

# Vedfyringsbidrag på dager med høy $PM_{10}$ i Oslo

Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til  
forurensningen av partikler i luft. Fase 2a

Steinar Larssen og Leif Otto Hagen



**Oppdragsrapport**



# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Bakgrunn for studien av vedfyringsbidrag til PM.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Videreføring av vedfyringsstudien (Fase 2).....</b>	<b>6</b>
<b>3 Levoglucosan som sporstoff for vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Analyseprogram for levoglucosan på filtre fra Oslo, Lillehammer og Tromsø.....</b>	<b>9</b>
4.1 Måleprogram .....	9
4.1.1 Oslo .....	11
4.1.2 Lillehammer .....	12
4.1.3 Tromsø.....	12
4.2 Utvelgelse av partikkelprøver for analyse av levoglucosan.....	12
4.2.1 Oslo .....	12
<b>RV4 (Trondheimsveien).....</b>	<b>13</b>
4.2.2 Lillehammer .....	15
4.2.3 Tromsø.....	16
<b>5 Vedfyringsbidrag til PM basert på sporstoffet levoglucosan.....</b>	<b>16</b>
5.1 Vedfyringsbidrag til PM i Oslo.....	16
5.2 Kirkeveien i Oslo vinteren 2004 .....	17
5.3 Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004.....	25
5.4 RV4 (Trondheimsveien) i Oslo vinteren 2004 og vinteren 2004/05.....	32
<b>6 Samlet vurdering .....</b>	<b>37</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>38</b>
<b>Vedlegg A PM og bidrag fra vedfyring til PM i Oslo.....</b>	<b>41</b>



## Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) gjennomfører på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) en studie av bidrag fra utslipp av vedfyring til PM-forurensning i luft i Norge.

Fase 1 av studien ga et estimat av vedfyringsbidraget til PM i Oslo basert på et måleprogram i Oslo vinteren/våren 2004 på to målestasjoner, Kirkeveien og Sofienbergparken, samt bakgrunnsstasjonen Glittre i Hakadal (Larssen og Hagen, 2006).

Fase 2 har omfattet bl.a. en studie av vedfyringsbidraget i Oslo basert på spredningsberegninger med utgangspunkt i utslippsdata og betydningen av temperaturen for tidsvariasjonen av utslippet (Larssen et al., 2006). Det er også gjennomført en analyse av vedfyringsbidrag med bruk av reseptormodell (på bakgrunn av multielement-analyse av støvprøver) basert på prøver tatt ved Riksvei 4 (RV4)-Trondheimsveien v/Aker Sykehus tatt som en del av 'miljøfartsgrense-prosjektet' finansiert av Statens vegvesen Oslo (Hagen et al., 2005).

Fase 2a som rapporteres her er en studie av vedfyringsbidraget spesielt for de mest forurensede dagene. Hovedvekten er lagt på dager med PM<sub>10</sub>-konsentrasjon over 50 µg/m<sup>3</sup>, som er grenseverdien i "Forurensningsforskriften". I denne studien er det analysert ytterligere en del støvfiltre for levoglucosan fra målestasjonene i Oslo for vintrene 2004 og 2004/05. Data fra "Miljøfartsgrense"-prosjektet på RV4 (Trondheimsveien) er også inkludert i denne fasen (Hagen et al., 2005). I tillegg ble det analysert levoglucosan på utvalgte filtre fra Lillehammer og Tromsø fra vinteren 2000 (januar-april). Disse analysene var ikke vellykket, og resultater rapporteres ikke.

### Vedfyringsbidrag generelt til PM i Oslo

Analysene gir at på døgnbasis bidrar vedfyring relativt med rundt 35 % til PM<sub>2,5</sub> ved Kirkeveien og Sofienbergparken, 20-25 % til PM<sub>10</sub>, mest i Sofienbergparken.

På dagtid er det relative bidraget noe lavere enn dette, og på kveld/natt-tid noe høyere. Dette reflekterer at biltrafikken bidrar mer på dagtid.

Ved Trondheimsveien er vedfyringsbidraget klart lavere (18% og 8% til hhv. PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>), i tråd med den store trafikken der og dermed stort bidrag fra biltrafikken.

### Vedfyringsbidrag på dager med høy forurensning

Vedfyringsbidraget kan i Oslo være betydelig også på dager med PM<sub>10</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup>:

- På dager med PM<sub>10</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup> var vedfyringsbidraget til tider betydelig i Kirkeveien (opp til 54%), og på 5 av 16 dager med PM<sub>10</sub> over 40 µg/m<sup>3</sup> var vedfyringsbidraget innenfor 30-54%.

- I Sofienbergparken var det bare en dag med  $PM_{10}$  i nærheten av  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da med et vedfyringsbidrag på 30%.
- Også ved Trondheimsveien var det dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  med vedfyringsbidrag opp mot 30%. På de fleste dagene med høy  $PM_{10}$  her dominerte imidlertid veistøvbidraget fullstendig, på grunn av den store trafikken i Trondheimsveien.

Redusert bidrag fra vedfyring kan redusere antall dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noe. På dager med de høyeste  $PM_{10}$ -konsentrasjonene (fra ca.  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og oppover) er imidlertid veistøvbidraget totalt dominerende. Disse dagene forekommer oftest om våren når det er tørt på veibaner og veikanter, som medfører betydelig oppvirvling, og hvor behovet for vedfyring er lite.

Estimatene av vedfyringsbidrag til PM-konsentrasjoner er basert på at levoglucosan utgjør 2,6% av partikkelutslippet (massen) fra vedfyringskilden, som er resultatet fra tidligere målinger i Elverum. Det bør utføres målinger direkte på vedfyringsutslipp i Oslo for å bekrefte dette resultatet. Beregnet vedfyringsbidrag til PM er proporsjonalt med levoglucosanandelen i utslippet.

# Vedfyringsbidrag på dager med høy PM<sub>10</sub> i Oslo

## Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensningen av partikler i luft. Fase 2a

### 1 Bakgrunn for studien av vedfyringsbidrag til PM

Partikler i luft, PM (PM: "particulate matter", partikler i form av svevestøv), anses for å være den viktigste komponenten av luftforurensning når det gjelder påvirkning på menneskers helse (Verdens Helseorganisasjon, WHO). Grenseverdier for konsentrasjon av partikler i luft gjelder i dag PM<sub>10</sub> (partikler med diameter <10 µm) (i EU) og PM<sub>2,5</sub> (i USA). Utviklingen går i retning av å legge mer vekt på mindre partikler når det gjelder helseeffekt, dvs. det legges mer vekt på PM<sub>2,5</sub> enn på PM<sub>10</sub>, og interessen går også i retning av enda mindre partikler (UFP: ultrafine partikler, diameter 0,1 µm og mindre). Hvilken størrelse og type av partikler som er ansvarlig for det meste av helseeffekten er enda ikke avklart, og det er spørsmål om i hvilken grad det vil være mulig å avklare dette, men interessen blant helseeffekt-forskere går helt klart i retning av de mindre partiklene, selv om det ikke kan utelukkes at større partikler (for eksempel grovfraksjonen av PM<sub>10</sub>, dvs. PM<sub>10-2,5</sub>) også har helseeffekt.

Grenseverdier for PM i luft er i utvikling, styrt av EUs Clean Air for Europe (CAFE) program. Slike grenseverdier må også Norge følge, som en del av EØS-avtalen. Et nytt forslag fra EU-kommisjonen til revidert luftkvalitets-direktiv har nylig (mars, 2008) blitt vedtatt i Europa-parlamentet og EU-Rådet. Der er det satt nye grenseverdier og målverdier ('limit values' og 'target values') for PM<sub>2,5</sub> i tillegg til de eksisterende grenseverdiene for PM<sub>10</sub>.

Et annet aktuelt tema når det gjelder partikkeltyper, kilder og helseeffekter, er at forbrenningspartikler (partikler fra forbrenning både av fossile og ikke-fossile brennstoffer) anses for å være av spesiell interesse når det gjelder helseeffekter, og at forbrenning av ved, som er kilde til slike partikler, er en kilde som kanskje øker i viktighet, som resultat av økte energipriser, i Europa som i Norge. Det er spesielt vedfyring i små anlegg (enkeltover i boliger) som er viktig her.

De viktigste bidragene til PM-forurensningen i luft i Norge kommer fra vedfyring og fra biltrafikk (NILU-rapporter gjennom flere år; siste referanse: Larssen et. al., 2006). Bidragene fra biltrafikken er dels fra selve bileksosen, der dieselpartikler er viktigst, og dels fra veistøvet, som dannes hovedsakelig ved piggdekkens slitasje av veibanen. Forbrenningspartikler (fra bileksos og fra ved) er små partikler i PM<sub>2,5</sub>-fraksjonen (størrelsesområde 0,05-0,5 µm). Hovedmassen av oppvirvlet veistøv er store partikler (over 10 µm, opptil noen hundre µm), men en andel er også mindre enn 10 µm i diameter, og dette gir dominerende bidrag til PM<sub>10</sub> når det er tørt på veiene, og gir også et visst bidrag til PM<sub>2,5</sub>.

På bakgrunn av dette foreslo Norsk institutt for luftforskning (NILU) overfor Statens forurensningstilsyn (SFT) i prosjektforslag av 23.4.2004 faser i en studie av bidrag fra utslipp av vedfyring til PM-forurensning i luft i Norge.

Fase 1 av studien omfattet et måleprogram i Oslo vinteren/våren 2004 på to målestasjoner, med analyse av sporstoffet for vedfyringsutslipp, levoglucosan, samt vektbestemmelse av PM-prøvene. Denne Fase 1 gir et estimat av vedfyringens bidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>. Resultatene fra Fase 1 er dokumentert i rapport (Larssen og Hagen, 2006).

Videre foreslåtte deler av studien var bl.a. bestemmelse av bidrag til PM fra vedfyring og andre kilder ved bruk av reseptormodeller, bl.a. hovedkomponentanalyse-modeller (PCA-Principal component analysis). En slik analyse ble gjennomført som en del av et prosjekt for Statens vegvesen Stor-Oslo distrikt som gjaldt undersøkelse av effekten av hastighetsreduksjon av trafikken på PM-forurensningen ved en sterkt trafikkert vei i Oslo. Dette ble gjort vinteren 2004 (januar-april) og vinteren 2004/05 (oktober-april) Trondheimsveien (RV4). Rapporten fra denne undersøkelsen ble ferdigstilt i september 2005 (Hagen et al., 2005). Resultatene av PCA-analysene var gode, og bidraget fra vedfyring, veistøv og andre kilder ble godt bestemt for RV4. Denne delen av vedfyringsstudien kan dermed sies å være gjennomført via RV4-prosjektet.

Andre deler av studien inkluderer bl.a. mer detaljerte beregninger med spredningsmodeller basert på utslippsoversikter. Slike beregninger ble først gjennomført høsten 2004 som en del av prosjektet "Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler" for SFT (Laupsa et al., 2005). Mer spesifikke modellberegninger er så gjennomført i Fase 2 av denne studien, se nedenfor.

## 2 Videreføring av vedfyringsstudien (Fase 2)

Fase 2 omfatter tre delprosjekter:

- Fase 2a: Denne fasen omfatter en studie av vedfyringsbidraget spesielt for de mest forurensede dagene. Hovedvekten er lagt på dager med PM<sub>10</sub>-konsentrasjon over 50 µg/m<sup>3</sup>, som er grenseverdien i "Forurensningsforskriften". I denne studien er det analysert ytterligere en del støvfiltre for levoglucosan fra målestasjoner i Oslo for vintrene 2004 og 2004/05. I tillegg er det analysert levoglucosan på utvalgte filtre fra Lillehammer og Tromsø fra vinteren 2000 (januar-april).

Resultatene fra studien i Fase 2a er presentert i denne rapporten.

- Fase 2b: Denne fasen omfatter ytterligere spredningsberegninger og – analyser for Oslo etter at det nå er lagt inn en temperaturkorrigeringsrutine av vedfyringsutslippet. Temperaturkorrigeringsrutinene er utarbeidet av Statistisk sentralbyrå (SSB) på oppdrag fra Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Beregningene gjennomføres også på grunnlag av kompletterende analyser av levoglucosan (Fase 2a), oppdatering av trafikkdataene rundt målestasjonene og gjennomgang av utslippsfaktorene for eksos, for å sjekke for muligheter for forbedringer i beregningene.



Resultatene av disse beregningene er presentert i egen rapport (Larssen et al., 2006).

- Fase 2c: Det er ønskelig å få kunnskap om situasjonen i andre større byer er liknende den en har i Oslo, når det gjelder kildebidrag og effektive tiltak, bl.a. vedrørende vedfyring. SFT har derfor satt av midler for å gjennomføre et måleprogram for PM på to stasjoner i Trondheim vinteren 2005/06 (november-mars). Et utvalg av støvprøvene skal analyseres på levoglucosan, som er et sporstoff for vedfyring. Rapport om denne studien forventes å foreligge innen høsten 2006.

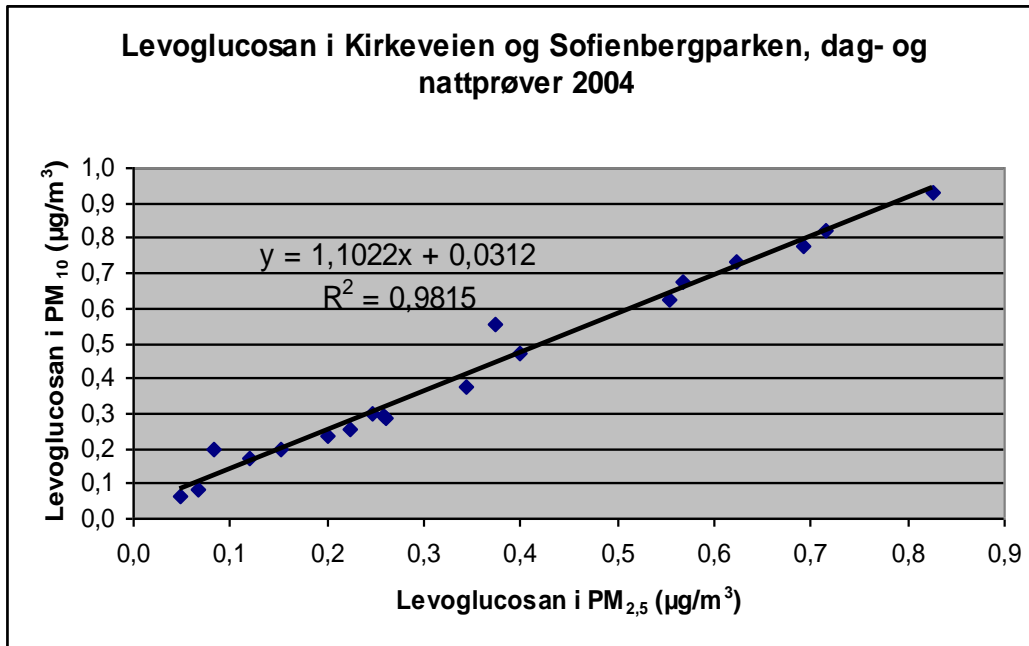
### **3 Levoglucosan som sporstoff for vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>**

Levoglucosan dannes ved nedbrytning av cellulose under forbrenning av ved. Dersom forholdet mellom utslipp av partikler og levoglucosan er kjent, kan vedfyringsbidraget til PM bestemmes ved å analysere PM-prøver for mengden levoglucosan.

Fase 1 i dette prosjektet har gitt et estimat av vedfyringens bidrag til vedfyring i Oslo på grunnlag av tidligere analyser av levoglucosan (Larssen og Hagen, 2006). Det ble her konkludert med at levoglucosan utgjør ca. 2,6 % av partikkelmassen som skyldes vedfyring. Denne andelen var omtrent den samme både i PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>.

I prosjektets Fase 1 ble det antatt at nesten alt partikkelbidrag fra vedfyring ville være i finfraksjonen (PM<sub>2,5</sub>). Analysene av levoglucosan ble derfor konsentrert til finfraksjonen. Et mindre antall analyser, 19 stk. fordelt på dag- og nattprøver fra Kirkeveien og Sofienbergparken, ble likevel utført på grovfraksjonen for å bestemme eventuelle vedfyringsbidrag også i denne fraksjonen.

Analysene viste at det var små mengder levoglucosan i alle prøvene i grovfraksjonen. Konsentrasjonen av levoglucosan i PM<sub>10</sub> ble bestemt som summen av konsentrasjonene i fin- og grovfraksjonen. Figur 1 viser samvariasjonen mellom levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> samlet for 19 prøver i Kirkeveien og Sofienbergparken vinteren 2004.

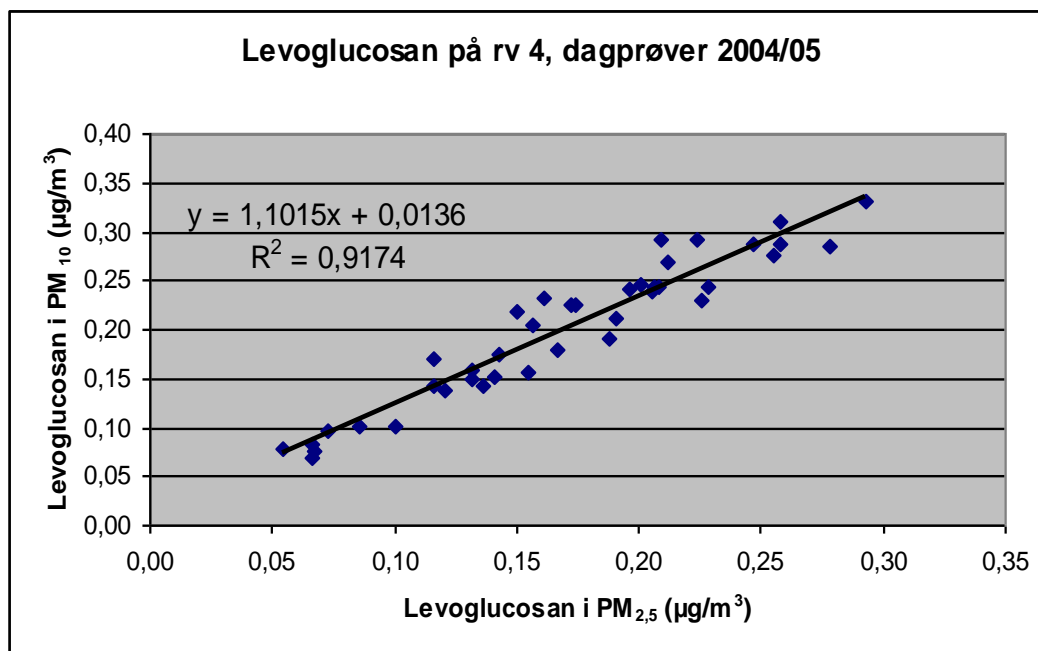


Figur 1: Samvariasjon mellom levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> i PM-prøver fordelt på dag og natt i Kirkeveien og Sofienbergparken vinteren 2004 (µg/m<sup>3</sup>).

Figuren viser en sterk grad av samvariasjon og at det ikke er noen forskjell mellom stasjonene eller mellom dag og natt. Dette antyder at all levoglucosan kommer direkte fra vedfyring og at eventuell oppvirvling fra bakken f.eks. på grunn av biltrafikken i Kirkeveien ikke synes betydningsfull. Konsentrasjonen av levoglucosan i PM<sub>10</sub> er ut fra dette vel 10 % høyere enn i finfraksjonen, dvs. at vedfyringsbidraget til PM<sub>10</sub>-konsentrasjon er fordelt med ca. 90 % i finfraksjonen og ca. 10 % i grovfraksjonen.

I "miljøfartsgrense"-prosjektet på RV4 ble 40 dagprøver av PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>-fraksjonen fra vinteren 2004/05 analysert for levoglucosan. Disse resultatene er vist i Figur 2.

Resultatene viser en sammenheng mellom levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> på RV4 som er nesten identisk lik sammenhengen i Kirkeveien og Sofienbergparken. Større spredning i dataene omkring regresjonslinjen på RV4 enn i Kirkeveien og Sofienbergparken skyldes trolig at det er brukt to prøvetakere på RV4, én for PM<sub>10</sub> og én for PM<sub>2,5</sub>. Dette medfører at prøvetakingstid og luftvolum kan være litt forskjellig for de to prøvetakerne. Både i Kirkeveien og Sofienbergparken er prøvene av fin- og grovfraksjonen tatt med samme instrument, slik at prøvetakingstid og luftvolum er det samme for de to fraksjonene for hver prøve.



Figur 2: Samvariasjon mellom levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> i 40 PM-prøver på dagtid fra RV4 (Trondheimsveien) fra vinteren 2004/05 (µg/m<sup>3</sup>).

I det videre arbeidet i Fase 2 er det valgt å benytte regresjonslinjene som er vist i Figur 1 og Figur 2 til å bestemme levoglucosan i PM<sub>10</sub> for prøver som bare er analysert for levoglucosan i PM<sub>2,5</sub>. Regresjonslinjen for Kirkeveien, Sofienbergparken og RV4 er brukt for alle prøver som ikke er analysert for levoglucosan i grovfraksjonen til å bestemme levoglucosan i PM<sub>10</sub> for disse stasjonene

## 4 Analyseprogram for levoglucosan på filtre fra Oslo, Lillehammer og Tromsø

### 4.1 Måleprogram

Målinger av PM med innsamling av partikler på filtre for senere vektbestemmelse og analyse av kjemisk sammensetning er tidligere utført ved tre målestasjoner i Oslo, samt ved to målestasjoner i både Lillehammer og Tromsø, se oversikt i Tabell 1. På alle filterprøvene ble PM-vekten bestemt, og et utvalg av prøvene er analysert for vedfyringssporstoffet levoglucosan.

Levoglucosan-analysene på filterne fra Lillehammer og Tromsø var ikke vellykket (se kap. 5). Måle- og analyseprogrammet for disse byene beskrives likevel kort i dette kapitlet.

Tabell 1: Oversikt over partikkelprøvetaking i Oslo, Lillehammer og Tromsø. Utvalgte prøver er analysert for sporstoffet levoglucosan for å vurdere bidraget fra vedfyring til partikkelkonsentrasjoner i disse byene.  $PM_{10}$  er summen av fin- og grovfraksjonen. Prøvene ble tatt over 12 timer i Oslo (dag, natt) og over 24 timer (døgn) i Lillehammer og Tromsø.

By	Stasjonsnavn	Type stasjon	$PM_{2,5}$ (finfraksjon)	$PM_{2,5-10}$ (grovfraksjon)	$PM_{10}$	Dag (kl)	Natt (kl)	Døgn (kl)	Måleperiode	Måleutstyr
Oslo	Kirkeveien	Gatestasjon	x	x		(06-18)	(18-06)		16.01.-30.03.2004	Dicho Partisol
Oslo	Sofienbergparken	Bybakgrunn	x	x		(06-18)	(18-06)		22.01.-08.04.2004	Dicho Partisol
Oslo	RV4 (Trondheimsveien)	Gatestasjon	x		x	(10-22)			30.01.-30.04.2004	Kleinfiltergerät
Oslo	RV4 (Trondheimsveien)	Gatestasjon	x		x	(10-22)			01.10.2004-28.04.2005	Kleinfiltergerät
Lillehammer	Fåberggata	Gatestasjon	x	x				(08-08)	06.01.-06.04.2000	NILU EK
Lillehammer	Jernbanegata	Bybakgrunn	x	x				(08-08)	06.01.-06.04.2000	NILU EK
Tromsø	Grønnegata	Gatestasjon			x			(08-08)	20.01.-19.04.2000	NILU EK
Tromsø	Fogd Dreyers gate	Bybakgrunn			x			(08-08)	20.01.-19.04.2000	NILU EK

#### 4.1.1 Oslo

Sofienbergparken ligger i et område i Oslo hvor vedfyring til tider gir betydelige bidrag til forurensning med svevestøv (Hagen, 2001). Det er ingen sterkt trafikkerte veier i nærområdet. Kirkeveien er oftest mest belastet av utslipp fra biltrafikk, men det er også i følge utslippsestimatet for Oslo mye vedfyring i området (Hagen, 2003). I Sofienbergparken og i Kirkeveien ble prøver tatt separat for dag og natt (henholdsvis kl 06-18 og kl 18-06). Dette gir bedre mulighet for å kunne skille mellom ulike kilders bidrag.

Ved den tredje stasjonen Trondheimsveien (RV4), som er mest belastet av utslipp fra biltrafikken, ble prøvene tatt over 12 timer i tidsrommet kl 10-22 (Hagen et al., 2005). Hovedhensikten med målingene på RV4 var å se på virkningen av nedsatt kjørehastighet ("miljøfartsgrense") på partikkelkonsentrasjonen. I tillegg til en rekke andre komponenter ble også levoglucosan analysert på utvalgte prøver, slik at vedfyringens bidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> også kunne vurderes.

Måleperiodene ved stasjonene var:

Kirkeveien: 16.1.-30.3.2004

Sofienbergparken: 22.1.-8.4.2004

Trondheimsveien (RV4): 30.1.-30.4.2004 og 1.10.2004-28.4.2005.

Ved Kirkeveien og Sofienbergparken ble PM-målingene utført med Dicho Partisol. Dette instrumentet deler svevestøvet i to fraksjoner som samles på hvert sitt filter. De minste partiklene, finfraksjonen, er partikler med aerodynamisk diameter under 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>). Den andre fraksjonen, grovfraksjonen, består av partikler med diameter mellom 2,5 µm og 10 µm. Summen av fin- og grovfraksjonen benevnes som PM<sub>10</sub>. For PM<sub>10</sub> er det juridisk bindende grenseverdier i Norge som er lik grenseverdiene i hele EU/EØS-området. Det er partiklene under 10 µm som antas å ha betydning for helse.

Ved RV4 ble det brukt to prøvetakere av typen KleinfILTERgerät, for hhv. PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>. Dette er et referanseinstrument for måling av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>.

Kirkeveien er en overvåkingsstasjon som NILU drifter på oppdrag for Statens vegvesen, Stor-Oslo distrikt, og som oppfyller kravene som stilles til stasjoner som skal rapportere i henhold til EUs luftkvalitetsdirektiver. Stasjonen driftes året rundt og registrerer PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og CO kontinuerlig (lagres som middelerverdier på timebasis) og benzen som gjennomsnitt over kalendermåneder.

Sofienbergparken er en av Oslo kommunes (Helse- og velferdsetatens) overvåkingsstasjoner. Her måles PM<sub>10</sub> kontinuerlig i perioder.

RV4 er også en overvåkingsstasjon som NILU drifter på oppdrag for Statens vegvesen Stor-Oslo distrikt. Stasjonen driftes bare i månedene oktober-april hver vinter og registrerer PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> kontinuerlig (lagres som middelerverdier på timebasis).

#### **4.1.2 Lillehammer**

I Lillehammer ble det målt i Fåberggata (ved Postgården) og i Jernbanegata. Stasjonen i Fåberggata er klart påvirket av trafikken, mens stasjonen i Jernbanegata er i et boligområde med lite trafikk og hvor vedfyring var antatt å være en vesentlig partikkelkilde.

På begge disse stasjonene ble det benyttet NILUs tofilter-prøvetakere av type EK. På samme måte som Dicho Partisol deler disse partiklene i to fraksjoner, fin- og grovfraksjonen. Finfraksjonen er partikler under 2,5 µm, og grovfraksjonen er partikler mellom 2,5 µm og 10 µm. PM<sub>10</sub> er summen av disse fraksjonene.

På begge stasjonene var prøvetakingsperioden 6.1.-6.4.2000. Hver prøve ble tatt over 24 timer med prøveskift kl 08.

#### **4.1.3 Tromsø**

I Tromsø ble det målt i Grønnegata i sentrum og i Fogd Dreyers gate. Grønnegata er klart påvirket av trafikken, mens Fogd Dreyers gate er i et boligområde med lite trafikk og hvor vedfyring kan være en vesentlig partikkelkilde.

På begge disse stasjonene ble det benyttet NILUs filter-prøvetakere av type EK. Det ble bare målt på PM<sub>10</sub>-fraksjonen samlet.

På begge stasjonene var prøvetakingsperioden 20.1.-19.4.2000. Hver prøve ble tatt over 24 timer med prøveskift kl 08.

### **4.2 Utvelgelse av partikkelprøver for analyse av levoglucosan**

#### **4.2.1 Oslo**

I Oslo er prøver tatt ut i flere omganger til analyse av levoglucosan. I første omgang ble prøver fra vinteren 2004 fra Kirkeveien, Sofienbergparken og RV4 analysert sommeren 2004 og rapportert i Fase 1 av studien av PM fra vedfyring (Larssen et al., 2006). I andre omgang ble det sommeren 2005 analysert prøver tatt på RV4 vinteren 2004/05. RV4-prøvene vintrene 2004 og 2004/05 var en del av "Miljøfartsgrense"-prosjektet, som ble rapportert i september 2005 (Hagen et al., 2005).

I denne tredje omgang ble tidligere analyser fra de tre stasjonene supplert med ytterligere et antall analyser. Det samlede antall prøver utgjør datagrunnlaget for Fase 2a i "Vedfytingsprosjektet".

#### Kirkeveien og Sofienbergparken

Kriteriene for første gangs utvelgelse av prøver fra Kirkeveien og Sofienbergparken var som følger, med utgangspunkt i PM-konsentrasjon og temperatur:

A: PM<sub>2,5</sub> over 25 µg/m<sup>3</sup> ved Kirkeveien og over 20 µg/m<sup>3</sup> ved Sofienbergparken.

B:  $PM_{2,5} > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og temperatur under  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  ved Kirkeveien og Sofienbergparken.

C: Lite veistøv, dvs. lav andel svevestøv i grovfraksjonen ved Kirkeveien og Sofienbergparken.

D: Fin- og grovfraksjon under  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved Kirkeveien og Sofienbergparken,  $PM_{10}$  under  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på Glitre og temperatur over  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Filtre ble først plukket ut etter kriterium A (høy konsentrasjon), deretter kriterium B (lav temperatur, dvs. antatt vedfyring) og til sist etter kriterium D (lav PM-konsentrasjon).

Følgende kommentarer kan knyttes til de ulike kriteriene:

A: Alle prøvene med de høyeste konsentrasjonene av  $PM_{2,5}$  er med uansett kilder. En høyere konsentrasjonsgrense ble satt ved Kirkeveien siden konsentrasjonen av  $PM_{2,5}$  ofte er høyere her enn ved Sofienbergparken særlig på grunn av bidrag fra eksos. Det ble også lagt vekt på å få med et noenlunde likt antall prøver til analyse fra de to stasjonene.

B: Kriteriet sikret at alle prøver med relativt høy konsentrasjon av  $PM_{2,5}$  og samtidig kuldegrader er med. I disse prøvene kan vedfyring gi et betydelig bidrag.

C: Disse prøvene av grovfraksjonen ble antatt å ha lite eller ikke noe veistøv. Prøvene var forventet å vise om det er levoglucosan eller ikke i grovstøv som ikke skyldes veistøv. Ut fra tidligere prøver i Elverum var det forventet lite levoglucosan i disse prøvene.

D: PM-prøver med lav konsentrasjon (under  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og høy lufttemperatur (over  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ble tatt med. Disse prøvene var forventet å ha lite bidrag fra vedfyring.

Antall prøver til analyse var 53 fra Kirkeveien og 47 fra Sofienbergparken i finfraksjonen, samt 10 prøver fra hver av stasjonene i grovfraksjonen.

Siden hovedhensikten med prosjektets Fase 2a er å vurdere bidraget fra vedfyring til PM på dager med høy forurensning (uansett kilder), ble de tidligere analysene i tredje omgang supplert slik at alle  $PM_{2,5}$ -prøver i døgn med  $PM_{10}$  over  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Kirkeveien (18 prøver) og over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Sofienbergparken (19 prøver) ble analysert (som ikke allerede var analysert).

#### RV4 (Trondheimsveien)

I prøver fra denne stasjonen ble av partiklens kjemiske sammensetning analysert, som gir mulighet til å bestemme bidraget fra hovedkildene til PM (bileksos, vedfyringspartikler, veistøv og langtransporterte luftforurensninger). Levoglucosan er bare én av mange komponenter som er analysert fra denne stasjonen.

Kriteriene for utvelgelse av svevestøvfiltre fra denne stasjonen til kjemiske analyser i "Miljøfartsgrense"-prosjektet var:

Ut fra de målte konsentrasjonene av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  ble alle filterprøvene inndelt i 6 grupper etter antatte hovedkilder. Kriteriene for fordelingen var som følger:

- Gruppe 1: Hovedkilde eksos
  - $PM_{10}$  lav, men  $> 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{10} / PM_{2,5} < 1,2$

Eksospartikler er små og inneholdes i  $PM_{2,5}$ -fraksjonen. I prøver hvor eksos dominerer skal derfor forholdstallet mellom  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  være lavt. Her er det satt til maksimalt 1,2.

- Gruppe 2: Hovedkilde vedfyring
  - $PM_{10}$  lav, men  $> 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{10} / PM_{2,5}$  1,2-1,6

I utslipp fra vedfyring vil det også være noe partikler i grovfraksjonen, som gir et noe høyere forholdstall mellom  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ .  $PM_{2,5}$  vil likevel dominere, og kriteriet her er satt slik at i ”vedfyringsprøver” skal  $PM_{2,5}$  utgjøre om lag to tredeler eller mer av  $PM_{10}$ .

- Gruppe 3: Hovedkilde oppvirvling av støvpartikler fra veibaner og –kanter
  - $PM_{10} > 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{2,5} < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{10} / PM_{2,5} > 3,3$

I prøver hvor oppvirvling fra veibaner og veikanter dominerer, vil det meste av støvet være i grovfraksjonen. Kriteriet er satt slik at andelen av  $PM_{2,5}$  i slike prøver skal være under 30% av  $PM_{10}$ . Samtidig skal det være konsentrasjoner av  $PM_{10}$  over  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $PM_{2,5}$  under  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Gruppe 4: Hovedkilder oppvirvling og vedfyring
  - $PM_{10} > 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{2,5} > 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

I noen prøver med høye  $PM_{10}$ -konsentrasjoner kan  $PM_{2,5}$  være over  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette kan skyldes bidrag fra vedfyring i tillegg til oppvirvling av veistøv.

- Gruppe 5: Blanding av kilder
  - $PM_{10}$  30-75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{2,5}$  12-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{10} / PM_{2,5}$  1,6-3,3

Mange dager vil konsentrasjonene være slik at de ikke faller inn i noen av de 4 første gruppene. I blandingsgruppen kan det være betydelige bidrag fra flere av hovedkildene.

- Gruppe 6: Lite belastet (lave konsentrasjoner)
  - $PM_{10} < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{2,5} < 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Prøver med lave konsentrasjoner av både PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> og hvor forholdstallet mellom disse ikke faller inn i de to første gruppene, er karakterisert som lite belastet og ikke regnet som interessante å analysere for kjemisk sammensetning.

Antall filtre som ble analysert i hver av gruppene under Miljøfart-prosjektet:

Gruppe	Vinteren 2004	Vinteren 2004/05	Sum
1	3 av 3	3 av 3	6 av 6
2	8 av 12	11 av 42	19 av 53
3	12 av 16	12 av 52	24 av 68
4	6 av 6	7 av 15	13 av 21
5	11 av 25	7 av 15	18 av 70
6	0 av 13	0 av 49	0 av 62
SUM	40 av 74	40 av 206	80 av 280

I hovedsak ble det valgt ut dager med de høyeste konsentrasjonene. Siden det var betydelig flere prøver å velge mellom vinteren 2004/05 enn vinteren 2004, har dette også medført flere dager med høye konsentrasjoner til analyse. Selv om PM<sub>10</sub>-konsentrasjonen for hele vinteren 2004/05 var noe lavere enn for vinteren 2004, er gjennomsnittsverdien av PM<sub>10</sub> for de 40 utvalgte prøvene omtrent den samme de to vintrene.

I denne tredje omgangen ble det tatt ut ytterligere prøver slik at alle dagprøver med PM<sub>10</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup> fra hver av de to vintrene skulle være med. Dette var 15 prøver fra vinteren 2004 og 28 prøver fra vinteren 2004/05.

Totalt er det analysert 113 prøver for levoglucosan fra RV4.

#### 4.2.2 Lillehammer

##### Fåberggata og Jernbanegata

I denne Fase 2A er Levoglucosan analysert i finfraksjonen på følgende prøver:

- Dager med PM<sub>10</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup> i Fåberggata (40 prøver)
- Dager med PM<sub>10</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup> i Jernbanegata (6 prøver)
- Supplert med dager med PM<sub>2,5</sub> over 15 µg/m<sup>3</sup> på én eller begge stasjoner (9 prøver i Fåberggata og 13 prøver i Jernbanegata). Dette kriteriet ble satt for å få med alle prøver hvor vedfyring kunne gi merkbare bidrag til PM.

Levoglucosan er i tillegg analysert i grovfraksjonen på følgende prøver:

- Dager med PM<sub>2,5</sub> over 15 µg/m<sup>3</sup> på begge stasjonene, samt dager med PM<sub>2,5</sub> over 20 µg/m<sup>3</sup> på minst én av stasjonene (6 prøver i Fåberggata og 7 prøver i Jernbanegata).

Totalt er det analysert 81 prøver for levoglucosan fra Lillehammer.

### 4.2.3 Tromsø

#### Grønnegata og Fogd Dreyers gate

Levoglucosan er analysert i følgende PM<sub>10</sub>-prøver:

Dager med PM<sub>10</sub> over 40 µg/m<sup>3</sup> i Grønnegata og over 20 µg/m<sup>3</sup> i Fogd Dreyers gate. Filtre fra begge stasjonene er analysert for disse dagene (13 prøver fra hver stasjon).

## 5 Vedfyringsbidrag til PM basert på sporstoffet levoglucosan

Sporstoffet levoglucosan er analysert i et utvalg av PM-prøver fra tre stasjoner i Oslo, to stasjoner i Lillehammer og to stasjoner i Tromsø som beskrevet i kapittel 4.2.

Analysene av levoglucosan fra Lillehammer og Tromsø viste så lave verdier at det ikke er sannsynlig at dette gir et riktig bilde av partikkelforensningen fra vedfyring i disse byene. Det var på forhånd antatt at vedfyringsbidraget på eksempelvis bybakgrunnsstasjonen i Lillehammer ville være betydelig, både absolutt og relativt. Selv om målingene viste større vedfyringsbidrag på denne stasjonen enn på gatestasjonen i Lillehammer, var likevel vedfyringsbidraget til PM<sub>2,5</sub> langt lavere enn f.eks. på RV4 i Oslo. Både absolutt og relativt var vedfyringsbidraget av liten eller ingen betydning både i Lillehammer og Tromsø. Dette kan ikke være riktig.

Forklaringen er trolig at levoglucosan til en viss grad er flyktig og at en stor del derfor har forsvunnet fra filtrene fra eksponeringen i 2000 til analysene i 2005/06. I Oslo har dette vært et mye mindre problem siden de fleste analysene er gjort kort tid etter eksponering.

NILU kjenner ikke til internasjonale undersøkelser av stabiliteten til levoglucosan. For å undersøke disse forholdene nærmere vil filtre fra Trondheim fra vinteren 2005/06, som skal analyseres for levoglucosan, også bli analysert med jevne mellomrom flere år framover. Noen av disse filtrene vil bli oppbevart i fryser, mens andre vil bli oppbevart i romtemperatur.

På grunn av dette problemet beskrives ikke resultatene fra Lillehammer og Tromsø nærmere.

### 5.1 Vedfyringsbidrag til PM i Oslo

På grunnlag av tidligere undersøkelser i dette prosjektets Fase 1 i Oslo, samt i Elverum, er det konkludert med at levoglucosan utgjør ca. 2,6 % av partikkelmassen som skyldes vedfyring både i PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-fraksjonen (Larssen og Hagen, 2006). I alle prøvene som er analysert for levoglucosan er dette forholdet (2,6%) brukt til å beregne vedfyringsbidraget ut fra levoglucosankonsentrasjonen. Andelen PM vedfyringsbidrag i forhold til PM-massen er også beregnet. For de dagene hvor det er tatt prøver av både PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>, men levoglucosan bare er bestemt i finfraksjonen, er mengden av

levoglucosan (og vedfyringsbidraget) i  $PM_{10}$  bestemt på grunnlag av tidligere bestemte sammenhenger mellom levoglucosan i  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  (se beskrivelse i kapittel 3).

Siden andelen levoglucosan i PM fra vedfyring er bestemmende for anslagene i denne rapporten av vedfyringsbidraget til PM-konsentrasjonene, bør den andelen som er benyttet, 2,6%, bekreftes med spesifikke målinger av levoglucosan fra vedfyringskilder i Oslo.

Resultatene er vist i Tabellene A1-A3 i Vedlegg A og gir måleresultater for PM, analyseresultater av levoglucosan, beregnet vedfyringsbidrag til PM på grunnlag av levoglucosan, samt beregnet andel vedfyringsbidrag av PM-massen for stasjonene i Oslo:

Tabell A1 og A2 viser resultater fra hhv. Kirkeveien og Sofienbergparken i Oslo, dag- og nattprøver av fin- og grovfraksjon vinteren 2004,  $PM_{10}$  beregnet som summen av fraksjonene, og døgnprøver beregnet som gjennomsnittet av dag- og nattprøver.

Tabell A3 viser resultater fra RV4 (Trondheimsveien) i Oslo, dagprøver av  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  vinteren 2004 og vinteren 2004/05.

Nedenfor er resultatene vist i figurer og kommentert for hver stasjon.

## 5.2 Kirkeveien i Oslo vinteren 2004

Figur 3-Figur 8 viser vedfyringsbidraget til henholdsvis  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  for henholdsvis dag-, natt- og døgnprøver.

På grunn av problemer med prøvetakeren var det få prøver fram til begynnelsen av februar 2004.

Analysene viste de største vedfyringsbidragene i perioder midt i januar og midt i februar. Det høyeste vedfyringsbidraget i  $PM_{2,5}$ -fraksjonen var  $31,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  om natta 14.-15. februar. Vedfyringsbidraget til  $PM_{2,5}$  var da 64 %. Vedfyringsbidrag over  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt i 8 dagprøver, 10 nattprøver og 6 døgnprøver i  $PM_{2,5}$ .

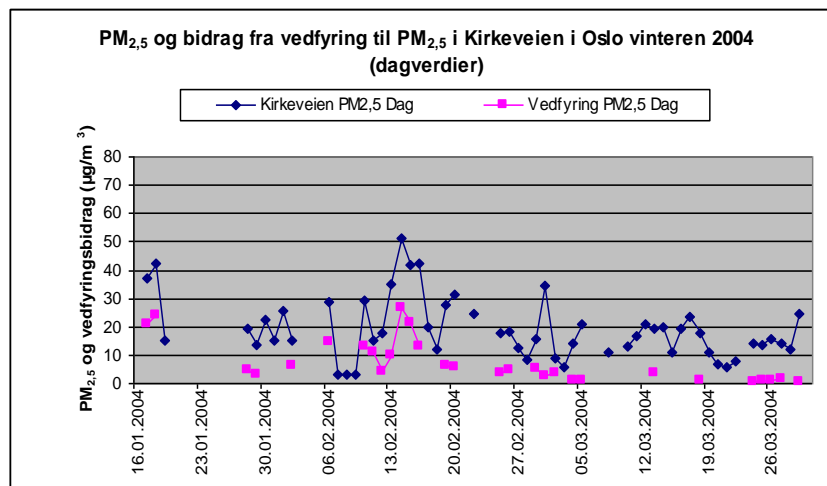
Det var 9 døgn med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er grenseverdien for  $PM_{10}$ . Vedfyringsbidraget disse dagene varierte fra  $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (3 %) til  $32,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (54 %). Et par dager med  $PM_{10}$  i området  $40-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hadde også et vedfyringsbidrag på vel 50 %. På de øvrige dagene med høye konsentrasjoner av  $PM_{10}$  og samtidig lavt vedfyringsbidrag dominerer grovfraksjonen i svevestøvet som skyldes slitasje av veidekket på grunn av piggdekk, samt oppvirvling fra veibaner og -kanter.

Vedfyringsbidraget er altså til tider betydelig på dager med  $PM_{10}$  over  $40-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . På 5 av 16 dager med  $PM_{10}$  over  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var vedfyringsbidraget over 30%, og på 3 av dagene var det over 50% (Figur 8c).

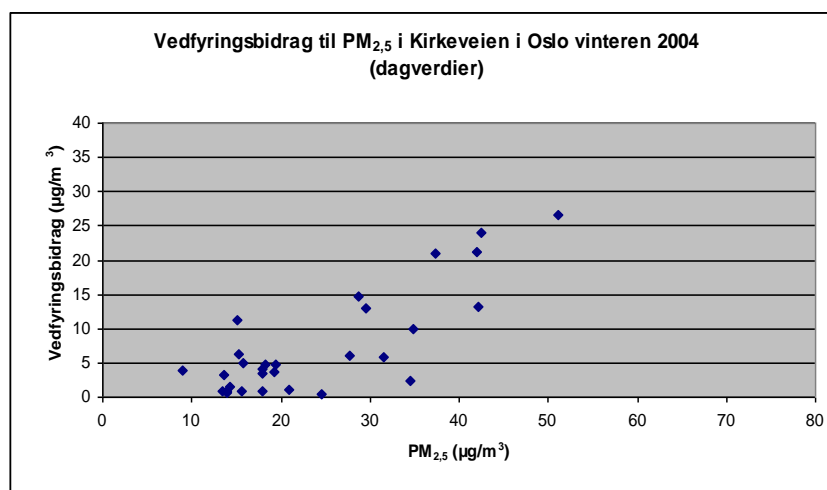
Vedfyringsbidraget til  $PM_{2,5}$  er som ventet høyere (Figur 7). Alle 5 dager med  $PM_{2,5}$  over  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hadde vedfyringsbidrag på 30-60%. Vedfyringsbidraget har en tendens til å øke med økende PM-konsentrasjon (se alle C-figurene i Figur 3 -

Figur 8), med ett unntak for dagprøver av  $PM_{10}$  (Figur 4c). Der bidrar veistøvet mest til økt  $PM_{10}$ , og vedfyringsbidraget reduseres relativt.

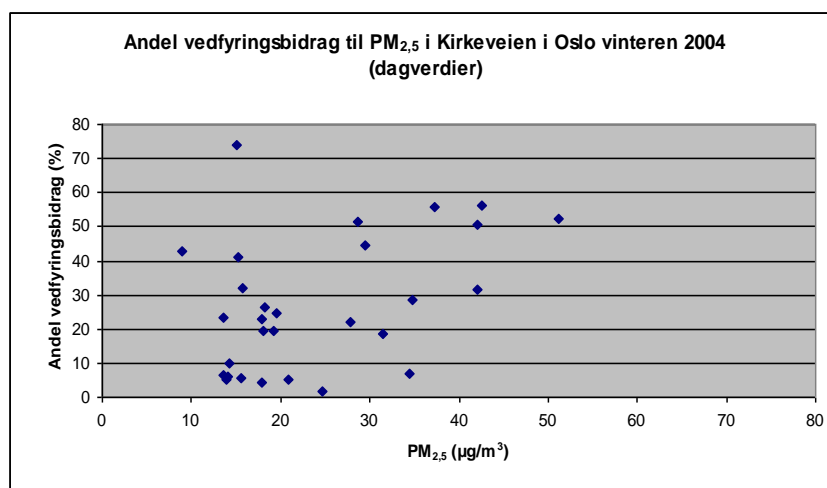
Samlet sett betyr dette at vedfyringsbidraget til PM i Kirkeveien er betydelig, også på en del dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

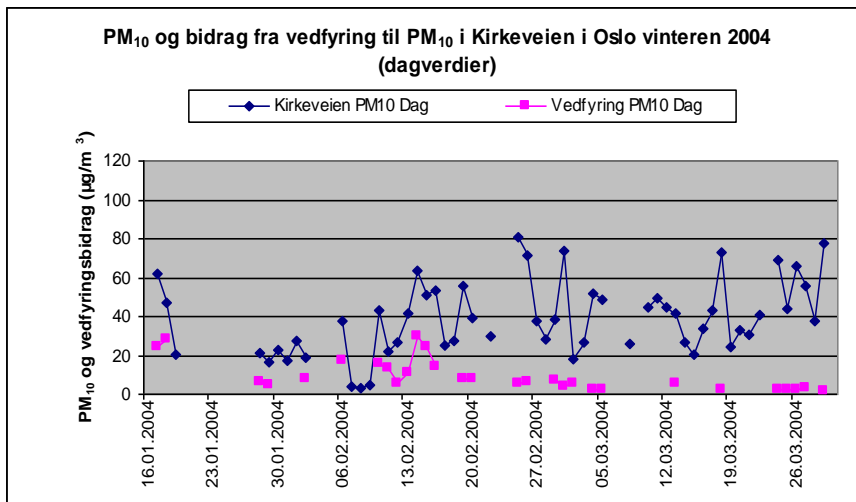


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

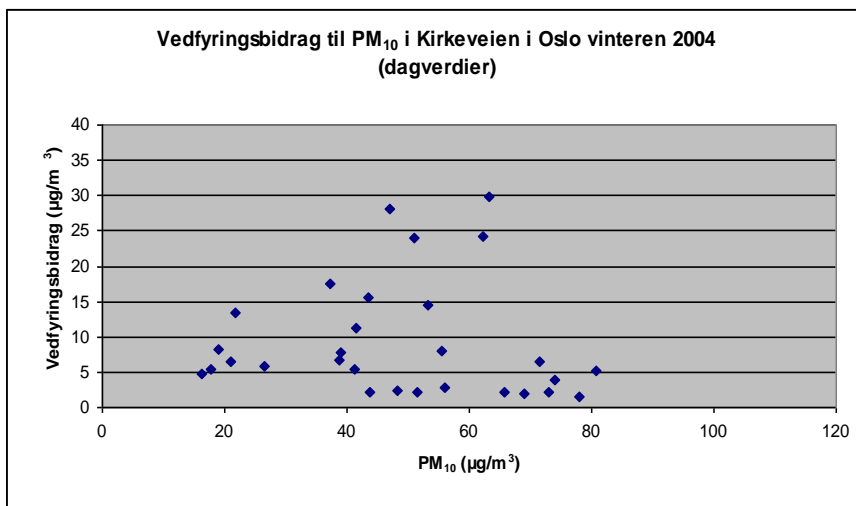


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

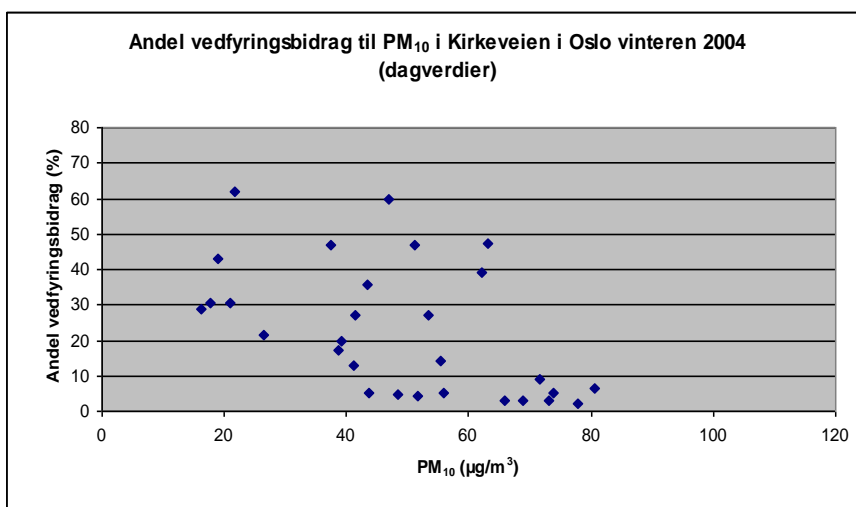
Figur 3: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004, dagprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

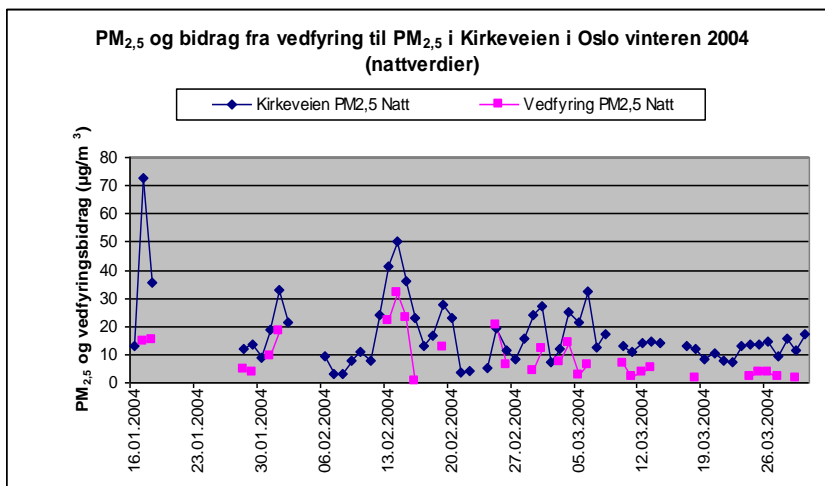


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

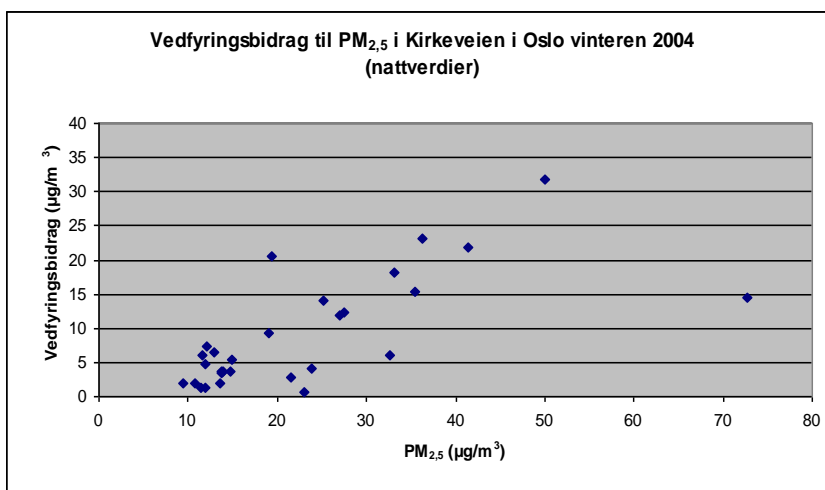


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

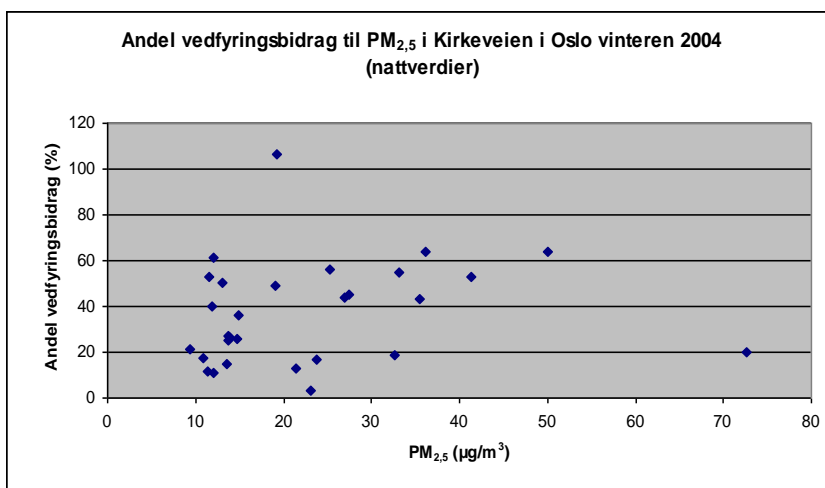
Figur 4: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004, dagprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

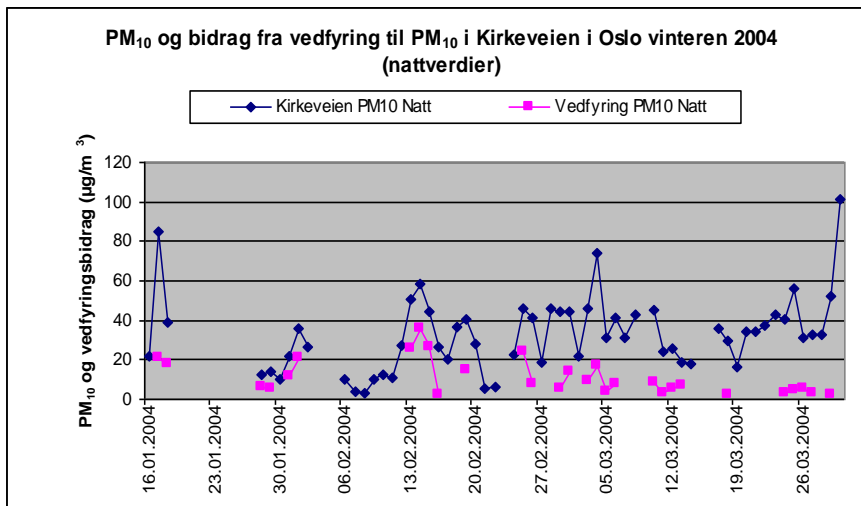


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

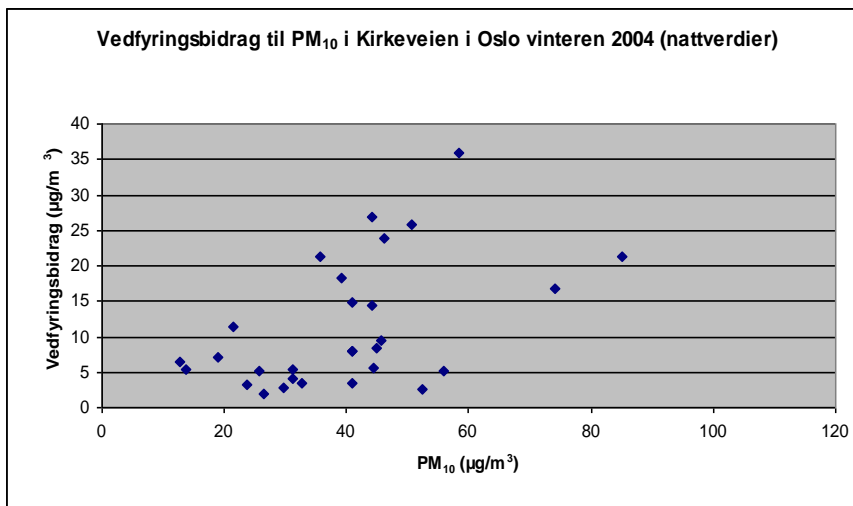


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

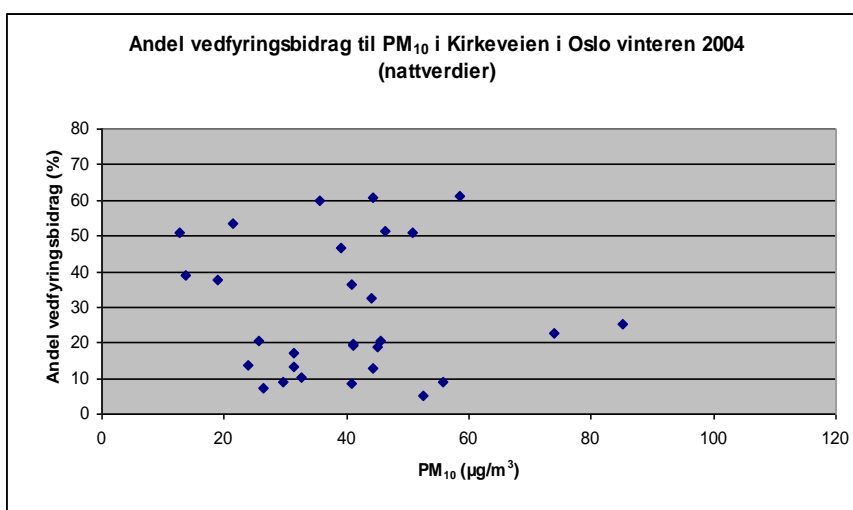
Figur 5: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004, nattprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



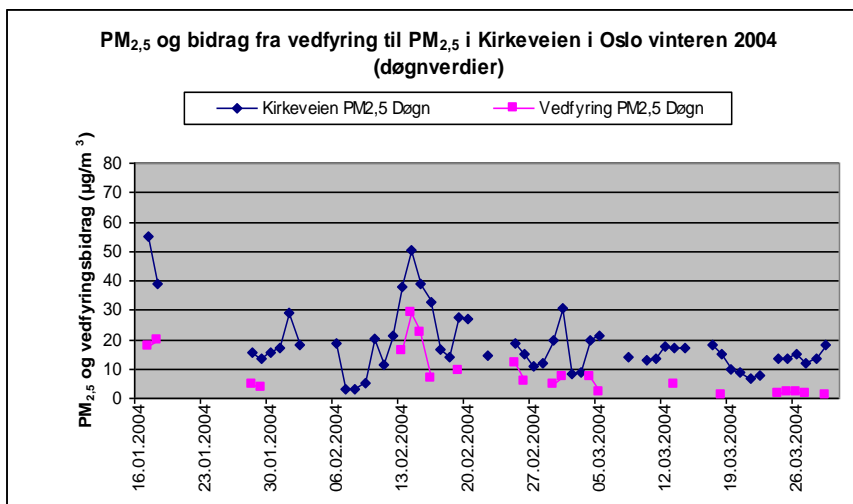
b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



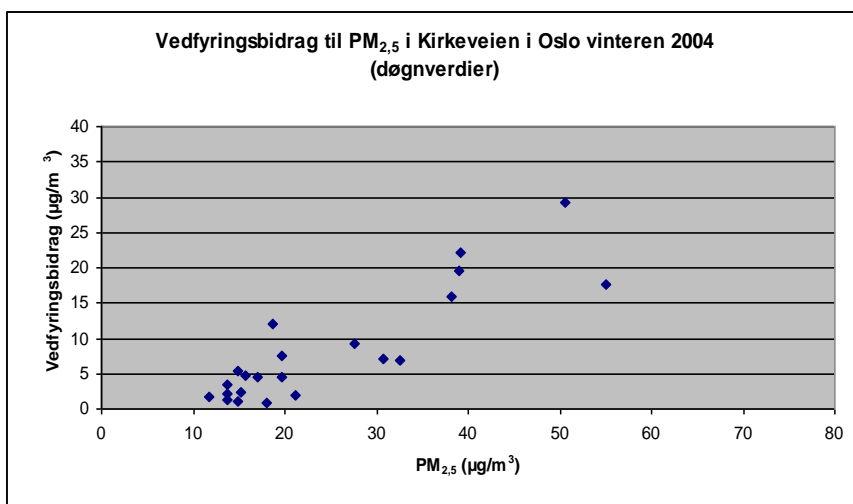
c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Figur 6: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004, nattprøver.

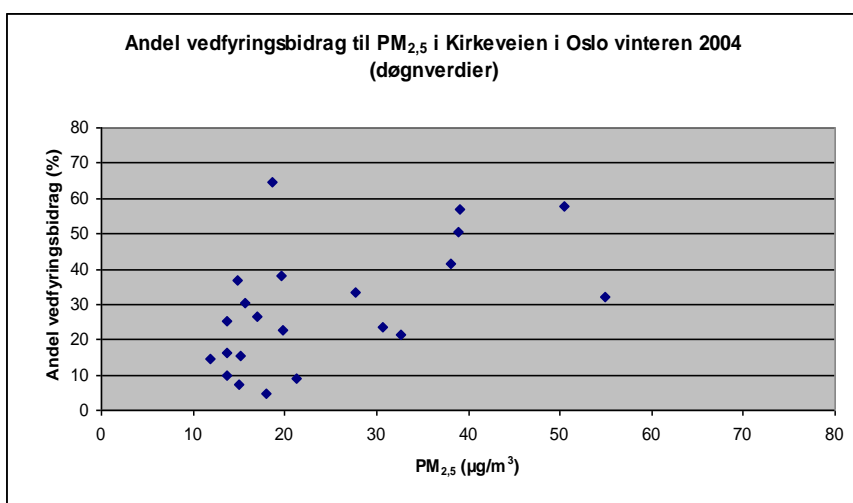




a) Tidsplokk av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

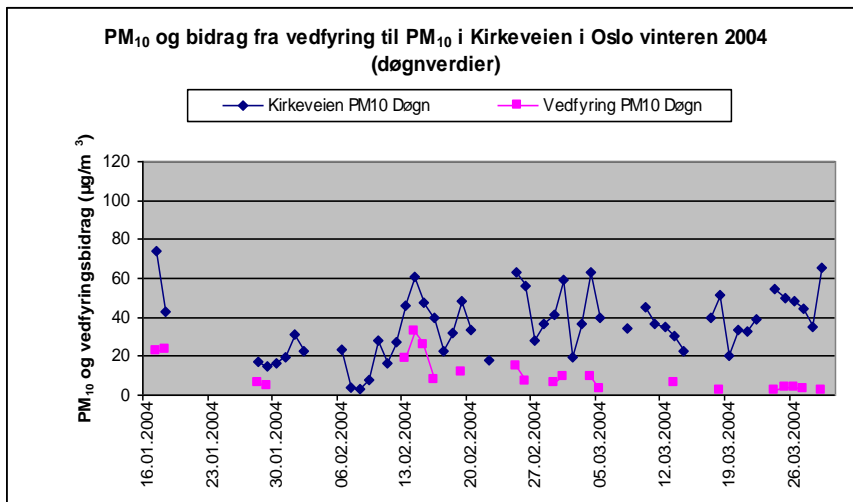


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

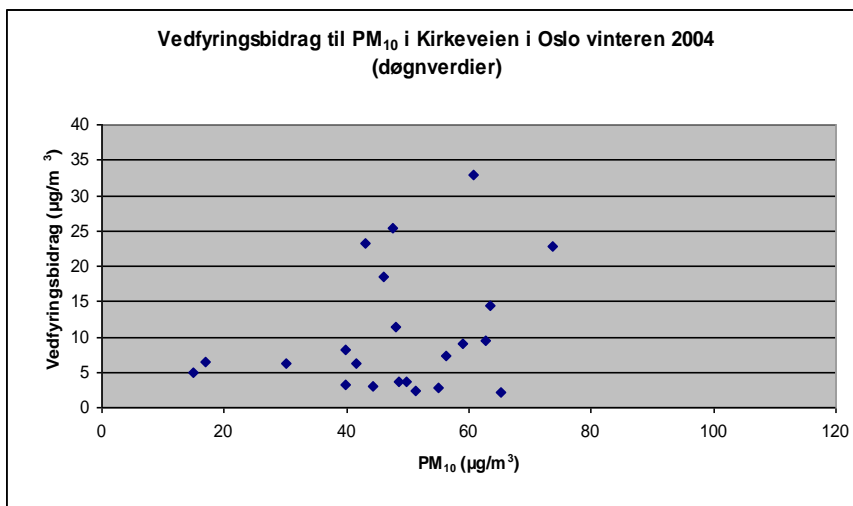


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

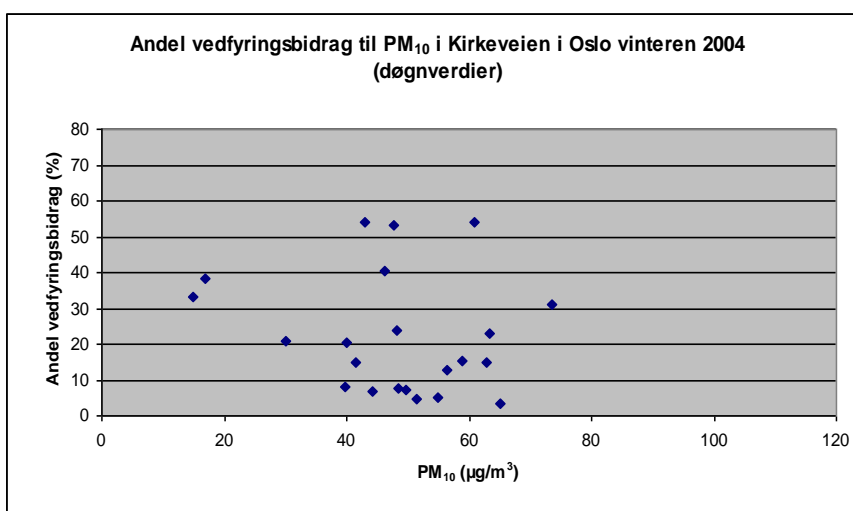
Figur 7: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004, døgnprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Figur 8: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004, døgnprøver.

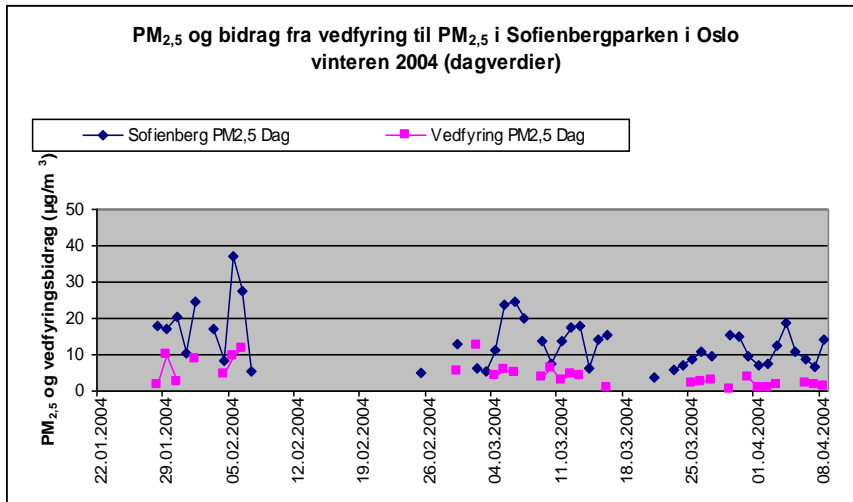
### 5.3 Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004

Figur 9-Figur 14 viser vedfyringsbidraget til henholdsvis  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  for henholdsvis dag-, natt- og døgnprøver.

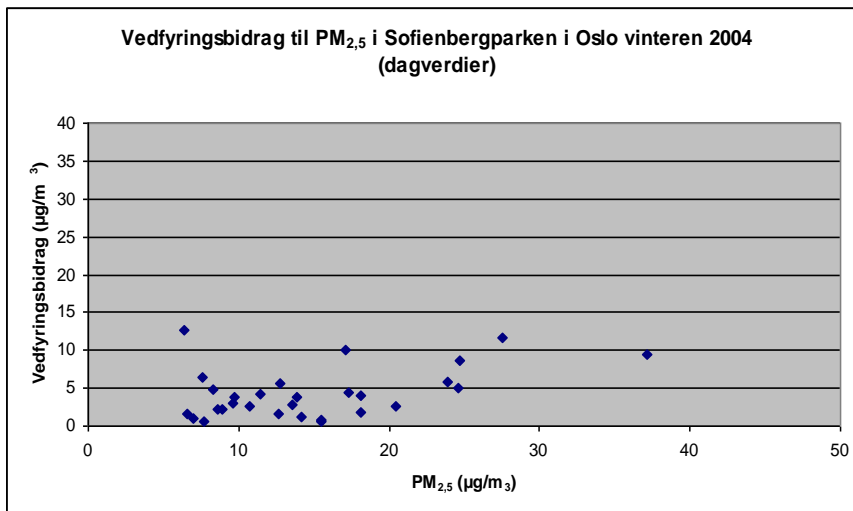
På grunn av problemer med prøvetakeren var det få prøver februar 2004.

Analysene viste at de største vedfyringsbidragene i  $PM_{2,5}$ -fraksjonen var henholdsvis  $27,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $27,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nettene 1.-2. februar og 1.-2. mars. Vedfyringsbidragene til  $PM_{2,5}$  var da 71 % og 64 %. Vedfyringsbidrag over  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt i 4 dagprøver, 9 nattprøver og 4 døgnprøver i  $PM_{2,5}$ .

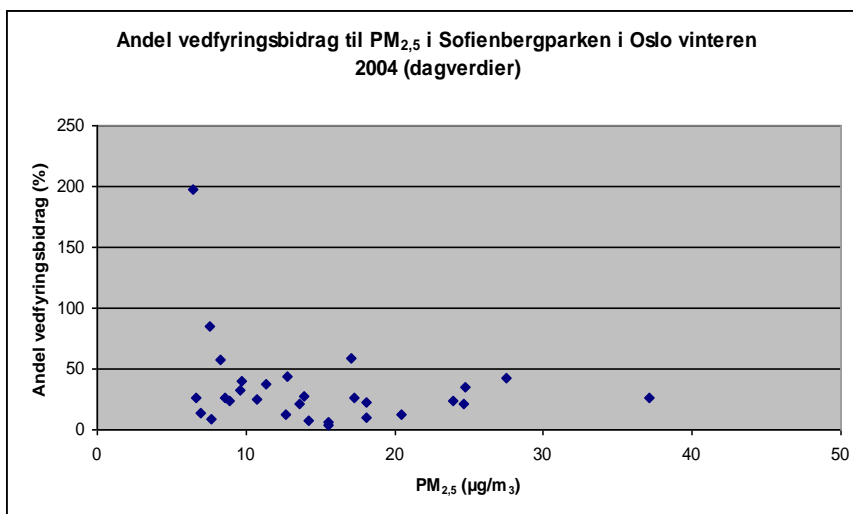
Det var ingen døgn med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Høyeste døgnverdi var  $49,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  med et vedfyringsbidrag på  $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 %). På 9 dager med  $PM_{10}$  i området  $30\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  varierte vedfyringsbidrag mellom 11 % og 58 %. På dager med lavt vedfyringsbidrag (under 25 %) dominerer grovfraksjonen i svevestøvet også på denne stasjonen.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

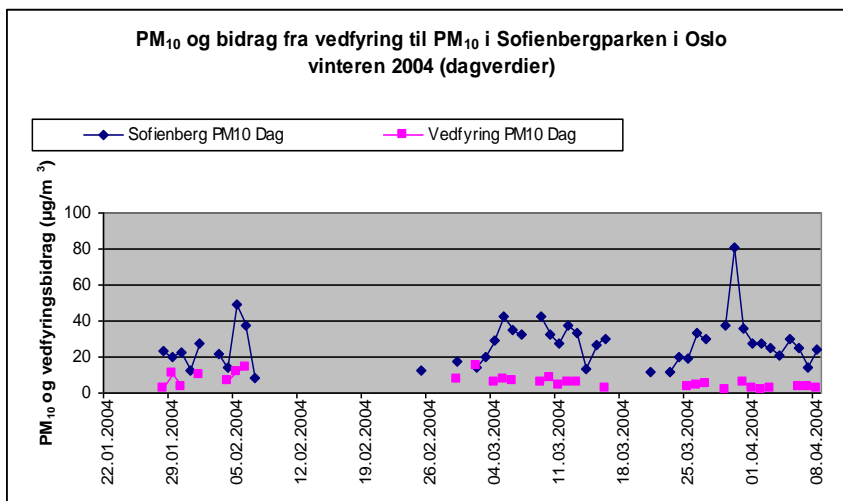


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

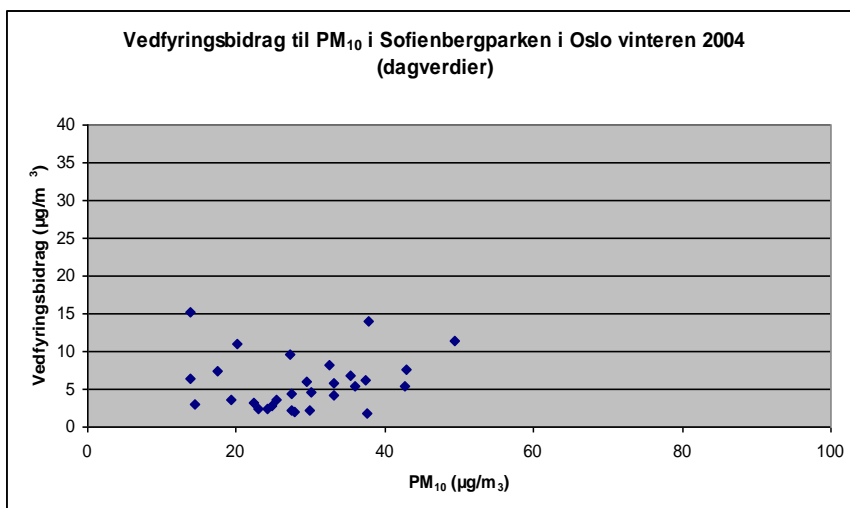


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

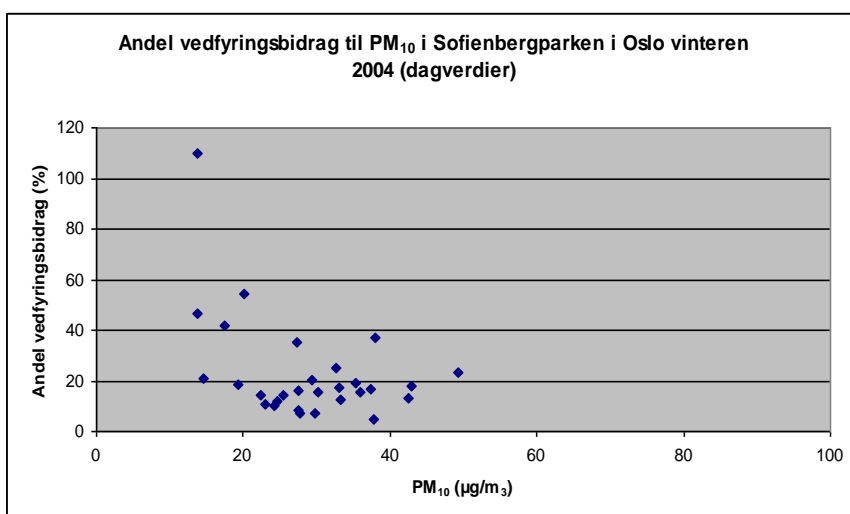
Figur 9: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004, dagprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til  $PM_{10}$  og  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

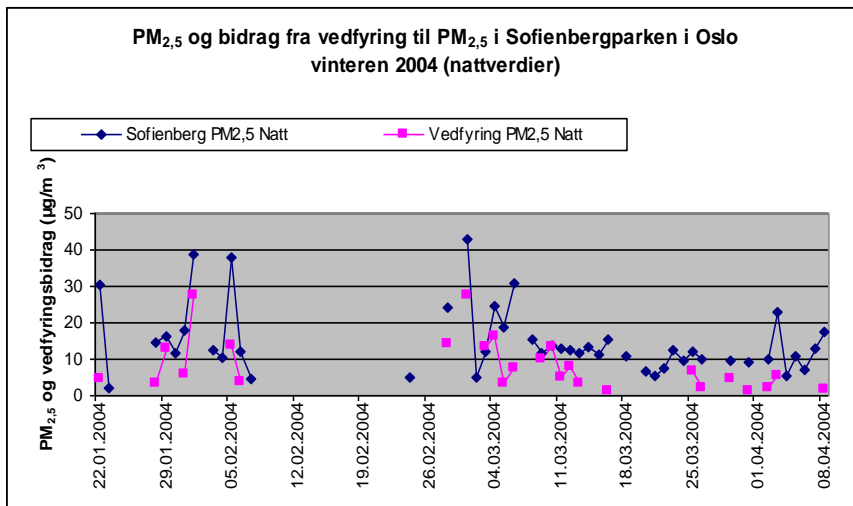


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til  $PM_{10}$  og  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

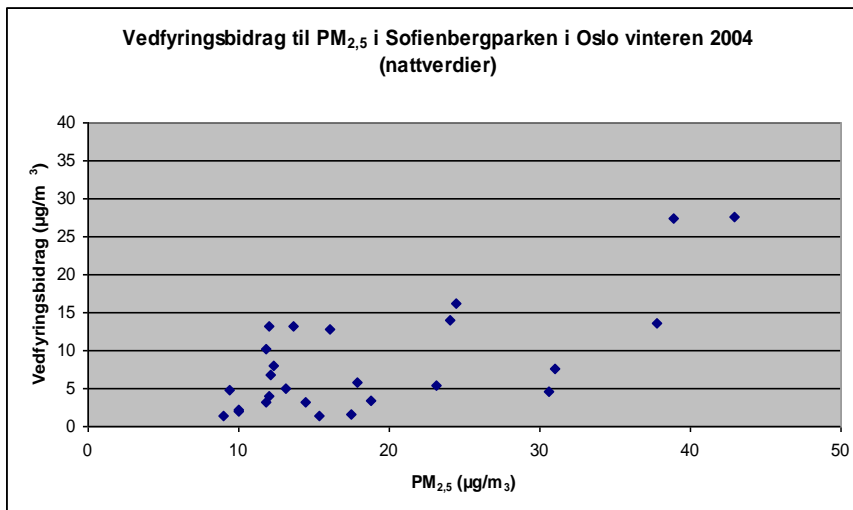


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til  $PM_{10}$  (%) og  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

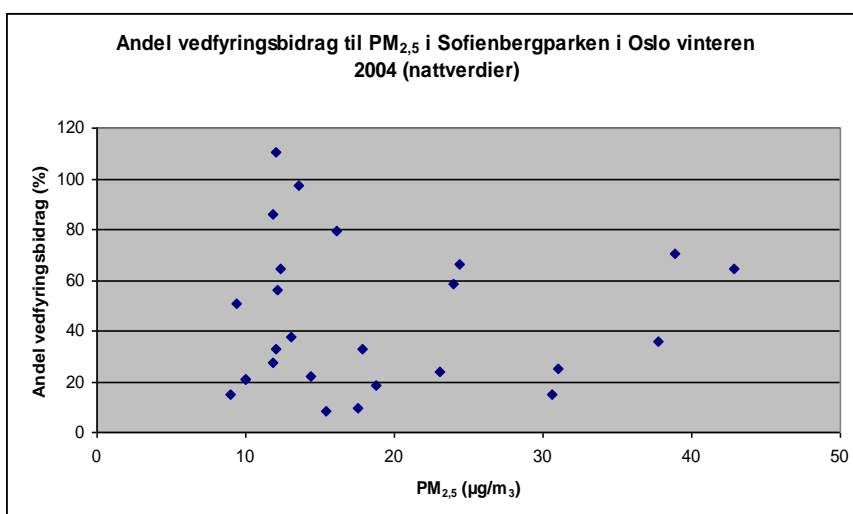
Figur 10: Vedfyringsbidrag til  $PM_{10}$  i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004, dagprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

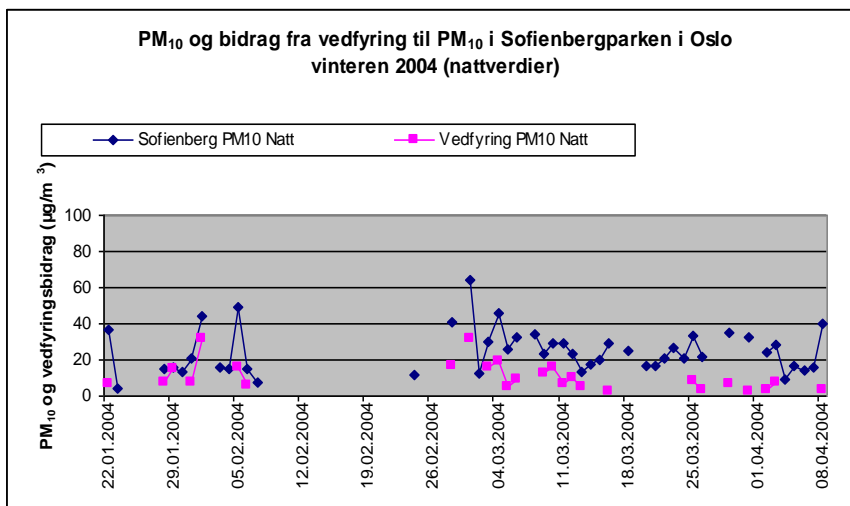


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

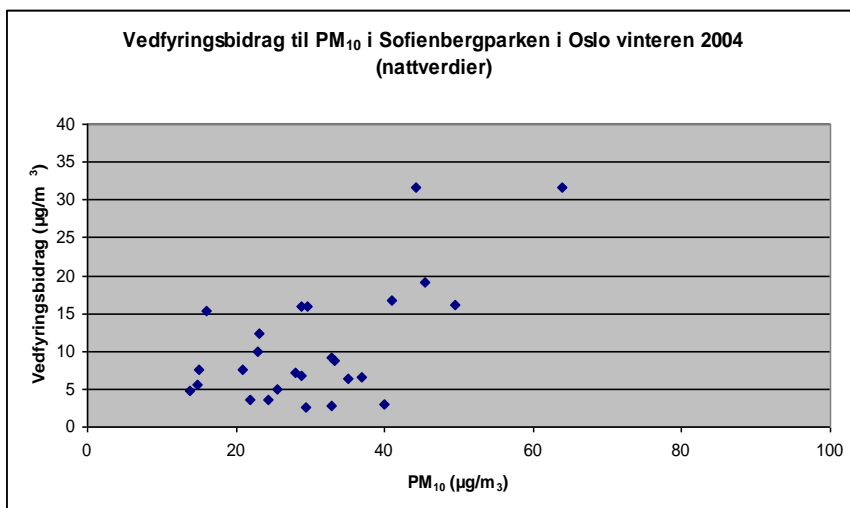


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

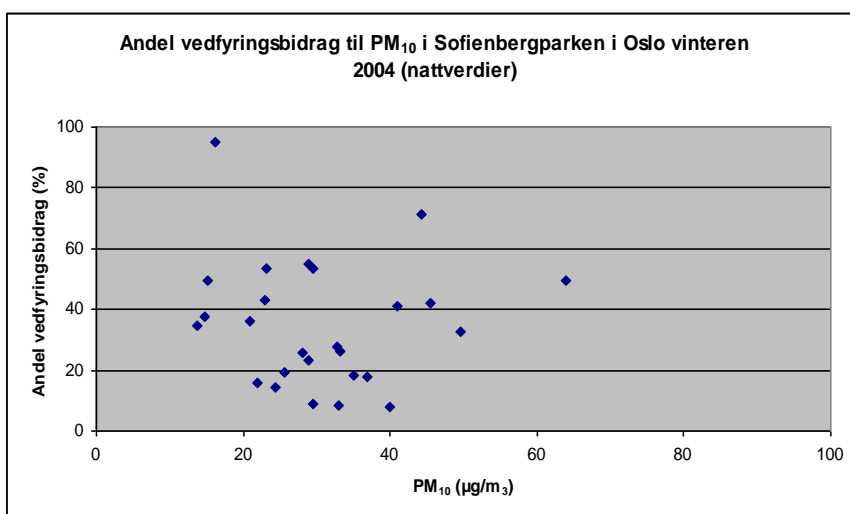
Figur 11: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004, nattprøver.



a) Tidsplokk av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

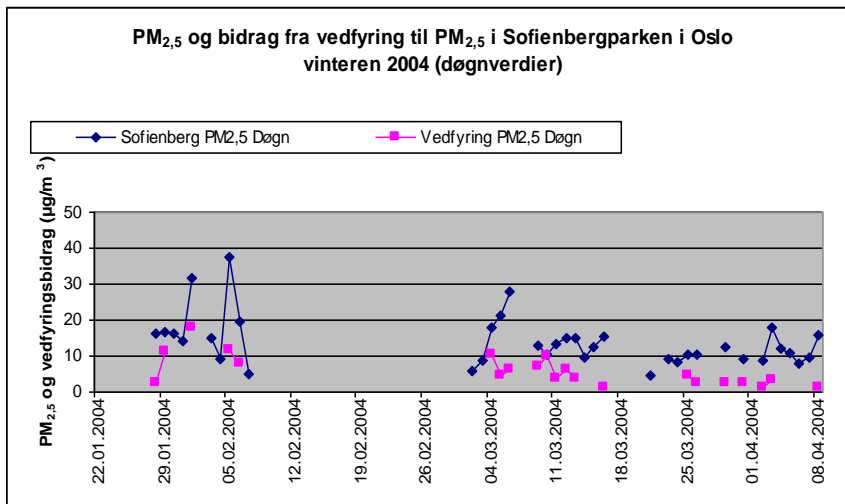


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

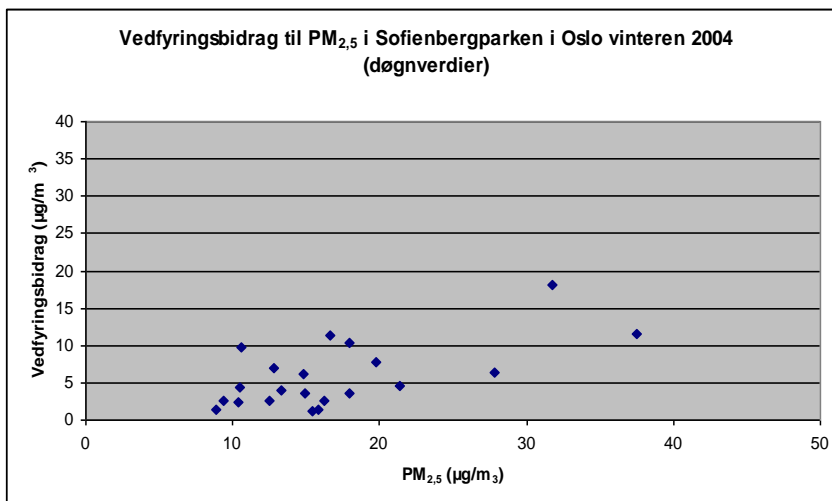


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

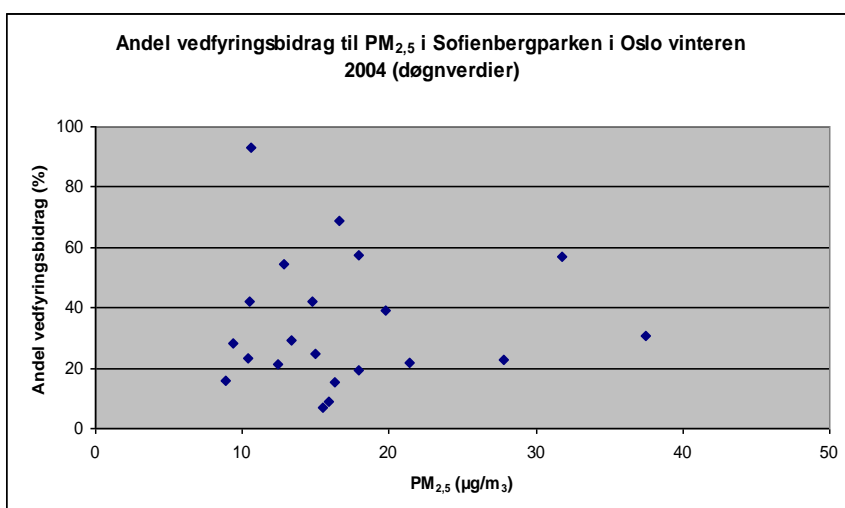
Figur 12: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004, nattprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



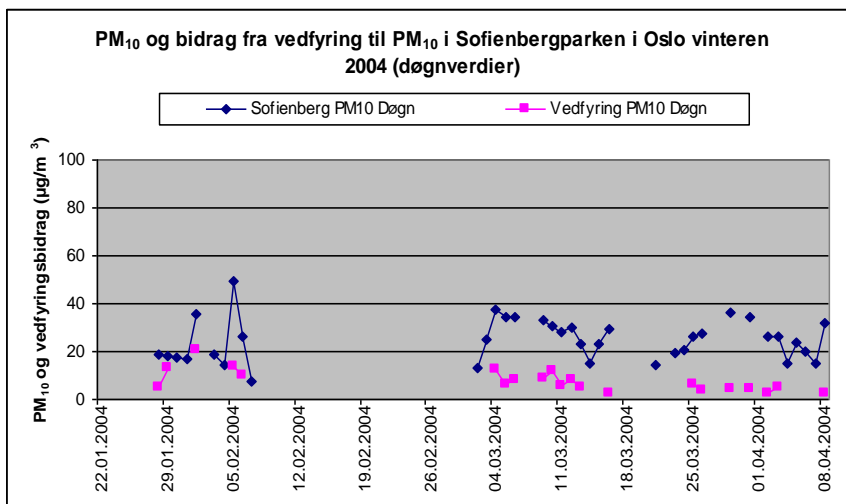
b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



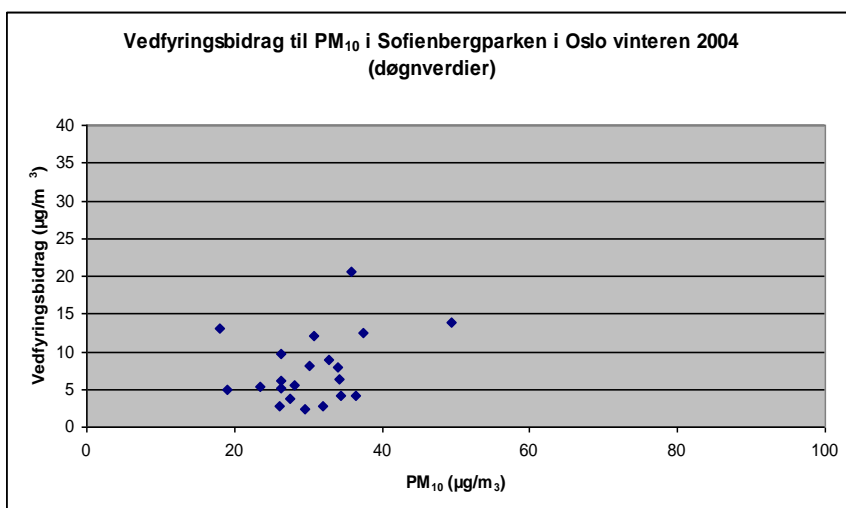
c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Figur 13: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004, døgnprøver.

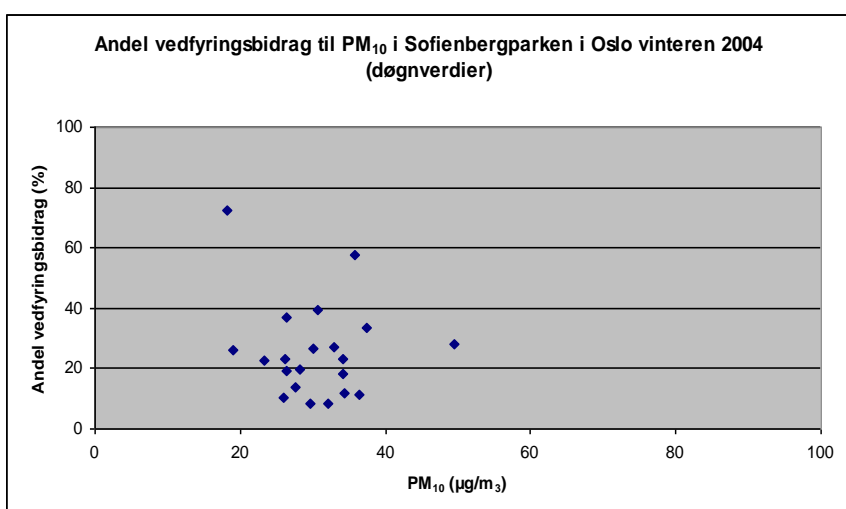




a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Figur 14: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004, døgnprøver.

#### 5.4 RV4 (Trondheimsveien) i Oslo vinteren 2004 og vinteren 2004/05

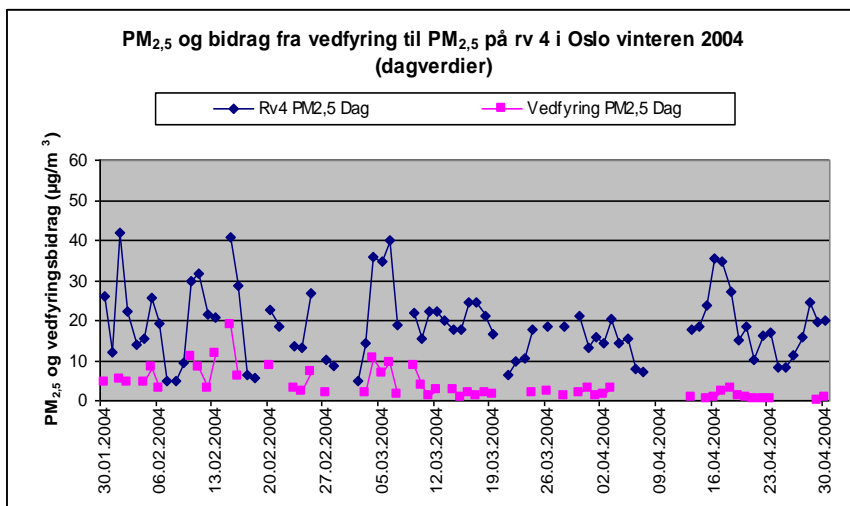
Figur 15-Figur 18 viser vedfyringsbidraget til henholdsvis  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  for dagprøver for hver av vintrene 2004 og 2004/05.

På RV4 er det bare tatt dagprøver (kl 10-22) vinteren 2004 (januar-april) og vinteren 2004/05 (oktober-april). Hensikten med målingene her var å se på effektene av redusert kjørehastighet (miljøfartsgrense). I tillegg til en rekke andre komponenter ble imidlertid støvprøvene også analysert for levoglucosan.

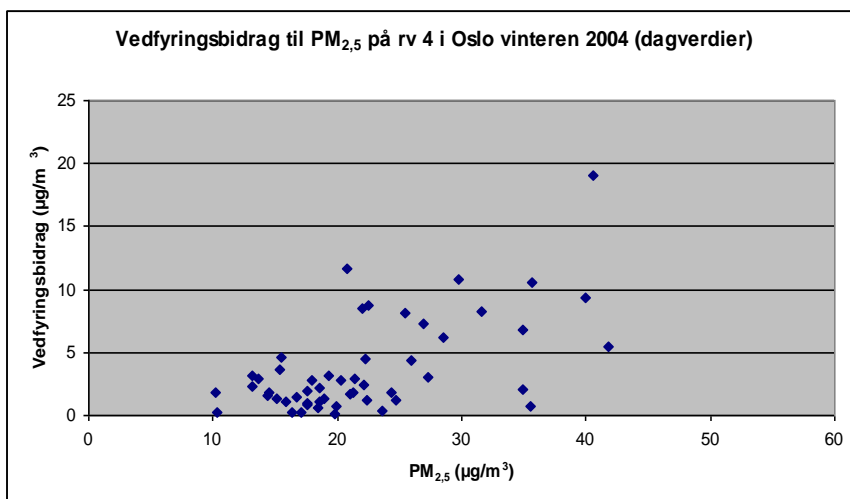
Analysene viste bare noen få prøver hver vinter med vedfyringsbidrag over  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $PM_{2,5}$ -fraksjonen av svevestøv. Det høyeste vedfyringsbidraget i  $PM_{2,5}$ -fraksjonen var  $19,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  15. februar, da Kirkeveien samtidig hadde  $21,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fra vedfyring. Vedfyringsbidraget til  $PM_{2,5}$  denne dagen var 47 % på RV4 og 51 % i Kirkeveien.

Det var 46 dagprøver med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 2004 og tilsvarende 58 dager vinteren 2004/05. Det var henholdsvis 4 og 5 dager disse to vintrene med vedfyringsbidraget over  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Høyeste bidrag var  $21,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  15. februar (30 % av  $PM_{10}$ ). På dager med  $PM_{10}$  over  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var vedfyringsbidraget nesten uten unntak under 10 %. På dager med så høye konsentrasjoner av  $PM_{10}$  og samtidig lavt vedfyringsbidrag dominerer grovfraksjonen i svevestøvet fullstendig, som skyldes slitasje av veidekket på grunn av piggdekk, samt oppvirvling fra veibaner og -kanter.

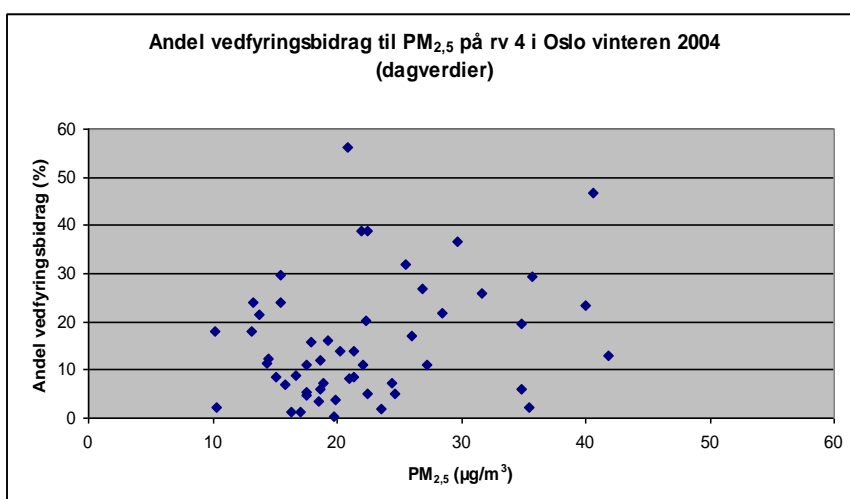
Som i Kirkeveien er det også her en tendens til økt relativt vedfyringsbidrag ved økende  $PM_{2,5}$ -konsentrasjon (Figur 15c), men den motsatte tendens for  $PM_{10}$  (Figur 16c og Figur 18c), det siste fordi det er veistøvet som dominerer ved høye konsentrasjoner.



a) Tidsplokk av vedfyringsbidrag til  $PM_{2,5}$  og  $PM_{2,5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

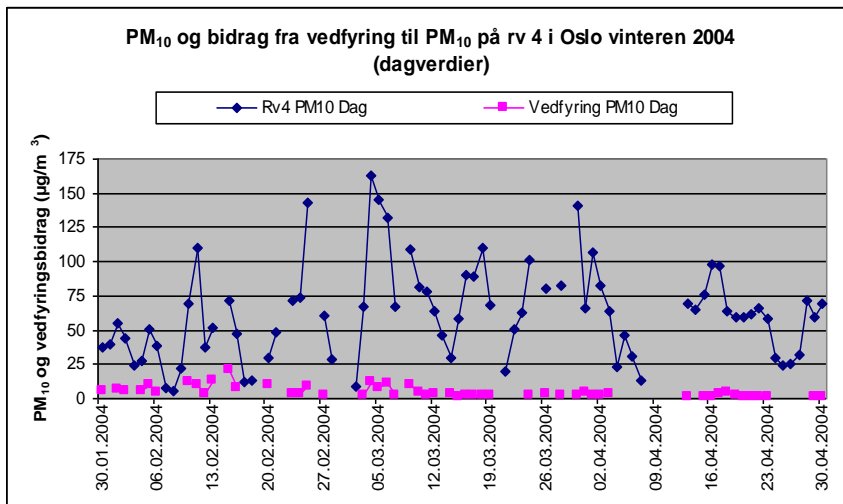


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til  $PM_{2,5}$  og  $PM_{2,5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

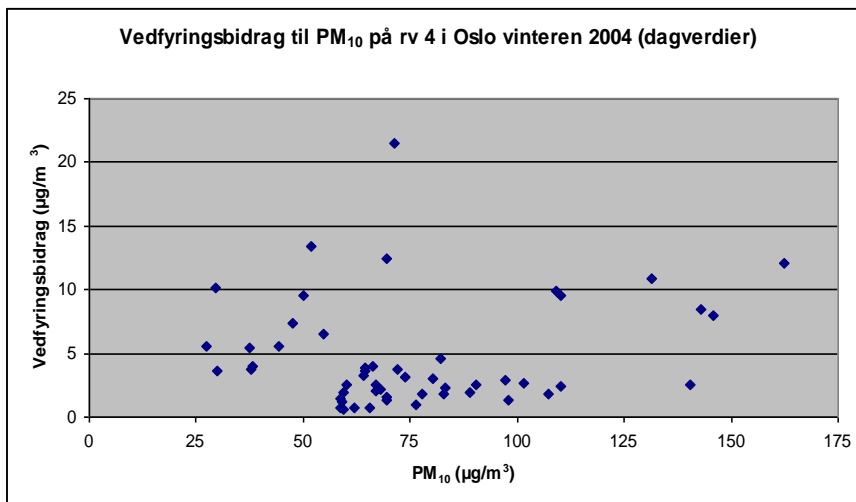


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til  $PM_{2,5}$  (%) og  $PM_{2,5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

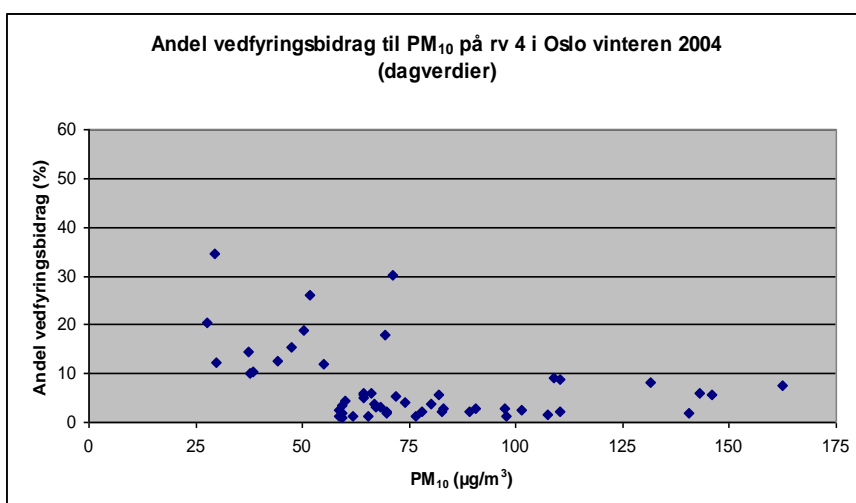
Figur 15: Vedfyringsbidrag til  $PM_{2,5}$  på RV4 i Oslo vinteren 2004, dagprøver.



Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

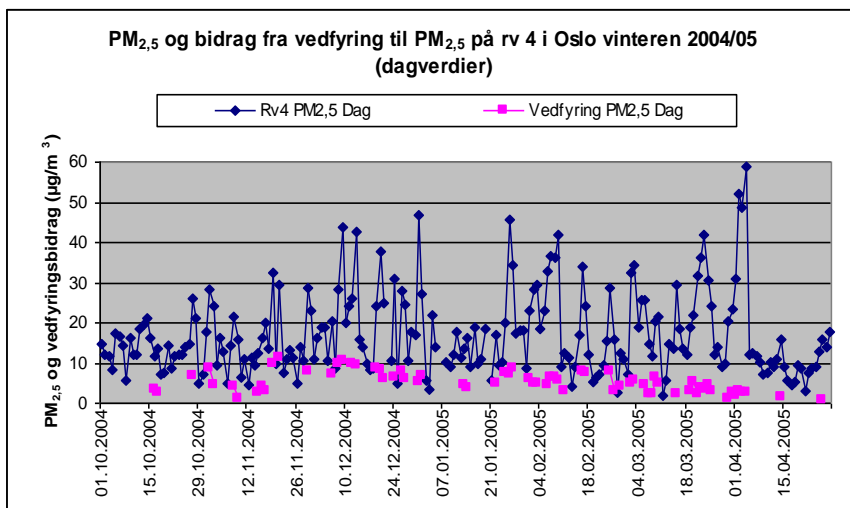


Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

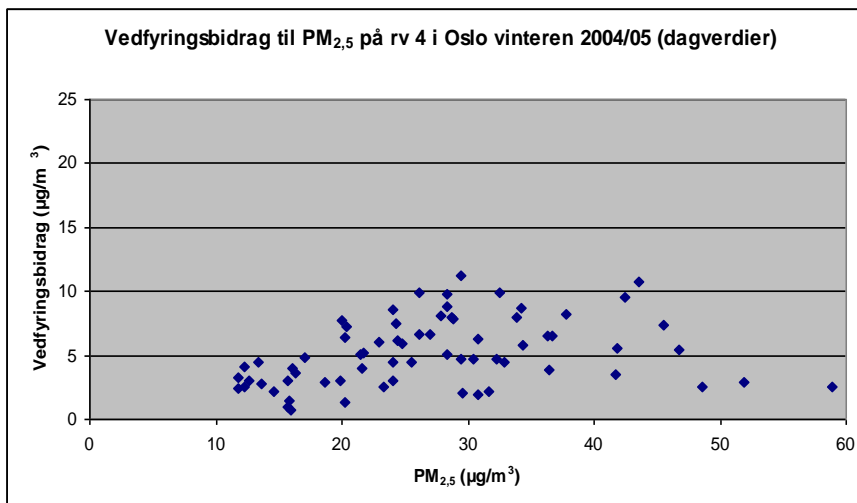


Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

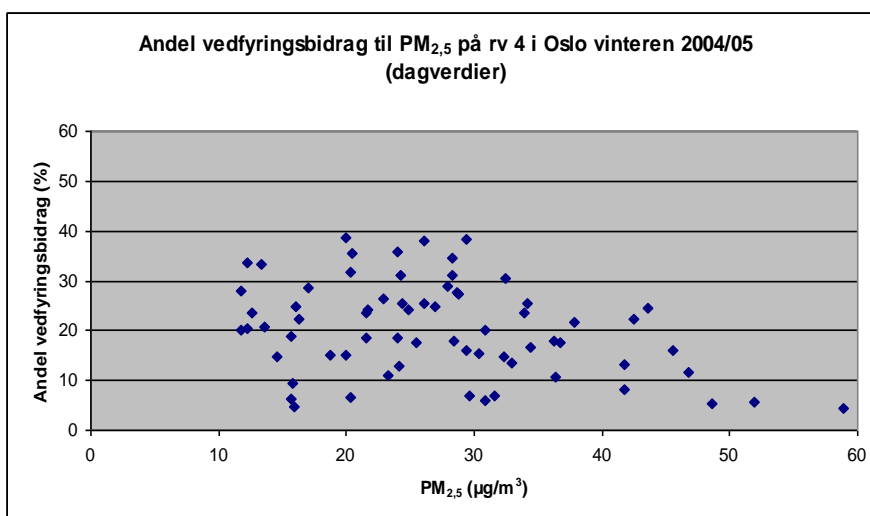
Figur 16: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> i på RV4 i Oslo vinteren 2004, dagprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

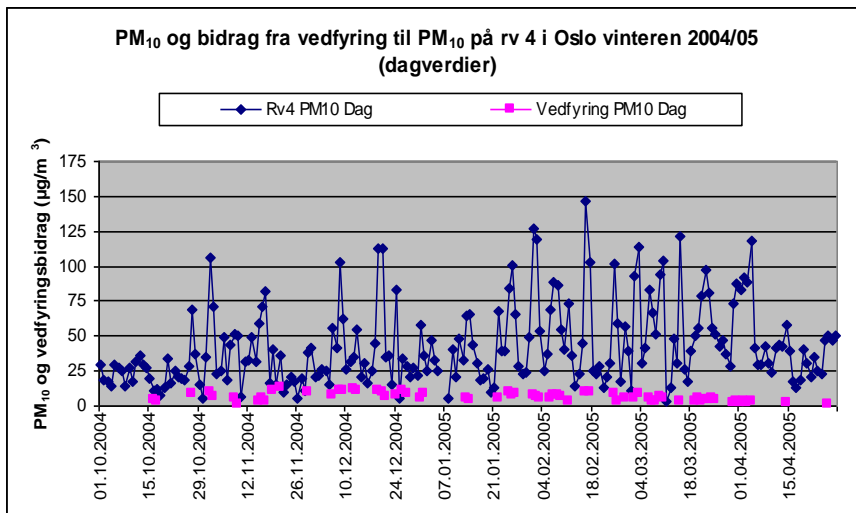


b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

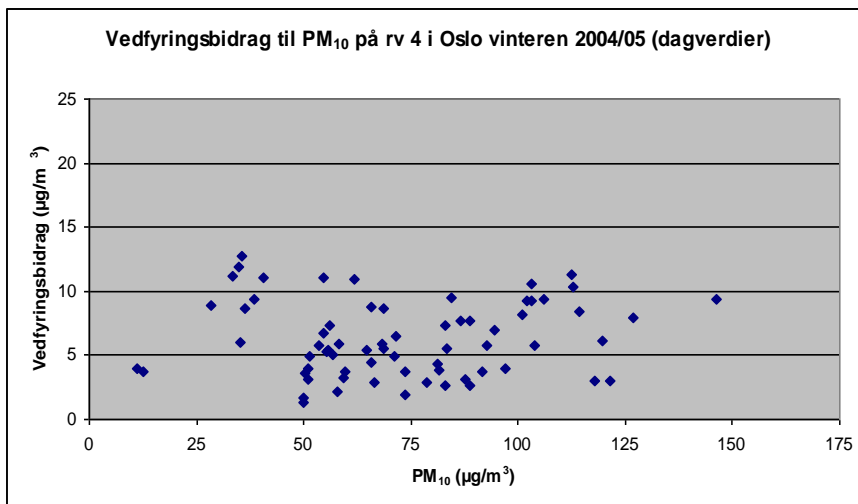


c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> (%) og PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

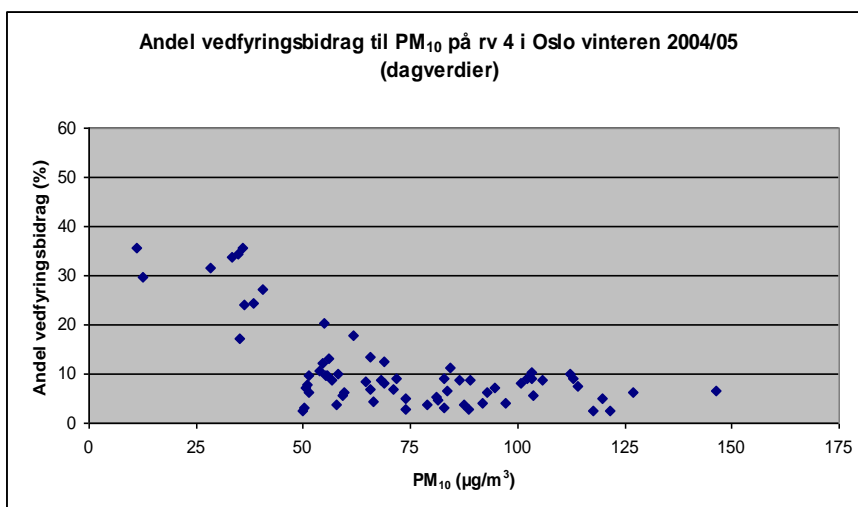
Figur 17: Vedfyringsbidrag til PM<sub>2,5</sub> på RV4 i Oslo vinteren 2004/05, dagprøver.



a) Tidsplott av vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



b) Samvariasjon mellom vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)



c) Samvariasjon mellom andel vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> (%) og PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Figur 18: Vedfyringsbidrag til PM<sub>10</sub> på RV4 i Oslo vinteren 2004/05, dagprøver.

## 6 Samlet vurdering

Tabell 1 gir et sammendrag av bidrag fra vedfyring til PM på de tre målestasjonene Kirkeveien, Sofienbergparken og RV4 (Trondheimsveien) i Oslo.

Tabell 2: Gjennomsnittlige målte konsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) av  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  i Kirkeveien, Sofienbergparken og ved RV4 (Trondheimsveien) i Oslo, samt beregnet bidrag ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og andel (%) av vedfyring til  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  vintrene 2004 og 2004/05.

Stasjon	Periode	Prøvetaking (12 timer)	$\text{PM}_{2,5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Vedfyring i $\text{PM}_{2,5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Andel ved- fyring i $\text{PM}_{2,5}$ (%)	$\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Vedfyring i $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Andel ved- fyring i $\text{PM}_{10}$ (%)	Antall prøver
Kirkeveien (gatestasjon)	Vinter 2004 (16.1.-30.3.)	Dag (kl 06-18)	24,1	7,4	31	48,5	9,3	19	29
		Natt (kl 18-06)	22,9	9,0	39	39,7	11,2	28	29
		Døgn (kl 06-06)	24,6	8,3	34	48,1	10,3	21	22
Sofienberg- parken (bybakgrunn)	Vinter 2004 (22.1.-8.4.)	Dag (kl 06-18)	14,8	4,3	29	28,8	5,8	20	29
		Natt (kl 18-06)	18,8	8,4	45	30,7	10,6	35	26
		Døgn (kl 06-06)	17,0	5,8	34	30,4	7,6	25	21
RV4, Trondheims- veien (gatestasjon)	Vinter 2004 (30.1.-30.4.)	Dag (kl 10-22)	22,2	3,7	17	75,7	4,6	6	52
	Vinter 2004/05 (1.10.-28.4.)	Dag (kl 10-22)	27,2	5,2	19	72,7	6,3	9	68
	Vinter 2004 + vinter 2004/05	Dag (kl 10-22)	25,0	4,6	18	74,0	5,6	8	120

Mengden av partikler fra vedfyring til  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  er litt større i Kirkeveien enn i Sofienbergparken både om dagen og om natta. Forskjellen er imidlertid liten om natta. Trondheimsveien har lavere vedfyringsbidrag enn de andre stasjonene om dagen (ikke målt om natta). Det aller meste av vedfyringsbidraget er i finfraksjonen ( $\text{PM}_{2,5}$ ).

På dagtid bidrar vedfyring med rundt 30 % til  $\text{PM}_{2,5}$  og rundt 20 % til  $\text{PM}_{10}$  både i Kirkeveien og i Sofienbergparken, mens bidragene er klart lavere, henholdsvis 18 % og 8 % ved Trondheimsveien. I tillegg til lavere vedfyringsbidrag ved Trondheimsveien er imidlertid bidraget fra trafikken (i hovedsak eksos til  $\text{PM}_{2,5}$  og veistøv til  $\text{PM}_{10}$ ) større der på grunn av atskillig større trafikk.

Om natta bidrar vedfyring med rundt 40 % i Kirkeveien og rundt 45 % i Sofienbergparken til  $\text{PM}_{2,5}$ -konsentrasjonen. Bidraget til  $\text{PM}_{10}$  er tilsvarende knapt 30 % i Kirkeveien og rundt 35 % i Sofienbergparken.

På døgnbasis bidrar vedfyring med rundt 35 % til  $PM_{2,5}$  på begge stasjonene og tilsvarende 20-25 % til  $PM_{10}$ , mest i Sofienbergparken.

Både i Kirkeveien og særlig i Sofienbergparken var det få måleverdier av  $PM_{10}$  over grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De 7 høyeste  $PM_{10}$ -verdiene ( $65\text{-}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Kirkeveien på dagtid hadde alle under 10 % bidrag fra vedfyring. Tilsvarende hadde alle  $PM_{10}$ -verdier over ca.  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved Trondheimsveien (rundt 50 prøver) under 10 % bidrag fra vedfyring.

Ved konsentrasjoner av  $PM_{10}$  i området  $50\text{-}65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Kirkeveien varierte andelen av vedfyringsbidrag mye, fra under 10 % til opp mot 30 % på dagtid, opp mot 60 % om natta og til vel 50 % på døgnbasis.

Vedfyringsbidraget kan i Oslo være betydelig også på dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :

- På dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var vedfyringsbidraget til tider betydelig i Kirkeveien (opp til 54%), og på 5 av 16 dager med  $PM_{10}$  over  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var vedfyringsbidraget innenfor 30-54%.
- I Sofienbergparken var det bare en dag med  $PM_{10}$  i nærheten av  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da med et vedfyringsbidrag på 30%.
- Også ved Trondheimsveien var det dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  med vedfyringsbidrag opp mot 30%. På de fleste dagene med høy  $PM_{10}$  her dominerte imidlertid veistøvbidraget fullstendig, på grunn av den store trafikken i Trondheimsveien.

Redusert bidrag fra vedfyring kan redusere antall dager med  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noe. På dager med de høyeste  $PM_{10}$ -konsentrasjonene (fra ca.  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og oppover) er imidlertid veistøvbidraget totalt dominerende. Disse dagene forekommer oftest om våren når det er tørt på veibaner og veikanter, som medfører betydelig oppvirvling, og hvor behovet for vedfyring er lite.

## 7 Referanser

Hagen, L.O. (2001) Vedfyring og svevestøv. Målinger i Sofienbergparken i Oslo vinteren 1998/99. Kjeller (NILU OR 36/2001).

Hagen, L.O. (2003) Måling av luftkvalitet ved sterkt trafikkerte veier i Oslo, mai 2001-desember 2002. Kjeller (NILU OR 7/2003).

Hagen, L.O., Larssen, S. og Schaug, J. (2005) Miljøfartsgrense i Oslo. Effekt på luftkvaliteten av redusert hastighet på RV4. Kjeller (NILU OR 41/2005).

Larssen, S. og Hagen, L.O. (2006) Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensningen av partikler i luft i Oslo. Fase 1: Estimat av vedfyringsbidrag til PM basert på sporstoffmålinger i luft. Kjeller (NILU OR 97/2006).



Larssen, S., Laupsa, H., Slørdal, L.H., Tønnesen, D. og Hagen, L.O. (2006) Spredningsberegninger av  $PM_{2,5}$  for Oslo vinteren 2003-2004. Effekt av temperaturkorreksjon av vedfyringsutslippet. Kjeller (NILU OR 28/2006).

Laupsa, H., Slørdal, L.H. og Tønnesen, D. (2005) Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler. Kjeller (NILU OR 06/2005).



## **Vedlegg A**

### **PM og bidrag fra vedfyring til PM i Oslo**



Tabell A1: Mengde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og andel (%) vedfyring av målte konsentrasjoner av  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  i Kirkeveien i Oslo vinteren 2004 basert på analyser av sporstoffet levoglucosan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Kirkeveien 2004 Dicho Partisol	Kirkeveien	Levo	Vedfyring	Andel ved	Kirkeveien	Levo	Vedfyring	Andel ved	Kirkeveien	Levo	Vedfyring	Andel ved	Kirkeveien	Levo	Vedfyring	Andel ved	Kirkeveien	Levo	Vedfyring	Andel ved	Kirkeveien	Levo	Vedfyring	Andel ved
Dato	PM <sub>2,5</sub> Dag	PM <sub>2,5</sub> Dag	PM <sub>2,5</sub> Dag	PM <sub>2,5</sub> Dag	PM <sub>10</sub> Dag	PM <sub>10</sub> Dag	PM <sub>10</sub> Dag	PM <sub>10</sub> Dag	PM <sub>2,5</sub> Natt	PM <sub>2,5</sub> Natt	PM <sub>2,5</sub> Natt	PM <sub>2,5</sub> Natt	PM <sub>10</sub> Natt	PM <sub>10</sub> Natt	PM <sub>10</sub> Natt	PM <sub>10</sub> Natt	PM <sub>2,5</sub> Døgn	PM <sub>2,5</sub> Døgn	PM <sub>2,5</sub> Døgn	PM <sub>2,5</sub> Døgn	PM <sub>10</sub> Døgn	PM <sub>10</sub> Døgn	PM <sub>10</sub> Døgn	PM <sub>10</sub> Døgn
16.01.2004									12,9				21,5											
17.01.2004	37,3	0,543	20,9	56,0	62,2	0,630	24,2	38,9	72,7	<b>0,374</b>	14,4	19,8	85,1	0,556	21,4	25,1	55,0	0,459	17,6	32,1	73,7	0,593	22,8	31,0
18.01.2004	42,5	0,623	24,0	56,4	47,0	0,733	28,2	60,0	35,4	0,400	15,4	43,5	39,1	0,473	18,2	46,5	39,0	0,512	19,7	50,5	43,1	0,603	23,2	53,9
19.01.2004	15,0				20,3																			
20.01.2004																								
21.01.2004																								
22.01.2004																								
23.01.2004																								
24.01.2004																								
25.01.2004																								
26.01.2004																								
27.01.2004																								
28.01.2004	19,5	0,124	4,8	24,5	21,0	0,168	6,5	30,7	11,9	<b>0,124</b>	4,8	40,1	12,7	0,168	6,5	50,8	15,7	0,124	4,8	30,4	16,9	0,168	6,5	38,3
29.01.2004	13,6	0,082	3,2	23,2	16,3	0,122	4,7	28,7	13,7	<b>0,097</b>	3,7	27,2	13,7	0,138	5,3	38,8	13,7	0,090	3,4	25,2	15,0	0,130	5,0	33,3
30.01.2004	22,7				22,4				8,8				10,1				15,8				16,3			
31.01.2004	15,3				17,1				19,0	0,243	9,3	49,2	21,5	0,299	11,5	53,5	17,2				19,3			
01.02.2004	25,5				27,4				33,1	0,473	18,2	55,0	35,6	0,553	21,3	59,7	29,3				31,5			
02.02.2004	15,3	0,164	6,3	41,2	18,9	0,212	8,2	43,1	21,3				26,4				18,3				22,7			
03.02.2004																								
04.02.2004																								
05.02.2004																								
06.02.2004	28,7	0,384	14,8	51,5	37,3	0,454	17,5	46,9	9,2				10,0				19,0				23,7			
07.02.2004	3,2				3,8				3,3				3,7				3,3				3,8			
08.02.2004	3,0				3,1				3,1				3,5				3,1				3,3			

09.02.2004	3,1				4,5				7,7				10,4				5,4				7,5			
10.02.2004	29,5	0,340	13,1	44,3	43,5	0,406	15,6	35,9	11,0				12,2				20,3				27,9			
11.02.2004	15,1	0,290	11,2	73,9	21,8	0,351	13,5	61,9	7,7				10,6				11,4				16,2			
12.02.2004	17,9	0,107	4,1	23,0	26,5	0,149	5,7	21,6	24,3				27,5				21,1				27,0			
13.02.2004	34,8	0,258	9,9	28,5	41,5	0,294	11,3	27,2	41,4	0,568	21,8	52,8	50,7	0,672	25,8	51,0	38,1	0,413	15,9	41,7	46,1	0,483	18,6	40,3
14.02.2004	51,1	0,693	26,7	52,2	63,2	0,778	29,9	47,3	50,0	0,827	31,8	63,6	58,4	0,932	35,8	61,4	50,6	0,760	29,2	57,8	60,8	0,855	32,9	54,1
15.02.2004	42,0	0,553	21,3	50,6	51,1	0,624	24,0	47,0	36,2	0,604	23,2	64,2	44,2	0,697	26,8	60,6	39,1	0,579	22,3	56,9	47,7	0,660	25,4	53,3
16.02.2004	42,1	0,345	13,3	31,5	53,3	0,374	14,4	27,0	23,1	0,018	0,7	3,0	<b>26,5</b>	0,051	2,0	7,4	32,6	0,182	7,0	21,4	39,9	0,213	8,2	20,5
17.02.2004	19,9				25,4				13,1				20,5				16,5				23,0			
18.02.2004	11,9				27,8				16,5				36,5				14,2				32,2			
19.02.2004	27,8	0,159	6,1	22,0	55,4	0,206	7,9	14,3	27,5	<b>0,322</b>	12,4	45,0	40,8	0,386	14,9	36,4	27,7	0,241	9,3	33,5	48,1	0,296	11,4	23,7
20.02.2004	31,5	0,154	5,9	18,8	39,1	0,201	7,7	19,8	22,9				27,8				27,2				33,5			
21.02.2004									3,7				5,6											
22.02.2004	24,6				29,7				4,1				6,5				14,4				18,1			
23.02.2004																								
24.02.2004									5,4				22,5											
25.02.2004	18,0	0,092	3,5	19,7	80,7	0,133	5,1	6,3	19,3	<b>0,533</b>	20,5	106,2	46,2	0,619	23,8	51,5	18,7	0,313	12,0	64,4	63,5	0,376	14,4	22,8
26.02.2004	18,2	0,124	4,8	26,2	71,6	0,168	6,5	9,0	11,6	<b>0,160</b>	6,2	53,1	<b>41,0</b>	0,208	8,0	19,5	14,9	0,142	5,5	36,7	56,3	0,188	7,2	12,8
27.02.2004	12,7				37,5				8,6				18,5				10,7				28,0			
28.02.2004	8,2				27,9				15,5				46,1				11,9				37,0			
29.02.2004	15,7	0,130	5,0	31,8	38,7	0,174	6,7	17,3	23,8	<b>0,105</b>	4,0	17,0	<b>44,3</b>	0,147	5,7	12,8	19,8	0,118	4,5	22,9	41,5	0,161	6,2	14,9
01.03.2004	34,5	0,063	2,4	7,0	73,9	0,101	3,9	5,2	27,0	<b>0,310</b>	11,9	44,2	44,1	0,373	14,3	32,5	30,8	0,187	7,2	23,3	59,0	0,237	9,1	15,4
02.03.2004	9,0	0,100	3,8	42,7	17,7	0,141	5,4	30,7	7,3				22,0				8,2				19,9			
03.03.2004	5,7				27,0				12,1	0,193	7,4	61,3	45,6	0,244	9,4	20,6	8,9				36,3			
04.03.2004	<b>14,0</b>	0,022	0,8	6,0	51,6	0,055	2,1	4,1	25,2	<b>0,367</b>	14,1	56,0	74,0	0,436	16,8	22,6	19,6	0,195	7,5	38,2	62,8	0,245	9,4	15,0
05.03.2004	<b>20,9</b>	0,028	1,1	5,2	48,3	0,062	2,4	4,9	21,5	<b>0,071</b>	2,7	12,7	<b>31,3</b>	0,109	4,2	13,4	21,2	0,050	1,9	9,0	39,8	0,086	3,3	8,3
06.03.2004									32,6	0,159	6,1	18,8	41,0	0,206	7,9	19,4								
07.03.2004									12,8				31,3											
08.03.2004	11,1				25,5				17,1				42,8				14,1				34,2			
09.03.2004																								
10.03.2004	<b>13,0</b>				45,0				13,0	0,171	6,6	50,6	45,0	0,220	8,4	18,8	13,0				45,0			

11.03.2004	16,6				49,3				10,8	0,049	1,9	17,5	23,8	0,085	3,3	13,8	13,7				36,6			
12.03.2004	21,1				44,7				13,9	0,095	3,7	26,3	25,6	0,136	5,2	20,4	17,5				35,2			
13.03.2004	19,2	0,097	3,7	19,4	41,2	0,138	5,3	12,9	14,9	<b>0,140</b>	5,4	36,1	18,9	0,186	7,1	37,8	17,1	0,119	4,6	26,7	30,1	0,162	6,2	20,7
14.03.2004	19,9				26,6				14,2				18,2				17,1				22,4			
15.03.2004	11,1				20,7																			
16.03.2004	19,2				33,9																			
17.03.2004	23,3				43,0				13,1				35,8				18,2				39,4			
18.03.2004	<b>17,9</b>	0,021	0,8	4,5	73,0	0,054	2,1	2,8	12,0	<b>0,035</b>	1,3	11,2	<b>29,7</b>	0,070	2,7	9,1	15,0	0,028	1,1	7,2	51,4	0,062	2,4	4,6
19.03.2004	10,9				24,4				8,6				16,4				9,8				20,4			
20.03.2004	6,8				32,6				10,7				33,9				8,8				33,3			
21.03.2004	5,9				30,6				7,7				34,5				6,8				32,6			
22.03.2004	8,0				40,4				7,1				37,3				7,6				38,9			
23.03.2004									13,0				42,8											
24.03.2004	<b>13,9</b>	0,018	0,7	5,0	68,9	0,051	2,0	2,8	13,6	<b>0,053</b>	2,0	15,0	<b>40,9</b>	0,090	3,5	8,5	13,8	0,036	1,4	9,9	54,9	0,071	2,7	4,9
25.03.2004	<b>13,5</b>	0,023	0,9	6,6	43,7	0,057	2,2	5,0	13,8	<b>0,091</b>	3,5	25,4	55,8	0,132	5,1	9,1	13,7	0,057	2,2	16,1	49,8	0,094	3,6	7,3
26.03.2004	<b>15,6</b>	0,022	0,8	5,4	65,8	0,055	2,1	3,2	14,7	<b>0,098</b>	3,8	25,6	<b>31,3</b>	0,139	5,3	17,1	15,2	0,060	2,3	15,2	48,6	0,097	3,7	7,7
27.03.2004	<b>14,2</b>	0,037	1,4	10,0	55,9	0,072	2,8	5,0	9,4	<b>0,052</b>	2,0	21,3	<b>32,7</b>	0,089	3,4	10,5	11,8	0,045	1,7	14,5	44,3	0,081	3,1	7,0
28.03.2004	11,8				38,0				15,5				32,8				13,7				35,4			
29.03.2004	<b>24,6</b>	0,010	0,4	1,6	77,9	0,042	1,6	2,1	11,4	<b>0,034</b>	1,3	11,5	<b>52,5</b>	0,069	2,7	5,1	18,0	0,022	0,8	4,7	65,2	0,056	2,1	3,3
30.03.2004									17,1				101,4											

**Tabell A2: Mengde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og andel (%) vedfyring av målte konsentrasjoner av  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  i Sofienbergparken i Oslo vinteren 2004 basert på analyser av sporstoffet levoglucosan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

Sofienberg 2004	Sofienberg	Levo	Ved- Andel	Sofienberg	Levo	Ved- Andel	Sofienberg	Levo	Ved- Andel	Sofienberg	Levo	Ved- Andel	Sofienberg	Levo	Ved- Andel	Sofienberg	Levo	Ved- Andel	Sofienberg	Levo	Ved- Andel			
Dicho Partisol	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	
Dato	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Natt	Natt	Natt	Natt	Natt	Natt	Natt	Natt	Døgn	Døgn	Døgn	Døgn	Døgn	Døgn	Døgn	Døgn	
22.01.2004								30,6	0,120	4,6	15,1	36,9	0,172	6,6	17,9									
23.01.2004								2,2				4,4												
24.01.2004																								
25.01.2004																								
26.01.2004																								
27.01.2004																								
28.01.2004	18,1	0,048	1,8	10,2	23,0	0,065	2,5	10,9	14,4	0,083	3,2	22,2	15,1	0,195	7,5	49,7	16,3	0,066	2,5	15,5	19,1	0,130	5,0	26,2
29.01.2004	17,1	0,260	10,0	58,5	20,1	0,285	11,0	54,5	16,1	0,332	12,8	79,3	16,1	0,397	15,3	94,9	16,6	0,296	11,4	68,6	18,1	0,341	13,1	72,5
30.01.2004	20,4	0,068	2,6	12,8	22,3	0,082	3,2	14,1	11,8				13,0				16,1						17,7	
31.01.2004	10,5				12,4				17,9	0,152	5,8	32,7	20,9	0,196	7,5	36,1	14,2							16,7
01.02.2004	24,7	0,223	8,6	34,7	27,3	0,252	9,7	35,5	38,9	0,715	27,5	70,7	44,3	0,823	31,7	71,5	31,8	0,469	18,0	56,7	35,8	0,538	20,7	57,7
02.02.2004																								
03.02.2004	17,1				21,4				12,7				15,9				14,9							18,7
04.02.2004	8,3	0,123	4,7	57,0	13,8	0,167	6,4	46,5	10,4				15,1				9,4							14,5
05.02.2004	37,1	0,248	9,5	25,7	49,3	0,299	11,5	23,3	37,8	0,353	13,6	35,9	49,5	0,420	16,2	32,7	37,5	0,301	11,6	30,9	49,4	0,360	13,8	28,0
06.02.2004	27,5	0,301	11,6	42,1	37,9	0,363	14,0	36,8	12,0	<b>0,102</b>	3,9	32,7	<b>14,8</b>	0,144	5,5	37,4	19,8	0,202	7,8	39,2	26,4	0,253	9,7	37,0
07.02.2004	5,3				8,0				4,4				7,4				4,9							7,7
08.02.2004																								
09.02.2004																								
10.02.2004																								
11.02.2004																								
12.02.2004																								







**Tabell A3: Mengde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og andel (%) vedfyring av målte konsentrasjoner av  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  ved RV4 (Trondheimsveien) i Oslo vinteren 2004 og vinteren 2004/05 basert på analyser av sporstoffet levoglucosan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

RV4 2004 og 2005	RV4	Levo	Vedfyring	Andel ved	RV4	Levo	Vedfyring	Andel ved	RV4	Levo	Vedfyring	Andel ved
KFG	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{10}$	Grov	Grov	Grov	Grov
Dato	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag	Dag
30.01.2004	26,0	0,115	4,4	17,0	37,5	<b>0,140</b>	<b>5,4</b>	<b>14,4</b>	11,5	<b>0,025</b>	<b>1,0</b>	<b>8,4</b>
31.01.2004	12,0				39,9				27,9			
01.02.2004	41,8	0,141	5,4	13,0	54,9	<b>0,169</b>	<b>6,5</b>	<b>11,8</b>	13,1	<b>0,028</b>	<b>1,1</b>	<b>8,2</b>
02.02.2004	22,3	0,118	4,5	20,4	44,3	<b>0,144</b>	<b>5,5</b>	<b>12,5</b>	22,0	<b>0,026</b>	<b>1,0</b>	<b>4,5</b>
03.02.2004	14,0				24,1				10,1			
04.02.2004	15,5	0,120	4,6	29,8	27,5	<b>0,146</b>	<b>5,6</b>	<b>20,4</b>	12,0	<b>0,026</b>	<b>1,0</b>	<b>8,2</b>
05.02.2004	25,5	0,212	8,2	32,0	50,2	<b>0,247</b>	<b>9,5</b>	<b>18,9</b>	24,7	<b>0,035</b>	<b>1,4</b>	<b>5,5</b>
06.02.2004	19,3	0,081	3,1	16,1	38,3	<b>0,103</b>	<b>4,0</b>	<b>10,3</b>	19,0	<b>0,022</b>	<b>0,8</b>	<b>4,4</b>
07.02.2004	4,8				7,3				2,5			
08.02.2004	4,9				5,0				0,1			
09.02.2004	9,6				21,5				11,9			
10.02.2004	29,7	0,282	10,8	36,5	69,5	<b>0,324</b>	<b>12,5</b>	<b>17,9</b>	39,8	<b>0,042</b>	<b>1,6</b>	<b>4,1</b>
11.02.2004	31,6	0,213	8,2	25,9	110,3	<b>0,248</b>	<b>9,5</b>	<b>8,7</b>	78,7	<b>0,035</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>
12.02.2004	21,4	0,077	3,0	13,8	37,6	<b>0,098</b>	<b>3,8</b>	<b>10,1</b>	16,2	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>5,1</b>
13.02.2004	20,8	0,304	11,7	56,2	51,7	<b>0,348</b>	<b>13,4</b>	<b>25,9</b>	30,9	<b>0,044</b>	<b>1,7</b>	<b>5,5</b>
14.02.2004												
15.02.2004	40,6	0,494	19,0	46,8	71,3	<b>0,558</b>	<b>21,5</b>	<b>30,1</b>	30,7	<b>0,064</b>	<b>2,5</b>	<b>8,0</b>
16.02.2004	28,5	0,161	6,2	21,7	47,5	<b>0,191</b>	<b>7,3</b>	<b>15,5</b>	19,0	<b>0,030</b>	<b>1,2</b>	<b>6,1</b>
17.02.2004	6,5				12,0				5,5			
18.02.2004	5,6				13,7				8,1			
19.02.2004												
20.02.2004	22,5	0,227	8,7	38,8	29,4	<b>0,264</b>	<b>10,1</b>	<b>34,4</b>	6,9	<b>0,037</b>	<b>1,4</b>	<b>20,3</b>
21.02.2004	18,5				48,1				29,6			
22.02.2004												
23.02.2004	13,7	0,076	2,9	21,3	71,9	<b>0,097</b>	<b>3,7</b>	<b>5,2</b>	58,2	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>
24.02.2004	13,1	0,061	2,3	17,9	73,9	<b>0,081</b>	<b>3,1</b>	<b>4,2</b>	60,8	<b>0,020</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>
25.02.2004	26,9	0,188	7,2	26,9	143,0	<b>0,221</b>	<b>8,5</b>	<b>5,9</b>	116,1	<b>0,033</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
26.02.2004												
27.02.2004	<b>10,2</b>	0,048	1,8	<b>18,1</b>	60,2	<b>0,066</b>	<b>2,6</b>	<b>4,2</b>	50,0	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>
28.02.2004	8,5				28,7				20,2			
29.02.2004												
01.03.2004												
02.03.2004	4,8				8,8				4,0			
03.03.2004	<b>14,5</b>	0,047	1,8	<b>12,5</b>	67,0	<b>0,065</b>	<b>2,5</b>	<b>3,8</b>	52,5	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>
04.03.2004	35,7	0,273	10,5	29,4	162,6	<b>0,314</b>	<b>12,1</b>	<b>7,4</b>	126,9	<b>0,041</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>
05.03.2004	34,9	0,177	6,8	19,5	145,8	<b>0,209</b>	<b>8,0</b>	<b>5,5</b>	110,9	<b>0,032</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>
06.03.2004	40,0	0,243	9,3	23,4	131,6	<b>0,281</b>	<b>10,8</b>	<b>8,2</b>	91,6	<b>0,038</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>
07.03.2004	<b>18,9</b>	0,036	1,4	<b>7,3</b>	67,1	<b>0,053</b>	<b>2,0</b>	<b>3,1</b>	48,2	<b>0,017</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>
08.03.2004												
09.03.2004	22,0	0,222	8,5	38,8	109,1	<b>0,258</b>	<b>9,9</b>	<b>9,1</b>	87,1	<b>0,036</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>
10.03.2004	15,4	0,096	3,7	24,0	81,9	<b>0,119</b>	<b>4,6</b>	<b>5,6</b>	66,5	<b>0,023</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>
11.03.2004	22,4	0,030	1,2	5,2	77,8	<b>0,047</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>	55,4	<b>0,017</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>
12.03.2004	22,1	0,064	2,5	11,1	64,3	<b>0,084</b>	<b>3,2</b>	<b>5,0</b>	42,2	<b>0,020</b>	<b>0,8</b>	<b>1,8</b>
13.03.2004	19,9				45,8				25,9			
14.03.2004	17,9	0,073	2,8	15,7	29,8	<b>0,094</b>	<b>3,6</b>	<b>12,1</b>	11,9	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>6,8</b>
15.03.2004	<b>17,6</b>	0,022	0,8	4,8	58,6	<b>0,038</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	41,0	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,5</b>
16.03.2004	24,4	0,047	1,8	7,4	90,5	<b>0,065</b>	<b>2,5</b>	<b>2,8</b>	66,1	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>1,1</b>

17.03.2004	24,7	0,032	1,2	5,0	89,0	<b>0,049</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	64,3	<b>0,017</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>
18.03.2004	21,0	0,045	1,7	8,2	110,3	<b>0,063</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	89,3	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>
19.03.2004	16,7	0,039	1,5	9,0	68,2	<b>0,057</b>	<b>2,2</b>	<b>3,2</b>	51,5	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>
20.03.2004												
21.03.2004	6,6				20,2				13,6			
22.03.2004	9,8				50,8				41,0			
23.03.2004	<b>10,4</b>				62,6				52,2			
24.03.2004	17,6	0,050	1,9	10,9	101,4	<b>0,069</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	83,8	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>
25.03.2004												
26.03.2004	18,6	0,058	2,2	12,0	80,1	<b>0,077</b>	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	61,5	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>
27.03.2004												
28.03.2004	<b>18,6</b>	0,029	1,1	<b>6,0</b>	82,7	<b>0,046</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	64,1	<b>0,017</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>
29.03.2004												
30.03.2004	21,3	0,048	1,8	8,7	140,5	<b>0,066</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	119,2	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
31.03.2004	13,2	0,082	3,2	23,9	66,2	<b>0,104</b>	<b>4,0</b>	<b>6,0</b>	53,0	<b>0,022</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>
01.04.2004	15,8	0,029	1,1	7,1	107,3	<b>0,046</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	91,5	<b>0,017</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>
02.04.2004	14,4	0,042	1,6	11,2	83,1	<b>0,060</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>	68,7	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>
03.04.2004	<b>20,3</b>	0,074	2,8	<b>14,0</b>	64,4	<b>0,095</b>	<b>3,7</b>	<b>5,7</b>	44,1	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>1,8</b>
04.04.2004	14,4				22,7				8,3			
05.04.2004	15,5				45,7				30,2			
06.04.2004	7,9				31,0				23,1			
07.04.2004	7,3				13,6				6,3			
08.04.2004												
09.04.2004												
10.04.2004												
11.04.2004												
12.04.2004												
13.04.2004	17,6	0,024	0,9	5,2	69,6	<b>0,040</b>	<b>1,5</b>	<b>2,2</b>	52,0	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>
14.04.2004	<b>18,4</b>				65,3				46,9			
15.04.2004	23,6	0,011	0,4	1,8	76,4	<b>0,026</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	52,8	<b>0,015</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>
16.04.2004	35,5	0,020	0,8	2,2	97,8	<b>0,036</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	62,3	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>
17.04.2004	34,9	0,055	2,1	6,1	97,3	<b>0,074</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	62,4	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>
18.04.2004	27,3	0,079	3,0	11,1	64,4	<b>0,101</b>	<b>3,9</b>	<b>6,0</b>	37,1	<b>0,022</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>
19.04.2004	<b>15,1</b>	0,034	1,3	8,7	59,4	<b>0,051</b>	<b>2,0</b>	<b>3,3</b>	44,3	<b>0,017</b>	<b>0,7</b>	<b>1,5</b>
20.04.2004	<b>18,5</b>	0,016	0,6	3,3	59,1	<b>0,031</b>	<b>1,2</b>	<b>2,0</b>	40,6	<b>0,015</b>	<b>0,6</b>	<b>1,4</b>
21.04.2004	<b>10,3</b>	0,006	0,2	2,2	61,8	<b>0,020</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	51,5	<b>0,014</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>
22.04.2004	<b>16,3</b>	0,005	0,2	1,2	65,5	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>1,1</b>	49,2	<b>0,014</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>
23.04.2004	<b>17,1</b>	0,006	0,2	1,3	58,6	<b>0,020</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	41,5	<b>0,014</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>
24.04.2004	8,2				29,4				21,2			
25.04.2004	8,3				24,2				15,9			
26.04.2004	11,3				25,5				14,2			
27.04.2004	15,9				31,5				15,6			
28.04.2004	<b>24,4</b>				71,0				46,6			
29.04.2004	<b>19,8</b>	0,002	0,1	<b>0,4</b>	59,4	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	39,6	<b>0,014</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>
30.04.2004	19,9	0,019	0,7	3,7	69,6	<b>0,035</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	49,7	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>
01.10.2004	14,9				29,0				14,1			
02.10.2004	12,2				18,5				6,3			
03.10.2004	11,8				17,4				5,6			
04.10.2004	8,3				14,3				6,0			
05.10.2004	17,2				30,0				12,8			
06.10.2004	16,6				27,5				10,9			
07.10.2004	14,5				25,1				10,6			
08.10.2004	5,8				14,5				8,7			

09.10.2004	16,4				27,5				11,1			
10.10.2004	11,9				17,6				5,7			
11.10.2004	12,2				31,8				19,6			
12.10.2004	18,5				36,1				17,6			
13.10.2004	19,5				29,1				9,6			
14.10.2004	21,2				27,7				6,5			
15.10.2004	16,2				19,5				3,3			
16.10.2004	11,8	0,086	3,3	28,0	11,0	0,102	3,9	35,7	-0,8	0,016	0,6	
17.10.2004	13,6	0,073	2,8	20,6	12,4	0,096	3,7	29,8	-1,2	0,023	0,9	
18.10.2004	7,2				7,3				0,1			
19.10.2004	7,4				13,6				6,2			
20.10.2004	14,3				34,0				19,7			
21.10.2004	8,8				16,4				7,6			
22.10.2004	11,7				24,9				13,2			
23.10.2004	11,9				20,3				8,4			
24.10.2004	11,9				19,6				7,7			
25.10.2004	13,8				18,5				4,7			
26.10.2004	14,8				28,7				13,9			
27.10.2004	26,1	0,172	6,6	25,3	68,8	0,226	8,7	12,6	42,7	0,054	2,1	4,9
28.10.2004	21,1				36,7				15,6			
29.10.2004	5,0				15,1				10,1			
30.10.2004	7,1				5,9				-1,2			
31.10.2004	17,8				35,3				17,5			
01.11.2004	28,3	0,228	8,8	31,0	105,9	0,243	9,3	8,8	77,6	0,015	0,6	0,7
02.11.2004	24,0	0,116	4,5	18,6	71,6	0,170	6,5	9,1	47,6	0,054	2,1	4,4
03.11.2004	9,4				22,6				13,2			
04.11.2004	16,3				25,3				9,0			
05.11.2004	12,8				48,9				36,1			
06.11.2004	4,8				18,9				14,1			
07.11.2004	14,2				43,5				29,3			
08.11.2004	<b>21,6</b>	0,104	4,0	<b>18,5</b>	51,3	<b>0,128</b>	<b>4,9</b>	<b>9,6</b>	29,7	<b>0,024</b>	<b>0,9</b>	<b>3,1</b>
09.11.2004	<b>15,7</b>	0,026	1,0	<b>6,4</b>	50,1	<b>0,042</b>	<b>1,6</b>	<b>3,2</b>	34,4	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>
10.11.2004	6,3				6,1				-0,2			
11.11.2004	11,1				31,8				20,7			
12.11.2004	4,6				32,4				27,8			
13.11.2004	11,3				49,1				37,8			
14.11.2004	9,3				32,1				22,8			
15.11.2004	<b>12,3</b>	0,065	2,5	<b>20,3</b>	59,2	<b>0,085</b>	<b>3,3</b>	<b>5,5</b>	46,9	<b>0,020</b>	<b>0,8</b>	<b>1,7</b>
16.11.2004	<b>16,1</b>	0,104	4,0	<b>24,8</b>	71,0	<b>0,128</b>	<b>4,9</b>	<b>6,9</b>	54,9	<b>0,024</b>	<b>0,9</b>	<b>1,7</b>
17.11.2004	<b>19,9</b>	0,078	3,0	<b>15,1</b>	81,5	<b>0,100</b>	<b>3,8</b>	<b>4,7</b>	61,6	<b>0,022</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>
18.11.2004	13,5				16,4				2,9			
19.11.2004	32,5	0,258	9,9	30,5	40,7	0,287	11,0	27,1	8,2	0,029	1,1	13,6
20.11.2004	9,7				14,9				5,2			
21.11.2004	29,4	0,293	11,3	38,3	35,7	0,332	12,8	35,8	6,3	0,039	1,5	23,8
22.11.2004	7,7				10,2				2,5			
23.11.2004	11,1				15,6				4,5			
24.11.2004	13,1				20,9				7,8			
25.11.2004	11,4				17,8				6,4			
26.11.2004	5,0				5,8				0,8			
27.11.2004	13,9				19,9				6,0			
28.11.2004	10,7				11,4				0,7			
29.11.2004	28,7	0,206	7,9	27,6	38,4	0,243	9,3	24,3	9,7	0,037	1,4	14,7
30.11.2004	22,9				41,8				18,9			
01.12.2004	11,1				21,3				10,2			

02.12.2004	16,1				21,6				5,5			
03.12.2004	18,8				25,8				7,0			
04.12.2004	19,0				25,7				6,7			
05.12.2004	10,5				15,4				4,9			
06.12.2004	20,4	0,188	7,2	35,4	56,1	0,190	7,3	13,0	35,7	0,002	0,1	0,2
07.12.2004	8,7				41,1				32,4			
08.12.2004	28,3	0,255	9,8	34,7	103,1	0,276	10,6	10,3	74,8	0,021	0,8	1,1
09.12.2004	43,6	0,278	10,7	24,5	61,8	0,285	11,0	17,7	18,2	0,007	0,3	1,5
10.12.2004	19,9				26,5				6,6			
11.12.2004	24,0				31,8				7,8			
12.12.2004	26,1	0,258	9,9	38,0	34,7	0,310	11,9	34,4	8,6	0,052	2,0	23,3
13.12.2004	42,5	0,247	9,5	22,4	54,7	0,287	11,0	20,2	12,2	0,040	1,5	12,6
14.12.2004	15,7				21,3				5,6			
15.12.2004	13,9				30,5				16,6			
16.12.2004	9,9				16,3				6,4			
17.12.2004	8,2				25,1				16,9			
18.12.2004	8,7				44,4				35,7			
19.12.2004	24,0	0,224	8,6	35,9	112,4	0,293	11,3	10,0	88,4	0,069	2,7	3,0
20.12.2004	37,8	0,212	8,2	21,6	112,8	0,269	10,3	9,2	75,0	0,057	2,2	2,9
21.12.2004	24,8	0,155	6,0	24,0	35,3	0,157	6,0	17,1	10,5	0,002	0,1	0,7
22.12.2004					36,4							
23.12.2004	10,6				15,5				4,9			
24.12.2004	<b>30,8</b>	0,162	6,2	<b>20,2</b>	82,9	<b>0,192</b>	<b>7,4</b>	<b>8,9</b>	52,1	<b>0,030</b>	<b>1,2</b>	<b>2,2</b>
25.12.2004	4,8				5,0				0,2			
26.12.2004	27,9	0,209	8,0	28,8	33,4	0,292	11,2	33,6	5,5	0,083	3,2	58,0
27.12.2004	24,4	0,161	6,2	25,4	28,4	0,232	8,9	31,4	4,0	0,071	2,7	68,3
28.12.2004	10,5				20,3				9,8			
29.12.2004	17,7				27,2				9,5			
30.12.2004	17,1				21,5				4,4			
31.12.2004	46,8	0,141	5,4	11,6	58,1	0,152	5,8	10,1	11,3	0,011	0,4	3,7
01.01.2005	27,0	0,174	6,7	24,8	36,2	0,226	8,7	24,0	9,2	0,052	2,0	21,7
02.01.2005	5,8				25,1				19,3			
03.01.2005	3,3				47,4				44,1			
04.01.2005	21,9				33,3				11,4			
05.01.2005	14,0				25,1				11,1			
06.01.2005												
07.01.2005												
08.01.2005	10,3				5,6				-4,7			
09.01.2005	9,2				40,4				31,2			
10.01.2005	12,0				21,0				9,0			
11.01.2005	17,6				48,1				30,5			
12.01.2005	11,2				32,3				21,1			
13.01.2005	<b>13,4</b>	0,116	4,5	<b>33,3</b>	64,6	<b>0,141</b>	<b>5,4</b>	<b>8,4</b>	51,2	<b>0,025</b>	<b>1,0</b>	<b>1,9</b>
14.01.2005	<b>16,3</b>	0,094	3,6	<b>22,2</b>	65,8	<b>0,117</b>	<b>4,5</b>	<b>6,8</b>	49,5	<b>0,023</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>
15.01.2005	9,1				43,4				34,3			
16.01.2005	18,7				30,3				11,6			
17.01.2005	10,0				18,6				8,6			
18.01.2005	11,1				19,8				8,7			
19.01.2005	18,5				25,8				7,3			
20.01.2005					10,2							
21.01.2005	5,8				12,8				7,0			
22.01.2005	<b>17,0</b>	0,127	4,9	<b>28,7</b>	68,3	<b>0,153</b>	<b>5,9</b>	<b>8,6</b>	51,3	<b>0,026</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>
23.01.2005	9,3				39,6				30,3			
24.01.2005	10,3				39,7				29,4			

25.01.2005	20,0	0,201	7,7	38,7	84,4	0,247	9,5	11,3	64,4	0,046	1,8	2,7
26.01.2005	45,5	0,191	7,3	16,1	100,9	0,212	8,2	8,1	55,4	0,021	0,8	1,5
27.01.2005	34,2	0,226	8,7	25,4	65,8	0,229	8,8	13,4	31,6	0,003	0,1	0,4
28.01.2005	17,2				28,3				11,1			
29.01.2005	18,2				22,8				4,6			
30.01.2005	18,2				23,6				5,4			
31.01.2005	8,6				49,1				40,5			
01.02.2005	22,9	0,157	6,0	26,4	126,9	0,205	7,9	6,2	104,0	0,048	1,8	1,8
02.02.2005	28,4	0,132	5,1	17,9	119,6	0,158	6,1	5,1	91,2	0,026	1,0	1,1
03.02.2005	<b>29,4</b>	0,123	4,7	<b>16,1</b>	53,7	<b>0,149</b>	<b>5,7</b>	<b>10,7</b>	24,3	<b>0,026</b>	<b>1,0</b>	<b>4,1</b>
04.02.2005	18,6				25,0				6,4			
05.02.2005	23,1				37,6				14,5			
06.02.2005	32,9	0,116	4,5	13,6	68,7	0,143	5,5	8,0	35,8	0,027	1,0	2,9
07.02.2005	<b>36,7</b>	0,169	6,5	<b>17,7</b>	88,8	<b>0,200</b>	<b>7,7</b>	<b>8,7</b>	52,1	<b>0,031</b>	<b>1,2</b>	<b>2,3</b>
08.02.2005	<b>36,3</b>	0,168	6,5	<b>17,8</b>	86,6	<b>0,199</b>	<b>7,6</b>	<b>8,8</b>	50,3	<b>0,031</b>	<b>1,2</b>	<b>2,3</b>
09.02.2005	41,8	0,143	5,5	13,2	54,5	0,174	6,7	12,3	12,7	0,031	1,2	9,4
10.02.2005	9,2				40,8				31,6			
11.02.2005	<b>12,6</b>	0,077	3,0	<b>23,5</b>	73,7	<b>0,098</b>	<b>3,8</b>	<b>5,1</b>	61,1	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>
12.02.2005	11,2				36,1				24,9			
13.02.2005	4,1				14,1				10,0			
14.02.2005	9,0				23,3				14,3			
15.02.2005	17,1				44,5				27,4			
16.02.2005	33,9	0,208	8,0	23,6	146,4	0,244	9,4	6,4	112,5	0,036	1,4	1,2
17.02.2005	24,3	0,196	7,5	31,0	103,2	0,242	9,3	9,0	78,9	0,046	1,8	2,2
18.02.2005	12,0				24,8				12,8			
19.02.2005	5,4				22,9				17,5			
20.02.2005	6,4				28,3				21,9			
21.02.2005	7,0				13,4				6,4			
22.02.2005	9,5				21,0				11,5			
23.02.2005	15,6				30,5				14,9			
24.02.2005	28,8	0,205	7,9	27,4	102,1	0,240	9,2	9,0	73,3	0,035	1,3	1,8
25.02.2005	<b>15,7</b>	0,077	3,0	<b>18,9</b>	59,6	<b>0,098</b>	<b>3,8</b>	<b>6,4</b>	43,9	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>1,9</b>
26.02.2005	2,5				17,3				14,8			
27.02.2005	<b>12,3</b>	0,107	4,1	<b>33,5</b>	56,8	<b>0,131</b>	<b>5,1</b>	<b>8,9</b>	44,5	<b>0,024</b>	<b>0,9</b>	<b>2,1</b>
28.02.2005	11,0				39,4				28,4			
01.03.2005	7,0				10,4				3,4			
02.03.2005	<b>32,3</b>	0,124	4,8	<b>14,8</b>	92,8	<b>0,150</b>	<b>5,8</b>	<b>6,2</b>	60,5	<b>0,026</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>
03.03.2005	34,4	0,150	5,8	16,8	114,1	0,219	8,4	7,4	79,7	0,069	2,7	3,3
04.03.2005	18,8				30,2				11,4			
05.03.2005	25,6				41,9				16,3			
06.03.2005	<b>25,5</b>	0,117	4,5	<b>17,6</b>	83,5	<b>0,142</b>	<b>5,5</b>	<b>6,6</b>	58,0	<b>0,025</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>
07.03.2005	<b>14,6</b>	0,056	2,2	<b>14,8</b>	66,3	<b>0,075</b>	<b>2,9</b>	<b>4,4</b>	51,7	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>
08.03.2005	<b>11,8</b>	0,062	2,4	<b>20,2</b>	51,2	<b>0,082</b>	<b>3,1</b>	<b>6,2</b>	39,4	<b>0,020</b>	<b>0,8</b>	<b>1,9</b>
09.03.2005	20,3	0,167	6,4	31,6	94,6	0,180	6,9	7,3	74,3	0,013	0,5	0,7
10.03.2005	21,5	0,132	5,1	23,6	103,7	0,150	5,8	5,6	82,2	0,018	0,7	0,8
11.03.2005	1,8				3,4				1,6			
12.03.2005	5,7				12,9				7,2			
13.03.2005	14,7				47,8				33,1			
14.03.2005	13,7				30,2				16,5			
15.03.2005	29,6	0,054	2,1	7,0	121,4	0,078	3,0	2,5	91,8	0,024	0,9	1,0
16.03.2005	18,4				26,7				8,3			
17.03.2005	13,4				17,9				4,5			
18.03.2005	12,2				39,9				27,7			
19.03.2005	<b>18,7</b>	0,074	2,8	<b>15,2</b>	50,4	<b>0,095</b>	<b>3,7</b>	<b>7,3</b>	31,7	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>2,6</b>

20.03.2005	21,7	0,136	5,2	24,1	55,6	0,142	5,5	9,8	33,9	0,006	0,2	0,7
21.03.2005	<b>31,6</b>	0,056	2,2	<b>6,8</b>	78,8	<b>0,075</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>	47,2	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>1,6</b>
22.03.2005	36,4	0,100	3,8	10,6	97,1	0,102	3,9	4,0	60,7	0,002	0,1	0,1
23.03.2005	<b>41,7</b>	0,090	3,5	<b>8,3</b>	81,2	<b>0,113</b>	<b>4,3</b>	<b>5,3</b>	39,5	<b>0,023</b>	<b>0,9</b>	<b>2,2</b>
24.03.2005	30,4	0,121	4,7	15,3	55,4	0,139	5,3	9,7	25,0	0,018	0,7	2,8
25.03.2005	<b>24,1</b>	0,080	3,1	<b>12,8</b>	51,0	<b>0,102</b>	<b>3,9</b>	<b>7,7</b>	26,9	<b>0,022</b>	<b>0,8</b>	<b>3,1</b>
26.03.2005	12,2				42,9				30,7			
27.03.2005	14,0				47,2				33,2			
28.03.2005	9,0				36,7				27,7			
29.03.2005	9,7				28,4				18,7			
30.03.2005	<b>20,3</b>	0,034	1,3	<b>6,4</b>	73,7	<b>0,051</b>	<b>2,0</b>	<b>2,7</b>	53,4	<b>0,017</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>
31.03.2005	23,3	0,066	2,5	10,9	87,5	0,082	3,2	3,6	64,2	0,016	0,6	1,0
01.04.2005	<b>30,8</b>	0,049	1,9	<b>6,1</b>	83,0	<b>0,068</b>	<b>2,6</b>	<b>3,1</b>	52,2	<b>0,019</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>
02.04.2005	<b>51,9</b>	0,076	2,9	<b>5,6</b>	91,8	<b>0,097</b>	<b>3,7</b>	<b>4,1</b>	39,9	<b>0,021</b>	<b>0,8</b>	<b>2,1</b>
03.04.2005	48,6	0,066	2,5	5,2	88,6	0,068	2,6	3,0	40,0	0,002	0,1	0,2
04.04.2005	58,9	0,067	2,6	4,4	117,8	0,077	3,0	2,5	58,9	0,010	0,4	0,7
05.04.2005	12,0				41,3				29,3			
06.04.2005	12,6				29,7				17,1			
07.04.2005	11,7				29,9				18,2			
08.04.2005	10,2				42,5				32,3			
09.04.2005	7,2				31,0				23,8			
10.04.2005	7,4				23,9				16,5			
11.04.2005	10,2				42,1				31,9			
12.04.2005	9,0				43,5				34,5			
13.04.2005	11,0				42,5				31,5			
14.04.2005	<b>15,8</b>	0,039	1,5	<b>9,5</b>	57,7	<b>0,057</b>	<b>2,2</b>	<b>3,8</b>	41,9	<b>0,018</b>	<b>0,7</b>	<b>1,6</b>
15.04.2005	9,2				39,1				29,9			
16.04.2005	5,5				17,0				11,5			
17.04.2005	4,4				13,2				8,8			
18.04.2005	5,1				18,9				13,8			
19.04.2005	9,4				40,6				31,2			
20.04.2005	8,6				30,7				22,1			
21.04.2005	3,1				21,1				18,0			
22.04.2005	7,6				35,5				27,9			
23.04.2005	8,7				25,1				16,4			
24.04.2005	9,2				23,3				14,1			
25.04.2005	13,0				46,8				33,8			
26.04.2005	<b>15,9</b>	0,019	0,7	<b>4,6</b>	50,0	<b>0,035</b>	<b>1,3</b>	<b>2,7</b>	34,1	<b>0,016</b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>
27.04.2005	14,0				47,3				33,3			
28.04.2005	17,8				49,9				32,1			



RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 43/2008	ISBN: 978-82-425-2473-7 (trykt) 978-82-425-2474-4 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 54	PRIS NOK 150,-
TITTEL Vedfyringsbidrag på dager med høy PM10 i Oslo Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensningen av partikler i luft. Fase 2a		PROSJEKTLEDER Steinar Larssen NILU PROSJEKT NR. O-105110	
FORFATTER(E) Steinar Larssen og Leif Otto Hagen		TILGJENGELIGHET * A OPPDRAAGS GIVERS REF. Roar Gammelsæter	
OPPDRAAGS GIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	By- og trafikkforurensning		
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har gjennomført en studie av bidrag fra utslipp av vedfyring til PM-forurensning i luft i Norge. Fase 1 av studien omfattet et måleprogram i Oslo vinteren/våren 2004 på to målestasjoner, Kirkeveien og Sofienbergparken, samt bakgrunnsstasjonen Glittre i Hakadal. Denne fase 2a omfatter en studie av vedfyringsbidraget i Oslo spesielt for de mest forurensede dagene. Vedfyring i Oslo bidrar med rundt 35% til PM2,5 og 20-25% til PM10 i gjennomsnitt om vinteren, og mindre ved sterkt trafikkerte veier. På dager med høy forurensning (>50 µg/m <sup>3</sup> ) kan vedfyringsbidraget bli svært høyt, for eksempel over 50% på noen dager ved Kirkeveien.			
TITLE Study of contributions from small scale wood burning to PM in air in cities in Norway – Phase 2A: days with high PM concentrations.			
ABSTRACT NILU has carried out an investigation of contributions from small scale wood burning to PM concentrations in air in cities in Norway. In this project phase (Phase 2a) the contributions from wood burning in Oslo on days with PM >50 µg/m <sup>3</sup> has been studied. While wood burning contributes about 35% to PM2.5 and 20-25% to PM10 as winter average, the contribution on high PM10 days can be as high as 50%, making wood burning the main contributor.			

\* Kategorier

A	Åpen – kan bestilles fra NILU
B	Begrenset distribusjon
C	Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-105110  
DATO: JANUAR 2012  
ISBN: 978-82-425-2473-7 (trykt)  
978-82-425-2474-4 (elektronisk)

NILU - Norsk institutt for luftforskning er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåking og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.