljeprodukt i vaskevattnet, men det er ikkje lett å finne påliteleg informasjon om totale støv- og slammengder ved tunnelvask. I 1990 vart det utført laboratorietest med piggdekk som gav 20 – 25 g/pbkm på vanleg asfalt og 12,7 g/pbkm for støypeasfalt.

- Kor stor del av dette er svevestøv som blir ventilert ut?
- Kor store mengder kan feiast opp utan vask?
- Kor store mengder blir samla opp i sandfanga c/c 80 m?
- Kor store mengder blir samla opp i slambasseng?
- Kor store mengder blir ført ut i grunnvatn, vassdrag eller sjø?

Det er heller ikkje lett å finne ut kva som blir gjort med oppsamla støv og slam etter tunnelvask. Blir det resirkulert i ny asfalt, lagra i lokale «deponi», dumpa i naturen eller levert til godkjende mottak?

Vi treng eit FOU-prosjekt for å få sikrere grunnlag for:

- Dimensjonering av sandfang i tunnel (krav om 600 slamvolum i dag)
- Dimensjonering av slambasseng
- Emisjonsfaktor for svevestøv sommar/vinter
- Samanheng mellom fartsnivå og emisjonsfaktor for svevestøv
- Samanheng mellom piggdekkandel og svevestøv
- Samanheng mellom tungtrafikkandel og svevestøv
- Samanheng mellom feie/vaskefrekvens og svevestøv

Liker ikke  3

---

**Brynhild Snilsberg** 21. mai 2015 kl. 12.43

Gunnar: Interessante tanker! Jeg skal prøve å ta med meg alle gode innspill i et kapittel med forslag til videre arbeid. Kanskje noen tar dette videre i et nytt FoU program i Statens vegvesen der flere fagmiljø samles og man kan få ta hensyn til flere faktorer som miljø, effektivitet, kvalitet, konsekvenser for betongen, ulike typer tunnelvegger osv.


Piggdekkslitasje: typiske verdier for slitestyrke for personbiler med piggdekk (tunge kjøretøy antas å tilsvare 5 personbiler)

- Ska 5-10 g/km
- Ab 15-20 g/km
- Agb 15-30 g/km

Disse verdiene variere mye fra sted til sted avhengig av steinstørrelse, steinkvalitet, kjørehastighet, fukt, klima osv.

Så vidt jeg vet blir slam stort sett deponert i godkjente mottak, men hvis man kan dokumenterer inneholder av farlige stoffer kan det være aktuelt med andre bruksområder.

Jeg har begynt på rapporten fra forsøkene, men har ikke fått alle resultatene fra analysene enda så det vil ta litt tid før den er ferdig.

Liker  1

---

**Jan Fritjof Knudsen** 21. mai 2015 kl. 14.00

Meget bra artikkel og faglig ser dette ut til å være godt tatt vare på!

Jeg vil bare henge meg på Eivinds spørsmål om bruk av verneutstyr. Når det oppdages at det til tross for krav og tiltak vedtatt etter en risikovurdering ikke brukes tilstrekkelig med vernetøy er faktisk dette en uønsket hendelse som burde ha vært registrert i Synergi. Nå var nok tunnelen stengt for annen trafikk, men en slik unnskyldning holder ikke.

Hva hjelper det registrere slikt kan noen spørre seg. Kanskje kan de som har et overordnet ansvar ved senere anledninger bli mer bevisste på å påtale avvik, sørge for at det ligger i ryggmargen hos den enkelte å bruke verneutstyret. Det viser seg ofte at skal avvik reelt bli fulgt opp så er det krav til dokumentasjon og tall som gjelder. Vi kan mislike at det ikke holder å si ifra muntlig og utenfor meldingssystemer, men slik er det.

Jeg går nå ut ifra at det blant de som var på denne seansen diskuteres hva de kan gjøre ved neste korsvei for at lapsusen ikke gjentar seg.

Liker

---

**Ola Rosing Eide** 22. mai 2015 kl. 08.33

Når det blir gjennomført en slik systematisk undersøkelse av vask, så er det et par andre forhold som også bør inkluderes som har betydning for samlet belastning og effekt. Jeg vil anbefale å sjekke ut hvordan entreprenør følger opp rister, sluk og sandfang og om helling på vegbanen faktisk er korrekt slik at vaskevannet går dit det er ment å gå. Erfaringer fra Oslotunneler tilsier at det er en del gjengrodde kumrister som ikke er ettersett og sandfang som burde vært slamsugd. Det kan også være feil helling på vegbanen slik at vannet ikke går dit det er planlagt. Da blir det våt vegbane og kanskje vannspeil som er trafikkfarlig.

Liker

---

**Sondre Meland** 22. mai 2015 kl. 08.55

Gunnar: Vi har en god del kunnskap om forurensing fra tunnelvask, samt slammengder. I den forbindelse henviser jeg til NORWAT sine sider og spesielt rapporten (I rapporten finner du også andre relevante kildehenvisninger):

[http://www.vegvesen.no/Fag/Fokusomrader/Forskning+og+utvikling/NORWAT/Publikasjoner/\\_attachment/561927?\\_ts=142fb577490&fast\\_title=SVV+rapport+99+Estimering+av+forurensning+i+tunnel+og+tunnelvaskevann.pdf](http://www.vegvesen.no/Fag/Fokusomrader/Forskning+og+utvikling/NORWAT/Publikasjoner/_attachment/561927?_ts=142fb577490&fast_title=SVV+rapport+99+Estimering+av+forurensning+i+tunnel+og+tunnelvaskevann.pdf)

Jeg kan også legge til at NORWAT i samarbeid med Region sør, øst og midt gjennomfører målinger av tunnelvask i en rekke tunneler med ulike karakteristikk (ÅDT, lengde, felt, ...). Foreløpige resultater viser at selv lavtrafikkerte tunneler akkumulerer store mengder forurenset støv og skit. Mulig bør vaskehyppheten øke i disse lavtrafikkerte tunnelene for å unngå akutte effekter på miljøet. I NORWAT jobber vi også med å finne alternative rensemetoder. Vi vet at vi har over 1000 tunneler og de færreste har noen form for rensing. En skikkelig "hot-spot" i forurensningssammenheng!

Liker

---

**Sondre Meland** 22. mai 2015 kl. 09.00

...jeg kan også legge til at vi i NORWAT (og miljøseksjonen i VD) har spilt inn en del forslag til forbedringer/krav i forbindelse med revidering av tunnelhåndboka (N500). Vi foreslår f.eks. at tunnelvaskevann IKKE skal slippes ut urensset til miljøet. Hvorvidt disse blir med vet jeg ikke pr i dag. denne strenge praksisen har man f.eks. i andre tunnelland som Sveits og Østerrike.

Liker

---





## Vedlegg 14: Kontaktpersoner



### Kontaktpersoner entreprenører og konsulenter

- Mesta Møre & Romsdal: Egil Halaas (415 32 153)
- Mesta Trondheim: Morten Hansen (905 34 408)
- Trondheim Bydrift: Gunnar Berntsen (911 12 212)
- Veimas: Ole Petter Michelsen (902 66 658)
- VTI: Mats Gustafsson (+46 70 943 04 45)
- Norconsult: Pål Johannes Larsen (45 40 14 05)

21.04.2013



### Kontaktpersoner i SVV



- Koordinering: Dagfin Gryteselv (930 96 827)
- Koordinering: Brynhild Snilsberg (930 934 59)
- Tunnelstenging: Helge Hoven (995 94 910)
- Info: Ellinor Hansen (950 67 212)
- Info: Ivar Hol (916 35 193)
- Per Brandli (957 05 404)
- HMS: Bernt Olav Opheim (905 47 359)
- Prøvetaking: Bjarne-Martin Valde (995 86 957)
- Målebil tekstur: Gerd Vårly (918 18 835)



21.04.2013



VTI (foto: Dagfin Gryteselv)



Oppsummeringsmøte mellom natt 1 i Strindheimtunnelen og natt 2 i Haakon VII gate (foto: Brynhild Snilsberg)

## OVERSIKTSLISTE TUNNELVASK

Bent Olav Ophim	Statens vegvesen
Ellenor Hansen	- " -
Brynhild Spilsberg	- " -
Dagfin Gryteselv	- " -
Peter J. Hansen	Norconsult
Karl Andersson	VTI
Mats Gustafsson	- " -
Sara Janhäll	VTI
Thomas Lindström	VTI
KJELL HÅUKNESBERG	STATENS VEGVESEN
HELGE HOVEN	- " -
Thoralf Grefsmo	MESTA AS
Valjörn Røskvam	MESTA AS
Egil Hareis	- " -
Terje Hovum	MESTA AS
Pet. Brandli	Statens vegvesen
Jong Moen	MESTA AS
Hugo Antonson	MecTec AS
Bent Christensen	MecTec AS
Svein Hatle	Mesta AS
Dagfinn Trjerve	MESTA AS
Halle Lyndorvøll	Mesta AS
Stig Arne Våg	Mesta AS
Kjell Oyginsti	Urmäs
Tor Arne Wærevik	UEIMAS
Erling Tøft	Tøftheim Bydrift
Gunnar Bente	- " -

Kjell-Arle Stava	Tr.heim Bydrift
Arnestein Bolli	Mesta A/S
Olav Hansen	Mesta A/S
Arvid Hansen	Mesta A/S
Fanny Bjerkelund	Mesta AK
Kare Sallus.	— " —
Tore Molde	Tr.heim Bydrift.
Petter Michelsen	Veim A.S.
Gunnar Jacobsen	Veim e/s
Fanny Staa	Mesta A/S.
Bjorn Rognisen	Tr.heim Bydrift
Marius Lersmanstad	
Bjorne-Martin Valde	SVV
Ola Syrtstad	Mesta.
Arne Olav Risund	- - -





Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**