

Postadresse: P.b. 8149 Dep. 0033 Oslo 1 - Kuntoradresse: Gydas vei 8 - Tlf. 02-46 68 50 - Bankgiro 0629.05.81247 - Postgiro 2 00 02 14

Tittel: Kjemisk arbeidsmiljø og helserisiko ved legging av asfaltdekker

Forfatter(e): Tor Norseth, Statens arbeidsmiljøinstitutt
 Jostein Waage, Statens vegvesen, Hordaland
 Inge Dale, Fjeldhammer Brug A/S

Prosjektansvarlig: Statens arbeidsmiljøinstitutt

Prosjektmedarbeidere: Heidi Lindstrøm, Statens arbeidsmiljøinstitutt
 Iren Olsen, Vegdirektoratet
 Kristin Halgard, Statens arbeidsmiljøinstitutt

Utgiver (seksjon): Statens arbeidsmiljøinstitutt

Dato: 21.06.89 Antall sider: 42 ISSN: 0801-7794
 + vedlegg

Serie: HD 989/89 FOU

Sammendrag:

Det er gjennomført en kartlegging av kjemisk arbeidsmiljø ved legging av asfaltdekker på vei. Hensikten med undersøkelsen har vært å frem-skaffe et grunnlag for forebyggende tiltak mot kjemisk betinget helse-skade. Undersøkelsen er gjennomført ved bruk av spørreskjema kombin-ert med en kjemisk kartlegging av arbeidsmiljøet.

Resultatene viser en overhyppighet av unormal tretthet, redusert mat-lyst og slimhinneirritasjon hos asfaltarbeidere sammenlignet med ved-likeholdsarbeidere. Det ble funnet en sammenheng mellom disse plager og asfalttemperatur og mellom plager og konsentrasjonene av asfalt-røyk i luften.

Det bør gjennomføres tiltak for å holde konsentrasjonen av asfaltrøyk under $0,4 \text{ mg/m}^3$, og asfaltmassen bør ikke ha høyere temperatur enn 150°C . Spesielle tiltak må gjennomføres ved asfaltlegging i tunnel og i garasjeanlegg. Støpeasfalt og gjenbruksasfalt ga i undersøkelsen økte plager, amintilsetning syntes imidlertid å være uten betydning.

Stikkord:

Asfalt
 Bitumen
 Kjemisk arbeidsmiljø
 Helseeffekter
 Tiltak

Key words:

Asphalt
 Bitumen
 Chemical working environment
 Health effects
 Preventive measures

Innholdsfortegnelse

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Innledning | |
| Forord | s. 1 |
| Bakgrunn for prosjektet | s. 3 |
| Bruk av vegasfalt i Norge | s. 5 |
| Asfaltens sammensetning | s. 6 |
| Arbeidsprosessen | s. 7 |
| Målsetting | s. 8 |
| Metoder | s. 8 |
| Kjemisk kartlegging av arbeidsmiljøet | s. 11 |
| Spørreskjemaundersøkelse | s. 12 |
| Statistisk analyse og metoder | s. 14 |
| Resultater | s. 16 |
| Diskusjon | s. 35 |
| Konklusjon | s. 40 |
| Litteraturliste | s. 41 |

Vedlegg

| | |
|---|----------|
| 1. Yrkeshygienisk analyserapport | 54 sider |
| 2. Spørreskjema | 2 sider |
| 3. Statistisk rapport Del I Medstat Hvilke symptomatiske plager opptrer oftere hos asfaltarbeidere enn hos vedlikeholdsarbeidere | 23 sider |
| 4. Statistisk rapport Del II Medstat Sammenhengen mellom "asfaltspesifikke symptomer" og asfalttype, arbeids- operasjon og andre variable | 12 sider |
| 5. Statistisk rapport Del III Medstat sammenhengen mellom "asfaltspesi- fikke systemer" og asfaltvariabler Asfalt-gruppen med gassmålinger | 18 sider |
| 6. Ord og uttrykk | 2 sider |

INNLEDNING

Forord

Det har fra arbeidstakerorganisasjonene i lengre tid vært stilt spørsmål ved mulige helseskader ved asfaltlegging. Bedriftshelsetjenesten for asfaltentreprenører og vegvesen har også registrert en del symptomer hos ansatte som arbeider med utlegging av varm asfalt. Etter henvendelse fra Norsk Arbeidsmandsforbund til Statens arbeidsmiljøinstitutt (tidligere Yrkeshygienisk institutt) ble det i november 1986 tatt initiativ til å kartlegge helseproblemer og arbeidsmiljø ved legging av asfaltdekker. Prosjektet ble utviklet som et samarbeid mellom

- Norsk Arbeidsmandsforbund
- Asfaltentreprenørenes Forening
- Vegdirektoratet
- Oslo kommune
- Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Prosjektet ble gjort mulig ved økonomisk støtte fra de deltakende organisasjoner og ved støtte fra Norsk Oljes Fond for yrkesmedisinsk forskning. Statens arbeidsmiljøinstitutt stilte til disposisjon arbeidsplass og utstyr for det kjemiske analysearbeid, delvis også arbeidshjelp, en deltids prosjektmedarbeider deltok også fra Vegdirektoratet. MEDSTAT (ved Leiv Sandvik) ble engasjert for å foreta den statistiske bearbeiding av data fra prosjektet.

Prosjektet er blitt organisert og gjennomført etter diskusjoner i følgende referansegruppe

- Magnar Karlsen, tillitsvalgt, Korsbrekke og Lorck A/S
- Ivar Skredderhaug, tillitsvalgt, Norsk Arbeidsmandsforbund
- Vidar Lensebakken, tillitsvalgt, Oslo veivesen

- Liv Larsen Rustad, Asfaltentreprenørenes Forening
- Jan Ivar Rusten, Statens vegvesen Oppland
- Svein Håkon Nordlien, Statens vegvesen Oppland
- Sven Erik Thoresen, Oslo veivesen
- Inge Dale, bedriftslege, Fjeldhammer Brug A/S
- Jostein Waage, bedriftslege, Statens Vegvesen Hordaland
- Per Einar Fjeldstad, forsker, Statens arbeidsmiljøinstitutt
- Tor Norseth, forsker, Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Bedriftslege Jostein Waage har fungert som leder i referansegruppen. Som prosjektmedarbeidere har fungert

- Heidi Lindstrøm, engasjert ved Statens arbeidsmiljøinstitutt
- Iren Olsen, Vegdirektoratet (deltid)
- Kristin Halgard, Statens arbeidsmiljøinstitutt

For gjennomføring av prosjektet ble det også etablert en styringsgruppe

- Jostein Waage, leder
- Inge Dale
- Magnar Karlsen
- Sven Erik Thoresen
- Heidi Lindstrøm
- Iren Olsen

Norsk Arbeidsmandsforbund ved Liv-Merete Høglund fungerte innledningsvis som sekretariat for prosjektet. Denne funksjon ble senere overtatt av Statens arbeidsmiljøinstitutt ved Heidi Lindstrøm (Kristin Halgard). Ansvar for prosjektets økonomi ble lagt til Statens arbeidsmiljøinstitutt (tabell 1).

Rapporten fra prosjektet er utarbeidet av Tor Norseth sammen med Jostein Waage og Inger Dale, den yrkeshygien-

iske delrapporten er skrevet av Heidi Lindstrøm og den statistiske delrapport er skrevet av Leiv Sandvik. Alle rapporter er gjennomgått og godkjent av referansegruppens medlemmer.

Tabell 1 Oversikt over finansierte og anvendte midler

| <u>Finansierte midler</u> | |
|--|-----------------------------|
| Statens arbeidsmiljøinstitutt | kr 120.134,00 |
| Asfaltindustriens laboratorium | kr 60.000,00 |
| Vegdirektoratet | kr 60.000,00 |
| Oslo veivesen | kr 60.000,00 |
| Norsk kommuneforbund | kr 12.000,00 |
| Norsk Oljes Fond for Yrkes- medisinsk Forskning | kr 50.000,00 |
| TOTALT | <u>kr 362.134,00</u> |
| <u>Anvendte midler</u> | |
| Lønn (Heidi Lindstrøm) | kr 120.134,00 |
| Statens vegvesen | kr 2.883,75 |
| Forbruksvarer | kr 45.039,60 |
| Reiseutgifter ved feltundersøkelser | kr 24.808,00 |
| Databehandling | kr 163.800,00 |
| Trykningsutgifter | kr 5.468,65 |
| TOTALT | <u>kr 362.134,00</u> |

Bakgrunn for prosjektet

Asfaltarbeidere interesserer seg naturlig nok for de miljøfaktorer de eksponeres for ved asfaltarbeid, de symptomer de opplever og deres eventuelle helsemessige konsekvenser. En gjennomgang av tidligere undersøkelser

omkring asfaltlegging har ikke gitt fullgod forklaring på de registrerte symptomer. Det finnes internasjonalt en rekke oversikter over helserisiko ved arbeid med asfalt, men disse er i første rekke fokusert på den mulige kreftfaren (1,2,3). En nyere dansk undersøkelse har nå indikert en økt dødelighet av kreft blant asfaltarbeidere (4). Men etter at tjære er fjernet fra asfalt, er det grunn til å tro at kreftfaren nå er redusert. En nylig litteraturstudie fra Danmark bekrefter at asfalt er et eksperiment karsinogen, men finner utover dette at det ikke er vist kreftrisiko ved eksponering bare for asfalt (5). Likevel er bitumen foreslått klassifisert som kreftfremkallende (K3), men bare produkter som inneholder mer enn 10 % skal klassifiseres som helseskadelig (høringsutkast fra Statens forurensningstilsyn av 30.11.1987, Faggruppe for identifisering og klassifisering av kreftfremkallende stoffer 25.06.1986.

En dansk undersøkelse fra 1977 (6) registrerte økt hyppighet av en del cerebrale symptomer og slimhinneirritasjon. Undersøkelsen konkluderte med at faren for hjerne-skade som følge av eksposisjon for organiske løsemidler ikke kunne utelukkes. Meget lave (<lppm) verdier for flyktige forbindelser i arbeidsatmosfæren er imidlertid funnet av andre (7), likeledes lave verdier for polyaromatiske hydrokarboner (PAH<lpglm³) (8). To svenske undersøkelser fra 1986 (9, 10) omfatter henholdsvis aminer i varme asfaltmasser og arbeidsmiljøet ved bruk av gjenbruksasfalt. Heller ikke disse undersøkelsene gir noen god forklaring på de plager asfaltleggerne har, og gir heller ingen anvisning på hvordan symptomene kan reduseres.

Arbeidstilsynets 6. distrikt utførte i 1982 en miljøkartlegging i asfaltbransjen, men flyktige forbindelser ble i denne undersøkelsen ikke målt (11). Det ble imidlertid pekt på en rekke problemer knyttet til ergonomi, støy og stress.

En pilotundersøkelse utført av bedriftshelsetjenesten ved Hordaland vegkontor i 1986 (12), viste en signifikant overvekt av symptomene magesmerter, sviende øyne og hudutslett hos asfaltleggere. Det var også økt hyppighet av hodepine, svimmelhet, søvnighet, kvalme og redusert matlyst. I ett tilfelle ga nevropsykologisk undersøkelse mistanke om løsemiddelskade. Videre viste lungefunksjonstesting at asfaltleggere hadde sterkt reduserte PEF-verdier. Atmosfæriske målinger antydte relativt store konsentrasjoner av hydrokarboner i gassfase.

De spørsmål som ble reist i undersøkelsen ved Hordaland vegkontor om mulige løsemiddelskader ved asfaltlegging, skapte behov for å undersøke et større antall arbeidstakere og mer omfattende atmosfæriske målinger. Vår undersøkelse er derfor todelt, en medisinsk tverrsnittsundersøkelse med registrering av akutteffekter og en teknisk del med måling av hydrokarboner i gassfase, men også registrering av andre atmosfæriske forbindelser som kan tenkes å ha innvirkning på de samme akuttsymptomer. Undersøkelsen omfatter ikke objektive medisinske undersøkelser hverken når det gjelder akutteffekter eller langtidseffekter, og vurdering av kreftfare er heller ikke med i undersøkelsen.

Bruk av vegasfalt i Norge

Legging av varm asfalt er i Norge stort sett et sesongarbeid som utføres i løpet av 4-8 måneder i den varme årstid. Asfaltlegging foregår dels i offentlig regi ved Statens vegvesen, dels på kontrakt av private firmaer. Stor vegslitasje p.g.a. bruk av piggdekk fører til behov for asfaltering opp til annet hvert år på trafikkerte vegstrekninger. I 1987 ble det utlagt 3,8 mill. tonn varm asfalt til en verdi av 1150 mill. kr., og omkring 2.000 arbeidstakere var engasjert i dette arbeidet.

I Norge har vi relativt mange tunneler med dårlig ventilasjon, og asfaltering i tunnel/garasjeanlegg er derfor inkludert i undersøkelsen. På grunn av fuktig klima og spesielle bergarter i asfalten er det enkelte ganger aktuelt med tilsetning av amin for å øke bindemidlenes vedhefting til steinen. Ettersom analysemetoder for amin ikke er tilgjengelige i Norge, er konsentrasjoner av amin ikke målt. Vi har likevel registrert om amin har vært tilsatt på de respektive prøvesteder.

Asfaltens sammensetning

Asfalt består av steinmaterialer av ulike fraksjoner og et bindemiddel som kalles bitumen, sluttproduktet ved destillasjon av råolje. Bestanddelene i bitumen avhenger av destillasjonsmetode og eventuelle tilsetninger og utgjøres av ulike hydrokarboner herunder parafiner, naftener, aromater og umettede alifatiske grupper. Tidligere kunne enkelte typer bitumen være tilsatt tjære, og innholdet av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) var relativt stort. Innholdet av PAH er i dag som nevnt lavt.

Før asfaltlegging blir vegbanen sprøytet med et klebemiddel, en emulsjon av bitumen og vann, vanligvis i blandingsforholdet 50/50. I tillegg finnes det andre klebemidler som består av en bitumenløsning som inneholder løsemidler. Varm asfalt legges ut med temperaturer som varierer fra ca. 130 til 220 grader, og hver asfalttype har sin spesifikasjon for temperatur under utlegging. Den høye temperaturen medfører at hydrokarboner som ved normal temperatur ikke er flyktige, vil kunne fordampe og gjenfinnes som oljetåke eller hydrokarbongass. Når amin tilsettes for å bedre bitumens vedheftegenskaper til steinen, er aminkonsentrasjonen vanligvis ca. 0,5 % av bitumeninnholdet. Bitumen utgjør 3-15 %, vanligvis ca. 5 %, av den totale asfaltmengde.

Vi har følgende typebetegnelser på de vanligste asfalttyper: asfaltbetong (Ab), asfaltgrus (Ag), asfaltgrusbetong (Agb), asfaltpukk (Ap), topeka (Top), gjenbruksasfalt (Gja), støpeasfalt (Sta) og mykasfalt (Ma). Tall som oppgis etter forkortelsene for de forskjellige asfalttyper angir maksimal nominell steinstørrelse. Bitumentypen (B) angis med tall fra 40 til 370 der tallene angir hvor tyntflytende bindemidlet er. Jo høyere tall, jo mer tyntflytende bindemiddel og lavere utleggstemperatur finnes.

Arbeidsprosessen

Asfalten legges ut av arbeidslag med fra 5 til 7 personer, i tillegg kommer sjåfører på transportbiler. Føreren av asfaltutleggeren sitter som regel i friluft. På en del utleggere er det åpne sprinkler mellom de varme asfaltmassene og sjåføren, noe som medfører at han sitter midt i avdampingen. Et par operatører går bak og ved siden av utleggeren og justerer kanter, jevner ut skjøter etc. En eller to personer kjører vals bak utleggeren for å komprimere asfalten. Forut for asfaltleggingen kjører en person med en sprøyte som sprøyter et klebemiddel på vegen før asfalten legges ut. Til denne prosessen benyttes enkelte steder en åpen sprøytevogn, andre steder en lukket traktor.

Det er ikke vanlig å bruke verneutstyr. Bruk av masker har vist seg å medføre en del ubehag i form av varme og hudirritasjon.

En rekke miljøfaktorer gjør seg gjeldende i denne arbeidsprosessen. Foruten de kjemiske stoffene som prosjektet fokuserer på, utsettes arbeidstakerne for store klimatiske variasjoner, støy og stress fra omgivende trafikk og dessuten støy og vibrasjoner fra egne maskiner. Bortsett fra registrering av trafikkbelastning og værforhold på arbeidsstedene, er disse enkeltfaktorens betydning ikke nærmere vurdert i vår undersøkelse.

MÅLSETTING

Undersøkelsens målsetting er å fremskaffe et grunnlag for tiltak for å forebygge helseskader hos asfaltarbeidere som arbeider med utlegging av varm asfalt. Denne målsetting skal nås ved en registrering av akutte helseplager i forbindelse med arbeidet og med kartlegging av arbeidsmiljøet spesielt med henblikk på flyktige hydrokarboner. Samtidig vil en også registrere tekniske/produksjonstekniske data for å sammenholde disse med variasjoner i arbeidsmiljø og helseplager, samt registrere utenforliggende forhold (værddata, trafikk tetthet) som kunne tenkes å påvirke helse eller arbeidsmiljø.

Undersøkelsen tar ikke opp til vurdering kroniske helseplager som kroniske lungesykdommer, hudlidelser eller kreft, selv om dette kan tenkes å kunne fremkalles av faktorer i asfaltarbeideres arbeidsmiljø.

METODER

Undersøkelsen er lagt opp som en kombinert kjemisk kartleggings- og spørreskjemaundersøkelse med samtidig registrering av værddata og teknologiske/produksjonstekniske data.

De undersøkte arbeidstakere omfatter 3 grupper som vist i tabell 2.

Tabell 2 Undersøkte grupper

| <u>Gruppe</u> | <u>Antall</u> | <u>Undersøkelser</u> | |
|------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|
| 1. Asfaltarbeidere med gassmåling | 79 | Spørreskjema | Værdata |
| | | Gassmålinger | Tekniske data |
| 2. Asfaltarbeidere uten gassmåling | 254 | Spørreskjema | Værdata |
| | | | Tekniske data |
| 3. Vedlikeholdsarbeidere | 247 | Spørreskjema | Værdata |
| | | | Tekniske data |

Gassmålinger ble organisert og gjennomført av prosjektmedarbeider på det aktuelle arbeidssted og spørreskjema for plager med registrering av andre data ble foretatt samtidig. Registreringene er derfor for denne gruppe meget gode. Spørreskjema og skjema for registrering av vær- og tekniske data ble for de andre grupper sendt til verneleder for utdeling og utfylling. Svarprosenten i disse grupper varierer derfor sterkt (17-100 %). De fleste sammenligninger mellom asfaltarbeidere og referansegruppe er derfor foretatt mellom gruppen uten gassmåling og vedlikeholdsarbeidere.

Ved sammenlikning av de 3 gruppene med hensyn på alder, arbeidserfaring (antall år i arbeid som asfalt/vedlikeholdsarbeider), antall arbeidstimer siste uke og røykevaner viste det seg at det var signifikante forskjeller mellom asfaltarbeidere uten gassmålinger og vedlikeholdsarbeidere. De to grupper av asfaltarbeidere var tilnærmet like (Tabell 3, 4, 5 og 6).

Tabell 3 Alder (år) (tabell 15-3)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| n | 79 | 250 | 241 |
| gj.snitt | 33.2 | 35.8 | 47.1 |
| SEM | 1.2 | 0.8 | 0.7 |
| SD | 11 | 13 | 11 |
| Range | 19-62 | 18-66 | 20-64 |
| p-verdi | p<0.001 | | |

Tabell 4 Arbeidserfaring (antall år som asfalt/
vedlikeholds-arbeider) (tabell 16-3)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| n | 78 | 251 | 243 |
| gj.snitt | 6.7 | 9.0 | 14.1 |
| SEM | 0.8 | 0.5 | 0.7 |
| SD | 7 | 8 | 10 |
| Range | 0-35 | 0-41 | 0-42 |
| p-verdi | p<0.001 | | |

Tabell 5 Antall arbeidstimer siste uke
(tabell 17-3)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| n | 78 | 240 | 237 |
| gj.snitt | 44.4 | 45.6 | 38.0 |
| SEM | 1.2 | 0.5 | 0.3 |
| SD | 10 | 8 | 4 |
| Range | 21-86 | 34-82 | 16-83 |
| p-verdi | p<0.001 | | |

Tabell 6 Røykevaner (tabell 14-3) (antall i %)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Besvart | 79 | 251 | 243 |
| Røyker ikke | 39.2 | 37.5 | 51.9 |
| Røyker av og til | 7.6 | 10.0 | 7.4 |
| Røyker daglig | 53.2 | 52.6 | 40.7 |
| Ikke besvart | 0 | 3 | 4 |
| p-verdi | <---p=0.011---> | | |

Røyker er i den følgende tekst definert som daglig røyker
- alle andre omtales som ikke-røykere.

Kjemisk kartlegging av arbeidsmiljøet

Det er foretatt målinger av arbeidsatmosfæren for i alt 14 arbeidslag. Lagene arbeidet på sterkt trafikkert veg (5 lag), lite trafikkert veg (5 lag) og i tunnel/garasje-

anlegg (4 lag). Analysene omfatter flyktige forbindelser analysert etter adsorpsjon på kullrør, asfaltrøyk etter absorpsjon på glassfiberfilter og enkelte prøver, med direktevisende diffusjonsrør for å estimere konsentrasjonen av karbonmonoksyd og nitrogendioksyd i avgasser fra maskiner og passerende biler. Det er totalt analysert 356 personlige prøver på adsorpsjonsrør og 111 personlige og 2 stasjonære prøver ved direktevisende instrumenter. Detaljer om analysemetoder og resultatene for de enkelte lag finnes i vedlegg 1 (Yrkeshygienisk Analyserapport).

Spørreskjemaundersøkelse

Det ble sendt ut to typer skjemaer (vedlegg 2). Symptomskjemaet gir opplysninger om akutte symptomer fra sentralnervesystemet og irritasjonssymptomer fra hud- og luftveger, og det gir dessuten informasjon om røykevaner, funksjonstid som asfaltarbeider, resp. vedlikeholdsarbeider o.l. Skjemaene registrerer symptomer for 1-2 dager eller 3-5 dager i en arbeidsuke og ble derfor fylt ut ved slutten av arbeidsuken. Skjemaet for vær- og asfaltdata gir opplysninger om værforhold, asfaltmassens sammensetning og temperatur, eventuell amintilsetning og utlagt mengde.

Det ble sendt ut i alt 447 sett spørreskjemaer til asfaltarbeidere i 7 firmaer. Ca. 1/3 av skjemaene kom raskt i retur i utfylt stand og etter purring oppnådde vi en svarprosent på 57 (spredning 17-100 for de ulike firmaer), se Tabell 7.

Tabell 7 Antall svar fra de forskjellige
bedrifter

| Asfalt- arbeidere | Antall skjemaer delt ut | Svarprosent |
|--------------------------|----------------------------|-------------|
| Oslo veivesen | 14 | 100 |
| Franzefoss Bruk | 25 | 100 |
| Hesselberg Vei | 150 | 45 |
| Fjeldhammer Brug | 100 | 78 |
| Korsbrekke og Lorck | 65 | 68 |
| Nodest Vei | 80 | 17 |
| Statens vegvesen Oppland | 13 | 100 |
| Sum | 447 | |

Totalt sett har en fått inn 254 av 447 asfaltarbeider-
skjemaer (57 %).

| Vedlikeholds- arbeidere | Antall skjemaer delt ut | Svarprosent |
|----------------------------|----------------------------|-------------|
| Statens vegvesen Østfold | 40 | 48 |
| Statens vegvesen Vestfold | 23 | 96 |
| Statens vegvesen Buskerud | 65 | 53 |
| Statens vegvesen Oppland | 78 | 93 |
| Statens vegvesen Hedmark | 84 | 56 |
| Statens vegvesen Akershus | 33 | 73 |
| Statens vegvesen Hordaland | 29 | 100 |
| Sum | 352 | |

Av de 352 skjemaene som ble sendt ut til vedlikeholds-
arbeidere, er det kommet inn 247 (70 %).

Ettersom en del vedlikeholdsarbeidere sporadisk utfører asfaltarbeid, trengte betegnelsen "vedlikeholdsarbeider" i vår undersøkelse en presisering. Det ble derfor vedtatt at vedlikeholdsarbeidere som hadde utført asfaltarbeid siste uke eller mer enn 20 dager pr. år de siste årene, skulle vurderes spesielt i forhold til inkludering i referansegruppen (side 9 - Statistisk rapport nr. 1). De aktuelle arbeidstakere (56 totalt) ble etter denne vurdering inkludert i vedlikeholdsgruppen.

Det ble foretatt en egen vurdering av hvorvidt skjevheter i totalresultatet kan tenkes å oppstå som følge av lav svarprosent ved en del firmaer/vegkontorer. For å få et inntrykk av om dette er et problem, ble det for hver person beregnet antall i vedkommendes arbeidsgruppe som har fylt ut og returnert registreringskjemaet. Dette tallet ble kalt gruppens svarfrekvens. Vi fant at korrelasjonen mellom svarfrekvens og "symptomsum" (se side 15) var $r=0.02$ ($n=254$, $p=0.98$).

Dette resultatet tyder på at lav svarprosent i enkelte arbeidsgrupper ikke har påvirket resultatene vedrørende "symptomsum".

Statistisk analyse og metoder

Den statistiske analyse av resultatene fra prosjektet er delt i 3 deler og rapportert i 3 delrapporter (Vedlegg 3, 4, 5).

For å avgjøre om en observert frekvensforskjell er statistisk signifikant, er det benyttet en tosidig eksakt Fisher-Irwin test. For å avgjøre om en observert gjennomsnittsforskjell mellom gruppene er statistisk signifikant, er det benyttet en tosidig Wilcoxon rang-sum test. Et signifikansnivå på 5 % er valgt som vurderingsgrunnlag for reelle forskjeller. Det er i analysen

tatt hensyn til eventuelle forskjeller i viktige bakgrunnsvariabler som røykevaner, alder, "arbeidserfaring", og "antall arbeidstimer siste uke", samt hvorvidt vedlikeholdsarbeideren har drevet med asfaltarbeide siste uke/siste 2 år.

I del 1 (vedlegg 3) har vi tatt sikte på å sammenlikne hvilke symptomer plager som opptrer oftere hos asfaltarbeidere enn hos vedlikeholdsarbeidere. Det er valgt relativt enkle analysemetoder i denne rapportdelen, bl.a. fordi de anses å være tilstrekkelig "dyptpløyende", og dessuten mer illustrative enn mer komplekse analysemetoder (f.eks. kovariansanalyse). De 3 grupper skissert i tabell 2 er med i denne analysen.

I analysen er kun gruppe 2 og gruppe 3 sammenlignet ved signifikansberegning. Dette er gjort bl.a. fordi disse gruppene er behandlet likt ved informasjonsinnhenting (tilsendte spørreskjemaer). Gruppe 2 blir omtalt som "asfaltgruppen" i vurdering av resultatene.

I del 2 (vedlegg 4) har vi i asfaltgruppen uten gassmålinger undersøkt sammenhengen mellom asfaltspesifikke symptomer og vær- og tekniske/teknologiske data, og mellom symptomer og de forskjellige arbeidsoperasjoner. Det benyttes de samme statistiske metoder her som i del 1. Ved korrelasjonsanalysen er det benyttet Spearman's korrelasjonskoeffisient. Med "symptomsum" menes her summen av score på de såkalte asfaltspesifikke symptomer

- unormal tretthet
- redusert matlyst
- sår hals/hoste
- sviende øyne
- "andre symptomer"

der "ingen" har tallverdi 0, "1-2 dager" tallverdi 1 og "3-5 dager" tallverdi 2.

I den statistiske rapporten del 3 (vedlegg 5) ble mulige sammenhenger mellom gass(røyk)variabler og asfaltspesifikke symptomer analysert. Med gass/røyk målinger menes her gjennomsnittsverdier i forsøksuka. De signifikante funnene fra delrapport 1 ble dessuten kontrollert på denne gruppe. De samme metoder som tidligere ble benyttet.

RESULTATER

De detaljerte resultater fremgår av de vedlagte delrapporter, men enkelte resultater av spesiell betydning for diskusjon av resultatene og for eventuelle tiltak vil bli diskutert i denne rapport. Ved henvisning til de enkelte tabeller vil en benytte tabellnummer og vedleggnummer i nevnte rekkefølge slik at tabell 1 i vedlegg 3 (Delrapport 1) vil bli 1-3 og tilsvarende 1-4 og 1-5.

Ved sammenligning mellom asfaltgruppen og vedlikeholdsgruppen ble det funnet en økt hyppighet av unormal tretthet, redusert matlyst, sår hals/hoste og sviende øyne i asfaltgruppen (tabell 8).

Tabell 8 Symptomer med økt hyppighet i asfaltgruppen (tabell 3-3, 5-3, 7-3 og 9-3)

| | | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|------------------|---------|------------------|------------------|------------------|
| | | n=79 | n=254 | n=247 |
| | | % | % | % |
| Unormal tretthet | Ingen | 64.6 | 75.2 | 84.6 |
| | 1-2 dgr | 21.5 | 14.6 | 9.7 |
| | 3-5 dgr | 13.9 | 10.2 | 5.7 |
| | | <---p=0.012---> | | |
| Redusert matlyst | Ingen | 86.1 | 89.8 | 95.1 |
| | 1-2 dgr | 12.7 | 7.5 | 4.1 |
| | 3-5 dgr | 1.3 | 2.8 | 0.8 |
| | | <---p=0.036---> | | |
| Sår hals/hoste | Ingen | 63.3 | 74.0 | 83.0 |
| | 1-2 dgr | 21.5 | 15.4 | 11.7 |
| | 3-5 dgr | 15.2 | 10.6 | 5.3 |
| | | <---p=0.020---> | | |
| Sviende øyne | Ingen | 54.4 | 68.9 | 85.4 |
| | 1-2 dgr | 22.8 | 22.4 | 10.5 |
| | 3-5 dgr | 22.8 | 8.7 | 4.1 |
| | | <---p<0.001---> | | |

"Andre symptomer" forekom også signifikant hyppigere i asfaltgruppen enn i vedlikeholdsgruppen (tabell 9). Disse symptomer er listet i tabell 10.

Tabell 9 "Andre symptomer" (tabell 12-3)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| prosent | 8.9 | 14.6 | 7.7 |
| <---p=0.021---> | | | |

Tabell 10 Spesifisering av "andre symptomer"

| | |
|--|-----------------------|
| Plager/muskelsmerter i rygg, skuldre, nakke | Høyt blodtrykk |
| Muskelsmerter i bein | Stress pga trafikk |
| Vondt i knærne | Irritert |
| Såre føtter | Sliten og trøtt |
| Fotkløe | Konsentrasjonsvansker |
| Psoriasis | Dårlig hørsel |
| Hudirritasjon | Rennende nese |
| Astma/bronkitt | Halsbrann |
| Pusteproblemer | Halsbetennelse |
| Brystsmerter | Influensa |
| Hjertefarkt | Oppkast |

Forekomsten av disse symptomer viste intet spesielt mønster mellom de 3 grupper.

Spørreskjemaet omfattet også spørsmål om svimmelhet (tabell 2-3), kvalme (tabell 4-3), magesmerter (tabell 6-3), søvnløshet (tabell 8-3), hudutslett (tabell 10-3) og søtlig lukt (tabell 11-3), men det ble for disse symptomer

ikke funnet forskjeller mellom de 2 gruppene.

De forskjeller som her er funnet mellom asfaltarbeidere og vedlikeholdsarbeidere skyldes ikke forskjellige alderssammensetning av gruppene (tabell 23-3 til 27-3), forskjellig arbeidserfaring, eller antall arbeidstimer siste uken. Heller ikke forskjell i røykevaner forklarer de forskjeller som er påvist (tabell 18-3 til 22-3).

Asfaltgruppen hadde også signifikant høyere symptomsum enn vedlikeholdsgruppen (tabell 11), men dette er en direkte følge av hvordan symptom er definert.

Tabell 11 Symptomsum (tabell 13-3)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlike- hold |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| gj.snitt | 1.94 | 1.39 | 0.75 |
| SD | 1.9 | 1.6 | 1.3 |
| Range | 0-7 | 0-7 | 0-8 |
| p-verdi | <---p<0.001---> | | |

Det viser seg imidlertid at asfaltarbeiderne har arbeidet hyppigere i garasjer/tunnelanlegg enn vedlikeholdsarbeidere (tabell 30-3). Som ventet finner man en høyere symptomsum ved arbeid i tunnel/garasjeanlegg enn friluft (tabell 3-4). Men selv om man bare ser på asfaltarbeidere med friluftsarbeid, finner man signifikant høyere symptomsum (1,6) sammenlignet med vedlikeholdsarbeidere (0,77) (henholdsvis tabell 3-4 og tabell 13-3). Det finnes en rekke signifikante forskjeller i værdata mellom asfaltgruppen og vedlikeholdsgruppen (tabell 31-3 til tabell 34-3). Gjennomsnittlig vindstyrke i forsøksukene var lik for de to grupper, mens derimot antall soldager og

gjennomsnittlig skyggetemperatur var høyest i vedlikeholdsgruppen og gjennomsnittlig nedbørmengde størst for asfaltgruppen. Dette betyr ikke nødvendigvis at det er lagt asfalt i regnvær. Tunnelarbeiderne ble ekskludert ved sammenligning av vindstyrke, nedbørmengde og soldager.

For å avgjøre om det var noen sammenheng mellom værdata og asfaltspesifikke symptomer ble det for hver person i asfaltgruppen beregnet

- laveste/høyeste/gjennomsnittlig vindstyrke i forsøksuka (kodet som 0, 1 og 2)
- laveste/høyeste/gjennomsnittlig skyggetemperatur i forsøksuka (kodet som 0, 1 og 2)
- laveste/høyeste/gjennomsnittlig nedbør i forsøksuka (kodet som 0, 1 og 2)
- antall dager i forsøksuka med sol.

Deretter ble det for hver av disse indekser beregnet korrelasjoner (Spearman's korrelasjonskoeffisient) mellom indeksen og symptomsum. Resultatene fremgår av tabell 12.

Tabell 12 Korrelasjoner mellom "symptomsum" og vindstyrke, skyggetemperatur kl. 12.00-13.00, nedbørmengde og antall soldager i forsøksuka (tabell 4-4).

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| | Gj.snittlig: r=0.01 (p=0.84) |
| Vindstyrke | Høyeste : r=0.00 (p=0.99) |
| (n=201) | Laveste : r=0.01 (p=0.84) |
| Skygge-temp | Gj.snittlig: r=0.02 (p=0.83) |
| kl. 12-13.00 | Høyeste : r=0.01 (p=0.91) |
| (n=173) | Laveste : r=0.04 (p=0.62) |
| Nedbørs- | Gj.snittlig: r=0.01 (p=0.88) |
| mengde | Høyeste : r=0.02 (p=0.82) |
| (n=202) | Laveste : r=0.01 (p=0.89) |
| Antall sol-dager (n=177) | : r=0.05 (p=0.52) |

Resultatene tyder på at asfaltspesifikke symptomer er uavhengig av vindstyrke, nedbørmengde, skyggetemperatur og antall soldager i arbeidsuken.

Det viste seg også at trafikkbelastningen på arbeidstedet var høyere for vedlikeholdsgruppen enn for asfaltgruppen (tabell 29-3). Trafikkbelastningen har imidlertid ingen betydning for symptomsum (tabell 1-4). Det var ingen sammenheng mellom symptomsum og antall arbeidstimer siste uken, hverken for asfaltarbeidere (r=0,08) eller for vedlikeholdsarbeidere (r=0,00) (tabell 35-3).

Den statistiske bearbeidelse av mulige sammenhenger mellom asfalt spesifikke symptomer og

- trafikkbelastning
- arbeid i friluft eller tunnel/garasje
- værdata
- asfaltvariabler
- forskjellige arbeidsoperasjoner

er hovedsaklig omtalt i statistisk rapport del 2, (vedlegg 4). Forholdet mellom asfaltspesifikke symptomer og trafikkbelastning, arbeidssted og værdata er allerede diskutert, og det er utover en forventet økt symptommengde ved arbeid i tunnel/garasje ikke funnet forhold av betydning. Resultatene fra de bearbejdede data i statistisk rapport del styrker imidlertid resultatene fra delrapport 1.

Når det gjelder forhold mellom asfaltspesifikke symptomer og asfaltvariable og de forskjellige arbeidsoperasjoner, er dette et viktig problem fordi det her ligger muligheter for forebyggende tiltak.

For å avgjøre om det er noen sammenheng mellom asfaltvariabler og asfaltspesifikke symptomer, er det for hver person i asfaltgruppen beregnet

- gjennomsnittlig temperatur på asfalten i forsøksuka
- høyeste samt gjennomsnittlig asfaltmasse (tonn) lagt pr dag i forsøksuka

Vi har også sett på asfaltspesifikke symptomer i relasjon til

- leverandør av bitumen
- hardhet av bitumen

Vi har ikke kunnet relatere asfaltspesifikke symptomer til klebemiddel, eller prosent bitumen i asfaltmassen fordi denne var lik for alle arbeidstakere. I analysen inngår

bare personer i asfaltgruppen som arbeider i friluft. Høyeste asfalttemperatur ble ikke evaluert fordi denne var lik gjennomsnittlig asfalttemperatur for nesten alle lag. Det ble som det fremgår av tabell 13, funnet en signifikant positiv korrelasjon mellom asfaltspesifikke symptomer og asfalttemperatur.

Tabell 13 Korrelasjoner mellom "symptomsum" og asfalttemperatur/asfaltmasse lagt pr. dag (tabell 5-4)

| | | |
|-------------------|--------------|-------------------|
| Asfalt-temperatur | : | r=0.22 (p=0.002) |
| Asfaltmasse: | gj.snittlig: | r=0.07 (p=0.33) |
| (n=177) | høyeste | : r=0.10 (p=0.20) |

Det ble også funnet en svak tendens til positiv korrelasjon mellom asfaltmasse lagt pr. dag og asfaltspesifikke symptomer, men denne korrelasjon er langt fra statistisk signifikant.

Hvis vi ser nærmere på symptomsummen i relasjon til asfalttemperatur, finner vi at hvis temperaturen er under 145° gir asfaltarbeid praktisk talt ingen asfaltspesifikke symptomer. I temperaturintervallet 145° - 155° får vi litt økning av symptomene (merk at gjennomsnittlig symptomsum i vedlikeholdsgruppen er 0,75) og dersom asfalttemperaturen er over 155° , får vi en symptomøkning (tabell 14).

Tabell 14 "Symptomsum" i relasjon til asfalttemperatur
(tabell 6-4)

| | 120-145 | 146-150 | 151-155 | 156-165 | 166-175 | >175 |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| n | 23 | 29 | 26 | 79 | 27 | 16 |
| gj.snitt | 0.30 | 1.07 | 1.12 | 1.53 | 1.48 | 1.38 |
| SD | 0.8 | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 1.3 | 1.7 |
| min-maks | 0-3 | 0-5 | 0-4 | 0-7 | 0-4 | 0-5 |

De data som er referert i tabell 14 er beregnet ut fra gruppe 2, dvs. asfaltarbeidere uten gassmålinger. Vi fant av interesse å kontrollere dette funn i gruppe 3, dvs. asfaltgruppe med gassmålinger, og resultatene fra denne undersøkelsen fremgår av tabell 15.

Tabell 15 "Symptomsum" i relasjon til asfalttemperatur
for gruppe 1 (tabell 4-5)

| Asfalttemperatur | | | | | | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| | 120-145 | 146-150 | 151-155 | 156-165 | 166-175 | >175 |
| n | 4 | 6 | 0 | 17 | 26 | 6 |
| gj.snitt | 3.3 | 2.7 | - | 0.9 | 1.3 | 2.5 |
| SD | 2.4 | 2.1 | - | 1.1 | 1.5 | 1.4 |
| min-maks | 0-5 | 0-6 | - | 0-3 | 0-5 | 1-4 |

Resultatene for denne gruppen antyder at det er mest asfaltspesifikke symptomer ved de lave asfalttemperaturer. Gjennomsnittlig symptomsum er her 2,9 for asfalttemperaturer mindre eller lik 150⁰ mot 1,3 for asfalttemperaturer over 150⁰. Denne forskjell er signifikant ($p = 0,021$). Hvis man beregner symptomsum i relasjon til asfalttemperatur for begge asfaltgrupper samlet, vil symptomsummen være størst ved de høyeste temperaturer.

Årsaken til dette er at spesielt de to grupper med høy symptomhyppighet ved lav temperatur hos asfaltarbeidere med målinger er små. Vi har for å forklare denne uoverensstemmelsen sett på sammensetningen av de to grupper på henholdsvis 4 og 6 personer som har arbeidet med asfalttemperaturer på henholdsvis 120° - 145° og 146° - 150° som det fremgår av tabell 15. Det finnes ingen spesielle forhold ved gruppen som har arbeidet fra 146° - 150° . Det er for øvrig også forenlig med konklusjonen i den større gruppen at asfaltspesifikke symptomer her øker noe. Når det gjelder gruppen på 4 som har arbeidet ved den laveste temperatur, er dette den eneste gruppen i materialet som har arbeidet med gjenbruksasfalt (referanse nr. 11, Statens vegvesen Oppland, s. 30, vedlegg 1). I forbindelse med måling på dette lag, ble det bemerket at målingene ga forholdsvis høye verdier til å være legging i friluft. De høye verdiene kan ifølge prosjektmedarbeider også skyldes at det ble benyttet en mykere asfalt og at det var varmt og pent vær under leggingen. Også konsentrasjonen av flyktige forbindelser var ved denne måling høy, noe som kan skyldes bruk av klebemiddel tilsatt løsningsmiddel. Det ble som en konklusjon til disse aktuelle målinger bemerket at bruk av slik asfalt kanskje burde unngås.

Ut fra disse vurderinger kan vi konkludere med at symptomsummen for asfaltspesifikke symptomer for asfaltarbeidere, øker med økende temperatur med en grense på omkring 150° . Dette er av betydning for eventuelt forebyggende tiltak.

Det er av betydelig interesse å se på symptomsummen for asfaltspesifikke symptomer i relasjon til amintilsetning. Vi finner i den større gruppen av asfaltarbeidere uten målinger, gruppe 2, at personer som har jobbet med asfalt med amintilsetning hadde signifikant mindre asfaltspesifikke symptomer enn personer som jobbet med asfalt uten amintilsetning ($p = 0,004$) (tabell 16).

Tabell 16 "Symptomsum" i relasjon til amintilsetning for gruppe 2 (tabell 8-4)

| | Amintilsetning | |
|----------|----------------|------|
| | Nei | Ja |
| n | 148 | 38 |
| gj.snitt | 1.31 | 0.71 |
| SD | 1.5 | 1.4 |
| min-maks | 0-7 | 0-6 |
| p-verdi | p=0.004 | |

Dette er et noe uventet funn idet det skulle forventes at aminer ville virke lokalirriterende. Man har derfor undersøkt betydningen av temperatur når det gjelder amintilsetning eller ikke. Det viser seg at gjennomsnittlig asfalttemperatur var 144° ved amintilsetning, mot 161°C ved asfalt uten amintilsetning ($p < 0,01$). Det viser seg imidlertid at de økende symptomer uten amintilsetning bare i meget liten grad kan forklares ved forskjeller i temperaturer (tabell 17).

Tabell 17 "Symptomsum" i relasjon til amintilsetning, for asfalt over og under 155⁰C for gruppe 2 (tabell 9-4)

| Asfalt-temperatur | Amintilsetning | | |
|---------------------|----------------|------|------|
| | | Nei | Ja |
| <155 ⁰ C | n | 42 | 17 |
| | gj.snitt | 1.00 | 0.06 |
| | SD | 1.2 | 0.2 |
| ≥155 ⁰ C | n | 106 | 19 |
| | gj.snitt | 1.43 | 1.00 |
| | SD | 1.6 | 1.6 |

Forskjellen i symptomsum er bare signifikant for temperaturintervall under 155⁰, der amintilsetning gir et signifikant langt lavere tall for symptomsum enn uten amintilsetning (p=0,002). Symptomsummen for amintilsetning eller ikke i det høye temperaturintervall (≥155⁰) er ikke signifikant forskjellige.

Hvis vi ser på de motstridende resultater fra asfaltgruppen med gassmålinger, der amintilsetning synes å gi økt antall symptomer, finner vi at forskjellen ikke er signifikant (p=0.16) for hele temperaturintervallet (tabell 5-5) og at det igjen først og fremst er de to grupper på 4, henholdsvis 6 arbeidstakere (referanse nr. 11 og referanse nr. 6, sml. vedlegg 5) som slår ut når det gjelder et høyt antall symptomer.

Tabell 18 "Symptomsum" i relasjon til amintilsetning for asfalt over og under 155°C for gruppe 1 (tabell 4 og 4 b)

| | | Amintilsetning | |
|----------------------------|----------|----------------|-----|
| | | Nei | Ja |
| $<155^{\circ}\text{C}$ | n | 6 | 4 |
| | gj.snitt | 2.7 | 3.3 |
| | SD | 2.4 | 2.4 |
| $\geq 155^{\circ}\text{C}$ | n | 38 | 11 |
| | gj.snitt | 1.2 | 1.7 |
| | SD | 1.4 | 1.5 |

En samlet vurdering av disse resultater viser at graden av asfaltspesifikke symptomer er lavest ved amintilsetning og at denne forskjellen er størst i de lavere temperaturintervaller.

Det er ingen statistisk forskjell mellom symptomsum knyttet til asfalt levert fra forskjellige leverandører. En spesiell leverandør synes å komme gunstig ut, men gjennomsnittstemperaturen på asfalten fra denne leverandøren var 136° mot fra 160° til 162° fra de andre selskapene. Denne forskjell kan meget vel forklare tendensen i tabell 7-4.

Bitumens hardhetsgrad synes å ha en viss betydning for graden av asfaltspesifikke symptomer (tabell 10-4). Symptomsummen var meget lav for hardhetsgrad større enn 180, men gjennomsnittlig temperatur for denne asfalt var 128° mot nær 160° for de andre hardhetsgrader. Hardhetsgrad 180

gir en signifikant høyere symptomsum enn de andre hardhetsgrader.

Vi finner ikke en tilsvarende høy symptomsum ved hardhetsgrad større enn 180, men dette kan skyldes at asfalttemperaturen i denne gruppen er lav.

Det var ingen sammenheng mellom symptomsum og de forskjellige arbeidsoperasjoner (tabell 11-4). Dette kan synes eiendommelig, men en må huske på at arbeidsoperasjonene ikke nødvendigvis må være identiske fra lag til lag selv om betegnelsen er den samme. Slike individuelle variasjoner vil viske ut eventuelle forskjeller både i eksponering og symptomsum knyttet til de forskjellige betegnelser for arbeidsoperasjoner. Det ble heller ikke funnet signifikant forskjellig eksponering for de forskjellige arbeidsoperasjoner i gruppen som helhet. Hvordan dette er for de enkelte lag er ikke beregnet.

I den statistiske delrapport del 3 (vedlegg 5) har en spesielt undersøkt mulige sammenhenger mellom asfaltspesifikke symptomer og gassvariabler i den gruppen av asfaltarbeidere som har besvart spørreskjema i kombinasjon med gass- og røykmålinger. Med gass- og røykmålinger menes i denne rapporten gjennomsnittsverdier i forsøksuka, de enkelte måleresultater finnes i vedlegg 1.

Tabell 19 viser gjennomsnittsverdier med medianverdier og maksimalverdier for de grupper flyktige forbindelser som er målt.

Tabell 19 Gass/røykmålinger (tabell 1-5)

| | n | gj.snitt | median | min | max |
|-----------------------|----|----------|--------|-------|-------|
| Alifater (C5) | 77 | 0.0177 | 0.0080 | 0 | 0.117 |
| Alifater (C6) | 77 | 0.0074 | 0.0053 | 0 | 0.026 |
| Alifater (C7) | 77 | 0.0067 | 0.0057 | 0 | 0.049 |
| M & P-xylen | 77 | 0.124 | 0.019 | 0 | 1.05 |
| O-xylen | 77 | 0.0226 | 0.0165 | 0 | 0.122 |
| Etyl-bensen | 77 | 0.0213 | 0 | 0 | 0.294 |
| 1,2,4-trimetyl bensen | 77 | 0.0150 | 0.0065 | 0 | 0.122 |
| 1,3,5-trimetyl bensen | 77 | 0.0014 | 0 | 0 | 0.011 |
| Isopropyl bensen | 77 | 0.0099 | 0.0042 | 0 | 0.079 |
| 1,2,3-trimetyl bensen | 77 | 0.0038 | 0 | 0 | 0.068 |
| Aromater (C9-C12) | 77 | 0.0534 | 0.0248 | 0.001 | 0.393 |
| Alifater (C9-C-13) | 77 | 0.396 | 0.231 | 0.3 | 2.75 |
| Alifater (C14-C15) | 77 | 0.0142 | 0.0014 | 0 | 0.112 |
| Asfalt-røyk | 71 | 0.358 | 0.208 | 0.2 | 1.29 |

Konsentrasjonen av asfaltrøyk er angitt i mg/m^3 ; de øvrige i ppm.

Som det fremgår av tabellen er verdiene gjennomgående meget lave og vil ikke kunne forventes å gi opphav til akuttsymptomer av noen art. Det viser seg imidlertid å være en positiv signifikant korrelasjon mellom symptomsum og gass-/røykmålinger for enkelte komponenter (1,2,4-trimetylbenzen, 1,3,5-trimetylbenzen, isopropylbenzen og alifater (C-9-C13)). Det finnes også en signifikant negativ korrelasjon (etylbenzen), men denne er vanskelig å forklare (tabell 20).

Tabell 20 Korrelasjoner mellom "symptomsum" og gass/røyk-
målinger (Asfaltgruppen med gassmålinger,
(n=77) (tabell 2-5)

| | | |
|-----------------------|---------|-----------|
| Alifater (C5) | r=0.18 | (p=0.12) |
| Alifater (C6) | r=0.20 | (p=0.087) |
| Alifater (C7) | r=0.12 | (p=0.29) |
| M & P-xylene | r=-0.13 | (p=0.25) |
| O-xylene | r=0.01 | (p=0.91) |
| Etyl-bensen | r=-0.23 | (p=0.049) |
| 1,2,4-trimetyl bensen | r=0.31 | (p=0.006) |
| 1,3,5-trimetyl bensen | r=0.22 | (p=0.056) |
| Isopropyl bensen | r=0.28 | (p=0.014) |
| 1,2,3-trimetyl bensen | r=0.21 | (p=0.074) |
| Aromater (C9-C12) | r=0.09 | (p=0.44) |
| Alifater (C9-C13) | r=0.28 | (p=0.015) |
| Alifater (C14-C15) | r=0.17 | (p=0.14) |
| Asfaltrøyk (n=71) | r=0.13 | (p=0.26) |

Det finnes en viss forskjell på eksponeringsmønstret ved tunnel/garasjearbeid og ved arbeid i friluft. Vi har her sett på 3 grupper forbindelser, nemlig alifater og 2 grupper av aromater med forskjellig flyktighet. Som en gruppe med høy flyktighet har vi definert xylener og etylbenzen, mens alle trimetylbenzener, isopropylbenzen og aromater (C9-C12) er klassifisert som andre aromater. Vi finner da som referert i tabellene 6A-5 til 10B-5 at konsentrasjonen av alifater er signifikant høyere i tunnel/garasje enn i friluft ($p < 0,001$). Når det gjelder sum aromater, eller separat vurdering av flyktige og mindre flyktige aromater, finnes en signifikant lavere konsentrasjon i tunnel/garasje av de flyktige aromater ($p = 0,026$), ellers ingen forskjeller.

Ved en vurdering av totalkonsentrasjonen av gasser i friluft og i tunnel/garasje finner en ingen signifikant

forskjell (tabell 21).

Tabell 21 Totalsum av gasser (tabell 10B-5)

| | Tunnel/garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 57 |
| gj.snitt | 0.66 | 0.70 |
| SEM | 0.08 | 0.10 |
| SD | 0.34 | 0.76 |
| Range | 0.31-1.36 | 0.04-3.36 |
| p-verdi | <---p=0.23---> | |

Ved nærmere vurdering av frekvensfordeling i de forskjellige konsentrasjonsintervaller (tabell 10A-5) finner en imidlertid ingen målinger i de laveste intervaller i tunnel/garasje (opptil 0,3 pp), mens man totalt her finner 37 % av målingene i friluft. De høyeste målinger finnes imidlertid i friluft (tabell 21). Konsentrasjonen av asfaltrøyk er signifikant høyere i tunnel/garasje enn i friluft som det fremgår av tabell 22.

Tabell 22 Asfaltrøyk (tabell 11B-5)

| | Tunnel/garasje | Friluft |
|----------|-----------------|-----------|
| n | 20 | 51 |
| gj.snitt | 0.56 | 0.28 |
| SEM | 0.09 | 0.02 |
| SD | 0.40 | 0.15 |
| Range | 0.20-1.29 | 0.20-0.88 |
| p-verdi | <---p=0.004---> | |

Tabell 11A-5 viser klare forskjeller både når det gjelder

målinger i de laveste intervaller og i de høyeste målingsintervall.

Hvis man vurderer symptomsum av asfaltspesifikke symptomer i relasjon til asfaltrøyk, finner en en betydelig økning av symptomer når konsentrasjonen av asfaltrøyk er over 0,40. Hvis 0,40 betraktes som en grense, finner en gjennomsnittlig symptomsum under eller lik 0,40 til 1,3 mot 3,0 for asfaltrøyk over 0,40 - $p=0,014$, tabell 23.

Tabell 23 "Symptomsum" relatert til asfaltrøyk (i friluft) (tabell 12-5)

| | Asfaltrøyk | | | | |
|----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | 0.0-0.20 | 0.21-0.30 | 0.31-0.40 | 0.41-0.60 | >0.60 |
| n | 28 | 11 | 4 | 4 | 3 |
| gj.snitt | 1.4 | 0.9 | 1.5 | 3.0 | 3.0 |
| SD | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 1.4 | 2.6 |

Tilsvarende vurderinger av symptomsum i relasjon til totalsum av gasser ga ingen statistisk signifikant sammenheng selv om summen synes å øke ved en totalsum av gasser på over 0,2 (tabell 13-5). Dette trass i at det tidligere er vist en signifikant korrelasjon mellom mengden av enkelte komponenter og summen av symptomer.

En har videre sett på symptomsum relatert til de 3 grupper av flyktige forbindelser som tidligere er nevnt (tabell 14-5 til 17-5). Disse resultater indikerer en positiv sammenheng mellom konsentrasjon av alifater og symptomsum, men sammenhengen er ikke signifikant ($r=0,25$, $p=0,063$). En mulig økt symptomsum ved lave konsentrasjoner av flyktige aromater er ikke statistisk signifikant ($p=0,24$). Den kan for øvrig også forklares ved en samvariasjon mellom høye alifater og lave flyktige aromater.

Det er ellers funnet en klar korrelasjon mellom sum av alifater og sum av aromater, mellom alifater, aromater og asfaltrøyk og mellom totalsum av gasser og asfaltrøyk. Det er enkelte positive og enkelte negative korrelasjoner mellom asfalttemperatur og enkeltgasser, men det kan ikke trekkes ut noe spesielt mønster i denne sammenhengen (tabell 24).

Tabell 24 Korrelasjoner mellom asfalttemperatur og enkeltgasser (i friluft):

| | | |
|-----------------------|---------|-----------|
| Alifater (C5) | r=0.20 | (p=0.14) |
| Alifater (C6) | r=0.02 | (p=0.87) |
| Alifater (C7) | r=0.15 | (p=0.27) |
| M & P-xylen | r=0.36 | (p=0.006) |
| O-xylen | r=0.00 | (p=0.98) |
| Etyl-bensen | r=0.36 | (p=0.006) |
| 1,2,4-trimetyl bensen | r=0.18 | (p=0.17) |
| 1,3,5-trimetyl bensen | r=0.22 | (p=0.10) |
| Isopropyl bensen | r=-0.31 | (p=0.017) |
| 1,2,3-trimetyl bensen | r=-0.39 | (p=0.003) |
| Aromater (C9-C12) | r=-0.33 | (p=0.013) |
| Alifater (C9-C13) | r=-0.09 | (p=0.50) |
| Alifater (C14-C15) | r=-0.10 | (p=0.42) |

Det er ingen positiv korrelasjon mellom asfalttemperatur og totalsum av gasser, derimot en signifikant negativ korrelasjon mellom asfalttemperatur og asfaltrøyk. Det synes å være mest asfaltrøyk når asfalttemperaturen er under 155⁰, men forskjellen ved en sammenlikning på over og under 155⁰ er ikke signifikant. Det er ellers ikke funnet noen korrelasjon mellom totalsum av gasser, eller asfaltrøyk og værdata, og heller ikke mellom totalsum av gasser/asfaltrøyk og andre asfaltvariable. For hver gassvariabel samt asfaltrøyk, ble målingene for asfalt med og uten amintilsetning sammenliknet. Det ble her funnet at

for gassene m & p-xylen og o-xylen var konsentrasjonen lavere med amintilsetning enn uten, mens det for gassene aromater (C9-C12) og alifater (C14-C15) var omvendt. Det er vanskelig å vurdere hvilken betydning dette måtte ha for vurderingen av de enkelte måleresultater.

Karbonmonoksyd og nitrogenoksyder er ikke målt systematisk hver dag for de forskjellige lag. For karbonmonoksyd foreligger det totalt 56 målinger hvorav resultatet var "ikke detekterbar" i 16 tilfeller. De høyeste verdiene ble funnet ved tunnel/garasjearbeid, spesielt ref. 13 med en gjennomsnittsverdi over 5 dager (5 målinger) på omkring 20 ppm (høyeste verdi 38 ppm). Ellers var det bare få verdier over 10 ppm.

Nitrogenoksyder var også høyest ved legging i garasje/-tunnel. Av totalt 42 målinger var imidlertid resultatet "ikke detekterbar" i 35 tilfeller. Det høyeste gjennomsnitt over 5 dager (5 målinger) ble også her funnet for referanse 13 med omkring 1,3 ppm (høyeste verdi 2,5 ppm).

DISKUSJON

Arbeidstakere som legger ut varm asfalt på veg eller i tunnel/garasjeanlegg rapporterer unormal tretthet, redusert matlyst, sår hals/hoste og sviende øyne hyppigere enn sammenlignbar gruppe av vedlikeholdsarbeidere i vegvesenet. Dette er hovedsaklig symptomer av irritativ art, selv om unormal tretthet og redusert matlyst også kan bety at nervesystemet (hjernen) er påvirket. Det finnes blant asfaltarbeidere ingen økt hyppighet av svimmelhet, kvalme, magesmerter, søvnløshet, hudutslett eller søtlig lukt under arbeid. Selv om de registrerte symptomer er av uspesifikk art, tilsvarer de symptomer som kan oppstå ved eksponering for flyktige organiske forbindelser (løsemidler). Det poengteres at begrepet løsemidler her har en videre betydning enn i normal bruk av dette begrepet, idet man ved de høye temperaturer det her er tale om også vil

gjenfinne tyngre hydrokarboner i gassfase. Disse er også inkludert i vår definisjon av løsemidler.

Som det framgår av tabell 19 er verdiene av flyktige forbindelser meget lave, og både gjennomsnitts- og maksimalverdier ligger langt under de administrative normer. Isolert sett ville vi ikke forvente at de målte verdier skulle gi opphav til akutt symptomer av noen art. Det ligger imidlertid en betydelig fare i å tolke de kjemiske målinger isolert i forhold til de administrative normer. For det første er mange normer sannsynligvis satt for høyt og er på vei nedover, og for det andre har vi liten kunnskap om hvordan forskjellige faktorer virker sammen og hvordan den samlede effekten blir. I mange henseender er den menneskelige organisme et bedre og mer velegnet måleinstrument enn de kjemiske målinger. Det er av denne grunn symptomkartleggingen i vår undersøkelse utgjør en så viktig del av totalvurderingen av helsefare.

Det er videre grunn til å merke seg at det er sammenheng mellom symptomsum og gassmålinger for noen komponenter (bl.a. alifater C9 - C13). For de øvrige gassers vedkommende er resultatene i relasjon til symptomsum ikke entydige.

Når det gjelder akutteffekter av løsemidler vet vi at det er overvekt av akutte symptomer fra hjernen for hydrokarboner med kort karbonkjede, mens det er en overvekt av irritative akutte symptomer for hydrokarboner med lang karbonkjede. På denne bakgrunn er det ikke overraskende at irritative symptomer er så godt representert i våre resultater. Den klare korrelasjon vi har vist mellom symptomsum og konsentrasjonen av asfaltrøyk, tyder videre på at denne har vesentlig betydning for symptomsummen. Symptomsummen ser ut til øke markert ved en asfaltrøykkonsentrasjon på over 0,40 mg pr. m³. Samtidig som symptomsummen ved arbeid i tunnel/garasjeanlegg er vesentlig høyere enn i friluft, finner vi gjennomsnittlige

konsentrasjoner av asfaltrøyk på henholdsvis 0,56 mg pr. m³ og 0,28 mg pr. m³.

Den økte mengde plager ved tunnel/garasjearbeid kan meget vel tilskrives asfaltrøyk. Totalmengden av andre flyktige forbindelser er den samme ved garasje/tunnelarbeid og arbeid i friluft, mens det er enkelte forskjeller i eksponeringsmønsteret for alifater og aromater. Dette har imidlertid vist seg å ha mindre betydning for den endelige vurdering av resultatet.

De høyeste konsentrasjoner av nitrogenoksyder kan naturligvis være av betydning. Karbonmonoksyd kan ha gitt økt tretthet og nedsatt matlyst ved tunnel/garasjeanlegg, men det er lite trolig dersom de gjennomførte målinger er representative. I alle fall er det viktig at de registrerte forskjeller også finnes dersom bare asfaltarbeidere som arbeider i friluft sammenlignes med vedlikeholdsarbeidere.

Vi har i vår undersøkelse ikke registrert økt hyppighet av de samme symptomer som pilotundersøkelsen i Hordaland (ref) men de plager som registreres i begge undersøkelser indikerer at flyktige hydrokarboner kan være en medvirkende årsak. Vi vil for øvrig anta at totalsymptomsum er et bedre mål for plager enn de enkelte symptomer. Eksponeringsverdiene er ikke direkte sammenlignbare på grunn av forskjellige analysemetoder og prøvesamlingsstrategi, men verdiene som ble registrert i Hordalandsundersøkelsen synes etter vår vurdering å være for høye.

De symptomer som er registrert kan altså forklares så vel ut fra eksponering for asfaltrøyk som for hydrokarboner i gassfase. Varmebelastning, stress og ergonomiske forhold vil også kunne ha betydning for de symptomer som registreres. Noen sikker årsakssammenheng kan vi derfor ikke påvise, men dette er heller ikke det viktigste ved vår undersøkelse. Vår målsetting var å fremskaffe et grunnlag

for tiltak til å forbedre arbeidsmiljøet, og det viktigste blir da å finne fram til de enkeltfaktorer ved asfaltleggingen som synes å være avgjørende for summen av symptomer.

Derfor er det interessant at vi i tillegg til å vise en klar sammenheng mellom symptomsum og konsentrasjon av asfaltrøyk, også kan påvise en sammenheng mellom symptomsum og massetemperatur. Resultatene synes å vise at det er en kritisk grense ved en massetemperatur på 150°C , idet en temperatur over denne grense gir en markert økning i symptomfrekvensen. Det er naturlig å anta at avdampningen øker ved stigende temperatur selv om våre gassmålinger ikke synes å bekrefte dette fullt ut. Konsentrasjonen av enkelte gasser, f.eks. xylen, viser også en positiv sammenheng ved massetemperaturen.

Ser vi på symptomsummen i relasjon til bitumentype finner vi at hårdhetsgrad 180 har høyest symptomsum, mens hårdhetsgraden 85 og over 180 ga lavest symptomsum. Ved hårdhet over 180 var massetemperaturen ca. 128°C mens den ved de øvrige hårdhetsgradene var ca. 160°C i gjennomsnitt.

Dette viser at massetemperatur og hårdhetsgrad må vurderes samlet, og at massetemperaturen ser ut til å ha større betydning for symptomsummen enn hårdhetsgraden. Resultatene tyder på at man bør unngå hårdhetsgrad på 180 kombinert med temperatur over 150° , samt at den aller hardeste bitumen som krever svært høye temperaturer, også bør unngås.

Det synes å være en vanlig oppfatning at konsentrasjonen av asfaltrøyk stiger med økende temperatur i asfaltmassen. Vår undersøkelse bekrefter ikke noen slik sammenheng. Det må sannsynligvis også være andre faktorer som har betydning for konsentrasjonen av asfaltrøyk, f.eks. temperaturen på underlaget, flyktighet etc. Dessuten kan en del av det som oppfattes som asfaltrøyk under asfaltlegging, i virkeligheten representere vanddamp. Det synes

derfor å være et behov for å klargjøre nærmere hvilke faktorer som bidrar til å øke konsentrasjonen av asfalt-røyk.

Av spesiell betydning er at tilsetning av amin ikke fører til økte plager hos asfaltarbeidere. En kunne vente at slike tilsetninger kunne gi økte irritasjonssymptomer, men dette synes ikke å være tilfelle. Riktignok tilsettes amin først og fremst ved lave asfalttemperaturer, men betydningen av amintilsetningen og samvariasjon med temperatur synes å vise at disse to faktorer virker tildels uavhengig av hverandre. Amineksponeringen er ikke målt i den foreliggende undersøkelse på grunn av manglende metoder, slik at noen nærmere vurdering av eksponeringsnivå ikke kan gjøres.

Når det gjelder andre faktorer som kan påvirke symptomregistreringene, har været innenfor den variasjon som ble registrert å ha mindre betydning. Under undersøkelsen ble det imidlertid subjektivt registrert på målestedet at vær og temperaturforhold nok kunne ha betydning for resultatene. Dette kan imidlertid ikke dokumenteres ved den statistiske bearbeidelsen av det foreliggende materiale. Trafikkbelastningen som kan være en utbredt stressfaktor ved arbeid på veg, hadde ikke noen betydning for den økte symptomregistrering hos asfaltarbeidere.

Det er grunn til å trekke fram to eksempler fra den tekniske rapporten på asfalttyper som kanskje er spesielt uheldige ut fra en medisinsk vurdering. Den ene er støpeasfalten som er brukt i garasjelegger. Den brukes innendørs med høyt bitumeninnhold og høy massetemperatur. Dessuten ligger arbeidstakerne her på knærne 0,5 m over asfaltmassen. Disse forhold medfører sannsynligvis en spesielt stor innånding av asfalt-røyk og gasser ved dette arbeidet. Videre ble det ved legging av gjenbruksasfalt funnet relativt høye verdier av flyktige forbindelser. Medvirkende årsaker til dette kan være en spesielt løse-

middelholdig asfaltmasse. Det ble registrert sterk røyk-utvikling under dette arbeidet. Det ble notert en svært høy symptomsum på dette laget, faktisk høyere enn gjennomsnittet ved arbeid i tunnel og garasjeanlegg, og det til tross for at temperaturen bare var 140⁰C. Selv om materialet er noe tynt stiller vi derfor spørsmålstegn ved gjenbruk av asfalt i denne form.

Vi kan på grunnlag av denne undersøkelsen ikke si noe sikkert om hvorvidt den økte symptomfrekvens hos asfaltarbeidere gir grunn til å frykte helseskade på lang sikt, men vi kan ikke utelukke at det er tilfelle. Ettersom lungefunksjonen (peak expiratory flow) i den tidligere undersøkelsen i Hordaland viste seg å være redusert hos asfaltarbeidere, kan muligvis lungefibrose utvikles på lang sikt. Faren for organisk hjerneskade som følge av løsemiddeleksponering kan heller ikke utelukkes. Bare omfattende medisinske undersøkelser av personer som har vært eksponert i mange år, kan gi svaret på dette.

KONKLUSJON

Ut fra vår målsetting om å fremskaffe et grunnlag for tiltak for å forebygge helseskader hos asfaltarbeidere, kan vi gi noen få klare konklusjoner.

Vi har registrert en signifikant overhyppighet av en del plager hos asfaltarbeidere. Vi har videre vist en klar korrelasjon mellom disse plager og temperaturen på asfaltmassen samt konsentrasjonen av asfaltrøyk i luften. Vi har videre påvist at forholdene er spesielt ille i tunnel/garasjeanlegg og ved bruk av enkelte spesielle asfalttyper. Vi har ikke påvist noen sammenheng mellom symptomer og amintilsetning.

Ut fra dette vil vi anbefale følgende tiltak:

1. Asfaltmasse bør under utlegging ikke ha høyere temper-

atur enn 150^0 .

2. Konsentrasjonen av asfaltrøyk i innåndingsluften bør ikke overstige $0,4 \text{ mg/m}^3$.
3. Bruk av støpeasfalt og gjenbruksasfalt i den form vi her har undersøkt, bør unngås.
4. Spesielle tiltak bør iverksettes i tunnel/garasjeanlegg, såsom særlige ventilasjonskrav, friskluftmasker eller lignende. Eventuelt bør andre dekker med mindre miljølemper konsekvent brukes i tunnel/garasjeanlegg.
5. Amintilsetning frarådes ikke dersom man tar nødvendige forholdsregler.

LITTERATURLISTE

1. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard... Occupational exposure to asphalt fumes. Washington 1977.
2. Concave no. 7. The oil companies' international study group for conservation of clean air and water - Europe, Den Haag 1982.
3. International Agency for Research on Cancer (IARC). Evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Polycyclic aromatic compounds, part 4, bitumens, coal-tars and derived products, shale oil and soots. IARC monographs 35, 1984.
4. Hansen, ES og Berhrendt, FB. Dødelighed og kræftforekomst blandt danske støbeasfaltarbejdere 1959-1986. Rapport, Institut for Samfunnsmedisin, Odense Universitet og Hygiejnisk Institut, Århus Universitet 1988.

5. Poulsen, L og Schaich Fries, A. Kræftrisiko ved arbejde med asfaltprodukter. Arbejdstilsynet rapp.nr. 19, Arbejds miljøinstituttet, København 1986.
6. Asfaltarbejde - en arbejdsundersøkelse. Prosjekt-rapport fra Roskilde Universitetscenter. Roskilde Universitetsforlag, Roskilde 1977.
7. Darby, FW, Willis, AF, Winchester, RV. Occupational health hazards from road construction and sealing work. Ann. occup. Hyg., 30, 445-454, 1986.
8. Monarca, S, Pasquini, R, Scassellati Sforzolino, G, Savino, A, Bauleo, FA, Angeli, G. Environmental monitoring of mutagenic/carcinogenic hazards during road paving operations with bitumens. Int. Arch. Occup. Env. Health, 59, 393-402, 1987.
9. Jönsson, K. Aminer i varmblandade asfaltmassor. Rapport. Bygghälsan, Stockholm, 1986.
10. Andersson, A, Berg, P, Bergendahl, C. Arbetsmiljön vid återanvändning av asfalt. Rapport, Bygghälsan, Stockholm 1986.
11. Jacobsen, J, Egeland, T, Nilsen, H, Hagerup-Jenssen, T. Arbeidsmiljøkartlegging i asfaltbransjen. Rapport. Arbejdstilsynet, 6. distrikt. Kristiansand 1982.
12. Waage, J, Nilsen E. En undersøkelse over løsemiddel-eksponering under asfaltutlegging. Spesialoppgave Hordaland vegkontor. Bergen 1986.

YRKESHYGIENISK ANALYSERAPPORT

Statens arbeidsmiljøinstitutt

Kristin Halgard
Heidi Lindstrøm

INNHOOLD

| | side |
|-------------------------------------|------|
| 1. Innledning | 3 |
| 2. Hva er asfalt | 4 |
| 3. Prøvetaking | 5 |
| 3.1 Gassforurensninger | 5 |
| 3.2 Røykforurensninger | 6 |
| 3.3 Kombinert oppsamling | 6 |
| 3.4 Karbonmonoksyd/Nitrogendioksyd | 6 |
| 4. Analysemetoder | 7 |
| 4.1 Kullrør | 7 |
| 4.2 Filtre | 7 |
| 4.3 Tenaxrør | 8 |
| 5. Vurdering av metodene | 10 |
| 6. Prøvetaking og resultater | 11 |
| 6.1 Måleopplegg | 11 |
| 6.2 Beskrivelse av arbeidsoperasjon | 11 |
| 6.3 Beskrivelser og resultater | 12 |
| Tabeller | 39 |
| Litteraturliste | 54 |

1. INNLEDNING

Som en del av prosjektet "Eksponering for flyktige forbindelser ved legging av varm veiasfalt", har Statens arbeidsmiljøinstitutt (AI) foretatt målinger av arbeidsatmosfæren for totalt 14 asfaltlag.

Følgende asfaltfirmaer har deltatt i den teknisk-hygieniske undersøkelsen:

| FIRMA | ANTALL LAG | AVDELINGER |
|--------------------------|------------|------------------------------|
| A/S Spesialdekker | 1 | Kjeller |
| Fjeldhammer Brug A/S | 3 | Lillehammer, Forus, Tønsberg |
| Franzefoss Bruk A/S | 1 | Oslo |
| Korsbrekke og Lorck A/S | 1 | Jessheim |
| Nodest Vei A/S | 2 | Voss, Bergen |
| Statens vegvesen Oppland | 1 | |
| Oslo Veivesen | 1 | |
| Sig. Hesselberg A/S | 3 | Oslo, Vinstra, Ålesund |

Ved asfaltarbeide vil en ha forskjellige kilder til arbeidsmiljøproblemer:

- avdampninger fra selve asfaltmassen
- eksosforurensninger fra maskiner og passerende biler
- problemer med veistøv
- psykiske stressfaktorer
- støyproblemer

I dette prosjektet har vi valgt å konsentrere oss om de kjemiske forurensningene i luft. Det er målt konsentrasjoner av organiske komponenter i gass- og røykfase, samt avgasser (CO, NO₂) fra motorkjøretøyer. Målingene omfatter i alt 356 personlige og 13 stasjonære prøver som er analysert, og 111 personlige og 2 stasjonære prøver tatt ved direktevisende metoder.

2. HVA ER ASFALT

Varm asfalt består av 5-7% bitumen og resten steinmateriale. I tillegg kan asfalten være tilsatt andre stoffer som f.eks. alifatiske alkylaminer, for å øke hefteevnen til steinmaterialelet.

Bitumen er sammensatt av følgende:

- parafiner (høymolekylære alifater)
- naftener
- asfaltener
- aromater
- polare aromater

Bitumen er destillasjonsresten ved destillasjon av råolje. Destillasjonen foregår enten under vakuum eller ved en temperatur rundt 400°C . Det meste av det som fordampes fra asfalten under legging er flyktige oljeprodukter (hydrokarboner). Når molekylvekten av hydrokarbonene blir tilstrekkelig høy, vil avdampningene fortette og det dannes røyk. Dette skjer fra kjedelengder i området rundt $\text{C}_{14}-\text{C}_{15}$.

Det finnes forskjellige asfalttyper med varierende innhold av bitumen:

- Ab - Asfaltbetong, inneholder ca. 5.7 % bitumen
- Ag - Asfaltgrus, inneholder ca. 4.5% bitumen
- Agb - Asfaltgrusbetong, inneholder ca. 5.7 % bitumen
- Ap - Asfaltpukk, inneholder ca. 2.8 % bitumen
- Sta - Støpeasfalt, inneholder 7.0 - 15.0 % bitumen
- Top - Topeka, inneholder 6.5 - 10.0 % bitumen

Selve bitumen er igjen klassifisert i forskjellige hardhetsgrader fra B370 som det mykeste til B40 som det hardeste. B står for bitumen og tallet angir den midlere penetrasjonsgraden ved 25°C . Hvilken bitumentype som benyttes avhenger bl.a. av trafikkbelastningen på stedet. Forholdet er imidlertid slik at de mykeste bitumenproduktene inneholder mest flyktige forbindelser. Det medfører at en hard bitumen som legges ved høy temperatur, ikke nødvendigvis ryker mer enn en bløt bitumen lagt ved normal leggetemperatur.

Før asfaltlegging blir veibanen sprøytet med et klebemiddel, en emulsjon av bitumen og vann vanligvis i blandingsforholdet 50/50. Det finnes i tillegg noen andre klebemidler som inneholder løsemidler (40 - 50 % white spirit).

3. PRØVETAKING

Problemstillingen i dette prosjektet er kartlegging av organiske forbindelser i luft, hovedsakelig avdampninger fra bitumen. Det hadde også vært ønskelig å se på aminforekomsten i luft, men her hadde ikke AI egnede metoder tilgjengelig. En forespørsel blant andre laboratorier var også negativ.

Ved kartlegging av luftforurensningene i denne atmosfæren får en et prøvetakingsproblem fordi egnede prøvetakingsmetoder er gode enten til røyk eller til gass. I tillegg kreves det en egen metode for kartlegging av CO og NO₂. Da dette kun er en tilleggsobservasjon ved prosjektet, er disse forbindelsene kartlagt ved hjelp av en grov metode.

3.1 GASSFORURENSNINGER

Kullrør:

De organiske forurensningene i gassfase samles opp ved hjelp av kullrørsmetoden. Det vil si at luft suges gjennom et glassrør fylt med aktivt kull. Kullrøret er delt i to deler, hoveddel og kontrolldel, med henholdsvis 100 og 50 mg aktivt kull. Når luft suges gjennom røret vil organiske forurensninger adsorberes (binde seg) til kullet. Normal oppsamlingshastighet er ca 50 ml luft/min.

Hensikten med å ha todelt rør er å kontrollere eventuell overbelastning. Dersom oppsamlet mengde i kontrolldelen er under 10% av mengden på hoveddelen, kan en slå fast at ingen forurensninger har gått tapt pga. overbelastning.

Kullrørene fanger ikke opp aerosoler i noen særlig grad. Disse følger luftstrømmen gjennom røret uten å adsorberes til kullet.

Tenaxrør:

Som et tillegg er det tatt noen få prøver ved oppsamling på et syntetisk adsorpsjonsmiddel, Tenax TA. Dette adsorpsjonsmidlet er en porøs polymer (basert på 2,6-difenyl-p-fenylene oksyd) spesielt beregnet på varmedesorpsjon. De innsamlede prøvene på Tenax er tatt stasjonært som et supplement for å angi en spesifikk sammensetning av asfaltdampen (se tabell 6.3.15). Prøvene er samlet inn ved å suge luft gjennom et glassrør med 100 mg Tenax(20/35 mesh) i en hastighet av 50 ml/min i 15-30 minutter.

3.2 RØYKFORURENSNINGER

Disse forurensningene samles opp på et glassfiberfilter med porestørrelse $0.8 \mu\text{m}$ (Litt 1,3,4). Filteret plasseres i en filterholder av plast (Millipore) med diameter 37 mm. For å få en jevn luftstrømning over hele filteret støttes dette opp med en pappskive. Luft suges gjennom enheten med en hastighet av 1.5 - 2.0 l/min. og forbindelser i partikkelfase vil samles opp.

3.3 KOMBINERT OPPSAMLING

For å få samlet opp forurensningene både i gass- og røykfase har en i dette prosjektet forsøkt med en kombinert metode. Det vil si at et filter plasseres foran kullrøret (se fig. 3.1).

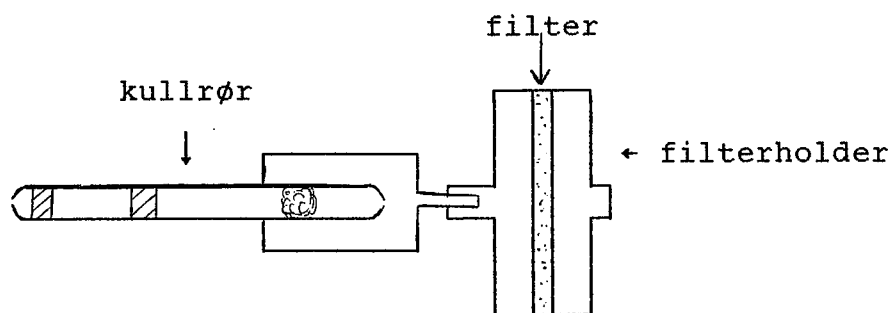


Fig. 3.1 : Tverrsnittsskisse av oppsamlingsenhet.

Overgangen mellom de to enhetene er en teflonstuss med en o-ring innvendig for å gjøre overgang kullrør/stuss tett.

Under innsamling av prøvene er det benyttet kullrør (226-01) fra SKC INC. og glassfiberfilter GF/A fra Whatman. Luften ble sugd gjennom prøvetakingsenheten med en batteridrevet pumpe (Casella) i en hastighet fra 1.5 til 2.0 l/min.

3.4 KARBONMONOKSYD/NITROGENDIOKSYD

For å måle konsentrasjonen av avgasser fra maskiner og passerende biler ble det benyttet direktevisende diffusjonsrør fra Dräger (6733191 og 8101111). Dette er glassrør fylt med et porøst materiale belagt med en reagens som gir fargeendring ved reaksjon med de aktuelle forbindelser. Rørene er basert på diffusjonsprinsippet og er utstyrt med en grov skala der ppm * time leses av.

4 ANALYSEMETODER

Det benyttes forskjellige analysemetoder for de tre oppsamlingsmediene. Felles for dem er at de benytter seg av separasjon ved gasskromatografi.

4.1 KULLRØR

Hoveddel og kontrolldel fra rørene tas over i 2 separate glass og de adsorberte organiske forbindelser "trekkes ut" ved utrustning med 1.5 ml Karbondisulfid. 1 µl av løsningen injiseres på gasskromatograf som er utstyrt med 2 pakke stål-kolonner (1/8") under følgende betingelser:

| | |
|--------------------|--|
| Gasskromatograf: | Hewlett Packard 5880 |
| Bæregass: | Nitrogen |
| Bæregasshastighet: | 30-40 ml/min. |
| Temperatur: | 90 °C |
| Tid: | 45 min. |
| Detektor: | Flammeionisasjon (FID) |
| Forkolonne: | 0.5 m med 10% TCEP på Chromsorb P AW (80/100 mesh) |
| Kolonne 1: | 1.5 m med 10% TCEP på Chromsorb P AW (80/100 mesh) |
| Kolonne 2: | 1.5 m med 10% DNP på Chromsorb W HP (80/100 mesh) |

Mengden av flyktige forbindelser bestemmes mot en standard av kjente mengder løst i Karbondisulfid, tilsatt kull fra et uekspontert rør. Identifikasjon av komponentene skjer ved sammenlikning med kjente forbindelser.

Deteksjonsgrensen bestemmes ut fra minste mengde som er detekterbart på GC, $4 \cdot 10^{-6}$ mg, noe som tilsvarer $6 \cdot 10^{-3}$ mg i en prøve. For kullrørsprøvene svarer dette til 0.03 mg/m^3 (0.006 ppm) ved et luftvolum på 200 l. Deteksjonsgrensene er ellers noe forskjellige for forskjellige komponenter.

4.2 FILTRE

Filtrene kondisjoneres i 1 døgn i eksikator og veies. Den samme prosedyren er foretatt før prøvetaking og differansen vil gi mengde totale partikkelforurensninger (Litt. 1,4). I våre forsøk ga ikke disse veiingene resultater, fordi filteret mistet fibre under veiingprosedyren slik at vekten var lavere etter prøvetaking.

Etter veiing ble filtrene rystet med 3 ml Karbondisulfid for å trekke ut de organiske forbindelsene. Prøvene ble analysert på gasskromatograf med pakket glasskolonne ved å injisere 1 µl.

Betingelser:

Gasskromatograf: Carlo Erba 2150
 Bæregass: Nitrogen
 Bæregasshastighet: 50-60 ml/min.
 Temperatur: 230 °C
 Tid: 30 min.
 Detektor: Flammeionisasjon (FID)
 Kolonne: 2 m med 3% SE 30 på Supelcoport (80/100 mesh)

Ved analyse av filtrene får en ikke fullstendig separasjon av komponentene. Dette skyldes at en har en komplisert blanding av forgrenede hydrokarboner med forholdsvis like kokepunkt. I dette tilfellet bestemmes mengden mot en kjent mengde C₂₀. Grunnen til at mengden kan beregnes med utgangspunkt i en standard av en enkelt komponent, er at responsen for hydrokarboner er forholdsvis lik på FID. Da vi ikke har en fullstendig separasjon, beregnes mengde asfaltrøyk som summen av alle hydrokarbonene.

I tillegg er metoden kontrollert mot analyse på infrarødt spektrofotometer (IR) med en brukbar overensstemmelse når det gjelder mengde asfaltrøyk/gass. IR-analysen er gjort ved å benytte bølglengdeområdet fra 4000 til 2900 nm, som er det typiske området for hydrokarboner. Det er også her benyttet C₂₀ som standard. Ved bruk av IR får en imidlertid ingen kvalitativ bestemmelse av arbeidsatmosfæren.

Deteksjonsgrensen bestemmes ut fra minste mengde som er detekterbart på GC, 1·10⁻⁵ mg, noe som tilsvarer 3·10⁻² mg i en prøve. Får å få et representativt mål opererer en med mengden i forhold til oppsamlet luftvolum. For filterprøvene er deteksjonsgrensen 0.15 mg/m³ ved et luftvolum på 200 l.

4.3 TENAX-RØR

Tenax-rørene analyseres på et kombinert gasskromatograf/massepektrometer der en kan få identifikasjon av de oppsamlede komponenter. Prøvene varmedesorberes og overføres til superkald kjølefelle. Ved rask oppvarming av kjølefellessen blir prøven overført til gasskromatografen, separert og identifisert med massepektrometer. Siden det benyttes termisk desorpsjon av prøvene unngår en fortykning med løsningsmiddel. På denne måten får vi en metode som kan detektere nivåer i µg/m³.

Betingelser for analysen:

Gasskromatograf/
 Massespektrometer: Hewlett Packard 5995
 Bæregass: Helium 0.9 bar
 Bæregasshastighet: 1 ml/min
 Temperaturprogramering: 30 °C i 10 min. 6 °C/min til 270 °C.
 Kolonne: SE 54, 25m · 0.33mm ID, df=0.2µm
 Desorpsjon: 240 °C i 10 min. Flushing 10 ml/min.
 Kjølefelle: Coating: Cp-Sil 5 CB, 0.4m·0.32 mm ID df=1.2µm. Temperatur = - 110 °C.
 Injeksjon: Kjølefelle 220 °C i 3 min., flushing 1 ml/min. Injektorblokk 220 °C

På disse prøvene er det ikke gjort noen form for kvantifisering, de er kun benyttet til en identifisering av komponenter.

5 VURDERING AV METODENE

Den kombinerte metoden fungerer tilfredstillende til tross for høyere lufthastighet ved oppsamlingen på kullrøret enn normalt. Dette kan slås fast da en ikke finner noe stoff i kontroll-delene. Ut fra dette kan en si at det ikke er noe tap fra kullrøret, fordi en da ville hatt en jevn fordeling av komponenter i de to delene av røret. De høye luftvolumene er også årsaken til at deteksjonsgrensen blir mye lavere enn det en vanligvis opererer med ved f.eks. løsemiddelanalyser.

Når det gjelder oppsamling av røyk på filter hevdes det at en vil ha en viss avdampning fra filteret i løpet av prøvetakings-tiden (Litt. 1,2). I vårt tilfelle vil ikke dette føre til noen feil i det vi har et kullrør bak som vil samle opp disse eventuelle avdampningene. Det bør imidlertid tas noe hensyn til dette da en har to helt forskjellige normer å forholde seg til. Noe av alifatkonsentrasjonen i gassfasen stammer muligens fra røyken og bør derfor tillegges røykverdiene der normen er mye lavere.

6 PRØVETAKING OG RESULTATER

6.1 MÅLEOPPLEGG

Det ble i utgangspunktet bestemt å foreta målinger på totalt 15 asfaltlag. Alle lagene skulle følges i en arbeidsuke for å få en god kartlegging av arbeidssituasjonen.

Målestedene skulle oppfylle følgende krav:

- 5 lag på sterkt trafikkert vei (ref. nr. 1,6,9,10,12)
- 5 lag på lite trafikkert vei (ref. nr. 3,4,5,7,11)
- 5 lag i tunnel/garasjeanlegg (ref. nr. 2,8,13,14)

Alle arbeidstakerne på et asfaltlag ble utstyrt med personlig prøvetakingsenhet (jmf. kap.3.3, s.6). Selve oppsamlingseenheten ble festet ved arbeiderens innåndingssone for å få et mål for hva hver enkelt er utsatt for.

I noen tilfeller ble prøvetakingsutstyret hengt opp i nærheten av arbeideren for å unngå at dette hindret arbeidet. (Se kommentarer knyttet til resultatene).

På grunn av organisatoriske problemer ble det desverre bare mulig å følge 4 lag i tunnel/garasjeanlegg.

6.2 BESKRIVELSE AV ARBEIDSOPERASJON

Ved legging av varm asfalt tippes asfaltmassen fra lastebiler over i en skuff på utleggermaskinen. Asfaltmassen transporteres deretter på et beltebånd gjennom utleggermaskinen og legges i en bestemt tykkelse og bredde bak maskinen. Ca. 20 m bak utleggermaskinen er det en eller to valser som tromler over den nylagte asfalten. Valsen har som regel et lukket styrehus (ca. 2m over bakkenivå).

Dersom det asfalteres på gammel asfalt sprøytes denne med en blanding av bitumen og vann (emulsjon) først. Dette gjøres fra en delvis overbygget traktor med en sprededyse bak.

Alle asfaltlag brukte diesel til vask av utstyr. Diesel ble benyttet både til vask av skyfler og spader under arbeidet og til vask av maskiner på slutten av dagen. Eksponeringen under vask på slutten av dagen var noe større enn ellers, og det ble derfor tatt noen få prøver for å se på denne arbeidsoperasjonen.

Nedenfor gis en kort beskrivelse av forskjellige arbeidsoppgaver. Mer spesifikk beskrivelse av hvert enkelt lag følger sammen med de respektive analyseresultater.

Bas: Er sjefen på laget og har overoppsynet. Går mye rundt utleggermaskin og kontrollerer tykkelse, bredde osv.

Utleggerfører: Kjører maskinen som fordeler asfalten.

Valsefører: Tromler over asfalten ca. 20 m etter utleggermaskin.

Sprøyter: Kjører traktor foran utlegger og sprøyter
asfalten med klebemiddel.
Skyflere: Gjør diverse oppgaver som f.eks. å justere
kantene. Oppholder seg mye rett bak utlegger.

6.3 BESKRIVELSER OG RESULTATER

I dette kapitlet følger en beskrivelse av hvert enkelt lag og en vurdering av resultatene. Tabeller over resultater, samt en kommentar til prøvetakingsforhold følger på slutten av rapporten. Under hver lagbeskrivelse er det angitt et referansenummer for de forskjellige personer. Dette nummeret finnes igjen i resultattabellen.

Tabellene angir konsentrasjon av gasskomponenter i ppm og asfalt-røyk i mg/m^3 . ND for asfaltrøyk indikerer ikke-detekterte verdier.

I tillegg angis i tabell 6.3.15 den kvalitative sammensetning av én prøve av asfaltdamp analysert på gasskromatograf/masse-spektrometer. Ut fra de analyser vi har foretatt, virker prøvene i hovedsak like. Analysene viser at lufta inneholder flyktige aromater som en følge av dieselbruk samt et bredt sammensatt spekter av hydrokarboner. Prøvene er ikke studert i detalj pga. det store antallet isomere hydrokarboner som er vanskelig å separere. Det bør imidlertid påpekes at flere av komponentene som er detektert, finnes i svært små mengder.

De administrative normer som er angitt i tabellene, er normer som var gjeldende mars 1989.

REFERANSE NR. 1 : KORSBREKKE OG LORCK A/S

Målingene ble tatt over 5 dager ved legging av asfalt på E6 ved Jessheim, Akershus. Asfalteringen foregikk i et felt av en fire-felts motorvei med trafikken ledet over i det andre feltet. Trafikken var stor (ca. 500 biler pr. time) og hastigheten høy. Veien som ble asfaltert lå åpent til i et slettelandskap, noe som førte til et vinddrag hele tiden.

Laget bestod av 6 personer:

| | |
|--------------------|----------|
| Bas | 1-1 |
| 2 Skyffelarbeidere | 1-2, 1-4 |
| Utleggerfører | 1-3 |
| Valsefører | 1-5 |
| Sprøytevognsfører | 1-6 |

Det var stort sett skyffelarbeidere og bas som oppholdt seg rundt utleggermaskin. 1-6 var for det meste opptatt med andre oppgaver. Bas gikk litt til og fra. Alle dagene forløp med lite problemer og jevn legging.

Bruken av diesel til vask var forholdsvis moderat.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 1905 | | | X | 8 | X | | | | X |
| 2005 | | | X | 12 | X | | | X | |
| 2105 | | | X | 11 | X | | | X | |
| 2205 | X | | | 22 | X | | | X | |
| 2505 | | X | | 25 | X | | | X | |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 1905 | Norol | 160 | | X | Ab11T | B60 | BE 50 R | | 59 | 6200 |
| 2005 | Shell | 170 | | X | " | " | " | | 43 | 8748 |
| 2105 | " | 185 | | X | " | " | " | | 59 | 8656 |
| 2205 | " | 170 | | X | " | " | " | | 66 | 3948 |
| 2505 | " | 170 | | X | " | " | " | | 52 | 7100 |

Masseinnhold av bitumen i denne asfaltparten er på 5.9%.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.1.

Vurdering av resultater:

Som tabellen viser er det svært lave konsentrasjoner av flyktige komponenter. Det er heller ingen store forskjeller fra dag til dag. De små forskjellene som er, skyldes trolig ulik bruk av diesel. Værforholdene vil sannsynligvis også ha litt å si.

Det oppstod noen problemer med pumper slik at ikke alle prøvene er tatt over hele dager. Men den lave variasjonen tyder på at eksponeringen er lik over hele dagen. Det viser blant annet prøve 229R som er en prøve tatt over halv dag sammenliknet med prøve 195R som går over et helt arbeidsskift.

Asfaltmassen hadde høyere temperatur 2105, men dette ser ikke ut til å ha hatt store konsekvenser, noe som trolig skyldes svært mye vind disse dagene.

REFERANSE NR. 2 : NODEST VEI A/S

Målingene ble tatt over 4 dager ved legging av asfalt i Fjærlandstunnelen i Sogn og Fjordane. Fjærlandstunnelen er 6.5 km lang og uten ventilasjon. Det var svært lite trafikk i tunnelen (ca. 50 biler pr. dag). Da målingene startet holdt laget på omtrent midt inne i tunnelen.

Laget bestod av 5 personer:

| | |
|-------------------|-----|
| Bas | 2-1 |
| Skyffelarbeider | 2-2 |
| Utleggerfører | 2-3 |
| Valsefører | 2-5 |
| Sprøytevognsfører | 2-6 |

2-2 oppholdt seg mye foran utleggermaskin for å dirigere lastebilene. 2-6 fungerte til tider som skyfler, dvs. gikk bak utlegger og jevnet kanter. Ellers var han mye ute av tunnelen for å fylle emulsjon osv. Bas var i nærheten av utlegger hele tiden.

Eksos og asfaltrøyk la seg i tunnelen på formiddagen, men trekken ble bedre utpå dagen. Det var til tider svært grått i tunnelen. Asfaltmassen ble hentet fra båt slik at temperaturen på massen var noe lavere enn normalt. Det ble svært lange dager i tunnelen fordi en måtte legge til båtlasten var tom. Eneste pause i friluft var lunsj. Lastebilene som fraktet asfalten stod ofte med motoren i gang mens de ventet på å tømme, noe som gjorde at det ble ekstra røykfylt.

Det ble ikke benyttet diesel til vask av utstyr under arbeidets gang, bare til vask etter endt arbeidsdag.

Asfaltdata:

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 0106 | Norol | 140 | | X | Agb16 | B180 | BE 50 R | | 90 | 4224 |
| 0206 | " | " | | X | " | " | " | | " | 7763 |
| 0306 | " | " | | X | " | " | " | | " | 7580 |
| 0406 | " | " | | X | " | " | " | | " | 7020 |
| 0506 | | | | | | | | | | |

Masseinnhold av bitumen i denne asfaltmassen er 5.7%.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.2.

Vurdering av resultater:

Den 0206 ser en at normen for NO_2 tangeres, og dette er ikke akseptabelt. Det var også merkbart på forholdene inne i tunnelen. Resultatene viser høye verdier av CO og NO_2 de 3 første dagene. Konsentrasjonen av asfaltrøyk er forholdsvis jevn, med en liten tendens til at 2-1 og 2-3 utsettes for mest røyk. Verdiene er ikke så høye som en kunne forvente i tunnel, men det skyldes trolig den lave temperaturen på asfaltmassen. Konsentrasjonen av flyktige komponenter er lav.

Det oppstod noen analysetekniske problemer under denne serien, noe som fører til at usikkerheten er større enn ellers.

REFERANSE NR. 3 : FRANZEF OSS BRUK A/S

Målingene ble tatt over 5 dager ved legging av asfalt på diverse lite trafikkerte veier i Oslo-området. De tre første dagene ble det lagt asfalt på en ny trasé parallelt med E18 inn mot Oslo. Det kunne derfor oppstå problemer med eksos fra passerende biler, men en unngikk stressituasjoner fordi bilene ikke passerte helt inntil arbeiderne.

Laget bestod av 7 personer:

| | |
|--------------------|--------------------|
| Bas | 3-1 |
| 4 Skyffelarbeidere | 3-2, 3-4, 3-7, 3-8 |
| Utleggerfører | 3-3 |
| Valsefører | 3-5 |

Laget syntes ikke å ha faste plasser rundt utleggermaskin, og de fleste oppholdt seg i nærheten av denne. 3-7 sluttet etter 3 dager.

Det var mye regn og grått vær, derfor ujevn legging og mye pauser. Det var også endel håndlegging dvs. skuffing av asfalt fra lastebil. Emulsjon var sprøytet ut uken før slik at ingen hadde dette arbeidet den aktuelle uken.

Det ble brukt mye diesel til vask under arbeidet.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 1506 | | X | | 12 | | | X | | X |
| 1606 | | X | | 12 | | X | | | X |
| 1706 | | X | | 12 | | | X | | X |
| 1806 | X | | | 14 | | | X | | X |
| 1906 | X | | | 12 | | X | | | X |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 1506 | Norol | 140 | | X | Ap | B85 | | | 157 | 960 |
| 1606 | " | 140 | | X | Ap | " | | | 139 | 2923 |
| 1706 | " | 165 | | X | Ag16T | " | | | 104 | 994 |
| 1806 | " | 170 | | X | Ag16T | " | | | 100 | 400 |
| 1906 | " | 170 | | X | Ab8T | " | | | 75 | 900 |
| | | | | | Ag16T | " | | | 100 | 1400 |

Masseinnhold av bitumen i de asfalttyper som her er lagt er som følger:

Ap-masse : 2.8 %
 Ag-masse : 4.5 %
 Ab-masse : 5.7 %

1706 er det i tillegg lagt 50 tonn Ap-masse.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.3.

Vurdering av resultatene:

Det er forholdsvis høye verdier av CO og NO₂ på de tre første dagene. Dette stemmer med beliggenheten av veien da det 2. dag ble lagt i større avstand fra innfartsveien.

1606 er det mer asfaltrøyk enn ellers, noe som skyldes mer effektiv legging denne dagen. I tillegg var det oppholdsvær.

Verdiene til 3-3 synes unormalt høye i forhold til resten av laget. Feil under prøvetakingen kan ikke påpekes, men avviket er så stort at det sannsynligvis må foreligge en feil.

REFERANSE NR. 4 : OSLO VEIVESEN

Målingene ble tatt over 3 dager ved legging av asfalt på diverse lite trafikkerte veier i Oslo-området.

Laget bestod av 7 personer:

| | |
|--------------------|---------------|
| Bas | 4-1 |
| 3 Skyffelarbeidere | 4-2, 4-4, 4-7 |
| Utleggerfører | 4-3 |
| Valsefører | 4-5 |
| Sprøytevognsfører | 4-6 |

Det var stort sett 5 mann rundt utleggeren fordi 4-6 hjalp til rundt utlegger når han ikke sprøytet. 4-6 stod litt foran utlegger og dirigerte lastebilene. Det var forholdsvis jevn legging de dagene det ble lagt.

Det var svært lite legging denne uka på grunn av dårlig vær. Asfaltering mandag og onsdag ble avlyst da det regnet for mye.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 1506 | | | | | | | | | |
| 1606 | | X | | 12 | | X | | | X |
| 1706 | | | | | | | | | |
| 1806 | X | | | 14 | | X | | | X |
| 1906 | X | | | 14 | | X | | | X |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 1506 | | | | | | | | | | |
| 1606 | Esso/Norol | 170 | | X | Ab16T | B60 | Bitumenlsg. | | 118 | 2119 |
| 1706 | | | | | | | | | | |
| 1806 | " | " | | X | Ab16T | " | " | | 118 | 890 |
| | " | " | | X | Ab11T | " | " | | " | 1000 |
| 1906 | " | " | | X | Ab11T | " | " | | " | 1322 |

Oslo Veivesen benytter egenprodusert bitumenløsning med xylen i blandingsforholdet 50/50. Denne tilsetningen av xylen fører til en skarpere lukt enn ellers ved legging av asfalt.

Bitumen B60 er en blanding av B40 og B180 i forholdet 2:1.

Masseprosent bitumen i Ab-massen er på 5.7%

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.4.

Vurdering av resultater:

En ser at 4-6 har høyere konsentrasjon av m&p-xylene enn hva som er vanlig på andre lag. Dette skyldes trolig tilsatsen av xylener i bitumenløsningen. Konsentrasjoner er allikevel så lave at det ikke skulle ha noen betydning.

4-2 har høy konsentrasjon av asfaltrøyk 1606 noe som kan skyldes at han oppholdt seg svært mye i nærheten av utleggermaskin. At han har høyere konsentrasjon enn 4-3 skyldes at han oppholder seg i en annen høyde (nærmere den nylagte asfalten).

4-3 har en forholdsvis høy konsentrasjon av asfaltrøyk den 1906. Dette skyldes trolig mindre vind slik at røyken når opp til ham.

Laget som helhet har imidlertid en høyere konsentrasjon av asfaltrøyk enn forventet utfra mengde masse som er lagt.

REFERANSE NR. 5 : HESSELBERG

Målingene ble tatt over 5 dager ved legging av asfalt på diverse lite trafikkerte veier i Oslo/Asker området.

Laget bestod av 5 personer:

| | |
|--------------------|----------|
| Bas | 5-1 |
| 2 Skyffelarbeidere | 5-2, 5-4 |
| Utleggerfører | 5-3 |
| Valsefører | 5-5 |

Laget var plaget av mye fravær den aktuelle uka. Arbeidsoperasjonene ble derfor byttet litt på. Ellers gikk de fleste litt rundt utleggermaskin.

Laget benyttet sprededyse for vask av utstyr i løpet av arbeidsdagen.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 2206 | X | | | 12 | | | X | | X |
| 2306 | X | | | 12 | X | | | | X |
| 2406 | X | | | 20 | X | | | X | |
| 2506 | X | | | 14 | | | X | | X |
| 2606 | X | | | 13 | X | | | | X |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 2206 | Shell | 165 | | X | Ab11T | B85 | BE 50 R | | 100 | 2200 |
| 2306 | " | " | | X | " | " | " | | " | 1400 |
| 2406 | Norol | " | | X | " | " | " | | " | 1350 |
| 2506 | " | " | | X | " | " | " | | " | 850 |
| 2606 | " | " | | X | Agb11 Agb11 | " | " | | " | ? |

Masseprosent bitumen i Agb og Ab-masse er på 5.7%.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.5.

Vurdering av resultatene:

Ved denne målingen er det jevnt over lave konsentrasjoner. Det kan synes som om utlegger er noe mer utsatt enn de andre på laget.

2206 var det mest effektiv legging noe som gjenspeiler seg i måleresultatene.

REFERANSE NR. 6 : FJELDHAMMER BRUG A/S

Målingene ble tatt over 5 dager ved legging av asfalt på E6 nord for Lillehammer. Det ble lagt asfalt i ett felt på en tofelts vei. Trafikken ble dirigert over i motsatt kjørebane noe som førte til et jevnt sig av passerende biler. Antall biler pr. time var ca. 250, og hastigheten var lav.

Laget bestod av 6 personer:

| | |
|-------------------|----------|
| Bas | 6-1 |
| Skyffelarbeider | 6-2 |
| Utleggerfører | 6-3 |
| 2 Valseførere | 6-5, 6-9 |
| Sprøytevognsfører | 6-6 |

6-1 og 6-3 oppholdt seg på utleggermaskin hele tiden. De tok også matpauser her mens leggingen pågikk. De fire andre byttet på med å ha matpause slik at arbeidet gikk kontinuerlig. 6-2 oppholdt seg forholdsvis lite i nærheten av utlegger, brukte mye tid til å flytte bil osv. 6-6 var også lite i nærheten av utlegger. 6-6 benyttet maske ved påfylling av emulsjon på traktor. Leggingen gikk svært jevnt, nesten ingen pauser på grunn av venting på masse.

Laget brukte en del diesel til vask.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 2206 | | X | | 9 | | | X | | X |
| 2306 | | X | | 11 | X | | | | X |
| 2406 | | X | | 15 | X | | | X | |
| 2506 | | X | | 9 | | | X | | X |
| 2606 | | X | | 15 | X | | | X | |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 2206 | Norol | 150 | | X | Ap22 | B85 | BE 50 R | | 110 | 4773 |
| 2306 | " | " | | X | " | " | " | | 80 | 7938 |
| 2406 | " | " | | X | Ab11 | " | " | | 80 | 9075 |
| 2506 | " | " | | X | Ap22 | " | " | | 110 | 3090 |
| 2606 | " | " | | X | " | " | " | | 110 | 3709 |

Masseinnhold bitumen var som følger: Ap-masse: 2.8 %
Ab-masse: 5.7 %

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.6.

Vurdering av resultatene:

Bas og utlegger viser de høyeste verdiene, noe som stemmer med observasjoner på arbeidsplassen. Disse to ligger forholdsvis likt i konsentrasjon, og det er vanskelig å forklare hvorfor det er høyest på tirsdag 2306. Konsentrasjonene denne dagen er forholdsvis høye tatt i betraktning at bitumeninnholdet i massen er halvparten av det en har i Ab-masse.

De andre personene på laget holdt seg for mye unna utleggermaskin til at de er særlig utsatt.

2506 var det trolig eksoslekkasje i vals til 6-9 noe som fører til litt høyere verdier. Uforbrente hydrokarboner fra eksosen vil gi utslag i analysene som asfaltrøyk.

REFERANSE NR. 7 : OSLO VEIVESEN

Målingene ble tatt over 5 dager ved legging av asfalt på diverse lite trafikkerte veier i Oslo-området.

Laget bestod av 7 personer:

| | |
|--------------------|---------------|
| Bas | 7-1 |
| 3 Skyffelarbeidere | 7-2, 7-4, 7-7 |
| Utleggerfører | 7-3 |
| Valsefører | 7-5 |
| Sprøytevognsfører | 7-6 |

Som tidligere lag fra Oslo Veivesen var det også på dette laget 5 mann rundt utlegger. 7-4 dirigerte lastebilen, mens 7-6 jobbet som skyfler mesteparten av tiden.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 2906 | | X | | 22 | X | | | X | |
| 3006 | | X | | 18 | | X | | | X |
| 0107 | | X | | 20 | | X | | X | |
| 0207 | X | | | 25 | X | | | X | |
| 0307 | X | | | 25 | X | | | X | |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 3006 | Esso/Norol | 170 | | X | Ab16T | B60 | Bitumenlsg. | | 102 | 2431 |
| 3106 | " | " | | X | " | " | " | | " | 1882 |
| 0107 | " | " | | X | Ab11T | " | " | | 111 | 631 |
| | " | " | | X | Ab16T | " | " | | " | 495 |
| 0207 | " | " | | X | Ab11T | " | " | | 100 | 660 |
| | " | " | | X | Ab8A | B180 | " | | " | 220 |
| 0307 | " | " | | X | Ab16T | B60 | " | | " | 300 |

Masseinnhold av bitumen er på 5.7%, og bitumenløsningen er som for referanselag nr. 4.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.7.

Vurdering av resultater:

Høy verdi av asfaltrøyk den 3006 skyldes trolig også røyk på grunn av feil med hydraulisk skyvestang. Fra denne vil en få oljerøyk, noe som vil slå ut på asfaltrøykmålingene.

Ellers er det stort sett utlegger som er utsatt. Resultatene er litt høyere enn forventet sett ut fra mengde utlagt masse.

Sprøyter har høyere verdier på xylener hver dag untatt 0107 da det ikke ble sprøytet bitumenløsning.

REFERANSE NR. 8: A/S SPESIALDEKKER

Det ble målt på legging av støpeasfalt i 4 dager under legging i et garasjeanlegg i Oslo.

Laget bestod av 5 personer:

| | |
|------------|---------------|
| Bas | 8-1 |
| 3 trillere | 8-2, 8-4, 8-5 |
| Stryker | 8-3 |

Denne asfalten legges under en vesentlig høyere temperatur slik at den er flytende. Asfalten trilles inn i vogner som tar ca. 50 kg, og deretter stokes asfalten ut samtidig som vognen skyves framover. Det ligger to arbeidere på knærne (8-1, 8-3) og stryker massen utover (jmf. støping av gulv).

Før legging av støpeasfalten ble det rettet opp på garasjegalvet med noe Ab8-masse. Denne ble spadd utover fra lastebil og strøket utover av 8-3.

Været utenfor var pent og vindstille slik at luftutskiftningen i garasjen ble dårlig.

Det ble benyttet forholdsvis lite diesel til vask under arbeidet.

Asfaltdata:

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 2707 | Norol | 160 | | X | Ab 8 | | | | 20 | 400 |
| | | 220 | | X | Sta8 | B40 | | | 65 | 123 |
| 2807 | " | " | | X | " | " | | | " | 246 |
| 2907 | " | " | | X | " | " | | | " | 246 |
| 3007 | " | " | | X | " | " | | | " | 154 |
| 3107 | | | | | | | | | | |

Masseinnhold av bitumen i Sta-massen er på 7.8%.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.8.

Vurdering av resultater:

Arbeiderne ved denne leggingen er gjennomgående mer utsatt for asfaltrøyk enn ved andre asfalteringsoppgaver. Dette kan skyldes såvel den høye temperaturen som det faktum at denne massen inneholder en større andel bitumen. Dessuten er arbeids-situasjonen en annen slik at arbeiderne her oppholder seg mer i nærheten av asfaltmassen.

Grunnen til at temperaturen ikke skulle spille så stor rolle, er at den bitumen som benyttes er mye hardere slik at en får samme avryking ved en høy temperatur, som en har fra en mykere bitumen ved lavere temperatur.

Stort sett er det bas og stryker som er mest utsatt da disse ligger på knærne med hodet 0.5 m over asfaltmassen.

3107 er det ganske høye verdier noe som kan skyldes at det denne dagen ble varmet endel på skjøter for å få disse jevne. Dette ble gjort ved å varme opp dekket med en propanbrenner og deretter stryke over skjøten.

REFERANSE NR. 9: SIG. HESSELBERG A/S

Det ble målt på legging av asfalt på E6 ved Espa (sør for Hamar) i totalt 4 dager. Det ble lagt asfalt i ett felt på en tofelts vei, mens trafikken ble dirigert over i det andre feltet. Trafikken var forholdsvis stor med ca. 400 biler pr. time, og hastigheten var lav (køkjøring).

Laget bestod av 6 personer:

| | |
|-------------------|----------|
| Bas | 9-1 |
| Skyffelarbeider | 9-2 |
| Utleggerfører | 9-3 |
| 2 Valseførere | 9-5, 9-9 |
| Sprøytevognsfører | 9-6 |

9-6 fungerte som skyfler når han ikke sprøytet. 9-2 og 9-6 oppholdt seg for det meste rundt utleggermaskinen. Bas gikk litt mer til og fra.

Bruken av diesel til vask under arbeidet var moderat.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 0308 | | X | | 14 | X | | | X | |
| 0408 | | X | | 14 | | X | | X | |
| 0508 | X | | | 14 | | X | | X | |
| 0608 | X | | | 12 | | | X | | X |
| 0708 | | | | | | | | | |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 0308 | Shell | 170 | | X | Ab16T | B85 | BE 50 R | | 100 | 5970 |
| 0408 | " | " | | X | " | " | " | | " | 7440 |
| 0508 | " | " | | X | " | " | " | | " | 7220 |
| 0608 | " | " | | X | " | " | " | | " | 3160 |
| 0708 | | | | | | | | | | |

Masseinnhold av bitumen i asfaltmassen er på 5.7%

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.9.

Vurdering av resultater:

Asfaltrøykverdien for 9-9 den 0308 er sannsynligvis påvirket av eksoslekkasje. Eksos inneholder endel uforbrendte hydrokarboner som vil gi samme utslag som asfaltrøyk i den aktuelle analysemetoden.

Ellers er det stort sett utleggerfører som er utsatt for asfaltrøyken.

Måling av vaskeoperasjonen ved arbeidets slutt gir en betydelig høyere eksponering for flyktige forbindelser. Konsentrasjonene er allikevel såpass lave at det ikke burde representere noe helsefare.

REFERANSE NR. 10: FJELDHAMMER BRUG A/S

Målingene ble tatt ved legging av asfalt på diverse veier i Sandnes-området.

Laget bestod av 6 personer:

Bas 10-1
2 Skyffelarbeidere 10-2, 10-4
Utleggerfører 10-3
Valsefører 10-5
Sprøytevognsfører 10-6

Det gikk stort sett 4 mann rundt utlegger. Det ble gjort endel håndlegging på grunn av legging i busslommer, rundkjøringer osv.

Asfalten var tilsatt amin og hadde derfor en søtlig lukt.

Laget brukte svært mye diesel til vask under arbeidet.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 1008 | | X | | 15 | X | | | | X |
| 1108 | | X | | 18 | X | | | X | |
| 1208 | X | | | 22 (KL.1800) | X | | | X | |
| 1308 | X | | | 15 " | | | X | | X |
| 1408 | | X | | 18 | X | | | | X |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 1008 | *) | 180 | | X | Agb11 | B85 | BE 50 R | | 80 | 625 |
| 1108 | | " | | X | Agb16 | " | " | | 90 | 3667 |
| 1208 | | " | X | | Ab16TD | " | " | 0.5% | 80 | 3750 |
| 1308 | | " | X | | " | " | " | " | " | 1250 |
| 1408 | | " | X | | Ab11TD | " | " | " | " | 750 |

*) Blanding fra forskjellige oljeselskaper.

Masseinnhold av bitumen i Agb/Ab-massen er på 5.7%.
Typebetegnelse på amin som er benyttet er Polyran L200E.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.10.

Vurdering av resultater:

Målingene viser jevnt over små verdier. Det er naturlig at det den 1108 var høyest konsentrasjoner da det var her det var jevnest legging (mest masse).

Amintilsetningen føltes noe plagsom, førte bl.a til svie i øynene.

Prøve 63R er en stasjonær prøve tatt rett over uttaket for asfalten bak. Konsentrasjonene her er derfor ikke representative for de personlige prøver. Sett i forhold til de personlige prøver virker ikke funnet konsentrasjon urimelig med henblikk på plassering.

REFERANSE NR. 11: STATENS VEGVESEN OPPLAND

Målingene ble tatt ved legging av asfalt på RV i Valdres. Veien var belagt med jevn trafikk med moderat hastighet.

Laget bestod av 4 personer:

| | |
|-----------------|------|
| Bas | 11-1 |
| Skyffelarbeider | 11-2 |
| Utleggerfører | 11-3 |
| Valsefører | 11-5 |

Ved denne leggingen ble det benyttet gjenbruksasfalt. Det vil si at gammel asfalt skjæres opp fra veien, brytes opp og tilsettes diverse løsemidler. Ved videre oppvarming vil asfalten kunne benyttes igjen.

Leggingen gikk lett, 11-1 og 11-2 gikk for det meste bak og justerte. Det var endel røyk fra utlegger.

Utlegger var overbygd med åpen dør og vindu bak og det var svært varmt inne i utleggerhus.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 1708 | X | | | 14 | X | | | X | |
| 1808 | X | | | 15 | | X | | X | |
| 1908 | X | | | 15 | X | | | X | |
| 2008 | X | | | 15 | X | | | X | |
| 2108 | | | | | | | | | |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 1708 | Fina | 140 | X | | Gja | B370 | BL 45 R | *) | 77 | 8500 |
| 1808 | " | " | X | | " | " | " | | 78 | 7840 |
| 1908 | " | " | X | | " | " | " | | 81 | 9000 |
| 2008 | " | " | X | | " | " | " | | 79 | 4070 |
| 2108 | | | | | | | | | | |

Masseinnhold av bitumen i denne massetyper er totalt ca. 5 %. (Gammel bitumen utgjør ca. 3% og det blir tilsatt 2% B370). Klebemiddelet som benyttes inneholder noe løsemidler. Typebetegnelse på amin er Diamin HGB.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.11.

Vurdering av resultater:

Målingene gir forholdsvis høye verdier til å være legging i friluft. Dette skyldes sannsynligvis at det benyttes en mykere bitumen, som ryker noe mer. I tillegg var det varmt og pent vær noe som ventes å forsterke effekten av røyken.

Også konsentrasjonen av flyktige forbindelser er høyere enn normalt, og noe av dette kan skyldes bruk av klebemiddel tilsatt løsningsmidler.

Målingene viser at skyfler og bus vanligvis er mest utsatt. Hva som er skjedd den siste dagen er uklart.

Som det kan virke på disse målingene gir denne typen asfalt høyere konsentrasjoner enn andre og bør derfor unngås.

REFERANSE NR. 12 : FJELDHAMMER BRUG A/S

Målingene ble tatt ved legging av asfalt på RV i Vestfold. Trafikken var lysregulert slik at det var et jevnt sig forbi hele dagen, ca. 300 pr. time, og hastigheten var moderat.

Laget bestod av 5 personer:

| | |
|-------------------|------|
| Bas | 12-1 |
| Skyffelarbeider | 12-2 |
| Utleggerfører | 12-3 |
| Valsefører | 12-5 |
| Sprøytevognsfører | 12-6 |

Det var stort sett bare bas som oppholdt seg rundt utlegger. 12-6 fungerte som skyffelarbeider når han ikke sprøytet. 12-2 gikk mye til og fra pga. flytting av lysregulering osv. Laget benyttet en åpen vals. Arbeidet gikk unna svært jevnt og det var lite venting på lass.

Laget benyttet svært mye diesel til vask under leggingen. Asfaltmassen var tilsatt amin noe som ga en søtlig lukt.

Vær og asfaltdata:

| DATO | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| 3108 | X | | | 20 | X | | | X | |
| 0109 | X | | | 20 | X | | | X | |
| 0209 | | X | | 20 | X | | | X | |
| 0309 | | X | | 20 | X | | | X | |
| 0409 | | X | | 15 | | X | | | X |

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 3108 | Esso | 160 | X | | Ab16T | B85 | BE 50 R | *) | 35 | 8000 |
| 0109 | " | " | X | | " | " | " | | 90 | 5578 |
| 0209 | " | " | X | | " | " | " | | " | 4544 |
| 0309 | " | " | X | | " | " | " | | " | 4667 |
| 0409 | " | " | X | | " | " | " | | " | 4200 |

Masseinnhold av bitumen er på 5.7%.
Typebetegnelse på amin er Polyran L200E.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.12.

Vurdering av resultater:

Det er ikke så stor forskjell i konsentrasjon fra dag til dag, og bas ligger stort sett høyest. Den 0109 finner en høyest konsentrasjon, noe som skyldes at det var jevnest legging og ingen vind denne dagen.

Det ble tatt en stasjonær kullrørsprøve ved hodet til 12-3. Resultatene fra denne stemmer godt overens med den kombinerte prøven fra 12-3 samme dag. Dette tyder på at oppsamlingen med en lufthastighet på opptil 2 l/min er fullt brukbar.

Det ble også tatt en korttidsprøve ved vasking av utleggermaskin. Som ved referansenr. 9, viser denne målingen en betydelig høyere eksponering for flyktige forbindelser under denne arbeidsoperasjonen.

REFERANSE NR. 13 : SIG. HESSELBERG A/S

Målingene ble utført over 5 dager ved legging i tunnel mellom Ellingsøy og Alesund. Tunnelen er 4.5 km lang, og det var god ventilasjon og ingen trafikk i tunnelen da asfalteringen pågikk.

Laget bestod av 6 personer:

| | |
|-------------------|------------|
| Bas | 13-1 |
| Skyffelarbeider | 13-2 |
| Utleggerfører | 13-3 |
| 2 Valseførere | 13-5, 13-9 |
| Sprøytevognsfører | 13-6 |

Det ble en del opphold i arbeidet pga. problemer med levering av massen.

Laget brukte lite diesel til vask under leggingen.

Asfaltdata:

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | | |
|------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|-------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² | |
| 2109 | Shell | 145 | | X | AgbI22 | B180 | | | 0.4% | 130 | 8221 |
| 2209 | " | " | X | | Ab16T | " | | | | 80 | 5147 |
| 2309 | " | 150 | X | | " | " | | | | 83 | 10112 |
| 2409 | " | " | X | | " | " | | | | 86 | 10026 |
| 2509 | " | 145 | X | | " | " | | | | 84 | 4512 |

Masseinnhold bitumen i asfalten er 5.7%.

Typebetegnelse på amin er Redycot N422.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.13.

Vurdering av resultater:

Verdiene til 13-3 er gale på alle prøvetakingsdager untatt 2109, pga. at pumpa ble montert på armlene med prøvetakingsenhet mot asfaltmassen bak. Dette vil ikke gi en representativ måling for hva utleggerfører er utsatt for. Ryggen til utleggerføreren vil nemlig beskytte innåndingssonen for endel av røyken som kommer bakfra.

Konsentrasjonene er noe lavere enn forventet, men det skyldes trolig lavere temperatur enn vanlig ved denne typen masse. Dessuten var det bare brukbar jevn legging den 2109. De andre dagene var det enten problemer med verket, eller så ble prøvetakingen avsluttet før mesteparten av massen var lagt (2309 og 2409).

Det er forholdsvis høye CO og NO₂-konsentrasjoner noe som kan forbedres ved å slå av motoren på lastebilene mens de venter på å få tømme. Noe av årsaken til at disse verdiene er så høye kan også skyldes at personen som bar rørene røykte.

REFERANSE NR. 14 : NODEST VEI A/S

Målingene ble tatt over 5 dager ved legging av asfalt i Fløyfjellstunnelen i Bergen. Tunnelen er 3.2 km lang og har god ventilasjon. Det var ingen trafikk i tunnelen da asfalteringen pågikk. Asfaltarbeidet holdt på midt i tunnelen da målingene tok til. Ventilasjonen ble slått av en dag for å se effekten av asfaltrøyk i tunnel uten ventilasjon.

Laget bestod av 7 personer:

| | |
|--------------------|------------|
| Bas | 14-1 |
| 2 Skyffelarbeidere | 14-2, 14-4 |
| Utleggerfører | 14-3 |
| 2 Valseførere | 14-5, 14-9 |
| Sprøytevognsfører | 14-6 |

14-1 og 14-2 oppholdt seg stort sett rundt utleggermaskin. 14-4 var litt lengre bak og strødde ut et gruslag på den nylagte asfalten (oppholdt seg midt mellom utlegger og vals). Det kjørte en liten vals over først, men det ble ikke tatt målinger av denne valseføreren pga. pumpemangel. 14-6 fungerte som skyffelarbeider når han ikke sprøytet. Det var svært god kapasitet på viftene i tunnelen slik at det blåste friskt.

Laget brukte moderat med diesel til vask under arbeidet.

Asfaltdata:

| DATO | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|------|-----------------------|-------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|------|-------------------|----------------|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMIN | KG/M ² | M ² |
| 2510 | Fina | 175 | X | | Topeka | B60 | BE 50 R | 0.3% | 185 | 1192 |
| 2610 | " | 185 | X | | " | " | " | | 183 | 2666 |
| 2710 | " | 180 | X | | " | " | " | | 168 | 2190 |
| 2810 | " | 190 | X | | " | " | " | | 154 | 2640 |
| 2910 | " | 190 | X | | " | " | " | | 184 | 1550 |

Masseinnhold av bitumen er 7 %.
Typebetegnelse på amin er Jaffagrip.

Resultatene fra målingene er gitt i tabell 6.3.14.

Vurdering av resultater:

Konsentrasjonen av asfaltrøyk er lav de to første dagene. Den 2710 er det imidlertid svært høye konsentrasjoner, noe som skyldes at ventilasjonen var slått av. Etter 1 time var det uholdbart å oppholde seg i tunnelen, og viftene ble derfor slått på igjen. De to siste dagene var det endel høyere konsentrasjoner enn de to første, noe som skyldes at temperaturen på massen var satt opp ca. 10 °C. Lavere verdier den 2910 enn 2810 skyldes at det var mer venting på lass denne siste dagen. Det er stort sett 14-1 og 14-3 som er mest utsatt for eksponering.

Det er også tatt noen stasjonære prøver ved denne måleserien.

Stasjonær prøve tatt på utlegger den 2710 viser en konsentrasjon over den administrative norm, men denne prøven er ikke representativ for personlig eksponering. Ingen personer på asfaltlaget oppholder seg i denne posisjonen over lengre tid.

TABELL 6.3.1: Resultater fra referanse nr. 1, Korsbrekke og Lorck A/S

| Prøve- idato | Arbeids- operasjon | Ref. nr. | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | 1,3,5- trimetyl bensen | | iso- propyl- bensen | | 1,2,3- trimetyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater Alifater (C9-C13) (C14-C15) | | C0 | | NO2 | | Asfalt- røyk * | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|---------------|--------|---------------|--------|------------------------|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|------------------------------|--------|---------------------------|--------|------------------------------|--------|-------------------------------|--------|---|--------|--------|-----|-----|--------|----------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm |
| Norm | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 40 | 40 | 20 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 50 | 50 | 35 | 2 | 2 | 5 | | | | | | |
| 193R | | 1-6 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0 | 0.006 | 0 | 0.006 | 0 | 0.006 | 0.002 | 0 | 0.026 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.026 | 0 | 0 | ND | |
| 203R | | 1-1 | 0.0044 | 0.0041 | 0.0072 | 0.0152 | 0.0152 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0162 | 0.0162 | 0.0162 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0207 | 0.0202 | 0.297 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.297 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 195R | | 1-5 | 0.0049 | 0.004 | 0.0077 | 0.0145 | 0.0145 | 0.016 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.0148 | 0.0069 | 0.316 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.316 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 198R** | | 1-2 | 0.0056 | 0.0043 | 0.0033 | 0.0066 | 0.0066 | 0.0083 | 0.0088 | 0.0088 | 0.0088 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0081 | 0 | 0.0743 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0743 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 204R | | 1-4 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.062 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.062 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 191R | | 1-3 | 0.005 | 0.004 | 0.006 | 0.013 | 0.013 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.014 | 0.019 | 0.259 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.259 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 196R | | 1-6 | 0 | 0 | 0 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 0.004 | 0 | 0.004 | 0 | 0.005 | 0 | 0 | 0.071 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.071 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 202R | | 1-1 | 0.0031 | 0.0029 | 0.0049 | 0.0166 | 0.0166 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0162 | 0.0162 | 0.0162 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0142 | 0.0207 | 0.0093 | 0.315 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.315 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 205R | | 1-5 | 0 | 0 | 0.008 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.0148 | 0 | 0.144 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.144 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 206R | | 1-2 | 0.0076 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0083 | 0.0083 | 0.0088 | 0.0088 | 0.0088 | 0.0088 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0113 | 0.0081 | 0 | 0.055 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.055 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 194R | | 1-4 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0 | 0.055 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.055 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 200R | | 1-3 | 0.0111 | 0.004 | 0.0068 | 0.0244 | 0.0244 | 0.0244 | 0.0267 | 0.0267 | 0.0267 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.0337 | 0.0337 | 0.318 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.318 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 228R | | 1-6 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 234R | | 1-1 | 0.003 | 0 | 0.003 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.003 | 0.004 | 0.211 | 0.211 | 0.005 | 0 | 0 | 0.211 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 229R | | 1-5 | 0.013 | 0.009 | 0.009 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.017 | 0 | 0.285 | 0.285 | 0 | 0 | 0 | 0.285 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 227R** | | 1-2 | 0.0062 | 0.0041 | 0.0052 | 0.0115 | 0.0115 | 0.0115 | 0.0149 | 0.0149 | 0.0149 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.0235 | 0.0327 | 0.218 | 0.218 | 0 | 0 | 0 | 0.218 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 236R | | 1-4 | 0.0023 | 0 | 0 | 0.0055 | 0.0055 | 0.0055 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0044 | 0.0044 | 0.0044 | 0.0044 | 0.0044 | 0.0044 | 0.0044 | 0.0015 | 0.0084 | 0.108 | 0.108 | 0 | 0 | 0 | 0.108 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 231R | | 1-3 | 0 | 0 | 0.003 | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.003 | 0.003 | 0.186 | 0.186 | 0.005 | 0 | 0 | 0.186 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 224R | | 1-1 | 0.017 | 0.008 | 0.012 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.028 | 0.010 | 0.389 | 0.389 | 0 | 0 | 0 | 0.389 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 220R | | 1-5 | 0.008 | 0.006 | 0.014 | 0.028 | 0.028 | 0.028 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.035 | 0.040 | 0.665 | 0.665 | 0 | 0 | 0 | 0.665 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 221R | | 1-2 | 0.014 | 0.005 | 0.005 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.009 | 0.003 | 0.142 | 0.142 | 0 | 0 | 0 | 0.142 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 230R | | 1-4 | 0.017 | 0 | 0 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0 | 0 | 0.135 | 0.135 | 0 | 0 | 0 | 0.135 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 235R | | 1-3 | 0.04 | 0 | 0.021 | 0.081 | 0.081 | 0.081 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.072 | 0.040 | 0.151 | 1.16 | 1.16 | 0.028 | 0 | 0 | 1.16 | 0.028 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 317R | | 1-6 | 0.008 | 0 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.053 | 0.053 | 0 | 0 | 0 | 0.053 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 322R | | 1-1 | 0.0178 | 0 | 0.0062 | 0.0232 | 0.0232 | 0.0232 | 0.0193 | 0.0193 | 0.0193 | 0.0138 | 0.0138 | 0.0138 | 0.0138 | 0.0138 | 0.0138 | 0.0138 | 0.037 | 0.0265 | 0.298 | 0.298 | 0.0060 | 0 | 0 | 0.298 | 0.0060 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 319R | | 1-5 | 0.0084 | 0 | 0.0071 | 0.0204 | 0.0204 | 0.0204 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.0155 | 0.0155 | 0.0155 | 0.0155 | 0.0155 | 0.0155 | 0.0155 | 0.0052 | 0.0115 | 0.380 | 0.380 | 0.0060 | 0 | 0 | 0.380 | 0.0060 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 324R | | 1-2 | 0.0131 | 0 | 0.0033 | 0.0069 | 0.0069 | 0.0069 | 0.0034 | 0.0034 | 0.0034 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0 | 0.0016 | 0.0863 | 0.0863 | 0.0033 | 0 | 0 | 0.0863 | 0.0033 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 320R | | 1-4 | 0.003 | 0 | 0.003 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0 | 0.004 | 0.112 | 0.112 | 0.002 | 0 | 0 | 0.112 | 0.002 | 0 | 0 | 0 | ND | |
| 318R | | 1-3 | 0.0144 | 0 | 0.0096 | 0.0197 | 0.0197 | 0.0197 | 0.0098 | 0.0098 | 0.0098 | 0.0147 | 0.0147 | 0.0147 | 0.0147 | 0.0147 | 0.0147 | 0.0147 | 0.0049 | 0.0223 | 0.346 | 0.346 | 0.0071 | 0 | 0 | 0.346 | 0.0071 | 0 | 0 | 0 | ND | |

* Ved denne prøveserien har det vært analysetekniske problemer når det gjelder måling av asfalttrøyk. Dette fører til at deteksjongrensene i denne serien blir på 1 mg/m3 (basert på laveste prøvetakingsvolum).

** Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen: 1905 - Pumpa til 1-3 stoppet før vask av utlegger.

2005 - Pent vær, men svært mye vind.

2105 - Massetemperaturen ble kjørt opp til 185 grader C. Pumpa til 1-3 stoppet før vask av utlegger.

2205 - Jevn legging, men bare halv dag. Været var varmt, og dieselvask av utlegger inngår i målingene.

2505 - Svært varm dag med jevn legging.

De tre første dagene blåste vinden mot 1-2, mens det de to siste dagene var et lite vinddrag mot 1-4 og 1-1.

TABELL 6.3.2: Resultater fra referanse nr. 2, Nodest Vei A/S

| Prøve- nr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater (C7) | | m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | 1,3,5- trimetyl bensen | | iso- propyl bensen | | 1,2,3- trimetyl aromater (C9-C12) | | Alifater Alifater (C9-C13) (C14-C15) | | CO | NO2 | Asfalt- røyk | |
|---------------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|------------------------------|-----|--------------------------|-----|--|-----|---|-----|----|-----|-----------------|------|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | | | | ppm |
| | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 | | | | | | |
| 2R | 870601 | 2-2 | Skyfler | 0.0135 | 0.0178 | 0.0123 | 0.0308 | 0.0213 | 0.0557 | 0.0275 | 0.0503 | 0.0238 | 0.125 | 0.934 | 0.0368 | | | | | | | | | | | | |
| 14R * | | 2-3 | Utlegger | 0.0094 | 0.0088 | 0.0062 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0196 | 0.0046 | 0.0096 | 0.0048 | 0.0159 | 0.357 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.19 |
| 10R | | 2-6 | Sprøyter | 0.0125 | 0.0124 | 0.0082 | 0.0033 | 0.0036 | 0.0190 | 0.0031 | 0.0098 | 0.0058 | 0.0139 | 0.371 | 0 | | | | | | | | | | | | <0.1 |
| 8R | | 2-5 | Valser | 0.0168 | 0.0157 | 0.0111 | 0.0187 | 0.0052 | 0.0311 | 0.0074 | 0.0309 | 0.0097 | 0.0233 | 0.698 | 0.0092 | | | | | | | | | | | | 0.14 |
| 7R | | 2-1 | Bas | 0.0352 | 0.0149 | 0.0093 | 0.0208 | 0.0131 | 0.0324 | 0.0139 | 0.0313 | 0.0114 | 0.0287 | 0.630 | 0.0107 | | | | | | | | | | | | <0.1 |
| 29R | | 2-2 | Skyfler | 0.0124 | 0.0197 | 0.0135 | 0.0054 | 0.0030 | 0.0286 | 0.0057 | 0.0179 | 0.0098 | 0.0258 | 0.526 | 0.0096 | | | | | | | | | | | | ND |
| 19R * | | 2-3 | Utlegger | 0.0130 | 0.0117 | 0.0085 | 0.0144 | 0.0113 | 0.0291 | 0.0185 | 0.0263 | 0.0100 | 0.0294 | 0.584 | 0.0105 | | | | | | | | | | | | 0.8 |
| 16R | | 2-6 | Sprøyter | 0.0062 | 0.0049 | 0.0034 | 0.0022 | 0.0024 | 0.0089 | 0 | 0.0063 | 0.0030 | 0.0066 | 0.218 | 0 | | | | | | | | | | | | <0.1 |
| 33R | | 2-5 | Valser | 0.0107 | 0.0139 | 0.0098 | 0.0176 | 0.0140 | 0.0346 | 0.0101 | 0.0327 | 0.0132 | 0.0444 | 0.660 | 0.0137 | | | | | | | | | | | | 0.17 |
| 17R | | 2-1 | Bas | 0.0067 | 0.0093 | 0.0073 | 0.0162 | 0.0056 | 0.0256 | 0.0133 | 0.0285 | 0.0107 | 0.0308 | 0.564 | 0.0111 | | | | | | | | | | | | 0.61 |
| 21R * | | 2-2 | Skyfler | 0.012 | 0.011 | 0.008 | 0.005 | 0.006 | 0.024 | 0.012 | 0.016 | 0.006 | 0.019 | 0.525 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.16 |
| 20R 1) | | 2-3 | Utlegger | 0.039 | 0.033 | 0.020 | 0.012 | 0.006 | 0.018 | 0.010 | 0.025 | 0.006 | 0.024 | 0.642 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.8 |
| 23R 1) | | 2-6 | Sprøyter | 0.0084 | 0.0048 | 0.0032 | 0.0090 | 0 | 0.0073 | 0.0055 | 0.0051 | 0 | 0.0153 | 0.289 | 0 | | | | | | | | | | | | <0.1 |
| 35R * | | 2-5 | Valser | 0.028 | 0.020 | 0.014 | 0.007 | 0.006 | 0.027 | 0.005 | 0.019 | 0.008 | 0.039 | 0.765 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.25 |
| 5R | | 2-1 | Bas | 0.0284 | 0.0165 | 0.0112 | 0.0175 | 0.0054 | 0.0288 | 0.0073 | 0.0109 | 0.0085 | 0.0197 | 0.591 | 0.0182 | | | | | | | | | | | | 0.55 |
| 12R * | | 2-2 | Skyfler | 0.0052 | 0.0031 | 0.0028 | 0.0083 | 0.0033 | 0.0182 | 0.0019 | 0.0117 | 0.0021 | 0.0151 | 0.301 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.14 |
| 31R 1) | | 2-3 | Utlegger | 0.0046 | 0.0033 | 0.0030 | 0.0088 | 0.0066 | 0.0113 | 0.0012 | 0.0153 | 0.0021 | 0.0201 | 0.359 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.18 |
| 11R | | 2-6 | Sprøyter | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0.002 | 0.004 | 0 | 0.138 | 0 | | | | | | | | | | | | | 0.13 |
| 15R | | 2-5 | Valser | 0.0059 | 0.0051 | 0.0047 | 0.0075 | 0.0462 | 0.0368 | 0.0054 | 0.0122 | 0.0069 | 0.0449 | 0.537 | 0.0115 | | | | | | | | | | | | 0.13 |
| 18R * | | 2-1 | Bas | 0.0084 | 0.0045 | 0.0040 | 0.0136 | 0 | 0.0127 | 0.0061 | 0.0232 | 0.0026 | 0.0217 | 0.413 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.5 |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalttrøyk på 0.1 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

1) Data omkring konsentrasjonen av asfalttrøyk i disse prøvene er desverre gått tapt pga. analysetekniske problemer.

Kommentarer til prøvetakingen:

- 0106 - Arbeidet kom først i gang kl. 1230. Det var tett eksos/røyk i tunnelen de første tre timene. Deretter ble trekken gjennom tunnelen bedre, og det var forholdsvis bra luft. Pumpene stoppet før vask av utlegger. Det var endel problemer med valsen slik at mye tid gikk med til venting. Det er ikke korrigert for ventingen ved de angitte verdiene. Prøvetaker synes forholdene var slik at det var ubehagelig å oppholde seg inne i tunnelen når forholdene var som værst. Plagsomt mye eksos i tunnelen fra morgenen av, noe som bedret seg utover dagen. Problemer med at pumpene stoppet, og pumpe til 2-3 ble satt på igjen under dieselvask på slutten av dagen. 2-2 mistet filterholder slik at denne røykmålingen gikk tapt. CO/NO2 ble lest av til lunsj og forandret seg ikke i løpet av resten av dagen. Angitte verdier er derfor et mål for forholdene før lunsj.
- 0306 - Forholdene var brukbare med ganske jevn legging. Avsluttet målingene en god stund før arbeidet var ferdig. Dette ble gjort for å få en bedre volumangivelse, samt å få ladet pumpene fullstendig. Fikk derfor ikke med dieselvask av utleggermaskin.
- 0406 - Også denne dagen ble pumpene stoppet før arbeidet var ferdig (ikke med dieselvask). Bedre ventilasjon i tunnelen fordi det nærmet seg utgangen.

TABELL 6.3.4: Resultater fra referanse nr. 4, Oslo Veivesen.

| Prøvenr. | Prøvedato | Ref. nr. | Arbeidsoperasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater (C7) | | m&p-xylen | | o-xylen | | etyl-bensen | | 1,2,4-trimetyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater (C9-C13) | | CO | | NO2 | | Asfalt-røyk mg/m3 |
|----------|-----------|----------|------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|-----------|--------|---------|-----|-------------|-----|-----------------------|-----|-------------------------|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------------------|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | |
| Norm | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 | 50 | 35 | 2 | 5 | | | | | | | |
| 19R * | 870616 | 4-7 | Skyfler | 0.018 | 0.005 | 0.004 | 0.749 | 0.042 | 0.126 | 0.006 | 0.040 | 0.183 | | | | | | | | | | | | | 1.22 | |
| 20R * | | 4-1 | Bas | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.467 | 0.026 | 0.084 | 0.003 | 0.015 | 0.131 | | | | | ND | ND | | | | | | | ND | |
| 18R | | 4-5 | Valsler | 0.007 | 0 | 0 | 0.194 | 0.009 | 0.035 | 0 | 0.002 | 0.077 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 21R | | 4-3 | Utlegger | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.443 | 0.029 | 0.075 | 0.005 | 0.027 | 0.209 | | | | | | | | | | | | | 0.49 | |
| 22R | | 4-2 | Skyfler | 0.007 | 0 | 0 | 0.580 | 0.035 | 0.098 | 0.006 | 0.028 | 0.264 | | | | | | | | | | | | | 0.39 | |
| 17R | | 4-6 | Sprøyter | 0 | 0 | 0.003 | 1.27 | 0.057 | 0.248 | 0.002 | 0.015 | 0.158 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 40R | 870618 | 4-7 | Skyfler | 0.0061 | 0.0025 | 0.0023 | 0.294 | 0.0155 | 0.0535 | 0.0018 | 0.0128 | 0.103 | | | | | | | | | | | | | | 0.41 |
| 46R | | 4-1 | Bas | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.225 | 0.011 | 0.041 | 0 | 0.004 | 0.094 | | | | | 4 | ND | | | | | | | 0.21 | |
| 30R * | | 4-4 | Skyfler | 0.0180 | 0.0038 | 0.0032 | 0.405 | 0.0213 | 0.0733 | 0.0021 | 0.0137 | 0.105 | | | | | | | | | | | | | 0.38 | |
| 38R | | 4-5 | Valsler | 0 | 0 | 0 | 0.0873 | 0.0042 | 0.0160 | 0 | 0.0015 | 0.0605 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 43R | | 4-3 | Utlegger | 0.013 | 0 | 0 | 0.204 | 0.010 | 0.037 | 0 | 0.005 | 0.108 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 37R | | 4-2 | Skyfler | 0.0045 | 0.0023 | 0.0022 | 0.283 | 0.0132 | 0.0512 | 0.0029 | 0.0135 | 0.104 | | | | | | | | | | | | | 0.2 | |
| 44R | | 4-6 | Sprøyter | 0 | 0.0025 | 0.0036 | 1.02 | 0.0523 | 0.203 | 0.0060 | 0.0291 | 0.243 | | | | | | | | | | | | | 0.38 | |
| 48R | 870619 | 4-7 | Skyfler | 0 | 0.004 | 0.005 | 0.733 | 0.036 | 0.131 | 0.008 | 0.040 | 0.206 | | | | | | | | | | | | | | ND |
| 55R | | 4-1 | Bas | 0 | 0 | 0 | 0.393 | 0.013 | 0.070 | 0.002 | 0.012 | 0.135 | | | | | ND | ND | | | | | | | ND | |
| 51R | | 4-4 | Skyfler | 0.005 | 0 | 0.003 | 0.547 | 0.028 | 0.100 | 0.004 | 0.020 | 0.152 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 33R | | 4-5 | Valsler | 0 | 0 | 0 | 0.065 | 0.003 | 0.012 | 0 | 0 | 0.067 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 53R * | | 4-3 | Utlegger | 0.020 | 0.005 | 0.004 | 0.533 | 0.029 | 0.109 | 0.004 | 0.028 | 0.218 | | | | | | | | | | | | | 1.2 | |
| 36R | | 4-2 | Skyfler | 0.008 | 0 | 0 | 0.521 | 0.026 | 0.095 | 0 | 0.008 | 0.146 | | | | | | | | | | | | | ND | |
| 35R | | 4-6 | Sprøyter | 0 | 0 | 0 | 0.861 | 0.039 | 0.163 | 0 | 0.007 | 0.131 | | | | | | | | | | | | | ND | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalt røyk på 0.15 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen:

1606 - Grått og kaldt vær, begynte å regne på slutten av dagen. Hadde ikke pumper nok til alle så 4-4 fikk ikke. Forholdsvis jevn legging, men utleggermaskin gikk i stykker på ettermiddagen.

1806 - Forholdsvis jevn legging. Pumpa til 4-3 stoppet før vask av utleggermaskin.

1906 - Jevn legging men bare halv dag.

TABELL 6.3.5: Resultater fra referanse nr. 5, Sig. Hesselberg A/S

| Prøvenr. | Prøve- dato | Ref nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | Alifater (C6) | Alifater (C7) | m&p- xylen | o- xylen | 1,2,4- trimetyl bensen | 20 | 25 | iso- propyl bensen | 1,2,3- trimetyl bensen | Flere aromater (C9-C12) | Alifater (C9-C13) | Alifater (C14-C15) | CO | NO2 | Asfalt- røyk |
|----------|----------------|------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|-------------|------------------------------|--------|--------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|-----|-----|-----------------|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | mg/m3 |
| Norm | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 |
| 101R | 870622 | 5-3 | Utlegger | 0 | 0 | 0.0023 | 0.0144 | 0.0102 | 0.0128 | 0.0043 | 0.0061 | 0.0047 | 0.0407 | 0.224 | 0.0111 | | | | ND |
| 104R | | 5-5 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0.0038 | 0.0026 | 0 | 0 | 0.0017 | 0 | 0.0102 | 0.0337 | 0 | | | | ND |
| 62R | | 5-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0.0028 | 0.0457 | 0.0420 | 0.0310 | 0.0125 | 0.0276 | 0.0993 | 0.0993 | 0.466 | 0.0256 | | | | <0.1 |
| 102R | | 5-1 | Bas | 0 | 0 | 0 | 0.0070 | 0.0052 | 0.0040 | 0 | 0.0031 | 0 | 0.0267 | 0.0888 | 0 | | 3 | ND | ND |
| 63R | 870623 | 5-3 | Utlegger | 0 | 0 | 0.0015 | 0.0069 | 0.0048 | 0.0047 | 0 | 0.0030 | 0 | 0.0291 | 0.0936 | 0 | | <2 | ND | <0.1 |
| 26R | | 5-5 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0.0039 | 0.0026 | 0 | 0 | 0.0017 | 0 | 0.0145 | 0.0329 | 0 | | | | ND |
| 105R | | 5-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0 | 0.0050 | 0.0037 | 0 | 0 | 0.0024 | 0 | 0.0180 | 0.0448 | 0 | | | | ND |
| 103R | | 5-4 | Skyfler | 0 | 0 | 0.0022 | 0.0048 | 0.0036 | 0 | 0 | 0.0019 | 0 | 0.0212 | 0.0583 | 0 | | | | ND |
| 29R | | 5-1 | Bas | 0 | 0 | 0 | 0.0059 | 0.0046 | 0 | 0 | 0.0029 | 0 | 0.0088 | 0.0161 | 0 | | | | ND |
| 136R | 870624 | 5-3 | Utlegger | 0.0245 | 0.0053 | 0.0089 | 0.131 | 0.113 | 0.0386 | 0.0133 | 0.0772 | 0.0133 | 0.134 | 1.27 | 0.0294 | | <2 | ND | 0.62 |
| 121R | | 5-5 | Valser | 0.0086 | 0.0072 | 0.0045 | 0.0067 | 0.0040 | 0.0021 | 0 | 0.0013 | 0 | 0.0128 | 0.0407 | 0 | | | | ND |
| 123R | | 5-2 | Skyfler | 0.0155 | 0.0103 | 0.0051 | 0.0104 | 0.0047 | 0.0052 | 0 | 0.0020 | 0 | 0.0170 | 0.123 | 0 | | | | ND |
| 134R | | 5-4 | Skyfler | 0.0208 | 0.0268 | 0.0160 | 0.0186 | 0.0090 | 0.0076 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0178 | 0.132 | 0 | | | | ND |
| 119R | | 5-1 | Bas | 0.0085 | 0.0029 | 0.0017 | 0.0088 | 0.0023 | 0 | 0 | 0.0030 | 0 | 0.0185 | 0.158 | 0 | | | | ND |
| 106R | 870625 | 5-3 | Utlegger | 0.008 | 0.017 | 0.023 | 0.065 | 0.025 | 0.041 | 0.010 | 0.045 | 0.010 | 0.050 | 1.06 | 0 | | ND | ND | ND |
| 114R * | | 5-2 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.027 | 0.045 | 0 | | | | ND |
| 157R | | 5-4 | Skyfler | 0 | 0 | 0 | 0.006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.019 | 0.091 | 0 | | | | ND |
| 135R * | | 5-1 | Bas | 0 | 0 | 0 | 0.037 | 0 | 0 | 0 | 0.015 | 0 | 0.034 | 0.990 | 0 | | | | ND |
| 27R ** | 870626 | 5-3 | Utlegger | 0.010 | 0.008 | 0.012 | 0.126 | 0.111 | 0.086 | 0.035 | 0.074 | 0.035 | 0.259 | 1.32 | 0.059 | | 2 | ND | 0.75 |
| 144R | | 5-4 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0.002 | 0 | 0 | 0.003 | 0 | 0.021 | 0.027 | 0 | | | | ND |
| 138R | | 5-1 | Bas | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.013 | 0.018 | 0 | | | | ND |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalttrøyk på 0.15 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

** Pumpe montert på utleggermaskin noe som medfører at konsentrasjonen av asfalttrøyk ikke blir helt reell.

Kommentarer til prøvetakingen:

2206 - Bruker svært mye diesel til vask under arbeidet.

2506 - Laget flyttet til Asker og det meste av dagen gikk med til flyttingen.

2606 - 5-3 hadde pumpe montert på ratt på utleggermaskin. Dette fører til at målingene blir litt høye sammenliknet med det som pustes inn.

TABELL 6.3.6: Resultater fra referanse nr. 6, Fjeldhammer Brug A/S

| Prøvenr. | Prøve- dato | Ref nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater m&p- xylen (C7) | | o- xylen ppm | 1,2,4- trimetyl bensen ppm | iso- propyl bensen ppm | 1,2,3- trimetyl bensen ppm | Flere aromater (C9-C12) ppm | Alifater Alifater (C9-C13) (C14-C15) ppm | | CO ppm | NO2 ppm | Asfalt- røyk mg/m3 |
|----------|----------------|------------|-----------------------|---------------|--------|---------------|--------|-----------------------------|--------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------|-----------|------------|--------------------------|
| | | | | 250 | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | | | | | | 20 | 20 | | | |
| Norm | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 |
| 109R | 870622 | 6-5 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.018 | 0.006 | 0.010 | 0.008 | 0.079 | 0.877 | 0 | ND | ND | ND | |
| 110R | | 6-6 | Sprøyter | 0.011 | 0.016 | 0.015 | 0.022 | 0.010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.011 | 0.098 | 0 | ND | ND | ND | |
| 112R | | 6-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.040 | 0 | ND | ND | ND | |
| 108R | | 6-9 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND | ND | ND | |
| 107R | | 6-3 | Utlegger | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.010 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0.044 | 0.356 | 0 | ND | ND | ND | |
| 111R | | 6-1 | Bas | 0 | 0.011 | 0.010 | 0.016 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.020 | 0.137 | 0 | 0.18 | | | |
| 156R | 870623 | 6-5 | Valser | 0.0027 | 0.0038 | 0.0057 | 0 | 0.0078 | 0 | 0.0042 | 0 | 0.0314 | 0.392 | 0.0079 | 0 | ND | ND | ND | |
| 118R * | | 6-6 | Sprøyter | 0.0086 | 0.0129 | 0.0113 | 0 | 0.0082 | 0.0027 | 0.0018 | 0 | 0.0291 | 0.200 | 0 | 0 | ND | ND | ND | |
| 152R | | 6-2 | Skyfler | 0.0033 | 0.0053 | 0.0073 | 0 | 0.0054 | 0 | 0.0013 | 0 | 0.0283 | 0.116 | 0 | ND | ND | 0.1 | | |
| 145R | | 6-9 | Valser | 0 | 0.0017 | 0.0016 | 0 | 0.0020 | 0.0011 | 0 | 0 | 0.0114 | 0.0529 | 0 | ND | ND | ND | | |
| 147R | | 6-3 | Utlegger | 0.0183 | 0.0099 | 0.0109 | 0 | 0.0226 | 0.0060 | 0.0127 | 0 | 0.0357 | 0.461 | 0.0076 | 0 | ND | ND | 0.96 | |
| 163R | | 6-1 | Bas | 0.0032 | 0.0077 | 0.0083 | 0 | 0.0136 | 0 | 0.0060 | 0 | 0.0265 | 0.236 | 0 | 1.12 | | | | |
| 148R | 870624 | 6-5 | Valser | 0.0041 | 0.0021 | 0 | 0 | 0.0016 | 0 | 0 | 0 | 0.0064 | 0.0228 | 0 | ND | ND | ND | 0.11 | |
| 132R | | 6-6 | Sprøyter | 0.0182 | 0.0207 | 0.0124 | 0.0148 | 0.0067 | 0.0012 | 0 | 0 | 0.0118 | 0.0709 | 0 | ND | ND | ND | 0.11 | |
| 146R | | 6-2 | Skyfler | 0.0060 | 0.0066 | 0.0048 | 0 | 0.0039 | 0.0016 | 0 | 0 | 0.0182 | 0.103 | 0 | <2 | ND | ND | 0.11 | |
| 158R * | | 6-9 | Valser | 0 | 0 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0.004 | 0 | ND | ND | ND | 0.13 | |
| 130R | | 6-3 | Utlegger | 0.0137 | 0.0076 | 0 | 0 | 0.0060 | 0.0012 | 0.0026 | 0 | 0.0151 | 0.348 | 0 | 0.13 | ND | ND | 0.40 | |
| 124R | | 6-1 | Bas | 0.0052 | 0.0041 | 0.0037 | 0 | 0.0087 | 0 | 0.0050 | 0 | 0.0214 | 0.186 | 0 | 0.40 | | | | |
| 120R | 870625 | 6-5 | Valser | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0 | 0.068 | 0.022 | 0.037 | 0 | 0.145 | 1.18 | 0.044 | ND | ND | ND | ND | |
| 153R | | 6-6 | Sprøyter | 0 | 0.004 | 0.003 | 0 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0.037 | 0 | ND | ND | ND | ND | |
| 161R | | 6-2 | Skyfler | 0 | 0.005 | 0.005 | 0 | 0.006 | 0 | 0 | 0 | 0.023 | 0.1171 | 0 | ND | ND | ND | ND | |
| 113R | | 6-9 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0.015 | 0 | ND | ND | ND | ND | |
| 127R | | 6-3 | Utlegger | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.021 | 0.002 | 0.014 | 0.005 | 0.039 | 0.496 | 0 | 0.17 | ND | ND | 0.17 | |
| 151R | | 6-1 | Bas | 0 | 0 | 0.003 | 0 | 0.005 | 0 | 0.003 | 0 | 0.023 | 0.112 | 0 | ND | ND | ND | 0.17 | |
| 155R * | 870626 | 6-5 | Valser | 0.0066 | 0.0043 | 0.0070 | 0 | 0.0350 | 0 | 0.0211 | 0 | 0.0911 | 0.703 | 0.0131 | ND | ND | ND | ND | |
| 149R * | | 6-2 | Skyfler | 0.0040 | 0.0024 | 0.0023 | 0 | 0.0045 | 0 | 0.0018 | 0 | 0.0293 | 0.136 | 0 | ND | ND | ND | ND | |
| 140R | | 6-9 | Valser | 0.0043 | 0.0060 | 0.0114 | 0.0067 | 0.0028 | 0 | 0 | 0 | 0.0063 | 0.0677 | 0 | ND | ND | ND | ND | |
| 126R | | 6-3 | Utlegger | 0.0110 | 0.0050 | 0 | 0 | 0.0275 | 0.0091 | 0.0161 | 0.0073 | 0.0546 | 0.436 | 0.0180 | 0.26 | ND | ND | 0.26 | |
| 129R | | 6-1 | Bas | 0.0042 | 0.0038 | 0.0027 | 0 | 0.0084 | 0 | 0.0054 | 0 | 0.0234 | 0.162 | 0 | 0.12 | ND | ND | 0.12 | |
| 60 | | | Stasjonær | | | | | | | | | | | | | ND | | | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalt røyk på 0.15 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen: 2206 - Leggingen ble avsluttet tidlig på grunn av regnvær. Fikk bare målt en time.
 2306 - Legging av Ap-masse halve dagen, deretter Ab-masse.
 2406 - Litt vinddrag mot bas.
 2506 - Leggingen ble avsluttet tidlig på grunn av regnvær.
 2606 - Legging halv dag. Det ble tatt en stasjonær CO-prøve ved å henge røret på siden av utlegger.
 Dette ble gjort fordi 6-2 som hadde CO-rørene vanligvis gikk mye til og fra.

TABELL 6.3.7: Resultater fra referanse nr. 7, Oslo Veivesen

| Prøvenr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | Alifater (C6) | Alifater (C7) | m&P- xylen | o- xylen | ethyl- bensen | 1,2,4- trimetyl bensen | iso- propyl bensen | Flere aromater (C9-C12) | Alifater Alifater | | | C0 | NO2 | Asfalt- røyk |
|----------|----------------|----------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|-------------|------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|--------|-----|----|------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | | | ppm | ppm | ppm | | | |
| | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 50 | 20 | 25 | 20 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 | |
| 160R | 870629 | 7-5 | Valser | 0.005 | 0 | 0 | 0.233 | 0.010 | 0.107 | 0 | 0 | 0 | 0.006 | 0 | | | ND | |
| 117R | | 7-2 | Skyfler | 0.009 | 0.005 | 0.004 | 1.29 | 0.060 | 0.578 | 0.006 | 0 | 0.017 | 0.063 | 0 | | | ND | |
| 215R | | 7-4 | Skyfler | 0.005 | 0.005 | 0.004 | 0.960 | 0.049 | 0.425 | 0.011 | 0 | 0.035 | 0.080 | 0 | | | ND | |
| 131R | | 7-6 | Sprøyter | 0.005 | 0 | 0 | 0.704 | 0.031 | 0.324 | 0.002 | 0 | 0.010 | 0.026 | 0 | | | ND | |
| 208R | | 7-7 | Skyfler | 0.0054 | 0.0031 | 0.0021 | 0.768 | 0.0367 | 0.343 | 0.0034 | 0 | 0.0135 | 0.0615 | 0 | | | ND | |
| 213R | | 7-1 | Bas | 0.0074 | 0.0034 | 0.0022 | 0.841 | 0.0381 | 0.378 | 0.0021 | 0 | 0.0077 | 0.0341 | 0 | | | ND | |
| 142R | | 7-3 | Utlegger | 0.0076 | 0.0057 | 0.0049 | 0.661 | 0.0442 | 0.284 | 0.0073 | 0 | 0.0165 | 0.0247 | 0.0088 | 2 | ND | 0.48 | |
| 212R | 870630 | 7-5 | Valser | 0.017 | 0.008 | 0.010 | 0.133 | 0.008 | 0.066 | 0 | 0 | 0.005 | 0.046 | 0 | | | ND | |
| 143R | | 7-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0.008 | 1.07 | 0.057 | 0.468 | 0 | 0 | 0.045 | 0.232 | 0 | | | ND | |
| 202R | | 7-4 | Skyfler | 0.020 | 0 | 0 | 0.383 | 0.020 | 0.170 | 0.011 | 0 | 0.014 | 0.098 | 0 | | | ND | |
| 203R | | 7-6 | Sprøyter | 0.009 | 0.005 | 0.006 | 1.53 | 0.069 | 0.727 | 0.011 | 0 | 0.028 | 0.131 | 0 | | | ND | |
| 115R | | 7-7 | Skyfler | 0.007 | 0.006 | 0.008 | 0.873 | 0.059 | 0.357 | 0.009 | 0 | 0.015 | 0.322 | 0 | 4 | ND | ND | |
| 162R | | 7-1 | Bas | 0.007 | 0.005 | 0.006 | 0.583 | 0.034 | 0.244 | 0.006 | 0 | 0.034 | 0.140 | 0 | | | ND | |
| 116R * | | 7-3 | Utlegger | 0.014 | 0.011 | 0.014 | 0.879 | 0.088 | 0.398 | 0.051 | 0.035 | 0.052 | 0.804 | 0.026 | | | 1.38 | |
| 207R | 870701 | 7-5 | Valser | 0.0200 | 0.0102 | 0.0066 | 0.0115 | 0.0046 | 0 | 0.0032 | 0 | 0.0097 | 0.0524 | 0 | | | ND | |
| 214R | | 7-2 | Skyfler | 0.026 | 0.010 | 0.006 | 0.021 | 0.006 | 0 | 0.005 | 0.002 | 0.016 | 0.103 | 0 | | | ND | |
| 210R | | 7-4 | Skyfler | 0.0188 | 0.0082 | 0.0048 | 0.0220 | 0.0040 | 0 | 0.0039 | 0.0015 | 0.103 | 0.0733 | 0 | | | ND | |
| 205R | | 7-6 | Sprøyter | 0.039 | 0.010 | 0.006 | 0.051 | 0.006 | 0 | 0.004 | 0.002 | 0.014 | 0.118 | 0 | | | ND | |
| 209R | | 7-7 | Skyfler | 0.026 | 0.012 | 0.007 | 0.056 | 0.007 | 0 | 0.011 | 0.003 | 0.020 | 0.177 | 0 | | | ND | |
| 141R | | 7-1 | Bas | 0.0188 | 0.0077 | 0.0051 | 0.0208 | 0.0046 | 0 | 0.0070 | 0.0014 | 0.0111 | 0.0830 | 0 | <2 | ND | ND | |
| 150R | | 7-3 | Utlegger | 0.0213 | 0.0105 | 0.0073 | 0.0447 | 0.0075 | 0 | 0.0062 | 0.0068 | 0.0097 | 0.148 | 0 | | | 0.15 | |
| 302R | 870702 | 7-5 | Valser | 0.0213 | 0.0089 | 0.0049 | 0.274 | 0.0146 | 0 | 0.0046 | 0 | 0.0098 | 0.124 | 0 | | | ND | |
| 301R | | 7-2 | Skyfler | 0.035 | 0.009 | 0.005 | 0.281 | 0.018 | 0 | 0.004 | 0 | 0.02 | 0.156 | 0 | | | ND | |
| 305R | | 7-4 | Skyfler | 0.028 | 0.009 | 0.004 | 0.243 | 0.013 | 0 | 0.005 | 0 | 0.006 | 0.132 | 0 | | | ND | |
| 307R | | 7-6 | Sprøyter | 0.0216 | 0.0085 | 0.0052 | 1.60 | 0.0757 | 0 | 0.0116 | 0 | 0.0102 | 0.664 | 0 | | | ND | |
| 308R | | 7-7 | Skyfler | 0.033 | 0.011 | 0.007 | 0.463 | 0.028 | 0 | 0.006 | 0 | 0.032 | 0.263 | 0 | ND | | ND | |
| 304R | | 7-1 | Bas | 0.0165 | 0.0065 | 0.0052 | 0.471 | 0.0246 | 0 | 0.0067 | 0 | 0.0148 | 0.199 | 0 | | | ND | |
| 303R | | 7-3 | Utlegger | 0.0246 | 0.0113 | 0.0081 | 0.311 | 0.0374 | 0 | 0.0213 | 0.0162 | 0.0429 | 0.453 | 0.0101 | | | 0.3 | |
| 312R | 870703 | 7-5 | Valser | 0.023 | 0.011 | 0.007 | 1.64 | 0.073 | 0 | 0.006 | 0 | 0.011 | 0.527 | 0 | | | ND | |
| 314R | | 7-2 | Skyfler | 0.031 | 0.015 | 0.010 | 1.11 | 0.059 | 0 | 0.006 | 0 | 0.015 | 0.392 | 0 | | | ND | |
| 316R | | 7-4 | Skyfler | 0.026 | 0.012 | 0.008 | 0.710 | 0.040 | 0 | 0.008 | 0 | 0.011 | 0.268 | 0 | | | ND | |
| 315R | | 7-6 | Sprøyter | 0.029 | 0.016 | 0.014 | 0.099 | 0.008 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0.056 | 0 | | | ND | |
| 310R | | 7-7 | Sprøyter | 0.034 | 0.016 | 0.011 | 1.60 | 0.080 | 0 | 0.005 | 0 | 0.020 | 0.531 | 0 | | | ND | |
| 313R | | 7-1 | Bas | 0.017 | 0.011 | 0.008 | 0.778 | 0.043 | 0 | 0.008 | 0 | 0.011 | 0.305 | 0 | | | ND | |
| 309R | | 7-3 | Utlegger | 0.027 | 0.014 | 0.011 | 1.11 | 0.053 | 0 | 0.018 | 0 | 0 | 0.476 | 0 | | | 0.52 | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalterøyk på 0.15 mg/m³ regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen: 2906 - Hydraulisk skyvestang på utleggermaskin var i stykker noe som medførte at den røyk mye.

3006 - Endel venting på lass.

0107 - Mye håndlegging på fortau. Underlaget ble ikke sprøytet med emulsjon i det hele tatt denne dagen.

0207 - Det ble sprøytet noe med håndsprøyte tidlig på dagen. Mye av dagen gikk med til å flytte utstyret til ny gate.

På ettermiddagen var det mye venting på lass og lite effektiv legging. Slo av pumpene i de største pausene.

0307 - Svært lite legging.

TABELL 6.3.8: Resultater fra referanse nr. 8, A/S Spezialdekker

| Prøvenr. | Prøve- dato | Ref. Arbeids- nr. operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater (C7) | | m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | iso- propyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater (C9-C13) | | Alifater (C14-C15) | | Asfalt- røyk mg/m3 |
|----------|----------------|------------------------------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|-------------|-------|------------------------------|-------|--------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|------|--------------------------|
| | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | |
| Norm | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 40 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 50 | 50 | 1 | 5 | | | | | | |
| 402R | 870727 | 8-8 Triller | 0.113 | 0.027 | 0.013 | 0.053 | 0.046 | 0.033 | 0.037 | 0.027 | 0.037 | 0.027 | 0.011 | 0.091 | 0.510 | 0.079 | 0.62 | 0.143 | 0.163 | 0.814 | 0.163 | 0.9 | |
| 406R | | 8-1 Bas | 0.093 | 0.022 | 0.010 | 0.045 | 0.040 | 0.050 | 0.018 | 0.0451 | 0.050 | 0.018 | 0.010 | 0.097 | 0.458 | 0.063 | 0.6 | 0.451 | 0 | 0.604 | 0 | 1.19 | |
| 401R | | 8-2 Triller | 0.095 | 0.024 | 0.012 | 0.090 | 0.085 | 0.098 | 0.050 | 0.233 | 0.098 | 0.050 | 0.028 | 0.198 | 0.931 | 0.122 | 1.12 | 0.233 | 1.05 | 1.05 | 0.159 | 0.38 | |
| 407R | | 8-7 Stryker | 0.098 | 0.033 | 0.016 | 0.063 | 0.058 | 0.076 | 0.028 | 0.261 | 0.076 | 0.028 | 0.021 | 0.199 | 0.813 | 0.084 | 0.73 | 0.261 | 0.910 | 0.910 | 0.210 | 0.89 | |
| 404R | | 8-4 Triller | 0.126 | 0.030 | 0.015 | 0.105 | 0.096 | 0.114 | 0.059 | 0.276 | 0.114 | 0.059 | 0.021 | 0.080 | 0.546 | 0.049 | 0.7 | 0.276 | 1.26 | 1.26 | 0.201 | 0.57 | |
| 410R | 870728 | 8-1 Bas | 0.070 | 0.023 | 0.016 | 0.033 | 0.027 | 0.037 | 0.037 | 0.027 | 0.037 | 0.027 | 0.011 | 0.091 | 0.510 | 0.079 | 0.62 | 0.033 | 0.033 | 0.510 | 0.079 | 0.62 | |
| 412R | | 8-2 Triller | 0.072 | 0.022 | 0.012 | 0.030 | 0.023 | 0.032 | 0.032 | 0.023 | 0.032 | 0.010 | 0.010 | 0.097 | 0.458 | 0.063 | 0.6 | 0.023 | 0.023 | 0.458 | 0.063 | 0.6 | |
| 413R | | 8-7 Stryker | 0.103 | 0.047 | 0.041 | 0.079 | 0.072 | 0.043 | 0.043 | 0.041 | 0.043 | 0.041 | 0.041 | 0.198 | 0.931 | 0.122 | 1.12 | 0.072 | 0.072 | 0.931 | 0.122 | 1.12 | |
| 409R | | 8-4 Triller | 0.085 | 0.024 | 0.012 | 0.068 | 0.063 | 0.060 | 0.036 | 0.128 | 0.060 | 0.036 | 0.021 | 0.199 | 0.813 | 0.084 | 0.73 | 0.068 | 0.068 | 0.813 | 0.084 | 0.73 | |
| 415R | 870729 | 8-8 Triller | 0.040 | 0.013 | 0.009 | 0.052 | 0.045 | 0.050 | 0.027 | 0.104 | 0.050 | 0.027 | 0.027 | 0.104 | 0.695 | 0.062 | 1.15 | 0.052 | 0.052 | 0.695 | 0.062 | 1.15 | |
| 414R | | 8-1 Bas | 0.039 | 0.013 | 0.009 | 0.042 | 0.037 | 0.022 | 0.022 | 0.099 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.099 | 0.550 | 0.055 | 1.18 | 0.042 | 0.042 | 0.550 | 0.055 | 1.18 | |
| 411R | | 8-2 Triller | 0.031 | 0.013 | 0.009 | 0.052 | 0.043 | 0.022 | 0.026 | 0.091 | 0.022 | 0.026 | 0.026 | 0.091 | 0.714 | 0.049 | 0.95 | 0.052 | 0.052 | 0.714 | 0.049 | 0.95 | |
| 416R | | 8-7 Stryker | 0.042 | 0.014 | 0.009 | 0.040 | 0.033 | 0.033 | 0.021 | 0.199 | 0.033 | 0.021 | 0.021 | 0.199 | 0.457 | 0 | 1.11 | 0.040 | 0.040 | 0.457 | 0 | 1.11 | |
| 417R | | 8-4 Triller | 0.026 | 0.011 | 0.008 | 0.041 | 0.035 | 0.018 | 0.021 | 0.080 | 0.018 | 0.021 | 0.021 | 0.080 | 0.546 | 0.049 | 0.7 | 0.041 | 0.041 | 0.546 | 0.049 | 0.7 | |
| 418R | 870730 | 8-1 Bas | 0.029 | 0.008 | 0.004 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0.004 | 0.110 | 0 | 1.18 | 0.005 | 0.005 | 0.110 | 0 | 1.18 | | |
| 421R | | 8-2 Triller | 0.041 | 0.010 | 0.005 | 0.006 | 0.003 | 0.004 | 0 | 0.012 | 0.004 | 0 | 0.012 | 0.075 | 0 | 2.37 | 0.006 | 0.006 | 0.075 | 0 | 2.37 | | |
| 422R | | 8-7 Stryker | 0.038 | 0.008 | 0.004 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0 | 0 | 0.005 | 0.043 | 0 | 1.67 | 0.005 | 0.005 | 0.043 | 0 | 1.67 | | |
| 420R | | 8-4 Triller | 0.032 | 0.010 | 0.004 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0.004 | 0.094 | 0 | 1.02 | 0.004 | 0.004 | 0.094 | 0 | 1.02 | | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfaltøyk på 0.15 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

Kommentarer til prøvetakingen:

2707 - Gulvet ble jevnet med et lass AB 8-masse som ble spadd fra lastebil og strøket utover av 8-7. Denne masse røyk forholdsvis mye, slik at lufta i garasjen ble grå. La et lass støpeasfalt oppå dette.

2807 - Også denne dagen begynte med litt oppretting, men det var svært lite. La støpeasfalt resten av ukka.

TABELL 6.3.9: Resultater fra referanse nr. 9, Sig. Hesselberg A/S

| Prøvenr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater m&p- xylen (C7) | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | iso- propyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater Alifater (C9-C13) (C14-C15) | | CO | | NO2 | | Asfalt- røyk | | | | | | |
|----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|--------|---------------|--------|-----------------------------|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | mg/m3 | mg/m3 |
| Norm | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 40 | 20 | 25 | 20 | 20 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 516R | 870803 | 9-5 | Valser | 0.0052 | 0.0035 | 0.0024 | 0.0038 | 0.0022 | 0.0022 | 0 | 0 | 0.0098 | 0.0290 | 0 | 0.0081 | 0 | 0.0081 | 0 | 0.0081 | 0 | 0.0081 | 0 | 0.0081 | 0 | 0.0081 | 0 | ND | ND | | |
| 538R | | 9-6 | Sprøyter | 0.007 | 0.005 | 0.0044 | 0.0111 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0022 | 0.0032 | 0.0205 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | 0.0081 | 0.144 | |
| 536R | | 9-2 | Skyfler | 0.0142 | 0.0065 | 0.0053 | 0.0209 | 0.0159 | 0.0159 | 0.0076 | 0.0093 | 0.0279 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | 0.0094 | 0.259 | |
| 537R | | 9-9 | Valser | 0.0060 | 0.0118 | 0.0084 | 0.0218 | 0.0175 | 0.0175 | 0.0058 | 0.0125 | 0.0356 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | 0.0162 | 0.267 | |
| 530R | | 9-1 | Bas | 0.0500 | 0.0175 | 0.0079 | 0.0119 | 0.0069 | 0.0069 | 0.0028 | 0.0020 | 0.0139 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | 0.0060 | 0.118 | |
| 527R | | 9-3 | Utlegger | 0.0092 | 0.0073 | 0.0070 | 0.0643 | 0.0496 | 0.0496 | 0.0240 | 0.0309 | 0.107 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | 0.0456 | 0.765 | |
| 519R | 870804 | 9-5 | Valser | 0.0033 | 0.0025 | 0.0019 | 0.0037 | 0.0018 | 0.0018 | 0 | 0 | 0.0113 | 0.0388 | 0 | 0.0388 | 0 | 0.0388 | 0 | 0.0388 | 0 | 0.0388 | 0 | 0.0388 | 0 | 0.0388 | 0 | ND | ND | | |
| 526R | | 9-6 | Sprøyter | 0.0079 | 0.0059 | 0.0055 | 0.0290 | 0.0231 | 0.0231 | 0.0101 | 0.0135 | 0.0482 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 | 0.334 | 0.0147 |
| 521R | | 9-2 | Skyfler | 0.0055 | 0.0036 | 0.0031 | 0.0125 | 0.0089 | 0.0089 | 0.0042 | 0.0038 | 0.0233 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 | 0.173 | 0.0107 |
| 539R | | 9-9 | Valser | 0.0052 | 0.0062 | 0.0038 | 0.0066 | 0.0043 | 0.0043 | 0 | 0.0023 | 0.0311 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 | 0.0571 | 0 |
| 512R* | | 9-1 | Bas | 0.0089 | 0.0039 | 0.0029 | 0.0120 | 0.0088 | 0.0088 | 0 | 0.0051 | 0.0226 | 0.136 | 0 | 0.136 | 0 | 0.136 | 0 | 0.136 | 0 | 0.136 | 0 | 0.136 | 0 | 0.136 | 0 | ND | ND | | |
| 540R | | 9-3 | Utlegger | 0.0064 | 0.0054 | 0.0055 | 0.0522 | 0.0441 | 0.0441 | 0.0216 | 0.0265 | 0.117 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 | 0.588 | 0.0527 |
| 525R | 870805 | 9-5 | Valser | 0.0045 | 0.0043 | 0.0037 | 0.0065 | 0.0034 | 0.0034 | 0 | 0.0011 | 0.0201 | 0.0491 | 0 | 0.0491 | 0 | 0.0491 | 0 | 0.0491 | 0 | 0.0491 | 0 | 0.0491 | 0 | 0.0491 | 0 | ND | ND | | |
| 513R* | | 9-6 | Sprøyter | 0.0095 | 0.0063 | 0.0054 | 0.0292 | 0.0234 | 0.0234 | 0.0081 | 0.0137 | 0.0470 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 | 0.358 | 0.0178 |
| 511R | | 9-2 | Skyfler | 0.0057 | 0.0050 | 0.0055 | 0.0355 | 0.0238 | 0.0238 | 0.0094 | 0.0139 | 0.0555 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 | 0.537 | 0.0132 |
| 510R | | 9-9 | Valser | 0.012 | 0.005 | 0.003 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | 0 | 0.002 | 0.035 | 0.072 | 0 | 0.072 | 0 | 0.072 | 0 | 0.072 | 0 | 0.072 | 0 | 0.072 | 0 | 0.072 | 0 | ND | ND | | |
| 529R | | 9-1 | Bas | 0.0051 | 0.0036 | 0.0030 | 0.0113 | 0.0069 | 0.0069 | 0 | 0.0041 | 0.0281 | 0.118 | 0 | 0.118 | 0 | 0.118 | 0 | 0.118 | 0 | 0.118 | 0 | 0.118 | 0 | 0.118 | 0 | ND | ND | | |
| 503R* | | 9-3 | Utlegger | 0.0051 | 0.0052 | 0.0061 | 0.0570 | 0.0160 | 0.0160 | 0.0126 | 0.0275 | 0.0608 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 | 0.646 | 0.0345 |
| 535R | 870806 | 9-5 | Valser | 0.007 | 0.006 | 0.006 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 0 | 0.002 | 0.031 | 0.080 | 0 | 0.080 | 0 | 0.080 | 0 | 0.080 | 0 | 0.080 | 0 | 0.080 | 0 | 0.080 | 0 | ND | ND | | |
| 506R | | 9-6 | Sprøyter | 0.019 | 0.004 | 0.006 | 0.013 | 0.008 | 0.008 | 0 | 0.003 | 0.045 | 0.164 | 0 | 0.164 | 0 | 0.164 | 0 | 0.164 | 0 | 0.164 | 0 | 0.164 | 0 | 0.164 | 0 | ND | ND | | |
| 533R | | 9-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0.005 | 0.027 | 0.018 | 0.018 | 0.006 | 0.011 | 0.042 | 0.388 | 0 | 0.388 | 0 | 0.388 | 0 | 0.388 | 0 | 0.388 | 0 | 0.388 | 0 | 0.388 | 0 | ND | ND | | |
| 522R | | 9-9 | Valser | 0.012 | 0.006 | 0.005 | 0.012 | 0.008 | 0.008 | 0 | 0.003 | 0.038 | 0.149 | 0 | 0.149 | 0 | 0.149 | 0 | 0.149 | 0 | 0.149 | 0 | 0.149 | 0 | 0.149 | 0 | ND | ND | | |
| 517R | | 9-1 | Bas | 0 | 0 | 0.004 | 0.010 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0 | 0.038 | 0.119 | 0 | 0.119 | 0 | 0.119 | 0 | 0.119 | 0 | 0.119 | 0 | 0.119 | 0 | 0.119 | 0 | ND | ND | | |
| 534R | | 9-3 | Utlegger | 0 | 0.003 | 0.007 | 0.052 | 0.041 | 0.041 | 0.017 | 0.026 | 0.088 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 | 0.596 | 0.028 |
| 507R | | 9-3 | Vasking | 0 | 0 | 0.10 | 0.38 | 0.21 | 0.21 | 0.11 | 0.11 | 0.84 | 7.31 | 0 | 7.31 | 0 | 7.31 | 0 | 7.31 | 0 | 7.31 | 0 | 7.31 | 0 | 7.31 | 0 | 0.3 | 0.3 | | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalttrøyk på 0.1 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen:

0308 - Filteret til 9-9 måtte skiftes fordi det var tettet slik at pumpa gikk tungt. Grunnen til at filteret ble tett var eksoslekkasje i valsen.
0608 - Leggingen ble avsluttet tidlig på grunn av regnvær. Det ble tatt en korttidsprøve under vask av utleggermaskin.

Vask av utlegger inngår ikke i noen av heldagsprøvene til 9-3.

TABELL 6.3.10: Resultater fra referanse nr. 10, Fjeldhammer Brug A/S

| Prøvenr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C7) | | Alifater m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trinitetyl bensen | | iso- propyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater Alifater (C9-C13) (C14-C15) | | GCMS- analyse | | CO | NO2 | Asfalt- røyk mg/m3 | |
|----------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|--------|---------------|--------|------------------------|--------|-------------|--------|--------------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|---|--------|------------------|--------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | ppm | 250 | ppm | 200 | ppm | 40 | ppm | 40 | ppm | 20 | ppm | 25 | ppm | 20 | ppm | 50 | ppm | 50 | | | | ppm |
| 561R* | 870810 | 10-3 | Utlegger | 0.0072 | 0.0065 | 0.0077 | 0.0166 | 0.0116 | 0.0107 | 0.0033 | 0.0132 | 0.209 | 0.0160 | 0.209 | 0.0132 | 0.209 | 0.0160 | 0.209 | 0.0132 | 0.209 | 0.0160 | 0.209 | <2 | ND | ND |
| 555R | | 10-4 | Skyfler | 0.0055 | 0.0075 | 0.0084 | 0.0206 | 0.0139 | 0.0125 | 0.0037 | 0.0147 | 0.272 | 0.0193 | 0.272 | 0.0147 | 0.272 | 0.0193 | 0.272 | 0.0147 | 0.272 | 0.0193 | 0.272 | | ND | ND |
| 557R* | | 10-1 | Bas | 0.0050 | 0.0064 | 0.0067 | 0.0203 | 0.0137 | 0.0086 | 0.0059 | 0.0296 | 0.224 | 0 | 0.224 | 0.0296 | 0.224 | 0 | 0.224 | 0.0296 | 0.224 | 0 | | ND | ND | |
| 562R | | 10-6 | Sprøyter | 0.0034 | 0.0051 | 0.0065 | 0.0156 | 0.0104 | 0.0086 | 0.0026 | 0.0017 | 0.192 | 0.0120 | 0.192 | 0.0017 | 0.192 | 0.0120 | 0.192 | 0.0017 | 0.192 | 0.0120 | 0.192 | | ND | ND |
| 508R* | | 10-5 | Valsler | 0.0052 | 0.0051 | 0.0036 | 0.0082 | 0.0050 | 0.0025 | 0 | 0.0206 | 0.0550 | 0 | 0.0206 | 0.0550 | 0 | 0.0206 | 0.0550 | 0 | 0.0206 | 0.0550 | | ND | ND | |
| 520R | | 10-2 | Skyfler | 0.0069 | 0.0069 | 0.0066 | 0.0137 | 0.0073 | 0.0069 | 0.0021 | 0.0059 | 0.172 | 0.0121 | 0.172 | 0.0059 | 0.172 | 0.0121 | 0.172 | 0.0059 | 0.172 | 0.0121 | 0.172 | | ND | ND |
| 554R | 870811 | 10-3 | Utlegger | 0 | 0.003 | 0.006 | 0.018 | 0.015 | 0.020 | 0.005 | 0.029 | 0.303 | 0.032 | 0.303 | 0.029 | 0.303 | 0.032 | 0.303 | 0.029 | 0.303 | 0.032 | 0.303 | <0.1 | <0.1 | |
| 567R | | 10-4 | Skyfler | 0.004 | 0.004 | 0.007 | 0.031 | 0.024 | 0.013 | 0.013 | 0.024 | 0.468 | 0.032 | 0.468 | 0.024 | 0.468 | 0.032 | 0.468 | 0.024 | 0.468 | 0.032 | 0.468 | <0.1 | <0.1 | |
| 550R* | | 10-6 | Sprøyter | 0 | 0 | 0.005 | 0.019 | 0.016 | 0.015 | 0.006 | 0.026 | 0.311 | 0.035 | 0.311 | 0.026 | 0.311 | 0.035 | 0.311 | 0.026 | 0.311 | 0.035 | 0.311 | | ND | |
| 558R | | 10-5 | Valsler | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0.003 | 0 | 0 | 0.026 | 0 | 0.026 | 0.026 | 0 | 0.026 | 0 | 0.026 | 0.026 | 0 | 0.026 | | ND | ND | |
| 563R | | 10-2 | Skyfler | 0 | 0.004 | 0.007 | 0.045 | 0.040 | 0.045 | 0.020 | 0.065 | 0.054 | 0 | 0.065 | 0.054 | 0 | 0.065 | 0.054 | 0.065 | 0.054 | 0 | 0.065 | | ND | 0.27 |
| 572R | 870812 | 10-3 | Utlegger | 0.016 | 0.008 | 0.010 | 0.038 | 0.026 | 0.015 | 0.013 | 0.019 | 0.596 | 0.020 | 0.596 | 0.019 | 0.596 | 0.020 | 0.596 | 0.019 | 0.596 | 0.020 | 0.596 | 5 | 0.2 | |
| 564R | | 10-4 | Skyfler | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.017 | 0.011 | 0.009 | 0.003 | 0.025 | 0.251 | 0 | 0.025 | 0.251 | 0 | 0.025 | 0.251 | 0.025 | 0.251 | 0 | 0.025 | | ND | ND |
| 556R | | 10-1 | Bas | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.016 | 0.010 | 0.009 | 0.003 | 0.031 | 0.217 | 0 | 0.031 | 0.217 | 0 | 0.031 | 0.217 | 0.031 | 0.217 | 0 | 0.031 | | ND | ND |
| 504R | | 10-6 | Sprøyter | 0.0056 | 0.0050 | 0.0054 | 0.0124 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0022 | 0.0341 | 0.155 | 0 | 0.0341 | 0.155 | 0 | 0.0341 | 0.155 | 0.0341 | 0.155 | 0 | 0.0341 | | ND | ND |
| 582R | | 10-5 | Valsler | 0.0049 | 0.0036 | 0.0030 | 0.0048 | 0.0033 | 0 | 0 | 0.0077 | 0.0602 | 0 | 0.0077 | 0.0602 | 0 | 0.0077 | 0.0602 | 0.0077 | 0.0602 | 0 | 0.0077 | | ND | ND |
| 565R | | 10-2 | Skyfler | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.013 | 0.008 | 0.007 | 0.003 | 0.017 | 0.199 | 0 | 0.017 | 0.199 | 0 | 0.017 | 0.199 | 0.017 | 0.199 | 0 | 0.017 | | ND | ND |
| 63R | | | Stasjonær | 0 | 0 | 0.05 | 0.12 | 0.07 | 0.08 | 0 | 0.60 | 1.93 | 0 | 0.60 | 1.93 | 0 | 0.60 | 1.93 | 0.60 | 1.93 | 0 | 0.60 | | ND | 0.27 |
| 62R | | | Stasjonær | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.2 | | |
| 587R | 870813 | 10-4 | Skyfler | 0 | 0 | 0.006 | 0.037 | 0.024 | 0.014 | 0.013 | 0.090 | 0.463 | 0 | 0.463 | 0.090 | 0.463 | 0 | 0.463 | 0.090 | 0.463 | 0 | 0.463 | ND | ND | |
| 576R* | | 10-1 | Bas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0.009 | 0 | 0.009 | 0 | 0.009 | 0 | 0.009 | 0 | | ND | ND | |
| 552R | | 10-6 | Sprøyter | 0 | 0 | 0 | 0.011 | 0.009 | 0.007 | 0 | 0.025 | 0.091 | 0 | 0.025 | 0.091 | 0 | 0.025 | 0.091 | 0.025 | 0.091 | 0 | 0.025 | | ND | ND |
| 575R | | 10-5 | Valsler | 0 | 0.006 | 0 | 0.005 | 0 | 0 | 0 | 0.005 | 0.021 | 0 | 0.005 | 0.021 | 0 | 0.005 | 0.021 | 0.005 | 0.021 | 0 | 0.005 | | ND | ND |
| 584R | | 10-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0.005 | 0.009 | 0.005 | 0 | 0 | 0.021 | 0.108 | 0 | 0.021 | 0.108 | 0 | 0.021 | 0.108 | 0.021 | 0.108 | 0 | 0.021 | | ND | ND |
| 573R | 870814 | 10-3 | Utlegger | 0.0081 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0279 | 0.0174 | 0.0098 | 0.0071 | 0.0037 | 0.360 | 0.0126 | 0.360 | 0.0037 | 0.360 | 0.0126 | 0.360 | 0.0037 | 0.360 | 0.0126 | 0.360 | 6 | ND | |
| 568R | | 10-4 | Skyfler | 0.0044 | 0.0088 | 0.0089 | 0.0209 | 0.0098 | 0.0091 | 0.0031 | 0.0097 | 0.294 | 0.0135 | 0.294 | 0.0097 | 0.294 | 0.0135 | 0.294 | 0.0097 | 0.294 | 0.0135 | 0.294 | | ND | ND |
| 524R | | 10-1 | Bas | 0 | 0.019 | 0.0095 | 0.0219 | 0.0107 | 0.0093 | 0.0030 | 0.0106 | 0.290 | 0 | 0.0106 | 0.290 | 0 | 0.0106 | 0.290 | 0.0106 | 0.290 | 0 | 0.0106 | | ND | ND |
| 569R | | 10-6 | Sprøyter | 0.0054 | 0.0100 | 0.0127 | 0.0470 | 0.0303 | 0.0167 | 0.0140 | 0.0124 | 0.657 | 0.0257 | 0.657 | 0.0124 | 0.657 | 0.0257 | 0.657 | 0.0124 | 0.657 | 0.0257 | 0.657 | | ND | ND |
| 578R | | 10-5 | Valsler | 0.0040 | 0.0085 | 0.0050 | 0.0089 | 0.0043 | 0 | 0 | 0.0032 | 0.0444 | 0 | 0.0032 | 0.0444 | 0 | 0.0032 | 0.0444 | 0.0032 | 0.0444 | 0 | 0.0032 | | ND | ND |
| 531R | | 10-2 | Skyfler | 0 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0161 | 0.0077 | 0.0067 | 0.0021 | 0.0297 | 0.130 | 0 | 0.0297 | 0.130 | 0 | 0.0297 | 0.130 | 0.0297 | 0.130 | 0 | 0.0297 | 6 | ND | |
| 73T | | | Stasjonær | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | ND | | |
| 50 | | | Stasjonær | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | ND | | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalttrøyk på 0.1 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen:

- 1008 - Dagen gikk med til smålegging i busslommer og avkjørsler langs en stor trafikkert vei. Denne leggingen førte til mye håndarbeid. Det ble lite legging fordi det var mye flytting av utstyret langs veien.
- 1108 - Levn legging av asfaltmasse på en lite trafikkert vei. Mistet noe tid på morgenen da utstyret skulle flyttes til nytt sted.
- 1208 - Ettermiddagslegging på sterkt trafikkert vei. Prøve 63R er en stasjonær kullrørprøve tatt rett over asfaltmassen bak på utleggermaskin. Denne prøven er samlet opp med en kullrørspumpe (ca. 15 l luft) og er tatt for å sammenlikne oppsamlingshastighet.
- 1308 - Leggingen ble avsluttet tidlig på grunn av regnvær. Prøven til 10-3 ble ødelagt pga. vann i prøvetakingsenhet.
- 1408 - Legging i russtrafikken om morgenen, med opptil 1200 passerende biler den første timep. Trafikken gikk ned etterhvert. Det ble ikke lagt så mye masse pga. tidkrevende og vanskelig legging (rundkjøringer). Tok en stasjonær prøve av CO på siden av utleggermaskin.

Det ble også tatt to prøver på Tenaxrør, begge tatt 0.5 m over asfalten bak på utleggermaskin.

TABELL 6.3.11: Resultater fra referanse nr. 11, Statens vegvesen Oppland

| Prøve- nr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (E5) | | Alifater (C6) | | Alifater (C7) | | Alifater m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | iso- propyl bensen | | 1,2,3- trimetyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater (C9-C13) | | Alifater (C14-C15) | | CO | | ND2 | | Asfalt- røyk | | | | | | | |
|---------------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|------------------------|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------|-----|------------------------------|-----|-------------------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | |
| | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 200 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1005R | 870817 | 11-3 | Utlegger | 0.0083 | 0.0075 | 0.0069 | 0.122 | 0.110 | 0.142 | 0.0709 | 0.140 | 0.355 | 0 | 2.09 | 0.0598 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1028R | | 11-2 | Skyfler | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.256 | 0.243 | 0.162 | 0.155 | 0 | 0.410 | 0 | 4.20 | 0.144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1013R | | 11-5 | Valses | 0 | 0 | 0.0014 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0057 | 0 | 0.0070 | 0.0032 | 0 | 0.0672 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1030R | | 11-1 | Bas | 0.0113 | 0.0099 | 0.0065 | 0.139 | 0.132 | 0.174 | 0.0842 | 0 | 0.880 | 0 | 2.16 | 0.143 | <2 | ND | 1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1034R | 870818 | 11-3 | Utlegger | 0.0026 | 0.0059 | 0.0060 | 0.125 | 0.112 | 0.146 | 0.0679 | 0.131 | 0.349 | 0 | 2.22 | 0.0536 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1024R * | | 11-2 | Skyfler | 0.0035 | 0.0051 | 0.0058 | 0.159 | 0.149 | 0.183 | 0.095 | 0.189 | 0.904 | 0 | 2.55 | 0.0923 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1021R | | 11-5 | Valses | 0 | 0.0042 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0015 | 0.0036 | 0 | 0 | 0 | 0.0279 | 0.0168 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1023R | | 11-1 | Bas | 0.0051 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0523 | 0.0322 | 0.0506 | 0.0247 | 0.0446 | 0.117 | 0 | 1.24 | 0.0273 | <2 | ND | 0.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1009R | 870819 | 11-3 | Utlegger | 0.0027 | 0.0044 | 0.0024 | 0.0590 | 0.0530 | 0.0594 | 0.0359 | 0 | 0.171 | 0 | 0.894 | 0.0415 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1012R * | | 11-2 | Skyfler | 0.0026 | 0.0045 | 0.0023 | 0.0570 | 0.0482 | 0.0402 | 0.0345 | 0 | 0.124 | 0 | 0.730 | 0.0301 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1027R | | 11-5 | Valses | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0242 | 0.0141 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1031R * | | 11-1 | Bas | 0.0024 | 0.0048 | 0.0030 | 0.0890 | 0.0828 | 0.0815 | 0.0543 | 0 | 0.259 | 0 | 1.19 | 0.0635 | <2 | ND | 0.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1032R | 870820 | 11-3 | Utlegger | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.131 | 0.121 | 0.141 | 0.080 | 0 | 0.417 | 0 | 1.89 | 0.109 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1017R | | 11-2 | Skyfler | 0 | 0 | 0 | 0.0498 | 0.0463 | 0.0676 | 0.0299 | 0.0507 | 0.132 | 0 | 0.897 | 0.0203 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1020R | | 11-5 | Valses | 0 | 0 | 0.0025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.218 | 0.0193 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1014R | | 11-1 | Bas | 0 | 0.0023 | 0.0025 | 0.0809 | 0.0751 | 0.0541 | 0.049 | 0.0838 | 0.235 | 0 | 1.27 | 0.0395 | <2 | ND | 0.41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfaltrøyk på 0.1 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen:

1708 - 11-5 hadde utlegger liggende på ratt i vals. Verdiene blir da litt høye i forhold til det som pustes inn.

Ellers hadde utleggerfører pumpa liggende på rattet de tre siste dagene. Det var varmt og noe trykkende værforhold alle dagene.

TABELL 6.3.12: Resultater fra referanse nr. 12, Fjeldhammer Brug A/S

| Prøve- nr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater (C7) | | Alifater m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | iso- propyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater GCMS- (C9-C13) analyse | | CO | | Asfalt- røyk mg/m3 | |
|---------------|----------------|-------------|-----------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|------------------------|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------------------------|------|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | | ppm |
| Norm | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 40 | 40 | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 | 50 | 35 | 5 | | | | | | | |
| 1050R | 870831 | 12-1 | Bas | 0.0050 | 0.0022 | 0.0014 | 0.0078 | 0.0069 | 0.0027 | 0.0227 | 0.136 | 0.0285 | 0.0227 | 0.136 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | 0.0285 | <0.1 |
| 577R * | | 12-5 | Valser | 0.0007 | 0 | 0 | 0.008 | 0.008 | 0.003 | 0.040 | 0.144 | 0.035 | 0.040 | 0.144 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | <0.1 |
| 1045R | | 12-3 | Utlegger | 0.0064 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0173 | 0.0151 | 0.0084 | 0.0565 | 0.279 | 0.0483 | 0.0565 | 0.279 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | 0.0483 | <0.1 |
| 1029R | | 12-6 | Sprøyter | 0.0053 | 0 | 0.0017 | 0 | 0.0201 | 0 | 0.0052 | 0.0528 | 0.0085 | 0.0052 | 0.0528 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0085 | ND |
| 1044R | | 12-2 | Skyfler | 0.0077 | 0.0032 | 0.002 | 0.0156 | 0.0107 | 0.0056 | 0.0197 | 0.237 | 0.0236 | 0.0197 | 0.237 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | 0.0236 | ND |
| 1046R | 870901 | 12-1 | Bas | 0.0032 | 0.0023 | 0.0029 | 0.0243 | 0.0236 | 0.0127 | 0.129 | 0.344 | 0.0670 | 0.129 | 0.344 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.0670 | 0.41 |
| 1041R* | | 12-5 | Valser | 0 | 0 | 0 | 0.0205 | 0.0205 | 0 | 0 | 0.0512 | 0 | 0.0512 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ND |
| 1042R | | 12-3 | Utlegger | 0.0040 | 0.0032 | 0.0060 | 0.0263 | 0.0201 | 0.0099 | 0.0809 | 0.465 | 0.0572 | 0.0809 | 0.465 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.0572 | 0.12 |
| 1048R | | 12-6 | Sprøyter | 0.0052 | 0.0026 | 0.0048 | 0.0219 | 0.0108 | 0.0085 | 0.0580 | 0.389 | 0.0479 | 0.0580 | 0.389 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 | 0.14 |
| 1033R | | 12-2 | Skyfler | 0.0051 | 0.0040 | 0.0096 | 0.0508 | 0.0388 | 0.0189 | 0.125 | 0.979 | 0.0743 | 0.125 | 0.979 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.0743 | 0.23 |
| 579R | 870902 | 12-1 | Bas | 0.0079 | 0.0032 | 0.0070 | 0.0342 | 0.0370 | 0.0197 | 0.241 | 0.459 | 0.129 | 0.241 | 0.459 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.129 | 0.61 |
| 581R * | | 12-5 | Valser | 0.0037 | 0.0022 | 0.0027 | 0.0044 | 0.0032 | 0 | 0 | 0.0687 | 0.0111 | 0 | 0.0687 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | 0.0111 | ND |
| 1043R | | 12-3 | Utlegger | 0.0031 | 0.0018 | 0.0023 | 0.0140 | 0.0136 | 0.0058 | 0.0749 | 0.225 | 0.0624 | 0.0749 | 0.225 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.0624 | 0.12 |
| 574R | | 12-6 | Sprøyter | 0.0046 | 0.0030 | 0.0050 | 0.0209 | 0.0186 | 0.0090 | 0.0801 | 0.312 | 0.0374 | 0.0801 | 0.312 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | 0.0374 | ND |
| 585R * | | 12-2 | Skyfler | 0.0073 | 0.0049 | 0.0083 | 0.0385 | 0.0291 | 0.0141 | 0.105 | 0.665 | 0.0626 | 0.105 | 0.665 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | 0.0626 | ND |
| 1R | | | Stasjonær | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ja |
| 21T | | | Stasjonær | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ja |
| 1047R | 870903 | 12-1 | Bas | 0.0146 | 0.0044 | 0.0080 | 0.0079 | 0.0083 | 0.0034 | 0.0319 | 0.160 | 0.0398 | 0.0319 | 0.160 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | 0.0398 | <0.1 |
| 1022R | | 12-3 | Utlegger | 0.0173 | 0 | 0.0094 | 0.0393 | 0.0387 | 0.0191 | 0.181 | 0.564 | 0.0940 | 0.181 | 0.564 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.0940 | 0.17 |
| 1049R | | 12-5 | Sprøyter | 0.0050 | 0.0023 | 0.0033 | 0.0095 | 0.0084 | 0.0034 | 0.0283 | 0.167 | 0.0361 | 0.0283 | 0.167 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | 0.0361 | ND |
| 1006R | | 12-2 | Skyfler | 0.0093 | 0.0052 | 0.0097 | 0.0511 | 0.0499 | 0.0250 | 0.294 | 0.761 | 0.134 | 0.294 | 0.761 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.134 | 0.19 |
| 1036R | | 12-3 | Vasking | 0.09 | 0.08 | 0.24 | 0.27 | 0.37 | 0.10 | 0.57 | 13.7 | 0.28 | 0.57 | 13.7 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.19 |
| 32T | | | Stasjonær | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ja |
| 1001R | 870904 | 12-1 | Bas | 0 | 0.002 | 0.006 | 0.044 | 0.043 | 0.021 | 0.279 | 0.653 | 0.121 | 0.279 | 0.653 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.121 | 0.45 |
| 1010R | | 12-3 | Utlegger | 0.0045 | 0.0063 | 0.0311 | 0.0813 | 0.0747 | 0.0352 | 0.335 | 1.27 | 0.130 | 0.335 | 1.27 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.44 |
| 1018R | | 12-6 | Sprøyter | 0.0057 | 0.0050 | 0.0397 | 0.0425 | 0.0360 | 0.0175 | 0.145 | 0.711 | 0.0597 | 0.145 | 0.711 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.0597 | 0.16 |
| 1002R | | 12-2 | Skyfler | 0.003 | 0.005 | 0.015 | 0.035 | 0.025 | 0.011 | 0.083 | 0.559 | 0.053 | 0.083 | 0.559 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.18 |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalterøyk på 0.1 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen: 3108 - Det ble lagt et tynt opprettingslag.

0109 - Vinden blåste mot 12-1 og 12-2.

0209 - Satte på en stasjonær kullrørsprøve (1R) ved hodehøyde til utleggerfører. Dette ble gjort for å se på en normal kullrørsprøve sammenliknet med en prøve der den sammensatte prøvetakingsenheten benyttes.

0309 - Det ble tatt en korttidsprøve ved vasking av utleggermaskin på slutten av dagen.

0409 - Legging halv dag.

I denne analyseserien ble det tatt to prøver på Tenaxrør, begge stasjonært bak på utleggermaskin (ca. 1m over asfalt).

TABELL 6.3.13: Resultater fra referanse nr. 13, Sig. Hesselberg A/S

| Prøven- nr. | Prøve- dato | Ref. nr. | Arbeids- operasjon | Alifater (C5) | | Alifater (C6) | | Alifater (C7) | | Alifater m&p- xylen | | o- xylen | | 1,2,4- trimetyl bensen | | iso- propyl bensen | | Flere aromater (C9-C12) | | Alifater (C9-C13) | | Alifater (C14-C15) | | GCMS- analyse | CO | NO2 | Asfalt- røyk mg/m3 |
|----------------|----------------|-------------|-----------------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|---------------------------|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------|-----|-------------------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|------------------|----|-----|--------------------------|
| | | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | | | | |
| Norm | | | | 250 | 250 | 200 | 40 | 40 | 40 | 20 | 25 | 20 | 50 | 50 | 50 | 50 | 35 | 2 | 5 | | | | | | | | |
| 604R | 870921 | 13-6 | Sprøyter | 0.0174 | 0.0084 | 0.0052 | 0.0089 | 0.0059 | 0.0051 | 0.0051 | 0 | 0.0186 | 0.0751 | 0 | 0.0151 | | | | | | | | | | | | ND |
| 615R | | 13-3 | Utlegger | 0.0302 | 0.0126 | 0.0117 | 0.0386 | 0.0275 | 0.0202 | 0.0202 | 0.0133 | 0.0333 | 0.584 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.88 |
| 616R | | 13-5 | Valses | 0.0266 | 0.0120 | 0.0072 | 0.0098 | 0.0060 | 0.0055 | 0.0055 | 0 | 0.0147 | 0.0740 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 602R* | | 13-2 | Skyfler | 0.036 | 0.013 | 0.007 | 0.011 | 0.004 | 0.009 | 0.009 | 0 | 0 | 0.082 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 620R | | 13-1 | Bas | 0.0227 | 0.0094 | 0.0057 | 0.0093 | 0.0054 | 0.0057 | 0.0057 | 0 | 0.0095 | 0.0886 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1T | | | Stasjonær | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ja |
| 619R | 870922 | 13-6 | Sprøyter | 0.040 | 0.018 | 0.011 | 0.023 | 0.014 | 0.022 | 0.022 | 0 | 0.011 | 0.281 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 621R | | 13-3 | Utlegger | 0.023 | 0.016 | 0.018 | 0.089 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.050 | 0.153 | 1.93 | 0 | 0.091 | | | | | | | | | | | | 1.03 |
| 612R | | 13-5 | Valses | 0.012 | 0.009 | 0.016 | 0.021 | 0.008 | 0.010 | 0.010 | 0 | 0.021 | 0.129 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 613R | | 13-9 | Valses | 0.022 | 0.014 | 0.010 | 0.036 | 0.018 | 0.020 | 0.020 | 0.004 | 0.050 | 0.281 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.21 |
| 1039R | | 13-2 | Skyfler | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.032 | 0.015 | 0.016 | 0.016 | 0.003 | 0.039 | 0.266 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 610R | | 13-1 | Bas | 0.0076 | 0.0066 | 0.0053 | 0.0261 | 0.0104 | 0.0123 | 0.0123 | 0.0021 | 0.0140 | 0.166 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 30T | | | Stasjonær | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ja |
| 1003R | 870923 | 13-6 | Sprøyter | 0.017 | 0.020 | 0.014 | 0.024 | 0.016 | 0.025 | 0.025 | 0.003 | 0.048 | 0.309 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 618R | | 13-3 | Utlegger | 0.030 | 0.018 | 0.015 | 0.069 | 0.051 | 0.047 | 0.047 | 0.027 | 0.259 | 1.11 | 0 | 0.056 | | | | | | | | | | | | 2.87 |
| 611R | | 13-5 | Valses | 0.022 | 0.030 | 0.019 | 0.025 | 0.018 | 0.027 | 0.027 | 0.004 | 0.059 | 0.327 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | <0.1 |
| 600R | | 13-9 | Valses | 0.064 | 0.044 | 0.025 | 0.029 | 0.020 | 0.027 | 0.020 | 0.004 | 0.067 | 0.338 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.27 |
| 606R* | | 13-2 | Skyfler | 0.018 | 0.021 | 0.015 | 0.029 | 0.014 | 0.035 | 0.035 | 0.004 | 0.071 | 0.402 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 614R | | 13-1 | Bas | 0.057 | 0.046 | 0.022 | 0.036 | 0.031 | 0.026 | 0.026 | 0.010 | 0.071 | 0.456 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 580R | 870924 | 13-6 | Sprøyter | 0.052 | 0.018 | 0.013 | 0.019 | 0.012 | 0.004 | 0.004 | 0 | 0.033 | 0.200 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.47 |
| 583R | | 13-3 | Utlegger | 0.024 | 0.018 | 0.016 | 0.040 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.005 | 0.064 | 0.363 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | 0.17 |
| 1019R | | 13-5 | Valses | 0.020 | 0.023 | 0.030 | 0.034 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0 | 0.024 | 0.248 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1011R | | 13-9 | Valses | 0.027 | 0.026 | 0.029 | 0.030 | 0.014 | 0.016 | 0.016 | 0 | 0.030 | 0.208 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1040R | | 13-2 | Skyfler | 0.029 | 0.011 | 0.008 | 0.014 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0.015 | 0.163 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 609R* | | 13-1 | Bas | 0.048 | 0.010 | 0 | 0.009 | 0 | 0.009 | 0.009 | 0 | 0.016 | 0.104 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1004R | 870925 | 13-6 | Sprøyter | 0.026 | 0.024 | 0.011 | 0.019 | 0.012 | 0.014 | 0.014 | 0 | 0.031 | 0.181 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1035R | | 13-3 | Utlegger | 0.064 | 0.021 | 0.009 | 0.013 | 0.009 | 0.012 | 0.012 | 0 | 0.021 | 0.143 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 570R | | 13-5 | Valses | 0.047 | 0.023 | 0.010 | 0.047 | 0.008 | 0 | 0 | 0 | 0.012 | 0.094 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 605R | | 13-9 | Valses | 0.028 | 0.016 | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.042 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1038R | | 13-2 | Skyfler | 0.042 | 0.023 | 0.011 | 0.019 | 0.011 | 0.009 | 0.009 | 0 | 0.018 | 0.189 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |
| 1007R | | 13-1 | Bas | 0.044 | 0.019 | 0.008 | 0.013 | 0.010 | 0.012 | 0.012 | 0 | 0.025 | 0.148 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | ND |

Analyseserien har en deteksjonsgrense for asfalterøyk på 0.2 mg/m3 regnet ut fra minste prøvetakingsvolum i serien.

* Verdiene er sannsynligvis noe underestimert på grunn av pumpestopp.

Kommentarer til prøvetakingen:

2109 - Prøvetaking avsluttet 4 timer før arbeidet ble avsluttet.

2209 - Prøvetaking avsluttet 4 timer før arbeidet ble avsluttet. Feil under prøvetaking av 13-3. Pumpa ble festet til armene på utleggermaskin med prøvetakingsenhet bakover. Konsentrasjonen av oppsamlede forbindelser er derfor mye høyere enn det 13-3 puster inn. I tillegg lå pumpa en stund på gulvet noe som også øker konsentrasjonen av organiske forbindelser.

2309 - Problemer med verket og mye venting (pumper slått av). Samme prøvetakingsfeil for 13-3 som 2209. Fikk ikke med dieselvask av utlegger. Det var litt røykfylt i tunnelen i ca. 1 time. Det ble da satt i gang flere vifter som presset denne røykproppen i gjennom.

2409 - Avsluttet prøvetakingen en stund før arbeidet var ferdig.

2509 - Halv arbeidsdag.

De to første dagene var det dårligere viftekapasitet i tunnelen enn i de tre siste dagene. Det var en person som røyker som bar CO og NO2 rørene, noe som kan påvirke målingene. Han hengte imidlertid rørene fra seg ved røykepauser. Dieselvask av utlegger er ikke med i noen av målingene til 13-3.

TABELL 6.3.15: Komponenter funnet i asfaltdamp

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| toluen | propylcykloheksan |
| forgrenete C ₉ -alkaner | naftalen |
| etylcykloheksan | C ₁₂ |
| C ₉ | forgrenete C ₁₃ alkaner |
| etylbenzen | forgrenete C ₁₃ alkener |
| m&p-xylen | C ₁₃ |
| forgrenete C ₉ -alkener | metylnaftalen |
| o-xylen | C ₃ -alkylindan |
| forgrenete alkener | C ₁₃ cykloalkan |
| isopropylbenzen | forgrenete C ₁₃ -alkener |
| propylcykloheksan | C ₁₄ |
| forgrenete C ₁₀ -alkaner | dimetylnaftalen |
| n-propylbenzen | etylnaftalen |
| etyltoluen | C ₁₅ |
| 1,3,5-trimetylbenzen | etyldimetylnaftalen |
| 1,2,4-trimetylbenzen | trimetylnaftalen |
| C ₁₀ | C ₄ -metylnaftalen |
| forgrenete C ₁₁ -alkaner | C ₁₆ |
| C ₄ -alkylbenzener | C ₁₇ |
| butylcykloheksan | C ₁₈ |
| metyllindan | C ₁₉ |
| C ₁₁ | dibutylftalat |
| C ₅ -alkylbenzener | |

Litteraturliste

1. Brandt, HCA, De Groot, PC, Molyneux, MKB, Tindle, PE. Sampling and analysis of bitumen fumes. Ann. occup. Hyg. 29, 27-80, 1985.
2. Gylseth, B, Pedersen, JR, Skyberg, K. Helsemessige effekter av isoleroljer. A. Generering, prøvetagning og analyse av oljetåke og damp fra isoleroljer. Rapport Yrkeshygienisk institutt HD 893/84. Oslo 1984.
3. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard ... Occupational exposure to asphalt fumes. Washington 1977.
4. Puzinauskas, VP. Exposure of paving workers to asphalt emmissions. Research report The asphalt institute no 80-1 College Park, Maryland 1980.

SPØRRESKJEMA

**ARBEIDSMILJØUNDERSØKELSE FOR ASFALTLEGGERE OG VEDLIKE-
HOLDSARBEIDERE**

Norsk Arbeidsmandsforbund, Asfaltentreprenørenes forening, Statens Vegvesen, Oslo Vegvesen og Statens arbeidsmiljøinstitutt samarbeider om en miljøundersøkelse for asfaltleggere og vedlikeholdsarbeidere.

I denne forbindelse ber vi om at vedlagte skjemaer fylles ut så nøyaktig som mulig. Skjemaene fylles ut siste arbeidsdag i en uke, og opplysningene refererer seg da til arbeidet de siste 5 dager.

Vedlikeholdsarbeidere fyller ikke ut asfaltdata.

Skjemaene behandles konfidensielt.

Skjemaene returneres til:

NAVN : _____ FØDT : _____

FIRMA : _____ ARB.STED : _____

HVOR MANGE ÅR HAR DU VÆRT VEDLIKEHOLDSARBEIDER ? : _____ ÅR

HVOR MANGE ARBEIDSTIMER SISTE UKE ? : _____ TIMER

HVILKEN ARBEIDSOPPGAVE HAR DU PÅ LAGET ? : _____

RØYKER DU ? IKKE AV OG TIL DAGLIG

ER DET BRUKT ANSIKTMASKE UNDER ARBEIDET ? JA NEI

HAR DU I LØPET AV SISTE UKE HATT FØLGENDE SYMPTOMER ?

| | | 1-2 | 3-5 |
|-----|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | IKKE | DGR. | DGR. |
| 1. | HODEPINE..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | SVIMMELHET..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | UNORMAL TRETTET..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | KVALME..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | REDUSERT MATLYST..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | MAGESMERTER..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. | SÅR HALS/HOSTE..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. | SØVNLØSHET..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. | SVIENDE ØYNE..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. | HUDUTSLETT..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. | SØTLIG LUKT..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12. ANDRE SYMPTOMER : _____

BAKGRUNNSDATA FRA SISTE ARBEIDSUKE

FIRMA _____ ARBEIDSSTED _____

DATE FOR UTFYLLING AV SKJEMAET _____

TRAFIKKBELASTNING PA ARBEIDSSTEDET LITEN STOR

ARBEID I TUNNEL/GARASJEANLEGG FRILUFT

VERDATA

| | VIND | | | CA. SKYGGETEMP. KL. 12.00-13.00 | NEDBØR | | | SOL | |
|-------|-------|------|-----|------------------------------------|--------|------|-----|-----|-----|
| | INGEN | LITT | MYE | | INGEN | LITT | MYE | JA | NEI |
| DAG 1 | | | | | | | | | |
| DAG 2 | | | | | | | | | |
| DAG 3 | | | | | | | | | |
| DAG 4 | | | | | | | | | |
| DAG 5 | | | | | | | | | |

ASFALTDATA

| | LEVERANDØR AV BITUMEN | TEMP. MASSE | AMINTILS. | | TYPEBETEGNELSER | | | | UTLAGT | |
|-------|--------------------------|----------------|-----------|-----|-----------------|---------|-------------|--------|--------|----|
| | | | JA | NEI | ASFALT | BITUMEN | KLEBEMIDDEL | AMINER | KG/M2 | M2 |
| DAG 1 | | | | | | | | | | |
| DAG 2 | | | | | | | | | | |
| DAG 3 | | | | | | | | | | |
| DAG 4 | | | | | | | | | | |
| DAG 5 | | | | | | | | | | |

SPESEIELLE FORHOLD VED ARBEIDSSITUASJON/PROSEDYRE SISTE UKE ?

STATISTISK RAPPORT NR. 162

ASFALT-FORSØKET

DEL 1

Hvilke symptomatiske plager opptrer oftere hos asfaltarbeidere enn hos vedlikeholdsarbeidere.

MEDSTAT

STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT

Leiv Sandvik

LS/MBO 26/10-88

Statistiske metoder

For å avgjøre om en observert frekvens-forskjell mellom asfalt- og vedlikeholds-gruppen er statistisk signifikant, er det benyttet en tosidig eksakt Fisher-Irwin test (1). For å avgjøre om en observert gjennomsnittsforskjell mellom gruppene er statistisk signifikant, er det benyttet en tosidig Wilcoxon rang-sum test (2). Signifikansnivå: 5%.

Referanser

1. Kendall, M & Stuart, A (1977):
The advanced theory of statistics.
Charles Griffin & Co.
2. Lehmann, E.L. (1975):
Nonparametrics: Statistical methods based on ranks.
Holden-Day Inc. San Francisco.

Innledende kommentarer

1. I denne rapport-delen er sikte-målet å kartlegge hvilke av de registrerte symptomatiske plager som opptrer oftere hos asfalt-arbeidere enn hos vedlikeholds-arbeidere. Vi tar i analysen hensyn til eventuelle forskjeller i viktige bakgrunnsvariabler som røykevaner, alder, "arbeids-erfaring" og "antall arbeidstimer siste uke", samt hvorvidt vedlikeholds-arbeideren har drevet med asfalt-arbeide siste uke/siste 2 år.
2. Vi har valgt å benytte relativt enkle analyse-metoder i denne rapport-delen, bl.a. fordi de anses å være tilstrekkelig "dyptpløyende", og dessuten mer illustrative enn mer komplekse analyse-metoder (f.eks. kovarians-analyse).
3. Vi har tre grupper i denne undersøkelsen:
 1. Asfalt-arbeidere m/gass-målinger
 2. Asfalt-arbeidere u/gass-målinger
 3. Vedlikeholds-arbeidere.

I analysen er kun gruppe 2 og gruppe 3 sammenlignet ved signifikans-beregning. Dette er gjort bl.a. fordi disse gruppene er behandlet likt ved informasjons-innhenting (tilsendte spørreskjemaer). Gruppe 2 blir omtalt som "asfalt-gruppen" i tabell-kommentarene.

4. Vi har her ikke vurdert hvorvidt svar-prosentene i asfalt- og vedlikeholds-gruppen kan forklare forskjeller på symptomene. Dette vil bli vurdert i del-rapport no.....

Tabell 1 Hodepine

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 55 (69.6) | 191 (75.2) | 188 (76.1) |
| 1-2 dgr. | 16 (20.3) | 56 (22.1) | 53 (21.5) |
| 3-5 dgr. | 8 (10.1) | 7 (2.8) | 6 (2.4) |
| p-verdi | <--- p=0.89 ---> | | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 2 Svimmelhet

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 72 (91.1) | 235 (92.5) | 226 (91.5) |
| 1-2 dgr. | 5 (6.3) | 15 (5.9) | 18 (7.3) |
| 3-5 dgr. | 2 (2.5) | 4 (1.6) | 3 (1.2) |
| p-verdi | <--- p=0.80 ---> | | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 3 Unormal tretthet

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 51 (64.6) | 191 (75.2) | 209 (84.6) |
| 1-2 dgr. | 17 (21.5) | 37 (14.6) | 24 (9.7) |
| 3-5 dgr. | 11 (13.9) | 26 (10.2) | 14 (5.7) |
| p-verdi | <--- p=0.012---> | | |

Kommentar

Unormal tretthet forekom signifikant oftere i asfalt-gruppen (24.8%) enn i vedlikeholds-gruppen (15.4%) (p=0.012).

Tabell 4 Kvalme

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 76 (96.2) | 239 (94.1) | 234 (94.7) |
| 1-2 dgr. | 3 (3.8) | 13 (5.1) | 10 (4.1) |
| 3-5 dgr. | 0 (0.0) | 2 (0.8) | 3 (1.2) |
| p-verdi | <--- p=0.90 ---> | | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 5 Redusert matlyst

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 68 (86.1) | 228 (89.8) | 235 (95.1) |
| 1-2 dgr. | 10 (12.7) | 19 (7.5) | 10 (4.1) |
| 3-5 dgr. | 1 (1.3) | 7 (2.8) | 2 (0.8) |
| p-verdi | <--- p=0.036---> | | |

Kommentar

Redusert matlyst forekom signifikant oftere i asfalt-gruppen (10.2%) enn i vedlikeholds-gruppen (4.9%) (p=0.036).

Tabell 6 Magesmerter

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 76 (96.2) | 226 (89.0) | 217 (87.9) |
| 1-2 dgr. | 1 (1.3) | 18 (7.1) | 25 (10.1) |
| 3-5 dgr. | 2 (2.5) | 10(3.9) | 5 (2.0) |
| p-verdi | <--- p=0.80 ---> | | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 7 Sår hals/hoste

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 50 (63.3) | 188 (74.0) | 205 (83.0) |
| 1-2 dgr. | 17 (21.5) | 39 (15.4) | 29 (11.7) |
| 3-5 dgr. | 12 (15.2) | 27 (10.6) | 13 (5.3) |
| p-verdi | <--- p=0.020---> | | |

Kommentar

Sår hals/hoste forekom signifikant oftere i asfalt-gruppen (26.0%) enn i vedlikeholds-gruppen (17.0%) (p=0.020).

Tabell 8 Søvnløshet

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 68 (86.1) | 232 (91.3) | 229 (92.7) |
| 1-2 dgr. | 9 (11.4) | 17 (6.7) | 16 (6.5) |
| 3-5 dgr. | 2 (2.5) | 5 (2.0) | 2 (0.8) |
| p-verdi | <--- p=0.69 ---> | | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 9 Sviende øyne

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 43 (54.4) | 175 (68.9) | 211 (85.4) |
| 1-2 dgr. | 18 (22.8) | 57 (22.4) | 26 (10.5) |
| 3-5 dgr. | 18 (22.8) | 22 (8.7) | 10 (4.1) |
| p-verdi | <--- p<0.001---> | | |

Kommentar

Sviende øyne forekom signifikant oftere i asfalt-gruppen (31.1%) enn i vedlikeholds-gruppen (14.6%) (p<0.001).

Tabell 10 Hudutslett

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|------------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 78 (98.7) | 238 (93.7) | 236 (95.6) |
| 1-2 dgr. | 1 (1.3) | 9 (3.5) | 3 (1.2) |
| 3-5 dgr. | 0 (0.0) | 7 (2.8) | 8 (3.2) |
| p-verdi | <--- p=0.47 ---> | | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 11 Søtlig lukt

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|------------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Ingen | 71 (89.9) | 241 (94.9) | 238 (96.4) |
| 1-2 dgr. | 4 (5.1) | 7 (2.8) | 6 (2.4) |
| 3-5 dgr. | 4 (5.1) | 6 (2.4) | 3 (1.2) |
| p-verdi | | <--- p=0.56 ---> | |

Kommentar

Ingen tendens til forskjell her.

Tabell 12 "Andre symptomer"

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|---------|---------------|------------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Prosent | 8.9 | 14.6 | 7.7 |
| p-verdi | | <--- p=0.021---> | |

Kommentar

"Andre symptomer" forekom signifikant oftere i asfalt-gruppen (14.6) enn i vedlikeholds-gruppen (7.7%) (p=0.021).

Kommentarer til tabell 1-12

1. 56 personer i vedlikeholds-gruppen hadde vært med på asfalt-legging mer enn 20 hele arbeidsdager de siste 2 år. Vi har kjørt ut tabell 1-12 uten disse 56 personene, men resultatene ble praktiske talt uendret (litt større forskjell mellom asfalt-gruppen og vedlikeholds-gruppen). Vi valgte derfor å ta disse 56 personene med i tabell 1-12.
2. 35 personer i vedlikeholds-gruppen hadde vært med på asfalt-legging mer enn 1 time daglig den siste uka. Vi har kjørt ut tabell 1-12 uten disse 35 personene, men resultatene ble praktisk talt uendret (litt større forskjell mellom asfalt-gruppen og vedlikeholds-gruppen). Vi valgte derfor å ta med disse 35 personene i tabell 1-12.

Tabell 13 Symptom-sum *

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 254 | 247 |
| Gj.snitt | 1.94 | 1.39 | 0.75 |
| SEM | 0.22 | 0.10 | 0.08 |
| SD | 1.9 | 1.6 | 1.3 |
| Range | 0-7 | 0-7 | 0-8 |
| p-verdi | p<0.001 | | |

Kommentar

Asfalt-gruppen hadde signifikant høyere symptom-sum enn vedlikeholds-gruppen (p<0.001).

* Summen av score på unormal tretthet, redusert matlyst, sår hals/hoste, sviende øyne og "andre symptomer", der "ikke" har score 0, "1-2 dgr" har score 1 og "3-5 dgr" har score 2.

Tabell 14 Røykevaner

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|------------------|------------------|---------------|-------------|
| Besvart | 79 | 251 | 243 |
| Røyker ikke | 31 (39.2) | 94 (37.5) | 126 (51.9) |
| Røyker av og til | 6 (7.6) | 25 (10.0) | 18 (7.4) |
| Røyker daglig | 42 (53.2) | 132 (52.6) | 99 (40.7) |
| Ikke besvart | 0 | 3 | 4 |
| p-verdi | <--- p=0.011---> | | |

Kommentar

Personer som røyker daglig forekom signifikant oftere i asfalt-gruppen (52.6%) enn i vedlikeholds-gruppen (40.7%) (p=0.011).

Tabell 15 Alder (år)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|---------------|-------------|
| n | 79 | 250 | 241 |
| Gj.snitt | 33.2 | 35.8 | 47.1 |
| SEM | 1.2 | 0.8 | 0.7 |
| SD | 11 | 13 | 11 |
| Range | 19-62 | 18-66 | 20-64 |
| p-verdi | | p<0.001 | |

Kommentar

Asfalt-gruppen var signifikant yngre enn vedlikeholds-gruppen (p<0.001).

Tabell 16 Arbeidserfaring (Antall år som asfalt/
vedlikeholds-arbeider)

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|---------------|-------------|
| n | 78 | 251 | 243 |
| Gj.snitt | 6.7 | 9.0 | 14.1 |
| SEM dgr. | 0.8 | 0.5 | 0.7 |
| SD | 7 | 8 | 10 |
| Range | 0-35 | 0-41 | 0-42 |
| p-verdi | | p<0.001 | |

Kommentar

Asfalt-gruppen har signifikant kortere "arbeids-erfaring" enn vedlikeholds-gruppen (p<0.001).

Tabell 17 Antall arbeidstimer siste uke

| | Asfalt m/gass | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|---------------|-------------|
| n | 78 | 240 | 237 |
| Gj.snitt | 44.4 | 45.6 | 38.0 |
| SEM | 1.2 | 0.5 | 0.3 |
| SD | 10 | 8 | 4 |
| Range | 21-86 | 34-82 | 16-83 |
| p-verdi | | p<0.001 | |

Kommentar

Asfalt-gruppen hadde signifikant lengre arbeidsuke enn vedlikeholds-gruppen (p<0.001).

Tabell 14-17 viser at asfalt-gruppen og vedlikeholds-gruppen er forskjellige mht. variablene røykevaner, alder, "arbeids-erfaring" og antall arbeidstimer siste uke. For å undersøke i hvilken grad disse forskjellene kan forklare forskjellene i tabellene 1-12, har vi laget tabellene 18-27.

Tabell 18 Unormal tretthet i relasjon til røykevaner *

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | Ikke-røyker | Røyker | Ikke-røyker | Røyker |
| n | 119 | 132 | 144 | 99 |
| Prosent | 27.7 | 22.0 | 13.9 | 16.2 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i røykevaner ikke forklarer forskjell i unormal tretthet mellom asfalt-gruppen og vedlikeholds-gruppen.
2. Forskjellen ser ut til å være størst for ikke-røykere.

Tabell 19 Redusert matlyst i relasjon til røykevaner

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | Ikke-røyker | Røyker | Ikke-røyker | Røyker |
| n | 119 | 132 | 144 | 99 |
| Prosent | 10.1 | 9.8 | 3.5 | 7.1 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i røykevaner ikke forklarer forskjell i redusert matlyst mellom asfalt- og vedlikeholds-gruppen.
2. Forskjellen ser ut til å være størst for ikke-røykere.

* Røyker : Person som røyker daglig.
Ikke-røyker: Øvrige personer.

Tabell 20 Sår hals/hoste i relasjon til røykevaner

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | Ikke-røyker | Røyker | Ikke-røyker | Røyker |
| n | 119 | 132 | 144 | 99 |
| Prosent | 26.9 | 25.8 | 14.6 | 21.2 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i røykevaner ikke forklarer forskjell i sår hals/hoste mellom asfalt og vedlikeholdsgruppen.
2. Forskjellen ser ut til å være størst for ikke-røykere.

Tabell 21 Sviende øyne i relasjon til røykevaner

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | Ikke-røyker | Røyker | Ikke-røyker | Røyker |
| n | 119 | 132 | 144 | 99 |
| Prosent | 29.4 | 32.6 | 14.6 | 14.1 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i røykevaner ikke forklarer forskjell i sviende øyne mellom asfalt- og vedlikeholdsgruppen.
2. Ingen vesentlig forskjell på røykere og ikke-røykere her.

Tabell 22 "Andre symptomer" i relasjon til røykevaner

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | Ikke-røyker | Røyker | Ikke-røyker | Røyker |
| n | 119 | 132 | 144 | 99 |
| Prosent | 16.8 | 12.9 | 6.9 | 9.1 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i røykevaner ikke forklarer forskjell i "andre symptomer" mellom asfalt- og vedlikeholdsgruppen.
2. Forskjellen ser ut til å være størst for ikke-røykere.

Tabell 23 Unormal tretthet i relasjon til alder

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | <40 år | ≥40 år | <40 år | ≥40 år |
| n | 163 | 87 | 60 | 181 |
| Prosent | 23.9 | 26.4 | 20.0 | 13.8 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i alder ikke forklarer forskjell i unormal tretthet mellom asfalt- og vedlikeholdsgruppen.
2. Forskjellen synes å være størst for personer ≥40 år.

Tabell 24 Redusert matlyst i relasjon til alder

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | <40 år | ≥40 år | <40 år | ≥40 år |
| n | 163 | 87 | 60 | 181 |
| Prosent | 11.0 | 9.2 | 6.7 | 4.4 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i alder ikke forklarer forskjell i redusert matlyst mellom asfalt- og vedlikeholdsgruppen.
2. Ingen klar alders-relasjon her.

Tabell 25 Sår hals/hoste i relasjon til alder

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | <40 år | ≥40 år | <40 år | ≥40 år |
| n | 163 | 87 | 60 | 181 |
| Prosent | 30.1 | 18.4 | 21.7 | 15.5 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i alder ikke forklarer forskjell i sår hals/hoste mellom asfalt- og vedlikeholdsgruppen.
2. Forskjellen ser ut til å være størst for personer <40 år.

Tabell 26 Sviende øyne i relasjon til alder

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | <40 år | ≥40 år | <40 år | ≥40 år |
| n | 163 | 87 | 60 | 181 |
| Prosent | 30.1 | 33.3 | 18.3 | 13.3 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i alder ikke forklarer forskjell i sviende øyne mellom asfalt-gruppen og vedlikeholdsgruppen.
2. Ingen klar aldersrelasjon her.

Tabell 27 "Andre symptomer" i relasjon til alder

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|---------|---------------|--------|-------------|--------|
| | <40 år | ≥40 år | <40 år | ≥40 år |
| n | 163 | 87 | 60 | 181 |
| Prosent | 14.7 | 14.8 | 3.3 | 8.8 |

Kommentar

1. Denne tabellen viser at forskjell i alder ikke forklarer forskjell i "andre symptomer" mellom asfalt- og vedlikeholdsgruppen.
2. Ingen klar alders-relasjon her.

Kommentar til tabell 18-27

1. Vi har laget tilsvarende tabeller for "arbeids-erfaring" og antall arbeidstimer siste uke. Disse viste at forskjell i disse variablene ikke forklarer forskjellen mellom asfalt- og vedlikeholds-gruppen mht. unormal tretthet, redusert matlyst, sår hals/hoste, sviende øyne og "andre symptomer".

Generelle konklusjoner

1. Det er klare indisier i dataene på at asfalt-arbeidere oftere er plaget av

- unormal tretthet
- redusert matlyst
- sår hals/hoste
- sviende øyne
- "andre symptomer"

enn vedlikeholdsarbeidere.

(Forskjellen var spesielt stor for sviende øyne; 31.1% mot 14.6%, $p < 0.001$).

2. Disse observerte forskjellene skyldes ikke forskjeller i røykevaner, alder, "arbeids-erfaring" eller "antall arbeids-timer siste uke" mellom asfalt- og vedlikeholds-gruppen.

3. For de andre symptom-typene:

- hodepine
- svimmelhet
- kvalme
- magesmerter
- søvnløshet
- hudutslett
- søtlig luft

var det ingen tendens til forskjell mellom asfalt- og vedlikeholds-gruppen.

4. For symptomene der det var forskjell mellom asfalt- og vedlikeholds-gruppene, var forskjellen generelt noe større for ikke-røykere enn for røykere.

5. Resultatene i gruppen "asfalt-arbeidere med gass-målinger" understøtter de konklusjonene som er angitt her.

6. Antall personer pr. gruppe synes å være gunstig mht. å belyse den problem-stillingen som er diskutert her. (Vi har påvist flere forskjeller som statistisk signifikante, og disse synes også å være så store at de er av medisinsk interesse).

Tabell 28 Alder i relasjon til røykevaner

| | Asfalt u/gass | | Vedlikehold | |
|----------|---------------|--------|-------------|--------|
| | Ikke-røyker | Røyker | Ikke-røyker | Røyker |
| n | 116 | 131 | 140 | 98 |
| Gj.snitt | 35.0 | 36.0 | 47.3 | 46.8 |
| SEM | 1.2 | 1.0 | 0.9 | 1.1 |
| SD | 13 | 12 | 11 | 11 |
| Range | 18-66 | 18-64 | 21-62 | 20-64 |
| p-verdi | p=0.23 | | p=0.67 | |

Kommentar

Det var ingen signifikant forskjell i alder mellom røykere og ikke-røykere.

Tabell 29 Trafikk-belastning på arbeidsstedet

| | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|---------|---------------|-------------|
| n | 232 | 167 |
| Liten | 175 | 80 |
| Stor | 57 (24.6%) | 87 (52.1%) |
| p-verdi | p<0.001 | |

Kommentar

Trafikk-belastningen på arbeidsstedet var signifikant større i vedlikeholds-gruppa enn i asfalt-gruppa (p<0.001).

Tabell 30 Hvor arbeidet ble utført

| | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------------|---------------|-------------|
| n | 229 | 157 |
| Tunnel/garasje | 18 (7.8%) | 2 (1.3%) |
| Friluft | 211 | 155 |
| p-verdi | p=0.012 | |

Kommentar

Arbeide i tunnel/garasje var signifikant sjeldnere i vedlikeholds-gruppa enn i asfalt-gruppa (p=0.012).

Tabell 31 Gjennomsnittlig vindstyrke i forsøksuka *

| | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|-------------|
| n | 201 | 155 |
| Gj.snitt | 0.70 | 0.62 |
| SEM | 0.03 | 0.03 |
| SD | 0.36 | 0.37 |
| Range | 0-2 | 0-2 |
| p-verdi | p=0.13 | |

Kommentar

Ingen signifikant forskjell her.

* Tunnel-arbeide ekskludert

Tabell 32 Gjennomsnittlig skygge-temp. kl. 12-13.00 *

| | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|-------------|
| n | 173 | 142 |
| Gj.snitt | 14.3 | 15.6 |
| SEM | 0.3 | 0.3 |
| SD | 3.7 | 3.7 |
| Range | 5-22 | 3-27 |
| p-verdi | p=0.022 | |

Kommentar

Gjennomsnittlig skygge-temperatur var signifikant høyere i vedlikeholds-gruppa enn i asfalt-gruppa (p=0.022).

Tabell 33 Gjennomsnittlig nedbørsmengde i forsøksuka *

| | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|-------------|
| n | 202 | 154 |
| Gj.snitt | 0.80 | 0.59 |
| SEM | 0.03 | 0.04 |
| SD | 0.45 | 0.43 |
| Range | 0-2 | 0-2 |
| p-verdi | p<0.001 | |

Kommentar

Gjennomsnittlig nedbørsmengde var signifikant lavere i vedlikeholds-gruppa enn i asfalt-gruppa (p<0.001).

* Tunnel-arbeide ekskludert

Tabell 34 Andel sol-dager i forsøksuka (prosent) *

| | Asfalt u/gass | Vedlikehold |
|----------|---------------|-------------|
| n | 177 | 149 |
| Gj.snitt | 53 | 62 |
| SEM | 3 | 2 |
| SD | 37 | 26 |
| Range | 0-100 | 0-100 |
| p-verdi | p=0.043 | |

Kommentar

Andel sol-dager i forsøksuka var signifikant høyere i vedlikeholds-gruppa enn i asfalt-gruppa (p=0.043).

* Tunnel-arbeide ekskludert

Kommentarer til tabell 29-34

1. Vi finner i disse tabellene at asfalt-gruppa og vedlikeholds-gruppa er signifikant forskjellig mht.
 - trafikk-belastning
 - om arbeidet foregår i tunnel
 - værforhold (det er varmere, mere sol og mindre nedbør i forsøksuka i vedlikeholds-gruppa).
2. Mht. trafikk-belastning og værforhold, ble det ikke påvist noen sammenheng mellom disse variablene og symptom-sum, hverken i asfalt-gruppa eller i vedlikeholds-gruppa (Se forøvrig tabell 4 i del 2). Dette innebærer at forskjeller i trafikk-belastning og værforhold ikke forklarer forskjellene mht. unormal tretthet, redusert matlyst, sår hals/hoste, sviende øyne og "andre symptomer".
3. Mht. forskjeller mht. om arbeidet foregår i tunnel, så er denne faktorens betydning belyst i tabell 3, del 2. Denne tabellen viser at dersom vi bare tar med de som arbeider i friluft, finner vi fortsatt en klar forskjell mellom asfalt-gruppa og vedlikeholds-gruppa mht. symptom-sum.

Tabell 35 Korrelasjon mellom symptom-sum og antall arbeidstimer siste uke.

Asfalt u/gass : $r = 0.08$ (n=201, p=0.28)

Vedlikehold : $r = 0.00$ (n=150, p=1.00)

36. Kan lav svarprosent i enkelte arbeidsgrupper ha påvirket resultatene vedr. "symptom-sum" ?

For å få et inntrykk av om dette er et problem, ble det for hver person beregnet antall i vedkommendes arbeidsgruppe som har fylt ut og returnert registrerings-skjemaet. Dette tallet ble kalt gruppens svarfrekvens. Vi fant at korrelasjonen mellom svarfrekvens og "symptom-sum" var $r=0.02$ ($n=254$, $p=0.98$).

Dette resultatet tyder på at lav svarprosent i enkelte arbeidsgrupper ikke har påvirket resultatene vedr. "symptom-sum" .

STATISTISK RAPPORT NR. 166

ASFALT-FORSØKET

DEL 2

Asfalt-gruppen uten gass-målinger.

Undersøkelse av mulige sammenhenger mellom "asfalt-spesifikke symptomer" og

- trafikkbelastning
- arbeide i friluft (ja/nei)
- vær-variablene
- asfalt-variablene
- arbeidsoperasjoner

MEDSTAT

Statens arbeidsmiljøinstitutt

Leiv Sandvik

LS/MBO 26/10-88

Innledende kommentarer

1. Det benyttes de samme statistiske metoder her som i del 1.
2. Ved korrelasjons-analysen er det benyttet Spearman's korrelasjons-koeffisient.
3. Med "symptom-sum" menes her summen av score på variablene
 - unormal tretthet
 - redusert matlyst
 - sår hals/hoste
 - sviende øyne
 - "andre symptomer"

Av naturlige årsaker (del 1) blir "symptom-sum" omtalt som "grad av asfalt-spesifikke symptomer".

Tabell 1 Symptom-sum i relasjon til trafikk-belastning

| | Trafikk-belastning | |
|---------|--------------------|------|
| | Liten | Stor |
| n | 175 | 57 |
| Mean | 1.41 | 1.09 |
| SEM | 0.13 | 0.17 |
| SD | 1.7 | 1.3 |
| Range | 0-7 | 0-4 |
| p-verdi | p=0.41 | |

Kommentar

Denne tabellen tyder på at "asfalt-spesifikke symptomer" ikke var relatert til trafikk-belastning.

Tabell 2 Symptom-sum i relasjon til hvorvidt arbeidet ble utført i friluft

| | Tunnel/ garasjeanlegg | Friluft |
|---------|--------------------------|---------|
| | n | 18 |
| Mean | 2.44 | 1.25 |
| SEM | 0.54 | 0.11 |
| SD | 2.3 | 1.5 |
| Range | 0-7 | 0-7 |
| p-verdi | p=0.024 | |

Kommentar

"Asfalt-spesifikke symptomer" opptrer signifikant hyppigere når asfalt-legging ble utført i tunnel/garasje-anlegg enn når det ble utført i friluft (p=0.024).

For å undersøke om asfalt-arbeide i friluft gir mer "asfalt-spesifikke symptomer" enn vedlikeholds-arbeide, ble tabell 3 laget.

Tabell 3 Symptom-sum. Asfalt-arbeide i friluft vs vedlikeholds-arbeide

| | Asfalt u/gass i friluft | Vedlike- hold |
|---------|----------------------------|------------------|
| n | 211 | 247 |
| Mean | 1.25 | 0.75 |
| SEM | 0.11 | 0.08 |
| SD | 1.5 | 1.3 |
| Range | 0-7 | 0-8 |
| p-verdi | p<0.001 | |

Kommentar

Selv om vi fjerner de som har arbeidet i tunnel/garasje-anlegg i asfalt-gruppen, finner vi en klar forskjell mellom asfalt-arbeidere og vedlikeholds-arbeidere m.h.t. "symptom-sum" (p<0.001).

For å avgjøre om det er sammenheng mellom vær-variablene og "asfalt-spesifikke symptomer", er det for hver person i asfalt-gruppen beregnet:

- laveste, høyeste og gjennomsnittlig vind-styrke i forsøksuka (kodet som 0, 1 og 2).
- laveste, høyeste og gjennomsnittlig skygge-temperatur i forsøksuka.
- laveste, høyeste og gjennomsnittlig nedbør i forsøksuka. (Kodet 0, 1 og 2).
- antall dager i forsøksuka med sol.

Deretter ble det for hver av disse indeksene beregnet korrelasjoner (Spearman's korrelasjons koeffisient) mellom indeksen og "symptom sum". Resultatene er presentert i tabell 4.

Merk:

I denne analysen inngår bare personer i asfalt-gruppen som arbeider i friluft.

Tabell 4 Korrelasjoner mellom "symptom-sum" og vindstyrke, skygge-temperatur kl. 12.00-13.00, nedbørsmengde og antall soldager i forsøksuka

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Vindstyrke (n=201) | Gj.snittlig: r = 0.01 (p=0.84) |
| | Høyeste : r = 0.00 (p=0.99) |
| | Laveste : r = 0.01 (p=0.84) |
| Skygge-temp kl 12-13.00 (n=173) | Gj.snittlig: r = 0.02 (p=0.83) |
| | Høyeste : r = 0.01 (p=0.91) |
| | Laveste : r = 0.04 (p=0.62) |
| Nedbørs- mengde (n=202) | Gj.snittlig: r = -0.01 (p=0.88) |
| | Høyeste : r = -0.02 (p=0.82) |
| | Laveste : r = -0.01 (p=0.89) |
| Andel sol-dager (n=177) | : r = 0.05 (p=0.52) |

Kommentarer

Denne tabellen tyder på at i denne studien er forekomst av "asfalt-spesifikke symptomer" uavhengig av vindstyrke, nedbørsmengde, skyggetemperatur og andel sol-dager i arbeidsuka.

For å avgjøre om det er sammenheng mellom asfalt-variablene og "asfalt-spesifikke symptomer", er det for hver person i asfalt-gruppen beregnet:

- gjennomsnittlig temperatur på asfalt-massen i forsøksuka.
- høyeste samt gjennomsnittlig asfaltmasse (tonn) lagt pr. dag i forsøksuka.

Vi har også sett på "asfalt-spesifikke symptomer" i relasjon til

- olje-selskap
- amin-tilsetning (ja/nei)
- hårdhet av bitumen

Vi har ikke relatert "asfalt-spesifikke symptomer" til klebemiddel og "prosent bitumen i asfalt-massen", fordi dette var likt for alle arbeidslagene.

Resultatene av disse analysene er presentert i tabell 5-8.

Merk:

1. I denne analysen inngår bare personer i asfalt-gruppen som arbeider i friluft.
2. "Høyeste asfalt temperatur" ble ikke evaluert, fordi denne var lik gjennomsnittlig asfalt temperatur for nesten alle lagene.

Tabell 5 Korrelasjoner mellom "symptom-sum" og asfalt temperatur og asfalt masse lagt pr. dag

Asfalt-temperatur : $r = 0.22$ ($p = 0.002$)
($n = 200$)

Asfalt-masse: Gj.snittlig : $r = 0.07$ ($p = 0.33$)
($n = 177$) Høyeste : $r = 0.10$ ($p = 0.20$)

Kommentar

I denne studien er det en signifikant positiv korrelasjon mellom "asfalt-spesifikke symptomer" og asfalt-temperatur ($r = 0.22$, $p = 0.002$).

Det er også en svak tendens til positiv korrelasjon mellom asfalt-masse lagt pr. dag og "asfalt-spesifikke symptomer", men denne korrelasjonen er langt fra statistisk signifikant.

Tabell 6 "Symptom-sum" i relasjon til asfalt-temperatur

| | Gjennomsnittlig asfalt-temperatur (°C) | | | | | |
|-------|--|---------|---------|---------|---------|------|
| | 120-145 | 146-150 | 151-155 | 156-165 | 166-175 | >175 |
| n | 23 | 29 | 26 | 79 | 27 | 16 |
| Mean | 0.30 | 1.07 | 1.12 | 1.53 | 1.48 | 1.38 |
| SD | 0.8 | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 1.3 | 1.7 |
| Range | 0-3 | 0-5 | 0-4 | 0-7 | 0-4 | 0-5 |

Kommentarer

Denne tabellen indikerer at hvis asfalt-temperaturen

- er under 145°C, gir asfalt-arbeide praktisk talt ingen "asfalt-spesifikke symptomer".
- er mellom 145 og 155 °C, gir asfalt arbeide svake "asfalt-spesifikke symptomer" hos enkelte (merk at gjennomsnittlig "symptom-sum" i vedlikeholdsgruppen er 0.75).
- er over 155 °C, gir asfalt-arbeide en markant økning i "asfalt-spesifikke symptomer", men det ser ut til at det har ingen betydning om temperaturen er 160, 170 eller 180 °C.

Tabell 7 "Symptom-sum" i relasjon til bitumen leverandør

| | n | Mean | SD | Range |
|-------------|----|------|-----|-------|
| Shell | 59 | 1.33 | 1.3 | 0-5 |
| Norol | 32 | 1.22 | 1.8 | 0-7 |
| Esso | 49 | 1.25 | 1.6 | 0-7 |
| Fina | 24 | 0.83 | 1.6 | 0-7 |
| Shell/Norol | 10 | 1.40 | 1.3 | 0-3 |
| Norol/Esso | 7 | 1.57 | 1.6 | 0-4 |

Kommentar

Denne tabellen indikerer at bitumen fra Shell, Norol og Esso gir omtrent like mye "asfalt-spesifikke symptomer", mens bitumen fra Fina gir noe mindre symptomer. Merk imidlertid at forskjellen mellom leverandørene ikke er statistisk signifikant ($p=0.31$, Kruskal Wallis test), samt at gjennomsnittstemperaturen på asfaltmassen fra Fina var 136°C , mot $162/160/161^{\circ}\text{C}$ for de andre selskapene.

Konklusjon

Denne undersøkelsen indikerer at det ikke er forskjell mellom de 4 bitumen-leverandørene m.h.t. "asfalt-spesifikke symptomer".

Tabell 8 "Symptom-sum" i relasjon til amin-tilsetning

| | Amin-tilsetning | |
|----------|-----------------|------|
| | Nei | Ja |
| n | 148 | 38 |
| Gj.snitt | 1.31 | 0.71 |
| SEM | 0.12 | 0.23 |
| SD | 1.5 | 1.4 |
| Range | 0-7 | 0-6 |
| p-verdi | $p=0.004$ | |

Kommentarer

- Personer som jobbet med asfalt med amin-tilsetning hadde signifikant mindre "asfalt-spesifikke symptomer" enn personer som jobbet med asfalt uten amin-tilsetning ($p=0.004$).
- Dette er et "merkverdig" funn som bør undersøkes nærmere: Hva med temperaturforskjellen? Det viser seg at gjennomsnittlig asfalt-temperatur var 144°C på asfalt med amin-tilsetning, mot 161°C på asfalt uten amin-tilsetning ($p<0.001$). For å undersøke i hvilken grad denne temperaturforskjellen forklarer forskjellen i tabell 8, ble tabell 9 laget.

Tabell 9 "Symptom-sum" i relasjon til amin-tilsetning, for asfalt over og under 155°C

| Asfalt-temperatur | Amin-tilsetning | | |
|-------------------|-----------------|------|------|
| | | Nei | Ja |
| < 155°C | n | 42 | 17 |
| | Gj.snitt | 1.00 | 0.06 |
| | SD | 1.2 | 0.2 |
| ≥ 155°C | n | 106 | 19 |
| | Gj.snitt | 1.43 | 1.00 |
| | SD | 1.6 | 1.6 |

Kommentarer

1. Denne tabellen tyder på at forskjellen i tabell 8 kun i liten grad kan tilskrives forskjeller i asfalt-temperatur.
2. Forskjellen i tabell 9 for asfalt-temperatur > 155°C er ikke statistisk signifikant (p=0.14), mens forskjellen er signifikant for asfalt-temperatur <155°C (p=0.002).

Tabell 10 "Symptom-sum" i relasjon til bitumens hårdhets-grad

| | Bitumens hårdhets-grad | | | | |
|----------|------------------------|------|--------|------|------|
| | 60 | 85 | 85/180 | 180 | >180 |
| n | 21 | 14 | 16 | 111 | 20 |
| Gj.snitt | 1.24 | 0.57 | 0.94 | 1.57 | 0.35 |
| SD | 1.6 | 0.8 | 1.1 | 1.7 | 0.8 |
| Range | 0-5 | 0-2 | 0-3 | 0-7 | 0-3 |

Kommentarer

1. Denne tabellen tyder på at det er ingen klar sammenheng mellom bitumens hårdhets-grad og "asfalt-spesifikke symptomer".
2. Gjennomsnittlig asfalt-temperatur var 128°C i gruppen "hårdhets-grad >180", mot nær 160°C i de andre gruppene. Hvis vi fjerner denne gruppen og tester gruppen "hårdhets-grad 180" mot de andre gruppene samlet, finner vi at det er signifikant høyere "symptom-sum" i gruppen "hårdhets-grad 180" (p=0.024).
3. Denne "ekstra-analysen" tyder på at bitumens hårdhets-grad kan ha en viss betydning for grad av "asfalt-spesifikke symptomer".

Tabell 11 "Symptom-sum" i relasjon til arbeidsoperasjon

| | n | Gj.snitt | SD | Range |
|-------------------|----|----------|-----|-------|
| Bas | 45 | 1.22 | 1.6 | 0-7 |
| Skyffel-arbeider | 62 | 1.31 | 1.6 | 0-7 |
| Utlegger-fører | 44 | 1.48 | 1.6 | 0-7 |
| Valse-fører | 42 | 1.14 | 1.4 | 0-6 |
| Sprøytevogn-fører | 18 | 0.83 | 1.0 | 0-3 |

Kommentar

De observerte forskjellene mellom arbeids-operasjonene er ikke statistisk signifikant ($p=0.66$, Kruskall-Wallis test). Dette tyder på at de observerte forskjeller mellom arbeidsoperasjonene godt kan skyldes tilfeldigheter.

Generell kommentar

Som en skjekk på om forskjellen i tabell 2 kan skyldes forskjeller i asfalt-temperatur, ble gjennomsnittlig asfalt-temperatur beregnet for de to gruppene i tabellen. Vi fant at gjennomsnittlig asfalt-temperatur var h.h.v. 158/158°C. Vi kan derfor konkludere at forskjellen i tabell 2 ikke skyldes forskjeller i arbeids-temperatur.

Oppsummering

I denne analysen fant vi ingen klar sammenheng mellom grad av "asfalt-spesifikke symptomer" og

- trafikk-belastning
- vindstyrke
- skygge-temperatur
- nedbørsmengde
- antall soldager
- asfalt-masse lagt pr. dag
- bitumen-leverandør
- arbeids-operasjon

Vi fant at grad av "asfalt-spesifikke symptomer" var

- høyere når asfalt-leggingen foregikk i tunnel/garasje-anlegg enn i friluft.
- stigende med stigende asfalt-temperatur (155°C synes å være en kritisk grense).
- lavere for asfalt med amin-tilsetning enn uten amin-tilsetning.

Tabell 6 b De 5 enkelt-symptomene i relasjon til asfalt-temperatur

| | Gjennomsnittlig asfalt-temp (°C) | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | 120 -145 | 146 -150 | 151 -155 | 156 -165 | 166 -175 | >175 |
| n | 23 | 29 | 26 | 79 | 27 | 16 |
| Unormal tretthet | 1 (4%) | 3 (10%) | 3 (12%) | 31 (39%) | 5 (19%) | 4 (25%) |
| Redusert matlyst | 0 (0%) | 2 (7%) | 6 (23%) | 10 (13%) | 0 (0%) | 1 (6%) |
| Sår hals/hoste | 2 (9%) | 5 (17%) | 10 (39%) | 17 (22%) | 9 (33%) | 5 (31%) |
| Sviende øyne | 2 (9%) | 10 (34%) | 3 (12%) | 24 (30%) | 16 (59%) | 5 (31%) |
| Andre symptomer | 0 (0%) | 3 (10%) | 1 (4%) | 11 (14%) | 4 (15%) | 3 (19%) |

Kommentarer

Denne tabellen indikerer at

- Unormal tretthet øker ved 155 °C
- Sår hals/hoste øker ved 150 °C
- Sviende øyne øker ved 145 °C
- Redusert matlyst/andre symptomer har en uklar relasjon til asfalt-temperatur.

Tabell 8 B De 5 enkelt-symptomene i relasjon til amin-tilsetning

| | Amin-tilsetning | |
|------------------|-----------------|------------|
| | Nei | Ja |
| n | 148 | 38 |
| Unormal tretthet | 38 (26%) | 5 (13%) |
| Redusert matlyst | 15 (10%) | 2 (5%) |
| Sår hals/hoste | 37 (25%) | 5 (13%) |
| Sviende øyne | 45 (30%) | 7 (18%) |
| Andre symptomer | 18 (12%) | 4 (11%) |

Kommentarer

Denne tabellen indikerer at for de 4 første av disse 5 symptomene var det vesentlig lavere symptom-frekvens ved amin-tilsetning enn uten.

Tabell 2 b De 5 enkelt-symptomene i relasjon til hvorvidt arbeidet ble utført i friluft

| | Tunnel/garasje | Friluft |
|------------------|----------------|-------------|
| n | 18 | 211 |
| Unormal tretthet | 7 (39%) | 49 (23%) |
| Redusert matlyst | 2 (11%) | 22 (10%) |
| Sår hals/hoste | 6 (33%) | 51 (24%) |
| Sviende øyne | 11 (61%) | 60 (28%) |
| Andre symptomer | 6 (33%) | 25 (12%) |

Kommentarer

Denne tabellen indikerer at alle de 5 symptomene (unntatt redusert matlyst) opptrer hyppigere når arbeidet blir utført i tunnel/garasje-anlegg.

STATISTISK RAPPORT NR. 166

ASFALT-FORSØKET

DEL 3

Asfalt-gruppen med gassmålinger.

Undersøkelse av mulige sammenhenger mellom "asfalt-spesifikke symptomer" og gassvariablene.

Dessuten kontroll av de signifikante funnene i delrapport nr. 2.

MEDSTAT

Statens arbeidsmiljøinstitutt

Leiv Sandvik

LS/MBO 1/12-88

Forklaring

Med gass/røyk-målinger menes her gjennomsnittsverdier i forsøksuka. Forøvrig benyttes de samme definisjoner og statistiske metoder som i rapport 1 og 2.

Tabell 1 Gass/røyk-målinger

| | n | Gj.snitt | Median | Min | Max |
|-----------------------|----|----------|--------|-------|-------|
| Alifater (C5) | 77 | 0.0177 | 0.0080 | 0 | 0.117 |
| Alifater (C6) | 77 | 0.0074 | 0.0053 | 0 | 0.026 |
| Alifater (C7) | 77 | 0.0067 | 0.0057 | 0 | 0.049 |
| M & P-xylen | 77 | 0.124 | 0.019 | 0 | 1.05 |
| O - xylen | 77 | 0.0226 | 0.0165 | 0 | 0.122 |
| Etyl-bensen | 77 | 0.0213 | 0 | 0 | 0.294 |
| 1,2,4-trimetyl bensen | 77 | 0.0150 | 0.0065 | 0 | 0.122 |
| 1,3,5-trimetyl bensen | 77 | 0.0014 | 0 | 0 | 0.011 |
| Isopropyl bensen | 77 | 0.0099 | 0.0042 | 0 | 0.079 |
| 1,2,3-trimetyl bensen | 77 | 0.0038 | 0 | 0 | 0.068 |
| Aromater (C9-C12) | 77 | 0.0534 | 0.0248 | 0.001 | 0.393 |
| Alifater (C9-C13) | 77 | 0.396 | 0.231 | 0.03 | 2.75 |
| Alifater (C14-C15) | 77 | 0.0142 | 0.0014 | 0 | 0.112 |
| Asfalt-røyk * | 71 | 0.358 | 0.208 | 0.2 | 1.29 |

Tabell 2 Korrelasjoner mellom "symptom-sum" og gass/røyk-målinger (Asfalt-gruppen med gass-målinger, n=77).

| | | |
|-----------------------|---------|-----------|
| Alifater (C5) | r=0.18 | (p=0.12) |
| Alifater (C6) | r=0.20 | (p=0.087) |
| Alifater (C7) | r=0.12 | (p=0.29) |
| M & P - xylen | r=-0.13 | (p=0.25) |
| O - xylen | r=0.01 | (p=0.91) |
| Etyl-bensen | r=-0.23 | (p=0.049) |
| 1,2,4-trimetyl bensen | r=0.31 | (p=0.006) |
| 1,3,5-trimetyl bensen | r=0.22 | (p=0.056) |
| Isopropyl bensen | r=0.28 | (p=0.014) |
| 1,2,3-trimetyl bensen | r=0.21 | (p=0.074) |
| Aromater (C9-C12) | r=0.09 | (p=0.44) |
| Alifater (C9-C13) | r=0.28 | (p=0.015) |
| Alifater (C14-C15) | r=0.17 | (p=0.14) |
| Asfalt-røyk (n=71) | r=0.13 | (p=0.26) |

* Deteksjonsgrense: 0.20. De 6 personene med deteksjonsgrense 1.0 er ikke tatt med i analysen. Verdier under deteksjonsgrensen er satt lik 0.20.

Tabell 3 "Symptom-sum" i relasjon til hvorvidt arbeidet ble utført i friluft

| | Tunnel/garasjeanlegg | Friluft |
|----------|----------------------|---------|
| n | 21 | 59 |
| Gj.snitt | 3.0 | 1.6 |
| SEM | 0.50 | 0.21 |
| SD | 2.3 | 1.6 |
| Range | 0-7 | 0-6 |
| p-verdi | p=0.017 | |

Kommentarer

1. "Asfalt-spesifikke symptomer" forekom signifikant hyppigere når asfalt-arbeide ble utført i tunnel/garasje-anlegg enn når det ble utført i friluft (p=0.017).
2. Dette funnet er helt i samsvar med det vi fant i rapport 2.
3. I den videre analysen tar vi bare med personer som arbeider i friluft.

Tabell 4a "Symptom-sum" i relasjon til asfalt-temperatur

| | Asfalt-temperatur | | | | | |
|----------|-------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| | 120-145 | 146-150 | 151-155 | 156-165 | 166-175 | >175 |
| n | 4 | 6 | 0 | 17 | 26 | 6 |
| Gj.snitt | 3.3 | 2.7 | - | 0.9 | 1.3 | 2.5 |
| SD | 2.4 | 2.1 | - | 1.1 | 1.5 | 1.4 |
| Range | 0-5 | 0-6 | - | 0-3 | 0-5 | 1-4 |

Kommentarer

1. Denne tabellen indikerer at det er mest "asfalt-spesifikke symptomer" ved lave asfalt-temperaturer. (Gjennomsnittlig "symptom-sum" er 2.9 for asfalt-temperatur $\leq 150^\circ$, mot 1.3 for asfalt-temperatur over 150° , p=0.021).
2. Dette er et motsatte av det vi fant i rapport 2.
3. Dette funnet må undersøkes nærmere.

Tabell 5 "Symptom-sum" i relasjon til amin-tilsetning

| | Amin-tilsetning | |
|----------|-----------------|-----|
| | nei | ja |
| n | 44 | 15 |
| Gj.snitt | 1.4 | 2.1 |
| SEM | 0.2 | 0.5 |
| SD | 1.6 | 1.8 |
| Range | 0-6 | 0-5 |
| p-verdi | p=0.16 | |

Kommentar

1. Vi finner en tendens til høyere "symptom-sum" hos arbeidere som jobber med asfalt med amin-tilsetning, men tendensen er ikke signifikant ($p=0.16$).
2. Dette er det motsatte av det vi fant i rapport 2.
3. Dette funnet må undersøkes nærmere.

Tabell 4 b "Symptom-sum" i relasjon til amin-tilsetning for asfalt over og under 155°C.

| Asfalt-temperatur | | Amin-tilsetning | |
|-------------------|----------|-----------------|-----|
| | | nei | ja |
| <155°C | n | 6 | 4 |
| | Gj.snitt | 2.7 | 3.3 |
| | SD | 2.4 | 2.4 |
| ≥155°C | n | 38 | 11 |
| | Gj.snitt | 1.2 | 1.7 |
| | SD | 1.4 | 1.5 |

Kommentarer

1. Denne tabellen tyder på at forskjellene i tabell 2 og tabell 3 ikke skyldes samvariasjon mellom amin-tilsetning og asfalt-temperatur.
2. Vi finner også her at amin-tilsetning er mer vanlig ved lave enn ved høye asfalt-temperaturer.

Tabell 6 A Sum av alifater.
(Frekvenser)

| | Tunnel/ garasje-anlegg | Friluft | Totalt |
|---------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 0.000 - 0.100 | 0 (0%) | 12 (21%) | 12 (16%) |
| 0.101 - 0.200 | 0 (0%) | 16 (28%) | 16 (21%) |
| 0.201 - 0.300 | 7 (35%) | 8 (14%) | 15 (19%) |
| 0.301 - 0.400 | 2 (10%) | 5 (9%) | 7 (9%) |
| 0.401 - 0.600 | 4 (20%) | 8 (14%) | 12 (16%) |
| 0.601 - 0.800 | 4 (20%) | 2 (4%) | 6 (8%) |
| 0.801 - 1.000 | 2 (10%) | 1 (2%) | 3 (4%) |
| > 1.000 | 1 (5%) | 5 (9%) | 6 (8%) |
| Totalt | 20 (100%) | 57 (101%) | 77 (101%) |

Tabell 6 B Sum av alifater

| | Tunnel/Garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 57 |
| Gj.snitt | 0.52 | 0.41 |
| SEM | 0.06 | 0.08 |
| SD | 0.26 | 0.58 |
| Range | 0.23-1.14 | 0.03-2.95 |
| p-verdi | p<0.001 | |

Kommentar

Konsentrasjonen av alifater var signifikant høyere i tunnel/garasje enn i friluft ($p < 0.001$). Tabell 6 A viser at forskjellen er mest markant for lave konsentrasjoner.

Tabell 7 A Sum av aromater
(frekvenser)

| | Tunnel/ garasje-anlegg | Friluft | Totalt |
|---------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 0.000 - 0.100 | 11 (55%) | 30 (53%) | 41 (53%) |
| 0.101 - 0.200 | 3 (15%) | 5 (9%) | 8 (10%) |
| 0.201 - 0.300 | 4 (20%) | 3 (5%) | 7 (9%) |
| 0.301 - 0.400 | 2 (10%) | 1 (2%) | 3 (4%) |
| 0.401 - 0.600 | 0 (0%) | 7 (12%) | 7 (9%) |
| 0.601 - 0.800 | 0 (0%) | 5 (9%) | 5 (7%) |
| 0.801 - 1.000 | 0 (0%) | 3 (5%) | 3 (4%) |
| > 1.000 | 0 (0%) | 3 (5%) | 3 (4%) |
| Totalt | 20 (100%) | 57 (100%) | 77 (100%) |

Tabell 7 B Sum av aromater

| | Tunnel/Garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 57 |
| Gj.snitt | 0.14 | 0.29 |
| SEM | 0.02 | 0.05 |
| SD | 0.09 | 0.35 |
| Range | 0.04-0.31 | 0.01-1.32 |
| p-verdi | p=0.69 * | |

Kommentar

Ingen signifikant forskjell her.

* Har her benyttet en tosidig eksakt Fisher-Irwin test, der frekvenser over 0.20 er sammenlignet, fordi forutsetningene for å benytte Wilcoxon-testen ikke er oppfylt.

Tabell 8 A Sum av flyktige aromater
(frekvenser)

| | Tunnel/ garasje-anlegg | Friluft | Totalt |
|---------------|---------------------------|------------------|------------------|
| 0.000 - 0.100 | 20 (100%) | 37 (65%) | 57 (74%) |
| 0.101 - 0.200 | 0 (0%) | 4 (7%) | 4 (5%) |
| 0.201 - 0.300 | 0 (0%) | 3 (5%) | 3 (4%) |
| 0.301 - 0.400 | 0 (0%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| 0.401 - 0.600 | 0 (0%) | 5 (9%) | 5 (6%) |
| 0.601 - 0.800 | 0 (0%) | 3 (5%) | 3 (4%) |
| 0.801 - 1.000 | 0 (0%) | 2 (4%) | 2 (3%) |
| > 1.000 | 0 (0%) | 3 (5%) | 3 (4%) |
| Totalt | 20 (100%) | 57 (100%) | 77 (100%) |

Tabell 8 B Sum av flyktige aromater

| | Tunnel/Garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 57 |
| Gj.snitt | 0.04 | 0.21 |
| SEM | 0.01 | 0.04 |
| SD | 0.03 | 0.33 |
| Range | 0.01-0.10 | 0.00-1.30 |
| p-verdi | p=0.026 * | |

Kommentar

Konsentrasjonen av flyktige aromater var signifikant lavere i tunnel/garasje enn i friluft (p=0.026)

- * Har her benyttet en tosidig eksakt Fisher-Irwin test, der frekvenser over 0.20 er sammenlignet, fordi forutsetningene for å benytte Wilcoxon-testen ikke er oppfylt.

Tabell 9 A Sum av andre aromater
(Frekvenser)

| | Tunnel/ garasje-anlegg | Friluft | Totalt |
|---------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 0.000 - 0.100 | 12 (60%) | 48 (84%) | 60 (78%) |
| 0.101 - 0.200 | 6 (30%) | 4 (7%) | 10 (13%) |
| 0.201 - 0.300 | 2 (10%) | 1 (2%) | 3 (4%) |
| 0.301 - 0.400 | 0 (0%) | 1 (2%) | 1 (1%) |
| 0.401 - 0.600 | 0 (0%) | 2 (4%) | 2 (3%) |
| 0.601 - 0.800 | 0 (0%) | 1 (2%) | 1 (1%) |
| 0.801 - 1.000 | 0 (0%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| > 1.000 | 0 (0%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| Totalt | 20 (100%) | 57 (101%) | 77 (100%) |

Tabell 9 B Sum av andre aromater

| | Tunnel/Garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 57 |
| Gj.snitt | 0.09 | 0.08 |
| SEM | 0.02 | 0.02 |
| SD | 0.06 | 0.14 |
| Range | 0.02-0.23 | 0.01-1.64 |
| p-verdi | p=0.64 | |

Kommentar

Ingen signifikant forskjell her.

Tabell 10 A Total-sum av gasser
(Frekvenser)

| | Tunnel/ garasje-anlegg | Friluft | Totalt |
|---------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 0.000 - 0.100 | 0 (0%) | 7 (12%) | 7 (9%) |
| 0.101 - 0.200 | 0 (0%) | 8 (14%) | 8 (10%) |
| 0.201 - 0.300 | 0 (0%) | 6 (11%) | 6 (8%) |
| 0.301 - 0.400 | 8 (40%) | 5 (9%) | 13 (17%) |
| 0.401 - 0.600 | 2 (10%) | 10 (18%) | 12 (16%) |
| 0.601 - 0.800 | 3 (15%) | 6 (11%) | 9 (12%) |
| 0.801 - 1.000 | 3 (15%) | 4 (7%) | 7 (9%) |
| > 1.000 | 4 (20%) | 11 (19%) | 15 (19%) |
| Totalt | 20 (100%) | 57 (101%) | 77 (100%) |

Tabell 10 B Total-sum av gasser

| | Tunnel/Garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 57 |
| Gj.snitt | 0.66 | 0.70 |
| SEM | 0.08 | 0.10 |
| SD | 0.34 | 0.76 |
| Range | 0.31-1.36 | 0.04-3.36 |
| p-verdi | p=0.23 | |

Kommentar

Ingen signifikant forskjell her.

Tabell 11 A Asfalt-røyk
(Frekvenser)

| | Tunnel/ garasje-anlegg | Friluft | Totalt |
|-------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 0.00 - 0.20 | 6 (30%) | 28 (55%) | 34 (48%) |
| 0.21 - 0.40 | 4 (20%) | 16 (31%) | 20 (28%) |
| 0.41 - 0.60 | 2 (10%) | 4 (8%) | 6 (9%) |
| 0.61 - 0.80 | 3 (15%) | 2 (4%) | 5 (7%) |
| 0.81 - 1.00 | 0 (0%) | 1 (2%) | 1 (1%) |
| > 1.00 | 5 (25%) | 0 (0%) | 5 (7%) |
| Totalt | 20 (100%) | 51 (100%) | 71 (100%) |

Tabell 11 B Asfalt-røyk

| | Tunnel/Garasje | Friluft |
|----------|----------------|-----------|
| n | 20 | 51 |
| Gj.snitt | 0.56 | 0.28 |
| SEM | 0.09 | 0.02 |
| SD | 0.40 | 0.15 |
| Range | 0.20-1.29 | 0.20-0.88 |
| p-verdi | p=0.004 | |

Kommentar

Konsentrasjonen av asfalt-røyk var signifikant høyere i tunnel/
garasje enn i friluft (p=0.004).

Tabell 12 "Symptom-sum" relatert til asfalt-røyk
(I friluft)

| | Asfalt-røyk | | | | |
|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | 0.0-0.20 | 0.21-0.30 | 0.31-0.40 | 0.41-0.60 | >0.60 |
| n | 28 | 11 | 4 | 4 | 3 |
| Gj.snitt | 1.4 | 0.9 | 1.5 | 3.0 | 3.0 |
| SD | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 1.4 | 2.6 |

Kommentar

Denne tabellen indikerer at arbeiderne får en betydelig økning av "asfalt-spesifikke symptomer" når konsentrasjonen av asfalt-røyk er over 0.40. (For asfalt-røyk ≤ 0.40 er gjennomsnittlig symptom-sum 1.3, mot 3.0 for asfalt-røyk >0.40 , $p=0.014$).

Tabell 13 "Symptom-sum" relatert til total-sum av gasser
(I friluft)

| | Sum | | | |
|----------|--------|-----------|-----------|-------|
| | 0-0.20 | 0.20-0.40 | 0.40-0.80 | >0.80 |
| n | 15 | 11 | 16 | 15 |
| Gj.snitt | 1.1 | 1.9 | 1.8 | 1.5 |
| SD | 1.4 | 1.7 | 1.4 | 1.8 |

Kommentar

Denne tabellen indikerer at arbeiderne får en økning av "asfalt-spesifikke symptomer" når total-sum av gasser er over 0.20. Denne forskjellen er imidlertid ikke statistisk signifikant ($p=0.23$).

Tabell 14 "Symptom-sum" relatert til sum av flyktige aromater (I friluft)

| | Sum | | | |
|----------|--------|-----------|-----------|-------|
| | 0-0.10 | 0.10-0.40 | 0.40-0.80 | >0.80 |
| n | 37 | 7 | 8 | 5 |
| Gj.snitt | 1.6 | 2.1 | 1.1 | 1.0 |
| SD | 1.5 | 2.3 | 1.6 | 1.0 |

Kommentar

Denne tabellen indikerer at det er ugunstig med lave verdier av flyktige aromater. Denne tendensen er imidlertid ikke statistisk signifikant ($p=0.24$).

Tabell 15 "Symptom-sum" relatert til total-sum av andre aromater (I friluft)

| | Sum | | |
|----------|--------|-----------|-------|
| | 0-0.10 | 0.10-0.20 | >0.20 |
| n | 48 | 4 | 5 |
| Gj.snitt | 1.5 | 0.8 | 3.0 |
| SD | 1.5 | 1.0 | 2.1 |

Kommentar

Ingen klar tendens til sammenheng her.

Tabell 16 "Symptom-sum" relatert til sum av aromater
(I friluft)

| | Sum | | | |
|----------|--------|-----------|-----------|-------|
| | 0-0.10 | 0.10-0.40 | 0.40-0.80 | >0.80 |
| n | 30 | 9 | 12 | 6 |
| Gj.snitt | 1.7 | 1.0 | 1.6 | 1.7 |
| SD | 1.6 | 1.0 | 1.8 | 1.9 |

Kommentar

Ingen tendens til sammenheng her.

Tabell 17 "Symptom-sum" relatert til sum av alifater
(I friluft)

| | Sum | | | |
|----------|--------|-----------|-----------|-------|
| | 0-0.20 | 0.20-0.40 | 0.40-0.80 | >0.80 |
| n | 28 | 13 | 10 | 6 |
| Gj.snitt | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
| SD | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 2.3 |

Kommentar

Denne tabellen indikerer at det er en positiv sammenheng mellom konsentrasjon av alifater og "symptom-sum", men sammenhengen er ikke signifikant ($r=0.25$, $p=0.063$).

Korrelasjoner

For arbeide utført i friluft (n=57) er det her beregnet korrelasjoner mellom

ALI : Sum av alifater
ARO : Sum av aromater
TOT : Total-sum av gasser
RØK : Asfalt-røyk

Vi finner at

r (ALI, ARO) = 0.61 (p<0.001)
 r (ALI, RØK) = 0.37 (p=0.004)
 r (ARO, RØK) = 0.49 (p<0.001)
 r (TOT, RØK) = 0.51 (p<0.001)

Kommentar

Det var en klar positiv korrelasjon mellom disse variablene.

Korrelasjoner mellom asfalt-temperatur og enkelt-gasser (i friluft):

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Alifater (C5) | $r = 0.20$ (p=0.14) |
| Alifater (C6) | $r = 0.02$ (p=0.87) |
| Alifater (C7) | $r = 0.15$ (p=0.27) |
| M & P-xylen | $r = 0.36$ (p=0.006) |
| O-xylen | $r = 0.00$ (p=0.98) |
| Etyl-bensen | $r = 0.36$ (p=0.006) |
| 1,2,4-trimetyl bensen | $r = 0.18$ (p=0.17) |
| 1,3,5-trimetyl bensen | $r = 0.22$ (p=0.10) |
| Isopropyl bensen | $r = -0.31$ (p=0.017) |
| 1,2,3-trimetyl bensen | $r = -0.39$ (p=0.003) |
| Aromater (C9-C12) | $r = -0.33$ (p=0.013) |
| Alifater (C9-C13) | $r = -0.09$ (p=0.50) |
| Alifater (C14-C15) | $r = -0.10$ (p=0.42) |

Korrelasjonen mellom asfalt-temperatur og total-sum av gasser (i friluft):

$r = 0.03$ (p=0.85, n = 57)

Korrelasjon mellom asfalt-temperatur og asfalt-røyk (i friluft):

$r = -0.25$ (p=0.077, n = 51)

Tabell 20 Asfalt-røyk i relasjon til asfalt-temperatur

| | Asfalt-temperatur | | | |
|----------|-------------------|---------|---------|------|
| | 120-155 | 156-165 | 166-175 | >175 |
| n | 9 | 17 | 19 | 6 |
| Gj.snitt | 0.40 | 0.23 | 0.28 | 0.20 |
| SD | 0.24 | 0.06 | 0.15 | 0.01 |

Kommentar

Denne tabellen indikerer at det er mest asfalt-røyk når asfalt-temperaturen er under 155°C. (Gjennomsnittlig konsentrasjon av asfalt-røyk er 0.40 for asfalt-temp. under 155°C, mot 0.25 for asfalt-temp. over 155°C, $p=0.13$).

Korrelasjoner mellom total-sum av gasser og vær-variabler (bare personer som arbeider i friluft):
Ingen signifikante korrelasjoner her (alle $p>0.10$).

Korrelasjoner mellom asfalt-røyk og vær-variable (bare personer som arbeider i friluft):
Ingen signifikante korrelasjoner her (alle $p>0.10$).

Korrelasjoner mellom total-sum av gasser/asfalt-røyk og andre asfalt-variabler (bare personer som arbeider i friluft):
Ingen signifikante korrelasjoner her (alle $p>0.10$).

Amin-tilsetning i relasjon til asfalt-røyk og gass-målinger (i friluft).

For hver gass-variabel, samt asfalt-røyk, ble målingene for asfalt med og uten amin-tilsetning sammenlignet. Det ble ikke funnet signifikant forskjell for noen av disse variablene, untatt for gass-variablene presentert i tabell 21.

Tabell 21: Gass-variabler som var signifikant relatert til amin-tilsetning (i friluft).

| | | Amin-tilsetning | | |
|-----------------------|----------|-----------------|-------|---------|
| | | nei | ja | p-verdi |
| M&P-xylene | n | 42 | 15 | |
| | Gj.snitt | 0.20 | 0.04 | p<0.01 |
| | SD | 0.29 | 0.04 | |
| O-xylene | n | 42 | 15 | |
| | Gj.snitt | 0.038 | 0.000 | p<0.01 |
| | SD | 0.069 | -- | |
| Aromater (C9-C12) | n | 42 | 15 | |
| | Gj.snitt | 0.03 | 0.12 | p=0.028 |
| | SD | 0.04 | 0.14 | |
| Alifater (C14-C15) | n | 42 | 15 | |
| | Gj.snitt | 0.003 | 0.039 | p<0.01 |
| | SD | 0.006 | 0.035 | |

Kommentar:

For gassene M&P-xylene og O-xylene var konsentrasjonen signifikant lavere med amin-tilsetning enn uten, mens det for gassene aromater (C9-C12) og alifater (C14-C15) var omvendt.

ORD OG UTTRYKK

Statens arbeidsmiljøinstitutt

ORDLISTE FOR STATISTISKE UTTRYKK

STATISTISKE METODER OG BETEGNELSER BENYTTET I STATISTISK ANALYSE AV DATAENE FRA ASFALTPROSJEKTET (STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT)

n: Antall personer pr. gruppe

r: Korrelasjonskoeffisient (Spearman's). r angir grad av samvariasjon mellom 2 variabler. (Med variabel menes noe man registrerer for hver person, f.eks. alder). r ligger mellom -1 og 1. Positive verdier av r antyder positiv samvariasjon (når den ene variabelen er høy, så er som oftest den andre det også), mens negative verdier antyder negativ samvariasjon (når den ene variabelen er høy, så er som oftest den andre lav). Når r i tallverdi er nær 1, tyder dette på at variablene er sterkt samvarierende, og når r er nær 0, tyder det på at det er liten/ingen samvariasjon mellom variablene.

p-verdi: "Sannsynligheten for at tilfeldigheter alene kan forårsake en minst like stor forskjell/samvariasjon som den observerte".

Median: Den observasjonen (eller gjennomsnittet av de 2 observasjoner over seg som under seg.

SD: Standard-avvik. SD er et mål for hvor stor spredning det er i observasjonene.

SEM = SD/n : SEM ("standard error of the mean") er bl.a. et mål for hvor nøyaktig det beregnede gjennomsnittet er som estimat for "det sanne gjennomsnittet" (det gjennomsnittet vi ville ha fått dersom antall deltakere i forsøket hadde vært langt større.

Range: Minste og største observasjon.

Signifikans tester:

For å avgjøre om en observert frekvens-forskjell mellom 2 grupper er statistisk signifikant, er det benyttet en tosidig eksakt Fisher-Irwin test (1). For å avgjøre om en observert gjennomsnitts-forskjell mellom 2 grupper er statistisk signifikant, er det benyttet en tosidig Wilcoxon to-utvalgs-test (2).

Referanser:

1. Kendall M, Stuart A (1977): The advanced theory of statistics. Charles Griffin & Co.
2. Lehman E L (1975): Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks. Holden-Day Inc. San Francisco

ORDLISTE FOR KJEMISKE UTTRYKK - ALFABETISK LISTE

| | |
|---------------------------|---|
| Alifater (C5) | Betegner i analyseresultatene mettede og umettede ikke aromatiske hydrokarboner med 4 karbonatomer, tilsvarende for C6, C7 osv. |
| Amin | Fett-aminer med en eller flere amino-grupper. |
| Aromater | Egen gruppe umettede hydrokarboner med ringstruktur. |
| Aromater (C9-C12) | Aromatiske hydrokarboner med 9-12 karbonatomer (unntatt de forbindelser somer nevnt ved sitt kjemiske navn). |
| Aromater flyktige | Er benyttet om aromater med mer enn 8 eller færre karbonatomer. |
| Aromater, mindre flyktige | Er benytter om aromater med mer enn 8 karbonatomer. |
| Gass | I denne rapporten brukt om både gasser og damper. |
| Hydrokarboner | Kjemiske forbindelser mellom hydrogen og karbon. |
| Løsemidler | I denne rapporten benyttet om damper av organiske forbindelser. |
| Naftener | Mettede hydrokarboner med ringstrukturer. |
| Parafinner | Det samme som alkaner; mettede hydrokarboner. |
| SD | SEM |
| min-maks | P medianverdi |