



Eksponeringskartlegging ved norske aluminiumverk

Delrapport for Elkem Aluminium Lista

Nils Petter Skaugset
Hilde Notø
Lars Jordbekken
Dag Ellingsen
Yngvar Thomassen

Innholdsliste:

| | |
|--|----|
| 1. Samandrag | 3 |
| 2. Konklusjon | 4 |
| 3. Bakgrunn for prosjektet | 5 |
| 4. Mål for prosjektet | 5 |
| 5. Definisjonar og forklaringar | 6 |
| 5.1. Støv og aerosolfraksjonar | 6 |
| 5.2. Helserelaterte aerosolfraksjonar | 7 |
| 5.2.1. Inhalerbar aerosol fraksjon (f_{inh}) | 8 |
| 5.2.2. Torakal aerosol fraksjon (f_{tor}) | 8 |
| 5.2.3. Respirabel aerosol fraksjon (f_{res}) | 8 |
| 5.2.4. Trakeobronkial aerosolfraksjon | 8 |
| 5.2.5. Ekstratorakal aerosolfraksjon | 9 |
| 5.3. Definisjonar av statistiske uttrykk: | 10 |
| 5.3.1. Normalfordeling | 10 |
| 5.3.2. Standard avvik | 10 |
| 5.3.3. Konfidensintervall | 10 |
| 5.3.4. Log-normal fordeling | 10 |
| 5.3.5. Geometrisk middelvei, GM | 10 |
| 6. Om Elkem Aluminium Lista (EAL) | 10 |
| 7. Prøvetaking | 13 |
| 7.1. Prøvetakingsstrategi | 13 |
| 7.2. Aerosolprøvetakarar | 13 |
| 7.2.1. IOM | 13 |
| 7.2.2. Respicon™ virtuell impaktor | 14 |
| 7.2.3. Respirabel og torakal syklon | 14 |
| 7.2.4. Direktevisande Respicon og Split 2 | 14 |
| 7.3. Gassprøvetakarar | 15 |
| 7.3.1. Gassensorar | 15 |
| 7.3.2. Gassfilter | 15 |
| 8. Prøver samla med dei ulike prøvetakarane | 17 |
| 9. Analysemetodar | 17 |
| 9.1. Gravimetri | 17 |
| 9.2. Fastsetjing av fluorid | 18 |
| 9.2.1. Vassløyseleg fluorid | 18 |
| 9.2.2. Lutløyseleg fluorid | 18 |
| 9.2.3. Partikulært fluorid | 18 |

| | | |
|---------|---|----|
| 9.2.4. | Fluorid i gassform (HF) og SO ₂ | 19 |
| 9.2.5. | Totalfluorid | 19 |
| 10. | Instrumentering | 19 |
| 11. | Kvalitetssikring..... | 19 |
| 12. | Resultat og diskusjon..... | 20 |
| 12.1.1. | Aerosol..... | 21 |
| 12.1.2. | Direktevisande utstyr for aerosolmålingar | 30 |
| 12.2. | Resultat vassløyeseleg fluorid | 44 |
| 12.3. | Resultat partikulært fluorid..... | 53 |
| 12.4. | Gassar, HF og SO ₂ | 61 |
| 12.4.1. | Tidsoppløyeste SO ₂ -målingar | 63 |
| 12.5. | Totalfluorid | 70 |
| 12.6. | Variasjon mellom dei to ulike prøvetakingsperiodane | 72 |
| 12.7. | Personvariasjon | 72 |
| 13. | Referansar | 74 |
| 14. | Appendiks | 76 |
| 14.1. | Resultat fordelt på prøvetakingsperiode | 76 |
| 14.2. | Resultat frå EAL januar 2003..... | 78 |
| 14.3. | Resultat frå EAL mars 2004..... | 81 |

1. Samandrag

Ved aluminiumsmelteverket på Lista er det føretatt arbeidsmiljømålingar som inngår i prosjektet "Hallastma i produksjon av primæraluminium (HAPPA). Dei fyrste eksponeringsmålingane vart utført i januar 2003 og dei siste i mars 2004. Eksponeringsnivåa for dei mest aktuelle jobbkategoriar vart undersøkt med omsyn på aerosol og gassar. Forskjellig prøvetakingsutstyr som fylgjer dei internasjonale aksepterte kriteria for prøvetaking av helserelaterte aerosolfraksjonar vart nytta. I alle aerosolprøvene vart både partikulært og gassformig fluorid bestemt.

Totalt ved EAL vart det utført 245 personlege aerosolmålingar med Respiconprøvetakaren. Talet på målingar med IOM-prøvetakaren, HF og SO₂ frå gassfilter er 160. Med syklonar er det 39 torakale aerosolmålingar og 20 respirable. I så stor grad som mogleg gjekk same person med prøvetakingsutstyr på fleire skift. Aerosolmengda vart fastsett gravimetrisk. I alle aerosolprøvene vart det mengda fluorid fastsett.

Resultata viser at der var stor spreieing i luftkonsentrasjonar over heile arbeidsskiftet for dei einsskilte jobbkategoriane. Kortvarig høg eksponering er den største utfordringa for industrien. Ved samanlikning av eksponeringsnivå mellom dei to prøvetakingsperiodane finn ein at i begge prøvetakingsperiodane er det målt lågast eksponering for jobbkategorien boltetrekkar, medan høgast eksponering vart funne for avvik og gasskappeskiftar.

Resultata kan ikkje direkte samanliknast med gjeldande administrativ norm fordi denne baserar seg på bruk av "Totalstøv"-kassetten som aerosolprøvetakar. For gassformig fluorid (HF) kan ein samanlikne med administrativ norm då prøvetakingsmetoden er den same.

Direktevisane måleutstyr for gassar- og aerosolar har vist seg å være viktige hjelpemiddel for objektivt kunne identifisere eksponeringskjelder og forureiningsutsette arbeidsfunksjonar. Det er også eit viktig hjelpemiddel til betre å forstå eksponeringskjelder og til hjelp i å minimere framtidig personeksponering.

2. Konklusjon

Boltetrekkar er den jobbkategorien som hadde lågast eksponering for alle dei målte forureiningane. Dei høgast eksponerte kategoriane var avvik, gasskappeskifar og digel.

Gjennomsnittleg er 32 % av den inhalerbare aerosolen torakal og 18 % respirabel. Av det inhalerbare vassløselege fluoridet er omlag 46 % torakalt og omlag 28 % respirabelt. For partikulært inhalerbart fluorid er 43 % torakalt og 24 % respirabelt.

Prosentdel vassløseleg fluorid av partikulært fluorid varierar i gjennomsnitt frå 42 % til 57 % avhengig av partikkelstorleik og prøvetakingsperiode.

Gjennomsnittleg eksponering for HF er låg og avhengig av jobbkategori er minst 50 % av eksponeringa for totalfluorid partikulær.

Av alle komponentane som ein har føretatt eksponeringsmålingar på er det totalfluorid (summen av HF og partikulært fluorid) som skil seg ut med fleire høge eksponeringsverdiar.

Gjennomsnittleg eksponering for svoveldioksid (SO₂) er låg (godt under gjeldande administrativ norm, 5 mg/m³), men tidsoppløyse målingar viser at nesten all eksponering er kortvarig men i mange tilfeller svært høg.

Der er stor spreiding i eksponeringa innanfor ein jobbkategori, noko som kan tyde på at einskilde arbeidsoperasjonar gjev svært høg eksponering. Personvariasjonen viser at det er stor variasjon frå dag til dag for same person, 40-60%.

Direktevisande måleutstyr har vist at store delar av eksponeringa kan skuldast kortvarige episodar knytt til konkrete arbeidsoperasjonar med svært høg eksponering. Ein framtidig strategi må være å redusere talet på episodar og aerosolmengda i episodane.

Jobbkategoriane omnspassar, digel og tappar har høgare eksponering i 2003 enn i 2004, medan dei andre kategoriane ikkje er forskjellige.

3. Bakgrunn for prosjektet

Eksponeringsundersøkingane på Lista er deler av et større prosjekt, HAPPA (Hall Astma i Primær Produksjon av Aluminium) som har pågått i regi av Aluminiumsindustriens Miljøsekretariat, AMS og Statens arbeidsmiljøinstitutt, STAMI.

Frå norsk aluminiumindustri blir det stadig rapportert inn til Arbeidstilsynet om tilfeller av hallastma og andre luftvegslidingar (ref: www.ams-aluminium.no/html/yrkessykdommer.html). Noko eksakt årsak til utviklinga av hallastma er til no ikkje kjent, men mange forureiningar er identifisert i arbeidsatmosfæren. I aerosolen (støvet) er det funnet m.a. flyktige polysykliske aromatiske hydrokarbonar (PAH), aluminium, aluminiumoksid, fluorid- og berylliumsambindingar, medan hydrogenfluorid og svoveldioksid er kjente gassar.

Direktoratet for arbeidstilsynet foreslo i 2003 at normlista skulle innehalde ei ny normvurdering for hydrogenfluorid og for partikulært fluorid i arbeidsatmosfære. Aluminiumindustrien i Noreg ved Aluminiumsindustriens Miljøsekretariat (AMS) og Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) viste til manglande eksponeringsdata, og foreslo ei utsetjing av revisjonen for desse stoffa i 3 - 5 år. Dette forslaget vart vedteke av styret for Direktoratet for arbeidstilsynet.

Den føreslåtte revisjonen av administrative normene for HF og fluorid, den moglege samanhengen mellom fluorideksponering og hallastma samt at industrien mangla informasjon om fluorideksponeringa målt med prøvetakingsutstyr som fylgjer dei helserelaterte aerosolfraksjonane, gjorde at dette prosjektet, kalla HAPPA-prosjektet vart starta i 2002.

4. Mål for prosjektet

Dette er målsetjingane for prosjektet tatt frå protokollen.

- Bruke nytt monitoreringsprogram på verka ved Lista, Husnes, Karmøy, Årdal, Høyanger og Mosjøen:
 - Val av prøvetakingsstrategi
 - Utarbeide monitoreringsprogram for norsk aluminiumindustri
 - Bruke moderne utstyr for å kartlegge kva for eksponeringsfaktorar som kan ha noko å seie for førekomst og utvikling av luftvegslidingar
 - Variabiliteten av aerosoleksponeringa skal undersøkast ved bruk av berbart direktevisande utstyr (Split 2 og Respicon)
 - Eksponering for støv skal undersøkast ved bruk av utstyr for fastsetjing av respirabel, torakal og inhalerbar fraksjon
 - Eksponering for HF og SO₂ målast (monitorerast) parallelt med aerosoleksponering. Intensiteten av SO₂ vert fastsett med berbare gass-sensorar
 - Undersøkje innverknad av teknologi og driftsparametrar for yrkeseksponering i elektrolysehallane
 - Fastsetjing av totalmasse, vassløselige fluorid, partikulært fluorid og totalfluorid (gassformig og partikulært fluorid) i de ulike aerosolfraksjonane (respirabel, torakal og inhalerbar)
 - Tilbakemelding til styret i AMS og til dei deltakande verka, med utarbeiding av verksspesifikke delrapportar
- Avklare om fritt eksisterande nanopartiklar er ei aktuell problemstilling nær badsmelta i hallene
 - Eventuelt fastsetje eksponeringa for desse nanopartiklane

- Undersøkje effektiviteten av personleg verneutstyr ved bruk, med spesielt fokus på effektivitet i bruk og filtreringseffektiviteten av nanopartiklar
- Sluttrapportering og vitenskapleg publisering

5. Definisjonar og forklaringar

5.1. Støv og aerosolfraksjonar

Ein **aerosol** er definert som eit kva som helst disperst system av væske- eller fast fase partiklar løyst i ein gass (J.H.Vincent, 1995). Med andre ord alle partiklar, i væske eller fast form som eksisterer i lufta (eller i ei anna gassblanding). Eksemplar på naturleg danna aerosolar er t.d. snøstorm, skya etter eit vulkansk utbrot, tåke, og vanlige skyer. Sopp, virus og bakteriar i luft blir også rekna som naturleg førekomande aerosolar, medan lufta i ein fabrikkhall vil være ein menneskeskapt aerosol.

Det som vert kalla **støv** er egentlig definert som ein aerosol av berre faste partiklar som ved mekanisk nedbrytning har fått ein partikkelstorleik frå sub- μm til $100\mu\text{m}$ (JEM, 2005,7,411-415). Partiklar i væskefase inngår ikkje i det vi vanlegvis kallar støv til forskjell frå ein aerosol som kan innehalde både faste partiklar og partiklar i væskeform.

Totalstøv er eit omgrep som er innarbeida i sambande med arbeidsmiljømålingar. For mange er det noko som man måler med ein såkalla totalstøvkasset. Dette er kassetten som tradisjonelt blir brukt i dei fleste eksponeringsmålingane, også i aluminiumindustrien. Denne kassetten har vore mye brukt og er framleis i bruk når ein skal gjere arbeidsmiljømålingar. Med totalstøv meiner ein ofte alt partikulært materiale som kan tenkast å haldast svevande i luft (luftborne partiklar). Mange typar prøvetakarar har vært konstruert for å samle opp totalstøv og nokre av dei er framleis i utstrakt bruk. Det har i ettertid vist seg at oppsamlingskarakteristikken til dei forskjellige prøvetakarane varierar mykje, noe som førte til ulike resultat av målingar utført i same atmosfære. I mange land tilrår ein framleis at "totalstøv" skal fastsetjast som ein mål for eksponering. I dag er mange norske administrative normene basert på bruk av "totalstøvkassetten".

PM₁₀ - nyttast ofte i aerosolmålingar i det ytre miljøet og er definert som ein underfraksjon av totalaerosol. Den har ein 50 % "cut-off" ved $d_{ae}=10\ \mu\text{m}$. Prøvetakarane nytta til PM₁₀ - målingar er konstruert slik at de utelèt de fleste partiklar over $10\ \mu\text{m}$. Dette gjer at kurvene for PM₁₀ og torakal fraksjon er nesten identiske opp til $10\ \mu\text{m}$, men deretter marginalt forskjellige (JEM), 2005,7,411-415.

Tabell 5.1: Oversikt over aerosol og helserelevante aerosolfraksjonar

| | | 0,01 | 0,1 | 1,0 | 10 | 100 | 1000µm | | |
|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|-----|---------------------------|------------|-----|--------|--|--|
| Fysiske definisjonar | Væske | Tåke | | | Spray | | | | |
| | Fast fase | Røyk | | | Støv | | | | |
| Typisk aerosol og aerosol partiklar | | Oljetåke | | | Flygeoske | | | | |
| | | Tobakksrøyk | | | Sementstøv | | | | |
| | | | | | Kolstøv | | | | |
| | | Atmosfærisk støv | | | | | | | |
| | | Virus | | Bakteriar | | | | | |
| | | Helserelevante aerosolfraksjonar | | Respirable partiklar | | | | | |
| | | | | Trakeobronikale partiklar | | | | | |
| Torakale partiklar | | | | | | | | | |
| Inhalerbare partiklar | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

5.2. Helserelevante aerosolfraksjonar

I starten av 1970-åra byrja ein å sjå på menneskehovudet som ein prøvetakar. Dette medførte endra fokus frå å sjå på alle partiklar som er i lufta til å sjå på dei partiklane som det er mogleg å puste inn (inhalere) gjennom nase og munn. Ut frå eksperimentelle forsøk vart det funne at inhalasjonseffektiviteten til ein partikkel kunne forklarast ut frå den aerodynamiske diameteren (d_{ae}) til den ein-skilde partiklen. Desse arbeida kulminerte i midten av 1990-talet med ei internasjonal eining om eit sett harmoniserte tilrådingar som involverte International Standards Organisation (ISO), Comité Européen de Normalisation (CEN) og American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Desse organisasjonane identifiserte tre kurvar som representerer helserelevante aerosolfraksjonar; kvar av kurvene definerer kva krav som skal stillast til oppsamlingseffektiviteten til ein luftprøvetakar som funksjon av aerodynamisk diameter for ein representativ arbeider. Desse tre fraksjonane er alle identifiserte med bakgrunn i aerosolfysikk og lungefysiologi. Fig. 5.1 viser oppsamlingseffektiviteten i prosent for dei ulike helserelevante aerosolfraksjonane. I fig. 5.2 er det gjeve ei skisse over kvar i luftvegane ein får avsett dei ulike aerosolfraksjonane.

5.2.1. Inhalerbar aerosol fraksjon (f_{inh})

Den fraksjonen/delen av den totale mengda partiklar i lufta (både faste og væske partiklar) som kjem inn i kroppen gjennom nase og/eller munn ved pusting. Den aerodynamiske diameteren er mindre eller lik $100 \mu\text{m}$.

Denne fraksjonen er viktig for helseeffektar i alle stadar av respirasjonssystemet, som t.d. ved rhinitis, kreft i nase og lunge og andre luftvegslidingar.

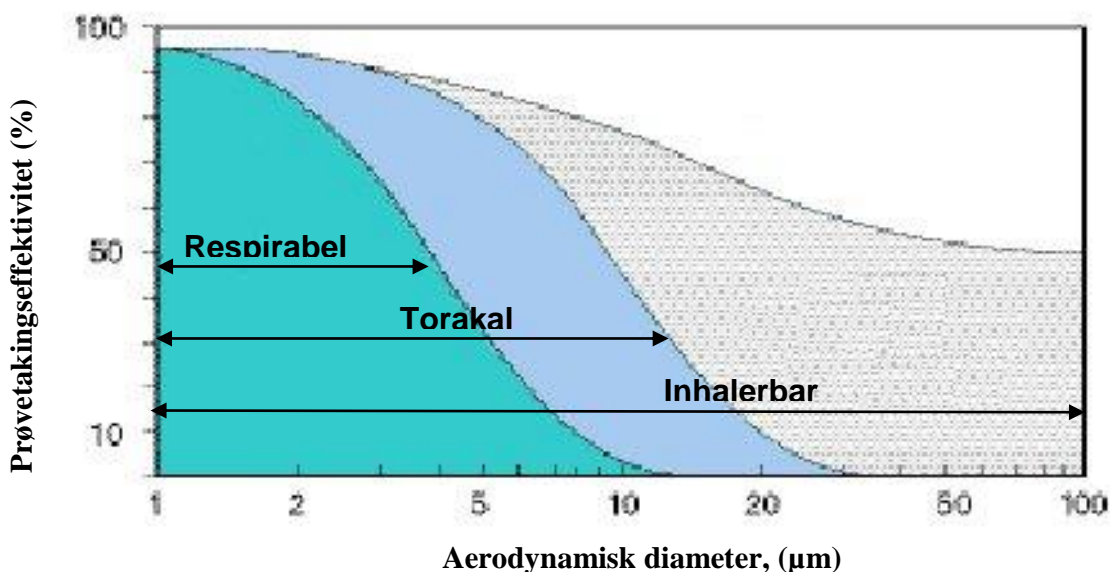
5.2.2. Torakal aerosol fraksjon (f_{tor})

Denne fraksjonen inneheld partiklar som kan avsetjast nedanfor strupehovudet (larynx) dvs. at dei trenger inn i den trakeobronkiale delen av lungene. Denne fraksjonen er viktig når det gjelde helseeffektar som astma, bronkitt og lungekreft. Partikkelstorleiken tilsvarer fraksjonen av den totale aerosolen som har eit 50 % "cut-off" ved ein aerodynamisk diameter på $10 \mu\text{m}$ og 1 % "cut-off" ved $d_{ae}=28 \mu\text{m}$.

5.2.3. Respirabel aerosol fraksjon (f_{res})

Denne fraksjonen inneheld dei partiklane som kjem inn i den alveolære delen av lungene, dvs. til bronkioler og alveolære blærer og kanalar. Fraksjonen er viktig ved t.d. utvikling av kroniske sjukdommar som emfysem og støvlungesjukdommar. Partikkelstorleiken svarer til 50 % "cut-off" ved ein $d_{ae}=4 \mu\text{m}$ og 1 % "cut-off" ved $d_{ae}=10 \mu\text{m}$ for den totale aerosolen.

Torakal og respirabel aerosolfraksjon er begge underfraksjoner av den inhalerbare fraksjonen.



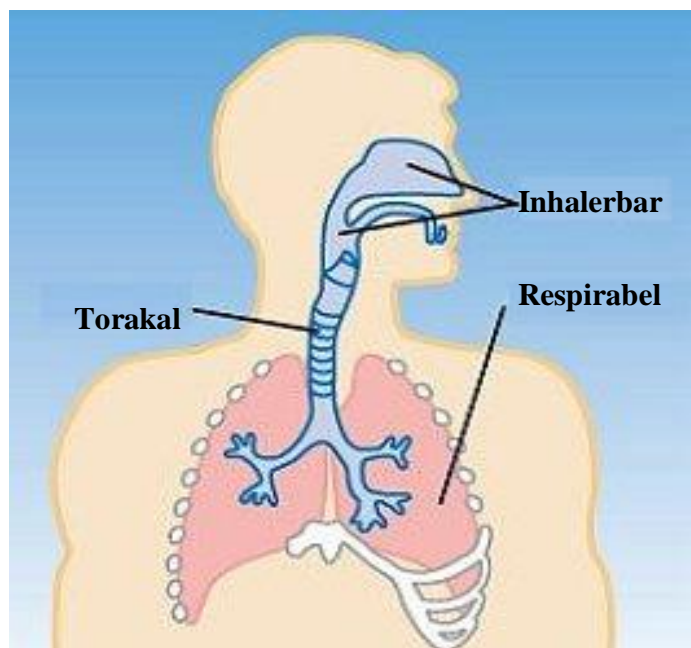
Figur 5.1. Kurver som viser respirabel- og torakal aerosolfraksjon som funksjon av aerodynamiske diameter, og som underfraksjon av inhalerbar fraksjon, NS-EN 481.

5.2.4. Trakeobronkial aerosolfraksjon

Differansen mellom torakal og respirabel aerosolfraksjon blir kalla trakeobronkial aerosolfraksjon. Filter nr. 2 i Respiconprøvetakaren samlar opp denne fraksjonen. Den består av partiklar som blir avsett nedanfor strupehovudet, men ikkje så langt ned som til den alveolære delen av lungene.

5.2.5. Ekstratorakal aerosolfraksjon

Differansen mellom inhalerbar og torakal aerosolfraksjon kallas ekstratorakal aerosol og blir samla opp av filter nr. 3 i Respiconprøvetakaren. Denne fraksjonen har den største partikkelstorleiken av den inhalerbare aerosolen og den avsettes derfor i dei øvre luftvegane (nase/munn).



Figur 5.2: Skisse over luftvegane med plassering av dei ulike helserelevante regionane av luftvegssystemet.

Med utgangspunkt i desse kriteria tilrår mellom andre Direktoratet for Arbeidstilsynet (2002) i si orientering; 450 "Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske stoff og biologiske forureiningar i arbeidsatmosfære" at ein må ta omsyn til desse fraksjonane med tanke på vurdering av helsefare, og velje prøvetakingsutstyr som oppfyller krava til oppsamlingseffektivitet for dei ulike fraksjonane. I HAPPA var det difor naturleg og føremålstenleg at ei grunnleggjande kartlegging av eksponeringshøva i elektrolysehallane i aluminiumindustrien fokuserte på alle desse tre helserelevante aerosolfraksjonane.

5.3. Definisjonar av statistiske uttrykk:

Forklaringane er tatt frå (Miller and Miller, 1993 og M.Tvede)

n = talet av prøver

AM = Aritmetisk middelværdi

som er summen av alle måleresultata delt på talet på prøver.

5.3.1. Normalfordeling

Ved å plote alle måleresultata i stigande rekkefølge langs x-aksen og talet på analyser med ein bestemt måleverdien langs y-aksen får ein ei kurve. Når denne kurven er lik på begge sider av middelværdien og har ei bestemt form er den normalfordelt. Gauss-kurve er et anna namn for normalfordelingskurven. Resultata i Happa-prosjektet fylgjer ikkje ei normalfordelingskurve.

5.3.2. Standard avvik

Standardavviket reknast som kvadratroten av variansen og fortel noko om kor mykje resultata spreiar seg frå middelværdien.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}, \text{ der } \bar{x} \text{ er AM}$$

Eit lågt standardavvik betyr at måleresultata fordeler seg etter ein høyt og bratt fordelingskurve. Dersom måleresultata er normalfordelte vil 68 % av resultata ligge i intervallet $AM \pm 1s$ og 99,7 % ligge innanfor $\pm 3s$ frå middelværdien.

5.3.3. Konfidensintervall

Konfidensintervallet nytta i denne rapporten er på 95 %. Dette betyr at det er 95 % sannsynlighet for at middelværdien vil ligge innanfor dette intervallet..

5.3.4. Log-normal fordeling

Ved å bruke logaritmen til måleresultata vil ein få eit datasett som er tilnærma normalfordelt, og ein kan då nytte statistikk som om resultata er normalfordelte. Dette må som regel gjerast i arbeidsmiljøundersøkingar. Resultata i denne undersøkinga er ikkje normalfordelte og statistiske berekningar er derfor gjort på log-verdiar.

5.3.5. Geometrisk middelværdi, GM

GM er middelværdien i et datasett der man bruker logaritmen til måleresultata. Tar man antilog av den logaritmiserte middelværdien får man geometrisk middelværdi. Denne verdien er den som best representerer målingane i HAPPA fordi dei ikkje er normalfordelte.

6. Om Elkem Aluminium Lista (EAL)

Verket har tre produksjonshaller, der alle har elektrolyseceller med Søderberg-teknologi. Felles for dei tre hallane er bruk av sekundæroksid. Primæroksid blir berre

brukt i særskilte tilfeller:

Hall 1: Søderberg med punktmating (også kalla ny Søderberg).

Hall 2: Søderberg med punktmating. Forhøgd mantel på halve hallen.

Hall 3: Søderberg med punktmating og anodetoppdeksel (anodeavsug). Eige reinseanlegg for anodegass.

I tabell 6.1 er forskjellen i drift mellom dei to prøvetakingsperiodane gjeven. Desse parametrane vil vere avgjerande for kor god celledrifta er og fylgjeleg på nivåa i den målte personeksponering. I tabellen 6.2 viser dei ulike arbeidsoperasjonane som er med i denne eksponeringskartlegginga. Den inneheld også kva type arbeidsoppgåver som inngår i jobbkategoriene, og kor ofte det ulike arbeidet skulle gjerast. Dei arbeidsoppgåvene som vart utført av dei ulike arbeidstakarane i 2003 og 2004 er gjeve i tabellane 6.3 og 6.4. Informasjonen er eit resultat av intervju av alle arbeidstakarane etter avslutta skiftarbeid. Tabellane gjev eit godt bilete på kva arbeid som er blitt utført innan dei ulike jobbkategoriene.

Tabell 6.1: Driftsforskjellar mellom dei to prøvetakingsperiodane

| | |
|-------------------------|--|
| Prøvetakingstid: | Januar 2003 - Driftsforhold/ Seriestrøm: Auka med 2,5 kA frå jan 2003 til 2004 Mars 2004 driftsproblem: Oppsamlingsgrad: Redusert med 2,6% i same periode |
|-------------------------|--|

Tabell 6.2 Jobbkategoriar og arbeidsoperasjonar ved EAL

| Omnspassar <i>Dagleg</i> | Avvik <i>Dagleg</i> | Gasskappeskiftar <i>Dagleg</i> | Måler <i>Dagleg</i> | Digel <i>Dagleg</i> Jobbrotasjon |
|---|---------------------------------------|--|--|---|
| Materunde Matefeil Oksidsleiking Oksidkjøring Badtapping Miljørunde Rutinesoting - hjelpar: - brekker køyring - oksidsleiking | Omnsoing Omnskonnoll Hengboring | Gasskappe (varm omn): - montering/demont. Brennarar (varm omn): - montering/demont. Fotbrett (kald omn): - montering/demont. Rep. av omnsverktøy | Hovudmåling: - Badprøver - Temp - Bad-/met-nivå Ekstramåling COV-måling Barremåling (1x uke) | Digelreinsing Digellokkreinsing Trykkprøv. av lokk Tapperøyrboring Rappesussboring Pakn.skifting Sottømming Badknusa (3x veke) |

Tabell 6.2 forts.

| Tapper <i>Dagleg</i> | Boltetrekkar <i>Dagleg</i> |
|---|--|
| Tapping av metall Tømming av metall Skifte røyr/stuss Badblåsing | Arb. i krankabin med aircondition: Boltetrekking Kryssløfting (noko "ute") Rengj. Mantelkant ("ute") Rengj. Kran (1x veke) Fylle boltehullsmasse |

Tabell 6.3: Oversikt over jobbkategoriar som det vart tatt arbeidsmiljømålingar på i 2003

| Jobbkategori | Arbeid utført: |
|---------------------|---|
| Omnspassar | OmnsPASS, Oksidkøyning, Tapping, Køyning av endebrekkar, Materunde, Ettersleiking, Gassforvarming oppstart, Bluss, Bruk av spett, Boring under kappe, Betjening av sotomn, Badtapping, Tankfylling, Dekking, Stauring, Kjellararbeid, Stikking under kappe, Stikking av brennar, Peiling av bad |
| Avvik | Soting, Kontroll, Graving i omn, Hengkontroll, Miljøkontroll, Boring under kappe, Bolteheng |
| Gasskappeskiftar | Truckkøyning, Gasskappeskift varm omn, Gasskappeskift kald omn |
| Målar | Måling av nystarta omn, Måling, Katodisk spenningsfallmåling, Køyning av fluoridvogn, COV-måling |
| Digel | Digelfresing, Boring av tapperøyr, Tømming av sotbrett, Slagging av baddigle, Boring av stussar |
| Tappar | Tapping, Fresing av digel |
| Boltetrekkar | Boltetrekking, Truckkøyning, Kryssløfting |

Tabell 6.4: Oversikt over jobbkategoriar som det vart tatt arbeidsmiljømålingar på i 2004

| Jobbkategori | Arbeid utført: |
|---------------------|---|
| OmnsPASSar | Materunde, Sleiking, Soting, Køyrt endebrekkar, Oksidkøyning, Ordne gassbrennarar, Bluss, Soda i omn, Stauring under kappe, Arnosaurus-køyning, Dekking |
| Avvik | Bluss, Omnkontroll, Soting, Piggtaking, Heng, Boring under kappe, Kontroll av varm bolt, Badtapping, Drog av heng, Oksidvognkøyning |
| Gasskappeskiftar | Gasskappeskifting, Sveising, Truck-køyning, Feiing av verkstad |
| Målar | Temperaturmåling (bad og metall), Fluoridfylling, Måling av boltetemperatur, Spenningsfallmåling, Metallprøver, Badprøver, Nivåmåling (bad, metall), Tappeholbetjening, Kalibrering av måleutstyr, COV-måling |
| Digel | Slagging av diglar, Sveising, Sliping, Tømming av sotbrett |
| Tappar | Tapping, Skifting av røyr, Reperasjon av digel, Reperasjon av digel-lokk |
| Boltetrekkar | Boltetrekking, Kryssing, Truckkøyning, Arbeid på celletopp, Kosting, Køyning av bolteholmasse, Kassefylling |

7. Prøvetaking

7.1. Prøvetakingsstrategi

Etter protokollen skulle ein ta prøver på 10 personar på kvart skift. Det skulle gjerast målingar ved formiddags- og ettermiddagsskifta i 5 påfølgjande dagar for kvar type teknologi/hall. Dette gjer at ein teoretisk skulle kunne måle:

- 100 aerosolprøver med Respicon, der 10 er tidsoppløyste Respiconmålingar
- 100 inhalerbare aerosolprøver med IOM
- 10 respirable aerosolprøver med respirabel sykklon
- 10 torakale aerosolprøver med torakal Syklon
- 100 SO₂ prøver på filter
- 100 HF prøver på filter
- 60 SO₂ prøver med tidsoppløyst signal med dataloggar
- 30 NO₂ prøver med tidsoppløyst signal med dataloggar

7.2. Aerosolprøvetakarar

7.2.1. IOM

IOM-prøvetakeren er utvikla ved Institute of Occupational Medicine i Edinburg og er konstruert som ein personlig prøvetakar for inhalerbar aerosol (Mark og Vincent, 1986). Den nyttar 25 mm filter og skal ha ein luftgjennomstrømmingsfart på 2 L/min. Testing i vindtunnel og i felt har vist at den fylgjer kurva for inhalerbar aerosol vist i figur 5.1. Ulempa med denne prøvetakaren er at den er noko utsett for sprut/punktstøving, kjensleg for vindretning og vindhastighet over et visst nivå, og den måler berre den inhalerbare aerosolfraksjonen.

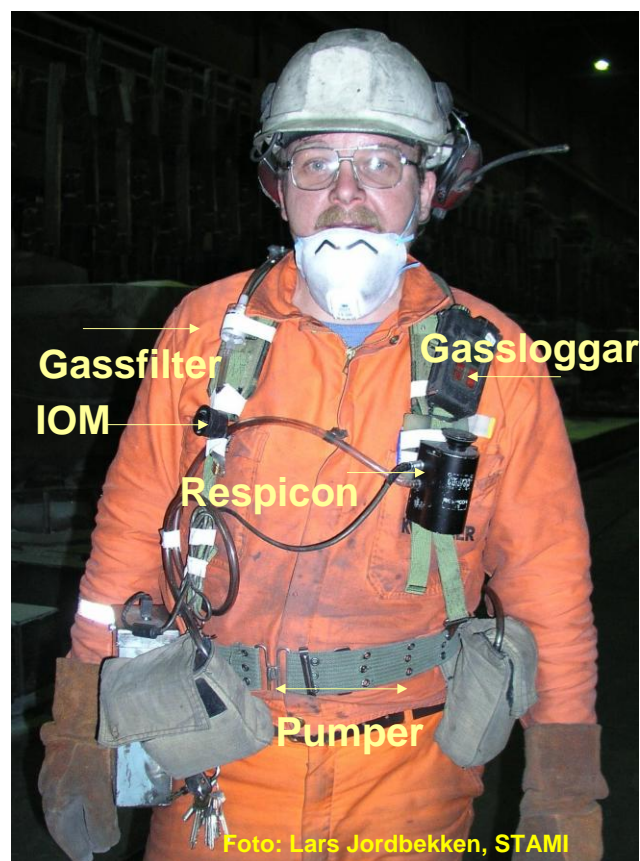


Fig. 7.1: Ein arbeidstakar med prøvetakingsutstyr

7.2.2. Respicon™ virtuell impaktor

Prøvetakaren samplar opp aerosol på tre filter med diameter på 37 mm, som gjer det mogeleg å fastsetje dei helsesrelaterte respirabel, torakal og inhalerbar aerosolfraksjonane. Produsent er Hund, Helmut Hund GmbH, Wilhelm-Will-Str. 7, D-35580 Wetzlar, Tyskland. Total luftstraum gjennom prøvetakaren skal vere 3,11 L/min. Ulik luftstraum gjennom kvart filtersteg og utforminga av impaktoren gjer at aerosol med kjent aerodynamisk diameter blir samla opp på dei ulike filtra. Respirabel aerosol blir samla opp på filter 1, trakeobronkial på filter 2 og ekstratorakal fraksjon på filter 3. Respicon er testa ut som ein stasjonær prøvetakar til å fylgje kriteria for inhalerbar aerosol (Li et al., 2000). Det er vist i t.d. nikkellindustrien på Kola (Russland) at Respicon kan nyttast som ein personleg prøvetakar dersom ein brukar ein korreksjonsfaktor for den ekstratorakale fraksjonen (Koch, et al., 2002). Ein slik korreksjonsfaktor må etablerast for kvar type industri, fordi fordelinga mellom dei ulike partikkelstorleikane kan vere forskjellig. Prosjektet må derfor ta parallelle prøver med Respicon og IOM for å finne ein korreksjonsfaktor som kan nyttast for aluminiumindustrien.

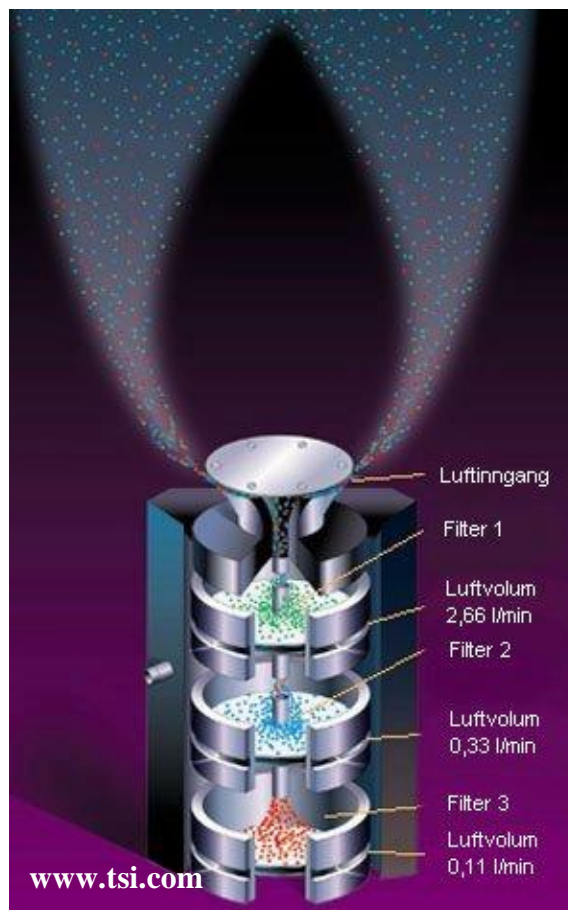


Fig. 7.2 Respiconprøvetakaren

7.2.3. Respirabel og torakal syklon

Syklonar er ein annan type prøvetakingsutstyr som baserer seg på å dele aerosolen i forskjellige partikkelstorleikar ved hjelp av sentrifugalkrefter. Dei fleste andre prøvetakarane nyttar gravitasjonskrafta. To typar syklonar vart nytta. Den eine er konstruert for respirabel aerosolfraksjon (SKC, UK) med et filter på 25 mm og ein luftgjennomstrømmingsfart på 2,2 L/min. Den andre er konstruert for torakal aerosolfraksjon (BGI, USA) har et filter på 37 mm og luftgjennomstrømmingsfart på 1,6 L/min.

Syklonar har vore mykje brukt og er vel dokumentert men ulempa er at for kvar fraksjon ein ynskjer å undersøke trengs ein syklon med eiga pumpe. Resultata frå syklonane skal samanliknast med tilsvarande fraksjon frå Respicon for å sjå om det er samanheng mellom prøvetakarane i denne type industri. Dette er ein type arbeid som krev mange parallelle målingar. Det vil derfor ikkje bli gjort verksvis, men som ein del av totalbiletet for industrien.

7.2.4. Direktevisande Respicon og Split 2

Split 2 er ein direktevisande dataloggar for aerosolar med måleområde 0,01 til 200 mg/m³ for aerosol med diameter mellom 0,1 og 100 µm basert på IOM-prøvetakaren. Med dataloggaren er det mogeleg å logge opp til 21500

datapunkt før data må lastast ned på ein PC. Fastsetjingsprinsippet for aerosol er måling av lysspreiing av infraraud stråling. Strålingskjelda er retta 90 grader på ein fotodetektor, og når den infraraude strålen treff aerosolen, vil dette føre til lysspreiing. Saman med den gravimetriske analysen får ein aerosolkonsentrasjon i mg/m^3 . Luftstraumen gjennom prøvetakaren skal vere 2,0 L/min.

I den direktevisende respiconprøvetakaren er det tre fotodetektorar for fastsetjing av aerosol. Saman med gravimetriske fastsetjingar får ein gjort om detektorsignalet til partikulære konsentrasjonar i mg/m^3 . Måleområdet for impaktoren er opp til 200 mg/m^3 for kvar fotodetektor. Saman med prøvetakaren er det ein dataloggar for lagring av data. Dataloggaren må skjermast for elektromagnetisk stråling med ein jernboks.

Tidoppløyste målingar ble brukt til å skaffe informasjon om toppeksponeering og identifisering av partikulære forureiningskjelder samt å estimere eksponering ved spesifikke arbeidsoperasjonar. Det var derfor viktig å fylgje opp arbeidstakarane med skjema med tidspunkt og arbeidsoppgåve.

7.3. Gassprøvetakarar

7.3.1. Gassensorar

Direktevisande gassensorar er nyttige hjelpemiddel til å sjå på toppeksponeering for SO_2 . Så lenge ein brukbar direktevisande HF-sensor ikkje er utvikla, er den informasjonen ein får om fluorid i gassform basert på kumulativ eksponering, midla over prøvetakingstida.

NO_2 kunne ein tenkje seg blir danna ved bluss, og det vart derfor teke NO_2 -prøver parallelt med SO_2 .

Direktevisande gassmålingar av SO_2 og NO_2 vart utført med Dräger Pac III (Dräger Aktiengesellschaft, Lübeck, Tyskland) og Neotox-XL (Neotronics Limited, Takeley, UK) gassensorar. HF-sensoren som vart prøvd ut var ein Gasman II (Crowcon Ltd, UK). Gassdeteksjonen er basert på diffusjon av gass gjennom ein membran inn til ein elektrokjemisk sensor. Gasskonsentrasjonen vart registrert kontinuerleg som funksjon av tid og lagra ved hjelp av ein innebygd dataloggar. Lagringsintervalla var kvart 10 sekund. Oppløysinga var på 0,1 ppm og ei deteksjonsgrense på 0,2 ppm. Sensorane vart kalibrert mellom prøvetakingane på kvart verk med kjent gasskonsentrasjon.

7.3.2. Gassfilter

HF og andre sure fluoridgassar (t.d. SiF_4) vart samla opp på impregnerte gassfilter (10 % (w/v) KOH impregnerte 25 mm støtteplater (Millipore, AP1002500)) fordi det til no ikkje har eksistert nokon god direktevisande berbar sensor for HF.

Tabell 7.1: Oversikt over prøvetakingsutstyr som vart nytta for dei ulike aerosolfraksjonane

| Tilgjengeleg prøvetakingsutstyr | Helserelaterte aerosolfraksjonar (jf. Fig 5.1)/gass | | | | | Gassar | | |
|--|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | Respirabel | Trakeo-bronkial | Ekstra-torakal | Torakal | Inhalerbar | NO ₂ | SO ₂ | HF |
| IOM | - | - | - | - | X | - | - | - |
| Respicon® | X | X | X | X [#] | X [#] | - | - | - |
| Syklon | X [*] | - | - | X [*] | - | - | - | - |
| Millipore kassett med impregnerte støtteplater | - | - | - | - | - | - | X | X |
| Direktevisande gass sensorar, | - | - | - | - | - | X | X | X |
| - Dräger | - | - | - | - | - | X | X | - |
| - Neotox | - | - | - | - | - | X | X | - |
| - Gasman II | - | - | - | - | - | - | - | X [†] |

[#] Vert utrekna frå dei andre fraksjonane

^{*} Anten respirabel eller torakal fraksjon

[†] Ny HF sensor vart prøvd ut

I tabell 7.1 er det gjeve ein oversikt over det utstyret som skulle nyttast, og kva komponent som skulle fastsetjast med det ulike utstyret.

8. Prøver samla med dei ulike prøvetakarane

I tabellane 8.1 og 8.2 er det gjeve ein oversikt over talet på prøver fordelt på dei to prøvetakingsperiodane og jobbkategoriene som det vart gjort målingar på. Innhaldet i dei ulike jobbkategoriene er definert i tabell 6.2.

Tabell 8.1: Oversikt over prøver tatt ved Elkem Aluminium Lista (EAL) i januar 2003.

| Jobbkategori | Respicon | IOM | Torakal syklon | Respirabel syklon | Gass (HF/SO ₂) | Sensor (SO ₂) |
|--------------------|----------|-----|----------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| Omnspassar | 58 | 24 | 6 | 5 | 24 | 31 |
| Målar | 11 | 6 | | 1 | 6 | 9 |
| Tappar | 21 | 9 | 1 | 1 | 9 | 13 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 8 | 1 | 1 | 8 | 6 |
| Avvik | 31 | 6 | 4 | - | 6 | 16 |
| Boltetrekkar | 8 | 6 | 1 | 2 | 7 | 3 |
| Digelverkstad | 6 | 5 | - | 2 | 5 | 2 |
| Totalt ant. prøver | 147 | 64 | 13 | 11 | 65 | 80 |

Tabell 8.2: Oversikt over prøver tatt ved Elkem Aluminium Lista (EAL) i mars 2004.

| Jobbkategori | Respicon | IOM | Torakal syklon | Respirabel syklon | Gass (HF/SO ₂) | Sensor (SO ₂) |
|--------------------|----------|-----|----------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| Omnspassar | 31 | 30 | 11 | 2 | 31 | 16 |
| Målar | 12 | 12 | 4 | 2 | 12 | 5 |
| Tappar | 13 | 12 | 2 | 1 | 11 | 6 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 12 | 3 | 1 | 11 | 9 |
| Avvik | 17 | 17 | 3 | 3 | 17 | 8 |
| Boltetrekkar | 9 | 9 | 2 | - | 9 | 4 |
| Digelverkstad | 4 | 3 | 1 | - | 3 | 4 |
| Totalt ant. prøver | 98 | 96 | 26 | 9 | 94 | 52 |

9. Analysemetodar

9.1. Gravimetri

Fastsetjing av masser på filter vart gjort med Sartorius MC5 og Sartorius 210P vektor, ved veging av filter før og etter eksponering. Arbeidet vart utført i STAMI sitt klimatiserte vegeom (20±1 °C, 40±2 % RH). Nedre fastsetjingsgrense var 0,08-0,4 mg/filter for Respicon(PVC-filter) og 0,01-0,08 og 0,04-0,09 mg/filter for høvesvis respirabel syklon og torakal syklon. For IOM-kassett med CA-filter var nedre fastsetjingsgrense 0,2-2 mg/filter.

Resultat for Respiconprøver vart utrekna etter formlane i brukarrettleiinga (Hund, 2000) og kan sjåast i saman med Respiconprøvetakaren vist i figur 7.2:

$$C_{RESPIRABEL} = \frac{m_1 \cdot 1000}{Q_1 \cdot t_s}$$

$$C_{TORAKAL} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot 1000}{((Q_1 + Q_2) \cdot t_s)}$$

$$C_{INHALERBAR} = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) \cdot 1000}{((Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot t_s)}$$

m_1 = masse på filter 1 (respirabel aerosol), m_2 = masse på filter 2 (trakeobronkial aerosol), m_3 = masse på filter 3 (ekstratorakal aerosol)

Q_1 = 2,66 L/min (flow gjennom filter 1), Q_2 = 0,33 L/min (flow gjennom filter 2), Q_3 = 0,11 L/min (flow gjennom filter 3),

t_s = prøvetakingstid i min

$$C_{INHALERBAR} = C_{TORAKAL} - C_{RESPIRABEL}$$

$$C_{EKSTRATORAKAL} = C_{INHALERBAR} - C_{TORAKAL}$$

9.2. Fastsetjing av fluorid

9.2.1. Vassløyseleg fluorid

Vassløyseleg fluorid er definert som den delen av fluorid i aerosolen som løyser seg i ionebytta vatn ved henstand i 90 min. ved romtemperatur. Fluorid ekstraherast frå eksponerte aerosolfilter ved bruk av sentrifugerøyr med volum på 50 mL (Alltech Maxi-Spin™ Filter Tube, art. nr. 100506, Deerfield, USA). Røra var av polypropylen og hadde ein filterinnsats med nylon membran (porestorleik 0,2 µm). Aerosolfiltra vart overført til filterinnsatsen, tilsett 150 µL bromid (Spectrascan®, 1000 mg/L, Teknolab A/S) som intern standard og 9,85 ml ionebytta vann. Alt ble godt ristet og satt til henstand i 90 minutt ved 20 °C før sentrifugering i 10 minutt ved 3000 omdreiingar pr. minutt (RPM).

Fluorid i eluatet vart fastsett ved ionekromatografi.

Nedre fastsetjingsgrense var 5 µg/filter for Respicon og IOM, 4 µg/filter for torakal sykklon og 7 µg/filter for respirabel sykklon.

Utrekning av vassløyseleg fluorid i dei helserealterte aerosolfraksjonane vart utført på same måte som for massane på filtra

9.2.2. Lutløyseleg fluorid

Etter eluering med vatn vart aerosolfilter og filterinnsats overført til eit nytt sentrifugerøyr, tilsatt 5 mL 0,5 M KOH-løysning og 225 µL fosfat (PO_4^{3-}), (Spectrascan®, 1000 mg/L, Teknolab A/S) som intern standard. Etter oppvarming på vassbad i mikrobølgeovn på 75 °C i 90 min, vart røyra sentrifugert og eluatet fortynna til 15 mL med ionebytta vatn (>17,8 MΩ). Fastsetjing av fluoridnivå vart gjort med ionekromatografi. Nedre fastsetjingsgrense for lutløyseleg fluorid var 20 µg/filter.

Forsøk utført ved STAMI ved hjelp av scanningelektronmikroskop utstyrt med ein energidispersibel røntgen fluorescensdetektor har vist at etter behandlinga med 0,5 M KOH inneheldt ikkje filteret detekterbare mengder fluorid. Av dette har ein grunn til å hevde at summen av vassløyseleg fluorid og fluorid ekstrahert med 0,5 M KOH utgjør total mengde partikulært fluorid i prøvene.

9.2.3. Partikulært fluorid

Partikulært fluorid er definert som summen av vassløyseleg og lutløyseleg fluorid.

9.2.4. Fluorid i gassform (HF) og SO₂

Impregnerte gassfilter (10 % (w/v) KOH-løsning på Millipore AP1002500 støtteplater) vart overført til 15 mL polypropylen reagensrør (Sarstedt, art. nr. 62.554.001, Nümbrecht, Tyskland), tilsatt intern standard (bromid, Br⁻). og ekstrahert med 10 mL 0,5 % (v/v) H₂O₂-løsning. Ved prøvetaking på denne typen gassfilter vil svoveldioksid kunne reagere til sulfat eller til sulfitt. Den svake hydrogenperoksid-løsninga vart brukt for å omdanne eventuell sulfitt til sulfat. Etter henstand i 2 timar vart fastsetjinga utført ved bruk av ionekromatografi. Prøveresultata frå ionekromatografen vart så omrekna frå fluorid (F⁻) til hydrogenfluorid (HF) og frå sulfat (SO₄²⁻) til svoveldioksid (SO₂). Nedre fastsetjingsgrenser var 1,0-16 µg/filter F⁻ og 4,1-12 µg/filter SO₄²⁻.

9.2.5. Totalfluorid

Totalfluorid i denne rapporten er ikkje det same som og kan ikkje samanliknast med totalfluorid nytta tidlegare i aluminiumindustrien.

I denne rapporten definerast totalfluorid som summen av partikulær inhalerbar fluorid målt med Respicon og fluorid i gassfase frå KOH-impregnerte filter.

10. Instrumentering

Analysane ble utført ved ionekromatografi med utstyr samansatt av ein Dionex DX-500 ionekromatograf (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) utstyrt med ei gradientpumpe (GP40) og ein elektrokjemisk detektor (ED 40) med konduktivitetsselle. Til instrumentet er det kopla ein prøveinjektor (Gilson[®] 231 XL, Villiers-le-Bel, Frankrike) med ein prøvekapasitet på 80 prøver og eit prøveinnføringsvolum på 25 µL eller 10 µL. IonPac AS14A analytisk kolonne (250 X 4 mm) med IonPac AG14A førkolonne (50 X 4 mm) ble nytta. Instrumentet er også utstyrt med ein sjølvregenererande suppressor (Dionex ASRS-II, 4 mm). Styring av instrumentet, dataregistrering og omarbeiding av rådata vart utført med dataprogrammet Chromeleon[™], versjon 6.40.

Eluentløysingane var 8,0 mM Na₂CO₃ / 1,0 mM NaHCO₃ med ein eluenthastighet på 1,0 mL/min. Ved tillaging vart eluentløysinga plassert på ultralydbad i 10 minutt for å fjerne oppløyst oksygen.

Kalibreringsløysingar vart laga ved å fortynne sertifiserte standardar levert av Teknolab A/S (Spectrascan[®], 1000 mg/L) med ionebytta vann.

11. Kvalitetssikring

For å kvalitetssikre analyseresultata vart eigne referanseløysingar med kjent analyttverdi av fluorid og sulfat tillaga. Desse prøvene inngjekk som ukjente og analysert på tilsvarande måte som de reelle prøvene, og på den måten sikra korrekte analyseresultat. For blindkorrigering av resultata var kvar ellefte prøve eit ueksponeerte filter. Desse vart analysert for alle komponentane på tilsvarande måte som dei eksponerte filtra.

12. Resultat og diskusjon

Prosjektet har no samla inn ei stor mengde resultat som kan presenterast på mange ulike måtar. Talet på variablar er mange og det kan være lett å miste oversikta.

I figurane og tabellane nedanfor vil aerosolresultata bli presentert i underkapittel etter type analysert komponent.

I denne rapporten er det lagt vekt på verdiane frå Respiconprøvetakaren og IOM.

Syklonane var fyrst og fremst med for å kunne gjere ei samanlikning av prøvetakarar. For å få gode og sikre data til eit slikt arbeid treng ein fleire målingar enn det ein har tatt ved eit verk. Dette vil ikkje ha konsekvensar for resultatata eller for konklusjonane.

Resultata representerer konsentrasjonar av eksponeringsmålingane utført i dei gjevne tidsromma. Det er ikkje gjort nokon korreksjon av eksponeringsdata av prosessteknisk art eller for ulike produksjonsparametrar. Luftkonsentrasjonane i rapporten baserer seg på faktisk prøvetakingstid, og er ikkje normalisert til 8 timar.

Generelt er det viktig å kommentere at nokre av jobbkategoriene har arbeidsoperasjonar som medfører større eller mindre del av arbeidstida nær opne celler, eller i lukka ventilert kabin. I dei ulike situasjonane er bruk av vernemasker avgjerande for den faktiske eksponeringa. Alle prøver er tatt utanfor vernemaskene og i innandingssona til arbeidstakaren. Resultata må derfor sjåast i samanheng med den generelle vernemaskebruken innan dei målte jobbkategoriene. Mange nytta 3M 9926 masker, andre airstreamhjelm og nokre ein kombinasjon av begge modellane. I 2004 var det også bruk av vernemaska 3M 4277.

Gasskappeskiftar skifta gasskapper på både kald og varm omn, noko som kan gje opphav til eksponeringsvariasjon.

For verdiar lågare enn den nedre fastsetjingsgrensa (DL) er det nytta $\frac{1}{2}$ DL.



Foto: Dagfinn Kroslid, EA Lista

Bilete 12.1: Omnspassar

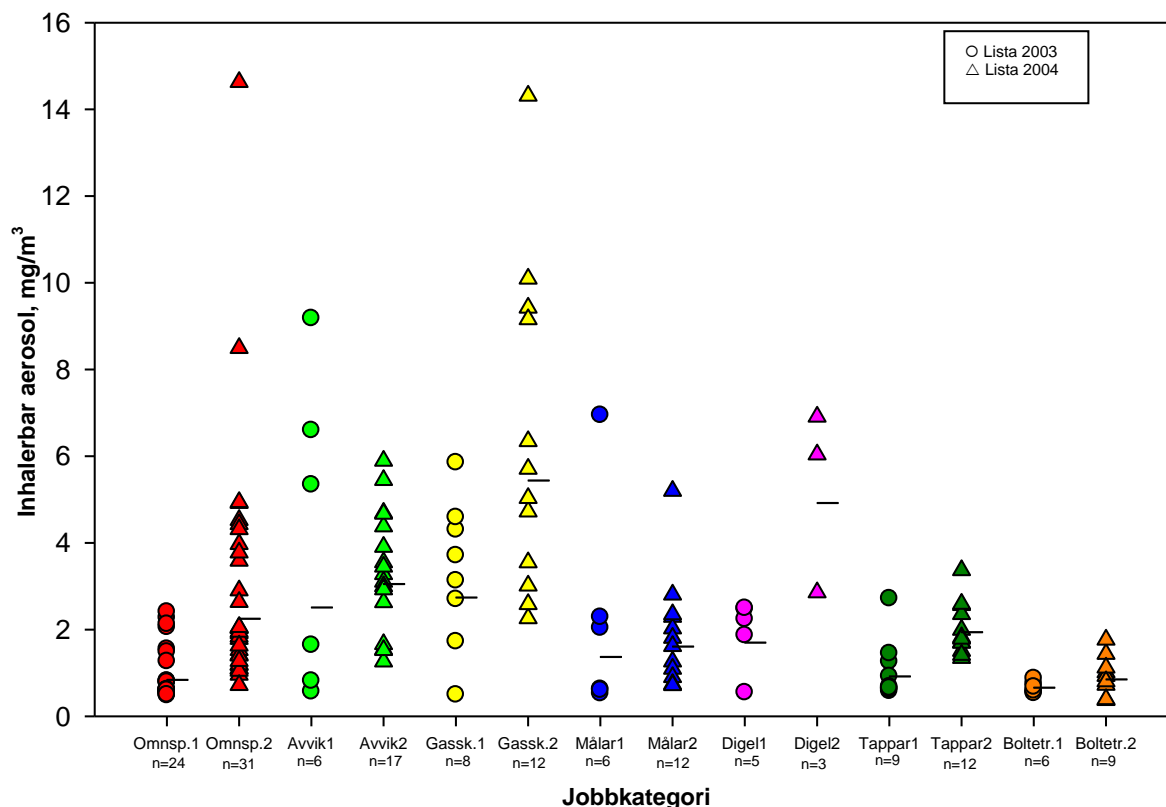


Foto: Dagfinn Kroslid, EA Lista

Bilete 12.2: Måling

12.1.1. Aerosol

Aerosol/støv er samla på filter ved hjelp av forskjellige prøvetakarar og deretter veid for å finne mengda. Figur 12.1 viser alle aerosolresultata målt med IOM prøvetakaren sortert etter jobbkategori. Resultata for de to prøvetakingsperiodane er vist ved sida av kvarandre. Av denne figuren kan det sjå ut som aerosolnivåa er høgare ved prøvetaking i 2004 enn i 2003. Det er stor spreing på resultata innan ein jobbkategori og også forskjell mellom ein del av jobbkategoriene. Nokre få målingar er høge som kan tyde på at nokre operatørar kan være høgt eksponert på einskilde dagar.

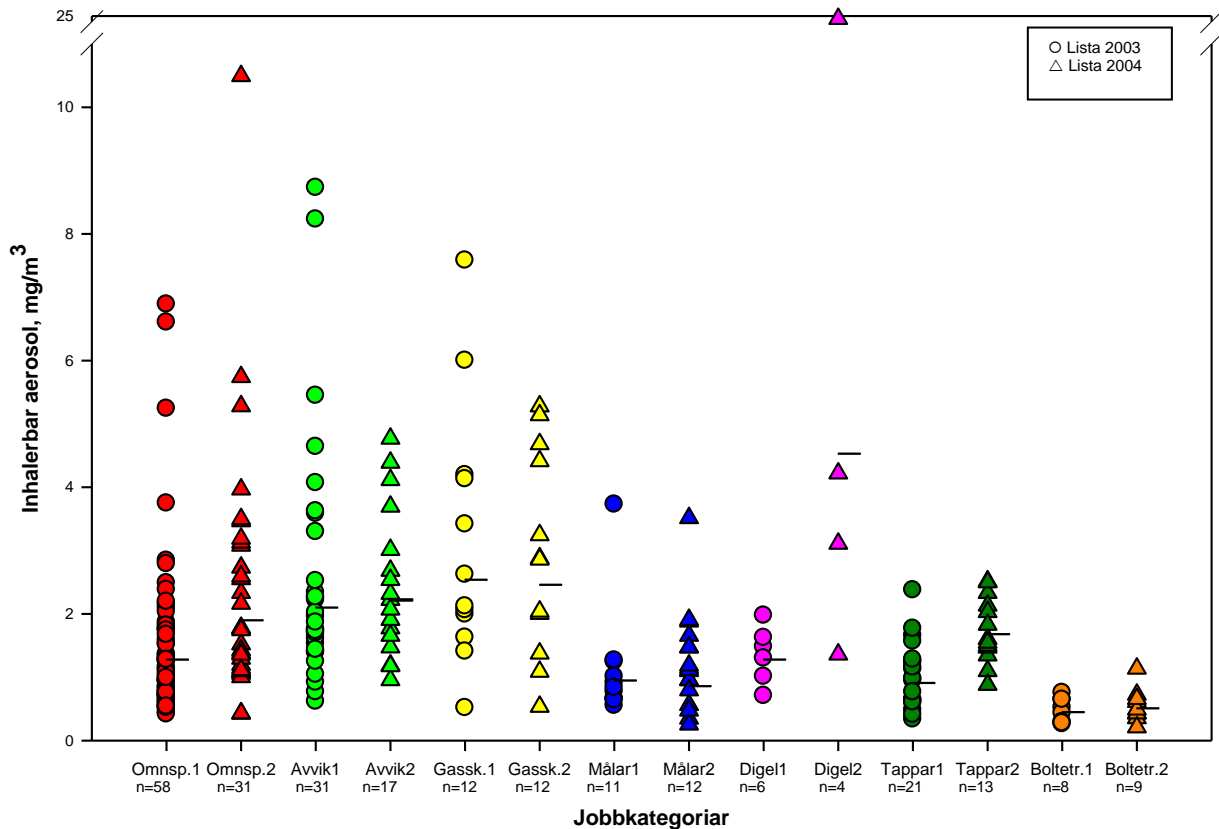


Figur 12.1: Inhalerbar aerosol frå IOM-prøvetakaren fordelt på arbeidsoperasjonar og prøvetakingstid. Arbeidsoperasjonane frå Lista 2004 er forkorta til første bokstaven i namnet. Talet på prøver er gjevne med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.



Foto: Dagfinn Kroslid, EA Lista

Bilde 12.3: Gasskappeskifting



Figur 12.2: Inhalerbar aerosol frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategoriar og prøvetakingstid. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Figurane viser dei inhalerbare aerosolresultata målt med IOM-prøvetakaren (12.1) og respiconprøvetakaren (12.2). De aller fleste målingane ligg på under 3 mg/m³, men med enkelte høge verdiar. Høgast GM har ein for jobbkategorien digel, men sidan denne kategorien har få målingar må ein være forsiktig med å legge for mykje vekt på desse. Konsentrasjonen varierer frå ein type arbeidsoperasjon til ein annan og også innan kvar jobbkategori. Avvik- og gasskappegruppene er dei som ser ut til å være mest eksponert for aerosol, mens boltetrekkarane har vore minst eksponert i prøvetakingsperiodane. Dette er ikkje uventa, fordi boltetrekkarane oppheld seg store delar av arbeidstida i ein lukka kabin med filtrert lufttilførsel.

Bileta viser døme på to eksponeringskjelder i digelverkstaden.



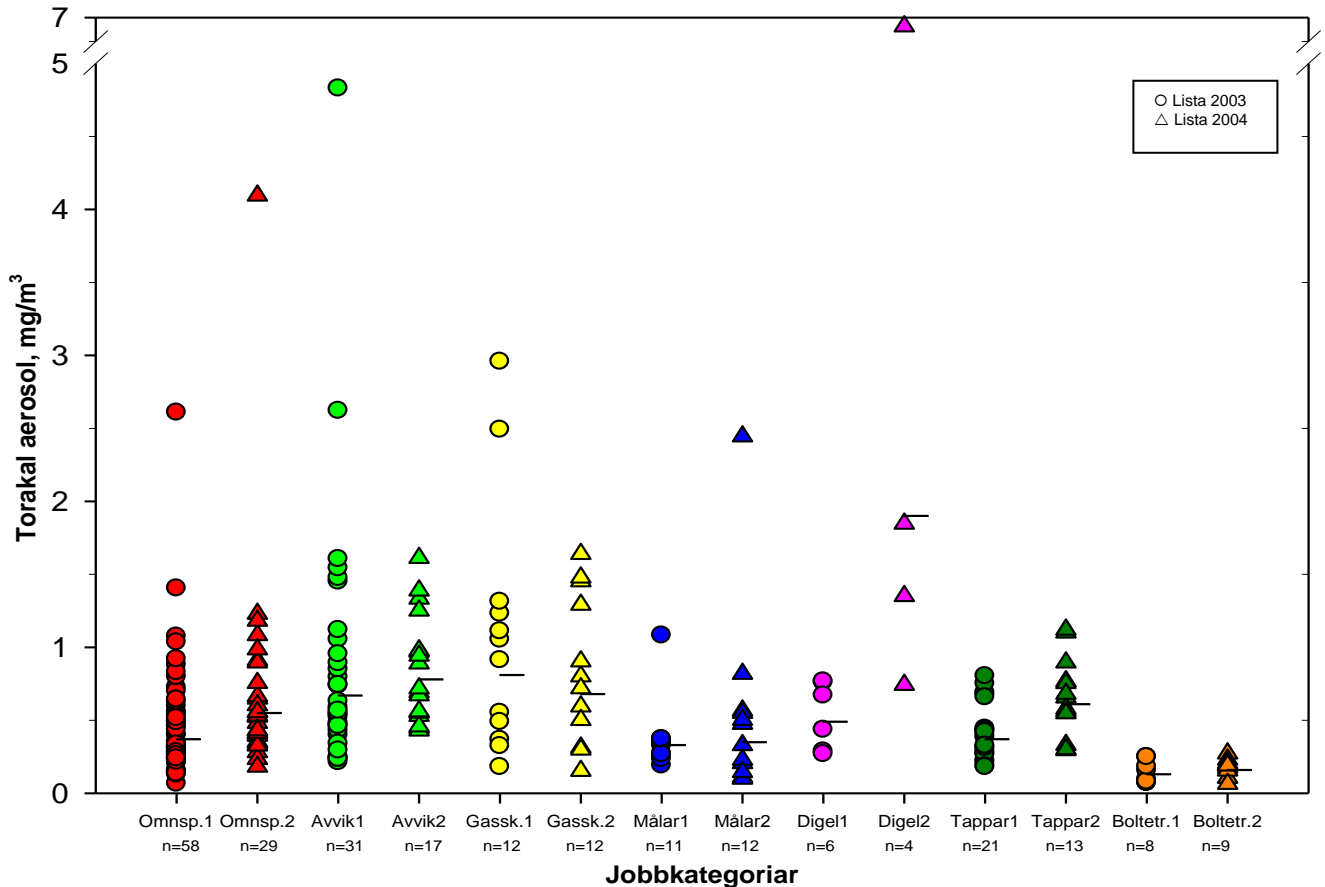
Foto: Hilde Notø, STAMI

Bilete: 12.4: Meisling av digel



Foto: Hilde Notø, STAMI

Bilete: 12.5: Digelrom



Figur 12.5: Torakal aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategoriar og prøvetakingsperiode. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Respiconprøvetakaren og torakale sykklonar kan begge nyttast til å fastsetje aerosolmengda som kan avsetjast i luftvegane nedanfor strupehovudet (torakal aerosol). Figur 12.5 viser aerosolmengda fastsett med Respiconprøvetakaren. Den totale mengda aerosol er lågare enn for inhalerbar fraksjon og variasjonen mellom jobbkategoriene er ikkje så stor. Bortsett frå nokre få einiskilde målingar er spreinga mindre innan same arbeidsoperasjon. Dei fleste resultata ligger under 2 mg/m^3 og med GM lågare enn 1 mg/m^3 .

Tabell: 12.1. Prosentdel torakal aerosol av inhalerbare aerosol for prøvetakinga i 2003

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 58 | 29 | 25 | 33 | 1,8 | 98 |
| Avvik | 31 | 32 | 28 | 37 | 12 | 89 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 32 | 21 | 48 | 8,5 | 95 |
| Målar | 11 | 35 | 30 | 41 | 23 | 45 |
| Digel | 6 | 38 | 29 | 50 | 27 | 52 |
| Tappar | 21 | 41 | 36 | 47 | 24 | 69 |
| Boltetrekkar | 8 | 29 | 19 | 44 | 14 | 67 |
| Alle | 147 | 32 | 30 | 35 | 1,8 | 98 |

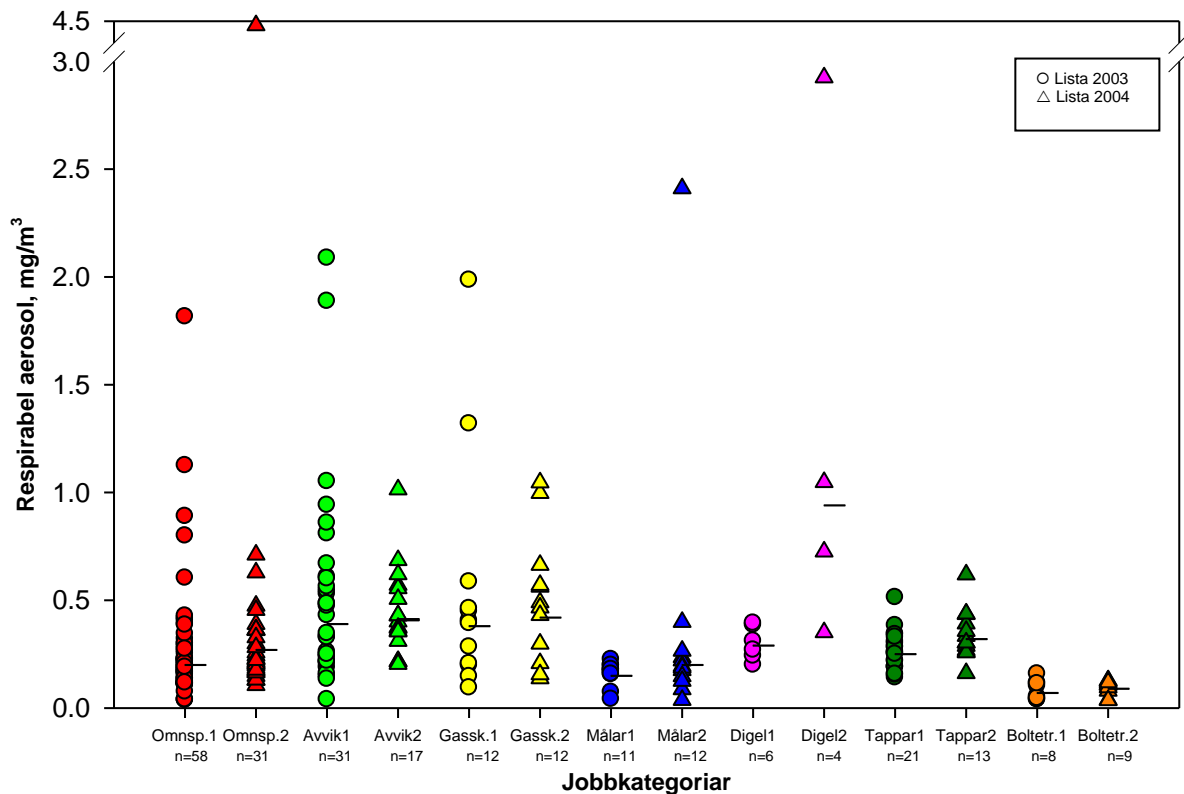
I tabell 12.1 ser ein at gjennomsnittleg GM for alle jobbkategoriene er 32 % torakal aerosol av den inhalerbare aerosolen. Tappar er den kategorien med gjennomsnittleg høgast prosentdel torakal aerosol (41 %), medan omnspassar har lågast (29 %) og størst spreing (1,8 - 98 %).

Tabell: 12.2. Prosentdel torakal aerosol av inhalerbare aerosol for prøvetakinga i 2004

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 30 | 28 | 25 | 31 | 10 | 54 |
| Avvik | 17 | 35 | 32 | 39 | 24 | 47 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 28 | 22 | 35 | 11 | 56 |
| Målar | 12 | 41 | 32 | 53 | 20 | 74 |
| Digel | 4 | 42 | 23 | 74 | 29 | 59 |
| Tappar | 13 | 36 | 30 | 44 | 19 | 56 |
| Boltetrekkar | 9 | 32 | 27 | 38 | 24 | 45 |
| Alle | 97 | 32 | 30 | 35 | 10 | 74 |

I tabellen 12.2 ser ein at ein totalt for prøvetakinga i 2004 har same gjennomsnittleg prosentverdi som for prøvetakinga i 2003 (32 % torakal aerosol av den inhalerbare aerosolen). Jobbkategorien digel hadde høgast (42 %) prosentdel torakal aerosol, medan omnspassar har lågast (28 %). Dette er den same prosenten som ein fann ved prøvetakinga i 2003. Verdiane for dei einiskilde jobbkategoriene kan samanliknast. Forskjellen mellom dei to prøvetidspunkta i prosentvis fordeling av torakal aerosol er at spreinga er mindre i 2004 (10 – 74 %) i forhold til 2003 (1,8 – 98 %).

Tabellane 12.1 og 12.2 viser at av den inhalerbare aerosolen mindre enn omlag 40 % torakal aerosol. Dette tyder på at størstedelen av aerosolen er ekstratorakal (omlag 60 %), og blir fylgjeleg avsett i dei øvre luftvegane.



Figur 12.6: Respirabel aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

I fig. 12.6 ser ein at ein har same trend for respirabel aerosolfraksjon som for torakal fraksjon. Nokre av verdiane var høge, men de fleste målingane samla under 1 mg/m^3 . Denne aerosolen er ein underfraksjon av den torakale fraksjonen

Tabell: 12.3. Prosentdel respirabel aerosol av inhalerbare aerosol for prøvetakinga i 2003

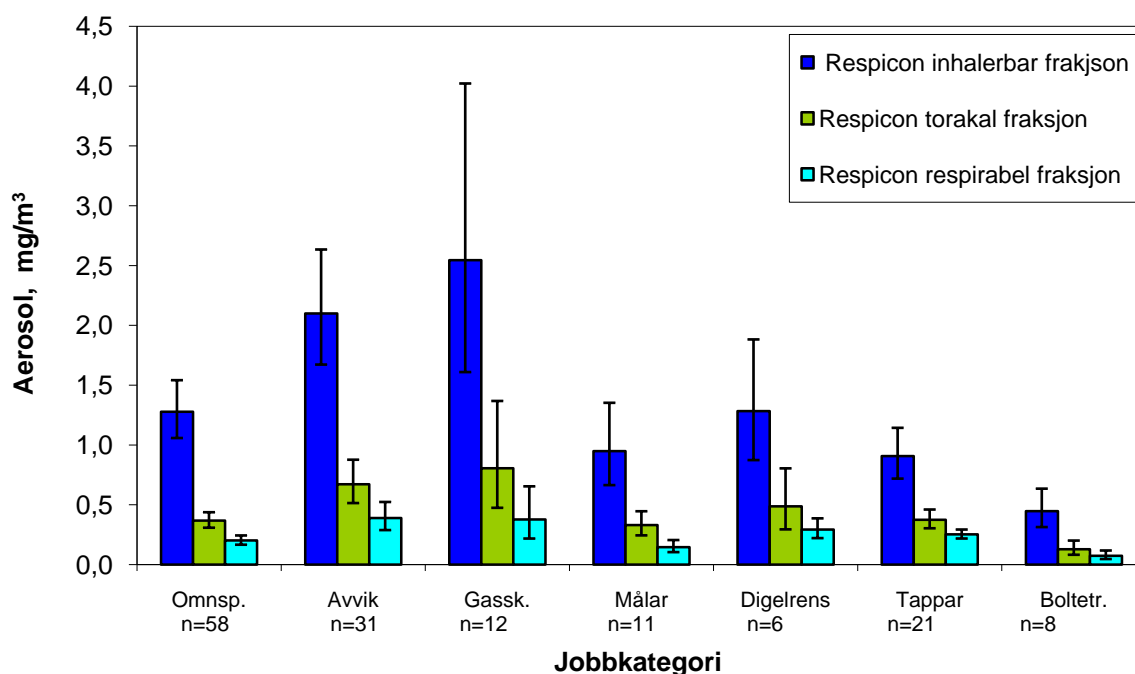
| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 58 | 16 | 13 | 19 | 1,0 | 95 |
| Avvik | 31 | 19 | 15 | 23 | 2,1 | 54 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 15 | 9,6 | 23 | 6,7 | 40 |
| Målar | 11 | 15 | 9,8 | 24 | 4,1 | 30 |
| Digel | 6 | 23 | 17 | 31 | 14 | 30 |
| Tappar | 21 | 28 | 23 | 35 | 11 | 56 |
| Boltetrekkar | 8 | 17 | 10 | 27 | 7,8 | 58 |
| Alle | 147 | 18 | 16 | 20 | 1,0 | 95 |

Tabell 12.3 viser prosentdel respirabel aerosol av inhalerbar aerosol. Gjennomsnittleg var 18 % av den inhalerbare aerosolen respirabel. Spreiinga er stor (1,0 – 95 %). Jobbkategorien tappar har størst prosentdel respirabel aerosol (28 %), medan gasskappeskiftar og målar har lågast (15 %).

Tabell: 12.4. Prosentdel respirabel aerosol av inhalerbare aerosol for prøvetakinga i 2004

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 30 | 13 | 11 | 16 | 5,8 | 43 |
| Avvik | 17 | 19 | 16 | 21 | 12 | 30 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 17 | 14 | 20 | 10 | 29 |
| Målar | 12 | 24 | 17 | 33 | 9,3 | 69 |
| Digel | 4 | 21 | 10 | 42 | 13 | 34 |
| Tappar | 13 | 19 | 15 | 24 | 10 | 30 |
| Boltetrekkar | 9 | 17 | 13 | 23 | 8,9 | 26 |
| Alle | 97 | 17 | 16 | 19 | 5,8 | 69 |

Tabell 12.4 viser at av den inhalerbare aerosolen var gjennomsnittleg 17 % respirabelt. Dette er det same som i 2003 (18 %), men spreinga er mindre ved den siste prøvetakingsperioden. Jobbkategorien målar har høgast prosentdel respirabel aerosol (24 %) medan omnspassar har den lågast prosentdelen (13 %).



Figur 12.3 Geometrisk middelværdi (GM) med 95% konfidensintervall for dei helserelaterte aerosolfraksjonar prøveteke med Respicon ved EAL i januar 2003.

I figur 12.3. er dei geometriske middelværdiane og 95 % konfidensintervall for dei helserelaterte aerosolfraksjonane fordelt på dei prøveteke jobbkategoriene gjeve. Ved eksponeringsmålingane i 2003 var det jobbkategorien gasskappeskiftar som hadde den høgaste eksponeringa med ein GM på over 2,5 mg/m³ for den inhalerbare aerosolen. Boltetrekkar hadde den lågaste eksponeringa for alle dei tre helserelaterte aerosolfraksjonane. Ved å regne statistikk på data frå figur 12.3 kan ein sjå om det er nokon forskjell mellom dei ulike jobbkategoriene. Ei oppsummering finns i tabell 12.5 for alle eksponeringsmålingane frå 2003.

Tabell 12.5: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellig for dei ulike komponentane ved prøvetakinga i 2003

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|--------------------------------|------------------|---|
| IOM aerosol | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar |
| | Avvik | Omnspassar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar |
| | Boltetrekkar | Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel |
| Respicon Inhalerbar aerosol | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Digel | Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Torakal aerosol | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Digel | Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Respirabel aerosol | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Målar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Målar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

Av jobbkategoriene er det boltetrekkar som skil seg ut med signifikant lågare eksponering enn dei andre jobbkategoriene for dei fleste aerosolkomponentane.

For aerosol er jobbkategoriene avvik og gasskappeskiftar dei høgast eksponerte.

* p<0,05



Figur 12.4 Geometrisk middelværdi med 95 % konfidensintervall for aerosolfraksjonar prøveteke med Respicon ved EAL i januar 2004.

Figur 12.4. viser geometriske middelværdiar og 95 % konfidensintervall for dei helse-relaterte aerosolfraksjonane fordelt på dei prøveteke arbeidsoperasjonane. Ved eksponeringsmålingane i 2004 hadde digel den høgaste eksponeringa med eit GM på over $4,5 \text{ mg/m}^3$ for den inhalerbare aerosolen. Boltetrekkar hadde den lågaste eksponeringa for alle tre helse-relaterte aerosolfraksjonar. Ved å regne statistikk på data frå figur 12.4 kan ein sjå om det er nokon forskjell mellom dei ulike jobbkategoriene. Ei oppsummering finns i tabell 12.6 for alle eksponeringsmålingane frå 2004.

Tabell 12.6: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellig for aerosol komponentane ved prøvetakinga i 2004

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|------------------------|------------------|---|
| IOM _{aerosol} | Omnspassar | Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Avvik | Gasskappeskiftar, Målar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Avvik, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel |

* $p < 0,05$

Tab. 11.6 forts.

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|--------------------------------|------------------|---|
| Respicon Inhalerbar aerosol | Omnsparar | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Avvik | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Målar, Boltetrekkar |
| | Målar | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| | Digel | Omnsparar, Avvik, Målar, Tappar, Bolteteckkar |
| | Tappar | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| Respicon Torakal aerosol | Omnsparar | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Avvik | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Målar | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Bolteteckkar |
| | Digel | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Bolteteckkar |
| | Tappar | Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Bolteteckkar | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Respirabel aerosol | Omnsparar | Avvik, Digel, Bolteteckkar |
| | Avvik | Omnsparar, Målar, Digel, Bolteteckkar |
| | Gasskappeskiftar | Målar, Digel, Bolteteckkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Bolteteckkar |
| | Digel | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Bolteteckkar |
| | Tappar | Digel, Bolteteckkar |
| | Bolteteckkar | Omnsparar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

I 2004 var det jobbkategorien boltetrekkar som skilte seg ut med signifikant lågare eksponering enn dei andre jobbkategoriene for dei fleste aerosolkomponentane. Digel er jobbkategorien med høgst aerosoleksponering og størst spreining. Grunna svært få målingar for denne jobbkategorien skal ein ikkje legge for mykje vekt på resultatane.



Foto: Hilde Notø, STAMI

Bilete 12.6: Stikking av tappehol



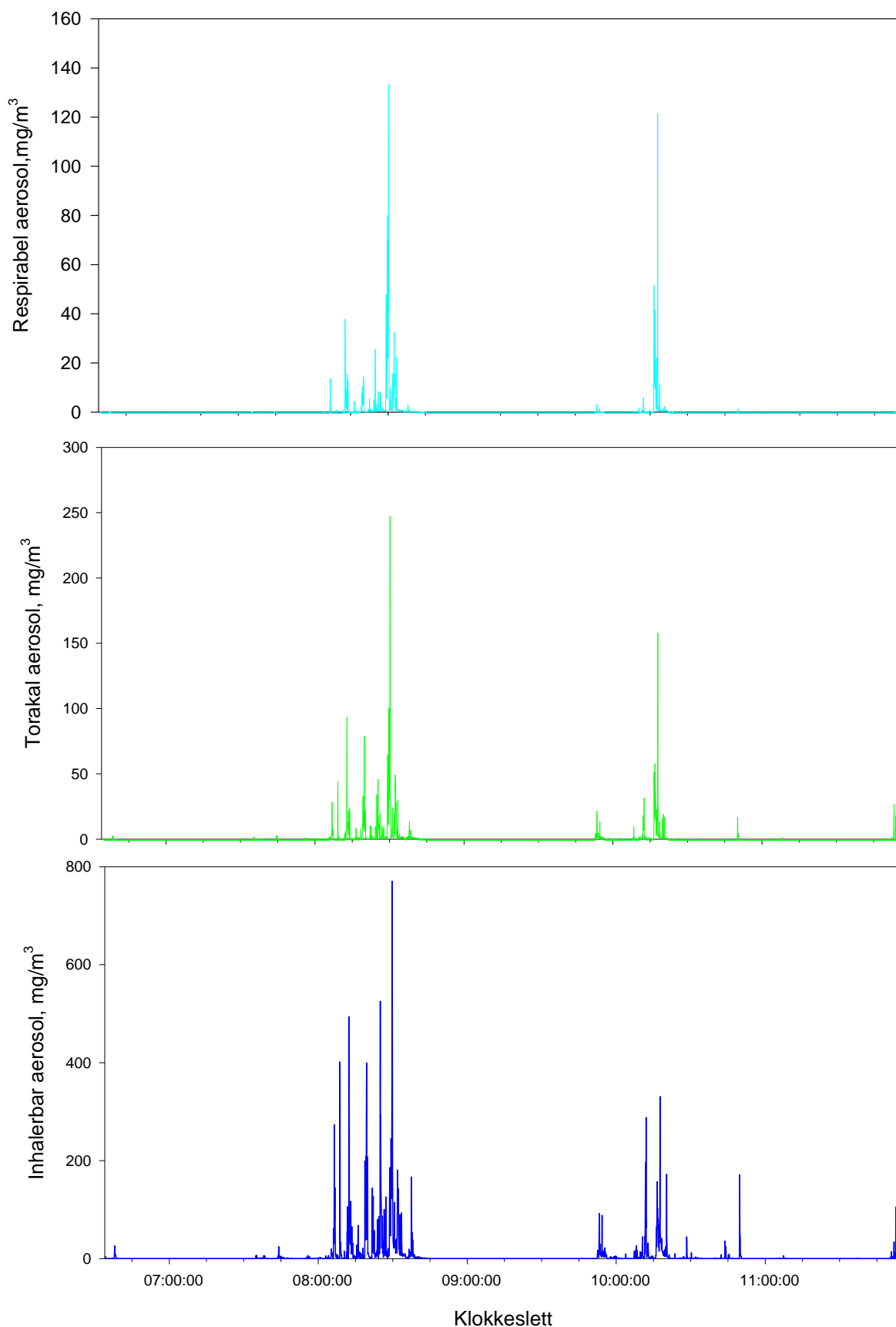
Foto: Hilde Notø, STAMI

Bilete 12.7: Tilførsel av soda

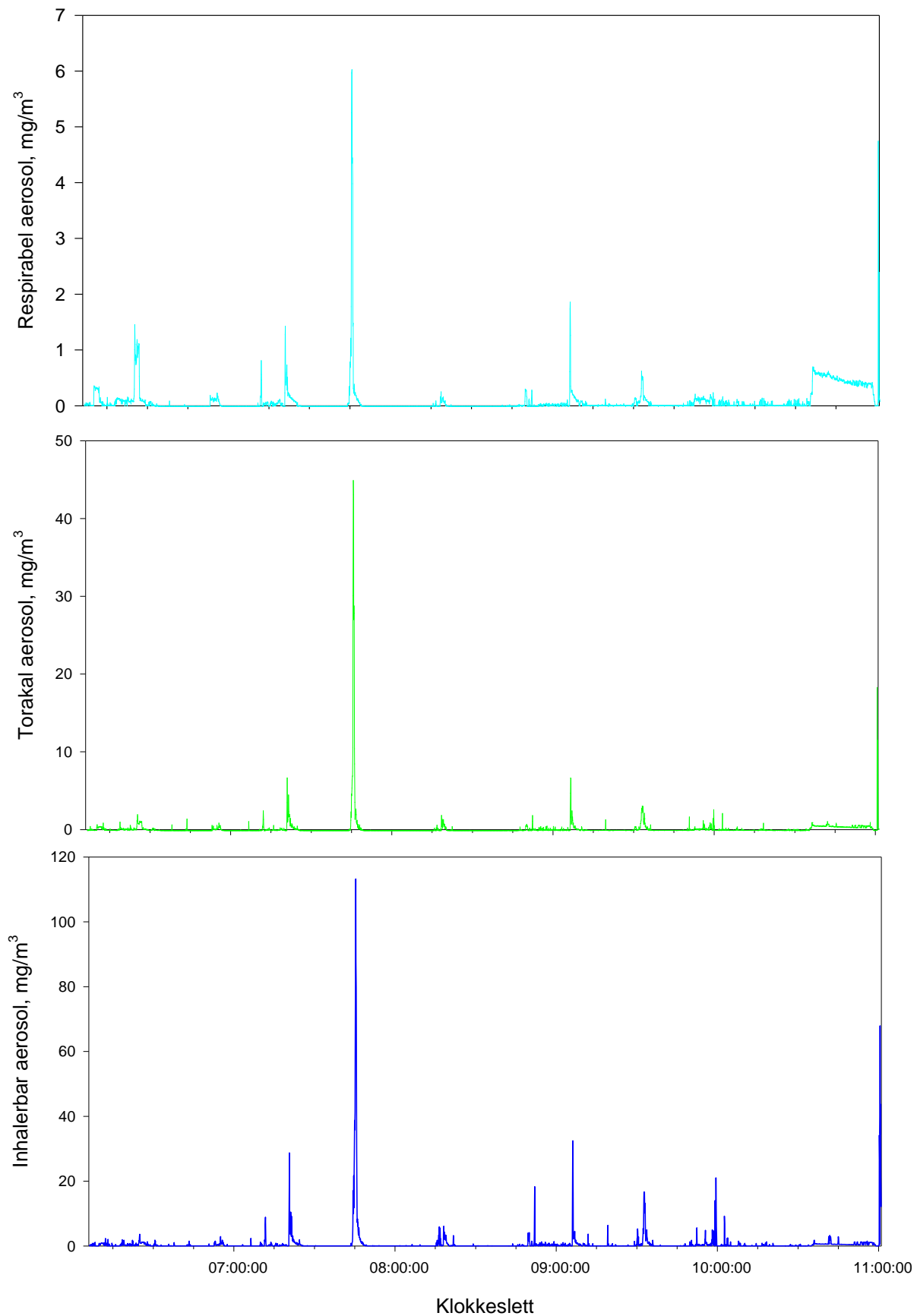
* $p < 0,05$
29

12.1.2. Direktevisande utstyr for aerosolmålingar

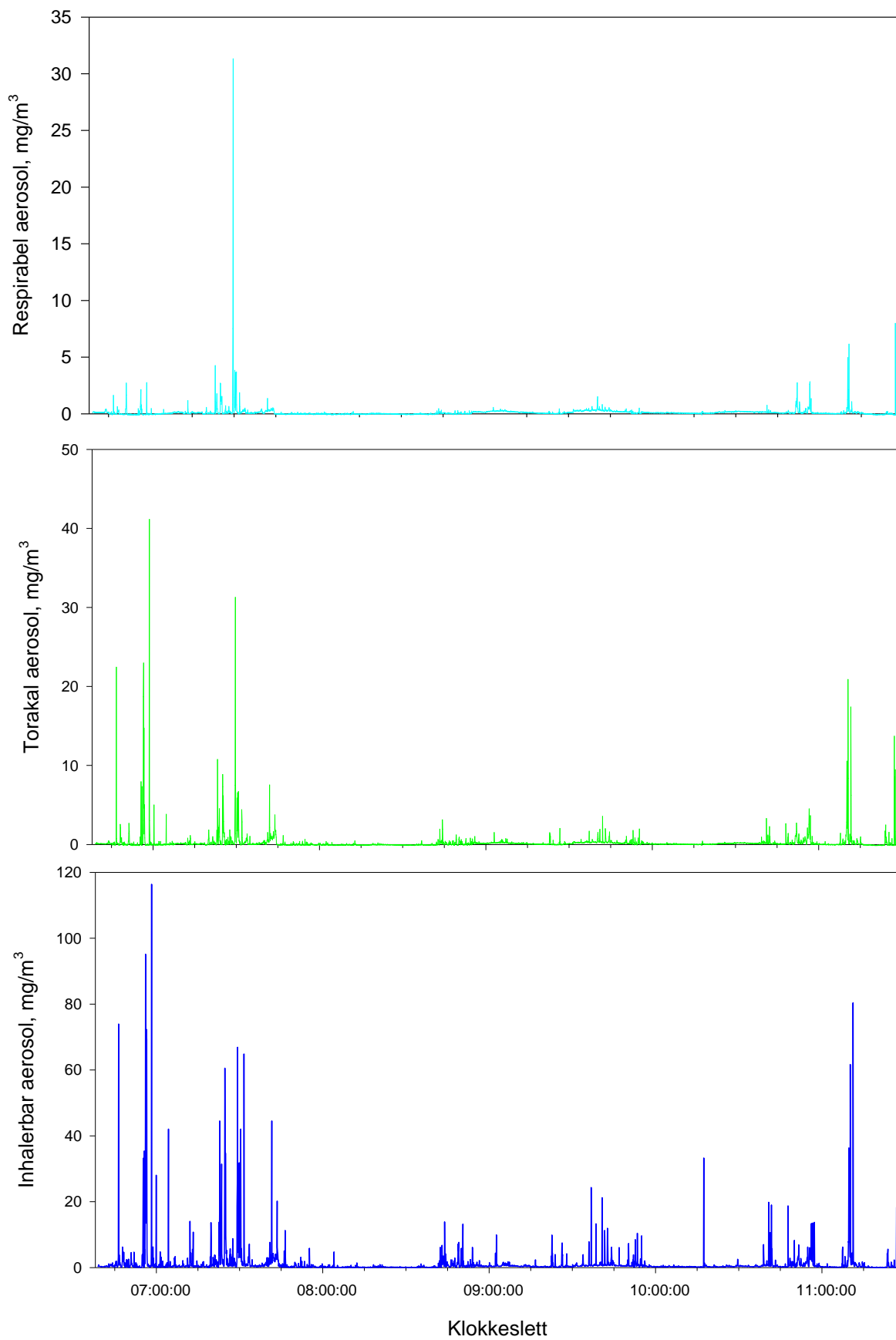
Til dette vart det nytta ein direktevisande Respicon og Split 2 (sjå 7.2.4).



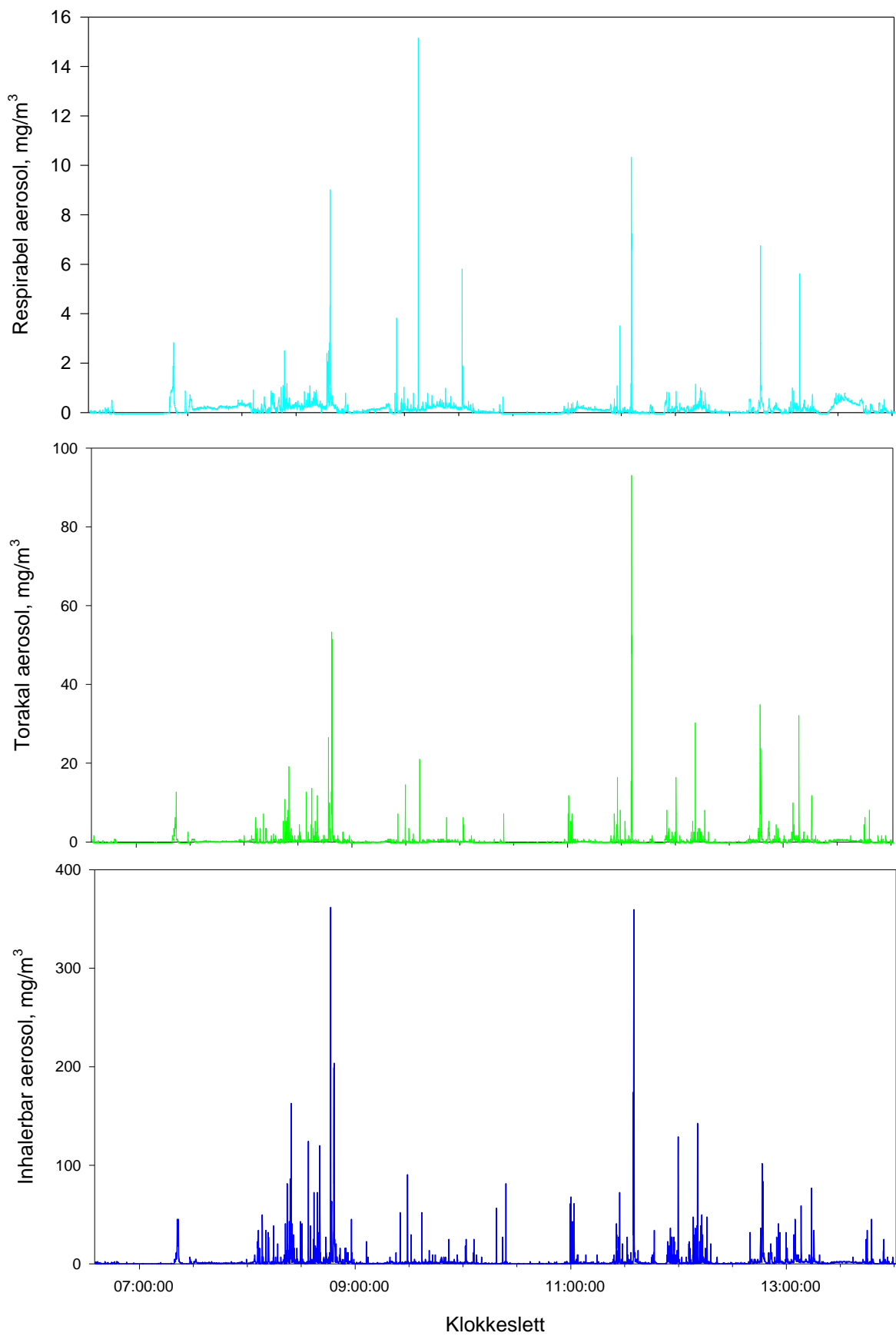
Figur 12.7: Gasskappeskiftar 24.januar 2003 (Arbeid utført: omnspassing, sleiking, materunde med sjekking av matehull)



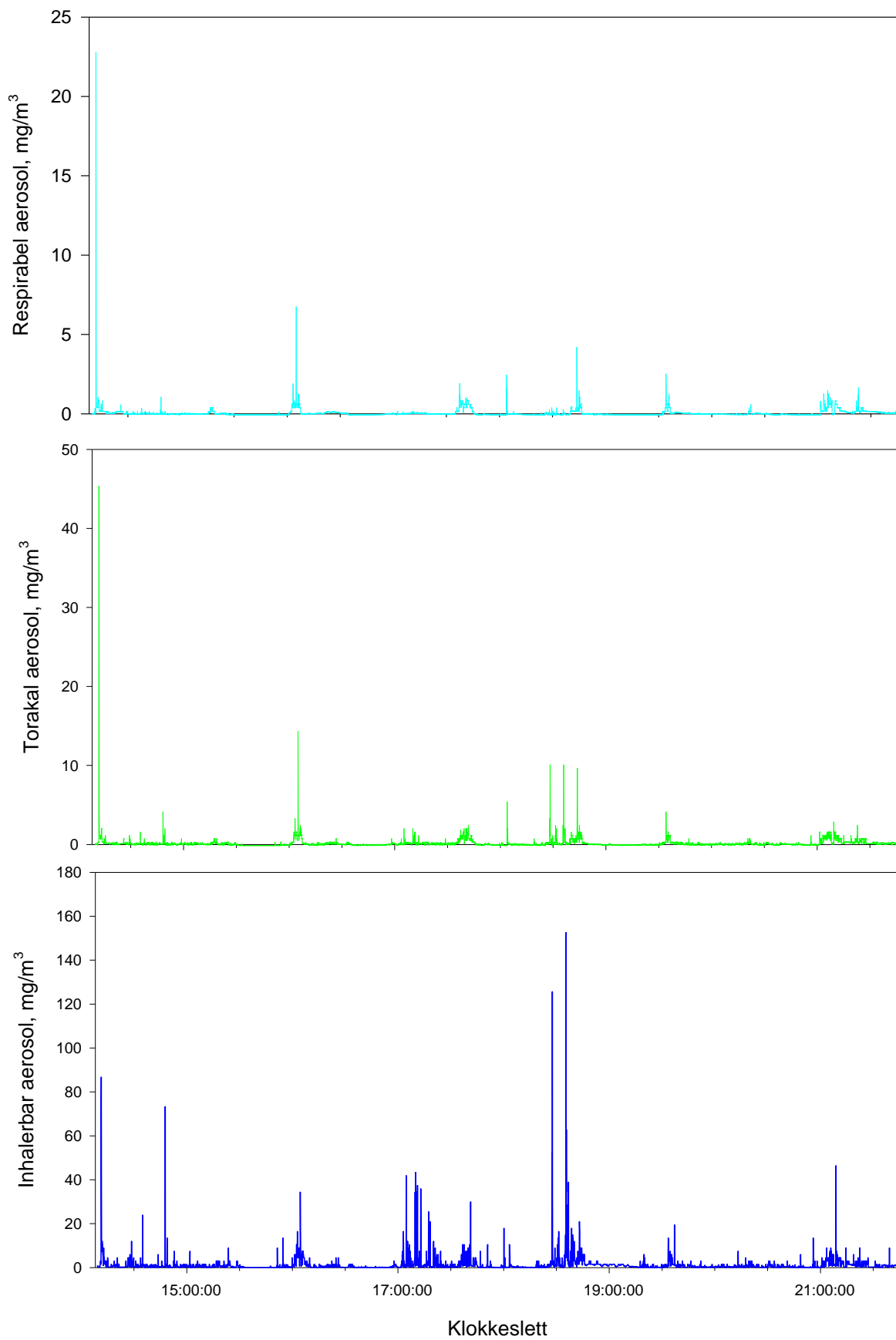
Figur 12.8: Omnspassar 26.januar 2003 (Arbeid utført: Oksidkøyning, køyning av brekkar under materunde)



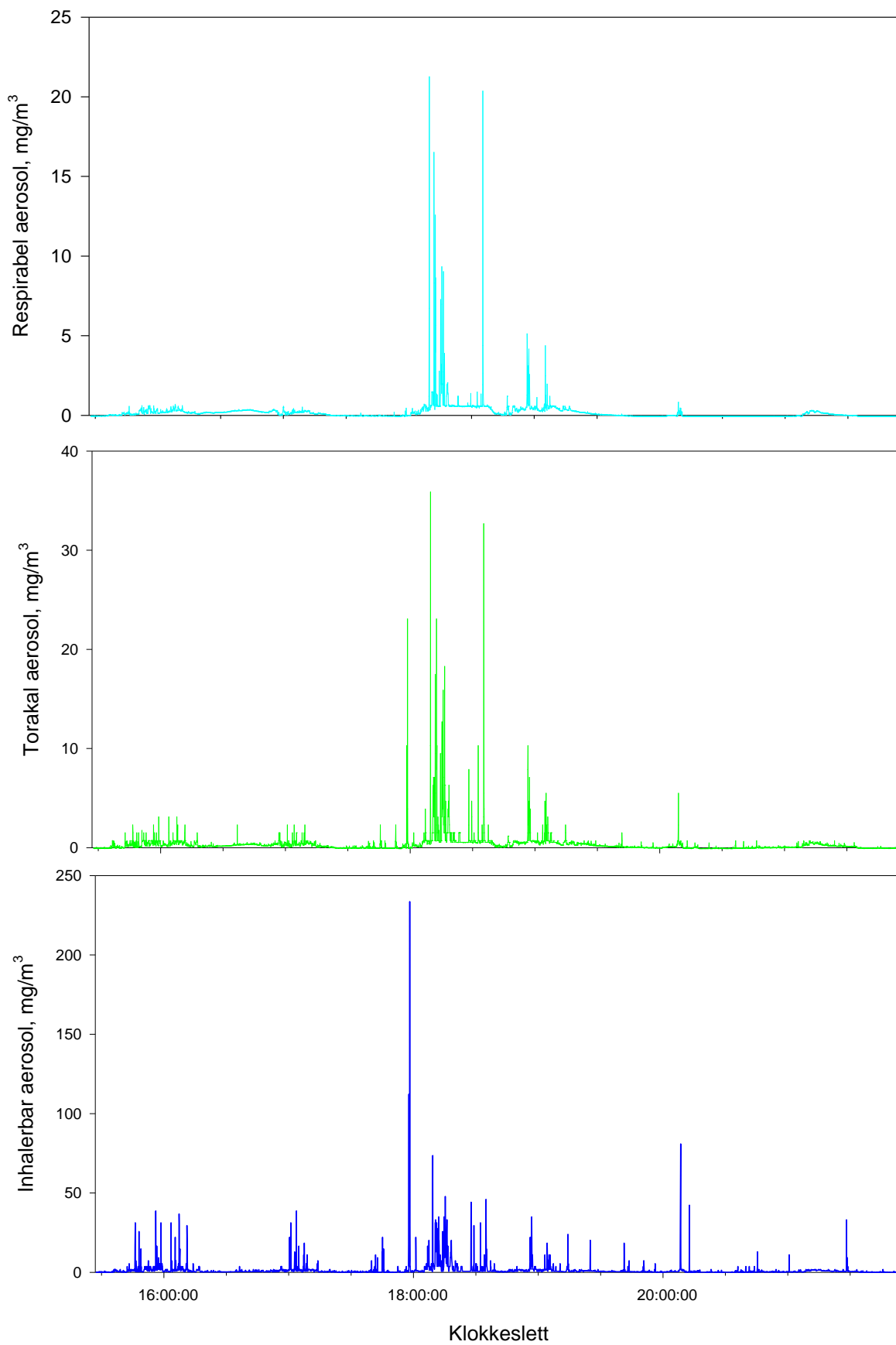
Figur 12.9: Omnspassar 25.januar 2003 (Arbeid utført: Materunde, miljørunde, stikking under kappe, stikking av brennarar, sleiking, etterdekking)



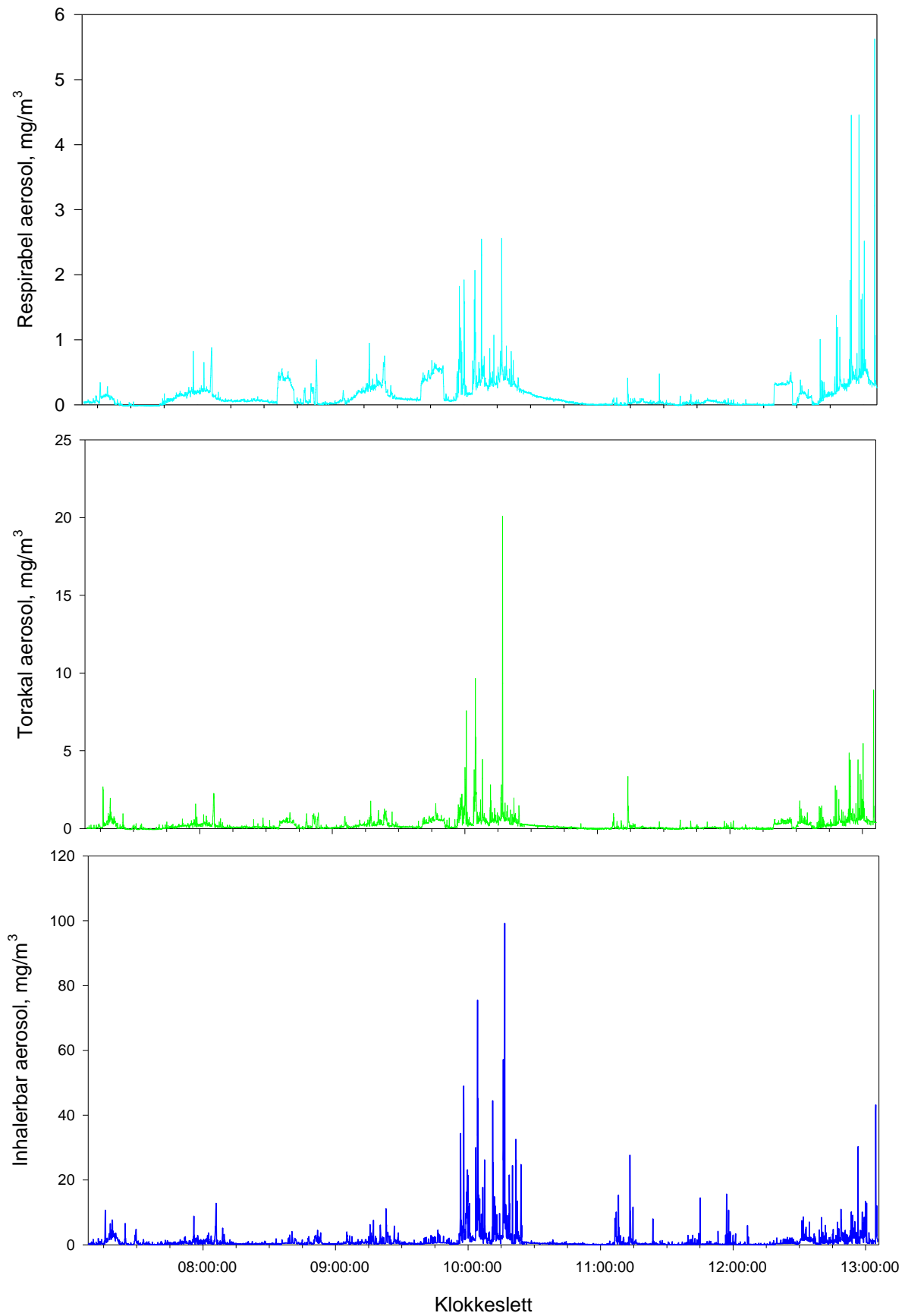
Figur 12.10: Omnspassar 23.januar 2003 (Arbeid utført: Omnspassing, sleiking, materunde, sjekking av matehull)



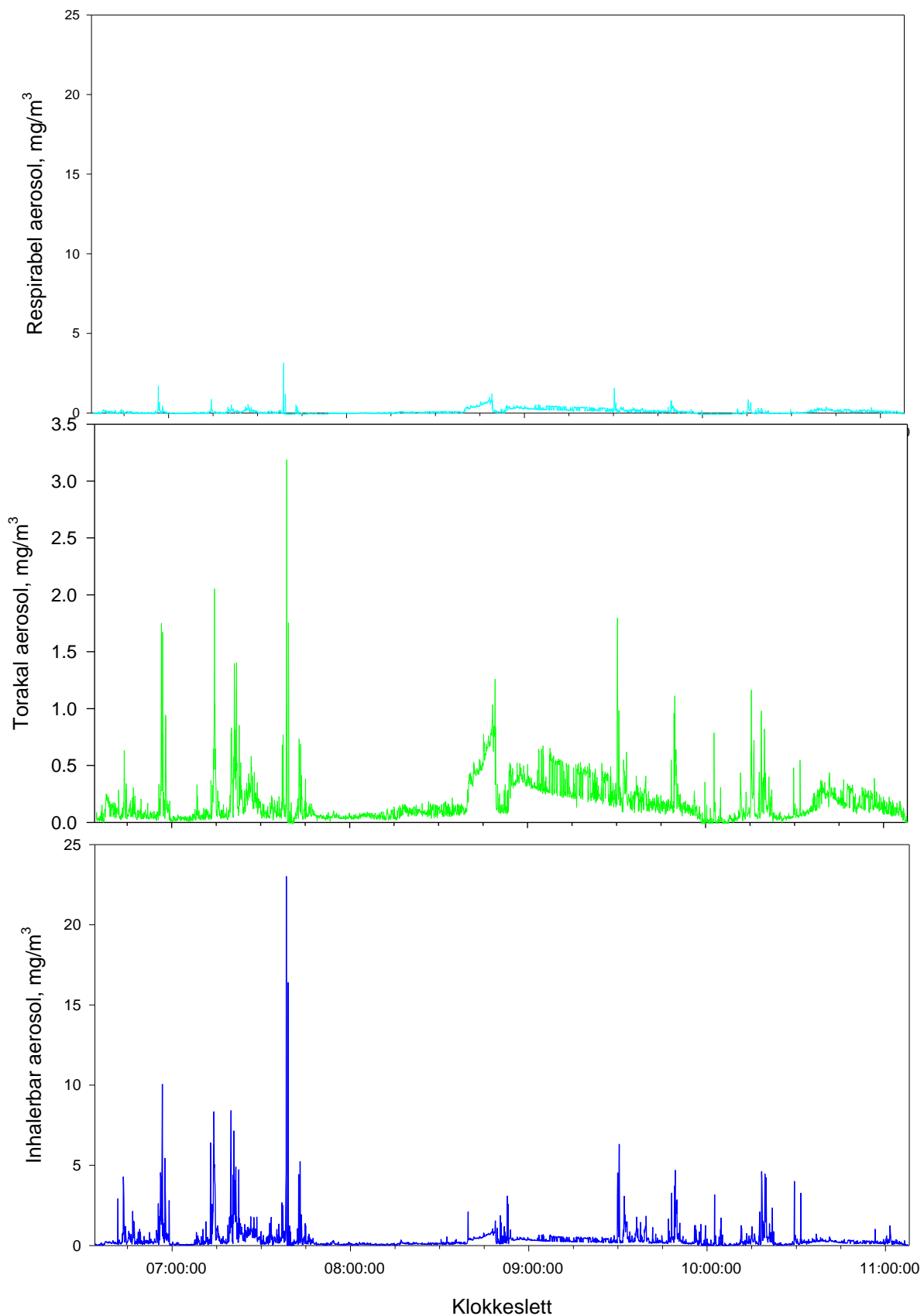
Figur 12.11: Omnspassar 21.januar 2003 (Arbeid utført: Materunde, endebrekking frå køyretøy, matpause, matefeil, omnspassing, ettersleiking)



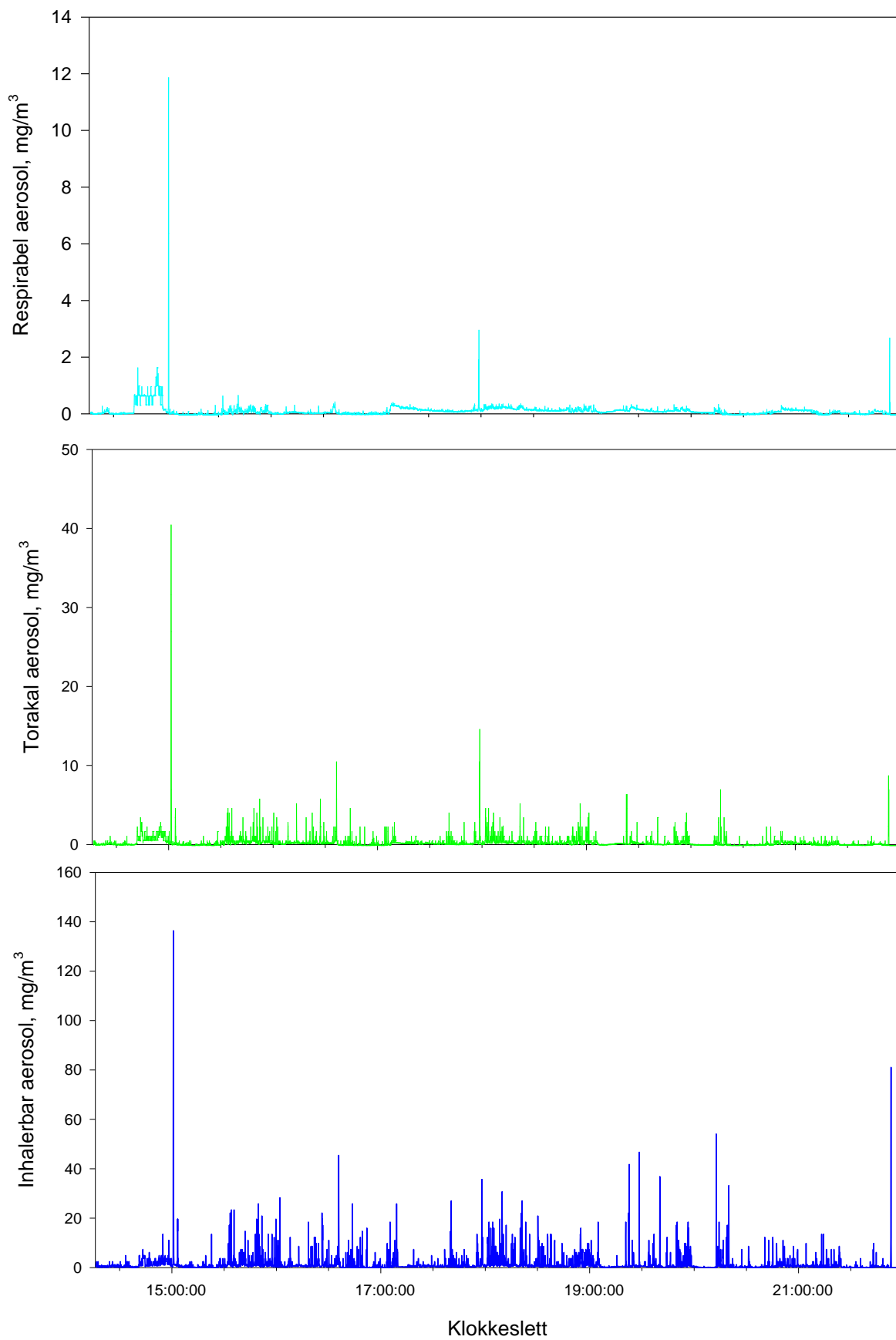
Figur 12.12: Avvik 20.januar 2003 (Arbeid utført: Soting, mat, kontroll)



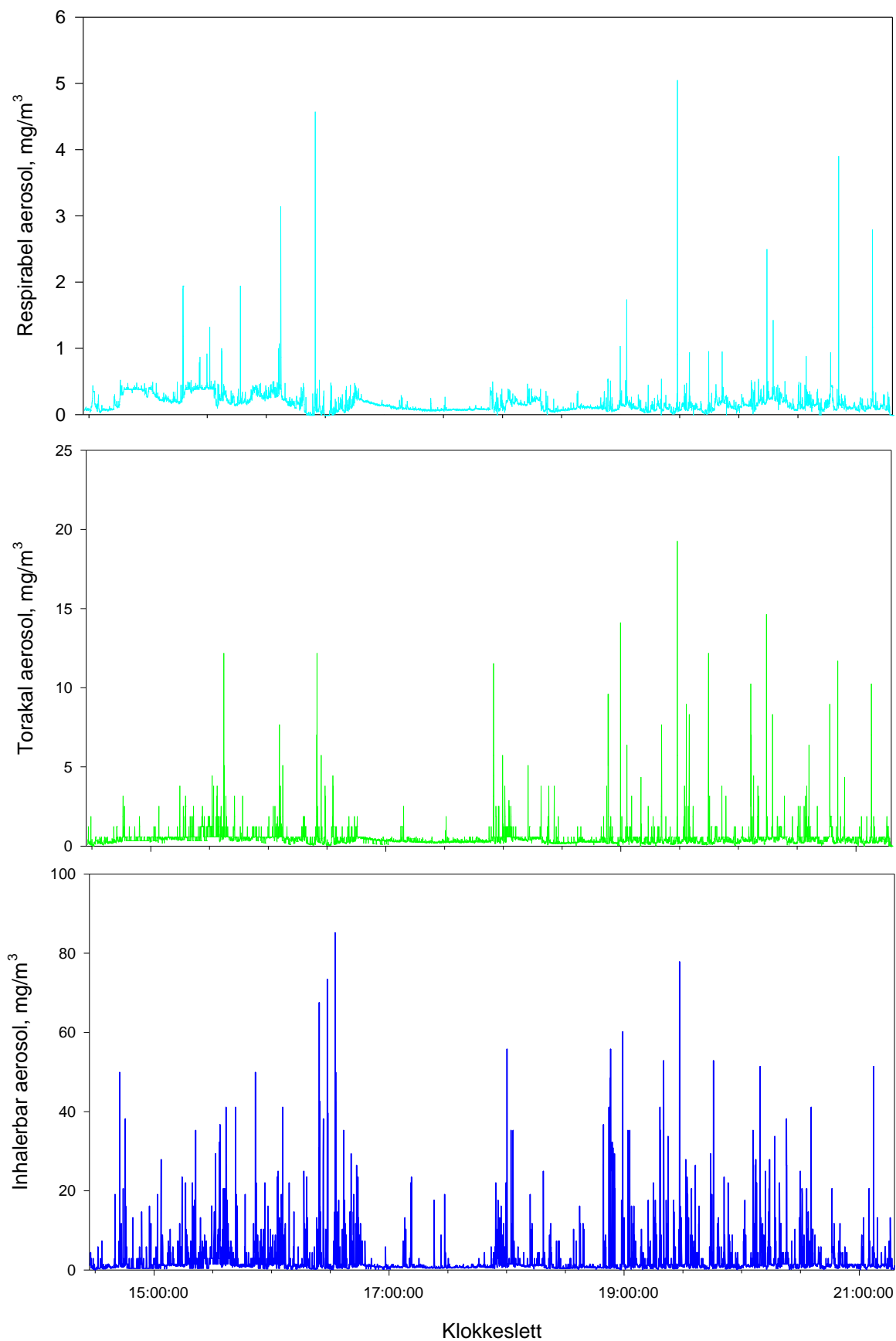
Figur 12.13: Målar 22.januar 2003 (Arbeid utført: Måling, startomn, mat, måling, katodisk spenningsfall)



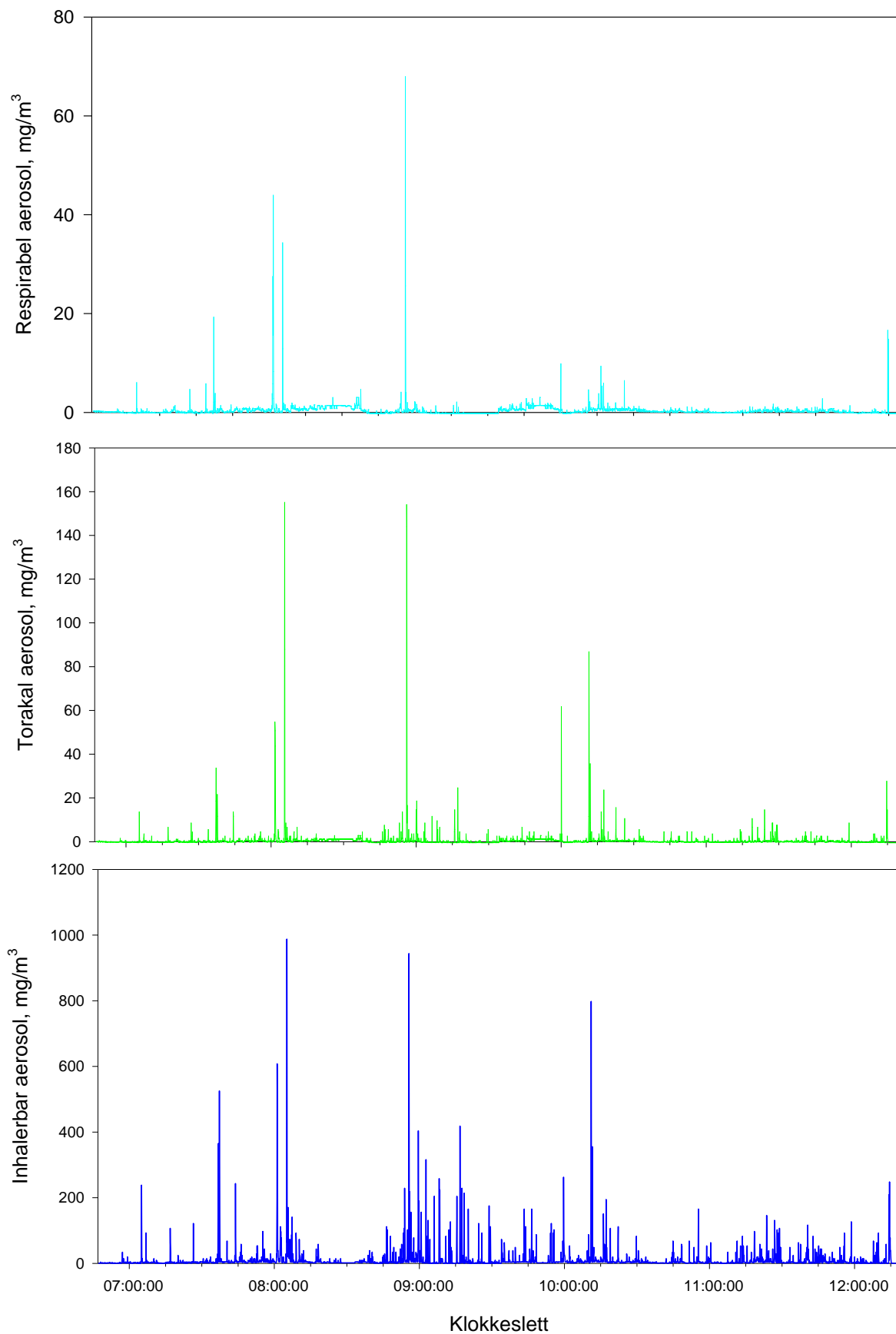
Figur 11.14: Digelverkstad 27.januar 2003 (Arbeid utført: Slagging av metall-digel, boring av rør og stuss, sottømming, tømming av slaggkasse)



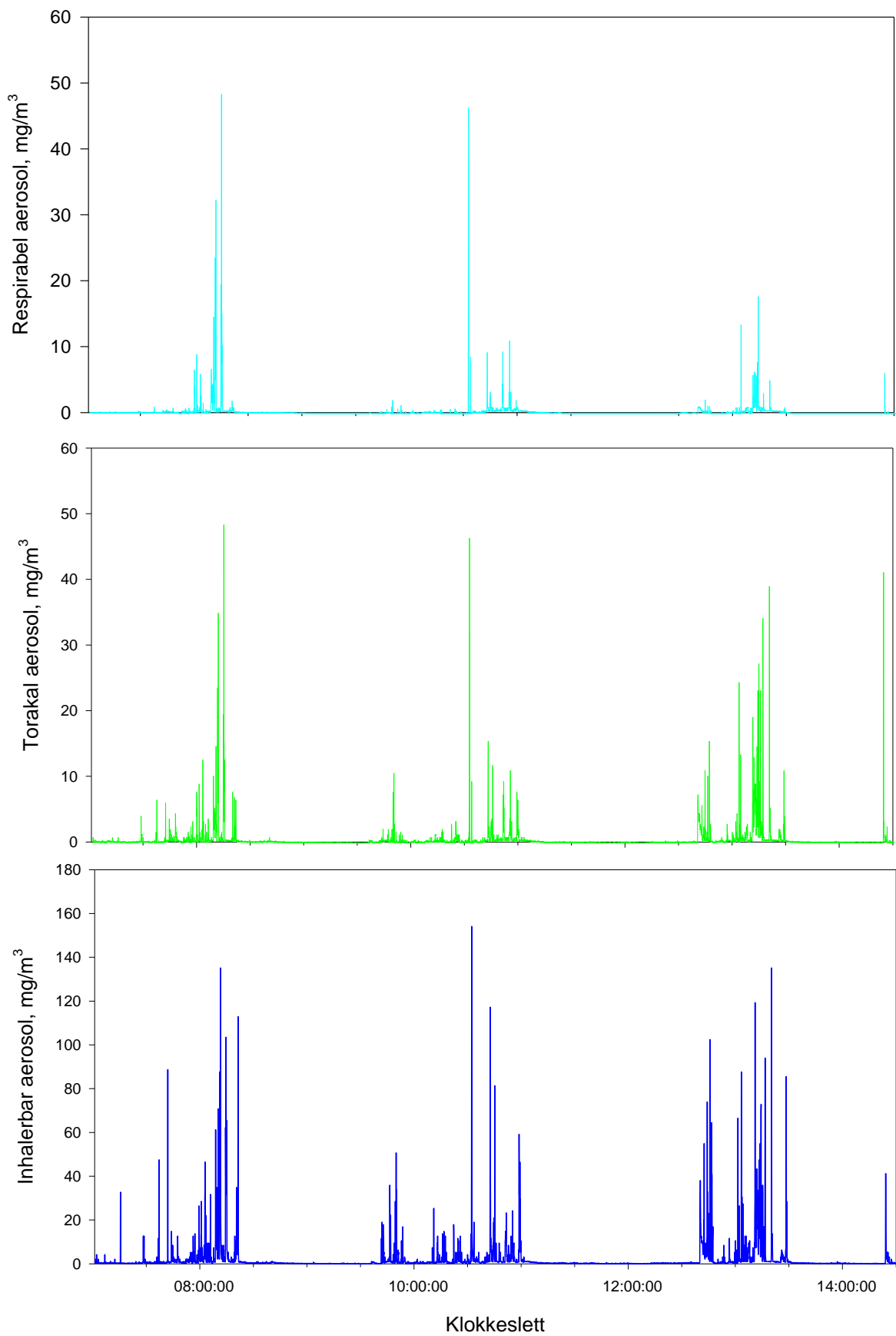
Figur 12.15: Omnspassar 26.mars 2004 (Arbeid utført: Oksidkøyring, køyring av brekkar under materunde)



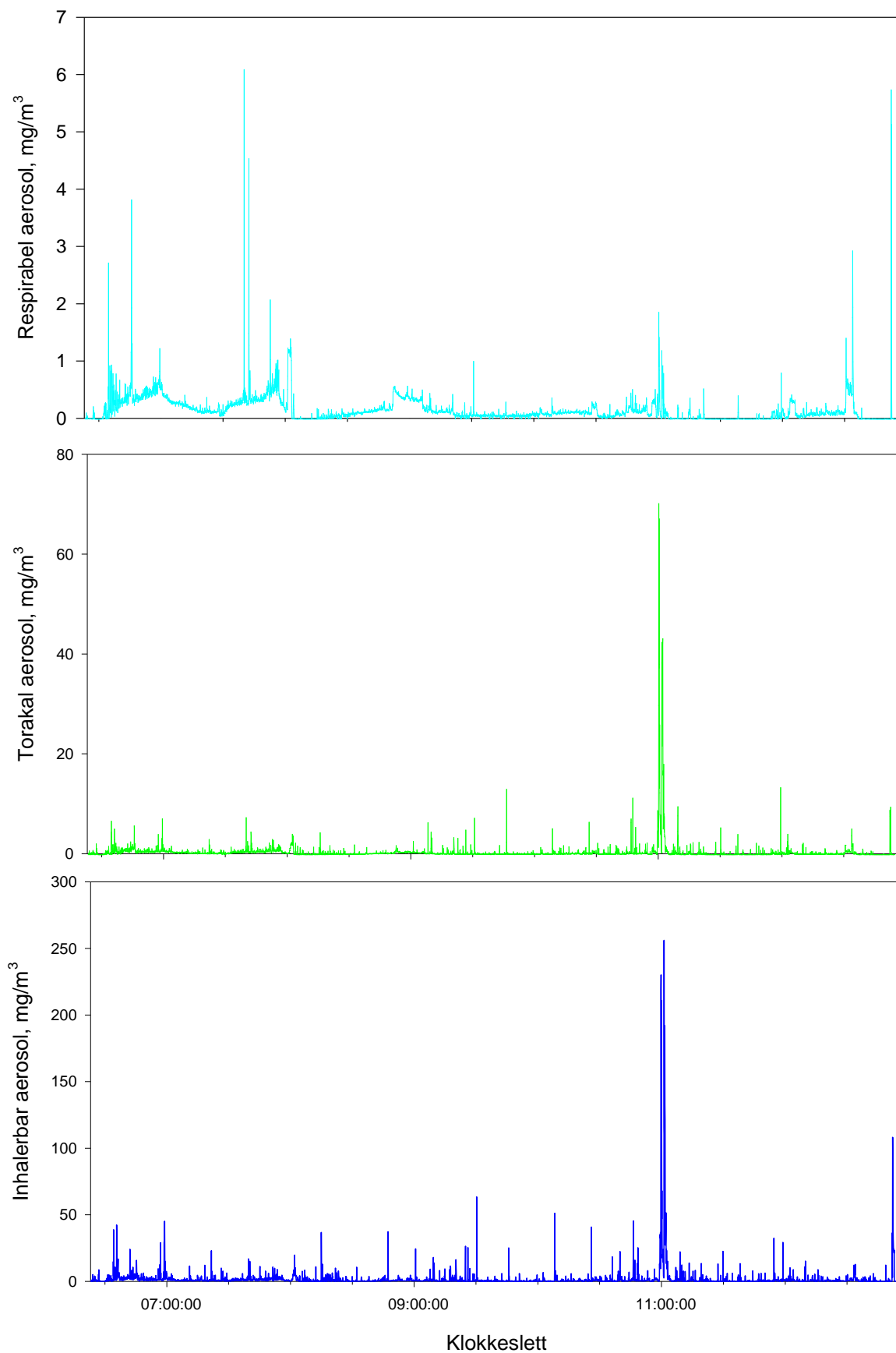
Figur 12.16: Omnspassar/Tappar 27.mars 2004 (Arbeid utført: Omnspassing, materund, matefeil, 2 stk. bluss, mat, 18:45 tapping av 15 omnar (7 digler))



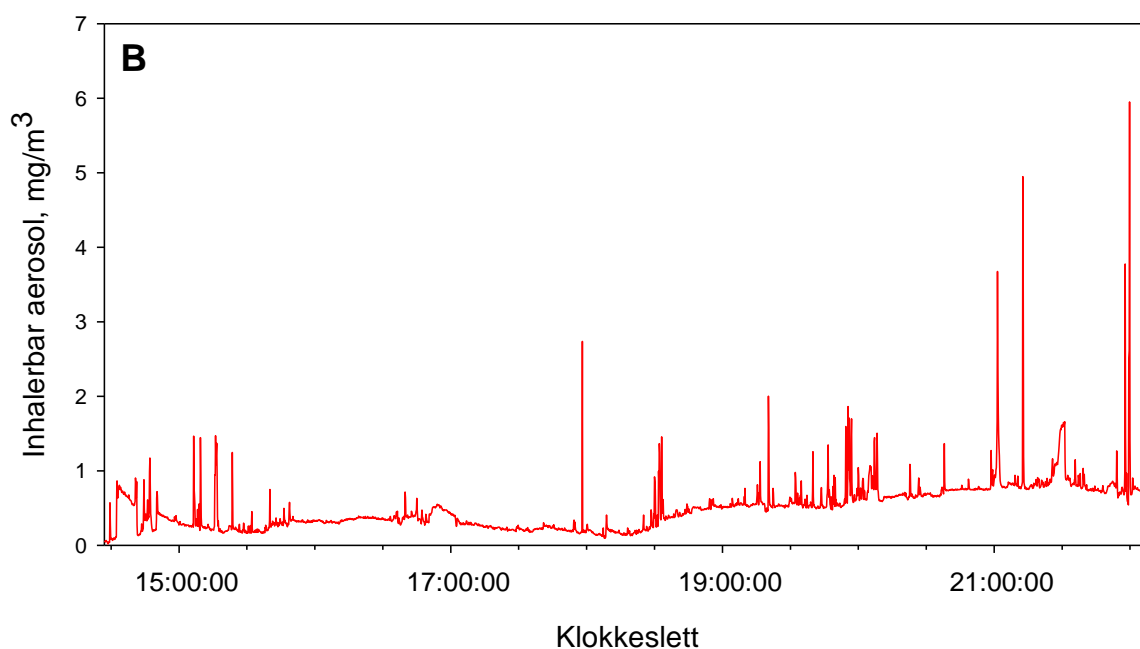
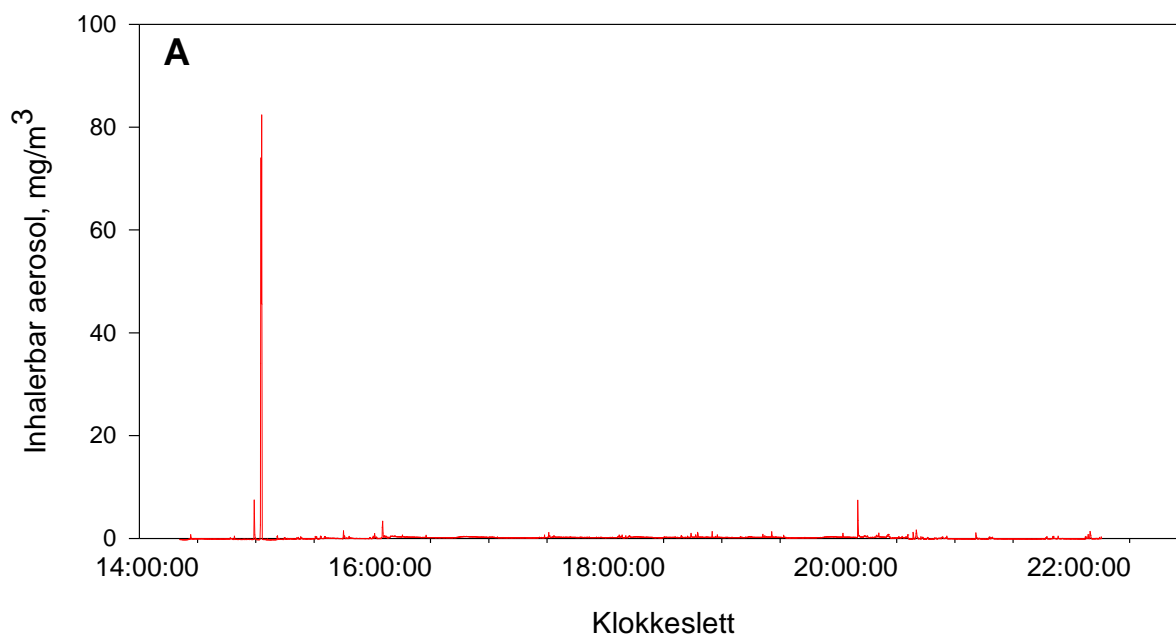
Figur 12.17 Omnspassar 28.mars 2004 (Arbeid utført: "Arnosauruskøyning" ved materunde, sleiking, 1 stk. bluss, reparasjon materøyr)



Figur 12.18: Gasskappeskiftar 24.mars 2004 (Arbeid utført: Gasskappeskift, litt sveising)



Figur 12.19: Målar 25.mars 2004 (Arbeid utført: Nivåmåling, temperatur, høgde, metall, mat, metallprøver, gjekk til området med fresing kl. 11:04)



Figur 12.20: Split 2 tidsoppløyst/direktevisande signal for A) Omnspassar 23.januar 2003 (Arbeid utført: Materunde, mat, bluss, matehull, badtapping) og B) Omnspassar 24.januar 2003 (Arbeid utført: Materunde, matefeil, mat, køyring av endebrekkar, bluss, boring under kappe)

Tidoppløyste aerosolmålingar vart brukt til å skaffe verdfull informasjon om toppeksponeering og identifisering av partikulære forureiningskjelder samt å estimere eksponering ved spesifikke arbeidsoperasjonar. Det var derfor svært viktig å fylgje opp arbeidstakarane med skjema med tidpunkt og arbeidsoppgåve. Dette var noko som viste seg å være svært vanskeleg i praksis. Det vart derfor i stor grad opp til dei ulike arbeidstakarane å presisere i løpet av intervjuet kva arbeidsoperasjonar som vart utført ved dei ulike tidspunkta. Eit system med tettare oppfølging hadde vore å føretrække, men ei tettare oppfølging vart så ressurskrevande at det ikkje let seg gjennomføre innanfor dei økonomiske rammene og det tette prøvetakingsprogrammet i prosjektet.

Av figurane 12.7-12.20 ser ein at eksponeringa for både respirabel, torakal og inhalerbar aerosol var knytt til episodar med til tider svært høg eksponering. Den gjennomsnittlege eksponeringa treng ikkje vere spesielt høg, men eit tidsoppløyst signal viser at nesten all eksponering kjem i løpet av ein liten del av skiftet.

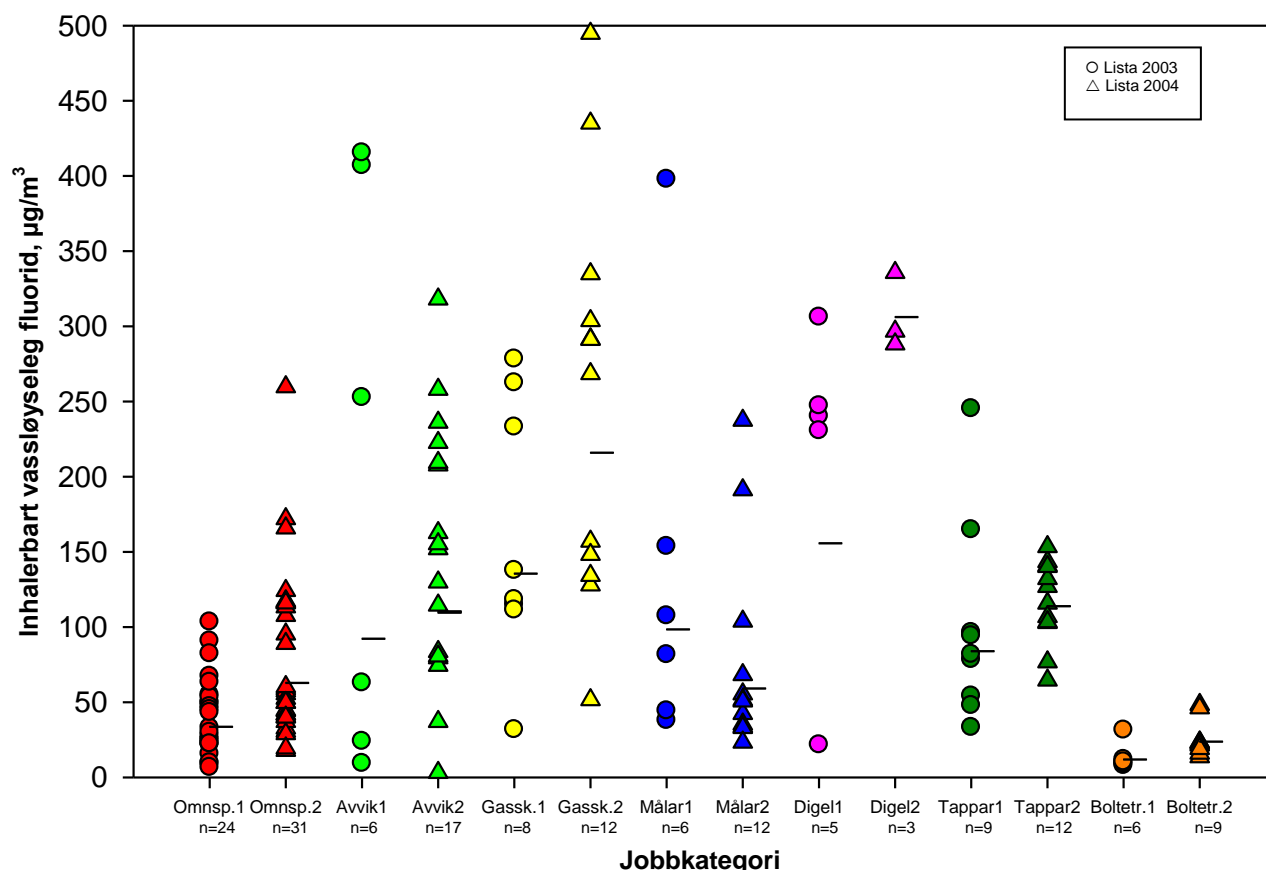
For omnspassar er det gjort fleire tidsoppløyste eksponeringsmålingar (fig. 12.8-12.11: EAL 2003, fig. 12.15 - 12.17: EAL 2004). Desse tidoppløyste målingane viser at det er stor forskjell mellom personar og skift, både i eksponeringsmønster og mengde aerosol. Felles er at eksponeringa er knytt til kortvarige høge episodar.

Den jobbkategori med klarast definerte episodar er gasskappeskiftar (fig. 12.7 og 12.18). I 2003 hadde gasskappeskiftarane høgast eksponering og også i 2004 var den høg. Av dei tidsoppløyste signala ser ein at denne eksponeringa kjem i løpet av 1-2 timar i løpet av skiftet.

12.2. Resultat vassløseleg fluorid

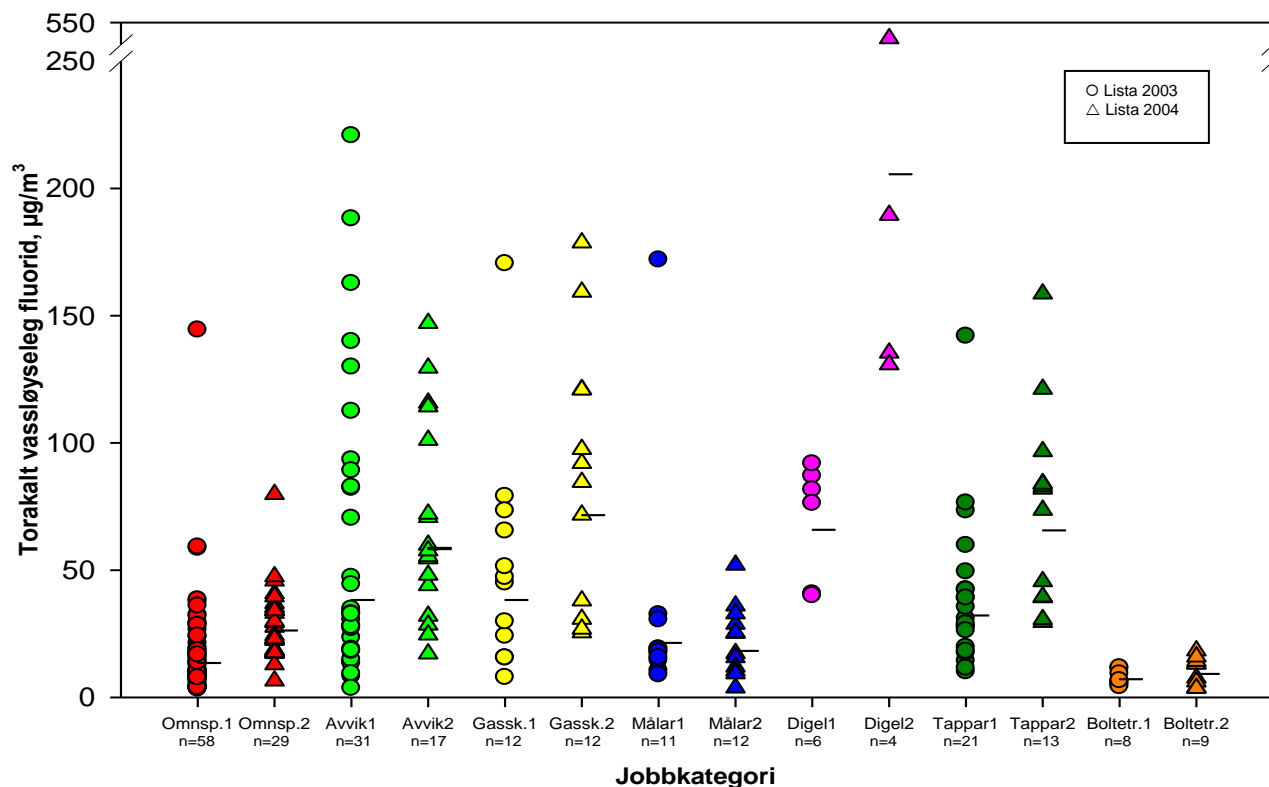
Alle aerosolprøvene vart løyst i vann og fluoridmengda i dette vassekstraktet vart fastsett og kalla vassløselig fluorid.

Ein oversikt over alle enkeltresultat for IOM-prøvetakaren visast i figur 12.21 Resultata er sortert etter jobbkategori og prøvetakingane frå 2003 og 2004 står ved sida av kvarandre. Boltetrekkarane er (slik som for aerosol) lavast eksponert for vassløselig fluorid, medan digelverkstad og gasskappeskiftarar er høgast eksponert.



Figur 12.21: Vassløseleg fluorid bestemt i aerosolen frå IOM-prøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjevne med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Boltetrekkar skil seg mest frå dei andre kategoriene, med lite spreing og lågast gjennomsnitt. I 2004 hadde gasskappeskiftarar i 2004 har stor spreing. Størstedelen av målingane var mindre enn $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 12:23: Vassløyseleg fluorid fastsett i den torakale aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Som det kjem fram av figur 12.23 er det igjen boltetrekkarane som har den lågaste eksponeringa og den minste spreinga. Totalt sett er størstedelen av målingane lågare enn $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sjølv om einkilde verdiar er høgare. Spreinga er størst for dei same gruppene som for det torakale vassløyselege fluoridet, altså jobbkategoriene avvik og gasskappeskiftar.

Tabell: 12.7: Prosentdel torakalt vassløyseleg fluorid av inhalerbart vassløyseleg fluorid for prøvetakinga i 2003

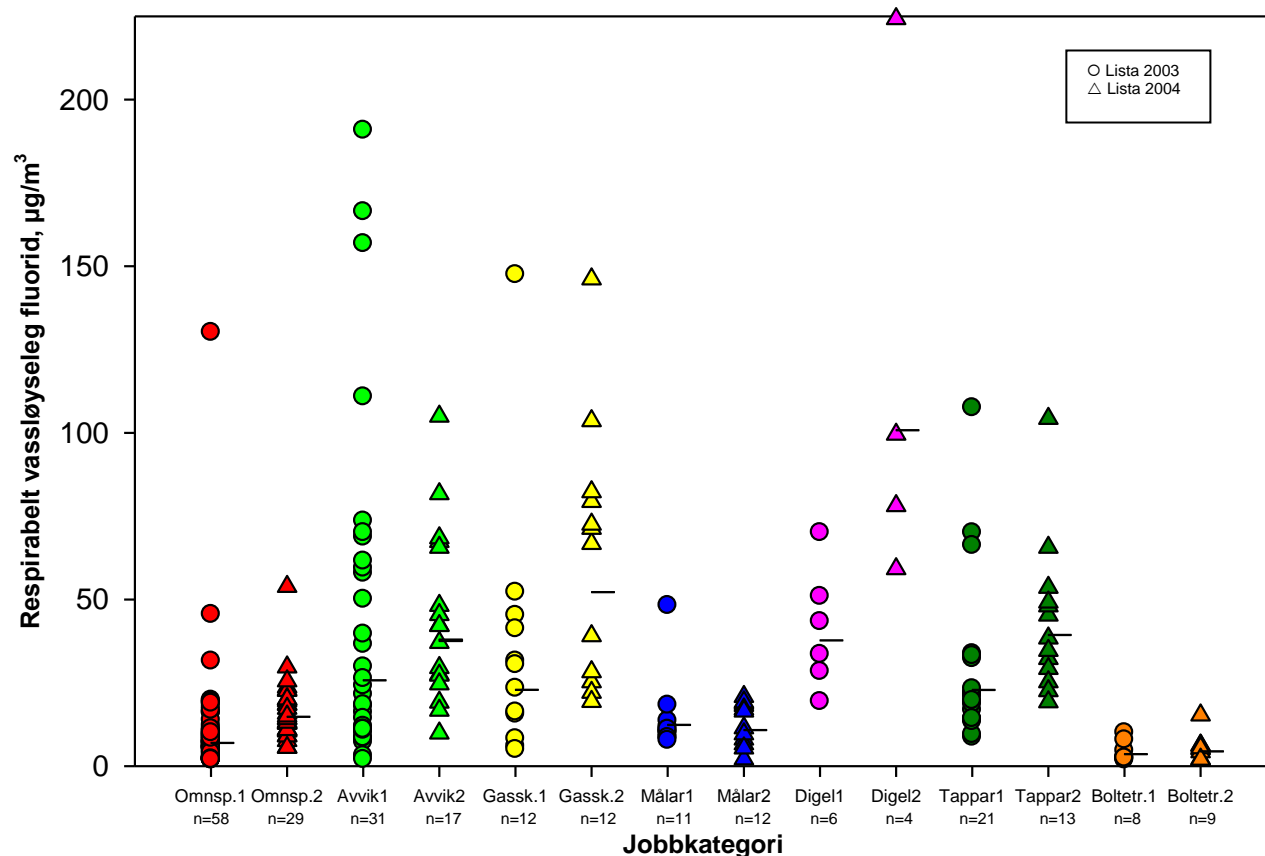
| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 58 | 40 | 36 | 44 | 15 | 78 |
| Avvik | 31 | 47 | 42 | 52 | 18 | 80 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 40 | 30 | 52 | 22 | 98 |
| Målar | 11 | 44 | 37 | 51 | 32 | 65 |
| Digel | 6 | 49 | 39 | 61 | 33 | 60 |
| Tappar | 21 | 54 | 48 | 61 | 32 | 86 |
| Boltetrekkar | 8 | 46 | 38 | 56 | 36 | 69 |
| Totalt | 147 | 44 | 42 | 47 | 15 | 98 |

Frå målingane i 2003 viser tabell 12.7 prosentdelen torakalt vassløyseleg fluorid av det inhalerbare vassløyselege fluoridet. Gjennomsnittleg prosentdel vassløyseleg fluorid varierer frå 40 % – 54 % avhengig av jobbkategori. Samla er 44 % av det inhalerbare vassløyseleg fluoridet torakalt. Variasjonane innan jobbkategoriene er stor, med eit spenn frå 15 % til 98 %. Jobbkategorien tappar har den høgste gjennomsnittlege prosenten (54 %), medan gasskappeskiftarar har den lågaste (40 %).

Tabell: 12.8: Prosentdel torakalt vassløyseleg fluorid av inhalerbart vassløyseleg fluorid for prøvetakinga i 2004

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 29 | 44 | 40 | 49 | 28 | 83 |
| Avvik | 17 | 57 | 54 | 59 | 47 | 66 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 46 | 40 | 52 | 34 | 67 |
| Målar | 12 | 47 | 37 | 58 | 17 | 67 |
| Digel | 4 | 61 | 48 | 78 | 49 | 69 |
| Tappar | 13 | 55 | 48 | 62 | 37 | 75 |
| Boltetrekkar | 9 | 47 | 34 | 65 | 26 | 95 |
| Totalt | 96 | 49 | 46 | 52 | 17 | 95 |

Av prosentfordelinga vist i tabell 12.8 er det digel som har den største gjennomsnittlege prosentverdien (61 %), medan omnspassarane har det lågaste gjennomsnittet (44 %) gjennomsnittet for alle var 49 %. Spreiinga i resultata er stor (17 % - 95 %). Skilnadene mellom dei to ulike prøvetakingsperiodane var ikkje stor (44 % mot 49 %) og spreinga var omlag den same (15 % - 98 % mot 17 % - 95 %). Resultata viser at mindre enn 50 % av det vassløyselege inhalerbare fluoridet er torakalt. Dette medfører at meir enn 50 % av det vassløyselege inhalerbare fluoridet er i den grove aerosolen, og blir derfor avsett i dei øvre luftvegane.



Figur 12.24: Vassløyseleg fluorid fastsett i den respirable aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjevne med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Tabell: 12.9: Prosentdel respirabelt vassløyseleg fluorid av inhalerbart vassløyseleg fluorid for prøvetakinga i 2003

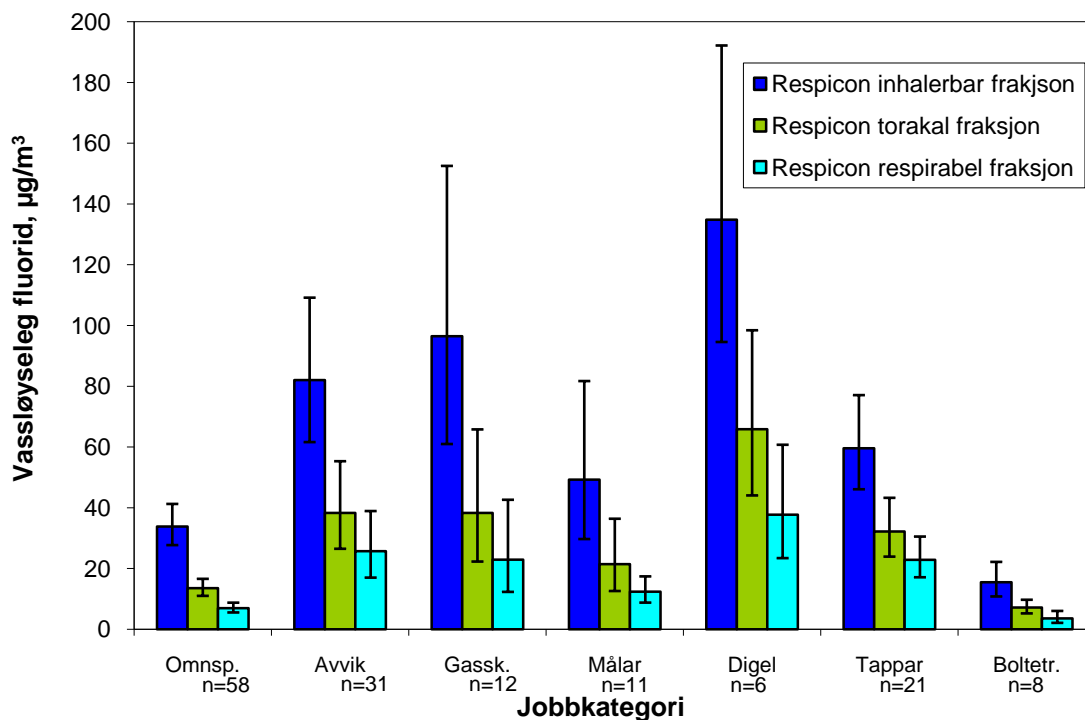
| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 58 | 21 | 18 | 24 | 3,5 | 64 |
| Avvik | 31 | 31 | 26 | 38 | 10 | 78 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 24 | 16 | 36 | 9,2 | 66 |
| Målar | 11 | 25 | 19 | 34 | 12 | 39 |
| Digel | 6 | 28 | 19 | 40 | 16 | 38 |
| Tappar | 21 | 38 | 32 | 46 | 19 | 83 |
| Boltetrekkar | 8 | 23 | 14 | 39 | 7,2 | 51 |
| Totalt | 147 | 26 | 24 | 28 | 3,5 | 83 |

Tabell 12.9 viser den vassløyselege respirable delen av det inhalerbare vassløyselege fluoridet. Jobbkategorien tappar har den høgste prosentdelen, medan omnspassar har minst prosentdel. Gjennomsnittleg er 26 % av det vassløyselege inhalerbare fluoridet respirabelt. Spennvidda er 3,5 % til 83 % for alle målingane.

Tabell: 12.10: Del respirabelt vassløyseleg fluorid av inhalerbart vassløyseleg fluorid for prøvetakinga i 2004

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 29 | 25 | 31 | 30 | 9,7 | 69 |
| Avvik | 17 | 36 | 34 | 39 | 29 | 47 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 33 | 27 | 40 | 19 | 50 |
| Målar | 12 | 28 | 20 | 38 | 9,5 | 61 |
| Digel | 4 | 30 | 19 | 46 | 21 | 37 |
| Tappar | 13 | 33 | 28 | 38 | 21 | 46 |
| Boltetrekkar | 9 | 22 | 14 | 36 | 8,6 | 65 |
| Totalt | 96 | 29 | 27 | 32 | 8,6 | 69 |

Den gjennomsnittlege delen respirabelt vassløyselege fluorid er 29 % av det inhalerbare vassløyselege fluoridet. Lågast prosentdel har boltetrekkarane med 22 %, medan avvik har høgast med 36 %. Spreiinga er relativt stor (8,6 % til 69 %), men mindre enn for prøvetakinga i 2003. Skilnaden i gjennomsnittlege prosentdel er ikkje stor mellom dei to prøvetakingsperiodane. Samanlikna med prosentdelane for aerosol er det prosentvis meir vassløyseleg respirabelt fluorid (29 %) enn det er respirabel aerosol (17 % - 18 %). Dette tyder at ein har ei anna storleiksfordeling av fluorid i aerosolen enn storleiksfordelinga er for aerosol.



Figur 12.25: Vassløseleg fluorid Geometrisk middelværdi med 95% konfidensintervall for vassløseleg fluorid bestemt i aerosolfraksjonane frå Respicon tatt under prøvetakinga i 2003.

Jobbkategoriene gasskappeskiftar, avvik og digel er dei som gjennomsnittleg er høgast eksponerte for vassløselege fluorid, uavhengig av storleiksfraksjon. Boltetrekkarane er den lågast eksponerte jobbkategori for alle fraksjonane vassløseleg fluorid.

Tabell 12.11 viser kva jobbkategoriar som etter statistisk analyse med statistikk programmet SPSS er signifikant* forskjellige.

Tabell 12.11: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellige for vassløseleg fluorid ved prøvetakinga i 2003

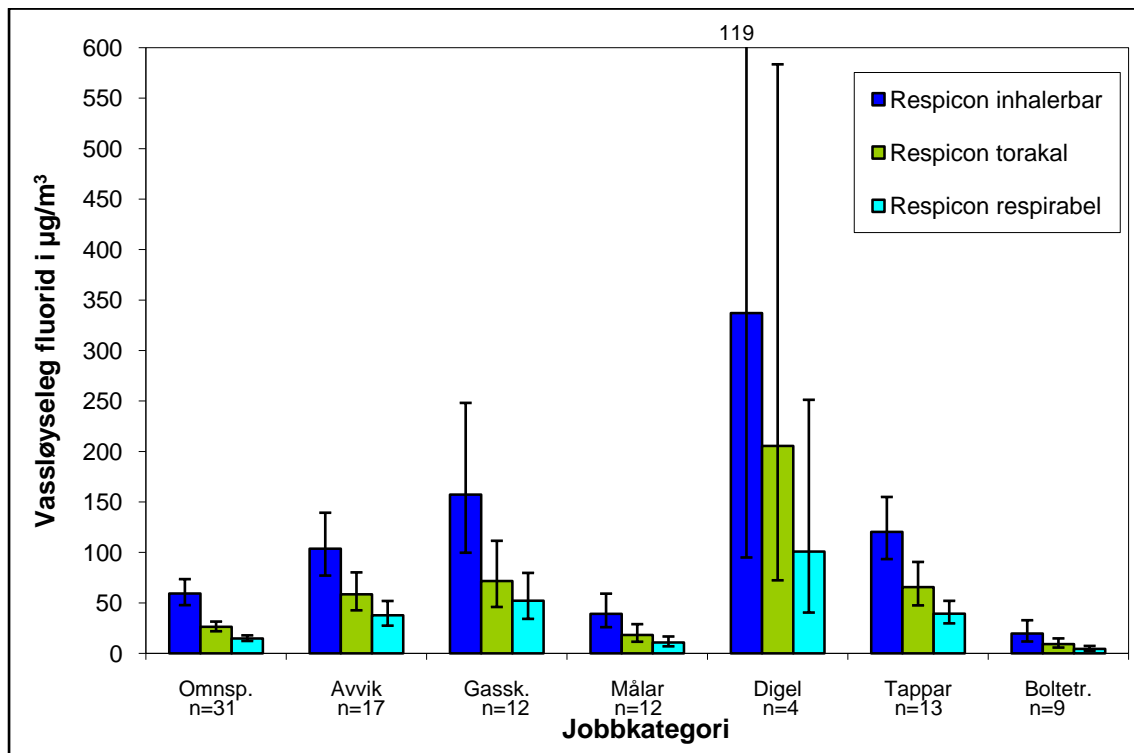
| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|-------------------------|------------------|---|
| IOM vassløseleg fluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Målar | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

* p<0,05
49

Tab. 12.11 forts.

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|---|---------------------|---|
| Respicon Inhalerbar vassløyseleg fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnpassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Torakal vassløyseleg fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Digel, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnpassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Respirabel vassløyseleg fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Boltetrekkar |
| | Målar | Omnpassar, Avvik, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

* p<0,05



Figur 12:26: Geometrisk middelværdi med 95% konfidensintervall for vassløseleg fluorid bestemt i aerosolfraksjonane frå Respicon tatt under prøvetakinga i 2004.

For prøvetakinga i 2004 er det digel som skil seg ut som den jobbkategorien med høgast eksponering, men sidan denne jobbkategorien er samansett av svært få målingar (n=4) kan ein ikkje tillegge resultatene stor vekt. Utanom digel er det gasskappeskiftarane, tappar og avvik som er dei høgast eksponerte jobbkategoriene. Boltetrekkar er jobbkategorien med lågast eksponering. Samanlikna med prøvetakinga i 2003 er trendane dei same, med gasskappeskift og avvik som dei høgast eksponerte på gruppebasis.

I tabellen 12.12 er det gjeve same samanstillinga for eksponeringsmålingane i 2004 som tabell 12.11 viser for målingane i 2003.

Tabell 12.12: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellig for vassløseleg fluorid ved prøvetakinga i 2004

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|-------------------------|------------------|---|
| IOM vassløseleg fluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Avvik, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Avvik, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnspassar, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

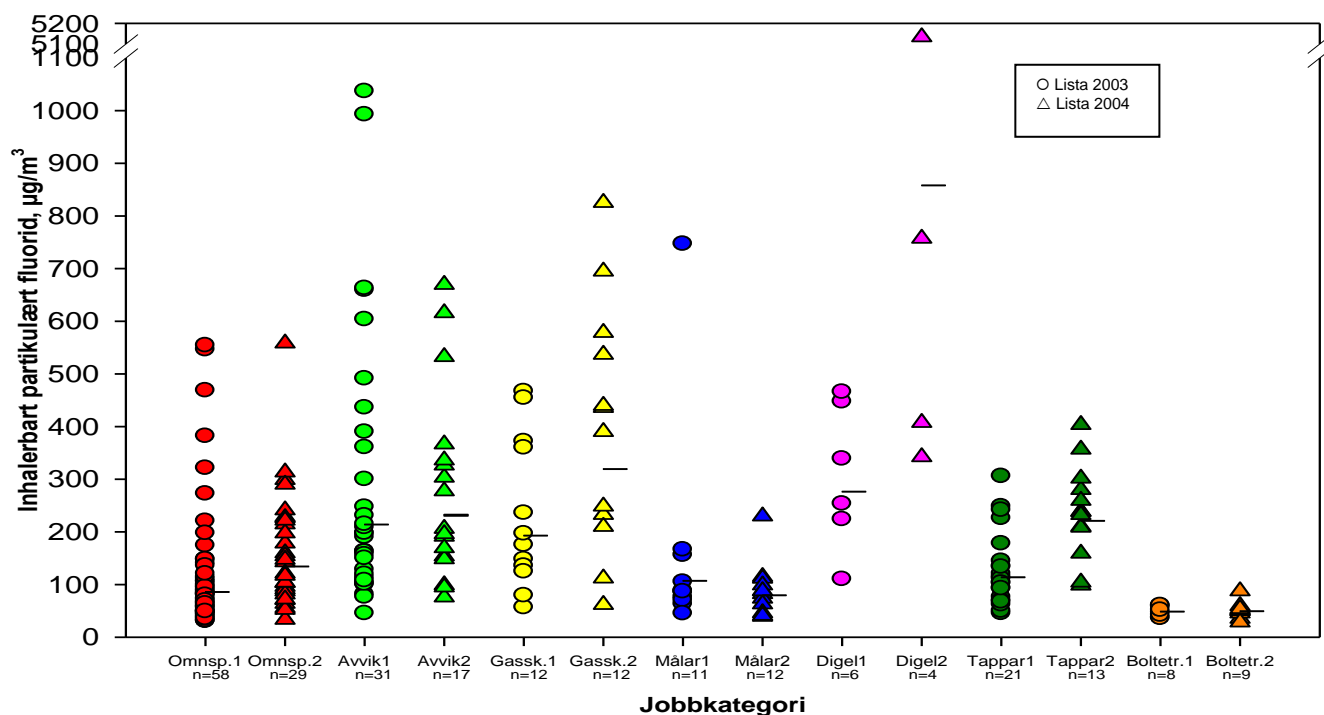
* p<0,05
51

Tab. 12.12 forts.

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|--|---------------------|---|
| Respicon Inhalerbart vassløyseleg fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon ^{Torakalt} vassløyseleg fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Respirabelt vassløyseleg fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnpassar, Avvik, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

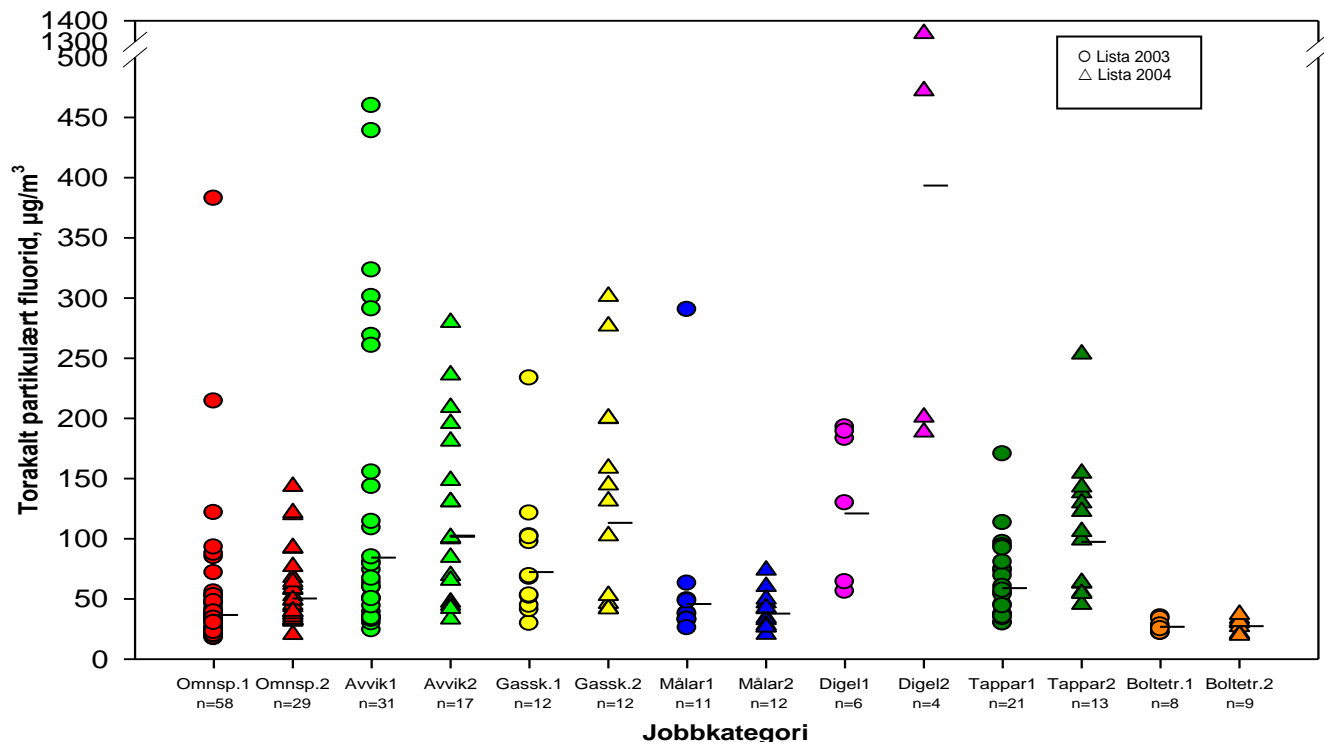
* p<0,05

12.3. Resultat partikulært fluorid



Figur 12.27: Partikulært fluorid fastsett i den inhalerbare aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjevne med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Som vist i figur 12.27 har jobbkategoriene boltetrekkar lågast eksponering for partikulært fluorid i den inhalerbare aerosolfraksjonen. Spreiinga er også minst for denne kategorien. Høgast gjennomsnitt har ein for digel ved prøvetakinga i 2004, men grunna få målingar med stor spreiging er det relativt vanskeleg å trekkje klare slutningar om den jobbkategoriene. Generelt er dei fleste målingane under $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Størst spreiging har ein for kategoriene avvik og gasskappeskifar.



Figur 12.28: Partikulært fluorid fastsett i den torakale aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjevne med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

For torakalt partikulært fluorid er der berre nokre få målingar over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Spreiinga er minst for boltetrekkar og størst for avvik. Det er då valt å sjå bort frå målingane for digel i 2004. Spreiinga er størst for avvik og gasskappeskiftar.

Tabell: 12.13: Prosentdel torakalt partikulært fluorid av inhalerbart partikulært fluorid for prøvetakinga i 2003

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 58 | 43 | 39 | 47 | 17 | 73 |
| Avvik | 31 | 39 | 35 | 44 | 17 | 74 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 38 | 28 | 51 | 17 | 87 |
| Målar | 11 | 43 | 37 | 49 | 30 | 57 |
| Digel | 6 | 44 | 34 | 57 | 29 | 56 |
| Tappar | 21 | 52 | 46 | 59 | 30 | 84 |
| Boltetrekkar | 8 | 55 | 47 | 65 | 38 | 69 |
| Totalt | 147 | 43 | 41 | 46 | 17 | 87 |

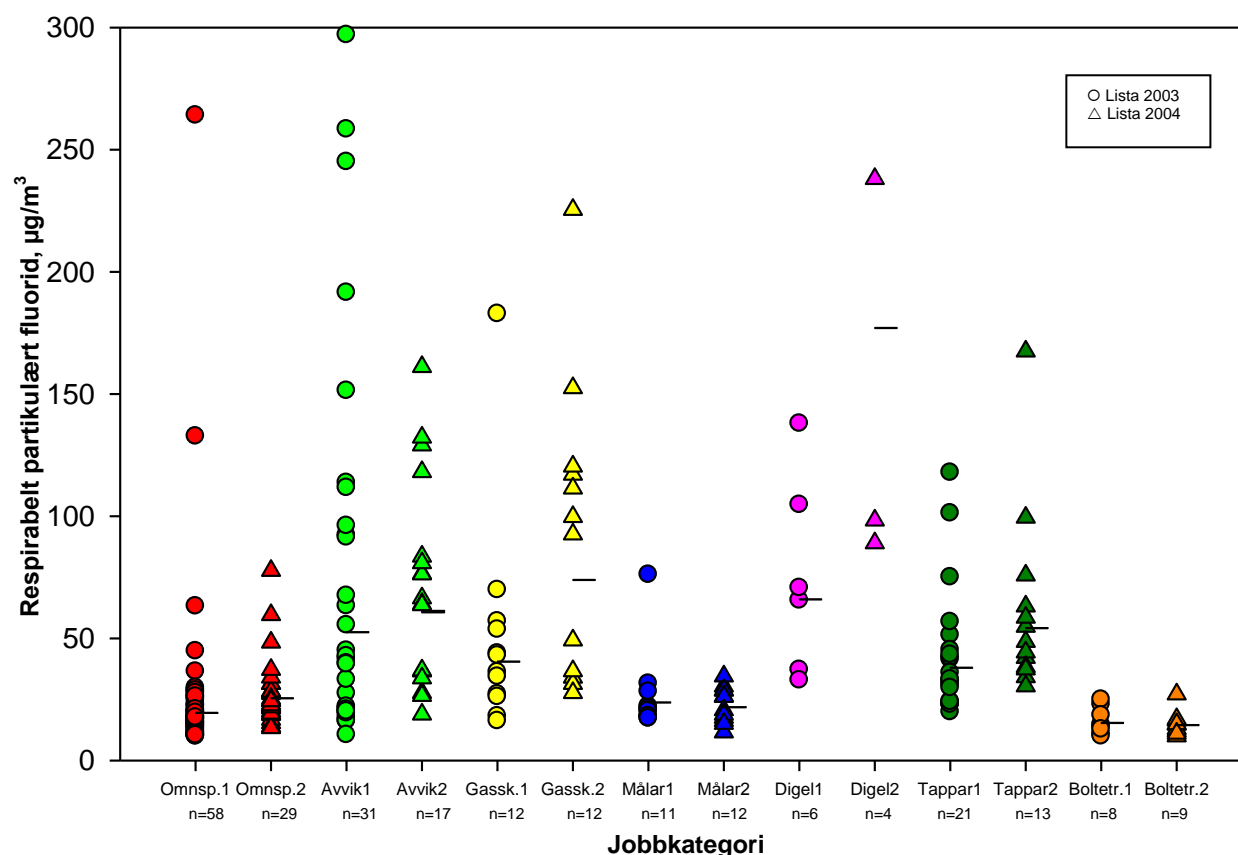
Frå tabell 12.13 får ein at det er gjennomsnittleg 43 % torakalt partikulært fluorid av det inhalerbare partikulære fluoridet. Boltetrekkar har den største prosentdelen (55 %), medan gasskappeskiftar har den minste prosentdelen (38 %).

Tabell: 12.14: Prosentdel torakalt partikulært fluorid av inhalerbart partikulært fluorid for prøvetakinga i 2004

| Jobbkategori | N | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 29 | 38 | 33 | 43 | 19 | 93 |
| Avvik | 17 | 44 | 41 | 48 | 30 | 54 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 36 | 29 | 43 | 20 | 68 |
| Målar | 12 | 48 | 40 | 56 | 28 | 68 |
| Digel | 4 | 46 | 24 | 86 | 26 | 62 |
| Tappar | 13 | 44 | 38 | 52 | 25 | 63 |
| Boltetrekkar | 9 | 56 | 47 | 66 | 36 | 69 |
| Totalt | 96 | 42 | 40 | 45 | 19 | 93 |

For prøvetakinga i 2004 var det gjennomsnittleg 42 % torakalt partikulært fluorid av det inhalerbare partikulære fluoridet. Størst gjennomsnittleg prosentdel var hos boltetrekkar og minst hos omnspassar.

Ved samanlikning mellom dei to prøvetakingsperiodane er gjennomsnittet relativt likt (43 % mot 42 %).



Figur 12.29: Partikulært fluorid fastsett i den respirable aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Av fig. 12.29 ser ein at det er jobbkategorien boltetrekkar som har lågast gjennomsnittleg eksponering og minst spreieing. Spreiinga er størst for arbeidskategoriene avvik og gasskappeskift. Dei fleste av eksponeringsmålingane er under 200 µg/m³.

Tabell: 12.15: Prosentdel respirabelt partikulært fluorid av inhalerbart partikulært fluorid for prøvetakinga i 2003

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 58 | 23 | 20 | 26 | 3,6 | 48 |
| Avvik | 31 | 25 | 20 | 30 | 5,3 | 68 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 21 | 14 | 32 | 6,9 | 55 |
| Målar | 11 | 22 | 17 | 29 | 10 | 38 |
| Digel | 6 | 24 | 16 | 36 | 14 | 34 |
| Tappar | 21 | 33 | 28 | 40 | 17 | 75 |
| Boltetrekkar | 8 | 32 | 25 | 40 | 21 | 44 |
| Totalt | 147 | 25 | 23 | 27 | 3,6 | 75 |

Gjennomsnittleg er det 25 % respirabelt partikulært fluorid i det inhalerbare partikulære fluoridet. Høgast prosentdel hos jobbkategorien tappar og lågast hos gasskappeskiftarane.

Tabell: 12.16: Prosentdel respirabelt partikulært fluorid av inhalerbart partikulært fluorid for prøvetakinga i 2004

| Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|----|-------------------------|------|---------|----------|
| | | | Nedre | Øvre | | |
| Omnspassar | 29 | 19 | 15 | 23 | 4,4 | 44 |
| Avvik | 17 | 26 | 23 | 30 | 19 | 41 |
| Gasskappeskiftar | 12 | 23 | 18 | 30 | 11 | 45 |
| Målar | 12 | 27 | 22 | 35 | 13 | 48 |
| Digel | 4 | 21 | 8,6 | 50 | 9,2 | 31 |
| Tappar | 13 | 25 | 20 | 30 | 12 | 42 |
| Boltetrekkar | 9 | 30 | 23 | 38 | 19 | 50 |
| Totalt | 96 | 23 | 21 | 26 | 4,4 | 50 |

For prøvetakinga i 2004 var det gjennomsnittleg 23 % respirabelt partikulært fluorid av det inhalerbare partikulære fluoridet. Høgast prosentdel hos boltetrekkarane (30 %) og lågast hos omnspassarane (19 %). Boltetrekkarane ser ut til å kunne ha noko større prosentdel respirabelt partikulært fluorid enn dei andre jobbkategoriene.

Ved samanlikning av dei to ulike prøvetakingsperiodane finn ein at gjennomsnittleg prosentfordeling er omtrent lik (25 % mot 23 %). Spreiinga ser ut til å vere noko mindre for eksponeringsmålingane frå 2004.

Generelt utgjer respirabel og torakal vassløyseleg fluorid same prosenten av det inhalerbare vassløyselege fluoridet som respirabel og torakal partikulært fluorid er av det inhalerbare partikulære fluoridet.

Dess meir torakalt partikulært fluorid ein er eksponert for, dess meir fluorid kan passere forbi strupehovudet og bli avsett i områda av respirasjonssystemet som er assosiert med astma.

Tabell 12.17: Oversikt over kva jobbkategori der GM var signifikant* forskjellige for partikulært fluorid ved prøvetakinga i 2003

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|---|------------------|---|
| Respicon Inhalerbar partikulær fluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon Torakal partikulær fluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Digel |
| | Digel | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnspassar, Avvik, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| Respicon Respirabel partikulær fluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| | Digel | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |

Kva jobbkategori som er signifikant* forskjellige frå kvarandre ved dei to måleperiodane er gjeve i tabell 12.17 (for 2003) og tabell 12.18 (for 2004).



Foto: Hilde Notø, STAMI

Bilde: 12.9: Omnspassar

* $p < 0,05$

Tabell 12.18: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellige for partikulært fluorid ved prøvetakinga i 2004

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|--|---------------------|---|
| Respicon ¹ Inhalerbar partikulær fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Målar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digelrens, Tappar |
| | Digel | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| Respicon ² Torakal partikulær fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| | Digel | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |
| Respicon ³ Respirabel partikulær fluorid | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |
| | Digel | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Omnpassar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnpassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |

* p<0,05

Tabell 12.19: Prosent vassløyseleg fluorid av partikulært fluorid for prøvetakinga i 2003

| Parameter | Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|---|------------------|-----|----|----------------------------|------|---------|----------|
| | | | | Nedre | Øvre | | |
| Prosent respirabelt vassløyseleg fluorid av respirabelt partikulært fluorid | Omnspassar | 58 | 36 | 32 | 40 | 10 | 70 |
| | Avvik | 31 | 49 | 43 | 56 | 19 | 76 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 57 | 43 | 74 | 19 | 81 |
| | Målar | 11 | 52 | 46 | 59 | 33 | 65 |
| | Digel | 6 | 57 | 48 | 68 | 49 | 77 |
| | Tappar | 21 | 60 | 53 | 68 | 39 | 91 |
| | Boltetrekkar | 8 | 23 | 15 | 36 | 10 | 44 |
| | Alle | 147 | 44 | 41 | 47 | 10 | 91 |
| Prosent torakalt vassløyseleg fluorid av torakalt partikulært fluorid | Omnspassar | 58 | 37 | 33 | 41 | 19 | 70 |
| | Avvik | 31 | 45 | 39 | 53 | 11 | 72 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 53 | 42 | 66 | 27 | 77 |
| | Målar | 11 | 47 | 38 | 58 | 28 | 66 |
| | Digel | 6 | 54 | 44 | 67 | 42 | 72 |
| | Tappar | 21 | 55 | 48 | 62 | 31 | 83 |
| | Boltetrekkar | 8 | 27 | 19 | 36 | 13 | 44 |
| | Alle | 147 | 43 | 40 | 46 | 11 | 83 |
| Prosent inhalerbart vassløyseleg fluorid av inhalerbart partikulært fluorid | Omnspassar | 58 | 39 | 37 | 42 | 19 | 64 |
| | Avvik | 31 | 38 | 34 | 44 | 10 | 57 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 50 | 43 | 59 | 30 | 76 |
| | Målar | 11 | 46 | 40 | 52 | 33 | 57 |
| | Digel | 6 | 49 | 39 | 61 | 35 | 68 |
| | Tappar | 21 | 52 | 47 | 58 | 35 | 74 |
| | Boltetrekkar | 8 | 32 | 23 | 44 | 18 | 56 |
| | Alle | 147 | 42 | 40 | 44 | 10 | 76 |

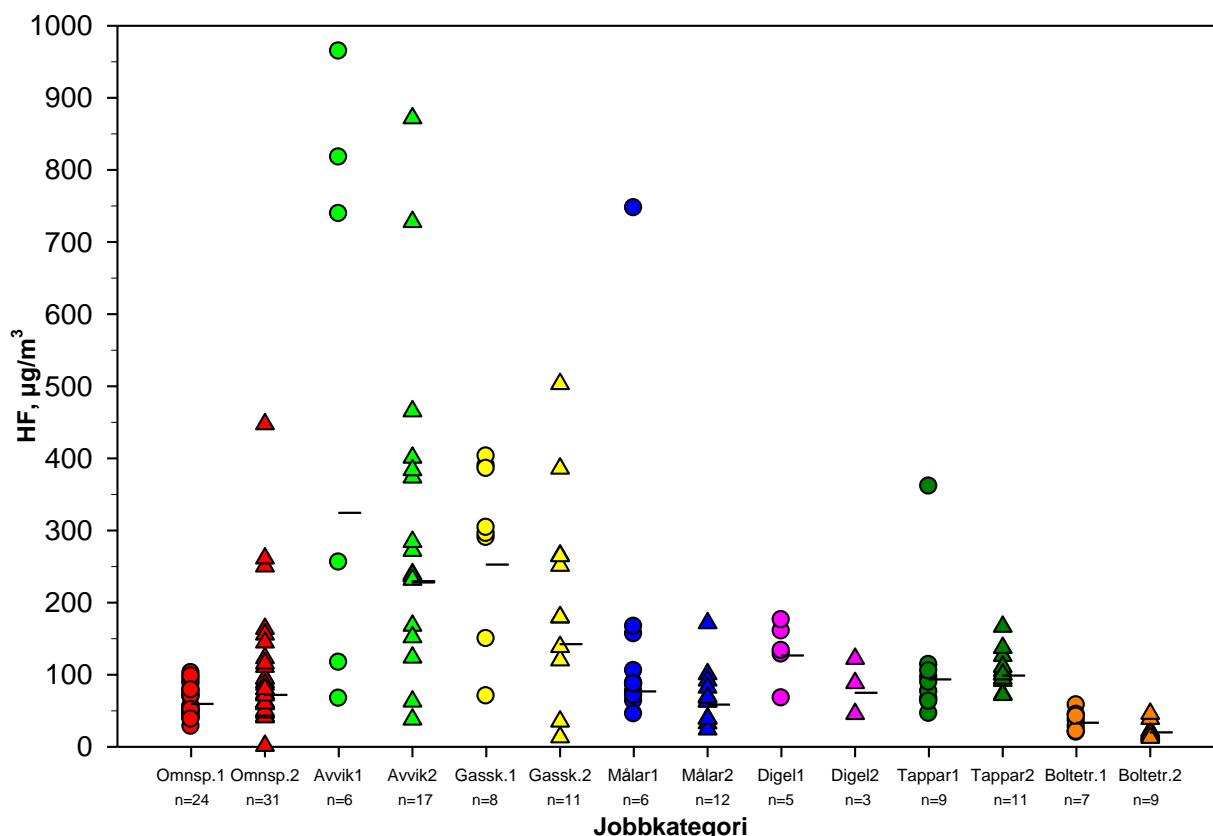
Kor stor del av det partikulære fluoridet som er vassløyseleg er avhengig av kjelda til fluorideksponeringa. Aerosol frå badet inneheld fluorid som ikkje let seg ekstrahere ut i vassfasen, men blir fastsett som lutløyseleg fluorid. For prøvetakinga i 2003 som er vist i tabell 12.19 var det omlag 43% vassløyseleg fluorid i dei ulike aerosolfraksjonane. Kjelder til eksponering for bad-aerosol er eksponering for knust bad under dekking og for aerosol ved opne bad. Forskjellar mellom dei ulike jobbkategoriene er store. Jobbkategorien boltetrekkar er signifikant ($p < 0,05$) forskjellig frå dei andre jobbkategoriene for prosent respirabelt og torakalt vassløyseleg fluorid av respirabelt og torakalt partikulært fluorid. Spennet i resultata er stort, frå 10 % til 91 % for respirabelt vassløyseleg fluorid av partikulært fluorid. Trass i små forskjellar er der på jobbkategorinivå ein trend i høgare vassløyseleg del fluorid dess mindre partiklane er. Denne trenden gjeld for alle jobbkategoriene bortsett frå boltetrekkarane der trenden er motsatt.

Tabell 12.20: Prosent vassløyseleg fluorid av partikulært fluorid for prøvetakinga i 2004

| Parameter | Jobbkategori | n | GM | 95 % Konfidensintervall | | Minimum | Maksimum |
|---|------------------|----|----|----------------------------|------|---------|----------|
| | | | | Nedre | Øvre | | |
| Prosent respirabelt vassløyseleg fluorid av respirabelt partikulært fluorid | Omnspassar | 29 | 58 | 54 | 62 | 38 | 75 |
| | Avvik | 17 | 62 | 57 | 67 | 46 | 86 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 71 | 68 | 74 | 64 | 79 |
| | Målar | 12 | 50 | 39 | 63 | 18 | 67 |
| | Digel | 4 | 57 | 36 | 91 | 42 | 79 |
| | Tappar | 13 | 73 | 67 | 79 | 52 | 85 |
| | Boltetrekkar | 9 | 30 | 22 | 41 | 18 | 56 |
| | Alle | 96 | 57 | 54 | 61 | 18 | 86 |
| Prosent torakalt vassløyseleg fluorid av torakalt partikulært fluorid | Omnspassar | 29 | 52 | 48 | 57 | 25 | 70 |
| | Avvik | 17 | 57 | 52 | 63 | 33 | 77 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 63 | 61 | 66 | 58 | 72 |
| | Målar | 12 | 48 | 38 | 61 | 18 | 70 |
| | Digel | 4 | 52 | 32 | 86 | 40 | 72 |
| | Tappar | 13 | 67 | 62 | 73 | 56 | 88 |
| | Boltetrekkar | 9 | 34 | 25 | 46 | 18 | 54 |
| | Alle | 96 | 53 | 50 | 57 | 18 | 88 |
| Prosent inhalerbart vassløyseleg fluorid av inhalerbart partikulært fluorid | Omnspassar | 29 | 44 | 41 | 48 | 28 | 57 |
| | Avvik | 17 | 45 | 40 | 50 | 27 | 62 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 49 | 45 | 54 | 39 | 65 |
| | Målar | 12 | 49 | 43 | 57 | 31 | 61 |
| | Digel | 4 | 39 | 19 | 81 | 21 | 59 |
| | Tappar | 13 | 54 | 51 | 58 | 41 | 61 |
| | Boltetrekkar | 9 | 40 | 30 | 53 | 18 | 59 |
| | Alle | 96 | 46 | 44 | 48 | 18 | 65 |

For prøvetakinga i 2004 viser tabell 12.20 ein noko høgare gjennomsnittsverdi for både prosent respirabelt og prosent torakalt. Forskjellar mellom dei ulike jobbkategoriene er store. Jobbkategorien boltetrekkar er signifikant ($p < 0,05$) forskjellig frå dei andre jobbkategoriene for prosent respirabelt og torakalt vassløyseleg fluorid av respirabelt og torakalt partikulært fluorid. Spreiinga er noko mindre enn for prøvetakinga i 2003, med spenn frå 18 % til 88 %. Sjølv om forskjellane mellom dei ulike aerosolfraksjonane ikkje er stor, er det ein klar trend at prosenten vassløyseleg aukar med minkande storleik av aerosolen. Denne trenden er ikkje gjeldande for jobbkategorien boltetrekkar kor trenden er motsatt.

12.4. Gassar, HF og SO₂



Figur 12.30 Gassformig fluorid frå HF fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet . Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Generelt er eksponeringa for HF mindre enn 500 µg/m³. Jobbkategoriene avvik , gasskappeskiftar og målar har einseilde verdiar høgare enn dette.

Tabellane viser kva arbeidsoperasjonar som var signifikant* forskjellige i dei to prøvetakingsperiodane 2003 (tabell 12.21) og 2004 (tabell 12.22).

Tabell 12.21: Oversikt over kva jobbkategori der GM var signifikant* forskjellig for gassformig fluorid (HF) ved prøvetakinga i 2003

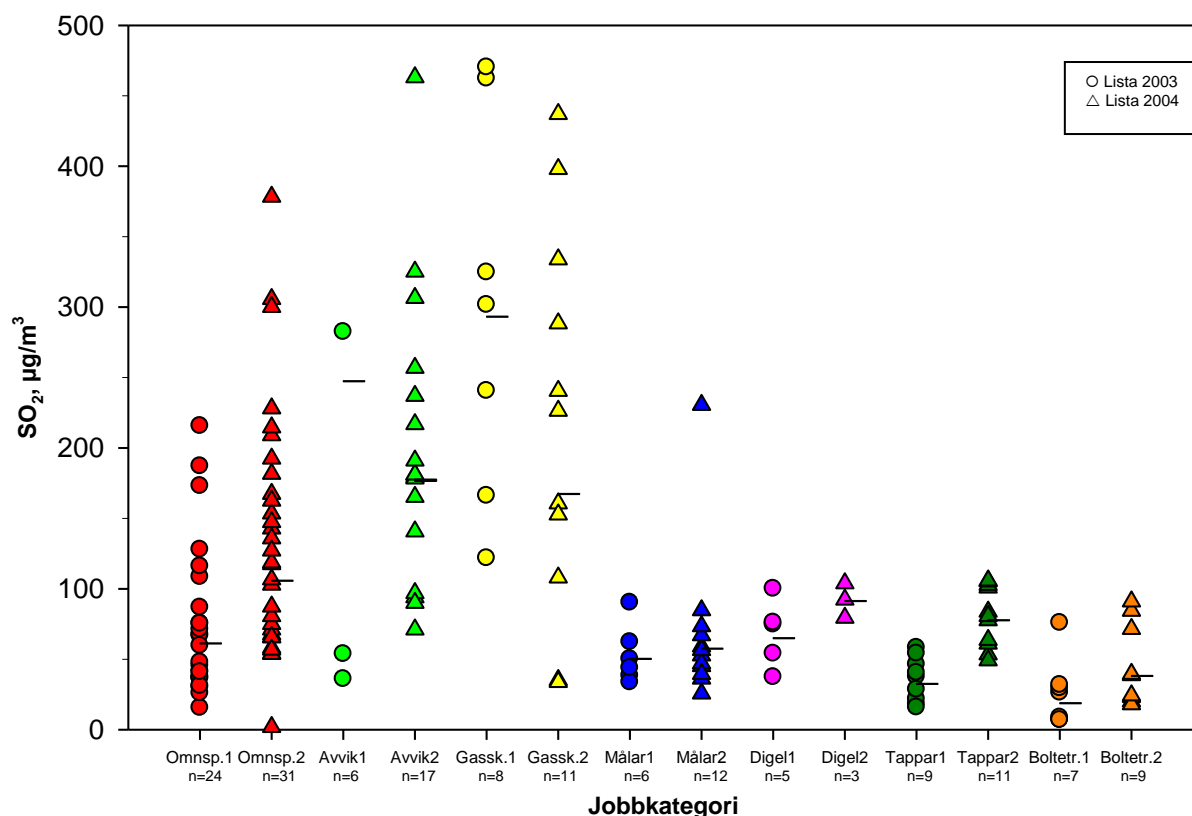
| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|-----------|------------------|--|
| HF (gass) | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Avvik, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar |

* p<0,05
61

Tabell 12.22: Oversikt over kva jobbkategori der GM var signifikant* forskjellig for gassformig fluorid (HF) ved prøvetakinga i 2004

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|-------------------|------------------|---|
| HF _(g) | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Digel | Avvik, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

HF_(g) blir danna frå prosessen. Ein kan tenkje seg at eksponeringa er avhengig av opphaldstid ved opne bad. HF_(g) vil kunne adsorberast i aerosolen i hallatmosfæren og blir rapportert som partikulært fluorid. Som ein mulig årsak til at jobbkategoriene avvik og gasskappeskiftar har høgast nivå og størst spreining er opphaldstida på opne celler. Avhengig av arbeid utført er det svært ulik opphaldstid både mellom ulike personar og mellom dagar for same person.



Figur 12.32: SO₂ frå filter fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 er har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Kjelda til SO_{2(g)} eksponeringa er sbovelet i anoden. Svovelinnhaldet i anoden vil kunne variere med råstoffet til anoden og då trueleg variere frå batch til batch. Lågast nivå finn ein for tapparar og boltetrekkarar, dette er jobbkategori der stor del av arbeidstida er i ventilerte køyretøy. For jobbkategoriene omnspassar, avvik og gasskappeskift er det stor

* p<0,05

spreiing og høgare gjennomsnitt. Desse jobbkategoriene har arbeid med arbeidsstad nær anoden.

Tabell 12.23: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellige for svoveldioksid (SO₂) ved prøvetakinga i 2003

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|-----------------|------------------|---|
| SO ₂ | Omnpassar | Avvik, Gasskappeskiftar |
| | Avvik | Omnpassar, Målar, Tappar |
| | Gasskappeskiftar | Omnpassar, Målar, Tappar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar |
| | Digel | |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar |
| | Boltetrekkar | |

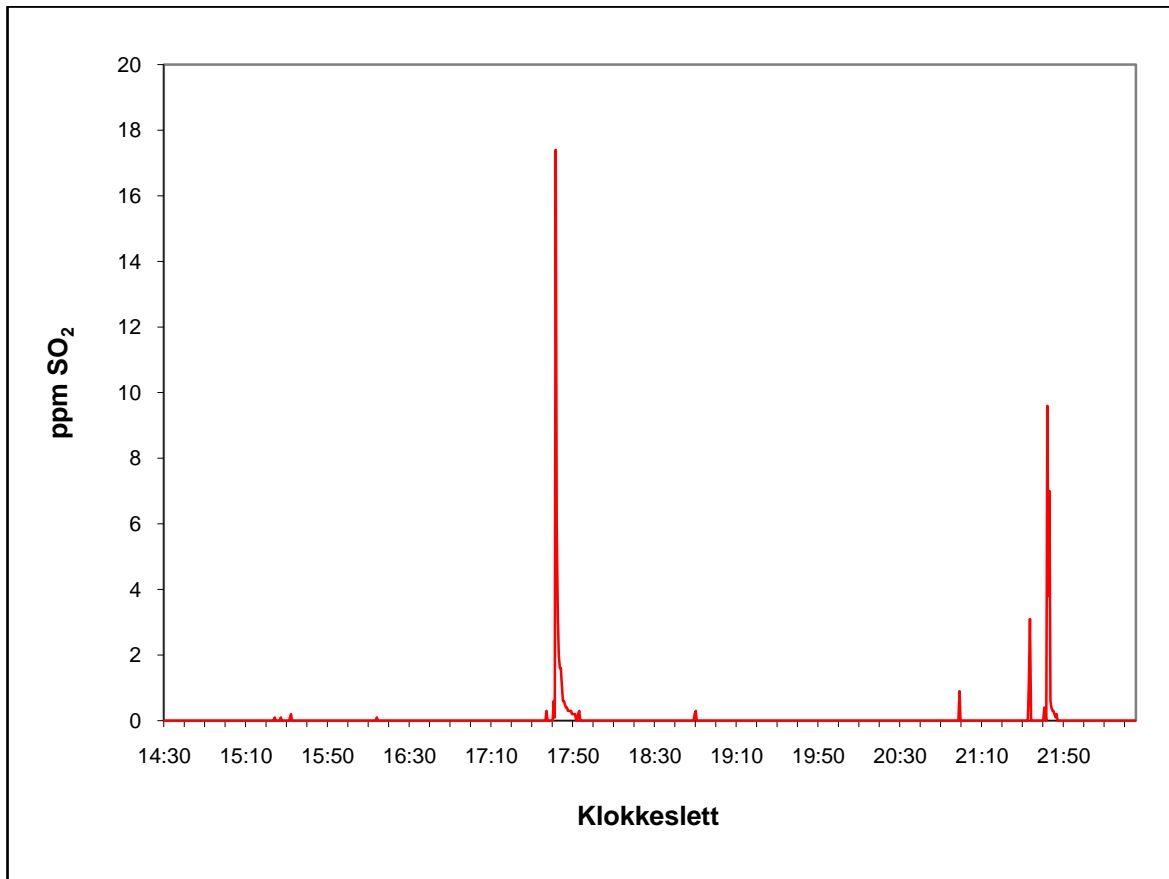
Tabell 12.24: Oversikt over kva arbeidsoperasjonar der GM var signifikant* forskjellige for svoveldioksid (SO₂) ved prøvetakinga i 2004

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|-----------------|------------------|---|
| SO ₂ | Omnpassar | Digel |
| | Avvik | |
| | Gasskappeskiftar | |
| | Målar | Digel |
| | Digel | Omnpassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Digel |
| | Boltetrekkar | Digel |

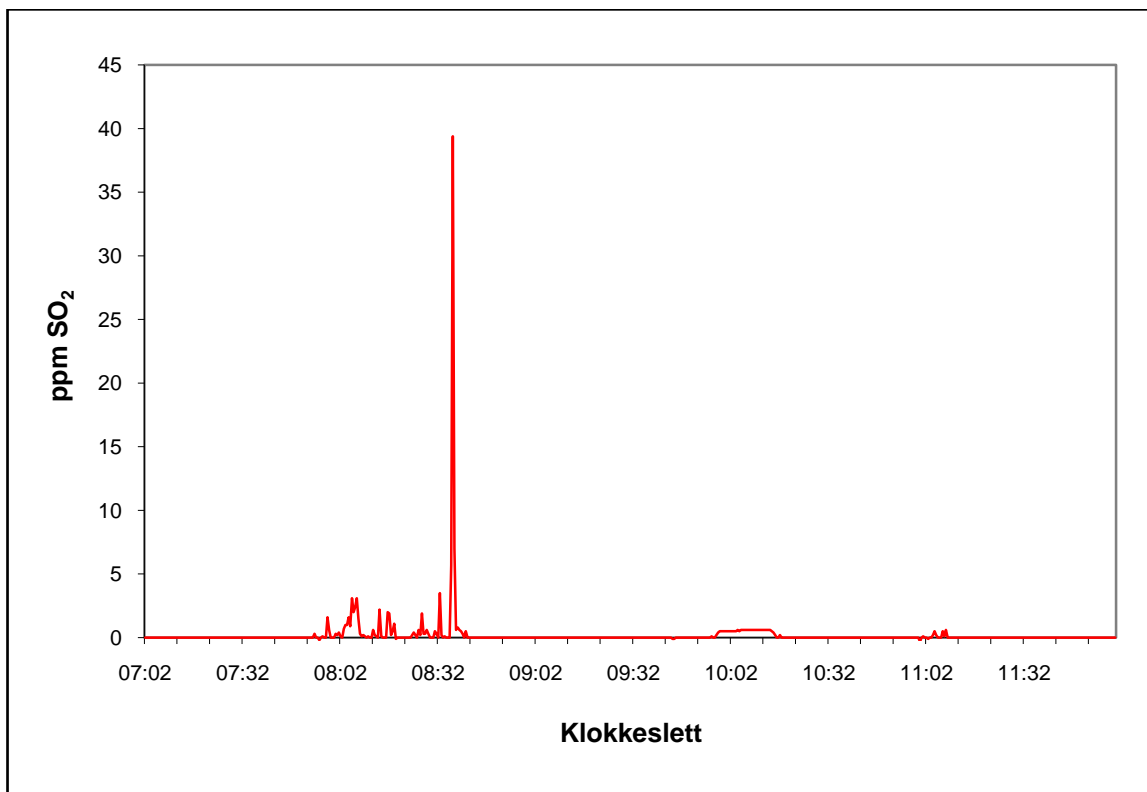
12.4.1. Tidsoppløyste SO₂-målingar

For å betre kunne forstå SO₂ eksponeringa vart det nytta direktevisande gassesensorar til kontinuerleg kunne monitere konsentrasjonen av SO₂ over arbeidsskifta. Fig. 12.33 og 12.34 viser to typiske variasjonsmålingar for to ulike jobbkategoriar. SO₂ kjem frå sbovelet i kolet som blir nytta. Eksponeringsmønstra for dei ulike jobbkategoriar varierar og er derfor eit viktig verktøy til å identifisere utsette jobbkategoriar.

* p<0,05
63



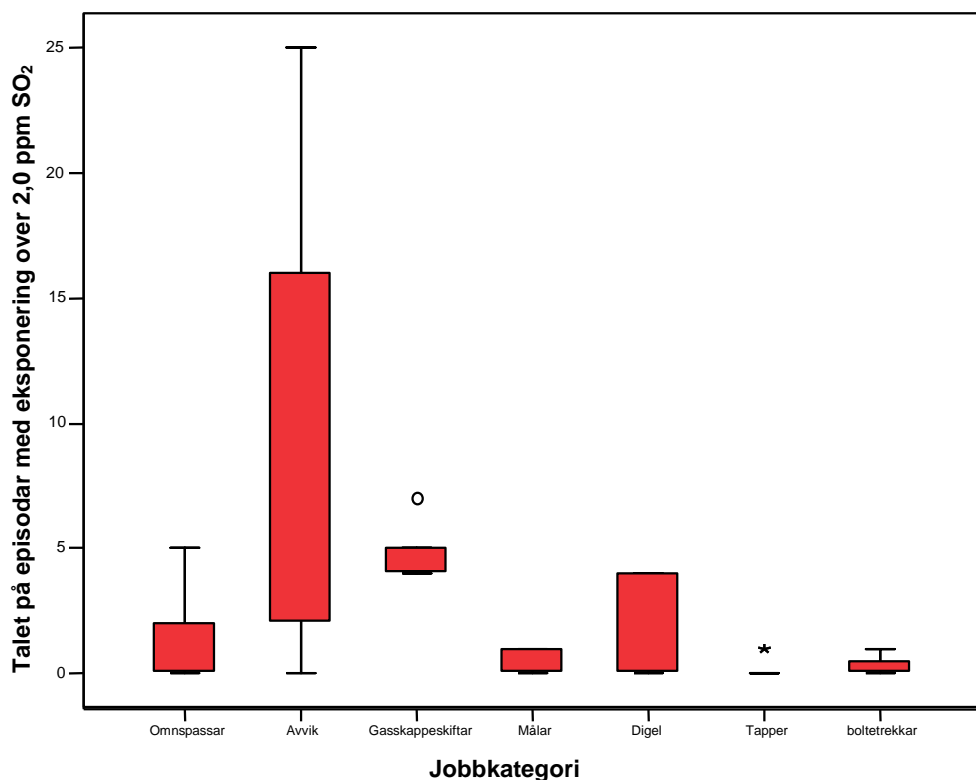
Figur 12.33: Tidsoppløyst SO₂ signal for omnspassar 22. januar 2003



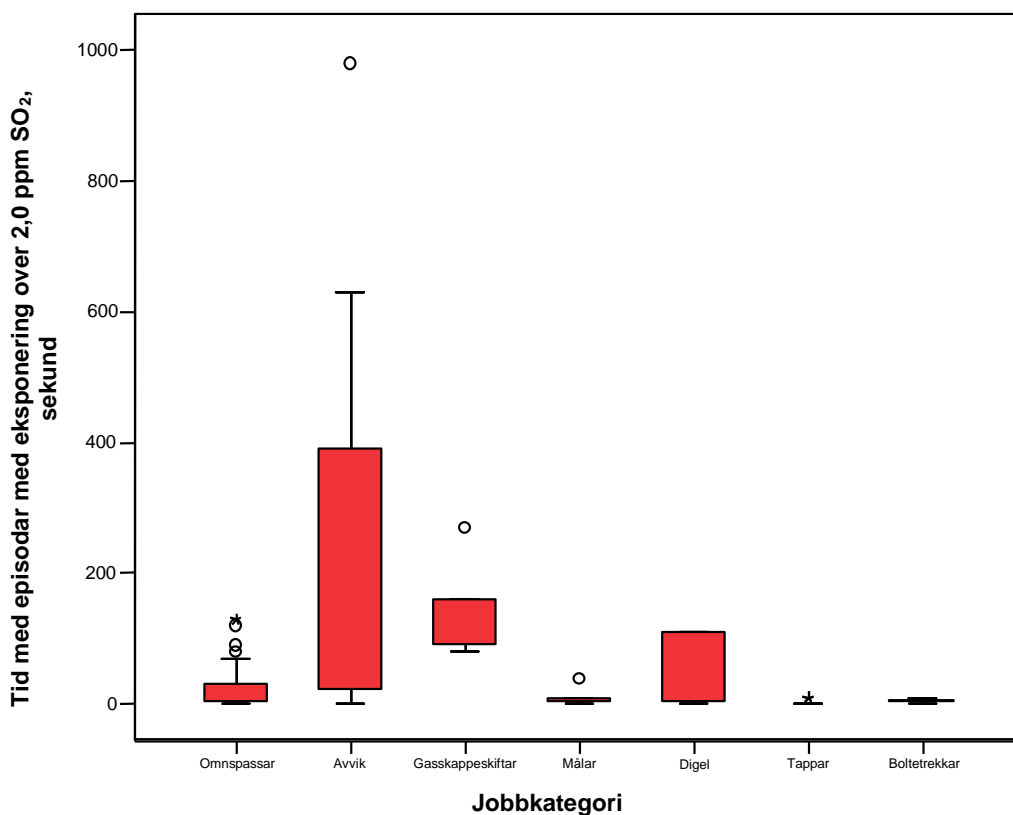
Figur 12.34: Tidsoppløyst SO₂ signal for gasskappeskiftar 21. januar 2003

For å kunne vurdere dei tidsoppløyste SO₂ –verdiane vart det nytta ein strategi ved å telje talet på episodar over ein gjeven verdi, kor lenge ein slik episode varer og dosen av SO₂ i kvar episode. Figur 12.35 viser talet på episodar med verdiane over 2,0 ppm SO₂ fordelt på arbeidsoppasjonane. I figur 12.36 viser talet på sekund kor eksponeringa har vore over 2,0 ppm, fordelt på dei ulike jobbkategoriene. I figur 12.37 er det gjevne dosen av desse

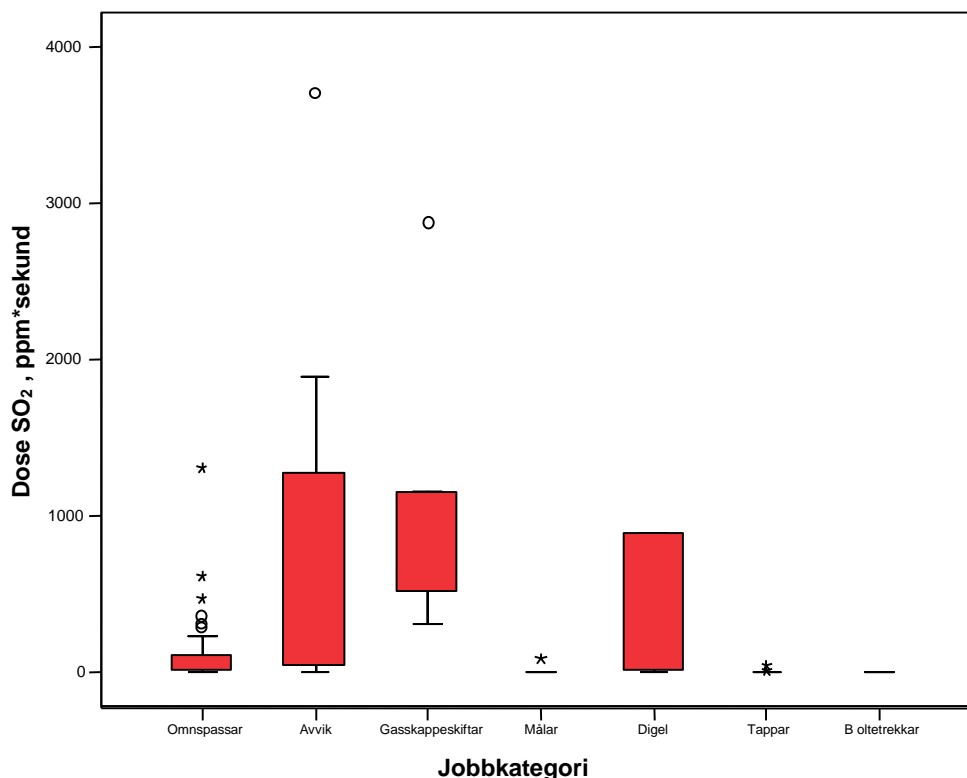
episodane over 2,0 ppm fordelt på dei ulike jobbkategoriene.



Figur 12.35: Boksplott av eksponeringsepisodar med eksponering over 2,0 ppm SO₂ ved eksponeringsmålingane i 2003



Figur 12.36: Boksplott av talet på sekund med eksponering over 0,2 ppm SO₂ ved eksponeringsmålingane i 2003.



Figur 12.37: Boksplott av dose (ppm *sekund) for eksponering over 2,0 ppm SO₂ ved eksponeringsmålingane i 2003.

Gass-sensorar med logging er nyttige hjelpemiddel for identifisering av toppeksponering og variasjonen av eksponeringa gjennom eit arbeidsskift. For alle gassloggarane er det rekna tidsoppløyte konsentrasjonsfigurar, gjennomsnittleg konsentrasjon (ppm) og maksimalverdi. I tillegg vart toppane over ein gjeven verdi identifisert ved å rekne talet på toppar, kor lenge dei varer (sek) og integrert dose (ppm*s) som toppane representerer.

Tabell 12.25: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålingar i 2003. Eksponeringsverdiar over 0,2 ppm, Aritmetisk middelverdi (AM)

| Jobbkategori | Talet på målingar, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 31 | 17 | 825 | 376 |
| Avvik | 15 | 37 | 3353 | 2337 |
| Gasskappeskiftar | 6 | 13 | 582 | 1567 |
| Målar | 9 | 17 | 1314 | 431 |
| Digel | 2 | 20 | 1205 | 760 |
| Tappar | 13 | 17 | 669 | 131 |
| Boltetrekkar | 3 | 6 | 2160 | 968 |
| Alle | 79 | 20 | 1377 | 837 |

Det er jobbkategorien avvik som gjennomsnittleg har flest episodar med eksponering over 0,2 ppm SO₂. Tappar har gjennomsnittleg færrest episodar. Dosane i desse toppane er høgast for kategorien avvik, medan tapparane har lågast dose.

Tabell 12.26: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålinger i 2004. Eksponeringsverdier over 0,2 ppm, Aritmetisk middelværdi (AM)

| Jobbkategori | Talet på målinger, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 16 | 49 | 1905 | 1053 |
| Avvik | 8 | 53 | 2639 | 1924 |
| Gasskappeskiftar | 9 | 19 | 1238 | 1865 |
| Målar | 5 | 25 | 536 | 119 |
| Digel | 4 | 19 | 4140 | 9868 |
| Tappar | 6 | 47 | 1597 | 433 |
| Boltetrekkar | 4 | 13 | 1160 | 337 |
| Alle | 52 | 37 | 1850 | 1789 |

I 2004 var det jobbkategorien avvik som hadde flest episodar med eksponering over 0,2 ppm SO₂, men det var jobbkategorien digel som hadde den høgaste dosen. Færrast toppar var det jobbkategorien boltetrekkar som hadde, medan målarkategorien hadde lågast dose.

Tabell 12.27: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålinger i 2003. Eksponeringsverdier over 0,5 ppm, Aritmetisk middelværdi (AM)

| Jobbkategori | Talet på målinger, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 31 | 5 | 186 | 226 |
| Avvik | 15 | 22 | 1317 | 1583 |
| Gasskappeskiftar | 6 | 10 | 372 | 1420 |
| Målar | 9 | 6 | 440 | 153 |
| Digel | 2 | 7 | 190 | 580 |
| Tappar | 13 | 3 | 35 | 16 |
| Boltetrekkar | 3 | 5 | 1000 | 444 |
| Alle | 79 | 9 | 450 | 549 |

Avvik er den jobbkategorien med gjennomsnittleg flest episodar over 0,5 ppm , gjennomsnittleg lengst tid over 0,5 ppm og gjennomsnittleg høgast dose i toppar over 0,5 ppm SO₂. Tappar har gjennomsnittleg færrast episodar, kortast tid og lågast dose med toppar over 0,5 ppm SO₂.

Tabell 12.28: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålinger i 2004. Eksponeringsverdier over 0,5 ppm, Aritmetisk middelværdi (AM)

| Jobbkategori | Talet på målinger, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 16 | 13 | 401 | 692 |
| Avvik | 8 | 24 | 1050 | 1350 |
| Gasskappeskiftar | 9 | 13 | 698 | 1568 |
| Målar | 5 | 3,4 | 54 | 33 |
| Digel | 4 | 11 | 1918 | 8859 |
| Tappar | 6 | 15 | 233 | 124 |
| Boltetrekkar | 4 | 5,5 | 325 | 80 |
| Alle | 52 | 13 | 610 | 1397 |

I 2004 var det også avvikkategorien som hadde flest tal av episodar over 0,5 ppm SO₂, men det var digel som hadde den gjennomsnittleg høgaste dosen. Jobbkategoriene målar, tappar og boltetrekkar har få episodar og lågast dosar.

Tabell 12.29: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålingar i 2003. Eksponeringsverdiar over 1,5 ppm, Aritmetisk middelvei (AM)

| Jobbkategori | Talet på målingar, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 31 | 2 | 32 | 142 |
| Avvik | 15 | 10 | 325 | 925 |
| Gasskappeskiftar | 6 | 7 | 118 | 1170 |
| Målar | 9 | 1 | 10 | 16 |
| Digel | 2 | 2 | 65 | 474 |
| Tappar | 13 | 0,3 | 3 | 6 |
| Boltetrekkar | 3 | 1 | 100 | 20 |
| Alle | 79 | 3 | 96 | 336 |

Jobbkategorien gasskappeskiftar har den høgaste dosen i tooppar over 1,5 ppm SO₂, sjølv om jobbkategorien avvik har fleire episodar over 1,5 ppm SO₂. Det er berre avvikskategorien og gasskappeskiftkategorien som gjennomsnittleg har meir enn 2 episodar over 1,5 ppm SO₂.

Tabell 12.30: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålingar i 2004. Eksponeringsverdiar over 1,5 ppm, Aritmetisk middelvei (AM)

| Jobbkategori | Talet på målingar, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 16 | 4 | 89 | 525 |
| Avvik | 8 | 9 | 285 | 796 |
| Gasskappeskiftar | 9 | 8 | 306 | 1100 |
| Målar | 5 | 0,8 | 8 | 8 |
| Digel | 4 | 2 | 788 | 7702 |
| Tappar | 6 | 2 | 23 | 53 |
| Boltetrekkar | 4 | 1 | 15 | 12 |
| Alle | 52 | 4 | 189 | 1075 |

I 2004 var det avvik og gasskappeskiftar som hadde gjennomsnittleg flest episodar med eksponering over 1,5 ppm SO₂. Det er derimot jobbkategorien digel som har den høgaste gjennomsnittlege dosen i toppane over 1,5 ppm SO₂. Kategoriane boltetrekkar og målar har lågast dose i episodane over 1,5 ppm SO₂.

Tabell 12.31: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålingar i 2003. Eksponeringsverdiar over 2,0 ppm, Aritmetisk middelvei (AM)

| Jobbkategori | Talet på målingar, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 31 | 1 | 24 | 128 |
| Avvik | 15 | 8 | 219 | 786 |
| Gasskappeskiftar | 6 | 5 | 145 | 1086 |
| Målar | 9 | 0,4 | 8 | 11 |
| Digel | 2 | 2 | 55 | 445 |
| Tappar | 13 | 0,5 | 2 | 4 |
| Boltetrekkar | 3 | 0,3 | 3 | 2 |
| Alle | 79 | 2 | 65 | 295 |

Den høgaste gjennomsnittlege dosen er det gasskappeskiftar som har, sjølv om talet på episodar med eksponering over 2,0 ppm SO₂ er færre enn gjennomsnittet i jobbkategorien avvik. Jobbkategoriane boltetrekkar, tappar og målar har i få kortvarige episodar over 2,0 ppm SO₂.

Tabell 12.32: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålinger i 2004. Eksponeringsverdier over 2,0 ppm, Aritmetisk middelværdi (AM)

| Jobbkategori | Talet på målinger, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 16 | 3 | 71 | 485 |
| Avvik | 8 | 6 | 210 | 672 |
| Gasskappeskiftar | 9 | 8 | 248 | 961 |
| Målar | 5 | 0,2 | 2 | 5 |
| Digel | 4 | 1 | 700 | 7326 |
| Tappar | 6 | 0,7 | 13 | 44 |
| Boltetrekkar | 4 | 0,8 | 10 | 6 |
| Alle | 52 | 4 | 153 | 988 |

Flest episodar i 2004 hadde jobbkategoriene avvik og gasskappeskiftar. Høgast dose i toppar over 2,0 ppm SO₂ finn ein i jobbkategorien digel. Jobbkategoriene målar, tappar og boltetrekkar har alle i gjennomsnitt mindre enn 1 episode med eksponering over 2,0 ppm SO₂.

Tabell 12.33: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålinger i 2003. Eksponeringsverdier over 5,0 ppm, Aritmetisk middelværdi (AM)

| Jobbkategori | Talet på målinger, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 31 | 0,6 | 10 | 83 |
| Avvik | 15 | 3 | 75 | 409 |
| Gasskappeskiftar | 6 | 3 | 90 | 748 |
| Målar | 9 | 0,1 | 1,1 | 1,2 |
| Digel | 2 | 2 | 30 | 303 |
| Tappar | 13 | 0,1 | 0,8 | 1,2 |
| Boltetrekkar | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Alle | 79 | 1 | 26 | 175 |

Gasskappeskiftar hadde i 2003 gjennomsnittleg like mange episodar som avvik over 5,0 ppm SO₂, men med ein gjennomsnittleg lengre tidsperiode av toppane blir dosen høgast for gasskappeskiftarane.

Tabell 12.33: Oppsummering over direktevisande SO₂ eksponeringsmålinger i 2003. Eksponeringsverdier over 5,0 ppm, Aritmetisk middelværdi (AM)

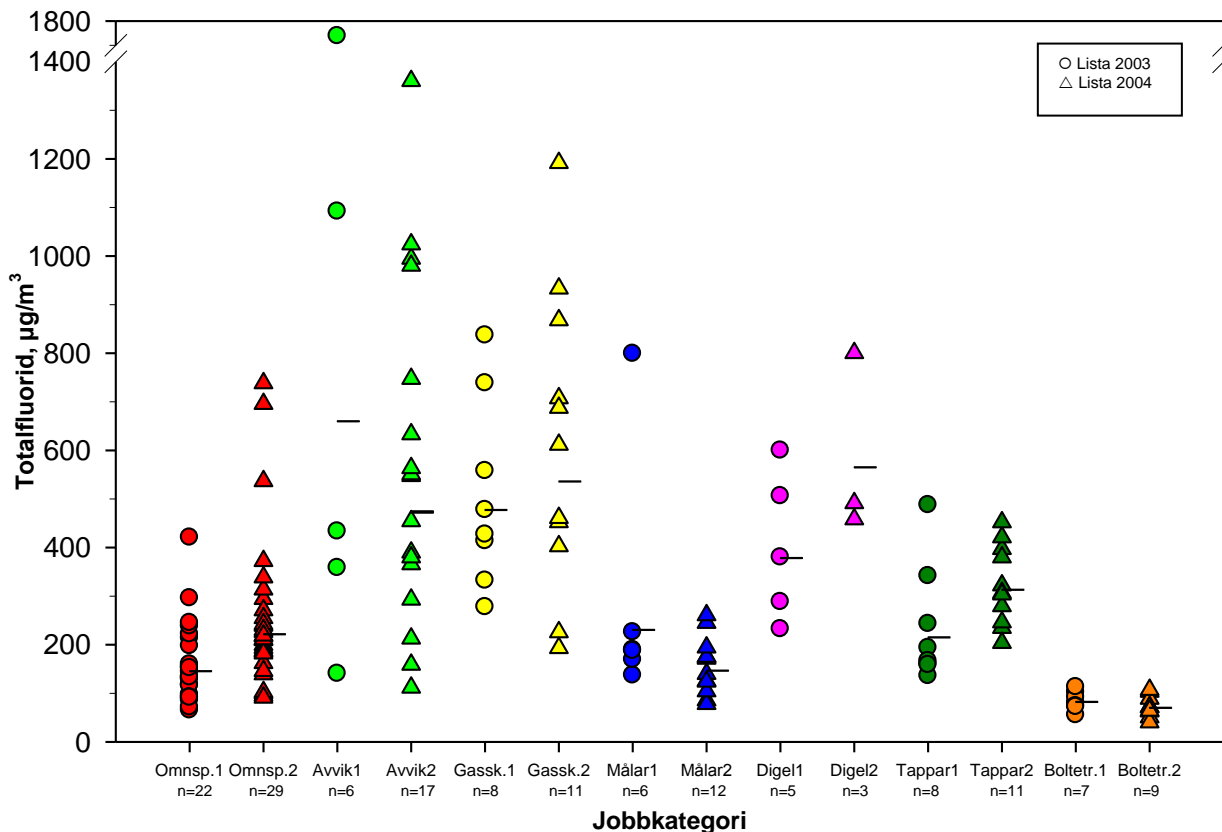
| Jobbkategori | Talet på målinger, n | Tal på episodar | Tid over, s | Dose, ppm*s |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Omnspassar | 16 | 2 | 34 | 342 |
| Avvik | 8 | 3 | 68 | 307 |
| Gasskappeskiftar | 9 | 5 | 102 | 476 |
| Målar | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Digel | 4 | 2 | 320 | 5817 |
| Tappar | 6 | 0,2 | 3 | 20 |
| Boltetrekkar | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Alle | 52 | 2 | 64 | 685 |

Gasskappeskiftarane hadde i 2004 gjennomsnittleg flest episodar over 5,0 ppm SO₂, men digel hadde den gjennomsnittlege høgste dosen.

Generelt for begge prøvetakingsperiodane var det slik at kategoriene avvik og gasskappeskiftar har flest episodar med eksponering. Dosen i eksponeringa er høgast for desse gruppene saman med digel frå 2004-prøvetakinga. Tappar, boltetrekkar og målar har generelt færre episodar over kortare tidsperiode.

Desse observasjonane blir stadfesta i den gjennomsnittlege eksponeringa målt med filter i figur 12.32, der jobbkategoriene avvik og gasskappeskiftar viser størst spreing og høgast gjennomsnitt (GM).

12.5. Totalfluorid



Figur 12.38: Totalfluorid, som er summen av inhalerbar partikulær aerosolfraksjon frå Respiconprøvetakaren og gassformig fluorid frå HF, fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Jobbkategoriene frå Lista 2004 har 2-tal i namnet. Talet på prøver er gjevne med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Alle gjennomsnittsverdiene (GM) er lågare enn $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Spreiinga er størst for jobbkategoriene avvik og gasskappeskiftar. Einskilde verdiar innan desse to kategoriene var høge. Det lågaste gjennomsnittlege eksponeringa vart målt for boltetrekkarane.

Tabell 12.30: Oversikt over kva jobbkategoriar der GM var signifikant* forskjellig for totalfluorid ved prøvetakinga i 2003

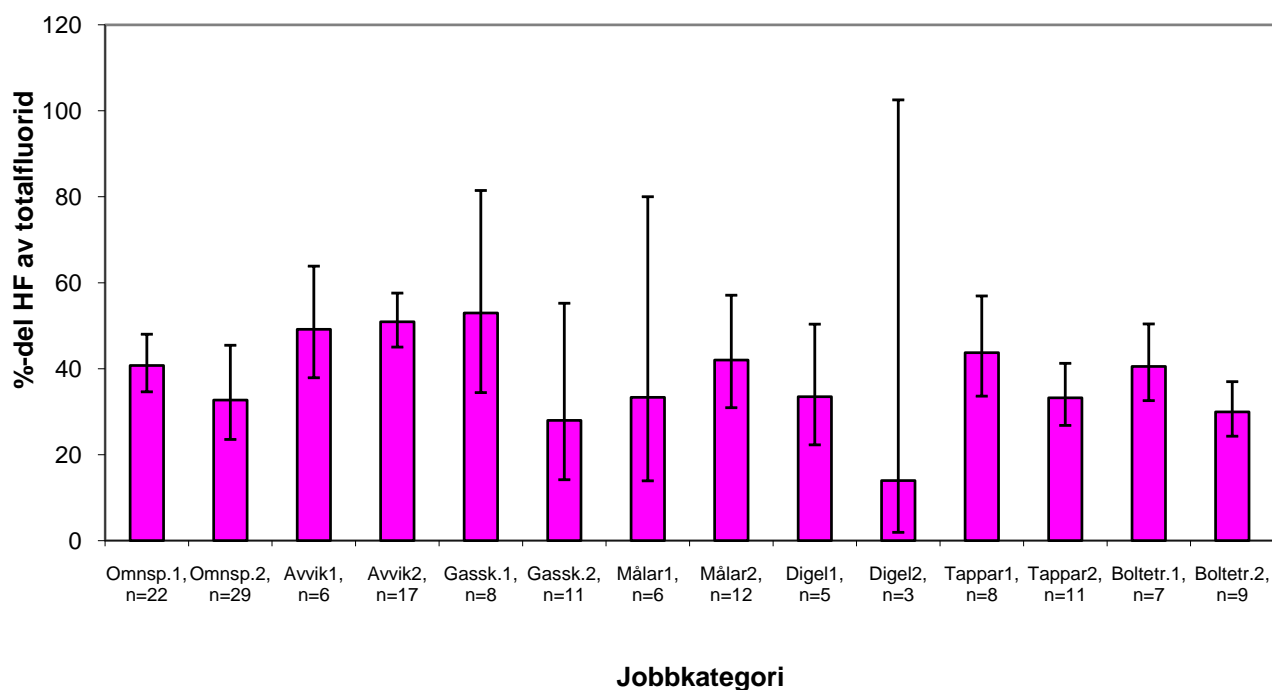
| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|--------------|------------------|---|
| Totalfluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

* $p < 0,05$

Tabell 12.31: Oversikt over kva jobbkategori der GM var signifikant* forskjellig for totalfluorid ved prøvetakinga i 2004

| Komponent | Jobbkategori | Signifikant* forskjellig frå jobbkategori |
|--------------|------------------|--|
| Totalfluorid | Omnspassar | Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Boltetrekkar |
| | Avvik | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Gasskappeskiftar | Omnspassar, Målar, Tappar, Boltetrekkar |
| | Målar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Digel, Tappar, Boltetrekkar |
| | Digel | Omnspassar, Målar, Boltetrekkar |
| | Tappar | Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Boltetrekkar |
| | Boltetrekkar | Omnspassar, Avvik, Gasskappeskiftar, Målar, Digel, Tappar |

For begge prøvetakingsperiodane var jobbkategori boltetrekkar signifikant forskjellig frå dei andre.



Figur 12.31: Prosentdel HF fordelt på jobbkategori og prøvetakingsperiodar. Prøvetakinga i 2004 er har 2-tal i jobbategorinamnet. Talet på prøver er gjeve med bokstaven n og må ikkje forvekslast med talet på personar.

Mellom 25 % og 50 % av totalfluorideksponeringa er HF. Dette medfører at meir enn 50 % av eksponering for fluorid er partikulært.

Ein direktevisande HF-sensor vart testa i 2003. Denne viste seg ikkje å ha god nok oppløysning og respons til at ein kan nytte den for dei konsentrasjonsområda som ein har i denne industrien.

Det var ein teoretisk sjanse for å danne NO₂ i elektrolyseprosessen. Prosjektet nytta derfor direktevisande NO₂-sensorar for eventuelt å kunne måle denne eksponeringa. Vi

fann ikkje verdiar over den nedste fastsetjingsgrensa for utstyret. Der er såleis ingen verdiar å rapportere eller diskutere. Ein kan slå fast at NO₂ eksponering ikkje var mogeleg å fastsetje for dei arbeidsoperasjonane som vart undersøkt i dette prosjektet.

12.6. Variasjon mellom dei to ulike prøvetakingsperiodane

Tabell 12.32 Oversikt over målte komponent og kva for jobbkategoriar som er signifikant forskjellig eller ikkje frå de to prøvetakingane ved EAL i 2003 og i 2004

Tabell 12.32: Samanlikning av dei to prøvetakingsperiodane

| KOMPONENT | Jobbkategori | | | | | | |
|--|--------------|---------|-----------|---------|---------|---------|--------------|
| | OMNSPASSAR | AVVIK | GASSKAPPE | MÅLER | DIGEL | TAPPER | BOLTETREKKAR |
| IOM Aerosol | S | Ikkje S | S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| IOM Vassløyseleg fluorid | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S |
| Respicon Inhalerbar aerosol | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Respicon Torakal aerosol | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Respicon Respirabel aerosol | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | S | Ikkje S | Ikkje S |
| Respicon Inhalerbar vassløyseleg fluorid | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S |
| Respicon Torakal vassløyseleg fluorid | S | Ikkje S | S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Respicon Respirabel vassløyseleg fluorid | S | Ikkje S | S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Respicon Inhalerbar partikulært fluorid | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Respicon Torakal partikulært fluorid | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Respicon Respirabel partikulært fluorid | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | S | S | Ikkje S |
| Totalfluorid | Ikkje S | Ikkje S | S | Ikkje S | S | Ikkje S | Ikkje S |
| HF (gass) | S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S |
| SO ₂ (gass) | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S | Ikkje S |

Ikkje S = ikkje signifikant forskjell med $p < 0,05$

S = signifikant forskjell med $p < 0,05$

Av tabellen kan ein sjå at jobbkategoriene avvik, måler og boltetrekkar frå Lista 2003 ikkje er signifikant forskjellig for nokre av dei målte komponentane frå prøvetakingsperioden Lista 2004. Omnspassarane har signifikant forskjellige resultat for alle komponentane bortsett frå inhalerbart vassløyseleg fluorid, totalfluorid og SO₂. Gasskappeskifar, digel og tappar har nokre komponentar der målingane er signifikant forskjellig og andre som ikkje er det. Sjå tabell 11.32 for fullstendig oversikt. Grunnen til at ikkje fleire jobbkategoriar er signifikant forskjellige mellom 2003 og 2004 er den store spreinga i begge periodane. Prosent samanstillingane i tabellane 12.1-12.4 viser at samansetning av aerosolen var samanlikneleg mellom dei to ulike prøvetakingane.

12.7. Personvariasjon

Fleire av resultatane kjem frå målingar på same person over fleire dagar. Ein ynskter å sjå på dag til dag variasjonen for kvar person som funksjon av jobbkategori. Personar med 3 eller fleire dagar med målingar vart valt ut. Ved å sjå på det relative standardavviket mellom målingane for same person, kan ein estimere kor stor spreing i resultatane ein kan forvente når ein tek eksponeringsmålingar på ein tilfeldig dag. For eksponeringsmålingane i 2003 hadde vi 3 jobbkategoriar som hadde 3 eller fleire

personar med minst 3 dagar med eksponeringsmålingar (Omnspassar; 9 personar, Avvik; 6 personar og Gasskappeskift; 4 personar). For å vise dette er det valt å sjå på det relative standardavviket for desse 3 jobbkategoriene for torakal aerosolfraksjon, vist figur 12.34.

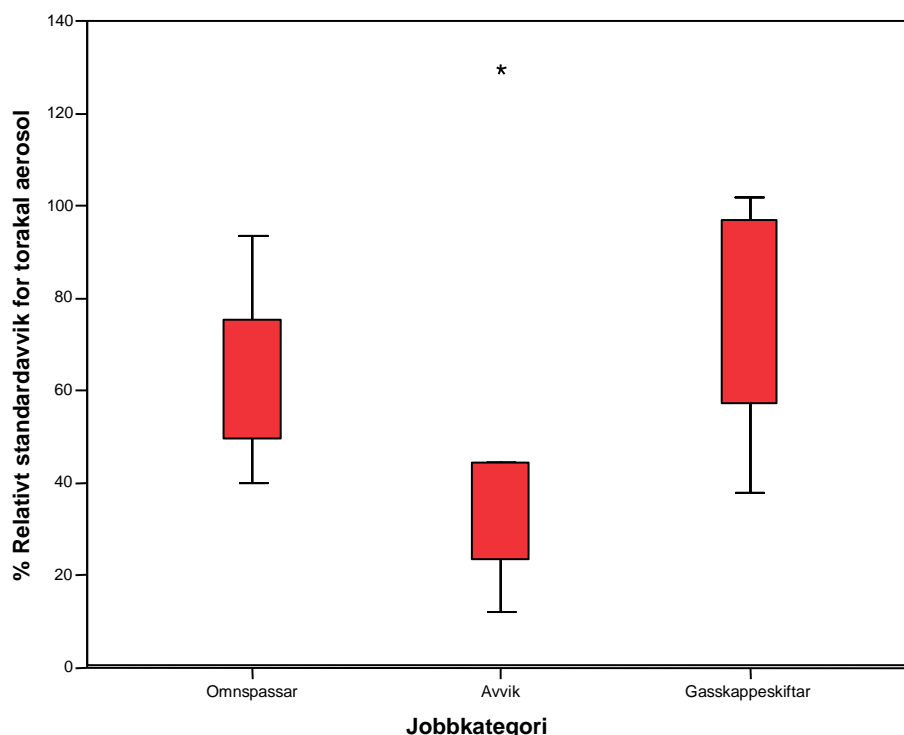


Fig. 12.33: Dag til dag variasjon for dei same personane ved prøvetakinga i 2003

For eksponeringsmålingane utført i 2004 hadde ein 2 jobbkategoriar med 3 eller fleire personar med minst 3 eksponeringsmålingar (Omnspassar 5 personar og Gasskappeskiftar 4 personar). Fig. 12.35 viser det relative standardavviket for torakal fraksjon for eksponeringsmålingane ved EAL i 2004.

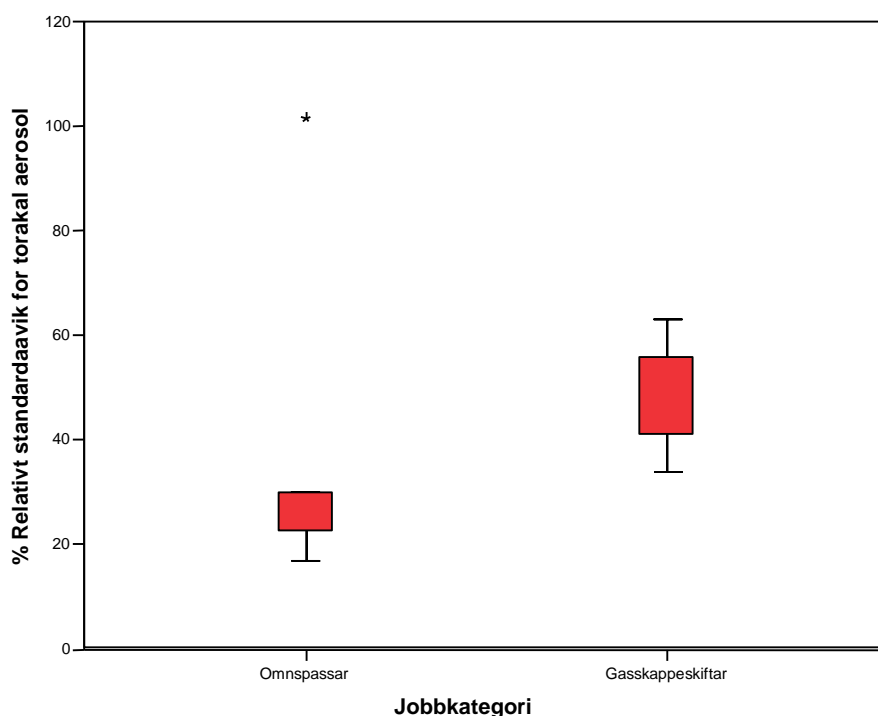


Fig. 12.34: Dag til dag variasjon for dei same personane ved prøvetakinga i 2004

13. Referansar

Helmut Hund GmbH, Dust Sampling Instrument – Respicon – *Technical Description and Instruction Manual*, Version: 3.0, December 2000, <http://hund.de>.

Hurlbut CS and Klein C, *Manual of Mineralogy 19th edition*: John Wiley & Sons. NY, USA, 1971.

Nieboer E, Thomassen Y, Chashchin V, and Odland JO, Occupational exposure assessment of metals, *J of Environ Monit.* 2005; 7: 412-415.

Koch W, Dunkhorst W, Lödding H, Thomassen Y, Skaugset NP, Nikanov A, Vincent J, Evaluation of the Respicon® as a personal sampler in industrial environments, *J of Environ Monit.*, 2002; 4: 657-662.

Koch W, Dunkhorst W, Thomassen Y, Skaugset NP, Ellingsen DG, Jordbekken L og Drabløs PA, HAPPA — Delrapport nr 1: Karakterisering av eksponering for ultrafine partikler i elektrolysehaller ved produksjon av primæraluminium, *STAMI-rapport 2003/6*.

Li S-N, Lundgren DA, Rovell-Rixx, D, Evaluation of six inhalable aerosol samplers, *Am Ind Hyg Assoc J.* 2000; 61: 506-516.

Mark D and Vincent JH, A new personal sampler for airborne total dust in workplaces. *Ann of Occup Hyg.* 1986; 30: 89-102.

Miller JC and Miller JN, *Statistics for Analytical Chemistry*. British Library Cataloguing in Publishing Data. 1993.

Morris JB, Smith FA, Regional deposition and absorption of inhaled hydrogen fluoride in the rat. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1982; 62: 81-89.

Norseth, T., *STAMI, Kriteriedokument for svoveldioksid*, 2002.

NS-EN 481 Arbeidsplassluft – Definisjoner av partikkelstørrelse for måling av luftbårne partikler.

Skaugset NP, Thomassen Y, Ellingsen DG, Jordbekken L og Notø H, HAPPA – Delrapport nr. 2: Effektivitet av vernemasker ved bruk, *STAMI-rapport 2004/3*.

Tsai PJ Vincent J, Wahl G, Maldonado G, Occupational exposure to inhalable and total aerosol in the primary nickel production industry. *Occu Environ Med.* 1995; 52: 793-799.

Vincent JH, *Aerosol Science for Industrial Hygienists*, 1995, Pergamon, Oxford, UK.

Vincent JH Progress towards implementation of new aerosol industrial hygiene standards, with special reference to the aluminium industry. *Sci Tot Environ.* 1995; 163: 3-9.

Vincent, J.H, *Aerosol Sampling, Science, Standards, Instrumentation and Applications*, 2007, Wiley & Sons, West Sussex, UK.

Werner MA, Spear TM and Vincent JH, Investigation into the impact of introducing workplace aerosol standards based on the inhalable fraction, *Analyst*, 1996; 121: 1207-1214.

Whitford GM, The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J Dent Res.* 1990; 69: 539-549.

World Health Organization (WHO). *Environmental Health Criteria 188*. Nitrogen oxides (second edition), WHO, Geneva, Switzerland, 1997.

World Health Organization (WHO). *Environmental Health Criteria 227*. Fluorides. WHO, Geneva, Switzerland, 2002.

14. Appendiks

14.1. Resultat fordelt på prøvetakingsperiode

| | | | | 95 % Konfidensintervall | |
|---|-----|------|------|-------------------------|------|
| | n | AM | GM | Nedre | Øvre |
| Inhalerbar aerosol, IOM, mg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 64 | 1,7 | 1,2 | 1,0 | 2,5 |
| Lista 2 | 96 | 3,1 | 2,3 | 2,0 | 2,7 |
| Vassløselig fluorid, IOM, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 64 | 99 | 57 | 43 | 75 |
| Lista 2 | 96 | 119 | 83 | 69 | 100 |
| Respirabel aerosol, Respicon, mg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 0,33 | 0,24 | 0,21 | 0,27 |
| Lista 2 | 98 | 0,42 | 0,29 | 0,24 | 0,34 |
| Torakal aerosol, Respicon, mg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 0,58 | 0,42 | 0,37 | 0,48 |
| Lista 2 | 98 | 0,75 | 0,54 | 0,46 | 0,63 |
| Inhalerbar aerosol, Respicon, mg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 1,8 | 1,3 | 1,2 | 1,5 |
| Lista 2 | 98 | 2,3 | 1,7 | 1,4 | 1,9 |
| Respirabelt vassløselig fluorid, Respicon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 24 | 13 | 11 | 15 |
| Lista 2 | 96 | 34 | 22 | 18 | 26 |
| Torakalt vassløselig fluorid, Respicon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 36 | 22 | 19 | 26 |
| Lista 2 | 96 | 56 | 37 | 30 | 44 |
| Inhalerbart vassløselig fluorid, Respicon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 73 | 50 | 44 | 58 |
| Lista 2 | 96 | 110 | 75 | 63 | 90 |
| Respirabelt partikulært fluorid, Respicon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 44 | 30 | 26 | 34 |
| Lista 2 | 96 | 55 | 38 | 32 | 45 |
| Torakalt partikulært fluorid, Respicon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 73 | 52 | 46 | 59 |
| Lista 2 | 96 | 102 | 69 | 58 | 81 |
| Inhalerbart partikulært fluorid, Respicon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 147 | 172 | 120 | 105 | 137 |
| Lista 2 | 96 | 266 | 162 | 136 | 194 |
| HF frå impregnert filter, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 65 | 141 | 90 | 73 | 111 |
| Lista 2 | 94 | 141 | 91 | 74 | 111 |
| Totalfluorid, (Inhalerbart partikulært fluorid +F frå impregnert filter), µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 62 | 316 | 219 | 178 | 268 |
| Lista 2 | 92 | 345 | 258 | 219 | 303 |
| Aerosol, Respirabel syklon, µg/m³ | | | | | |
| Lista 1 | 11 | 250 | 190 | 110 | 330 |
| Lista 2 | 9 | 410 | 320 | 180 | 560 |

Tab. 14.1 forts.

| | N | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|--|----|-----|-----|----------------------------|------|
| | | | | Nedre | Øvre |
| Vassløseleg fluorid, Respirabel syklon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Lista 1 | 11 | 25 | 14 | 6,7 | 29 |
| Lista 2 | 9 | 73 | 39 | 16 | 93 |
| Lutløseleg fluorid, Respirabel syklon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Lista 1 | 11 | 19 | 10 | 5,3 | 21 |
| Lista 2 | 9 | 26 | 18 | 9 | 35 |
| Aerosol, Torakal syklon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Lista 1 | 13 | 400 | 320 | 200 | 510 |
| Lista 2 | 26 | 370 | 310 | 240 | 400 |
| Vassløseleg fluorid, Torakal syklon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Lista 1 | 13 | 49 | 28 | 14 | 56 |
| Lista 2 | 26 | 38 | 24 | 16 | 34 |
| Lutløseleg fluorid, Torakal syklon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Lista 1 | 13 | 19 | 14 | 8,6 | 22 |
| Lista 2 | 26 | 19 | 12 | 9,0 | 17 |
| SO₂ frå impregnert filter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Lista 1 | 65 | 127 | 67 | 51 | 88 |
| Lista 2 | 94 | 132 | 99 | 83 | 117 |

14.2. Resultat frå EAL januar 2003

| Komponent | Jobbkategori | n | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|--|------------------|-----|------|------|----------------------------|------|
| | | | | | Nedre | Øvre |
| Inhalerbar aerosol, IOM, mg/m ³ | Omnspassar | 24 | 0,99 | 0,84 | 0,67 | 1,1 |
| | Avvik | 6 | 4,0 | 2,5 | 0,74 | 8,5 |
| | Gasskappeskiftar | 8 | 3,3 | 2,7 | 1,4 | 5,3 |
| | Målar | 6 | 2,2 | 1,4 | 0,47 | 4,0 |
| | Digel | 5 | 1,9 | 1,7 | 0,77 | 3,8 |
| | Tappar | 9 | 1,1 | 0,92 | 0,62 | 1,4 |
| | Boltetrekkar | 6 | 0,67 | 0,66 | 0,54 | 0,80 |
| | Total | 64 | 1,7 | 1,2 | 0,97 | 1,5 |
| Vassløyseleg inhalerbart fluorid, IOM, µg/m ³ | Omnspassar | 24 | 42 | 34 | 25 | 46 |
| | Avvik | 6 | 195 | 92 | 17 | 488 |
| | Gasskappeskiftar | 8 | 161 | 136 | 76 | 243 |
| | Målar | 6 | 137 | 98 | 40 | 244 |
| | Digel | 5 | 209 | 156 | 39 | 614 |
| | Tappar | 9 | 100 | 84 | 52 | 134 |
| | Boltetrekkar | 6 | 14 | 12 | 7.1 | 20 |
| | Total | 64 | 99 | 57 | 43 | 75 |
| Respirabel aerosol, Respicon, mg/m ³ | Omnspassar | 58 | 0,27 | 0,20 | 0,17 | 0,24 |
| | Avvik | 31 | 0,53 | 0,39 | 0,29 | 0,52 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 0,54 | 0,38 | 0,22 | 0,65 |
| | Målar | 11 | 0,16 | 0,15 | 0,10 | 0,21 |
| | Digel | 6 | 0,30 | 0,29 | 0,22 | 0,39 |
| | Tappar | 21 | 0,27 | 0,25 | 0,22 | 0,29 |
| | Boltetrekkar | 8 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,12 |
| | Total | 147 | 0,33 | 0,24 | 0,21 | 0,27 |
| Torakal aerosol, Respicon, mg/m ³ | Omnspassar | 58 | 0,46 | 0,37 | 0,31 | 0,44 |
| | Avvik | 31 | 0,90 | 0,67 | 0,51 | 0,88 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 1,1 | 0,81 | 0,47 | 1,4 |
| | Målar | 11 | 0,37 | 0,33 | 0,24 | 0,45 |
| | Digel | 6 | 0,53 | 0,49 | 0,29 | 0,80 |
| | Tappar | 21 | 0,41 | 0,37 | 0,30 | 0,46 |
| | Boltetrekkar | 8 | 0,15 | 0,13 | 0,08 | 0,20 |
| | Total | 147 | 0,58 | 0,42 | 0,37 | 0,48 |
| Inhalerbar aerosol, Respicon, mg/m ³ | Omnspassar | 58 | 1,8 | 1,3 | 1,1 | 1,5 |
| | Avvik | 31 | 2,6 | 2,1 | 1,7 | 2,6 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 3,1 | 2,5 | 1,6 | 4,0 |
| | Målar | 11 | 1,1 | 0,95 | 0,66 | 1,4 |
| | Digel | 6 | 1,4 | 1,3 | 0,87 | 1,9 |
| | Tappar | 21 | 1,0 | 0,91 | 0,72 | 1,1 |
| | Boltetrekkar | 8 | 0,48 | 0,45 | 0,31 | 0,63 |
| | Total | 147 | 1,8 | 1,3 | 1,2 | 1,5 |
| Respirabelt vassløyseleg fluorid, µg/m ³ | Omnspassar | 58 | 11 | 7,0 | 5,5 | 8,8 |
| | Avvik | 31 | 45 | 26 | 17 | 39 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 35 | 23 | 12 | 43 |
| | Målar | 11 | 14 | 12 | 8,8 | 17 |
| | Digel | 6 | 41 | 38 | 23 | 61 |
| | Tappar | 21 | 29 | 23 | 17 | 31 |
| | Boltetrekkar | 8 | 4,3 | 3,6 | 2,1 | 6,0 |
| | Total | 147 | 24 | 13 | 11 | 15 |

Tabell 14.2 forts.

| Komponent | Jobbkategori | n | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|---|------------------|-----|-----|-----|-------------------------|------|
| | | | | | Nedre | Øvre |
| Torakalt vassløseleg fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnspassar | 58 | 19 | 14 | 11 | 17 |
| | Avvik | 31 | 60 | 38 | 27 | 55 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 52 | 38 | 22 | 66 |
| | Målar | 11 | 33 | 21 | 13 | 36 |
| | Digel | 6 | 70 | 66 | 44 | 98 |
| | Tappar | 21 | 40 | 32 | 24 | 43 |
| | Boltetrekkar | 8 | 7,6 | 7,1 | 5,2 | 9,7 |
| | Total | 147 | 36 | 22 | 19 | 26 |
| Inhalerbart vassløseleg fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnspassar | 58 | 46 | 34 | 28 | 41 |
| | Avvik | 31 | 110 | 82 | 62 | 109 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 121 | 96 | 61 | 153 |
| | Målar | 11 | 71 | 49 | 30 | 82 |
| | Digel | 6 | 141 | 135 | 95 | 192 |
| | Tappar | 21 | 69 | 60 | 46 | 77 |
| | Boltetrekkar | 8 | 17 | 15 | 11 | 22 |
| | Total | 147 | 73 | 50 | 44 | 58 |
| Respirabelt partikulært fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnspassar | 58 | 26 | 20 | 17 | 23 |
| | Avvik | 31 | 85 | 53 | 37 | 75 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 51 | 41 | 27 | 61 |
| | Målar | 11 | 27 | 24 | 18 | 32 |
| | Digel | 6 | 75 | 66 | 37 | 119 |
| | Tappar | 21 | 43 | 38 | 30 | 47 |
| | Boltetrekkar | 8 | 16 | 15 | 12 | 20 |
| | Total | 147 | 44 | 30 | 26 | 34 |
| Torakalt partikulært fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnspassar | 58 | 47 | 37 | 32 | 43 |
| | Avvik | 31 | 126 | 84 | 61 | 116 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 85 | 72 | 50 | 104 |
| | Målar | 11 | 62 | 46 | 29 | 71 |
| | Digel | 6 | 136 | 121 | 67 | 218 |
| | Tappar | 21 | 66 | 59 | 48 | 73 |
| | Boltetrekkar | 8 | 27 | 27 | 23 | 31 |
| | Total | 147 | 73 | 52 | 46 | 59 |
| Inhalerbart partikulært fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnspassar | 58 | 117 | 86 | 71 | 104 |
| | Avvik | 31 | 292 | 214 | 161 | 285 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 234 | 193 | 125 | 297 |
| | Målar | 11 | 154 | 107 | 65 | 177 |
| | Digel | 6 | 307 | 276 | 157 | 485 |
| | Tappar | 21 | 130 | 114 | 89 | 145 |
| | Boltetrekkar | 8 | 50 | 49 | 41 | 58 |
| | Total | 147 | 172 | 120 | 105 | 137 |
| SO ₂ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnspassar | 24 | 76 | 61 | 46 | 81 |
| | Avvik | 6 | 439 | 247 | 57 | 1073 |
| | Gasskappeskiftar | 8 | 327 | 293 | 189 | 454 |
| | Målar | 6 | 53 | 50 | 35 | 73 |
| | Digel | 5 | 69 | 65 | 41 | 104 |
| | Tappar | 9 | 36 | 33 | 23 | 47 |
| | Boltetrekkar | 7 | 27 | 19 | 8,1 | 44 |
| | Total | 65 | 127 | 67 | 51 | 88 |

Tabell 14.2 forts.

| Komponent | Jobbkategori | n | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|--|------------------|----|-----|-----|-------------------------|------|
| | | | | | Nedre | Øvre |
| Totalfluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnsparar | 22 | 163 | 146 | 118 | 180 |
| | Avvik | 6 | 958 | 660 | 223 | 1952 |
| | Gasskappeskiftar | 8 | 508 | 477 | 349 | 653 |
| | Målar | 6 | 285 | 230 | 119 | 447 |
| | Digel | 5 | 402 | 378 | 233 | 614 |
| | Tappar | 8 | 236 | 215 | 149 | 311 |
| | Boltetrekkar | 7 | 84 | 82 | 66 | 103 |
| | Total | 62 | 316 | 219 | 178 | 268 |
| HF, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnsparar | 24 | 63 | 59 | 51 | 69 |
| | Avvik | 6 | 494 | 325 | 100 | 1055 |
| | Gasskappeskiftar | 8 | 286 | 253 | 152 | 419 |
| | Målar | 6 | 81 | 77 | 53 | 111 |
| | Digel | 5 | 133 | 127 | 80 | 202 |
| | Tappar | 9 | 113 | 94 | 60 | 146 |
| | Boltetrekkar | 7 | 36 | 33 | 23 | 48 |
| | Total | 65 | 141 | 90 | 73 | 111 |

14.3. Resultat frå EAL mars 2004

| Komponent | Jobbkategori | n | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|--|------------------|----|------|------|----------------------------|------|
| | | | | | Nedre | Øvre |
| Inhalerbar aerosol, IOM, mg/m ³ | OmnsPASSar | 31 | 2,9 | 2,3 | 1,7 | 2,9 |
| | Avvik | 17 | 3,3 | 3,1 | 2,4 | 3,9 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 6,4 | 5,4 | 3,7 | 7,9 |
| | Målar | 12 | 1,9 | 1,6 | 1,1 | 2,3 |
| | Digel | 3 | 5,3 | 4,9 | 1,5 | 16 |
| | Tappar | 12 | 2,0 | 1,9 | 1,6 | 2,3 |
| | Boltetrekkar | 9 | 0,95 | 0,85 | 0,57 | 1,3 |
| | Total | 96 | 3,1 | 2,3 | 2,01 | 2,7 |
| Vassløyseleg inhalerbart fluorid, IOM, µg/m ³ | OmnsPASSar | 31 | 77 | 63 | 49 | 80 |
| | Avvik | 17 | 149 | 110 | 63 | 191 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 253 | 216 | 144 | 324 |
| | Målar | 12 | 77 | 59 | 38 | 93 |
| | Digel | 3 | 307 | 306 | 250 | 375 |
| | Tappar | 12 | 117 | 114 | 96 | 135 |
| | Boltetrekkar | 9 | 26 | 24 | 17 | 33 |
| | Total | 96 | 119 | 83 | 69 | 100 |
| Respirabel aerosol, Respicon, mg/m ³ | OmnsPASSar | 31 | 0,28 | 0,27 | 0,21 | 0,35 |
| | Avvik | 17 | 0,45 | 0,41 | 0,33 | 0,51 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 0,50 | 0,42 | 0,27 | 0,64 |
| | Målar | 12 | 0,37 | 0,20 | 0,11 | 0,38 |
| | Digel | 4 | 1,3 | 0,94 | 0,23 | 3,8 |
| | Tappar | 13 | 0,34 | 0,32 | 0,27 | 0,39 |
| | Boltetrekkar | 9 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 0,12 |
| | Total | 98 | 0,38 | 0,29 | 0,24 | 0,34 |
| Torakal aerosol, Respicon, mg/m ³ | OmnsPASSar | 31 | 0,57 | 0,55 | 0,44 | 0,68 |
| | Avvik | 17 | 0,85 | 0,78 | 0,63 | 0,97 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 0,85 | 0,68 | 0,43 | 1,1 |
| | Målar | 12 | 0,54 | 0,35 | 0,20 | 0,63 |
| | Digel | 4 | 2,7 | 1,9 | 0,43 | 8,4 |
| | Tappar | 13 | 0,66 | 0,61 | 0,46 | 0,80 |
| | Boltetrekkar | 9 | 0,18 | 0,16 | 0,12 | 0,23 |
| | Total | 98 | 0,71 | 0,54 | 0,46 | 0,63 |
| Inhalerbar aerosol, Respicon, mg/m ³ | OmnsPASSar | 31 | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 2,5 |
| | Avvik | 17 | 2,5 | 2,2 | 1,7 | 2,8 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 3,0 | 2,5 | 1,6 | 3,8 |
| | Målar | 12 | 1,1 | 0,86 | 0,54 | 1,4 |
| | Digel | 4 | 8,0 | 4,5 | 0,67 | 30 |
| | Tappar | 13 | 1,8 | 1,7 | 1,4 | 2,0 |
| | Boltetrekkar | 9 | 0,56 | 0,51 | 0,35 | 0,73 |
| | Total | 98 | 2,3 | 1,7 | 1,4 | 1,9 |
| Respirabelt vassløyseleg fluorid, µg/m ³ | OmnsPASSar | 29 | 17 | 15 | 12 | 18 |
| | Avvik | 17 | 45 | 38 | 27 | 52 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 63 | 52 | 34 | 80 |
| | Målar | 12 | 13 | 11 | 7,0 | 17 |
| | Digel | 4 | 115 | 101 | 40 | 251 |
| | Tappar | 13 | 44 | 39 | 30 | 52 |
| | Boltetrekkar | 9 | 5,4 | 4,4 | 2,6 | 7,4 |
| | Total | 96 | 34 | 22 | 18 | 26 |

Tabell 14.4 forts.

| Komponent | Jobbkategori | n | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|--|------------------|----|------|-----|----------------------------|------|
| | | | | | Nedre | Øvre |
| Torakalt vassløyseleg fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 29 | 29 | 26 | 22 | 32 |
| | Avvik | 17 | 69 | 59 | 43 | 80 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 87 | 72 | 46 | 112 |
| | Målar | 12 | 22 | 18 | 12 | 29 |
| | Digel | 4 | 247 | 206 | 72 | 584 |
| | Tappar | 13 | 74 | 66 | 48 | 91 |
| | Boltetrekkar | 9 | 11 | 9,3 | 5,8 | 15 |
| | Total | 96 | 56 | 37 | 30 | 44 |
| Inhalerbart vassløyseleg fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 29 | 69 | 59 | 48 | 74 |
| | Avvik | 17 | 120 | 104 | 77 | 139 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 192 | 157 | 100 | 248 |
| | Målar | 12 | 47 | 39 | 26 | 59 |
| | Digel | 4 | 446 | 337 | 95 | 1196 |
| | Tappar | 13 | 129 | 120 | 93 | 155 |
| | Boltetrekkar | 9 | 23 | 20 | 12 | 33 |
| | Total | 96 | 110 | 75 | 63 | 90 |
| Respirabelt partikulært fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 29 | 28 | 25 | 22 | 30 |
| | Avvik | 17 | 73 | 61 | 44 | 84 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 92 | 74 | 47 | 116 |
| | Målar | 12 | 23 | 22 | 18 | 27 |
| | Digel | 4 | 224 | 177 | 50 | 621 |
| | Tappar | 13 | 61 | 54 | 41 | 72 |
| | Boltetrekkar | 9 | 15 | 15 | 12 | 18 |
| | Total | 96 | 55 | 38 | 32 | 45 |
| Torakalt partikulært fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 29 | 57 | 50 | 42 | 60 |
| | Avvik | 17 | 123 | 102 | 73 | 143 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 142 | 113 | 71 | 181 |
| | Målar | 12 | 40 | 38 | 30 | 48 |
| | Digel | 4 | 550 | 393 | 91 | 1694 |
| | Tappar | 13 | 110 | 97 | 72 | 133 |
| | Boltetrekkar | 9 | 28 | 27 | 23 | 33 |
| | Total | 96 | 102 | 69 | 58 | 81 |
| Inhalerbart partikulært fluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 29 | 163 | 134 | 105 | 171 |
| | Avvik | 17 | 280 | 232 | 166 | 323 |
| | Gasskappeskiftar | 12 | 397 | 319 | 196 | 520 |
| | Målar | 12 | 90 | 80 | 58 | 109 |
| | Digel | 4 | 1660 | 858 | 119 | 6175 |
| | Tappar | 13 | 238 | 221 | 171 | 285 |
| | Boltetrekkar | 9 | 52 | 49 | 39 | 63 |
| | Total | 96 | 266 | 162 | 136 | 194 |
| SO ₂ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 31 | 136 | 106 | 75 | 149 |
| | Avvik | 17 | 198 | 177 | 137 | 229 |
| | Gasskappeskiftar | 11 | 220 | 167 | 92 | 304 |
| | Målar | 12 | 68 | 58 | 41 | 81 |
| | Digel | 3 | 92 | 91 | 65 | 128 |
| | Tappar | 11 | 80 | 78 | 64 | 94 |
| | Boltetrekkar | 9 | 46 | 38 | 23 | 62 |
| | Total | 94 | 132 | 99 | 83 | 117 |

Tabell 14.4 forts.

| Komponent | Jobbkategori | n | AM | GM | 95 % Konfidensintervall | |
|--|------------------|----|-----|-----|----------------------------|------|
| | | | | | Nedre | Øvre |
| Totalfluorid, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 29 | 255 | 222 | 182 | 270 |
| | Avvik | 17 | 575 | 473 | 333 | 672 |
| | Gasskappeskiftar | 11 | 612 | 536 | 366 | 787 |
| | Målar | 12 | 157 | 147 | 115 | 187 |
| | Digel | 3 | 584 | 565 | 266 | 1202 |
| | Tappar | 11 | 323 | 313 | 264 | 372 |
| | Boltetrekkar | 9 | 73 | 70 | 55 | 90 |
| | Total | 92 | 345 | 258 | 219 | 303 |
| HF, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Omnpassar | 31 | 102 | 76 | 54 | 107 |
| | Avvik | 17 | 310 | 241 | 160 | 362 |
| | Gasskappeskiftar | 11 | 212 | 150 | 73 | 307 |
| | Målar | 12 | 71 | 62 | 44 | 87 |
| | Digel | 3 | 85 | 79 | 23 | 275 |
| | Tappar | 11 | 107 | 104 | 88 | 123 |
| | Boltetrekkar | 9 | 23 | 21 | 15 | 29 |
| | Total | 94 | 141 | 91 | 74 | 111 |