

---

# **PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> i Trondheim vinteren 2005/06**

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

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 Måleprogram i Trondheim vinteren 2005/06 .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Måleresultater for PM i Trondheim.....</b>	<b>11</b>
5.1 PM-nivået målt i perioden.....	11
5.2 Sammenligning mellom måle metodene .....	14
<b>6 Analyser og resultater - Levoglucosan .....</b>	<b>17</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>18</b>
<b>Vedlegg A Døgnmiddelkonsentrasjoner av PM ved Bakke kirke og Singsaker .....</b>	<b>19</b>
<b>Vedlegg B Analyser av levoglucosan i Trondheim: Interferenser .....</b>	<b>25</b>
<b>Vedlegg C Resultat av levoglucosan-analyser.....</b>	<b>29</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 v/Aker Sykehus tatt som en del av 'miljøfartsgrense-prosjektet' finansiert av Statens vegvesen Oslo (Hagen et al., 2005).

Fase 2b i vedfyringsstudien som rapporteres her, har omfattet prøvetaking av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Bakke kirke og Singsaker skole vinteren 2005/06. Prøvene er analysert for stoffet levoglucosan, som er et sporstoff for vedfyring. Hensikten var 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.

Bakke kirke er en relativt sterkt eksponert trafikkstasjon der en venter relativt høye PM-nivåer p.g.a. bidrag fra biltrafikken, ikke minst fra oppvirvlet veistøv, og fra vedfyring i området. Stasjonen ved Singsaker skole ble valgt ut som en stasjon i et typisk boligområde som er eksponert for utslipp fra vedfyring, og som også påvirkes av veitrafikk i nærheten. Filtre fra et utvalg dager er analysert for sporstoffet levoglucosan for å bestemme bidraget fra vedfyring til konsentrasjonen av PM. For de dagene som er plukket ut er filtre fra begge målestasjonene analysert. I alt er ca 200 filtre analysert.

Målinger ble tatt over perioden fra 10. november 2005 til 8. april 2006. I denne perioden var PM<sub>10</sub>-konsentrasjonen ved begge stasjonene over 50 µg/m<sup>3</sup> på ca 10 dager. EUs og Norges grenseverdi for PM<sub>10</sub> tilsier at 50 µg/m<sup>3</sup> ikke skal overskrides på mer enn 35 dager i løpet av et år. I forhold til dette var nivået ved målestasjonene relativt lavt i perioden, som dekket nesten et helt vinterhalvår der de fleste PM-overskridelser typisk vil finne sted.

PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> på de to stasjonene samvarierte i stor grad, og ofte var PM-konsentrasjonen nær den samme på de to stasjonene. De høyeste konsentrasjonene ble målt på stasjonen ved Singsaker skole, med verdier opp mot og over 100 µg/m<sup>3</sup> på to av dagene. Høyeste konsentrasjon ved Bakke kirke var 80 µg/m<sup>3</sup>.

På dager da PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> var omtrent like, som antyder at vedfyringsutslipp er en betydelig kilde, kunne PM-konsentrasjonen komme opp mot og over 50 µg/m<sup>3</sup>.

Det oppsto problemer under analysene av prøvene for levoglucosan. Det opptrådte en interferens-topp i analysekromatogrammene som delvis dekker over toppen for levoglucosan. Lignende problemer har NILU ikke erfart tidligere gjennom flere år med levoglucosan-analyser fra en rekke steder i Norge og Europa. Interferens-toppen gjør at levoglucosan ikke kan kvantifiseres i disse prøvene fra Trondheim. Dermed kunne ikke bidraget til PM-konsentrasjonene bli kvantifisert.

# **PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> i Trondheim vinteren 2005/06**

## **Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensningen av partikler i luft**

### **Fase 2b**

#### **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 luftkvalitetsdirektiv 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; Sundvor et al., 2009). Bidragene fra biltrafikken er dels fra selve bileksosen, der dieselpartikler er viktigst, og dels fra veistøvet, som dannes hovedsakelig ved piggdekkenes 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 oppvirket 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) ved 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 2a1: Denne fasen omfattet 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 ble 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). Resultater presenteres i egen rapport.
- Fase 2a2: Denne fasen omfattet ytterligere spredningsberegninger og analyser for Oslo etter at det er lagt inn en temperaturkorrigeringsrutine for vedfyringsutslippet. Temperaturkorrigeringsrutinene er utarbeidet av Statistisk sentralbyrå (SSB) på oppdrag fra Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Beregningene ble gjennomført også på grunnlag av oppdatering av trafikkdataene rundt målestasjonene og gjennomgang av utslippsfaktorene for eksos, for å se på for muligheter for forbedringer i



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

- Fase 2b: 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 satte derfor av midler for å gjennomføre et måleprogram for PM på to stasjoner i Trondheim vinteren 2005/06 (november-mars). Et utvalg av støvprøvene er analysert på levoglucosan, som er et sporstoff for vedfyring. Denne foreliggende rapporten gjelder resultatene fra Fase 2b.

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

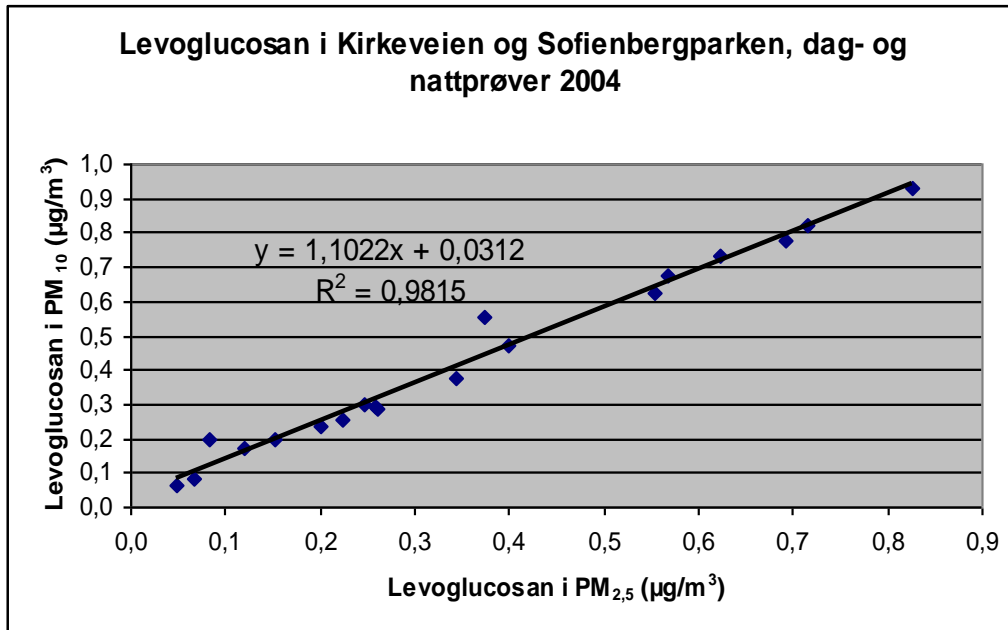
Levoglucosan dannes ved nedbrytning av cellulose under forbrenning av ved, og anses å være et spesifikt sporstoff for vedfyring. Dersom forholdet mellom utslipp av partikler og levoglucosan er kjent, kan vedfyringsbidraget til PM bestemmes ved å analysere PM-prøver for mengden levoglucosan.

Fase 1 i dette prosjektet har gitt et estimat av vedfyringens bidrag til PM i Oslo på grunnlag av tidligere analyser av levoglucosan (Larssen og Hagen, 2006). Det ble her konkludert med at i Oslo utgjør levoglucosan 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 vedfyringsbidraget også i denne fraksjonen.

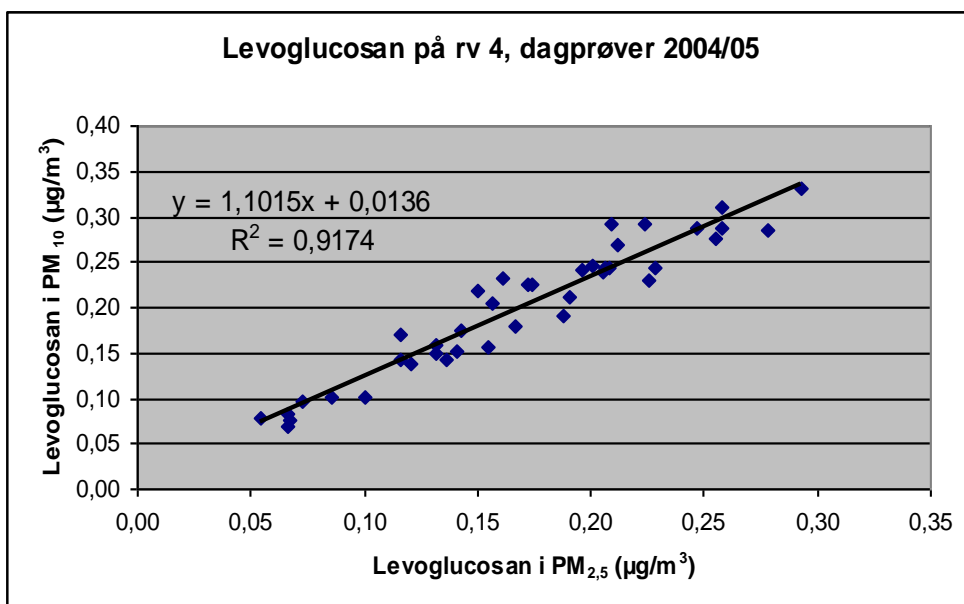
Analysene viste at det var små mengder levoglucosan i alle prøvene i grovfraksjonen. Konsentrasjonen av levoglucosan i PM<sub>10</sub> ble bestemt som summen av konsentrasjonene i fin- og grovfraksjonen. Figur 1 viser samvariasjonen mellom levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> samlet for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

Figuren viser en sterk grad av samvariasjon og at det ikke er noen vesentlig forskjell mellom stasjonene eller mellom dag og natt. Dette tyder på at all levoglucosan kommer direkte fra vedfyring og at eventuell oppvirvling fra bakken f.eks. på grunn av biltrafikken i Kirkeveien ikke synes å bidra til levoglucosan i luft. 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.



Figur 1: Samvariasjon mellom levoglucosan i  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  i  $PM$ -prøver fordelt på dag og natt i Kirkeveien og Sofienbergparken vinteren 2004 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

I "miljøfartsgrense"-prosjektet på Riksvei 4 (RV4) v/Aker Sykehus ble 40 dagprøver av  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  fra vinteren 2004/05 analysert for levoglucosan (Hagen et al., 2005). Disse resultatene er vist i Figur 2.



Figur 2: Samvariasjon mellom levoglucosan i  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  i 40  $PM$ -prøver på dagtid fra RV4 (Trondheimsveien) fra vinteren 2004/05 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Resultatene viser en sammenheng mellom levoglucosan i  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  på RV4 som er nesten identisk lik sammenhengen i Kirkeveien og Sofienbergparken, dvs. 90% og 10% i h.h.v. fin- og grov-fraksjonen. Større spredning i dataene omkring

regresjonslinjen på RV4 enn i Kirkeveien og Sofienbergparken skyldes trolig at det er brukt to separate prøvetakere på RV4, én for  $PM_{10}$  og én for  $PM_{2,5}$ . 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.

#### 4 Måleprogram i Trondheim vinteren 2005/06

Målinger av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  med innsamling av partikler på filtre for vektbestemmelse og analyse av kjemisk sammensetning er utført ved to målestasjoner i Trondheim, Bakke kirke og Singsaker skole, se Figur 3. På alle filterprøvene ble  $PM$ -vekten bestemt, og et utvalg av prøvene ble analysert for vedfyringsporstoffet levoglucosan. Prøvene er tatt over 24 timer med prøveskift ca. kl 10.



Figur 3: Målestasjoner for prøvetaking av  $PM$  i Trondheim vinteren 2005/2006.

Hensikten med dette måleprogrammet var å bestemme vedfyringsbidraget i sentrale områder med relativt høye PM-konsentrasjoner. SFT er spesielt interessert i vedfyringsbidraget på dager med  $PM_{10}$  over grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  med tanke på hvilke tiltak som eventuelt er mest effektive i Trondheim. Dette betyr målestasjoner i områder med betydelige bidrag både fra trafikk og vedfyring. Hensikten har derfor ikke vært å finne stasjoner hvor vedfyring er den eneste partikkelkilden. Etter samtaler mellom NILU og Trondheim kommune har kommunen ønsket at målingene skulle utføres ved Bakke kirke, som er en av de faste overvåkingsstasjonene i Trondheim, og ved Singsaker skole. Disse stasjonene er påvirket av trafikken i henholdsvis Innherredsveien og Eidsvolls gate. I begge områdene er det også antatt at vedfyring kan være betydelig.

Partikkelprøvetakingen (døgnprøver) i Trondheim vinteren 2005/06 ble utført i følgende perioder:

Stasjon	$PM_{2,5}$	$PM_{10}$
Bakke kirke	20.12.2005–9.4.2006	18.11.2005-9.4.2006
Singsaker skole	27.1.2006-9.4.2006	10.11.2005-9.4.2006

Målingene er utført med måleinstrumenter av typen KleinfILTERgerät (KFG), som er et europeisk referanseinstrument for måling av PM. På grunn av tidvise problemer med noen av KFG-instrumentene er det brukt NILUs døgnprøvetaker av typen EK for  $PM_{10}$  på Bakke kirke i periodene 18.11.-19.12.2005 og 14.3.-9.4.2006 (KFG ble brukt i et annet prosjekt denne siste perioden).

Manglende data for  $PM_{2,5}$  på begge stasjonene i første del av måleperioden skyldes også problemer med KFG.  $PM_{2,5}$  kan ikke måles med NILUs EK-prøvetaker. Det ble valgt å prioritere  $PM_{10}$  ved prøvetakingen, siden  $PM_{10}$  har grenseverdi, mens det på nåværende tidspunkt ikke er gjeldende grenseverdier for  $PM_{2,5}$ .

Ved Bakke kirke har Trondheim kommune og Statens vegvesen kontinuerlig overvåking av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  på timebasis med instrumenter av typen TEOM. Trondheim kommune har i tillegg målt TSP (totalt svevestøv),  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$  ved Singsaker skole i perioden 3.2.-5.3.2006 på timebasis med en måler av typen GRIMM. Data fra TEOM og GRIMM gir timemiddelverdier og viser hvordan konsentrasjonene varierer over døgnet.

## 5 Måleresultater for PM i Trondheim

Alle måleresultatene for PM (døgnmiddelkonsentrasjoner) er vist i vedlegg A. I Figur 4- Figur 14 er måledataene vist grafisk med korte kommentarer.

### 5.1 PM-nivået målt i perioden

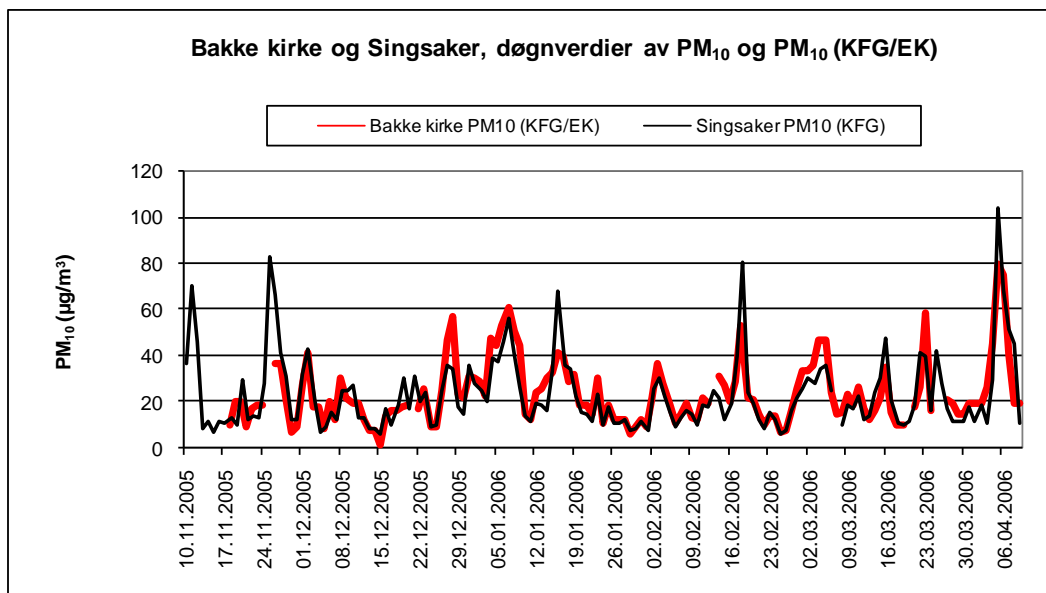
Ved Bakke kirke er det målt PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> med KFG (døgnmiddelverdier) og TEOM (timemiddelverdier). For PM<sub>10</sub> er i perioder NILUs EK-prøvetaker benyttet (døgnmiddelverdier). Timevise data fra TEOM er regnet om til døgnvise data (kl 10-10).

Figurene 4 og 5 viser tidsseriene for hhv PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> på de to stasjonene, målt med referanse-instrumentet KFG. Det er god samvariasjon mellom de to stasjonene, fordi det i stor grad er de meteorologiske forholdene som styrer PM-konsentrasjonen fra dag til dag, over hele byen. For PM<sub>10</sub> følger de to stasjonene hverandre spesielt godt. PM<sub>10</sub>-toppene er høyest på Singsaker, der nivået kom opp mot og over 80 µg/m<sup>3</sup> ved tre anledninger. Høyeste verdi ved Bakke kirke var 80 µg/m<sup>3</sup>. De høyeste nivåene opptrer på dager med tørre veier og mye oppvirvling av veistøv. På begge stasjoner var PM<sub>10</sub>-konsentrasjonen over 50 µg/m<sup>3</sup> omtrent 10 av døgnene. EUs og Norges grenseverdi for PM10 tilsier at 50 µg/m<sup>3</sup> ikke skal overskrides mer enn 35 døgn i løpet av et år. I forhold til dette var nivået ved målestasjonene relativt lavt i perioden, som dekket nesten et helt vinterhalvår der de fleste PM-overskridelser forventes å finne sted.

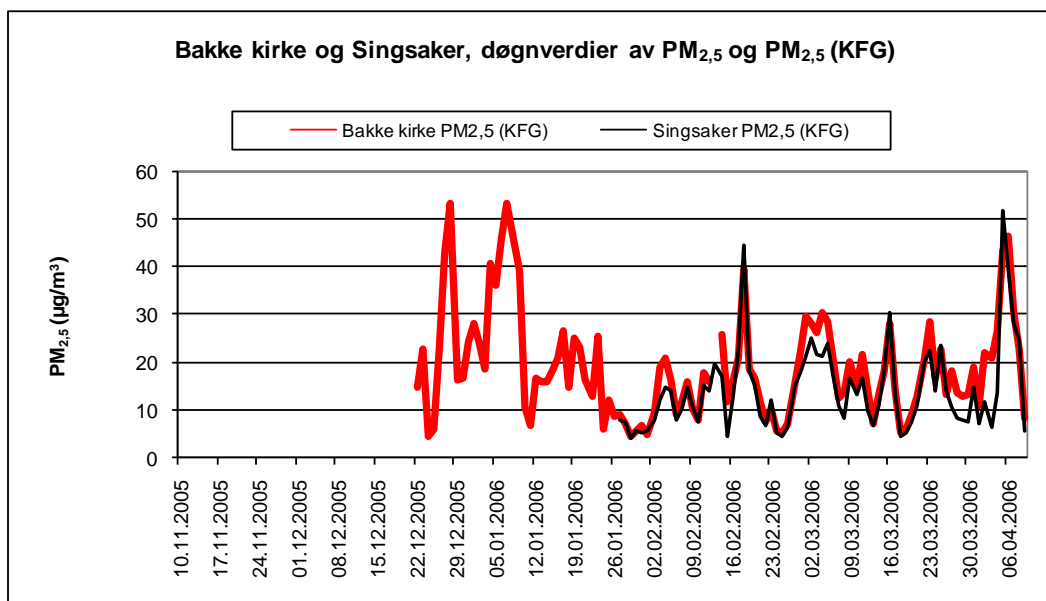
Nivåene av PM<sub>2,5</sub> var også høye på de høyeste PM<sub>10</sub>-dagene, og årsaken er også her mye veistøv. På andre dager med høy PM<sub>2,5</sub>, som ved årsskiftet, var PM<sub>2,5</sub> nesten like høy som PM<sub>10</sub>. Dels var det nyttårsaftnen, der årsaken åpenbart var nyttårsrakettene, dels var det dager med langtransportet luftforurensning (rundt 5. januar). I begge tilfellene dominerer PM<sub>2,5</sub> over grovfraksjonen.

I Figur 6 til Figur 8 er PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> vist sammen, for Bakke kirke (målt med TEOM i Figur 6 og KFG/EK i Figur 7) og for Singsaker skole (Figur 8).

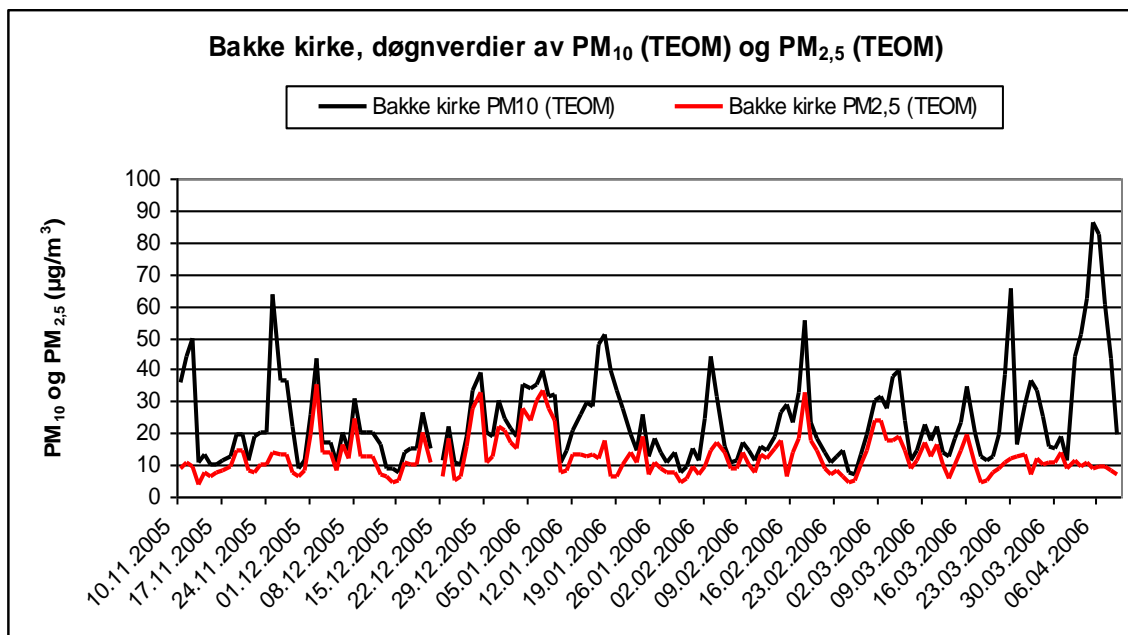
Når det er stor forskjell mellom PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> tyder det på vesentlige bidrag av veistøv gjennom slitasje av veidekket med piggdekk og oppvirvling av støv fra veibanen. Figurene viser flere slike perioder på begge stasjoner. I en lengre periode i slutten av desember og begynnelsen av januar (og også noen andre dager) var det klart forhøyede verdier av PM<sub>2,5</sub> og samtidige PM<sub>10</sub>-verdier bare litt høyere enn PM<sub>2,5</sub>. Dette viser at små partikler dominerte, og en kan anta at vedfyring kan være en betydelig kilde.



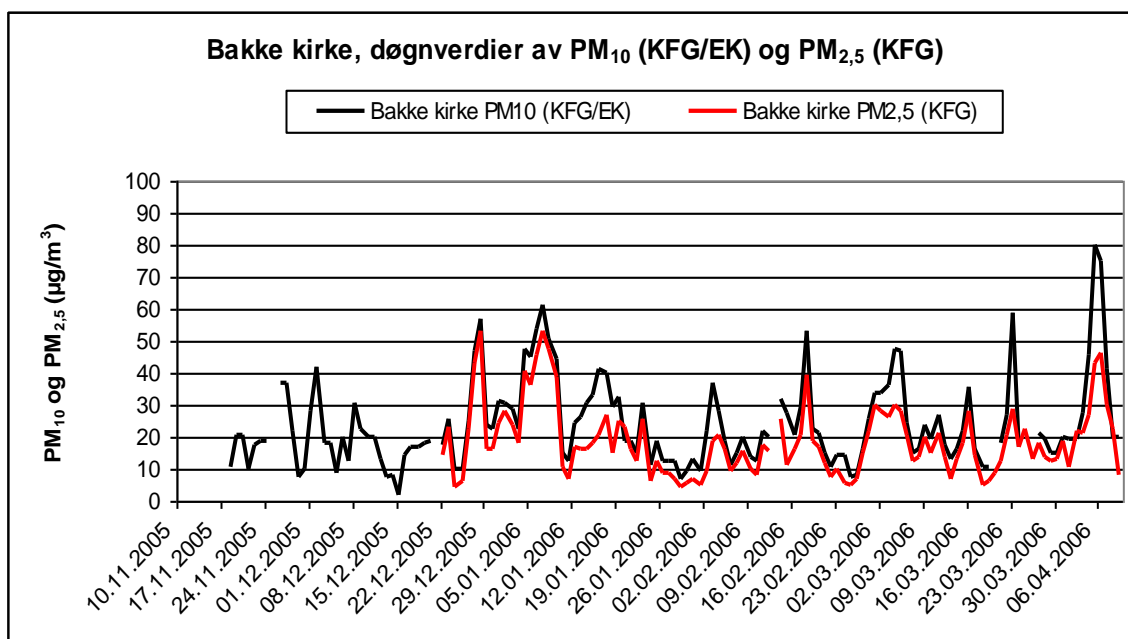
Figur 4: Døgnmiddelverdier av PM<sub>10</sub> på målestasjonene Bakke kirke og Singsaker skole i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).



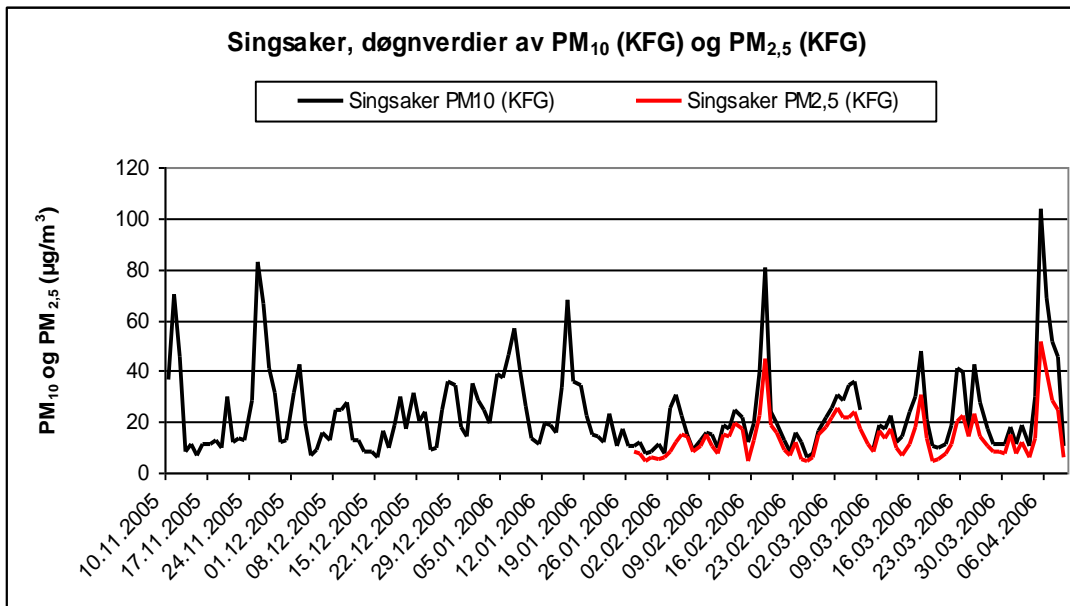
Figur 5: Døgnmiddelverdier av PM<sub>2,5</sub> målt på målestasjonene Bakke kirke og Singsaker skole i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 6: Døgnmiddelverdier av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Bakke kirke målt med TEOM i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 7: Døgnmiddelverdier av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Bakke kirke målt med KFG/EK i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 8: Døgnmiddelverdier av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  ved Singsaker målt med KFG i perioden 3.2.-5.3.2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 5.2 Sammenligning mellom målemetodene

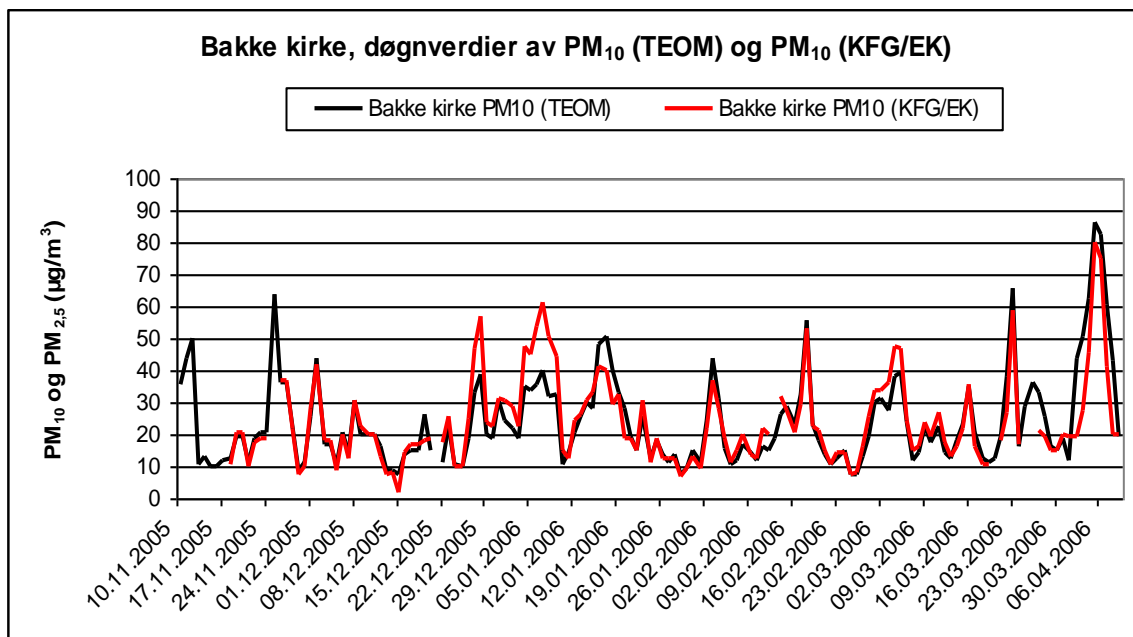
Figur 9 og Figur 10 viser sammenlikning av henholdsvis  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  målt med KFG/EK og TEOM.

Figur 9 viser at  $PM_{10}$  målt med de to metodene som oftest samsvarte godt. I slutten av desember og begynnelsen av januar ga imidlertid TEOM klart lavere verdier enkelte dager. Dette ses enda tydeligere for  $PM_{2,5}$  i Figur 10, der TEOM som oftest viste lavere verdier enn KFG/EK. Dette skyldes trolig at nitrat og ammonium damper av fra TEOM-prøven i TEOM-instrumentet, der filteret varmes opp til  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Spesielt de siste dagene i prøvetakingsperioden var det langtransporterte forurensninger med trolig stort innhold av nitrat og ammonium.

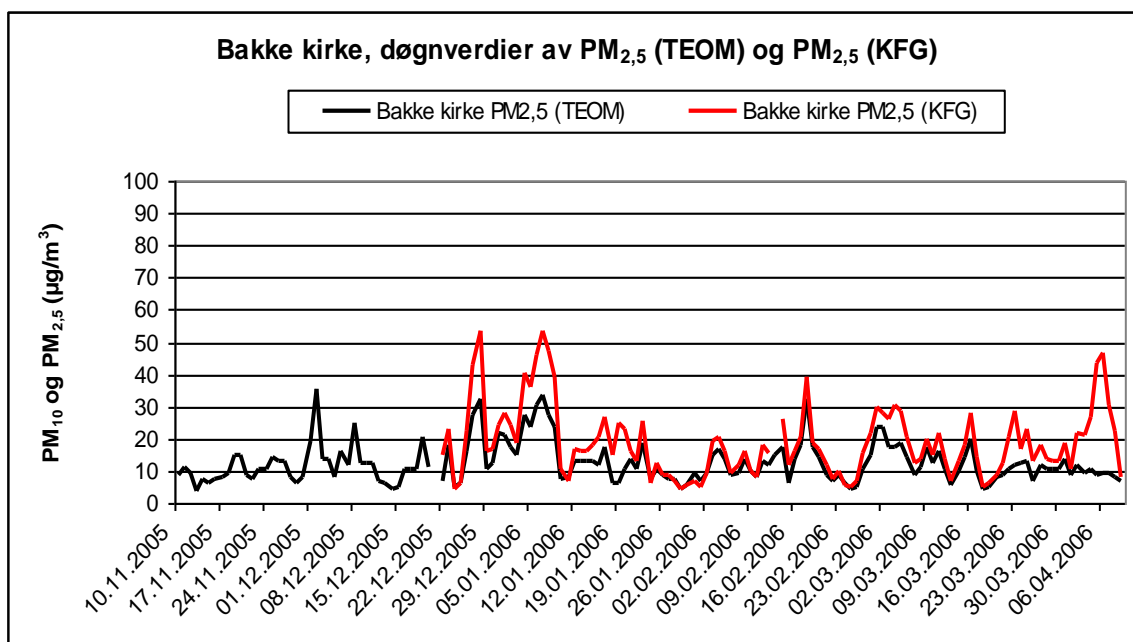
Ved Singsaker er det målt  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  med KFG (døgnmiddelverdier). I perioden 3.2.-5.3.2006 målte Trondheim kommune timemiddelverdier av TSP (totalt svevestøv),  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$  med en GRIMM-prøvetaker. Timevise data fra GRIMM er regnet om til døgnvise data (kl 10-10).

Figur 11 og Figur 12 viser døgnmiddelverdier av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  målt med henholdsvis KFG og GRIMM ved Singsaker skole. Denne måleserien er for kort til å karakterisere de to målerne i forhold til hverandre. GRIMM synes å gi noe høyere  $PM_{10}$ -verdier enn KFG, spesielt på dager med mye  $PM_{10}$ , mens den gir noe lavere  $PM_{2,5}$ .

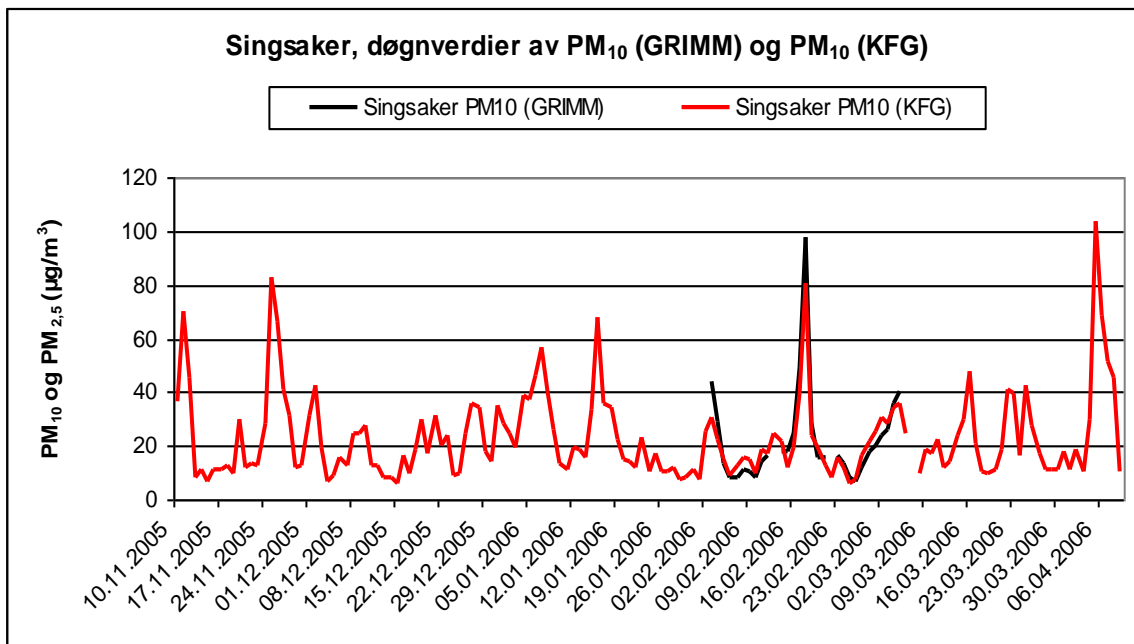




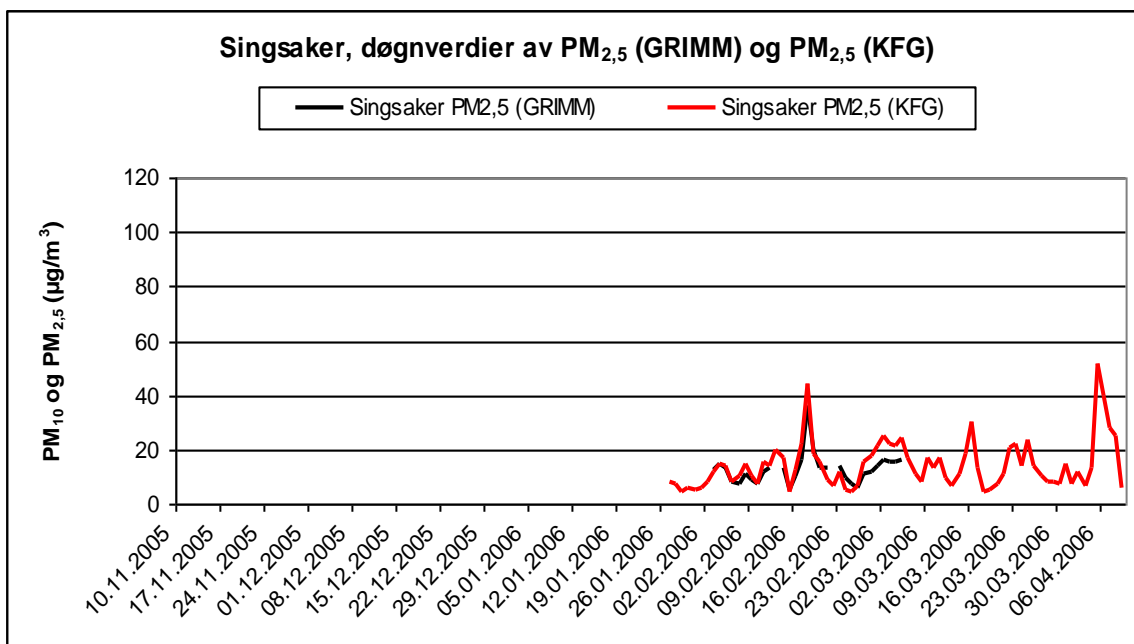
Figur 9: Sammenlikning av døgnmiddelverdier av PM<sub>10</sub> ved Bakke kirke målt med TEOM og KFG/EK i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 10: Sammenlikning av døgnmiddelverdier av PM<sub>2,5</sub> ved Bakke kirke målt med TEOM og KFG/EK i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).

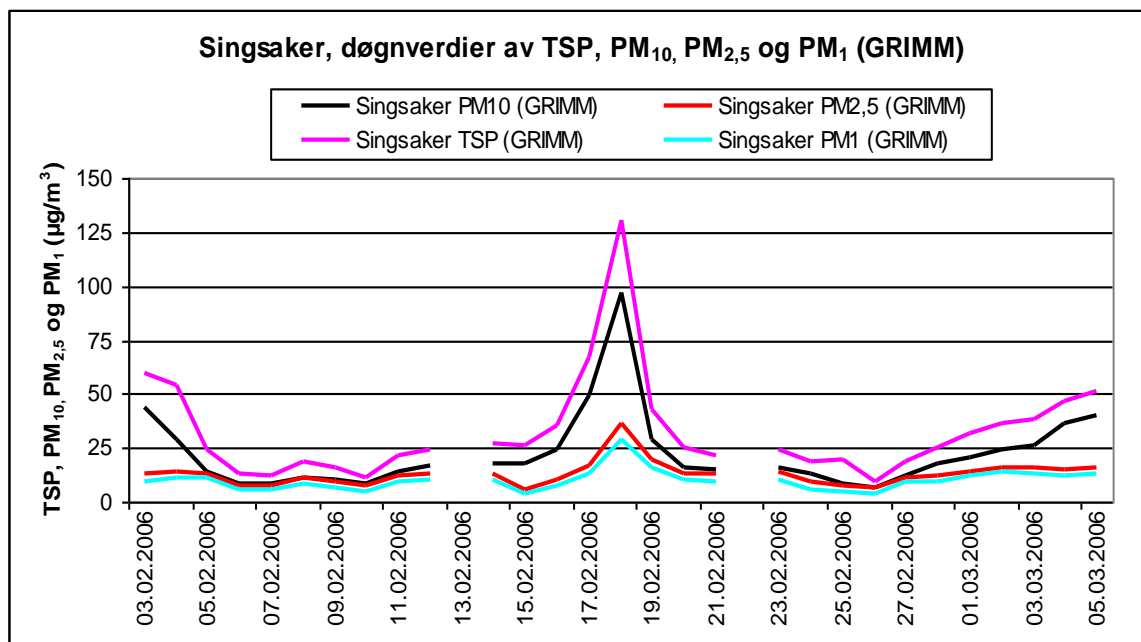


Figur 11: Sammenlikning av døgnmiddelverdier av PM<sub>10</sub> ved Singsaker målt med KFG og GRIMM i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 12: Sammenlikning av døgnmiddelverdier av PM<sub>2,5</sub> ved Singsaker målt med KFG og GRIMM i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (µg/m<sup>3</sup>).

I tillegg til  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  har GRIMM også målt TSP (totalt svevestøv) og  $PM_1$  (Figur 13).  $PM_{10}$  utgjorde i gjennomsnitt 69 % av TSP. Finfraksjonen  $PM_{2,5}$  var dominert av  $PM_1$  (ca. 77 %). Dette er forbrenningspartikler fra eksos og vedfyring.  $PM_{2,5}$  utgjorde 44 % av  $PM_{10}$  og 30 % av TSP.



Figur 13: Døgnmiddelverdier av TSP,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$ , ved Singsaker målt med GRIMM i perioden 3.2.- 5.3.2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 6 Analyser og resultater - Levoglucosan

Det oppsto problemer under analysene av prøvene for levoglucosan, som er et sporstoff for vedfyring. NILU har ikke erfart dette problemet tidligere. Det opptrådte en interferens-topp i analysekromatogrammene som delvis dekker over toppen for levoglucosan. Dette er redegjort for i Vedlegg 2, sammen med forsøkene på å løse problemet. Denne interferens-toppen gjør at levoglucosan ikke kan kvantifiseres i disse prøvene fra Trondheim. Dette har ikke forekommet ved NILUs tidligere levoglucosan-analyser, hverken i prøver fra Oslo og Elverum, og heller ikke i prøver fra et annet prosjekt (prøver fra EMEP-målestasjoner over hele Europa) som ble analysert parallelt med prøvene fra Trondheim.

Bidraget fra vedfyring i disse prøvene kunne derved ikke kvantifiseres.

I Vedlegg 3 dokumenteres det som ble gjort i prosjektet angående levoglucosan-analyser. Det gjelder prosessen som ble gjennomført for systematisk utvelgelse av de prøvene fra Trondheim som ble analysert for levoglucosan-innhold, og også resultatene av analysene. Det gjøres klart at levoglucosan-resultatene er beheftet med feil som skyldes den nevnte interferensen, og at de derfor ikke er anvendbare. Likevel er dette en dokumentasjon og et utgangspunkt for videre undersøkelser av problemet.

## 7 Referanser

- 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: Estimert 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<sub>2,5</sub> 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).
- Sundvor, I., Slørdal, L.H., and Randall, S. (2009) Dispersion and exposure calculations of PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> and benzene in Oslo and Trondheim for 2007. Kjeller (NILU OR 9/2009).

## **Vedlegg A**

### **Døgnmiddelkonsentrasjoner av PM ved Bakke kirke og Singsaker**



Døgnmiddelkonsentrasjoner av PM ved Bakke kirke og Singsaker i perioden 10.11.2005-9.4.2006 målt med TEOM, KFG, EK og GRIMM. Dager med analyse av filter for levoglukosan er markert i fet skrift (64 dager).

Trondheim Døgnverdier	Bakke kirke		Bakke kirke		Singsaker		Singsaker		Singsaker		
	kl 10-10 Dato	PM <sub>10</sub> (TEOM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (TEOM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (KFG/EK) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )	TSP (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM1 (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )
10-nov-05	35,6	9,0								36,8	
<b>11-nov-05</b>	43,8	10,9								70,4	
<b>12-nov-05</b>	50,0	9,6								45,5	
13-nov-05	10,6	3,7								8,0	
14-nov-05	13,0	7,4								11,0	
15-nov-05	10,0	6,1								7,0	
16-nov-05	10,2	7,5								11,2	
17-nov-05	11,6	8,2								10,9	
18-nov-05	12,8	9,4	10,7							13,0	
19-nov-05	19,2	14,7	20,6							9,8	
20-nov-05	19,2	14,7	20,6							29,7	
21-nov-05	11,1	8,4	10,0							11,9	
22-nov-05	18,8	7,4	17,4							13,5	
23-nov-05	20,4	10,3	18,7							12,6	
24-nov-05	20,4	10,3	18,7							28,1	
<b>25-nov-05</b>	63,5	14,1								82,4	
<b>26-nov-05</b>	36,3	13,0	37,1							66,2	
<b>27-nov-05</b>	36,3	13,0	37,1							41,2	
28-nov-05	22,2	7,8	21,7							31,3	
29-nov-05	8,8	6,5	7,2							11,8	
30-nov-05	11,3	8,3	9,7							12,3	
1-des-05	25,7	19,2	27,9							31,4	
<b>2-des-05</b>	43,7	35,5	41,9							42,4	
3-des-05	16,8	13,6	17,9							19,7	
4-des-05	16,8	13,6	17,9							6,9	
5-des-05	10,8	8,3	8,7							9,0	
6-des-05	20,4	16,4	20,2							15,4	
7-des-05	14,4	11,8	12,5							12,5	
8-des-05	30,7	24,7	30,8							24,5	
9-des-05	20,2	12,5	22,3							24,4	
10-des-05	20,2	12,5	19,8							27,3	
11-des-05	20,2	12,5	19,8							12,6	
12-des-05	16,1	6,8	12,9							12,6	
13-des-05	9,0	6,4	7,8							8,1	
14-des-05	8,7	4,3	7,9							8,2	
15-des-05	7,3	5,0	1,8							6,0	
16-des-05	14,0	10,8	14,6							16,5	
17-des-05	15,0	10,3	16,7							9,6	
18-des-05	15,0	10,3	16,7							18,3	
19-des-05	26,4	20,3	18,2							30,1	
<b>20-des-05</b>	15,1	11,0	18,8	15,4						17,0	
21-des-05										31,2	
22-des-05	11,1	6,6	17,8	14,6						20,2	
<b>23-des-05</b>	22,3	18,2	25,9	22,9						24,1	
24-des-05	10,6	4,8	9,8	4,4						9,3	
25-des-05	10,3	6,4	10,0	6,1						9,8	
<b>26-des-05</b>	19,0	16,0	25,1	22,6						24,4	
<b>27-des-05</b>	33,3	27,4	46,8	42,9						35,6	
<b>28-des-05</b>	38,8	32,5	57,0	53,2						34,2	
<b>29-des-05</b>	20,1	10,4	23,9	16,4						18,0	
<b>30-des-05</b>	18,9	12,4	22,5	16,5						14,3	
<b>31-des-05</b>	30,5	21,9	31,5	24,4						35,3	
1-jan-06	24,6	21,0	30,9	27,9						28,0	
2-jan-06	21,6	17,2	29,0	24,0						24,8	
3-jan-06	18,9	15,2	22,6	18,4						19,7	
4-jan-06	35,0	27,6	47,8	40,6						39,1	
5-jan-06	33,7	23,7	45,0	36,0						37,1	
6-jan-06	35,4	30,3	53,7	45,7						46,1	
7-jan-06	39,7	33,4	61,4	53,3						56,4	
8-jan-06	31,7	27,4	50,8	47,2						40,0	
9-jan-06	32,2	23,9	44,5	39,0						26,2	
10-jan-06	10,8	7,5	14,9	10,7						13,6	
11-jan-06	14,2	8,1	12,6	6,7						11,0	
12-jan-06	20,9	13,2	24,1	16,6						19,6	
13-jan-06	25,8	13,2	26,2	16,0						18,5	

Trondheim Døgnverdier	Bakke kirke	Bakke kirke	Bakke kirke	Bakke kirke	Singsaker	Singsaker	Singsaker	Singsaker	Singsaker	Singsaker
kl 10-10 Dato	PM <sub>10</sub> (TEOM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (TEOM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (KFG/EK) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )	TSP (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM1 (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )
14-jan-06	29,7	12,8	30,6	16,0					15,7	
15-jan-06	28,4	12,9	33,0	18,2					33,7	
<b>16-jan-06</b>	48,1	11,7	41,4	20,8					67,9	
<b>17-jan-06</b>	50,8	17,5	39,9	26,6					36,0	
18-jan-06	39,9	6,1	29,5	14,8					34,1	
<b>19-jan-06</b>	33,1	6,2	32,4	25,1					22,2	
<b>20-jan-06</b>	27,9	10,3	18,7	23,0					15,2	
<b>21-jan-06</b>	19,3	13,8	19,0	16,1					14,4	
22-jan-06	14,7	10,4	15,3	12,8					11,7	
<b>23-jan-06</b>	25,6	18,6	30,9	25,5					22,9	
24-jan-06	12,6	7,2	11,3	6,0					10,1	
25-jan-06	18,3	10,7	18,8	12,2					17,3	
26-jan-06	13,6	8,5	12,7	8,6					10,7	
27-jan-06	11,0	7,5	12,8	8,9					10,8	8,1
28-jan-06	13,8	7,7	12,8	6,9					11,9	7,6
29-jan-06	7,4	4,5	6,8	4,4					7,3	4,2
30-jan-06	9,4	5,7	9,3	5,5					8,3	5,6
31-jan-06	14,8	9,3	13,0	6,6					11,2	5,5
1-feb-06	11,1	7,1	9,3	4,7					7,1	5,9
2-feb-06	24,5	9,5	22,0	9,5					25,3	8,1
3-feb-06	43,9	14,6	37,0	19,0	59,5	43,7	12,8	9,2	30,2	12,0
<b>4-feb-06</b>	31,3	16,9	28,0	20,8	54,2	29,1	14,4	11,5	22,2	14,9
<b>5-feb-06</b>	15,6	13,9	18,7	16,3	24,1	13,7	13,1	10,9	15,2	14,1
6-feb-06	10,8	9,0	11,0	9,1	12,7	8,3	7,7	5,9	9,3	8,0
7-feb-06	11,6	9,1	15,3	11,6	12,4	8,6	7,4	5,3	12,9	10,4
<b>8-feb-06</b>	16,9	13,8	19,7	15,9	18,6	11,4	10,8	8,8	15,7	14,9
9-feb-06	14,4	10,2	13,9	10,2	16,0	10,6	8,9	6,3	14,6	10,5
10-feb-06	11,6	7,8	12,4	8,0	10,8	8,2	7,0	5,1	9,8	7,7
<b>11-feb-06</b>	16,0	13,1	21,9	17,8	21,8	13,8	11,7	9,3	18,6	15,1
<b>12-feb-06</b>	14,7	11,7	19,8	15,8	24,4	16,4	13,5	10,3	17,5	14,1
<b>13-feb-06</b>	18,9	14,9							24,8	19,6
<b>14-feb-06</b>	26,2	17,3	31,8	25,9	27,4	17,8	13,0	10,0	21,4	17,2
15-feb-06	28,8	6,4	27,4	11,5	25,8	18,2	5,2	3,3	11,8	4,4
16-feb-06	23,4	13,6	20,6	16,0	35,7	24,4	10,3	7,8	19,4	12,6
<b>17-feb-06</b>	32,4	18,2	29,1	20,8	66,7	49,1	16,5	12,9	39,4	22,3
<b>18-feb-06</b>	55,6	32,6	53,4	39,4	130,7	97,3	36,3	29,0	80,3	44,5
<b>19-feb-06</b>	23,4	17,4	22,5	18,7	42,8	28,6	19,9	15,9	24,2	18,4
<b>20-feb-06</b>	18,4	14,2	21,1	16,8	25,4	16,0	13,4	10,7	19,6	15,4
21-feb-06	13,7	8,9	15,1	11,6	21,6	15,3	13,4	9,3	12,3	8,9
22-feb-06	10,4	6,9	10,4	7,4					8,5	6,8
23-feb-06	12,4	8,4	14,1	10,2	24,1	16,1	14,1	10,3	15,4	12,1
24-feb-06	14,7	6,4	14,2	5,7	18,2	13,2	9,5	5,6	12,1	5,5
25-feb-06	7,6	4,2	7,3	5,1	19,1	8,5	7,4	4,5	5,9	4,4
26-feb-06	7,2	4,9	8,0	7,0	9,4	6,7	6,2	4,2	7,4	6,3
<b>27-feb-06</b>	13,1	10,3	16,4	15,3	18,9	12,1	11,3	9,1	16,1	15,1
<b>28-feb-06</b>	19,5	14,6	25,9	21,8	25,4	17,6	12,1	9,7	21,8	17,9
<b>1-mar-06</b>	30,0	23,6	33,8	29,8	31,3	20,0	14,3	11,8	25,3	21,4
<b>2-mar-06</b>	31,2	23,9	33,9	28,0	36,0	24,2	16,3	13,6	30,3	25,1
<b>3-mar-06</b>	27,8	17,3	36,0	26,0	37,8	26,4	15,8	12,9	28,1	21,8
<b>4-mar-06</b>	37,9	17,7	47,4	30,3	46,4	36,1	15,2	11,8	34,4	21,4
<b>5-mar-06</b>	39,5	18,7	46,8	28,3	51,6	40,0	16,3	12,8	35,8	24,1
<b>6-mar-06</b>	23,7	14,5	24,3	20,4					24,4	17,0
7-mar-06	11,6	8,9	14,8	12,3						11,1
8-mar-06	14,2	11,2	16,1	13,6					9,8	8,3
<b>9-mar-06</b>	22,6	17,1	24,0	20,0					18,8	16,7
<b>10-mar-06</b>	17,4	12,7	19,3	15,2					17,1	13,3
<b>11-mar-06</b>	22,2	16,1	27,1	21,5					22,4	16,9
12-mar-06	14,1	10,3	17,6	13,8					12,1	9,8
13-mar-06	12,4	5,8	13,0	7,1					13,8	6,9
14-mar-06	18,2	9,9	16,4	13,0					23,9	10,9
15-mar-06	23,3	14,3	21,9	18,0					29,8	18,1
<b>16-mar-06</b>	34,7	19,7	35,4	27,9					47,8	30,3
17-mar-06	20,4	10,2	16,1	14,1					20,5	13,3
18-mar-06	12,5	4,1	10,5	5,0					10,7	4,5
19-mar-06	11,5	5,2	10,5	6,0					9,7	5,2
20-mar-06	12,4	7,8		9,0					11,0	7,5
21-mar-06	19,6	8,9	17,9	12,7					18,5	10,9
<b>22-mar-06</b>	38,3	10,8	26,9	20,5					41,0	20,3
<b>23-mar-06</b>	65,6	12,1	59,0	28,5					39,7	22,3
<b>24-mar-06</b>	16,5	12,5	16,8	16,8					16,2	14,2



Trondheim Døgnverdier	Bakke kirke	Bakke kirke	Bakke kirke	Bakke kirke	Singsaker	Singsaker	Singsaker	Singsaker	Singsaker	Singsaker
kl 10-10 Dato	PM <sub>10</sub> (TEOM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (TEOM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (KFG/EK) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )	TSP (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM1 (GRIMM) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG) (µg/m <sup>3</sup> )
<b>25-mar-06</b>	29,0	12,9		22,8					42,2	23,4
26-mar-06	36,3	6,9		13,3					27,7	14,2
27-mar-06	33,2	11,7	21,5	18,2					17,0	10,5
28-mar-06	25,4	10,3	19,6	13,7					11,0	8,2
29-mar-06	16,0	10,7	15,0	12,8					11,5	8,1
30-mar-06	15,1	10,8	15,0	13,1					11,4	7,5
<b>31-mar-06</b>	18,9	13,7	19,7	18,8					17,8	14,7
1-apr-06	11,6	8,6	19,5	10,8					11,0	7,1
<b>2-apr-06</b>	43,8	11,6	19,5	21,8					18,8	11,7
<b>3-apr-06</b>	50,7	9,5	27,2	21,0					10,3	6,3
<b>4-apr-06</b>	62,3	10,8	45,5	26,7					29,7	13,6
<b>5-apr-06</b>	86,0	8,9	80,0	43,3					103,8	51,7
<b>6-apr-06</b>	82,2	9,2	75,2	46,4					68,6	39,5
<b>7-apr-06</b>	60,4	9,5	41,0	30,3					51,7	28,0
<b>8-apr-06</b>	43,3	8,2	20,1	22,6					45,4	24,9
9-apr-06	19,4	6,8	20,1	8,2					10,6	5,7



## **Vedlegg B**

### **Analyser av levoglucosan i Trondheim: Interferenser**

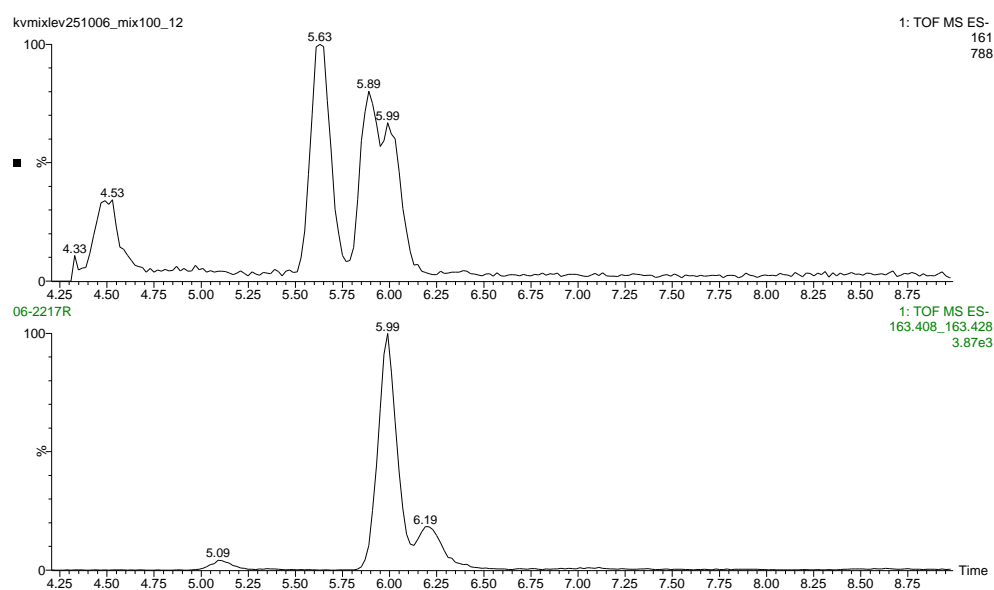


Målemetoden som NILU benytter til bestemmelse av levoglukosan i svevestøv er publisert i fagtidsskriftet *Analytical Chemistry* (Dye and Yttri, 2005). Metoden er benyttet i flere forskningsprosjekter som totalt omfatter prøver fra flere steder i Norge og fra 15 land i Europa (EMEP-nettverket). Metoden har i disse prosjektene fungert etter hensikten og i henhold til dokumentert kvalitet.

I prøvene som ble analysert fra Trondheim har det ved hjelp av våre rutiner for kvalitetssikring blitt avdekket en kjemisk forbindelse som forstyrrer for analysene av levoglukosan. Dette problemet er ikke observert i andre prøver før, og problemet er heller ikke beskrevet i litteraturen. Forsøk på å løse problemet har til nå ikke lyktes og det er derfor behov for mer forskning for å komme opp med en konklusjon.

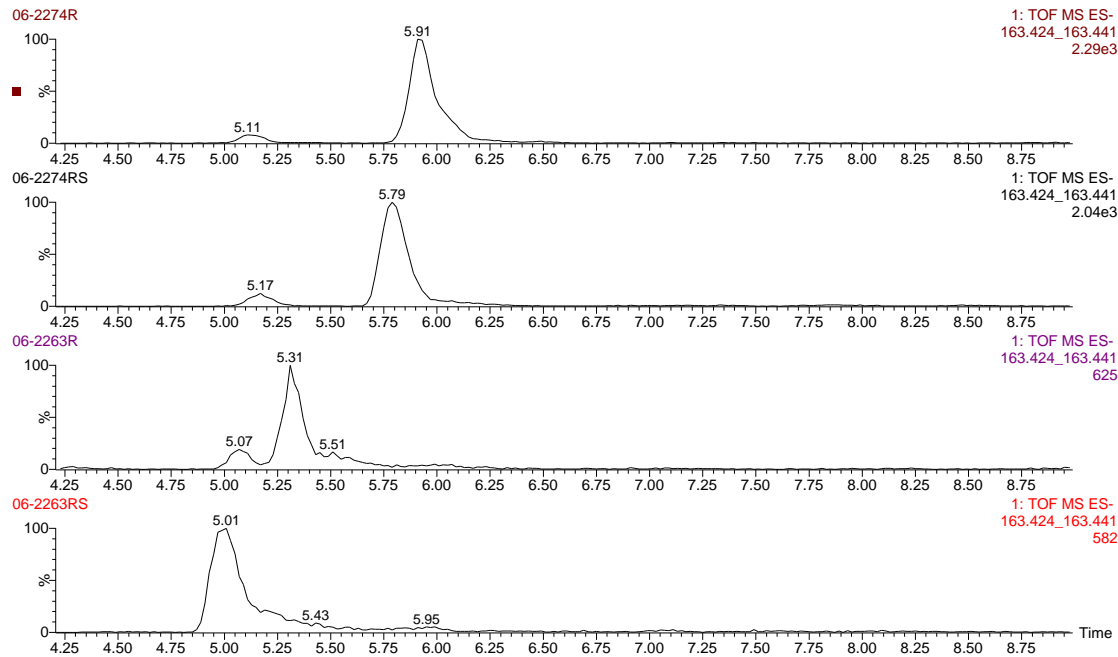
Beskrivelse av observasjoner:

- Prøver som opparbeidet og analysert samme dag som prøvene fra Trondheim har ikke interferensen til stede. Dette tyder på at problemet ikke er relatert til kjemikalier og instrumentering som benyttes på laboratoriet, men at problemet faktisk kan relateres til egenskaper ved prøvene som er mottatt fra Trondheim (se figur 1).



**Figur A1:** Øverste kromatogram viser referanseforbindelser (levoglukosan), nederste kromatogram viser en prøve fra Trondheim med en interferens som kommer samtidig med referanseforbindelsene.

- Interferensen dukker opp til ulike retensjonstider (se figur 2), mens referanseforbindelsene opptrer som forventet til samme tid. Dette gir uforutsigbarhet i analysene og det kan tyde på at forbindelsen har kjemiske egenskaper som kan knyttes til surhetsgrad (pH) i metodikk og instrumentering.



**Figur A2:** Drift i retensjonstider ved to injeksjoner av samme prøve. De to øverste skulle vært like, og de to nederste skulle vært like

- Følgende kandidat-kjemikalier er testet uten at det viste seg å være den riktige forbindelse blant disse: D-(+)-Fucose, 2-Deoxy-D-glucose, L-Rhamnose

Teknikker som gjenstår å teste:

- Rensing av prøvene ved hjelp av fast fas ekstraksjon.
- Endre kromatografiske betingelser

Referanse:

Dye, C. and Yttri, K.E. (2005) Determination of monosaccharide anhydrides in atmospheric aerosols by use of high performance liquid chromatography combined with high resolution mass spectrometry. *Anal. Chem.*, 77, 1853-1858.

## **Vedlegg C**

### **Resultat av levoglucosan-analyser**





## 1. Utvelgelse av partikkelprøver for analyse av levoglucosan

Et utvalg av filtrene er tatt ut til analyse av sporstoffet levoglucosan. PM-konsentrasjoner målt med KleinfILTERgerået er utgangspunktet. Følgende kriterier er valgt:

- a) Dager med  $PM_{10} > 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eller  $PM_{2,5} > 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på en eller begge stasjoner
- b) Dager med  $PM_{2,5} > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på begge stasjoner eller  $PM_{2,5} > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på den ene stasjonen og  $PM_{2,5} > 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på den andre stasjonen, samt at  $PM_{2,5}$  utgjorde minst 75% av  $PM_{10}$  på begge stasjonene
- c) Dager hvor det foreligger kun målinger på en av stasjonene dersom  $PM_{2,5} > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $PM_{2,5}$  utgjorde minst 75% av  $PM_{10}$  på denne stasjonen.

Kriterium a) sikrer at man fikk med alle dager med relativt høye konsentrasjoner uavhengig av kilde. Kriteriene b) og c) sikrer at man fikk med dager hvor vedfyring kan utgjøre et stort prosentvis bidrag til partikkelkonsentrasjonen. I disse gruppene kan det også være dager hvor eksospartikler eller langtransporterte forurensninger kunne gi store bidrag.

Dager med filtre til analyse ble først tatt ut etter kriterium a), dernest etter kriterium b) og til sist etter kriterium c).

For de dagene som oppfyller enten kriteriene a), b) eller c) ble tilgjengelige filtre fra begge stasjonene analysert for levoglucosan (dvs. både  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ ).

Ved Bakke kirke ble det etter disse kriteriene tatt ut 58  $PM_{10}$ -filtre og 57  $PM_{2,5}$ -filtre til analyse av levoglucosan. Samtidige prøver utgjorde 56 dager. Ved Singsaker skole var det  $PM_{10}$ -filtre fra alle dager med utvalgte filtre fra Bakke kirke. I alt er det analysert 64  $PM_{10}$ -filtre fra Singsaker skole.  $PM_{2,5}$ -filtre er det fra 35 av disse dagene.

I alt er det 56 dager til analyse med  $PM_{10}$  fra begge stasjoner og  $PM_{2,5}$  fra Bakke kirke. Av disse dagene er det 33 som også har  $PM_{2,5}$  fra Singsaker skole.

Målte døgnmiddelkonsentrasjoner av PM er vist i tabellen i vedlegg A. Måleinstrumentene KFG og EK samler PM på filtre over 24 timer. For måleinstrumentene TEOM og GRIMM er døgnmiddelkonsentrasjonene beregnet som gjennomsnitt av 24 timemiddelkonsentrasjoner.

## 2. Resultater

I alt ble det analysert mer enn 200 PM-prøver for sporstoffet levoglucosan samlet for Bakke kirke og Singsaker i perioden 10.11.2005.8.4.2006. Prøvene er fordelt på 64 dager etter kriterier gitt i avsnitt 3.2. Alle analyseresultatene er gitt i Tabell C1 sammen med PM-data for de samme prøvene.

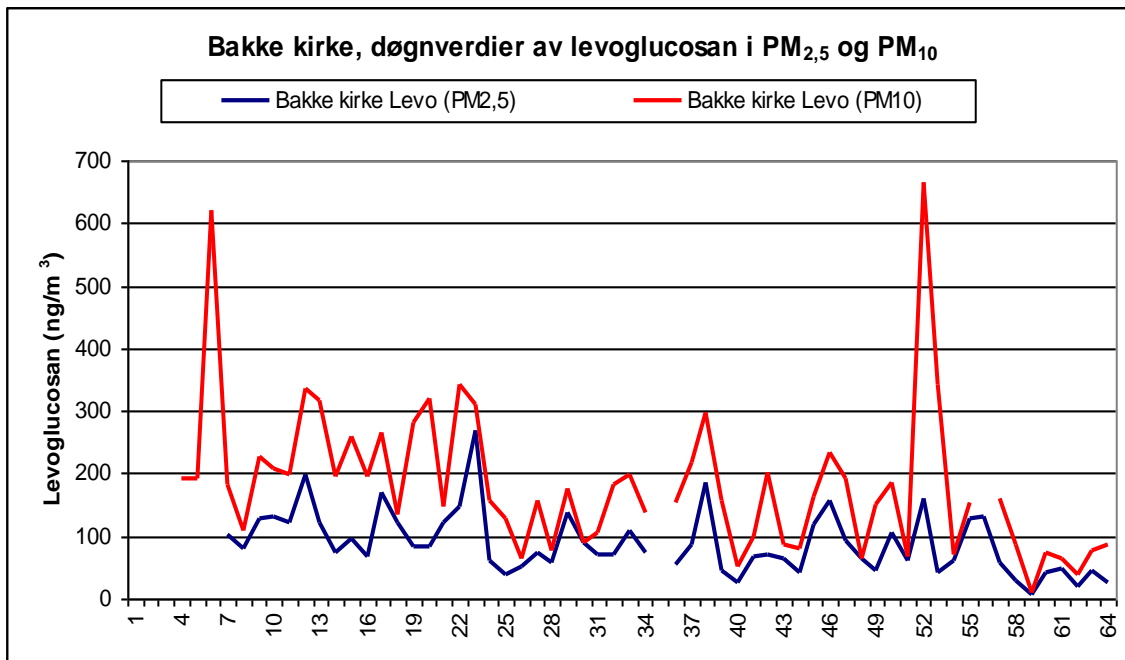
Tabell C1: Konsentrasjoner av levoglucosan i prøver av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  fra Bakke kirke og Singsaker på utvalgte dager i perioden 10.11.2005-8.4.2006 ( $ng/m^3$ ).  $PM$ -konsentrasjonene er også gitt i tabellen ( $\mu g/m^3$ ).

Stasjon	Bakke kirke	Bakke kirke	Singsaker	Singsaker	Bakke kirke	Bakke kirke	Singsaker	Singsaker
Fraksjon	Levo ( $PM_{2,5}$ )	Levo ( $PM_{10}$ )	Levo ( $PM_{2,5}$ )	Levo ( $PM_{10}$ )	$PM_{2,5}$ (KFG)	$PM_{10}$ (KFG)	$PM_{2,5}$ (KFG)	$PM_{10}$ (KFG)
Enhet	( $ng/m^3$ )	( $ng/m^3$ )	( $ng/m^3$ )	( $ng/m^3$ )	( $\mu g/m^3$ )	( $\mu g/m^3$ )	( $\mu g/m^3$ )	( $\mu g/m^3$ )
11.11.2005				137				70,4
12.11.2005				65				45,5
25.11.2005				132				82,4
26.11.2005		191		170		37,1		66,2
27.11.2005		191		139		37,1		41,2
02.12.2005		619		169		41,9		42,4
20.12.2005	101	183		96	15,4	18,8		17,0
23.12.2005	80	110		131	22,9	25,9		24,1
26.12.2005	128	227		175	22,6	25,1		24,4
27.12.2005	132	207		68	42,9	46,8		35,6
28.12.2005	123	197		185	53,2	57,0		34,2
29.12.2005	197	337		129	16,4	23,9		18,0
30.12.2005	120	317		123	16,5	22,5		14,3
31.12.2005	73	194		127	24,4	31,5		35,3
01.01.2006	96	259		206	27,9	30,9		28,0
02.01.2006	66	195		4	24,0	29,0		24,8
03.01.2006	170	265		36	18,4	22,6		19,7
04.01.2006	121	136		213	40,6	47,8		39,1
05.01.2006	84	280		196	36,0	45,0		37,1
06.01.2006	84	321		173	45,7	53,7		46,1
07.01.2006	122	147		88	53,3	61,4		56,4
08.01.2006	147	342		90	47,2	50,8		40,0
09.01.2006	269	309		281	39,0	44,5		26,2
16.01.2006	61	156		92	20,8	41,4		67,9
17.01.2006	39	127		88	26,6	39,9		36,0
19.01.2006	52	65		64	25,1	32,4		22,2
20.01.2006	72	156		91	23,0	18,7		15,2
21.01.2006	59	75		89	16,1	19,0		14,4
23.01.2006	137	176		64	25,5	30,9		22,9
04.02.2006	89	91	106	160	20,8	28,0	14,9	22,2
05.02.2006	71	105	128	291	16,3	18,7	14,1	15,2
08.02.2006	69	183	42	113	15,9	19,7	14,9	15,7
11.02.2006	108	199	103	197	17,8	21,9	15,1	18,6
12.02.2006	73	138	76	131	15,8	19,8	14,1	17,5
13.02.2006			47	74			19,6	24,8
14.02.2006	55	154	32	87	25,9	31,8	17,2	21,4
17.02.2006	85	216	82	91	20,8	29,1	22,3	39,4
18.02.2006	185	296	57	102	39,4	53,4	44,5	80,3
19.02.2006	45	155	42	107	18,7	22,5	18,4	24,2
20.02.2006	26	50	24	43	16,8	21,1	15,4	19,6

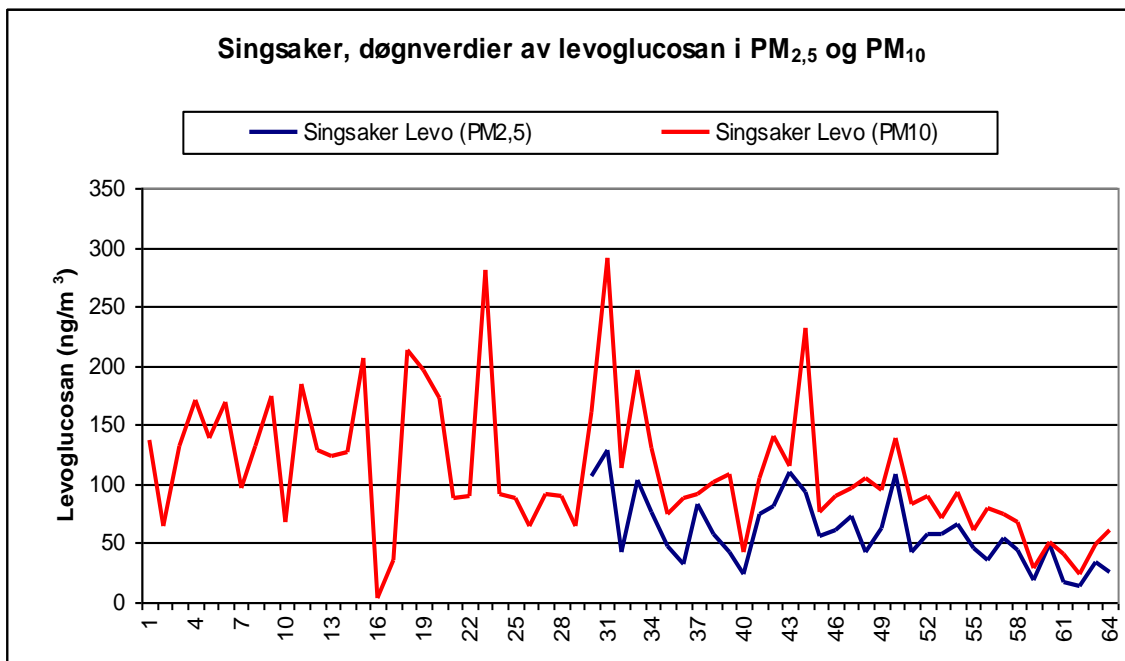
Tabell C1: forts.

Stasjon	Bakke kirke	Bakke kirke	Singsaker	Singsaker	Bakke kirke	Bakke kirke	Singsaker	Singsaker
Fraksjon	Levo (PM <sub>2,5</sub> )	Levo (PM <sub>10</sub> )	Levo (PM <sub>2,5</sub> )	Levo (PM <sub>10</sub> )	PM <sub>2,5</sub> (KFG)	PM <sub>10</sub> (KFG)	PM <sub>2,5</sub> (KFG)	PM <sub>10</sub> (KFG)
Enhet	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )
27.02.2006	67	100	74	106	15,3	16,4	15,1	16,1
28.02.2006	70	201	81	141	21,8	25,9	17,9	21,8
01.03.2006	63	88	110	115	29,8	33,8	21,4	25,3
02.03.2006	43	79	93	232	28,0	33,9	25,1	30,3
03.03.2006	120	164	56	76	26,0	36,0	21,8	28,1
04.03.2006	155	235	60	90	30,3	47,4	21,4	34,4
05.03.2006	91	192	72	96	28,3	46,8	24,1	35,8
06.03.2006	63	64	42	105	20,4	24,3	17,0	24,4
09.03.2006	43	151	62	95	20,0	24,0	16,7	18,8
10.03.2006	106	186	108	139	15,2	19,3	13,3	17,1
11.03.2006	60	66	42	82	21,5	27,1	16,9	22,4
16.03.2006	161	666	58	90	27,9	35,4	30,3	47,8
22.03.2006	42	342	58	71	20,5	26,9	20,3	41,0
23.03.2006	62	70	65	93	28,5	59,0	22,3	39,7
24.03.2006	129	154	46	61	16,8	16,8	14,2	16,2
25.03.2006	130		36	80	22,8		23,4	42,2
31.03.2006	57	161	55	74	18,8	19,7	14,7	17,8
02.04.2006	28	87	44	68	21,8	19,5	11,7	18,8
03.04.2006	7	8	19	28	21,0	27,2	6,3	10,3
04.04.2006	43	72	49	50	26,7	45,5	13,6	29,7
05.04.2006	48	65	17	41	43,3	80,0	51,7	103,8
06.04.2006	18	37	13	23	46,4	75,2	39,5	68,6
07.04.2006	45	77	33	49	30,3	41,0	28,0	51,7
08.04.2006	24	87	25	61	22,6	20,1	24,9	45,4

Figur C1 og Figur C2 viser konsentrasjoner av levoglucosan i PM<sub>10</sub>- og PM<sub>2,5</sub>-fraksjonen for henholdsvis Bakke kirke og Singsaker for 64 utvalgte dager i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (ng/m<sup>3</sup>). Disse resultatene viser for det første til dels betydelig mer levoglucosan i PM<sub>10</sub> enn i PM<sub>2,5</sub> i motsetning til Oslo-prøver hvor nærmere 90 % er i PM<sub>2,5</sub>-fraksjonen. For det andre er nivået betydelig lavere enn i Oslo, samt at nivået er overraskende lavt i kuldeperioden i slutten av desember og begynnelsen av januar. Utover våren går imidlertid nivået ned som forventet.

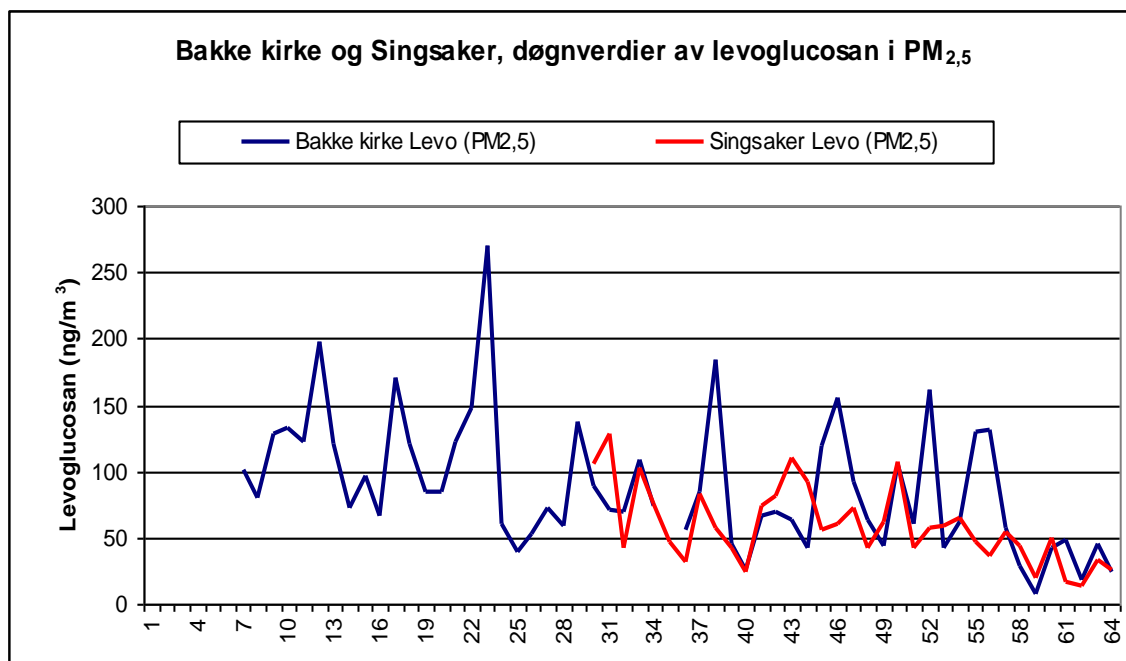


Figur C1: Døgnmiddelverdier av levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Bakke kirke på utvalgte prøver i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (ng/m<sup>3</sup>).

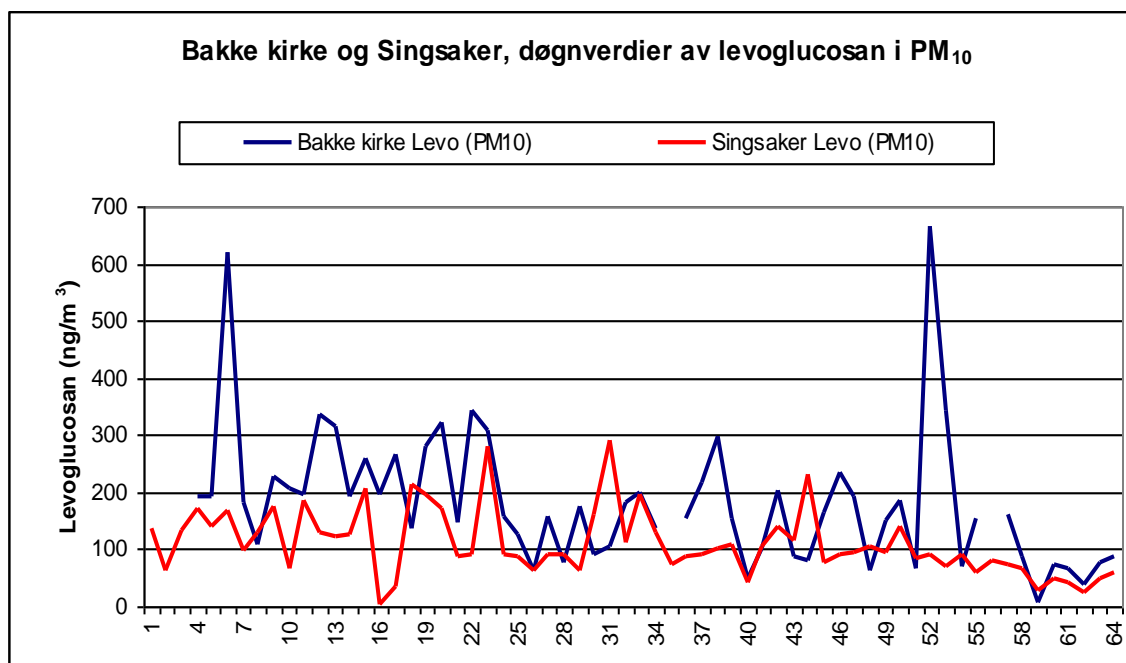


Figur C2: Døgnmiddelverdier av levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Singsaker på utvalgte prøver i perioden 10.11.2005-8.4.2006 (ng/m<sup>3</sup>).

Figur C3 og Figur C4 viser relativt dårlig samsvar mellom levoglucosan både i  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ -fraksjonen når det sammenliknes mellom de to stasjonene. Det er atskillig flere topper på Bakke kirke enn på Singsaker, og toppene er høyere.

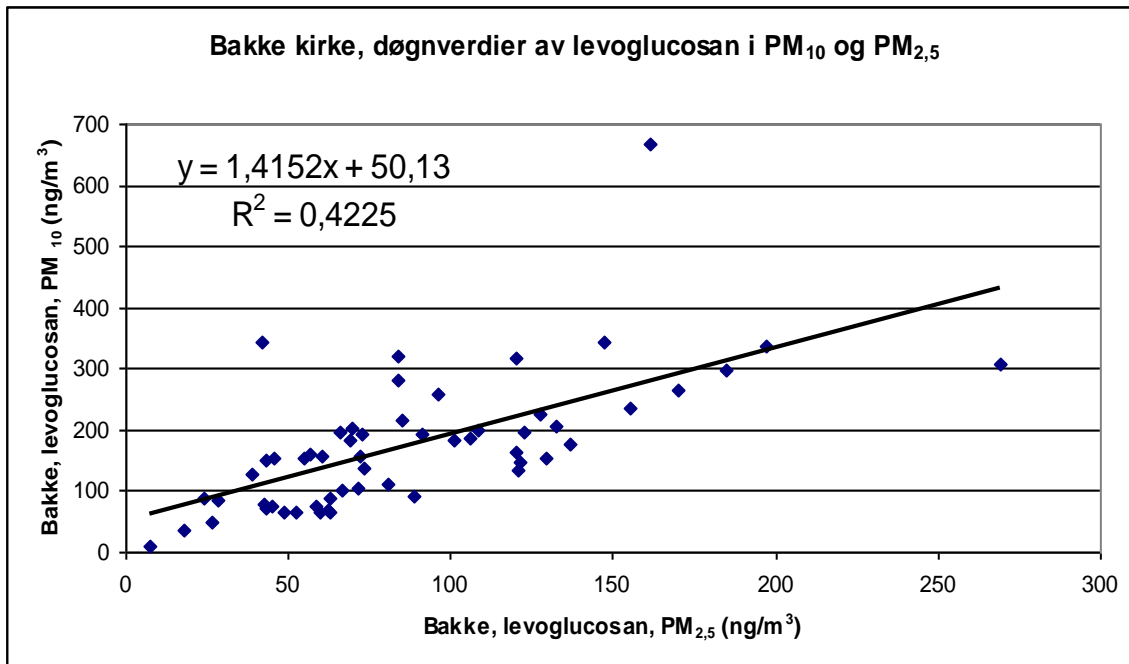


Figur C3: Døgnavverdier av levoglucosan i  $PM_{2,5}$  ved Bakke kirke og Singsaker på utvalgte prøver i perioden 10.11.2005-8.4.2006 ( $ng/m^3$ ).

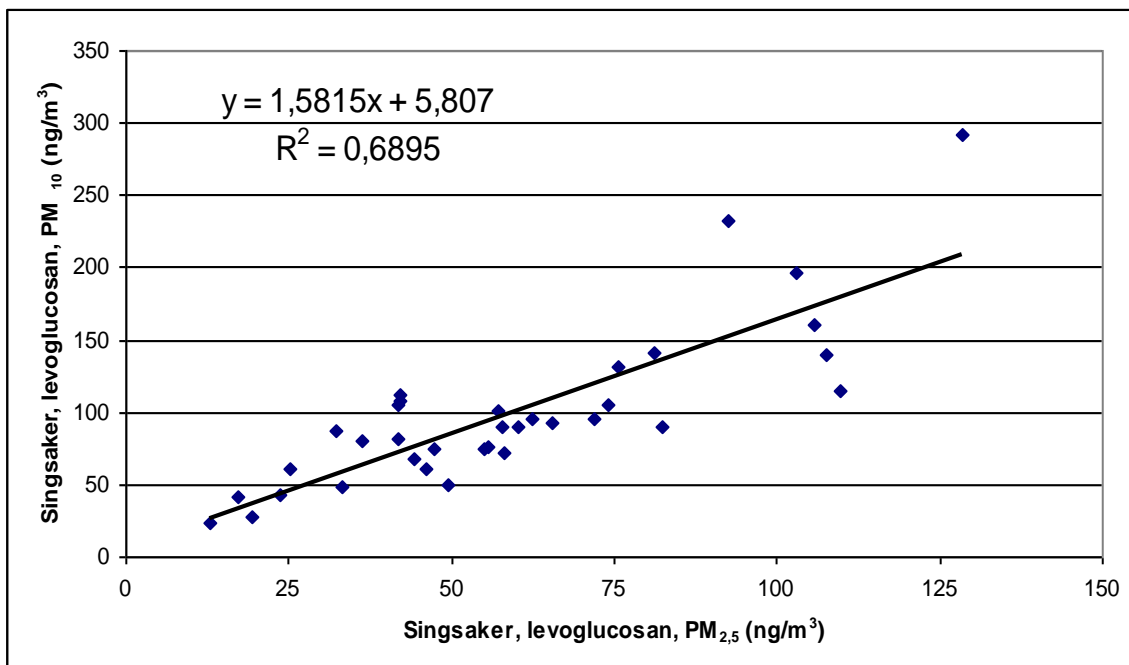


Figur C4: Døgnavverdier av levoglucosan i  $PM_{10}$  ved Bakke kirke og Singsaker på utvalgte prøver i perioden 10.11.2005-8.4.2006 ( $ng/m^3$ ).

Figur C5 og Figur C6 viser en viss sammenheng mellom levoglucosan i de to fraksjonene på begge stasjonene. Korrelasjonskoeffisientene er imidlertid betydelig lavere enn i Oslo, og helningen på regresjonslinja er mye større.



Figur C5: Samvariasjon mellom døgnmiddelverdier av levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Bakke kirke på utvalgte prøver i perioden 10.11.2005-8.4.2006.



Figur C6: Samvariasjon mellom døgnmiddelverdier av levoglucosan i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> ved Singsaker på utvalgte prøver i perioden 10.11.2005-8.4.2006.

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 42/2008	ISBN: 978-82-425-2440-9-(trykt) 978-82-425-2472-0 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 36	PRIS NOK 150,-
TITTEL PM10 og PM2,5 i Trondheim vinteren 2005/06  Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensningen av partikler i luft Fase 2b		PROSJEKTLEDER Steinar Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. O-105134	
FORFATTER(E) Steinar Larssen og Leif Otto Hagen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAUGSGIVERS REF.	
OPPDRAUGSGIVER 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 Glitre i Hakadal. I denne fase 2B rapporteres en studie av vedfyringsbidraget i Trondheim, basert på målinger på 2 stasjoner 2005/06. Det ble tidvis målt høye PM-konsentrasjoner i Trondheim denne vinteren, opp mot og over 100 µg/m <sup>3</sup> for PM <sub>10</sub> . På dager med sannsynlig vesentlig bidrag fra vedfyring kunne PM <sub>2,5</sub> og PM <sub>10</sub> komme over 50 µg/m <sup>3</sup> . På grunn av problemer med analyse av sporstoffet for vedfyring (en uforklarlig interferens-topp) kunne ikke vedfyringsbidraget bestemmes kvantitativt.			
TITLE PM <sub>10</sub> and PM <sub>2,5</sub> in Trondheim during the winter 2005/06. Study of contributions from small scale wood burning and other sources.			
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 2B the contributions to PM in Trondheim from small scale wood burning have been studied. There were days with high PM concentrations in Trondheim that winter, up to and above 100 µg/m <sup>3</sup> of PM <sub>10</sub> . On days with probable large contributions from wood burning particles, the PM <sub>2,5</sub> and PM <sub>10</sub> could be over 50 µg/m <sup>3</sup> . Due to analysis problems with the wood burning tracer component (an unexplained interference peak) the wood burning contribution could not be determined quantitatively.			

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

REFERANSE: O-105134  
DATO: JANUAR 2012  
ISBN: 978-82-425-2440-9-(trykt)  
978-82-425-2472-0 (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, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.