



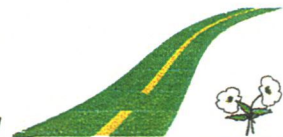
Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Prosjektrapport

RENHOLD I TUNNELER



Driftsteknisk avdeling
September 1997



97-3615

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
1. Innledning	6
2. Prosjektetablering	6
3. Utvelgelse og kartlegging av tunneler	7
4. Vaskeutstyr	8
4.1 Lavtrykksbasert utstyr	9
4.2 Høytrykksbasert vaskeutstyr	10
4.3 Driftstekniske data	10
4.3.1 Fremdriftshastighet	11
4.3.2 Vasket flate pr. min.	11
4.3.3 Vannforbruk pr. min.	12
4.3.4 Vannforbruk pr. m ²	12
4.3.5 Renholdskostnader	13
4.3.6 Annet	13
4.4 Vaskeresultater	13
5. Vaskeforsøk i liten og full skala	15
5.1 Forsøksresultat småskala	15
5.1.1 Lavtrykksutstyr	15
5.1.2 Høytrykksutstyr	16
5.1.3 Konklusjon fra småskalaforsøk	16
5.2 Resultater fra fullskalaforsøk	16
5.2.1 Resultat fra forsøk med vaskehjulet	17
5.2.2 Resultater fra vasking med «høytryksgaffel»	17
5.2.3 Resultater fra vasking med vaskebøylen (lavtrykk)	18
6 Andre forsøk	19
6.1 Intensivt dekkevask	19
6.2 Spesialutviklet vaskemiddel for betongvegger	20
6.3 Spesiell oppfølging av tunneler vinteren 1997	21
6.3.1 Haumyrheitunnelen	21
6.3.2 Baneheiatunnelen	21
6.3.3 Damsgårdtunnelen	21
6.3.4 Helltunnelen	21
6.3.5 Oslostunnelen	22
6.3.6 Resultater	22
7. Renhetsgrad	30
7.1 Arbeidsgruppens vurderinger	30
7.2 Hva er rent nok?	32
7.3 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)	32
7.4 Renhet og driftssikkerhet	33
8 Utløsende standard	33

9 Vaskemetoder	34
9.1 Andre kombinasjoner	35
10. Driftsdata som input ved bygging av nye tunneler	35
10.1 Vegger og tak	36
10.2 Installasjoner	36
10.3 Plassering av sluk	37
10.4 Vannuttak	37
11 Videre arbeid	37
Henvisning til andre rapporter	38

Sammendrag

I forbindelse med at de nye tunnelene som bygges i Norge ikke lenger har tak og vegger av råsprengt fjell, men har kledninger av forskjellige typer, har behovet for effektivt renhold vokst. De nye tunnelene som nå bygges er i tillegg ofte høytrafikkerte, noe som medfører tildels stor tilsmussing av tunnelens tak, vegger og installasjoner.

I takt med renholdsbehovet er det utviklet forskjellige typer vaskeutstyr spesielt beregnet på veggene, men utstyr for rengjøring av tak, installasjoner og øvrig utrustning i tunnelene er også tatt i bruk.

Ikke alt vaskeutstyr er like velegnet for alle typer kledninger, og de forskjellige typer kledninger som etter hvert finnes i tunnelene, er ikke like renholdsvennlig.

Prosjekt renhold i tunneler har hatt som mål å kartlegge det vaskeutstyret som finnes, få en oversikt over kapasiteter, prinsipper og ressurser knyttet til bruk av utstyret. Videre var målet å vurdere de metoder som ble anvendt og hvilket vaskeresultat som ble oppnådd. Til slutt hadde man også som mål å kunne utarbeide en renhetsstandard for tunneler.

Det kartlagte vaskeutstyret kan grupperes i 3 kategorier:

- Lavtrykksbasert utstyr (trykk opp til 15 bar)
- Høytrykksbasert utstyr (trykk fra 75 til 150 bar)
- Høytrykksbasert utstyr kombinert med roterende børster

I prosjektperioden har alle 3 kategorier vært observert og studert med hensyn til kapasiteter, forbruk av vann, krav til ressurser og vaskeresultat etter utført jobb.

Følgende lavtrykksutstyr er observert:

- Anleggssystem AS, Bodø.
- Trimatic Acrobat 2000, Bryne
- VAV-spylebøyle med roterende dyse (egenutviklet), Kristiansand
- Spylebøyle med roterende dyse (egenutviklet), Bergen
- Sprederør med 6 flatdyser (egenutviklet), Åndalsnes
- Sprederbasert spylebøyle med roterende dyse (egenutviklet) Sør-Trøndelag

Det egenutviklede vaskeutstyret i Kristiansand, Bergen og Trondheim er alle kombinasjonsutstyr som benyttes for saltløsning og tunnelvask.

Det høytrykksbaserte vaskeutstyret som er observert er bygd opp etter forskjellige konsepter. Følgende utstyr er observert:

- Mec Tec AS, vaskehjul
- Dybvik universal, vaskehjul
- Mec Tec AS, fast spylebom
- Oslo vei/Tellefsdal, pendlende turbodysere
- Nøklegaard vedlikehold, høytrykksdysere og roterende børster

Ved siden av å følge opp å vurdere vaskeutstyret i ordinær drift, er det også utført diverse forsøk i liten og full skala. Det har vært interessant å få oversikt over vaskeresultatet når det ordinære vaskeutstyret er anvendt alene og når det kombineres med såpe-/kjemikaliepåføring på vaskeobjektene før selve vaskeutstyret ble aktivisert.

For å skaffe underlag til å bestemme en renhetsstandard, ble en spesialundersøkelse av utvalgte tunneler gjennomført i den hensikt å få en kontinuerlig oversikt over tilsmussingstakten. Det ble valgt tunneler med forskjellige egenskaper og trafikkarbeid for å få et bredest mulig grunnlag. Målingen av tilsmussing ble utført mot faste referanser i tillegg til at det i hver av tunnelene ble installert spesialutviklede innvendig belyste skilt/indikatorer fra Osram. Disse indikatorene er basert på samme konsept som Osram har utviklet sammen med Vegdirektoratet for innvendig belyste skilt i tunneler.

Kombinert med denne spesiellaundersøkelsen ble det foretatt tilleggsforsøk i Kristiansand og Oslo.

I Kristiansand ble det utprøvd et vaske-/impregneringsmiddel i samarbeid med en lokal såpefabrikant og i Oslo ble det gjennomført forsøk med intensivt dekkerenhold for å se hvilken effekt dette hadde på tilsmussingen av vegger, tak og installasjoner.

I korthet kan man si at forsøkene i Kristiansand ser ut til å ha en meget positiv virkning på tunnelens renhet. Det vil si at tunnelveggene holdt seg stabilt rene over lang tid mens det ble en opphopning av smuss på banketter og fortau.

Det intensive dekkerenholdet i Oslotunnelen medførte ikke så store forbedringer på tilsmussingstakten at det fremstår som et alternativ til tradisjonelt tunnelvask. Men forsøket bidro til å tydeliggjøre at kombinasjonen våt vegbane og piggdekkbruk forårsaker mye tilsmussing i tunnelen uansett om vegbanen er nyvasket eller ikke.

Dvs. at den viktigste enkeltfaktoren for tilsmussing av tunnelvegger i piggdekkseasonen, er våt eller tørr vegbane.

Erfaringen fra denne spesialundersøkelsen er lagt til grunn for forslagene til utløsende standard i ny håndbok 111.

Prosjektet har, i kraft av en relativt stor referansegruppe og lang prosjekttid, hatt en egennytte i prosjektperioden i den forstand at det har skjedd mye nyutvikling og nytenking som følge av prosjektdeltagelsen.

Videre har prosjektet avdekket hvor vesentlig det er at driftstekniske problemstillinger blir vurdert seriøst når tunnelene bygges. Vesentlige momenter er valg av "vaskevennlige" kledninger, plassering av sluk, installasjoner på vegger og i tak som hindrer et effektivt renhold, valg av rette vegger fremfor krumme og frostfrie vannuttak i eller like ved tunnelen. F.eks. er kledninger av sprøytebetong uten etterbehandling helt umulig å holde rene og lyse over tid. Et annet vesentlig moment for effektivt renhold er at kabelbroer og armaturer har en tilstrekkelig avstand fra taket som muliggjør vask fra oversiden der tilsmussingen er størst. Det må i tillegg ikke være tversgående hindringer i luftrommet under taket som hindrer rengjøringsmaskinenes i å utføre vask i taket .

De viktigste konklusjoner vedrørende vasketeknikk er:

- Tunnelveggene blir ikke rene dersom det ikke brukes såpe/kjemikalier i forbindelse med renholdet. Dette gjelder enten man anvender lav- eller høytrykksvask.
- For å oppnå et tilfredsstillende vaskeresultater ved bruk av lavtrykksutstyr, må overflatene behandles både med såpe/kjemikalier og en form for mekanisk påvirkning (børster).
- Såpen må ha en minimum virketid på 4-6 min. før vaskeutstyret startes.
- Ved høytrykksvask må avstanden mellom dysene og veggflaten være riktig (ikke for stor).

Videre konklusjoner er:

- Det er ikke vesentlige forskjeller på tilsmussingen i tunneler med betongdekke og tunneler med asfaltdekke.
- Tilsmussingstakten og dermed vaskebehovet i piggdekkseasonen er meget avhengig av om vegdekket er tørt eller vått. Dvs. at det i perioder med tørt vegdekke er lite behov for vask, mens det i perioder med vått vegdekke er stort behov for vask. Dette understreker at det er riktig å benytte prinsippet med utløsende standard isteden for å anvende kalenderen.

1. Innledning

Systematisk renhold i norske vegtunneler er av relativt ny dato. Et voksende trafikkarbeid medførte at man i 1978 fant det nødvendig å rengjøre installasjoner og skilt. Dette ble gjort ved hjelp av små håndholdte høytrykksvaskere. Først senere når det ble mer vanlig med andre vegger enn råsprenget fjell, startet renholdet av vegger, som igjen medførte at man ble opptatt av miljøsidene både i vaskevann og for trafikkanten og de som arbeider med drift og vedlikehold i tunnelene. Utvikling av vaskeutstyr har ofte foregått i vegvesenets egne verksteder eller som samarbeidsprosjekter mellom Vegvesenet og maskinbyggerne. Renholdsrutinene ble utviklet av de enkelte tunnelfylker i takt med trafikkveksten. Tilsmussingen av tunnelene ble etter hvert vurdert til både å være et estetisk og et miljømessig problem. Det har inntil nå vært få retningslinjer for renhold i tunneler å forholde seg til, unntatt de som er angitt i vedlikeholdsstandarden der renholdet er koplet til tunnelens ÅDT. Det har manglet mål og spesifikke krav til renhetsgraden. Det gjelder både beskrivelse av tilsmussingsgraden i tunnelen som utløser renholdstiltakene og hvilket resultat som er tilfredsstillende etter at renholdet er utført.

Norske vegtunneler er langt fra ensartet. Variasjonene er store på flere sentrale punkter. Stikkord her er tunnelens lengde, trafikkmengde, undersjøiske tunneler, én- og tovegstrafikk, veggtyper, dekktyper, belysning, lufttrensiltak, ventilasjon, etc. Flere av disse forholdene krever ulik behandling fra et renholdssynspunkt. Statens vegvesen ved Vegdirektoratet besluttet derfor å igangsette et prosjekt hvor renhold av tunneler skulle kartlegges i den hensikt å finne frem til nye allmenngyldige renholdsrutiner, effektivt renholdsutstyr tilpasset behovet og om mulig utarbeide en utløsende standard for renhold i tunneler.

2. Prosjektetablering

Prosjektet startet høsten 1994 med planlegging og forberedelse. Prosjektet skulle i hovedsak baseres på den virksomhet som faktisk foregikk i fylkene, slik at faktainnsamlingen måtte tilpasses den løpende aktiviteten. De opprinnelige hovedpunktene i prosjektet var å:

- Kartlegge vaskeutstyr i Norge og Europa, med tilhørende erfaringsvurdering etter bruk av utstyret.
- Kontakte fylkene for å få oversikt over hvilke tunneler som skulle vaskes i nærmeste fremtid og hvilket utstyr som skulle anvendes.
- Lage forslag til hvilket utstyr som skal følges opp
- Lage forslag til hvordan oppfølging skulle gjennomføres og resultater registreres.
- Finne frem til enkle kriterier og målemetoder for å registrere miljøet i tunneler før og etter vask.
- Finne metoder for å ta vare på vaskevannet og forurensningene i dette.
- Gjennomføre innsamling av data fra oppfølgingen, samt å bearbeide data og rapportere resultatet.

Vaskeutstyr som anvendes i Europa var vanskelig å kartlegge og ble derfor nedprioritert. I tillegg er veggene som anvendes i Europeiske tunneler vesentlig annerledes enn det som finnes i norske tunneler og ville derfor ikke være særlig relevante for våre forhold. Dog har vi i prosjektet benyttet de samme forsøksmetodene som også ble utført i noen av tunnelene i Østerrike og Sveits.

Eventuelle forurensninger i vaskevannet har vært gjenstand for eget prosjekt i regi av Jordforsk og kunngjort i rapport 31/95 datert juni 1995 (Miljøkjemisk undersøkelse av tunnelvask). Temaet har derfor ikke blitt behandlet på nytt i dette prosjektet.

Prosjektet har vært ledet av Statens vegvesen Vegdirektoratet ved O.ing. Roar Støtterud. SCC Bruer AS har vært utførende konsulenter der følgende personer har deltatt:

Seniorrådgiver Bjørn Flatekval
Seniorrådgiver Arnt Holberg

I tillegg har rådgiver Jan Erik Østensen deltatt med faktainnsamling og videofilming.

Fra de 10 fylkene som ble invitert til å delta i prosjektet ble det rekruttert personer med erfaring fra tunnelrenhold for å delta i en referansegruppe sammen med representanter fra utstyrsleverandørsiden. Referansegruppen har blitt forelagt og gitt anledning til å diskutere og påvirke alle viktige valg i prosjektet.

I prosjektets siste halvdel ble det også nedsatt en egen gruppe med formål å definere en renhetsstandard.

3. Utvelgelse og kartlegging av tunneler

Prosjektet har vært basert på å innhente data og fakta fra den løpende renholdsvirksomheten i tunnelene. Det var påkrevet å velge forskjellige type tunneler som var egnet for slik oppfølging. Av praktiske grunner valgte man tunneler i de 10 fylkene som også deltok i referansegruppen. De valgte tunnelene er forskjellig mht.:

- lengde
- antall kjørefelt
- veggtype
- dekketype
- trafikkmengde (ÅDT)
- ventilasjonsbehov/-løsninger
- stigningsforhold
- installasjoner
- oversjøiske

Følgende tunneler har vært gjenstand for oppfølging:

Tunnel	Ant. løp / ant. felt	Vegg	Dekke	ÅDT tot -96
Nordbytunnelen, Akershus	2/4	Betongelementer	Betong	25.000
Oslotunnelen, Oslo	2/6	Malt betong	Asfalt	100.000
Granfosstunnelen, Oslo	2/4	Glassfiber/miljøtak	Asfalt	21.000
Nestunnelen, Buskerud	1/2	Sprøytebetong	Asfalt	7.500
Skaret, Buskerud	1/3	Plater, Vik verk	Asfalt	7.000
Telemarksporten, Telemark	1/3	Plater, Solistrand	Asfalt	10.000
Baneheia, Vest-Agder	1/2	Umalt betong	Asfalt	34.000
Haumyrhei, Vest-Agder	2/4	Umalt betong	Asfalt	
Flekkerøy, Vest-Agder	1/2	Forskjellig	Asfalt	1.000
Byfjordtunnelen, Rogaland	1/3	Råsprengt fjell/Vik verk/sprøytebetong	Asfalt	
Løvestakktunnelen, Hordaland	1/2	Sprøytebetong	Asfalt	17.000
Damsgårdstunnelen, Hordaland	2/4	Malt sprøytebetong	Betong	24.000
Innfjordtunnelen, Møre og R	1/2	Råsprengt Fjell	Betong	2.000
Helltunnelen, Sør-Trøndelag	1/2	Malte betongelementer	Asfalt	9.000
Væretunnelen, Sør-Trøndelag	1/2	Plater, Vik verk	Asfalt	10.000
Breivikatunnelen, Troms	1/2	Betong	Betong	7.000
Tromsøysund, Troms	2/4	Sprøytebetong	Asfalt	6.000

I tillegg er det utført spesielle forsøk i Vålerenga- og Ekeberg tunnelen.

4. Vaskeutstyr

Gjennom valget av tunneler for datainnsamling i prosjektet har man også sikret muligheten til å studere de typer vaskeutstyr som er i bruk i Norge. Valg av tunneler har med andre ord vært påvirket av det vaskeutstyret som normalt anvendes til renholdet. Mulig vaskeutstyr ble kartlagt tidlig i prosjektfasen for å kunne bestemme hvor og når faktainnsamlingen kunne finne sted. Faktainnsamlingen danner grunnlaget for å vurdere vaskeutstyrets kapasitet, effektivitet og kostnad i bruk. Sammen med resultatvurderingen er dette de viktigste kriterier for valg av vaskeutstyr. Det har tilsynelatende foregått liten erfaringsutveksling fylkene imellom når det gjelder valg av vaskeutstyr og metoder. Mange fylker har utviklet sine egne rutiner og til dels sitt eget utstyr for renhold i tunneler. Utvikling av vaskeutstyr for anvendelse på vegger, lysarmaturer, kabelbroer og tak har til dels foregått sammen med 2-3 utstyrsleverandører. Utvikling av spesielt utstyr for høytrykksspyling, børsting og suging av vegbanen har pågått parallelt med renholdsprosjektet.

Det vaskeutstyr som finnes kan deles i 3 kategorier:

- Lavtrykksbasert utstyr (trykk opp til 15 bar)
- Høytrykksbasert utstyr (trykk fra 75 til 150 bar)
- Høytrykksbasert utstyr kombinert med roterende børster

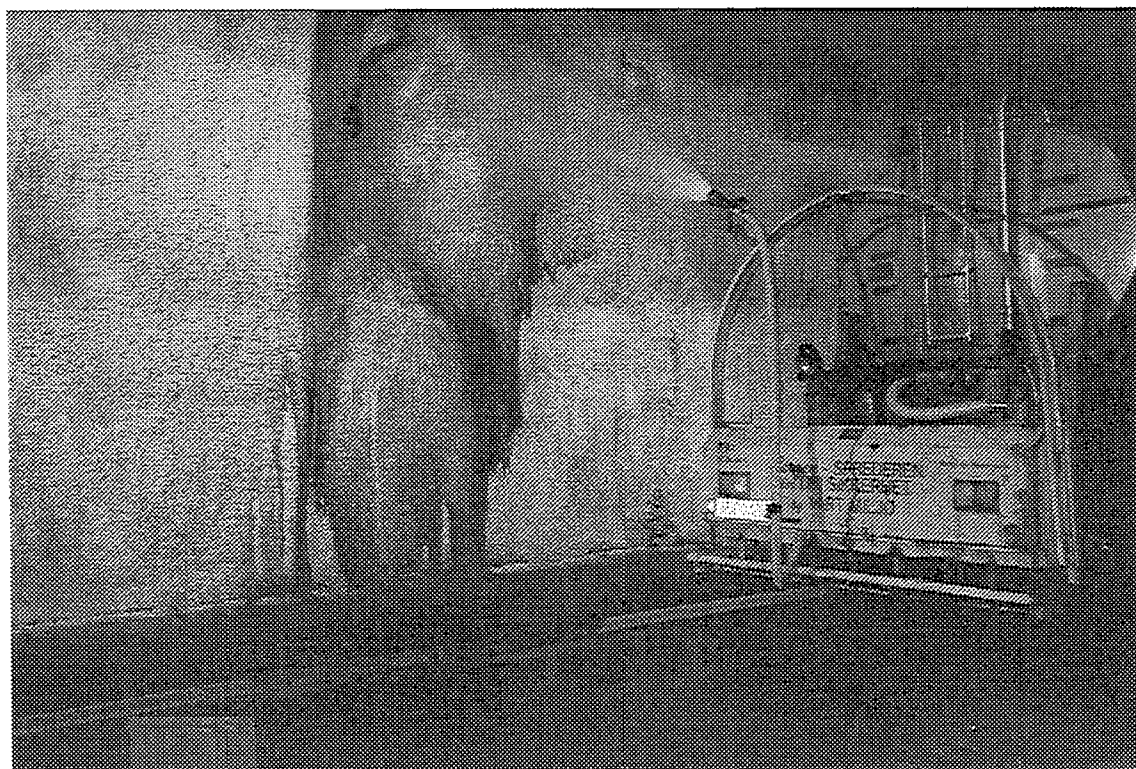
I prosjektperioden har alle 3 kategorier vært observert og studert med hensyn til kapasiteter, forbruk av vann, krav til ressurser og vaskeresultat etter utført jobb.

4.1 Lavtrykksbasert utstyr

Med unntak av utstyret på Åndalsnes, er det lavtrykksbaserte vaskeutstyret som inngår i renholdsprosjektet utstyrt med en roterende branndyse for styring av vannstrømmen. Følgende lavtrykksutstyr er observert:

- Anleggssystem AS, Bodø.
- Trimatic Acrobat 2000, Bryne
- VAV-spylebøyle med roterende dyse (egenutviklet), Kristiansand
- Spylebøyle med roterende dyse (egenutviklet), Bergen
- Spreaderør med 6 flatdyser (egenutviklet), Åndalsnes
- Spreaderbasert spylebøyle med roterende dyse (egenutviklet) Sør-Trøndelag

Det egenutviklede vaskeutstyret i Kristiansand, Bergen og Trondheim er alle kombinasjonsutstyr som benyttes for saltløsning og tunnelvask.

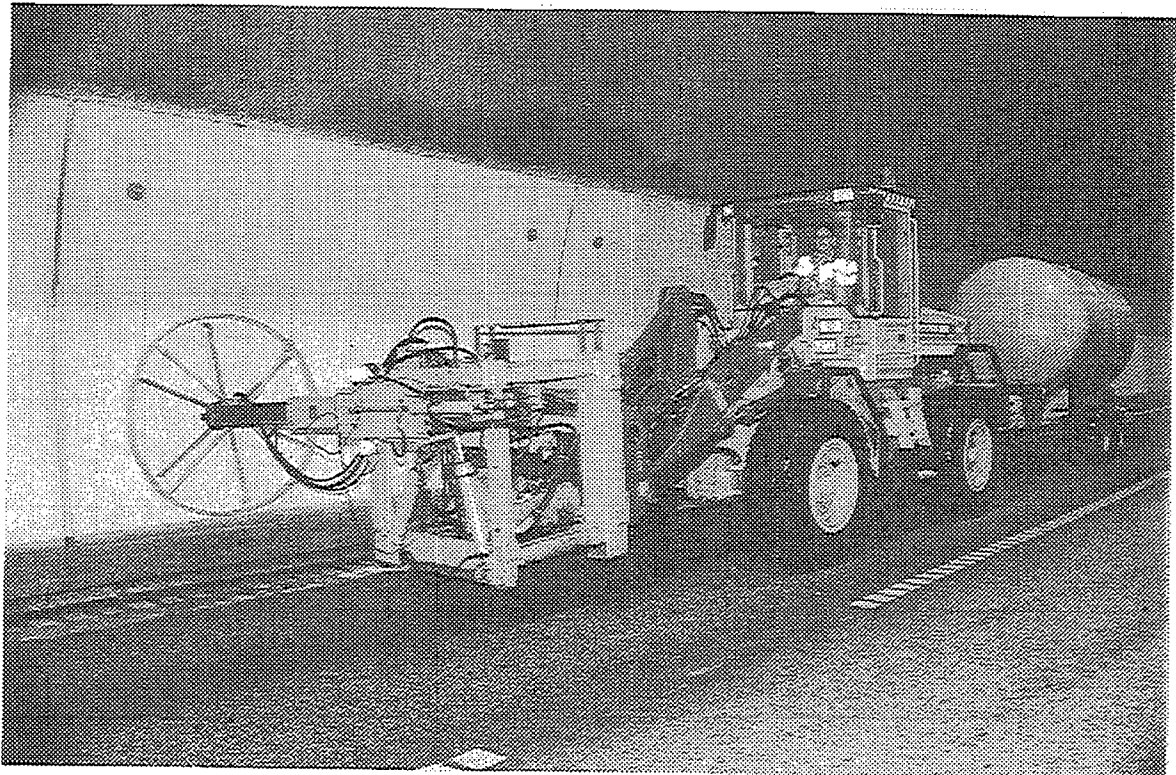


Figur 1 Lavtrykksbasert utstyr under arbeid

4.2 Høytrykksbasert vaskeutstyr

Det høytrykksbaserte vaskeutstyret som er observert er bygd opp etter forskjellige konsepter. Det ene konseptet har et roterende hjul med diameter = 160 cm som en fremtredene enhet i konseptet. Dessuten finnes utstyr med 6 stk. flatdyser på en bom som er ca. 200 cm lang/høy. Et tredje konsept har 7 pendlende turbodysere monter på en vertikal bom som er ca. 400 cm lang/høy. Til slutt finnes et høytrykksbasert konsept som har kombinert høytrykk og roterende børster. Følgende utstyr er observert:

- Mec Tec AS, vaskehjul
- Dybvik universal, vaskehjul
- Mec Tec AS, fast spylebom
- Oslo vei/Tellefsdal, pendlende turbodysere
- Nøklegaard vedlikehold, høytrykksdysere og roterende børster



Figur 2 Vaskehjulet fra Mec Tec AS

4.3 Driftstekniske data

De registrerte driftstekniske data viser meget stor spredning på flere områder. De etterfølgende oversikter inneholder de samme data i hver kolonne, men er fremstilt med forskjellig rangering av nøkkeltall. Dette fordi det skal bli enklere å vurdere de nøkkeltall som betyr mest for den enkelte tunnel.

4.3.1 Fremdriftshastighet

Vaskeutstyr: Driftsdata fra oppfølging av vask							
Utstyr	Tunnel	Trykk	Kjemik/ såpe	Vask.fart lm/min	Vask.flate m2/min	Vannforbr. l/min	Vannforbr. l/m2
OVV/Tellefsdal	Oslo tunnelen	Høyt	Ja	10	39	190	4,87
R. Nøklegård	Lillegård	Høyt	Ja	17	33	225	6,82
Anleggssystem AS	Tromsøsund	Lavt	Nei	30	107	845	7,90
Mec Tec vaskehjul	Norby	Høyt	Ja	36	69	140	2,03
Mec Tec vaskehjul	Være	Høyt	Ja/Nei	40	76	145	1,91
Dybvik Universal	Nes	Høyt	Nei	51	127	289	2,28
Åndalsnes vasker	Innfjorden	Lavt	Nei	59	148	574	3,88
Anleggssystem AS	Breivika	Lavt	Nei	65	215	666	3,10
SVH - spylebøyle	Løvestakken	Lavt	Nei	70	126	480	3,81
Trimatic Acrobat	Byfjorden	Lavt	Ja	86	103	360	3,51
VAV - spylebøyle	Hanevika	Lavt	Nei	109	136	398	2,93
VAV - spylebøyle	Flekkerøy	Lavt	Nei	110	143	394	2,76
VAV - spylebøyle	Baneheia	Lavt	Nei	120	173	373	2,16

Fremdriftshastigheten er høyest med lavtrykksbasert utstyr. Men selv innen denne gruppen er forskjellen 100% mellom høyeste og laveste hastighet. Totalforskjellen mellom laveste og høyeste hastighet er på hele 12 ganger. Utstyret med lavest hastighet har til gjengjeld en vaskehøyde på 4 m. i motsetning til alle de andre som bare har halvparten. I praksis kan derfor kapasiteten for utstyret til OVV dobles til 20 lm/min for å få en korrekt sammenligning.

4.3.2 Vasket flate pr. min.

RENHOLD I TUNNELER: Data fra oppfølging av vask							
Utstyr	Tunnel	Trykk	Kjemik/ såpe	Vask.fart lm/min	Vask.flate m2/min	Vannforbr. l/min	Vannforbr. l/m2
R. Nøklegård	Lillegård	Høyt	Ja	17	33	225	6,82
OVV/Tellefsdal	Oslo tunnelen	Høyt	Ja	10	39	190	4,87
Mec Tec vaskehjul	Norby	Høyt	Ja	36	69	140	2,03
Mec Tec vaskehjul	Være	Høyt	Ja/Nei	40	76	145	1,91
Trimatic Acrobat	Byfjorden	Lavt	Ja	86	103	360	3,51
Anleggssystem AS	Tromsøsund	Lavt	Nei	30	107	845	7,90
SVH - spylebøyle	Løvestakken	Lavt	Nei	70	126	480	3,81
Dybvik Universal	Nes	Høyt	Nei	51	127	289	2,28
VAV - spylebøyle	Hanevika	Lavt	Nei	109	136	398	2,93
VAV - spylebøyle	Flekkerøy	Lavt	Nei	110	143	394	2,76
Åndalsnes vasker	Innfjorden	Lavt	Nei	59	148	574	3,88
VAV - spylebøyle	Baneheia	Lavt	Nei	120	173	373	2,16
Anleggssystem AS	Breivika	Lavt	Nei	65	215	666	3,10

Grovt sett er det lavtrykksutstyret som dekker flest m² pr. tidsenhet. Men også her er variasjonene meget store, noe som må ha sammenheng med hvilken spredning som velges på dysene og enhetens fremdriftshastighet. For øvrig er dette et meget sentralt nøkkeltall for synliggjøring av vaskeeffektivitet. Forutsatt at vaskeresultatene er likeverdige er dette det nøkkeltallet som teller mest i en direkte sammenligning av utstyrets effektivitet.

4.3.3 Vannforbruk pr. min.

RENHOLD I TUNNELER: Data fra oppfølging av vask							
Utstyr	Tunnel	Trykk	Kjemik/ såpe	Vask.fart lm/min	Vask.flate m2/min	Vannforbr. l/min	Vannforbr. l/m2
Mec Tec vaskehjul	Norby	Høyt	Ja	36	69	140	2,03
Mec Tec vaskehjul	Være	Høyt	Ja/Nei	40	76	145	1,91
OVV/Tellefsdal	Oslotunnelen	Høyt	Ja	10	39	190	4,87
R. Nøklegård	Lillegård	Høyt	Ja	17	33	225	6,82
Dybvik Universal	Nes	Høyt	Nei	51	127	289	2,28
Trimatic Acrobat	Byfjorden	Lavt	Ja	86	103	360	3,51
VAV - spylebøyle	Baneheia	Lavt	Nei	120	173	373	2,16
VAV - spylebøyle	Flekkerøy	Lavt	Nei	110	143	394	2,76
VAV - spylebøyle	Hanevika	Lavt	Nei	109	136	398	2,93
SVH - spylebøyle	Løvestakken	Lavt	Nei	70	126	480	3,81
Åndalsnes vasker	Innfjorden	Lavt	Nei	59	148	574	3,88
Anleggssystem AS	Breivika	Lavt	Nei	65	215	666	3,10
Anleggssystem AS	Tromsø Sund	Lavt	Nei	30	107	845	7,90

Lavtrykksutstyret bruker generelt mer vann pr. tidsenhet enn høytrykksutstyret. Men variasjonen innenfor utstyrgruppen som anvender lavtrykk er på mer enn 100%. Dette til tross for at utstyret generelt sett er likt. Forskjellene på vannforbruket kan ha stor betydning dersom tilgangen på vann ikke er i nærheten av tunnelen. Da vil det medgå mye tid for å hente vann slik at den effektive vasketiden blir liten. Men selv med vanntilførsel i nærheten vil det ta tid å etterfylle vann, slik at dette, uansett medfører forlenget totalt vasketid. Med tanke på trafikkavvikling og "kundeservice" er lange stengetider noe som ikke er ønskelig. For korte tunneler er dette nøkkeltallet mindre viktig, men dersom vannet må kjøpes fra de lokale vannverket, vil vannforbruket utgjøre en kostnad.

4.3.4 Vannforbruk pr. m²

RENHOLD I TUNNELER: Data fra oppfølging av vask							
Utstyr	Tunnel	Trykk	Kjemik/ såpe	Vask.fart lm/min	Vask.flate m2/min	Vannforbr. l/min	Vannforbr. l/m2
Mec Tec vaskehjul	Være	Høyt	Ja/Nei	40	76	145	1,91
Mec Tec vaskehjul	Nordby	Høyt	Ja	36	69	140	2,03
VAV - spylebøyle	Baneheia	Lavt	Nei	120	173	373	2,16
Dybvik Universal	Nes	Høyt	Nei	51	127	289	2,28
VAV - spylebøyle	Flekkerøy	Lavt	Nei	110	143	394	2,76
VAV - spylebøyle	Hanevika	Lavt	Nei	109	136	398	2,93
Anleggssystem AS	Breivika	Lavt	Nei	65	215	666	3,10
Trimatic Acrobat	Byfjorden	Lavt	Ja	86	103	360	3,51
SVH - spylebøyle	Løvestakken	Lavt	Nei	70	126	480	3,81
Åndalsnes vasker	Innfjorden	Lavt	Nei	59	148	574	3,88
OVV/Tellefsdal	Oslotunnelen	Høyt	Ja	10	39	190	4,87
R. Nøklegård	Lillegård	Høyt	Ja	17	33	225	6,82
Anleggssystem AS	Tromsø Sund	Lavt	Nei	30	107	845	7,90

Forskjellen i vannforbruk pr. m² er på hele 356%. Eksempelvis utgjør en slik forskjell i vannforbruk for en 2-felts tunnel som er 1 km lang, ca. 100.000 liter (140.000 - 40.000).

Man kan også merke seg at det ikke går noe markert skille mellom høy- og lavtrykksutstyr når det gjelder vannforbruk pr. m².

4.3.5 Renholdskostnader

Kostnadene for renhold pr. flateenhet med det utstyret som har vært med i prosjektet varierer mye. Det henger selvsagt sammen med de totale ressurser som anvendes ved bruk av hvert utstyr, noe som igjen medfører at vaskeresultatet etter vask også blir forskjellige. Det er derfor ikke hensiktsmessige å måle renholdskostnadene opp mot hverandre etter å ha anvendt utstyr som ikke gir samme vaskeresultat. En optimal sammenligning av renholdskostnader er bare mulig der også vaskeresultatet er helt likt etter utført vask, noe som ikke er tilfelle.

I praksis er det ofte slik at det er de avsatte midler til renhold som bestemmer hvilke ressurser som kan settes inn pr. vask pr. tunnel. Dermed bestemmes også forutsetningene for hvilken renhetsgrad man kan forvente å oppnå etter vask. Det kan nesten uten unntak slås fast at det er sammenheng mellom renholdskostnadene og de vaskeresultater som oppnås. Jo flere ressurser jo bedre blir resultatet.

4.3.6 Annet

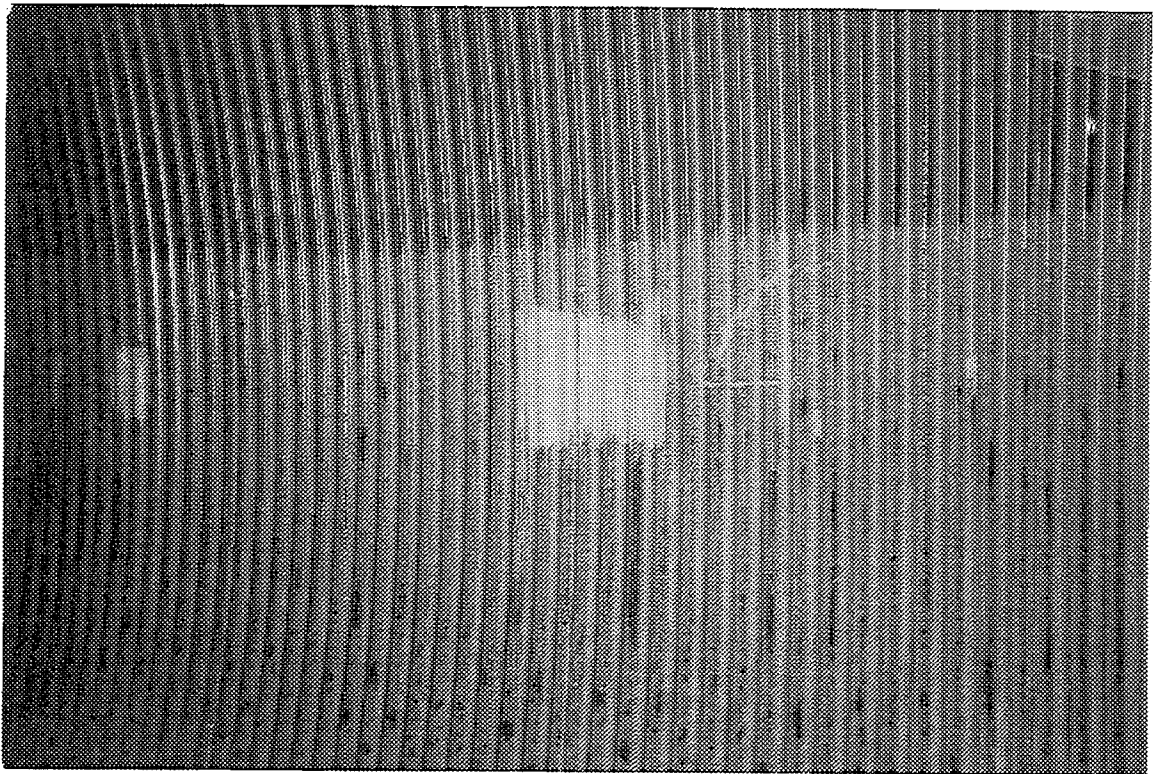
I løpet av prosjektperioden har det foregått en kontinuerlig utvikling av utstyr og metoder. Dette gjelder også noe av det utstyret som er observert i dette prosjektet. Denne utviklingen har også påvirket noen av de kapasiteter som er vist i tabellene. Det er derfor viktig å presisere at de oppgitte verdier er de som opprinnelig ble registrert og ikke det som eventuelt gjelder pr. juni 1997.

Denne videreutviklingen som har funnet sted i prosjektperioden er i stor grad basert på den erfaringsutvekslingen og kunnskapsspredningen som har funnet sted i prosjektet. Dette viser at prosjekter av denne art, som gir anledning til å samle ressurspersoner flere ganger over tid, også får en tilleggsverdi i form av kunnskapsutveksling på tvers av fylkesgrensene, noe som igjen kan gi nye ideer som kommer til praktisk nytte i eget lokalmiljø.

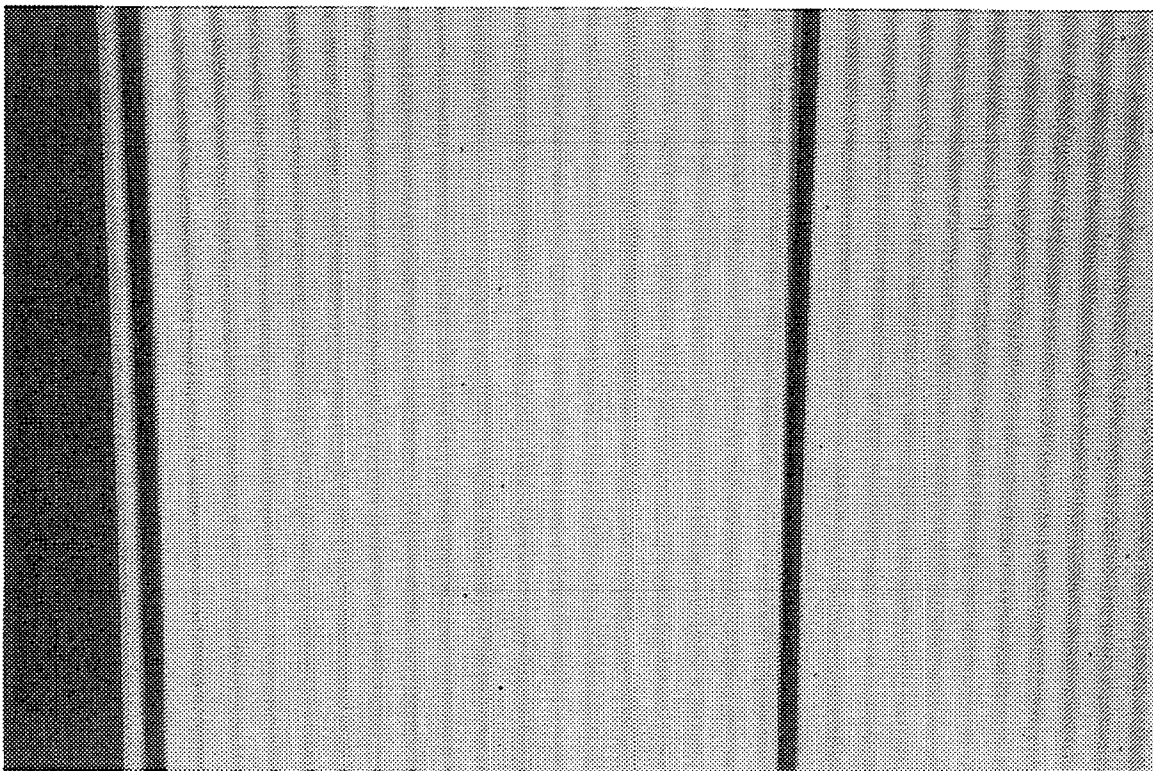
4.4 Vaskeresultater

I tabellene i kapittel 4 er det ikke tatt hensyn til resultatet etter vask, bare utstyrets kapasitet og tekniske effektivitet som i og for seg er vesentlig ved valg av utstyr og metoder. Men hensikten med å vaske tunneler bør først og fremst være å fjerne tilsmussingen og etterstrebe målet om å oppnå rene overflater. Dette målet bør alltid være viktigere enn f.eks. å få gjennomført vaskeprogrammet. Rene overflater har flere positive virkninger. I tillegg til trafikantenes opplevelse av å kjøre i tunnel, vil rene overflater bidra til å forlenge installasjonenes og utstyrets levetid, det vil gi en bedre optisk ledning og imøtekomme HMS-kravene for de som arbeider i tunnelen.

Det vaskeresultatet som er oppnådd har alltid sammenheng med den vaskemetode som er valgt. I praksis vil det generelt si at en ressurskrevende metode gir et bedre vaskeresultat enn en mindre ressurskrevende metode. Ut fra et resultatsynspunkt kan det derfor stilles spørsmål om ressurser som anvendes på å oppnå et lite tilfredsstillende resultat, er en god anvendelse. Om det heller ville vært bedre å redusere vaskefrekvensen, mot å øke kvaliteten på vaskeprosessen. Fokus bør i større grad rettes mot å vurdere vaskeresultatet i lys av forbrukte ressurser. En slik objektiv vurdering krever klarere kvalitetskriterier for renhold av tunneler. I tillegg kreves at de store tunnelfylkene må få tilstrekkelige midler til å foreta en kvalitativt fullgod vask. Det er ofte manglende midler som i dag styrer hvilken metode som velges til renholdet.



Figur 3 Mindre bra vaskeresultat



Figur 4 Eksempel på godt vaskeresultat

5. Vaskeforsøk i liten og full skala

For å bedre kunne vurdere vaskeresultatene etter anvendelse av forskjellig utstyr og metoder, var det behov for å utføre forsøk i kontrollerte former. Det var særlig interessant å kunne vurdere resultatforskjellen ved bruk av høy- og lavtrykksvask på samme underlag, samt å utprøve virkningen av såpebruk sammen med høy- og lavtrykksvask.

Forsøkene ble gjennomført i Helltunnelen og Væretunnelen i Sør-Trøndelag. Forsøkene ble utført i liten skala, dvs. nærmest med ordinære renholdshjelpemidler som anvendes i hjemmet, og i full skala, dvs. ved hjelp av vaskeutstyret som Sør-Trøndelag disponerer.

Til sammen ble det utført 32 forskjellige forsøk i 2 tunneler. Forsøkene ble dokumentert ved hjelp av video og bilder. En renhetsvurdering ble utført på stedet etter en skala fra 0 til 5, der 0 tilsvarer ingen virkning etter vask og 5 tilsvarer den renhet som det var mulig å oppnå etter grundig vask med såpe og skurekost.

Lavtrykksutstyret som ble benyttet hadde et vanntrykk tilsvarende trykket fra en hageslange, mens høytrykksutstyret hadde et trykk på mer enn 100 bar.

Poengvurderingen er satt opp i tabellen nedenfor.

5.1 Forsøksresultat småskala

Nr	Vegg/tunnel Vaskemetode	Malt glatt betong, Hell	Malt Sprøyte- betong Hell	Solistrand plater Stavsjø	Malt Sprøyte- betong Stavsjø	Gj-snitt 4 forsøk
1	Lavtrykk u/såpe	1	1,5	0,5	0,5	0,88
2	Lavtrykk m/såpe	3	3	2	3	2,75
3	Lavtrykk u/såpe - m/børste	2	2	3	3	2,5
4	Lavtrykk m/såpe - m/børste	5	5	4,5	4	4,63
5	Høytrykk u/såpe	3	2	1	1	1,75
6	Høytrykk m/såpe	4,5	4,5	3,5	4	4,1
7	Høytrykk u/såpe - m/børste	3	2	4	1	2,5
8	Høytrykk m/såpe - m/børste	5	5	5	4,5	4,9

5.1.1 Lavtrykksutstyr

Som det fremgår av tabell 5.1 er lavtrykksvask uten bruk av såpe eller andre tilleggsaktiviteter (forsøk nr. 1), svært lite effektivt på de veggflatene som finnes i de to tunnelene. Dersom vi fastholder at hensikten med å gjennomføre tunnelvask bør være å oppnå rene veggflater, må det konkluderes med at anvendelse av lavtrykksvask, slik den ble praktisert under disse forsøkene, gir svært liten effekt. Unntaket fra denne konklusjonen er rengjøring av vegger av råsprengt fjell der såpebruk ikke anses å gi noen tilleggseffekt.

Resultatet på alle veggtyper ble litt bedre ved å anvende såpe (forsøk 2), men fortsatt er resultatet langt fra tilfredsstillende. Som det fremgår av tabellen (forsøk 4) gir vask med lavtrykksutstyr bare et tilfredsstillende resultat når det kombineres med anvendelse av såpe og mekanisk påvirkning (børste). Denne metoden ga til gjengjeld et overraskende godt resultat.

5.1.2 Høytrykksutstyr

I tabell 5.1, forsøk 5 - 8, fremgår det at høytrykksvask uten bruk av såpe, ikke gir noe godt resultat på de viste kledningstypene. Det hjelper heller ikke på resultatet å anvende mekanisk påvirkning (untatt Solistrandplater). Den eneste metode som hever renhetsgraden vesentlig ved bruk av høytrykksutstyr, er den samme som ved bruk av lavtrykk, nemlig å bruke såpe på de flatene som skal rengjøres (forsøk 6). En ytterligere forbedring av vaskeresultatet oppnås når vaskeflatene utsettes for mekanisk påvirkning i tillegg (forsøk 8). Men både forsøk 6 og 8 gir et tilfredsstillende vaskeresultat.

5.1.3 Konklusjon fra småskalaforsøk

Vasking uten bruk av såpe har liten effekt. Dette gjelder enten det anvendes lav- eller høytrykksutstyr.

For å oppnå et tilfredsstillende resultat med lavtrykksutstyr må de såpebehandlede overflatene i tillegg utsettes for mekanisk påvirkning.

Et tilfredsstillende resultat med høytrykksutstyr oppnås med å bare såpebehandle overflatene, men resultatet kan ytterligere forbedres når overflaten i tillegg utsettes for mekanisk påvirkning.

5.2 Resultater fra fullskalaforsøk

I tillegg til de manuelle småskalaforsøkene, ble også noen fullskalaforsøk gjennomført i Helltunnelen. Forsøkene ble gjennomført med 3 forskjellige vaskeutstyr. Disse var:

- MecTec vaskehjul
- MecTec «Høytrykksgaffel»
- Lavtrykks vaskebøyle

For hvert utstyr ble følgende forsøk gjennomført:

- Vask uten såpe på malt glattstøpt betong
- Vask med såpe på malt glattstøpt betong
- Vask uten såpe på malt sprøytebetong
- Vask med såpe på malt sprøytebetong

5.2.1 Resultat fra forsøk med vaskehjulet

Resultatene etter vask med vaskehjulet ble gode når alle forutsetningene for å oppnå et godt resultat ble oppfylt. De 3 viktigste forutsetningene er:

- Såpen må ha en virketid på 4-6 min. før vaskehjulet settes igang
- Avstanden mellom vaskehjulet og veggen må være riktig (ikke for stor)
- Fremdriftshastigheten må ikke være for stor

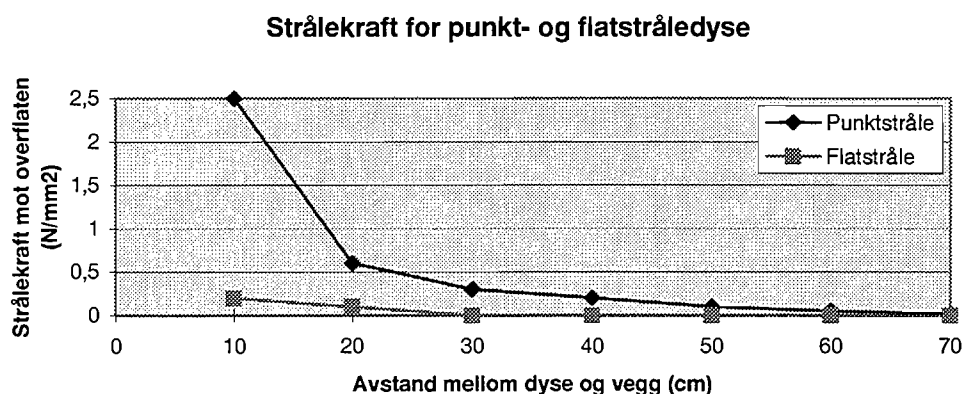
Det er vesentlig forskjell på resultatet ved bruk og ikke bruk av såpe. Veggflatene blir kort og godt ikke rene når det vaskes uten såpe. Den fastgrodde hinnen blir sittende igjen på overflaten og denne blir gradvis skitnere (dvs. mørkere) for hvert år. Hell-tunnelen ble åpnet høsten 1995 og etter bare 6 måneders bruk var det ikke mulig å vaske veggflatene ordentlig rene uten såpe. Etter den tid har man alltid anvendt såpe.

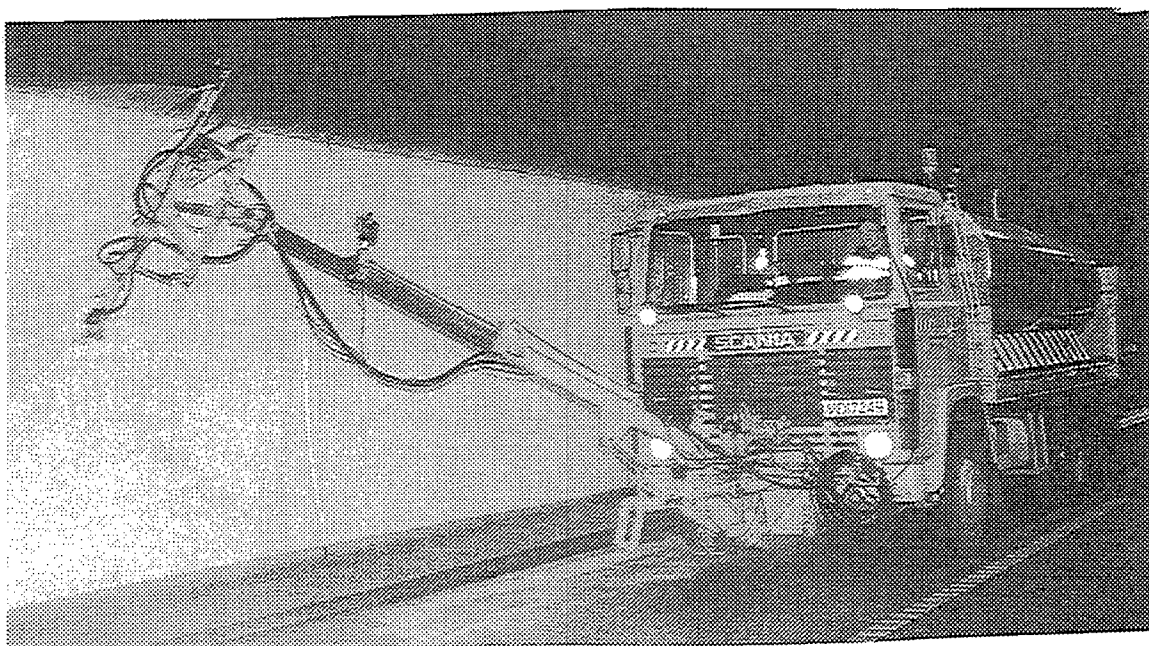
Når avstanden til veggen blir for stor blir vanntrykket mot tunnelveggen for lavt til å fjerne skitten, selv om det anvendes såpe. Vaskehjulet etterlater seg også noen ganger spor på veggen i form av sirkelformede mørke striper, noe som kan skyldes avstanden, men årsaken kan også være at fremdriftshastigheten er for høy.

5.2.2 Resultater fra vasking med «høytrykksgaffel»

Erfaringer og hovedkonklusjon er den samme som ved bruk av vaskehjulet, nemlig at det må anvendes såpe og at avstanden til veggen må være riktig. Feil avstand mellom dyser og vegg ble meget godt demonstrert med dette utstyret som har 6 stk. dyser montert på en vertikal bom. Når avstanden innstilles slik at det er overlapping på vaskeflaten fra hver av strålene, er trykket mot veggflaten for lavt og vaskeresultatet for dårlig. Når avstanden mellom dysene og vaskeflaten ble halvert (fra ca. 40 til 20 cm) ble trykket høyt nok mot vaskeflaten og vaskeresultatet ble godt. Men da var det ikke lenger overlapping fra dysene på vaskeflaten, noe som resulterer i at det etterlates striper langs veggen som ikke er vasket. Her må det tilføyes at dette utstyret er beregnet for rengjøring av banketter og ikke vegger. Dvs. at utstyret må bygges om for at det skal virke tilfredsstillende til veggvask, noe som anses for fullt mulig dersom det er behov.

Diagrammet nedenfor er hentet fra prosjekt "Utstyr for vasking av skilt, kantstolper og vegmerking", der sammenhengen mellom trykk og avstand er mer grundig beskrevet.





Figur 5 Anvendelse av "høytrykksgaffel"

5.2.3 Resultater fra vasking med vaskebøylen (lavtrykk)

Dette utstyret gir ikke et godt nok vaskeresultat selv ved bruk av såpe på de underlagene forsøkene ble utført. Ønsker man å oppnå helt rene vegger må dette utstyret i tillegg kombineres med bruk av børster.

Denne konklusjonen er for øvrig helt sammenfallende med resultatet fra småskalaforsøkene.

Som nevnt i kap. 5.2.2 kan lavtrykksutstyr være godt egnet for vasking av sprøytebetongtak når det kombineres med bruk av såpe. Grunnen til at denne kombinasjonen kan være å anbefale for vasking av tak, men ikke for vegger, er at taket vanligvis skal være mørkt og at kravet om å tilstrebe lyse overflater ikke er fremtredene. I taket er det primært behov for å skylle ned den løse skitten som har samlet seg siden forrige vask og den oppgaven kan løses med lavtrykksutstyr og store mengder vann.

Metoden ble ikke utprøvd i forbindelse med forsøkene i Sør-Trøndelag.

Basert på resultatet fra høytrykksforsøkene på tunnelvegger kan det generelt sett også trekkes den konklusjon at vasking av tak med det meste av dagens høytrykksutstyr har liten virkning. Årsaken til dette er at man sjelden eller aldri oppnår å få liten nok avstand mellom dyser og tak til å få effekt av høytrykksutstyret.. Taket som kan være opptil 2 meter fra dysene på høytrykksutstyret, blir i beste fall bare fuktet av den "tåkeskyen" som oppstår på denne avstanden. Dette skyldes nødvendigvis ikke at utstyret i seg selv ikke er godt nok, men at enkelte tunnelkonstruksjoner utelukker bruk av utstyret. Takvasking kan derfor med fordel utføres med lavtrykksutstyr der man i hvert fall får påført store nok vannmengder til å transportere den løse skitten ned fra taket.

6 Andre forsøk

I løpet av prosjektperioden er det utprøvet noen nye metoder og noen nye produkter for å søke etter forbedringspotensialer i tunnelrenholdet. Resultatet fra tre av forsøkene tas med i denne rapporten.

6.1 Intensivt dekkevask

Det var antatt med stor sikkerhet at renhold av vegdekket ville ha betydning for tilsmussingen av tunnelveggene i piggdekk sesongen. Et prøveprosjekt over en periode på 14 dager ble derfor igangsatt i Oslotunnelens vestgående løp. Vegbanen og banketten ble rengjort hver natt over en strekning som startet ca. 300 m i dagen før tunnelåpningen og ned til lavbrekket i tunnelen. Totalt ca. 1200 meter.

Som referansestrekning ble Oslotunnelens østgående løp benyttet.

Rengjøring av vegbanen ble utført med Oslo vei's Broddway supersuger.

Prøveprosjektet startet i forbindelse med at tunnelen ble vasket den 23.1.97. Klimaet i prøveperioden var vekslende med temperatur over og under 0°C og hvor det også var vekslende perioder med og uten nedbør. Derav følger at vegbanen også vekslet mellom våt og tørr tilstand i oppfølgingsperioden.



Figur 7 *Supervaskeren i aksjon*

Generelt viste forsøkene at tilsmussingen av vegger og kantstriper i perioder med tørr vegbane var svært liten, mens tilsmussingen i perioder med våt vegbane økte med ca. 10 % pr. døgn. Denne tilsmussingsøkningen var tilnærmet den samme som den som oppstår under normale driftsforhold.

Ut fra disse erfaringene kan det trekkes minst 2 konklusjoner.

Asfaltslitasjen fra piggdekkene med tilhørende støvproduksjon er klart større når vegbanen er våt. Antall dager med våt vegbane vil derfor sannsynligvis være den viktigste faktoren for når det er behov for rengjøring i en høytrafikkert tunnel. Forsøkene fra Oslotunnelen viser at selv intensivt vegbanerenshold ikke kan forhindre tilsmussingen av overflater som er nærmere vegbanen enn 2-3 meter, når vegbanen er våt. Med andre ord kan man si at et svært viktig bidrag til rene overflater i tunneler er å holde vegbanen tørr.

Den andre konklusjon som kan trekkes er at det bare er "nyprodusert" vegstøv som virvles opp og tilsmusser overflatene. Det støvet som etter hvert samles i deponier langs vegbanen og veggene blir liggende i ro og virvles ikke opp på nytt igjen av forbigående kjøretøyer.

Men, i likhet med flere andre gjennomførte forsøk, er resultatene og konklusjonene fra slike forsøk ikke ensartet svart eller hvitt. For selv om tilsmussingen av kantlinjer og overflater nærmest vegbanen ble hurtig tilsmusset ved våt vegbane, var tilsmussingen av overflatene i høyder over 2 meter fra vegbanen merkbart mindre. Likeså kunne det subjektivt konstateres at det intensive renholdet hadde en positiv påvirkning på totalmiljøet i tunnelen. Dette gjelder både luftkvaliteten og "følelsen" av en renere tunnel. Denne "følelsen" ble også bekreftet av tilbakemeldinger fra tunneltrafikkantene som uoppfordret tok kontakt med vegholderen.

Den endelige konklusjonen fra forsøket blir likevel at det ikke er mulig å påvise en direkte sammenheng mellom hyppig dekkerenshold og en tilstrekkelig redusert tilsmussing av overflater i tunnelen. Men det hyppig dekkerensholdet medførte at man subjektivt fikk følelsen av å ferdes i et renere miljø med bedre luftkvalitet enn normalt.

6.2 Spesialutviklet vaskemiddel for betongvegger

I Kristiansand har Statens vegvesen Vest-Agder i samarbeid med Freyasdal fabrikk, gjennomført forsøk med en nyutviklet vaskesåpe for rengjøring og rask lysning av overflaten på betongvegger. Sterkt forenklet er forsøkene basert på å påføre betongvegger og tak en spesialutviklet vaskesåpe for rengjøringsprosessen og i tillegg oppnå en kjemisk reaksjon mellom det påførte vaskesåpen og kalken i betongen. Resultatet av denne kjemiske reaksjonen er at betongoverflaten får en lysere farge og at overflaten lysner for hver gang behandlingen skjer. På eldre betongflater der overflaten har blitt mørk er det nødvendig å børste overflaten med stålbørster for å fjerne det ytterste sjiktet. Når dette er fjernet oppnås samme virkning som på ny betong.

Forsøkene er ikke 100% uttømmende og dokumentert. I denne omgang må vi nøye oss med å slå fast at behandlingen i Baneheia- og Haumyrheitunnelen, som inngikk i en spesiell oppfølging i løpet av vinteren 1997, medførte at veggene holdt seg mye lysere i fargen enn de øvrige tunneler som inngikk i oppfølgingen. Tilsynelatende festet heller ikke skitten seg så lett

på de behandlede overflatene som den ellers ville gjort. Isteden kunne det se ut som at skitten gled ned langs veggen og ble liggende på banketten. I tillegg holdt overflatene seg veldig lyse og ga et positivt inntrykk for trafikkantene.

Forsøk med å anvende vaskesåpen i flere tunneler er igang, også på sprøytebetong, men det foreligger ennå ikke konkrete resultater fra disse forsøkene.

6.3 Spesiell oppfølging av tunneler vinteren 1997

For å få sikrere og mer direkte sammenlignbare data fra flere tunneler som kunne være egnet til å gi grunnlag for å fastsette utløsende standard, ble følgende tunneler gjenstand for regelmessig oppfølging vinteren 1997.

- Haumyrheitunnelen, Kristiansand. 4-felts tunnel
- Baneheiatunnelen, Kristiansand. 2-felts tunnel
- Damsgårdtunnelen, Bergen. 4-felts tunnel med betongdekke
- Helltunnelen, Trondheim. 2-felts tunnel
- Oslotunnelen, Oslo. 6-felts tunnel

6.3.1 Haumyrheitunnelen

Haumyrheitunnelen er ca. 600m lang 4-felts tunnel med asfaltdekke. Vegger og tak er glattstøpt betong. Årsdøgntrafikken er 14000 i hver retning. Tunnelen ble åpnet i 1992.

6.3.2 Baneheiatunnelen

Baneheia er en 460 m lang 2-felts tunnel med asfaltdekke. Vegg og tak består av støpt betong. Årsdøgntrafikken ca. 30000 kjøretøyer. Tunnelen ble åpnet i 1975

6.3.3 Damsgårdtunnelen

Damsgårdtunnelen er en 2300 m lang 4-felts tunnel med betongdekke. Vegg og tak består av behandlet sprøytebetong. Årsdøgntrafikken er ca. 12000 i hver retning. Tunnelen ble åpnet i 1992.

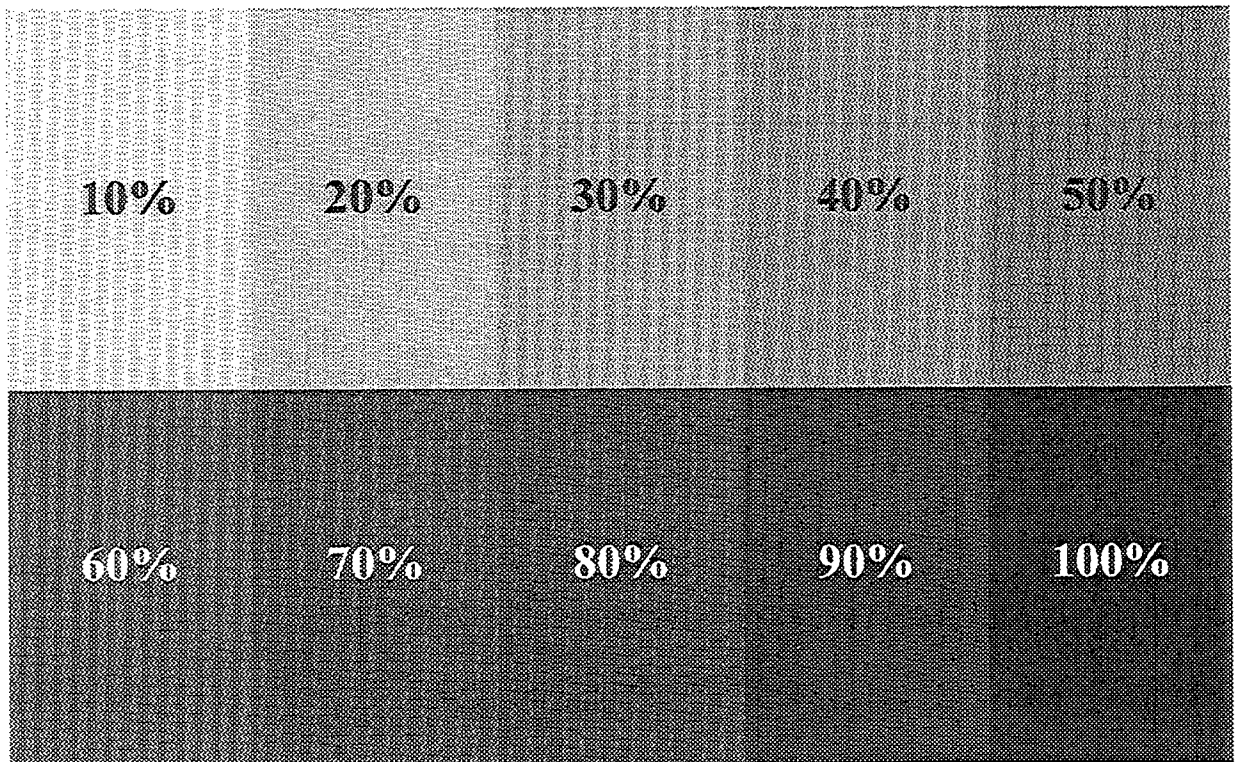
6.3.4 Helltunnelen

Helltunnelen er en 4 km lang 2-felts tunnel med asfaltdekke. Taket er kledd med sprøytebetong og veggene er kledd med malte betongelementer. Årsdøgntrafikken er 9000 kjøretøyer. Tunnelen ble åpnet 1995.

6.3.5 Oslotunnelen

Oslotunnelen er en 1800 m lang 6-felts undersjøisk tunnel med asfaltdekke. Veggen består av malt plasstøpt betong og taket er kledd med sprøytebetong. Årsdøgntrafikken er ca. 50000 kjøretøyer i hver retning. Tunnelen ble åpnet i 1990.

Måling av tilsmussingen ble foretatt mot faste referanseflater slik som vist figur 8 nedenfor. Målingene startet ved renvasket tunnel og diagrammene viser hvordan tilsmussingen øker over tid i den enkelte tunnel.



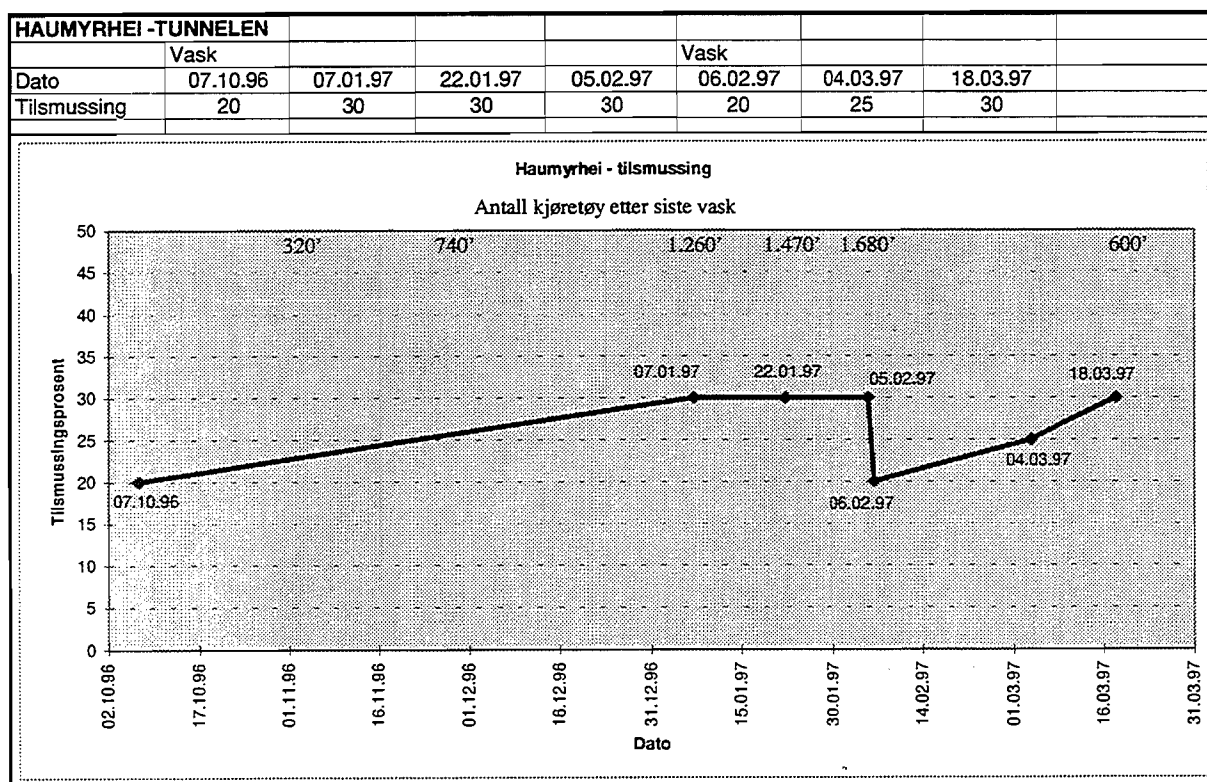
Figur 8 Referansefelt for å bedømme tilsmussingen

6.3.6 Resultater

I det etterfølgende vises hvordan utviklingen forløp i de tunneler som var med i oppfølgingen.

6.3.6.1 Haumyrheitunnelen

Fra Kristiansand vises resultatene i Haumyrheitunnelen som har en meget spesiell utvikling. Her fremgår det at utviklingen stabiliserte seg på 10% tilsmussing uansett trafikkarbeidet i tunnelen. I løpet av 17 uker var det passert ca. 1.680.000 kjøretøyer. I denne tunnelen var det montert indikator i form av spesielt innvendig belyste skilt, og dette viste en mer "normal" utvikling av tilsmussingen. Det antas at den relativt lave tilsmussingen har sammenheng med den vaskesåpen som er brukt i Kristiansand (se eget kapittel). Mens det var liten tilsmussing på veggene var banketten til dels kraftig nedsmusset. Klimaet i Kristiansand må karakteriseres som fuktig i oppfølgingsperioden.

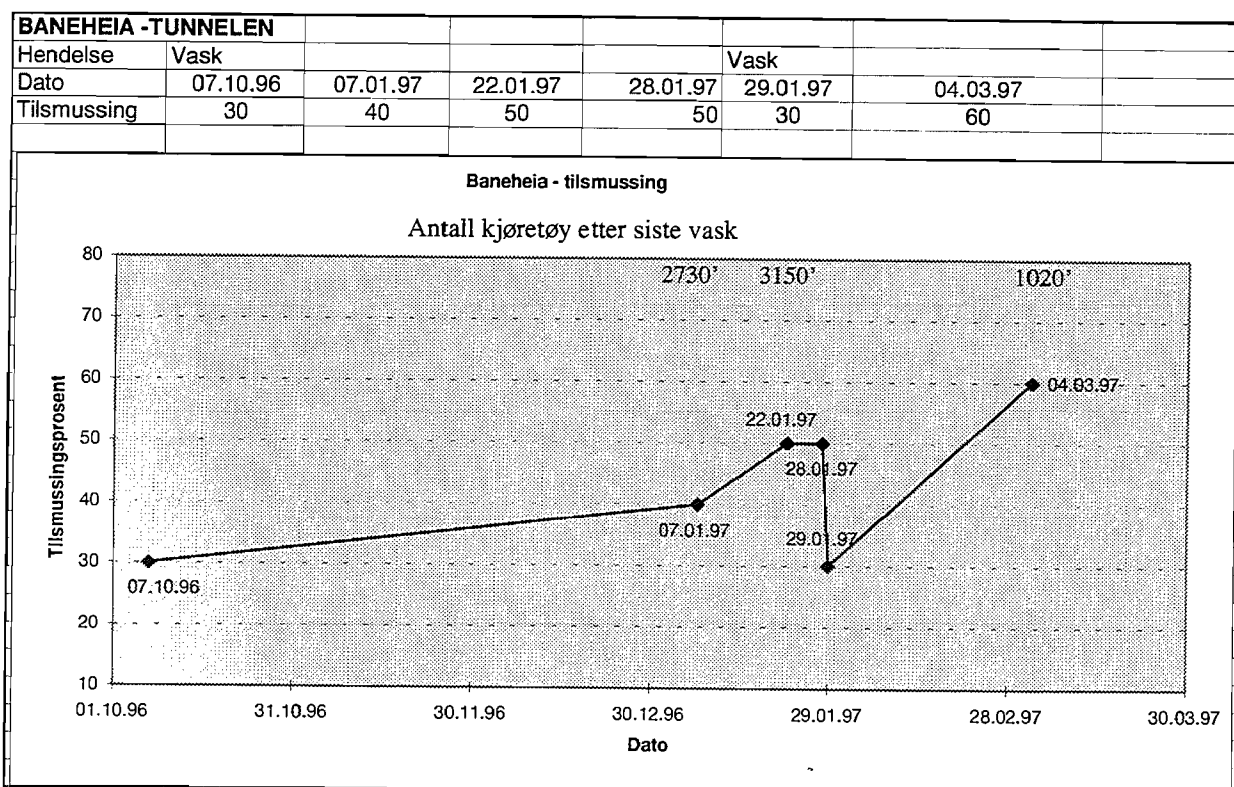


Figur 9 Tilsmussingstakt i Haumyrheitunnelen

6.3.6.2 Baneheiatunnelen

Baneheiatunnelen i Kristiansand har også vært gjenstand for de samme forsøkene som Haumyrheitunnelen. Baneheiatunnelen er en 2-felts tunnel og betongveggene har en grovere struktur enn Haumyrheitunnelen.

Utviklingen av tilsmussingen i Baneheia er spesiell. Tilsmussingen økte bare med 10% i løpet av de første 3 månedersperioden, men etter vaskingen den 29.1.97 akselererte tilsmussingen uten at det var en åpenbar forklaring mht. værendringer eller andre trafikkmessige endringer. Forklaringen må derfor knyttes opp til anvendelsen av det rengjøringsmiddelet som anvendes i Kristiansand og vil bli gjenstand for videre utprøvinger.

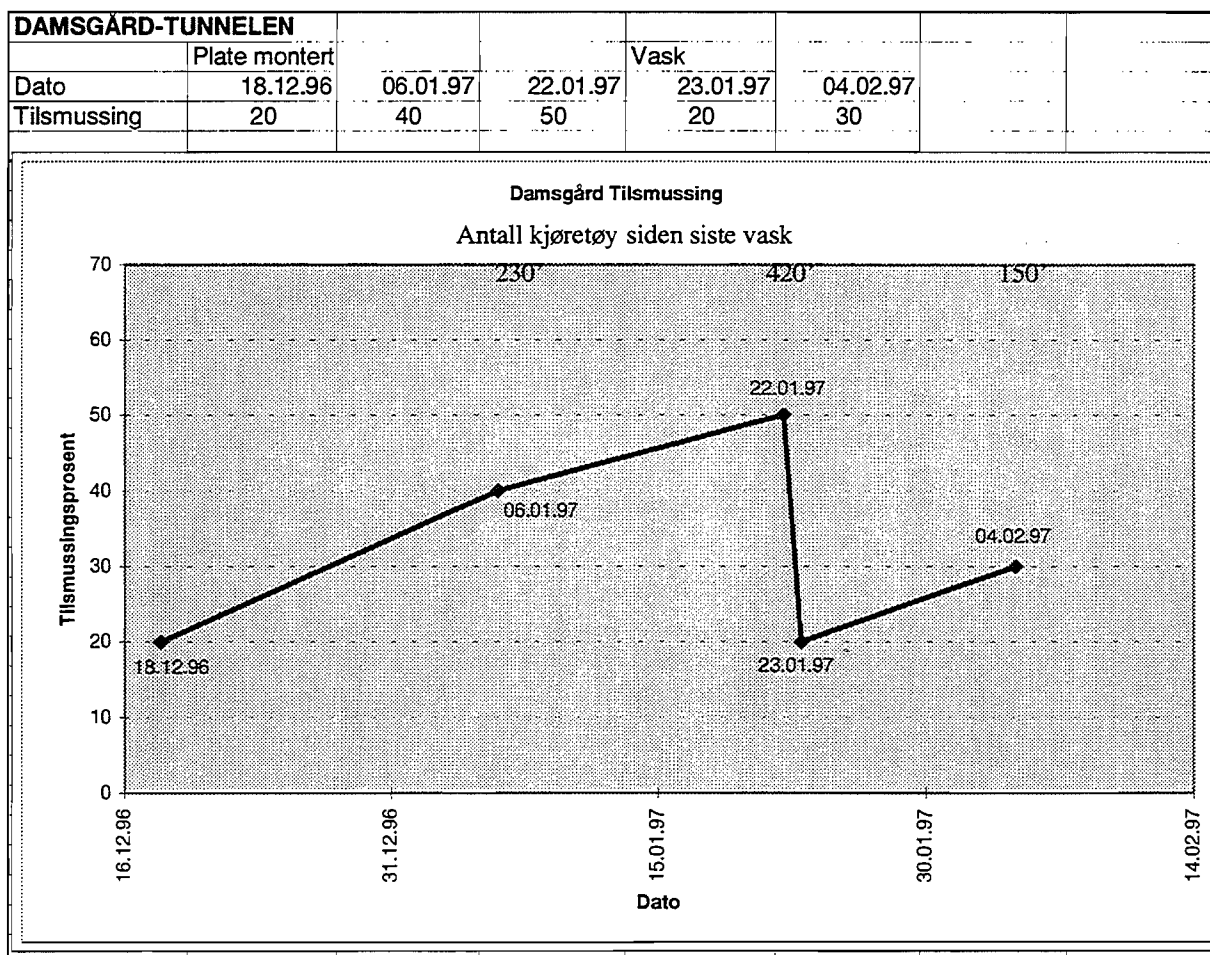


Figur 10 Tilsmussingstakt i Baneheiatunnelen

6.3.6.2 Damsgårdtunnelen

I Damsgårdtunnelen økte tilsmussingen med 30% i løpet av 5 uker. Da var det passert 420.000 kjøretøyer i perioden. På bakgrunn av at tunnelen har betongdekke var denne økning noe overraskende i og med at det er anerkjent at betongen har en vesentlig større slitestyrke enn asfalt. På den annen side er det også fra andre målinger konstatert at støvmengden som skapes fra asfalt og betong er omtrent lik, selv om dekkleslitasjen er forskjellig. Dette stemmer bra med våre erfaringer.

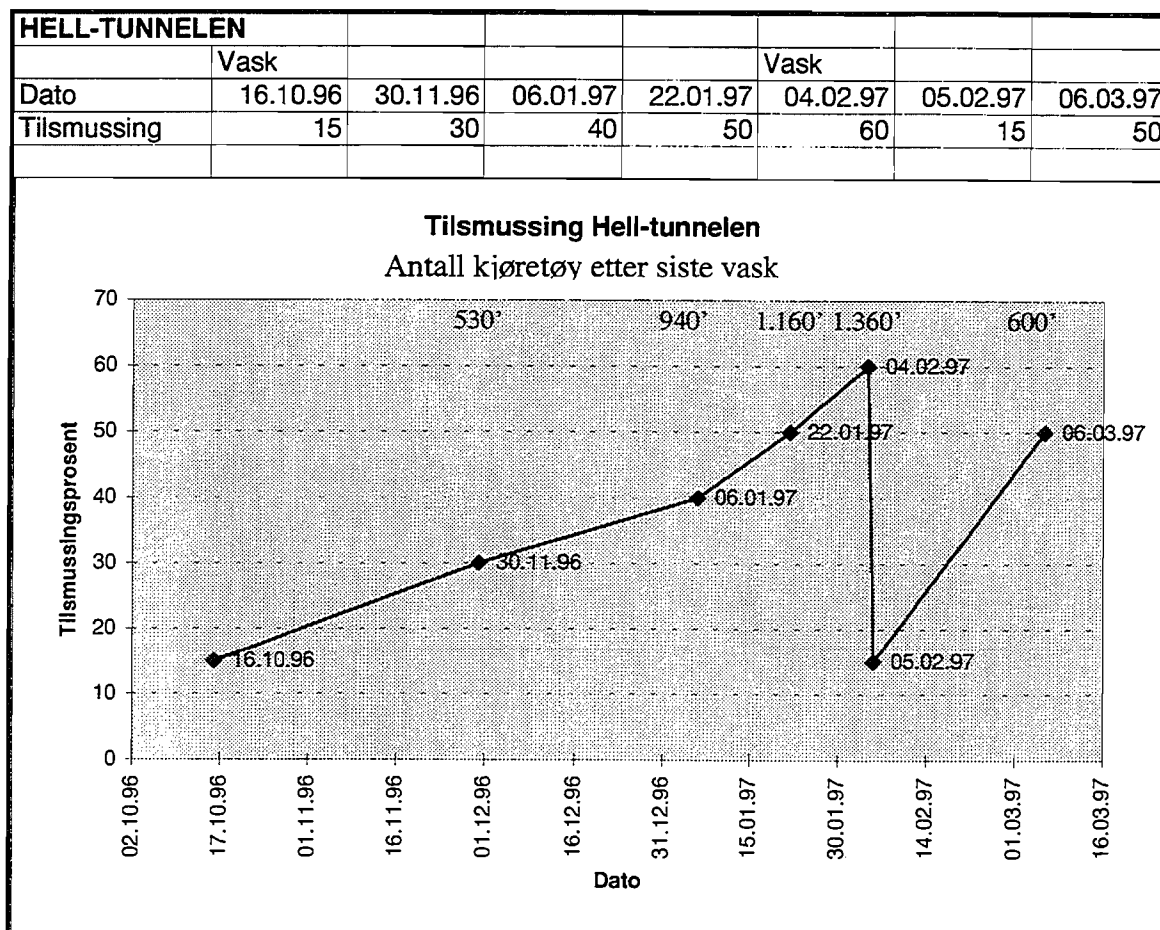
I tunnelen var det montert 3 indikatorer fra Osram, hvorav en på veggen, en på høyde med lysarmaturene og en i taket. Indikatoren ved lysarmaturene skulle også vise utviklingen av tilsmussing både fra oversiden og undersiden.



Figur 11 Tilsmussingstakt i Damsgårdtunnelen

6.3.6.3 Helltunnelen

I Helltunnelen økte tilsmussingen med drøye 40% i løpet av 16 uker, slik det fremgår av fremstillingen nedenfor. I denne perioden passerte 1.360.000 kjøretøyer. Tunnelen ga inntrykk av å være skitten på dette stadiet og vask var påkrevet. Også i Helltunnelen var det montert indikatorer som i Damsgårdtunnelen.

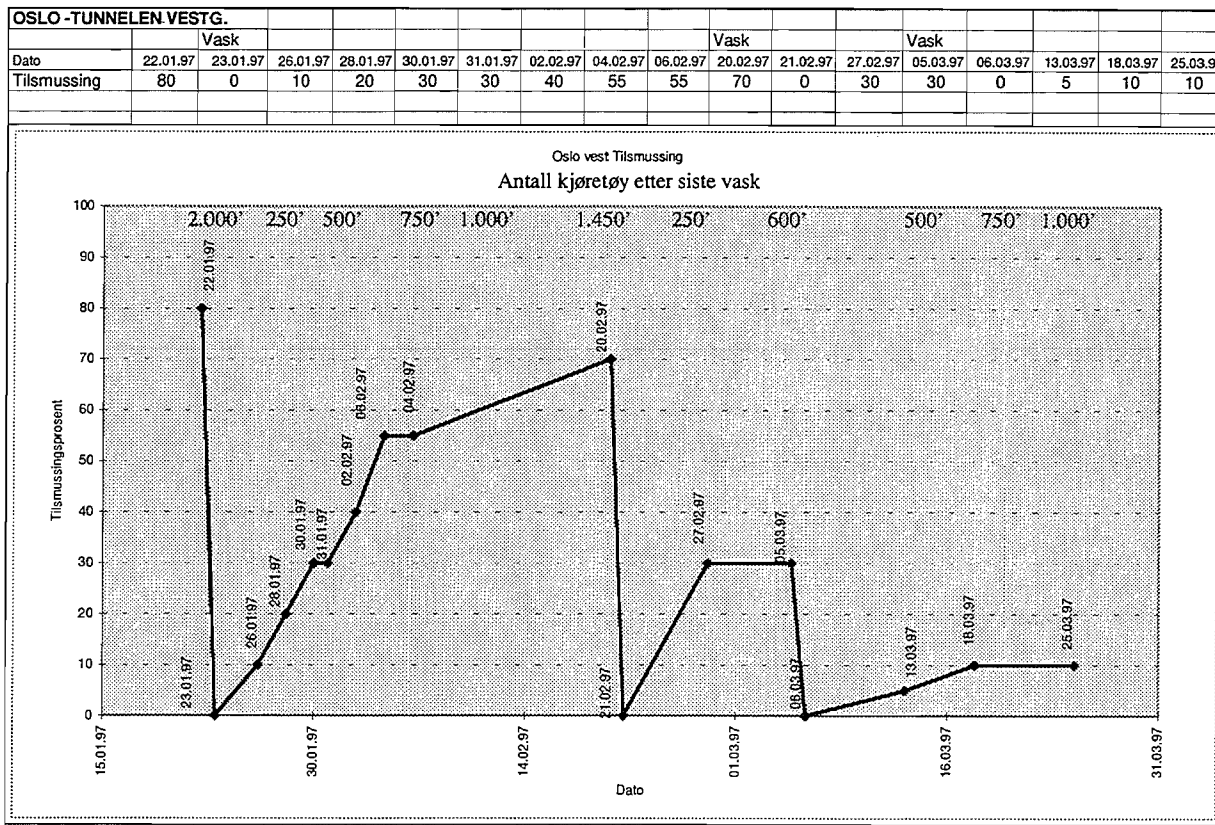


Figur 12 Tilsmussingstakt i Helltunnelen

6.3.6.4 Oslotunnelen

Oppfølgingen i Oslotunnelen foregikk til dels samtidig med forsøkene med intensivt dekkerenhold. Derfor er antall observasjoner langt flere enn i de andre tunnelene. Som det fremgår av fremstillingen nedenfor økte tilsmussingen med 70% i løpet av 4 uker. I denne perioden passere det 1.450.000 kjøretøyer. Det var montert tilsvarende indikatorer som i Damsgård og Hell. Det som fremgår tydelig fra oppfølgingen i Oslotunnelen er at resultatene fra den første oppfølgingsperioden (23.01. - 20.02) er totalt annerledes enn den siste perioden. Dette skyldes at det ikke falt nedbør i Oslo den siste oppfølgingsperioden, hvilket gjorde at vegbanen var tørr hele tiden. Derav kan man konstatere at tilsmussingsgraden i tunnelen i meget stor grad bestemmes av klimaet. Det må også bety at det oppstår langt mer piggdekkslitasje når asfalten er våt. Denne konklusjonen understøttes for øvrig av resultater

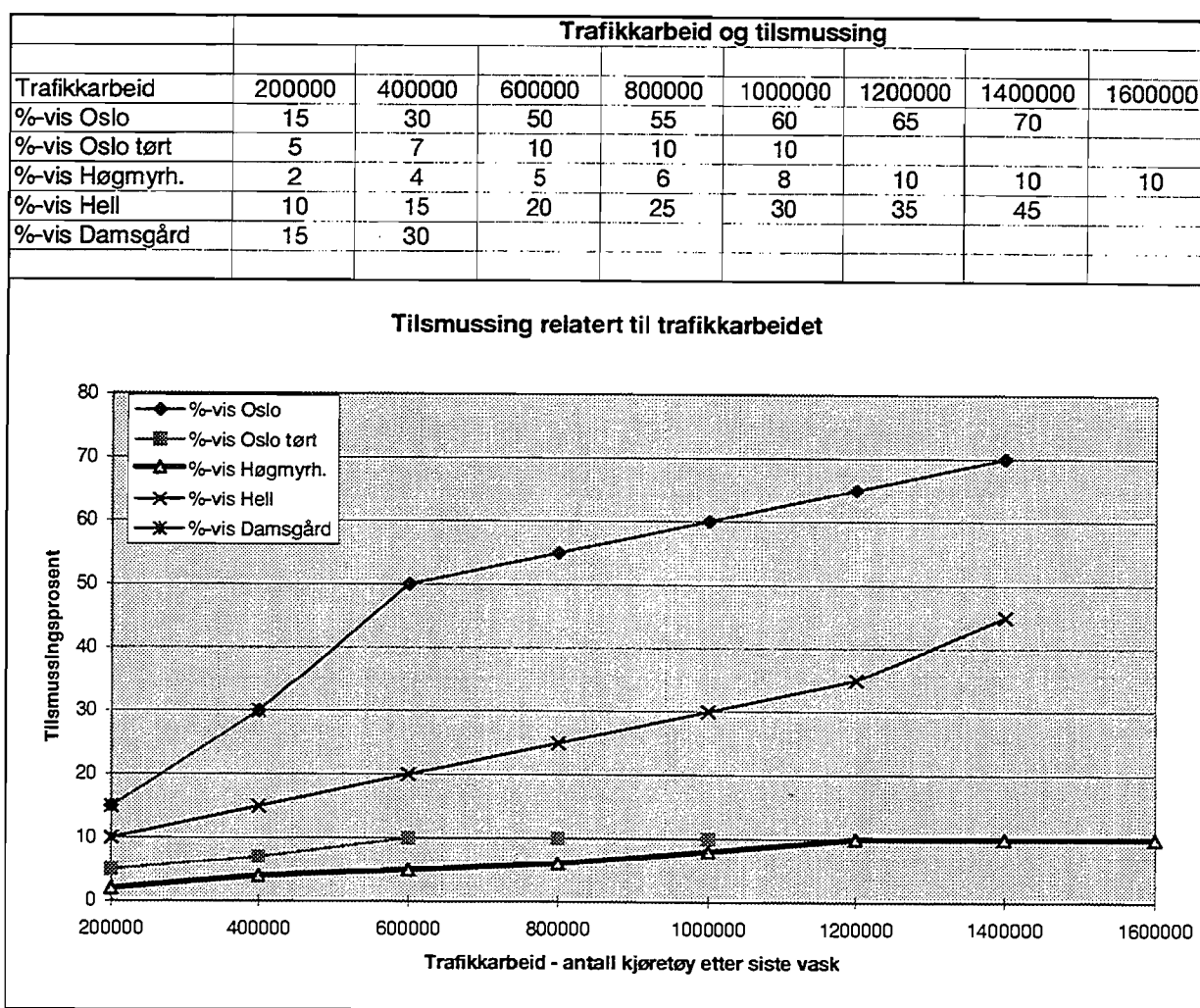
fra andre prosjekter som har undersøkt svevestøv osv. hvor det slås fast at piggdekkslitasjen er 50% høyere i områder med mye nedbør sammenlignet med områder med tørrere klima. Dette faktum er et sterkt argument for at renholdstiltak bør styres ut fra en utløsende standard i stedet for kalenderen.



Figur 13 Tilsmussingstakt i Oslotunnelen

6.3.6.5 Tilmussing relatert til trafikkarbeide

I de viste grafiske fremstillingene er det også referert til antall kjøretøy som har passert siden siste vask. Disse tallene er skrevet inn langs overkanten av grafene. Den grafiske fremstillingen nedenfor viser hvordan tilmussingen i de forskjellige tunnelene påvirkes av trafikkarbeidet. Kurvene viser at tilmussingen i Damsgårdtunnelen og Oslotunnelen (våt klimaperiode), har et sammenfallende utviklingsmønster. Helltunnelen har en lavere tilmussingstakt enn Oslotunnelen i en våt klimaperiode, hvilket er noe overraskende fordi klimaet i Sør-Trøndelag normalt er fuktigere enn i Oslo. Det mest overraskende er resultatet fra Oslotunnelen i den tørre klimaperiode, der det fremgår at tilmussing er svært liten.



Figur 14 Tilmussing som følge av trafikkarbeid

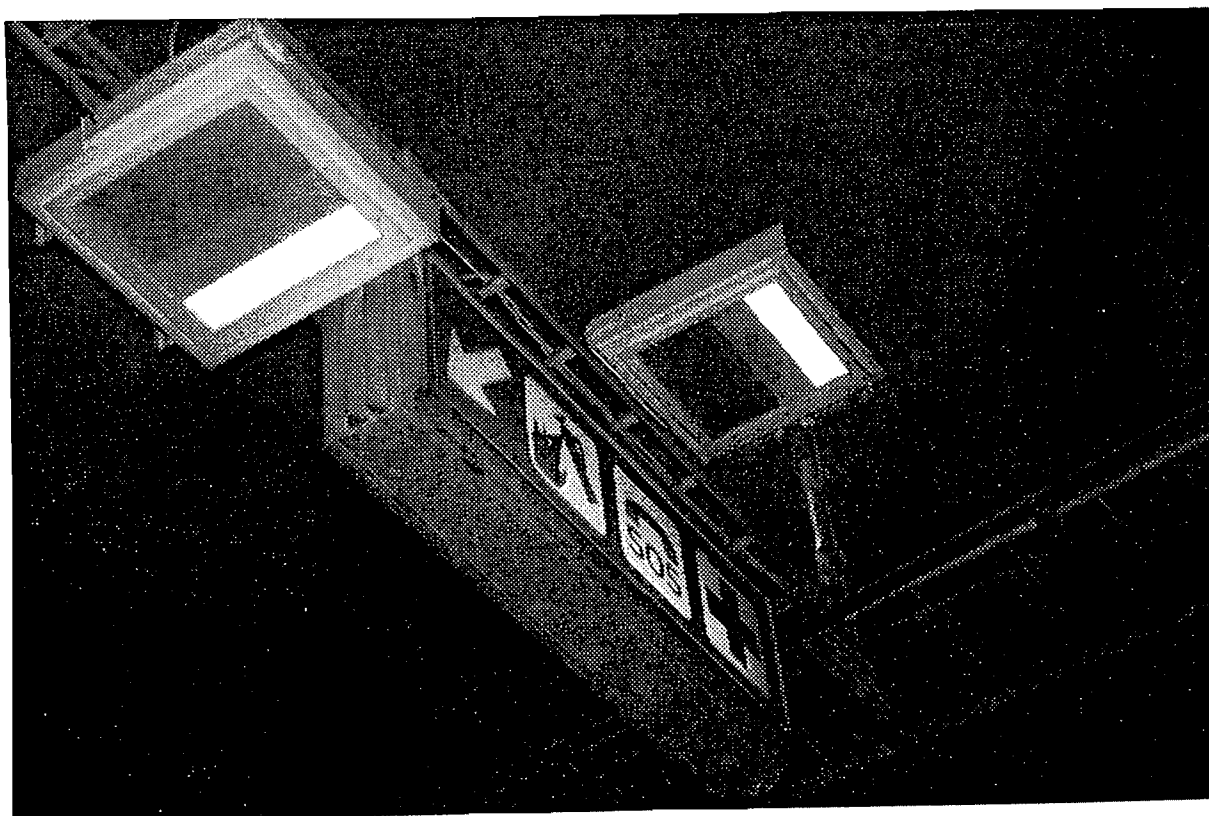
6.3.6.6 Tilmussing av armaturer

I oppfølgingsperioden ble også tilmussingen av lysarmaturene registrert. Utviklingen av lysstyrken fra armaturene ble målt med luxmeter i 3 av tunnelene. I Helltunnelen ble lysstyrken redusert fra 57 lux til 32 lux i perioden 16.10.96 - 04.02.97. Dvs. at lysstyrken bare er 61% av opprinnelig verdi. Standarden anbefaler 70% som nedre grense for tiltak.

Ved en måling i Damsgårdtunnelen 22.01.97 var utslagene enda større. Mens lysstyrken fra rengjorte armaturer var hele 100 lux var lysstyrken fra tilsmussede armaturer bare 50 lux. Dvs. en reduksjon på 50% fra siste vask (Det er usikkert når armaturene sist ble vasket). I perioden 12.11.96 - 23.01.97 ble lysstyrken i Oslotunnelen redusert med 40%, slik at det bare var 60% av opprinnelig verdi.

Konklusjonen fra oppfølgingen av lysstyrken fra armaturene blir at disse vaskes for sjelden. Godt lys i høytrafikkerte tunneler anses å være et viktig trafikksikkerhetselement.

Samtidig som tilsmussingen på armaturenes underside ble målt, ble også tilsmussingen på armaturenes og kabelbroenes overside målt. Tilsmussingen på oversiden av installasjonene i denne perioden var så stor at de monterte indikatorene fra Osram var tildekket av skitt i en slik grad at lyset ikke trengte igjennom i det hele tatt. Dette er et klart signal på at rengjøringen av kabelbroenes overside, lysarmaturenes overside og viftene må forbedres. Rengjøring av disse installasjonenes oversider krever utstyr som gjør det mulig å anvende såpe og høytrykksvaske fra oversiden for å oppnå ønsket renhet. Dvs. at utstyret (gjelder både såpepåføringen og selve vaskingen) må plasseres på en lang arm som rekker over de nevnte installasjoner slik at dysestrålene peker ovenfra og nedover mot objektene som skal rengjøres.



Figur 15 Lysindikatorer montert ved armaturene

7. Renhetsgrad

Fastsetting av en renhetsstandard i tunneler er komplisert. Grunnen er at det finnes så mange forskjellige typer vegger, tak, skilt, nødutstyr og installasjoner som hver for seg krever individuell vurdering. Prosjektets referansegruppe har derfor i hele prosjektperioden vært opptatt av å definere hva som er rent nok, samt å finne frem til gode indikatorer for når det skal iverksettes renholdstiltak i tunneler. For at dette skal bli mulig må det fastsettes en renhetsstandard, hvilket ble vurdert til å være en vesentlig del av prosjektet.

En arbeidsgruppe ble derfor sammensatt for å utarbeide et forslag. Gruppen har bestått av:

Roar Støtterud, O.ing. Vegdirektoratet
Roald Hansen, O.ing. Vegdirektoratet
Odd Grette, Distriktsleder Buskerud
Gunnar Kråkenes, Distriktsleder, Hordaland
Helge Hoven, Oppsynsmann, Sør-Trøndelag
Kjell Bråta, Avd.ing. Oslo
Bjørn Olav Hansen, Oppsynsmann, Vest-Agder
Jan Erik Østensen, Konsulent
Arnt Holberg, Konsulent, SCC Bruer AS
Anette Mahle, Avd.ing. Oslo

Tradisjonelt har renhold i tunneler vært utført med faste tidsintervaller uavhengig av tilsmussingsgraden i tunnelen. I tunneler der trafikkarbeidet er relativt stort (ÅDT over 20000) er renholdsinnsetningen hyppigere i vintersesongen enn om sommeren. I mindre trafikkerte tunneler er det ofte tradisjon på å rengjøre hver vår og høst, men det finnes mange eksempler på enda sjeldnere renhold. Prosjekt Renhold i tunneler foreslår at renholdet i større grad styres etter prinsippet med utløsende standard selv om dette medfører andre og mer krevende rutiner med hensyn til å planlegge innsatsfaktorene. Det viser seg nemlig at tilsmussingen i vintersesongen er meget avhengig av klimaet og trafikkarbeidet i tunnelen. I perioder med våt vegbane tiltar tilsmussingen i en langt sterkere takt enn i perioder med tørr vegbane. Likeså viser det seg at tilsmussingen av lysarmaturenes, kabelbroenes og viftenes overside tiltar langt sterkere enn forventet, noe som bør medføre hyppigere renholdsinnsetning enn nå.

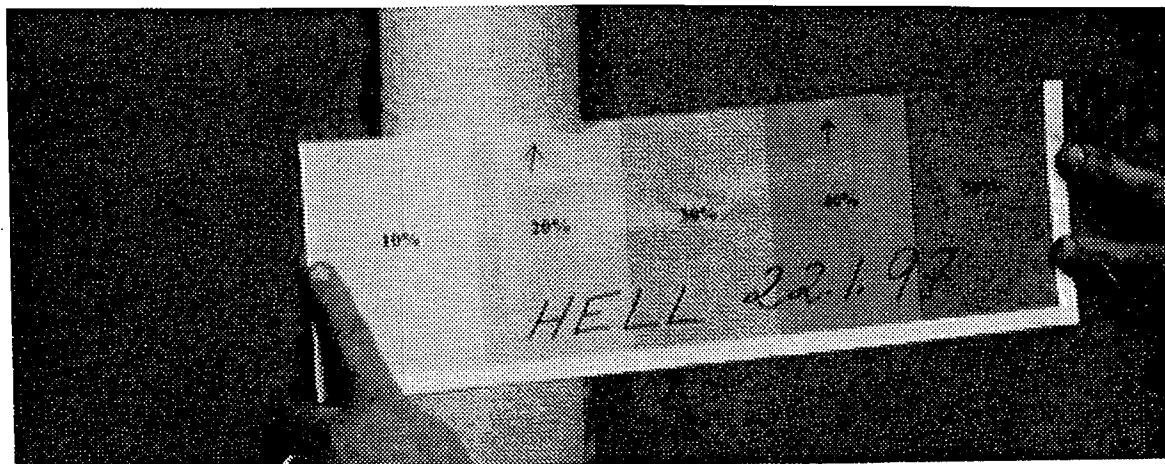
7.1 Arbeidsgruppens vurderinger

Tunnelene bør ut fra et renholdssynspunkt deles i flere elementer der behovet for rengjøring og krav til teknikk og utrustning er forskjellig. Følgende 5 tunnelementer anbefales:

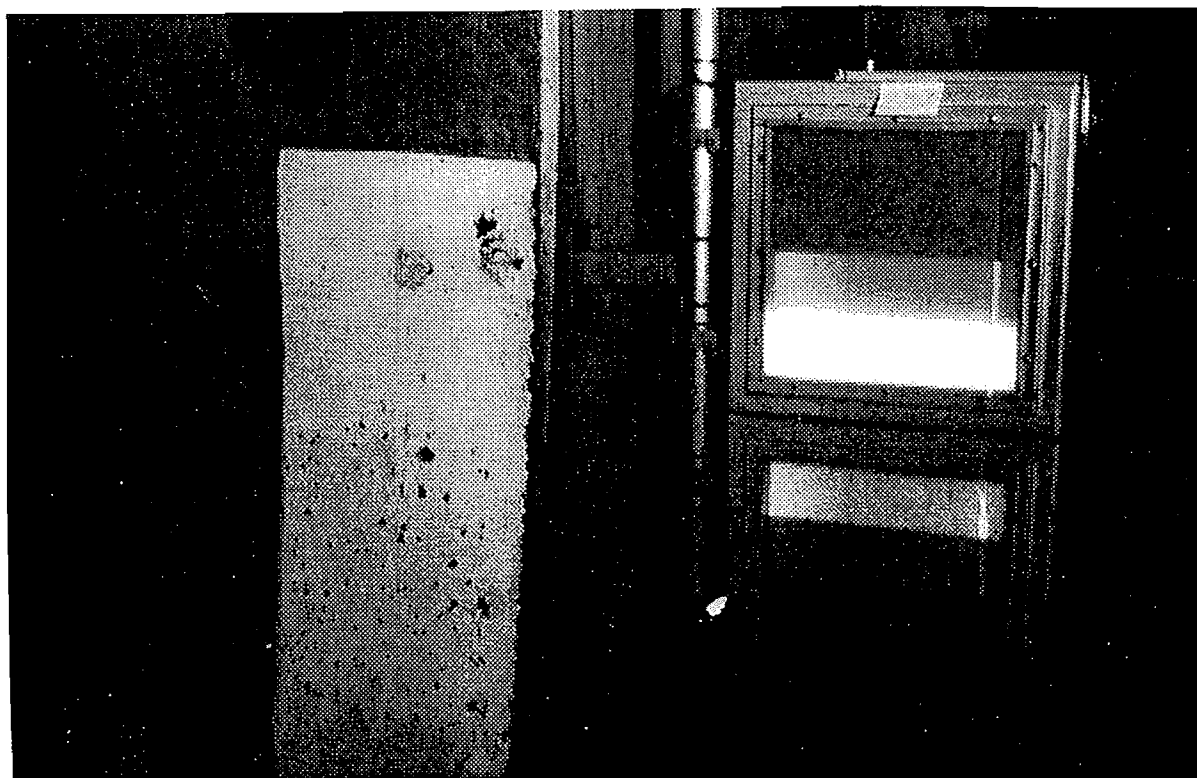
- Vegbane og bankett
- Vegger
- Lysarmaturer, kabelbroer og ventilasjonsvifter
- Tak
- Skilt og nødutstyr

Innsatsen i prosjektets siste fase har vært rettet inn mot å finne hvordan tilsmussingen på disse elementene har utviklet seg. Arbeidet omfattet bl.a. å installere indikatorer i form av spesielt

utformede innvendig belyste skilt på vegger og i tak, samt å montere reflekser langs kantlinjen i vegbanen. Etter hvert som tilsmussingen i tunnelen tiltok, ble også tilsmussingen registrert på indikatorene. Som hjelpemiddel for bedømming av tilsmussingsgraden på tunnelveggene ble det lagd spesielle "referanseplakater" som var oppdelt i 10 felter med forskjellig lyshetsgrad (prosentvis skalering), se figur 8. Ved å sammenligne veggflatens "farge" når tunnelen var nyvasket og deretter tilsmusset, med en av de 10 feltene på referanseplakaten var det mulig å bestemme veggflatens tilsmussingsgrad og prosentvis økning fra nyvasket tunnel. Samtidig ble også tilsmussingen på indikatorene registrert for å finne frem til faste holdepunkter i den enkelte tunnel.



Figur 16 *Bruk av referanseplakat*



Figur 17 *Lysindikatorer fra Osram i Oslotunnelen*

7.2 Hva er rent nok?

Oppfatningen av hva som er rent nok i tunneler er svært sprikende. Grunnen til dette kan skyldes flere forhold. Bl.a. vurderes resultatet ut fra de metoder og det utstyr som er tilgjengelig, samt hvilken type overflate som skal rengjøres. I tillegg trekkes også tilgjengelige ressurser inn som en begrensende faktor i denne vurderingen, selv om ressursene strengt tatt ikke skal telle med her. De kommer med i neste omgang når standarden for renholdet skal fastlegges.

For å illustrere problemstillingen kan definisjon av hva som er en ren bil brukes. Her er det svært sjelden dissens om hva som er rent. Bilen er ren når lakken er skinnende blank, glatt og fri for flekker av noe slag. Enda renere og blankere blir den dersom det anvendes ressurser til lakkrens og polering. I vurderingen av bilens renhetsgrad er det ikke tatt hensyn hvilke metoder som er brukt for å oppnå resultatet, eller hvilken farge det er på lakken, hvor mye krom som skal skinne etc. Det foretas kun en vurdering av om bilen er ren eller ikke. F.eks vil man i vinterperioden ikke oppnå et godt nok resultat der vegene saltes, dersom det ikke brukes ressurser til avfetting, voksing, underspyling i tillegg til ordinær vask. Men i likhet med situasjonen for tunnelene, kan det godt være at bileieren bare har en begrenset kronenummer å anvende på hver vask og at denne begrensingen gjør at renholdet bare kan utføres med vannslange og kost, også om vinteren. Da vil langt de fleste som har erfaring med den slags være enige om at den sandpapiraktige overflaten langs bilsiden ikke er ren. Langt på vei kan samme bedømmelse overføres til tunneler uansett overflatematerialer og tilgjengelige ressurser. Unntatt fra dette er bedømmelse av renhet på råsprengt fjell.

Det reneste en tunnel kan bli etter vask er når renhetsgraden er lik det den var som ny. Å opprettholde en slik renhetsgrad må være det endelig, om enn ikke alltid oppnåelig, mål for renheten. Dette målet gjelder alle elementer i tunnelen. Den beste muligheten for å oppnå en slik høy målsetting er å holde et konstant høyt renholds nivå. Dvs. å ikke tillate at renholdet blir neglisjert over tid slik at standarden synker. Erfaringsmessig er langt vanskeligere å gjenopprette den opprinnelige renhetsgraden etter lengre tids standardsenking enn å holde nivået høyt hele tiden.

Konklusjonen må derfor bli, at den riktige målsetningen må være å opprettholde den samme renhetsgraden som anlegget hadde som nytt. Dersom ikke det skal være drivkraften kan det stilles spørsmål ved hvorfor tunnelveggene i utgangspunktet skal være lyse, når man etter kort tid tillater at de blir mørke av tilsmussing. Gruppen mener derfor at renholdsmetodene må innrettes mot å holde de lyse overflatene rene til glede og gagn både for trafikkantene og vegholderen.

7.3 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

Tunneler krever stor innsats til drift og vedlikehold. Mye av det arbeidet som utføres er manuelt og av en slik art at arbeiderne kommer i nærkontakt med tunneloverflater og installasjoner av ulike slag. Av hensyn til arbeidsmiljøet for de som utfører drifts- og vedlikeholdsoppgaver i tunneler er det av stor betydning at vedlikeholdsobjektene er rene når vedlikeholdstiltak settes i verk. Det henvises for øvrig til egen rapport som utgis i 1997 om dette tema.

7.4 Renhet og driftssikkerhet

De tekniske installasjoner i tunneler er omfattende og betydningsfulle. En del av installasjonene har bevegelige deler som kan bli påvirket av tilsmussingen. Styringen av installasjonen skjer via kabler som føres frem på kabelbroer. Det er alminnelig anerkjent at et godt renhold av både kablene, installasjonene og tilhørende koblingsbokser gir god effekt på installasjonenes levetid. Oppfølgingen i tunnelene viser at tilsmussingen på installasjonenes overside, inklusiv kabler på kabelbroene er betydelig. Fordi denne tilsmussingen ikke er særlig synlig nedenfra, har den til nå ikke vært påaktet i tilstrekkelig grad. Et oftere renhold enn det som til nå har vært praktisert regnes som et bidrag til forlenget virketid for installasjonene.

8 Utløsende standard

En omlegging til renhold i tunneler basert på utløsende standard vil kreve installering av indikatorer som er enkle å avlese ved ettersyn. Det anses som helt avgjørende for om en slik omlegging skal bli etterlevd at det blir enkelt å fastslå om grensen for tiltak er nådd. Dvs. at det ikke kreves omfattende instrumentanvendelse eller verktøy som må transporteres inn i tunnelen og monteres før dette kan konstateres. En omstendelig og arbeidskrevende prosess for å fastslå om utløsende standard er nådd, vil ganske sikkert ikke fungere i praksis.

Arbeidsgruppen for renhetsstandard foreslår derfor å innføre to typer indikatorer:

1. Reflekser langs kantlinjen i vegbanen
2. Innvendig belyste skilt montert på tunnelveggen som er spesialutviklet til formålet

Med hjelp av disse indikatorene anbefales følgende utløsende standard for de 5 tunnelementene:

Vegbane og banket

Det monteres 10 reflekser langs kanstripa i vegbanen med 20 meters avstand på en rett strekning i tunnelen. Når tilsmussingen har tiltatt så mye at bare 3 reflekser kan ses i lyset fra bilens fjernlys, skal rengjøring av vegbanen igangsettes.

Vegger

Det igangsettes renholdstiltak når tilsmussingen har økt med 40% etter siste vask. Dette tilsmussingsnivået bestemmes ved hjelp av forutbestemte kjennetegn på den monterte indikatoren på tunnelveggen. Kjennetegnet fastsettes en gang for alle ved hjelp av en "prøveplakat" med 10 forskjellige fargeanvisninger (prosentvis skalert). Fastsettingen av kjennetegn skjer fortrinnsvis på tørr vegg.

Lysarmaturer, kabelbroer og ventilasjonsvifter

Igangsetting av rengjøringstiltak skjer samtidig med rengjøring av tunnelveggene. Dvs. at den samme faktor som utløser rengjøring av vegger også skal gjelde for lysarmaturer, kabelbroer og ventilasjonsvifter. Rengjøringen skal omfatte vask både på over- og undersiden av elementene.

Tak:

Rengjøres 1 gang pr. år, fortrinnsvis om våren. Unntatt er lavtrafikkerte tunneler der rengjøring igangsettes i følge tabellen nedenfor.

ÅDT	Rengjøringsfrekvens
500 - 1500	hvert 5. år
< 500	hvert 10. år

Uansett tidligere rengjøring, skal taket alltid rengjøres før rensk, sikringsarbeide eller annet omfattende reparasjons- eller fornyelsesarbeid i tunneltaket.

Skilt og nødutstyr

Rengjøres etter samme utløsende standard som gjelder for skilt i dagen.

9 Vaskemetoder

Utløsende standard angir når renholdstiltak skal igangsettes, men angir ingenting om resultatet etter at tiltakene er gjennomført. Det forutsettes m.a.o. at resultatet er tilfredsstillende. Siden det hittil ikke har foreligget noen definisjon for hva som er tilfredsstillende renhet etter vask, har det heller ikke vært mulig på en objektiv måte å fastslå om renhetskravet har vært oppnådd.

Ved å definere krav til renhet som lik tilstanden når anlegget var nytt eller eventuelt nyoppusset, har man satt krav til kvalitet på utført tiltak. For å sikre at denne kvaliteten oppnås må det videre settes krav til utstyr og metoder for å oppnå dette målet. Gjennom utprøvinger og forsøk i dette prosjektet har man skaffet kunnskap om hva som må til for å oppnå målsetningen om renhet etter vask.

Fra oversikten over utstyr som er i bruk kan man foreta gruppering i to hovedtyper.

- Lavtrykksbasert utstyr
- Høytrykksbasert utstyr

Disse to hovedgrupperingene kan igjen undergrupperes i 2 metoder.

- Anvendelse av utstyr kombinert med bruk av såpe
- Anvendelse av utstyret uten bruk av såpe

Hver kombinasjon av høytrykk/lavtrykk og såpe/ikke såpe kan til slutt kombineres med:

- Roterende børster /mekanisk påvirkning

Fra de utførte forsøk og erfaringer har man funnet å kunne anbefale 3 metoder som gir et godkjent resultat ut fra de kvalitetskrav som er omtalt.

- **Lavtrykksvask kombinert med bruk av såpe og mekanisk påvirkning**
- **Høytrykksvask kombinert med bruk av såpe**
- **Høytrykksvask kombinert med bruk av såpe og mekanisk påvirkning**

Forutsetningen for at disse ovennevnte metoder skal gi det ønskede resultatet er at det utarbeides en prosedyre for hvordan arbeidet skal utføres. Erfaringen fra prosjektet er at det er mangelfull kvalitetssikring for utførelse av disse oppgavene. Dvs. at det grovt sett er overlatt til den enkelte operatør å bestemme selve utførelsen isteden for å forholde seg til en vedtatt prosedyre. Det er særlig to forhold som må gjelde for å få et godkjent resultat.

1. Pålegging av såpe på renholdsobjektene (vegg, armatur, kabelbroer, skilt osv.) må skje i henhold til såpefabrikantenes anvisninger med hensyn til mengder og tidsavstanden mellom pålegging av såpe og etterfølgende vaskebil. Tendensen nå er at vaskebilene følger alt for tett etter såpebilene, noe som resulterer i at såpen ikke får nok virketid til oppløsning av skitten.
2. Ved anvendelse av høytrykksutstyr må ikke avstanden mellom dysene og vaskeobjektet bli for stor. Anbefalt avstand er helt avhengig av vanntrykket og hvilken dysetype som anvendes. Ved bruk av flatstråledyser må avstanden være liten (ca. 10 cm) mens avstanden ved bruk av punktstråledyser er større (10-20 cm). For hvert vaskeutstyr må denne avstanden spesifiseres og maskinoperatør må gis opplæring til å holde avstanden (se kap. 5.2.2).

9.1 Andre kombinasjoner

I norske tunneler er det valgt mange forskjellige løsninger m.h.t. vegg- og takkledninger. Noen av disse løsningene er klart vanskeligere å renholde enn andre og i tillegg vil noen renholdsmetoder passe bedre for enkelte kledningstyper enn andre. En utbredt veggtype i norske tunneler er sprøytebetong. Denne veggtypen er vanskelig å vaske ren. Dette skyldes sprøytebetongens overflatestruktur som nærmest er ideell for oppsamling av støv og skitt og som i sin tur er svært vanskelig fjerne. Dette skyldes at sprøytebetongen er porøs og trekker til seg veldig mye av vannet som påføres under vasking. Derav følger at det blir for lite vann igjen på overflaten til å transportere skitten ned fra veggene. Ved anvendelse av såpe oppstår samme problem, nemlig at såpen trekker inn i betongen istedenfor å ligge på overflaten for å løse opp skitten.

En mulig metode for å oppnå bedre vaskeresultater på ubehandlet sprøytebetong, kan være en trekombinasjon av såpepåføring, deretter høytrykksvask og til slutt lavtrykksvask. Lavtrykksvasken er tiltenkt å transportere den på dette stadium løse skitten ned fra veggen. Metoden er ikke utprøvd i dette prosjektet, men de fylker som har egnet utstyr, som f.eks, Sør-Trøndelag, oppfordres til å utprøve metoden og gi tilbakemelding om resultatet.

10. Driftsdata som input ved bygging av nye tunneler

Prosjekt Renhold i tunneler ble først og fremst igangsatt for å fremskaffe mer kunnskap om renholdsmetoder, renholdsutstyr og renholdsresultater etter utførte aktiviteter. Dette er formål som er vesentlige, men i tillegg er det også vesentlig å kunne gi informasjon til forestående tunnelprosjekter slik at det i større grad kan tas drifts- og vedlikeholdshensyn når tunneler konstrueres og bygges.

10.1 Vegger og tak

I prosjektperioden er det stadfestet at noen vegger er langt enklere å renholde enn andre. Kort kan det sies at de beste vegger fra et renholdssynspunkt er umalte glattstøpte betongelementer av den typen som finnes i Nordbytunnelen i Akershus og Ekeberg-tunnelen i Oslo. Den silika som tilsettes disse betongelementene bør være hvit for å oppnå lyse overflater. Dermed kan man unngå å male veggene lyse etterpå. Veggene i Nordbytunnelen og Ekeberg-tunnelen blir rene med de anbefalte vaskemetodene som beskrives i denne rapporten og eventuelt med den metoden som utprøves som samarbeidsprosjekt i Kristiansand mellom Vegvesenet i Vest-Agder og en vaskesåpeprodusent.

For øvrig er vi kjent med at det finnes vannavstøtende impregneringsmiddel for mur og betong på markedet. Dette har vært forsøkt på bruer og har den egenskapen at det tetter porer i underlaget og dermed hindrer at skitten fester seg. Produktet er ikke utprøvd i prosjektet.

Dersom man velger å male betongoverflatene er det viktig å velge riktig maling. Malingen må være diffusjonsåpen, f.eks. basert på latex eller acryl. Plastmaling er til gjengjeld svært vanskelig å holde ren og bør unngås. I Helltunnelen brukes en malingstype som er relativt renholdsvennlig, mens erfaringen i Nordbytunnelen er at det løpet som er malt er vanskeligere å holde rent enn det løpet som er umalt. Et annet problem som kan oppstå i malte tunneler, er at malingen flasser.

Fra et renholdssynspunkt er ubehandlet sprøytebetong den vanskeligste veggoverflaten. Denne veggtypen er direkte renholdsfientlig og praktisk talt umulig å holde ren ut fra de renhetskravene som er ønskelig. Et godt eksempel på dette finnes i Vålerengatunnelen i Oslo, der veggfargen nå, bare to år etter full renovering, nærmest må betegnes som gråsvart til tross for regelmessig vasking. Dersom prinsippet om lyse veggflater og mørke tak skal gjelde, må veggkledninger av sprøytebetong ikke velges fordi det ikke er mulig å beholde den ønskelige lyse overflaten over tid. Om det mot formodning likevel velges sprøytebetong som veggkledning i høytrafikkerte tunneler, må det i hvert fall kreves at sprøytebetongen gattes og i tillegg males med egnet malingstype. Ellers blir det svært vanskelig å opprettholde en ønsket renhet og lyshet på disse veggflatene. Sprøytebetongtak derimot, kan aksepteres fordi det der ikke er krav om lyse overflater og fordi det er letter å spyle ned skitten ved hjelp av store vannmengder.

10.2 Installasjoner

En generell bemerkning er at de i for liten grad er tatt hensyn til etterfølgende drift og vedlikehold når tunneler bygges. F.eks. burde dette viktige elementet vært mere fremhevet i håndbok 21, Vegtunneler. Fra et driftssynspunkt er f.eks. loddrette vegger enklere å renholde enn krumme. Plassering av sluk i f.eks. telefonkiosker vil forenkle renholdet der og plasseringen av diverse installasjoner kunne med fordel vært annerledes for å fremme mer effektive renholdsrutiner. Dette gjelder både installasjoner som er plassert på veggene, men spesielt i taket. Når installasjoner monteres i tunneler bør det tas hensyn til at effektivt renhold betinger en uhindret fremdrift i tunnelens lengderetning. F.eks. er installerte sprinkelanlegg med hengende rørledninger på tvers av tunnelprofilen i høyde med f.eks. kabelbroene (ref. Vålerengatunnelen) til stor hinder for effektivt renhold på oversiden av rørledningene. Slike rørledninger hindrer renhold av taket, kabelbruene, armaturene og viftene.

10.3 Plassering av sluk

På rette strekninger med minimalt tverrfall anbefales å plassere sluk på begge sider. I hvert fall er det nødvendig med sluk i havarilommer o.l. hvor det ofte oppstår støvdeponi som igjen medfører mye vannforbruk til renhold.

10.4 Vannuttak

For ordens skyld påpekes også behovet for frostfritt vannuttak for fylling av vanntanker. Vannledningen må også ha en dimensjon som muliggjør en rask fylling av vanntankene. Disse problemstillingene er særlig aktuelle i de lange tunnelene hvor det kreves en eller flere etterfyllinger av vaskeutstyrets vanntanker for å dekke hele tunnelen.

11 Videre arbeid

Det gjenstår fortsatt noen renholdsrelaterte forsøk som bør fullføres. Det ene er å få et sikrere grep om anvendelse av såpe i renholdsprosessen. Særlig gjelder dette blandingsforhold, påført mengde og virketid under varierende klimaforhold. Her bør de forskjellige aktørene bli mer bevisst på virkningen av endrede rutiner og gjerne utføre noen kontrollerte forsøk på egen hånd der det dokumenteres hva som er gjort og selvfølgelig hvilken virkning de gjennomførte endringer får.

Forsøkene som først og fremst utføres i Kristiansand med vaskesåpe fra Freyasdal fabrikker bør videreføres, gjerne med utprøving i flere tunneler som har vegg av betong. Det bør legges opp til en form for kunngjøring av resultatene når aktørene føler at produktene er helt ferdig utviklet og virkningen dokumentert.

Maskin- og utstyrsutviklere oppfordres til å arbeide med videreutvikling av vaskeutstyret. Det er særlig innretninger for å kunne holde en konstant og fremfor alt nær nok avstand mellom dyser og vaskeobjekt på høytrykksutstyret som er viktig. Dette for å sikre at renhetsgraden etter vask blir så god som utstyret egentlig har kapasitet til.

Til slutt bør konsekvensen av dette prosjektet på sikt bli at rengjøringsfrekvensene legges om fra styring etter kalenderen til styring basert på utløsende standard. En slik styringsform vil bli mer krevende, men egentlig ikke mer krevende enn f.eks. styring av brøyting og snørydding. Hovedmønsteret vil sikkert bli som nå med liten frekvens i sommerhalvåret og høyere frekvens i piggdekkseasonen. Den totale renholdsinnsetningen vil avhenge av vinterklimaet og etter hvert av andel piggdekk på kjøretøyene. Dersom denne andelen går ned bør det også merkes på rengjøringsbehovet.

Henvisning til andre rapporter

Miljøteknisk undersøkelse av tunnelvask, Vegdirektoratet/JORDFORSK, 1995

Utstyr for vasking av skilt, kantstolper og vegmerking, Vegdirektoratet, 1995

Arbeidsmiljø i vegtunneler satt under trafikk, delrap. 3 Vegdirektoratet/ SINTEF, 1995

Vann- og frostsikring i tunnel, Håndbok 163, 1995

Lyse vegger i vegtunneler, Internrapport fra veglaboratoriet 1994

Vegavrenning, aktuell miljøforskning, Vegdirektoratet, 1997