

# Mätningar av vedeldningsrelaterade luftföroreningar i Umeå 2012/13

---

*Karin Persson*

**Författare:** Karin Sjöberg

**Medel från:** Naturvårdsverket

**Rapportnummer:** C 34

**Upplaga:** Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2014

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel: 010-7886500 Fax: 010-7886590

[www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

## Innehållsförteckning

1.	Inledning .....	1
2.	Mätupplägg.....	1
2.1.	Mätmetoder .....	2
2.2.	Mätplatsbeskrivning .....	2
3.	Resultat.....	5
3.1.	Partiklar (PM <sub>2.5</sub> ).....	6
3.2.	Sot.....	8
3.3.	PAH .....	9
3.4.	BC och OC/EC.....	10
4.	Jämförelse mellan olika vedrelaterade luftföroreningar .....	11
4.1.	Jämförelse av olika partikelmått (PM <sub>2.5</sub> , sot, BC, OC/EC).....	12
4.2.	Relation mellan B(a)P och andra vedrelaterade luftföroreningar .....	14
5.	Sammanfattande haltjämförelse mellan de olika mätplatserna .....	15
6.	Referenser.....	17
Bilaga 1	Mät- och Analysmetoder	
Bilaga 2	Mätresultat	

## Sammanfattning

Med syfte att förbättra kunskapsläget avseende förekomst av luftföroreningar samt påverkan på hälsa från småskalig biobränsleeldning påbörjades ett forskningsprojekt hösten 2012, finansierat av Naturvårdsverket, i samarbete mellan Umeå Universitet, SMHI och IVL Svenska Miljöinstitutet. Studien har utförts i Umeå kommun, Västerbottens län. Resultaten från studien presenteras i 4 delrapporter, och i denna rapport presenteras resultaten från mätningarna av vedeldningsrelaterade luftföroreningar, jämförelse mellan platser med olika eldningsbehov och vanor samt mellan olika vedeldningsrelaterade luftföroreningar.

Mätningar har, i varierande omfattning, utförts vid fyra platser avseende partiklar ( $PM_{2.5}$  och sot), polyaromatiska kolväten (PAH), organiskt och elementärt kol (OC/EC) samt "black carbon" (BC).

Årsmedelvärdet av  $PM_{2.5}$  under 2013 var såväl i Sävar som i Vännäsby  $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vilket kan jämföras med  $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid bakgrundsstationen i Bredkålen. Halterna låg därmed långt under miljö kvalitetsnormen (MKN) för  $PM_{2.5}$  som årsmedelvärde,  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , och under miljö kvalitetsmålets precisering,  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Även periodmedelvärdena (november 2012– maj 2013) i Vännäs och Tavleliden låg under MKN och preciseringen.

Periodmedelvärdet (november 2012 – maj 2013) av sot var  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Sävar och 1.3 i Tavleliden, vilket kan jämföras med  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid bakgrundsstationen i Bredkålen för motsvarande period.

Även periodmedelvärdet (november 2012 – oktober 2013) av B(a)P låg långt under miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärde ( $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) både i Vännäsby ( $0.20 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) och i Sävar  $0.14 \text{ ng}/\text{m}^3$ , men över miljö kvalitetsmålets precisering ( $0.1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

Halterna av samtliga vedrelaterade luftföroreningar som mättes var som högst under vintern fram till april.

Utifrån jämförelser av resultaten från mätningar av dessa vedeldningsrelaterade luftföroreningar kan man anta att Vännäs har den största och Tavleliden den lägsta hälsopåverkan från vedeldning.

## 1. Inledning

Med syfte att förbättra kunskapsläget avseende förekomst av luftföroreningar samt påverkan på hälsa från småskalig vedeldning påbörjades ett forskningsprojekt hösten 2012, finansierat av Naturvårdsverket, i samarbete mellan Umeå Universitet, SMHI och IVL Svenska Miljöinstitutet.

Projektet var uppdelat i 4 delar:

- mätningar av vedeldningsrelaterade luftföroreningar;
- eldningsvanestudie;
- beräkningar av luftföroreningshalter;
- hälsokonsekvensberäkningar

Studien har utförts i Umeå kommun, Västerbottens län. Resultaten från studien presenteras i 4 delrapporter, och i denna rapport presenteras resultaten från mätningarna av olika vedeldningsrelaterade luftföroreningar, jämförelse mellan platser med olika eldningsbehov och vanor samt relationen mellan de olika vedeldningsrelaterade luftföroreningarna.

Mätningarna användes även till att validera de, med modellen SIMAIR ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)), beräknade halterna av PM<sub>2.5</sub>.

## 2. Mätupplägg

I detta kapitel beskrivs omfattningen av mätningarna av luftföroreningar, de olika mätplatserna samt mätmetoder, vilket även sammanfattas i Tabell 1.

I projektet valdes att ha två platser med kontinuerliga mätningar i vedeldningsområden, dels i Umeå (Sävar), dels i Vännäsby. Vid dessa mätplatser utfördes mätningar av partiklar (PM<sub>2.5</sub> och sot) på dygnsbas. Mätningarna av PM<sub>2.5</sub> (definieras som partiklar med en aerodynamisk diameter mindre än 2.5 µm, med en avskiljningsgrad på 50%) pågick under 14 månader (november 2012 – december 2013) på båda platserna och mätning av sot utfördes under 8 månader (november 2012 – juni 2013) i Sävar.

Vidare utfördes analys av PAH på PM<sub>2.5</sub>-fraktionen som månadsmedelvärden under 12 månader (november 2012 – oktober 2013) för dessa stationer.

De två kontinuerliga mätstationerna kompletterades med ytterligare två mätplatser, dels i Vännäs under 6 månader (november 2012 – april 2013) med veckovisa mätningar av PM<sub>2.5</sub>, dels i Tavleliden, där mätningar av PM<sub>2.5</sub> som veckomedelvärden samt dygnsvis provtagning av sot utfördes under 8 månader (november 2012 – juni 2013).

För Vännäs och Tavleliden analyserades PM<sub>2.5</sub>-filtren med avseende på "black carbon" (BC) och i Tavleliden även med avseende på OC/EC (organic and elementary carbon).

## 2.1. Mätmetoder

Samtliga mätmetoder beskrivs kortfattat nedan samt utförligare i Bilaga 1.

PM<sub>2.5</sub>-mätningarna, som dygns- respektive veckomedelvärden, utfördes med en av IVL framtagen aktiv metod och sot mättes som dygnsmedelvärde.

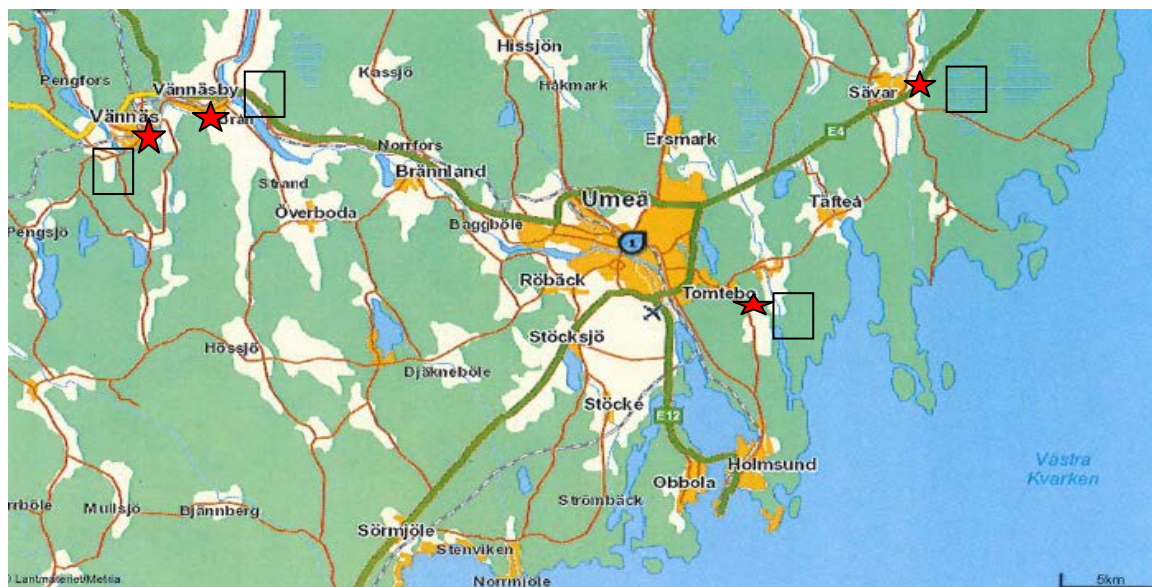
Analys av 15 st PAH:er (inkl. benzo(a)pyren), med vätskekromatografi (HPLC), utfördes genom månadsvisa samlingsprover av de dygnsvisa PM<sub>2.5</sub>-filter.

För dygnsvisa mätningar av sot tillämpades provtagning följt av analys av reflektans i IVL:s laboratorium. Sot består till största delen av elementärt kol (EC), men också av en del organiskt kol (OC). OC och EC mäts termiskt genom förbränning av kolet. OC/EC analyserades med Thermo-optical Transmission metod (TOT) av ITM (Institutet för tillämpad miljövetenskap) på PM<sub>2.5</sub>-fraktionen, provtaget med IVL:s PM-metod.

Black carbon (BC) är också ett begrepp för sot, men mäts optiskt genom mätning av ljusabsorption. Analys av BC utfördes på veckovisa PM<sub>2.5</sub>-filter med hjälp ett optiskt instrument av typen Magee scientific soot scan TM (model OT212). Instrumentet som användes tillhör Institutionen för arbets- och miljömedicin (AMM) i Göteborg.

## 2.2. Mätplatsbeskrivning

I Figur 1 har de studerade orternas placering markerats på en karta över Umeå och i Figur 2 visas foton från de olika mätplatserna.



**Figur 1** Karta över Umeå med omnejd samt markeringar av de olika mätplatserna; 1) Sävar, 2) Vännäsby, 3) Vännäs och 4) Tavleliden.



**Figur 2** Mätplatserna i Sävar, Vännäsby, Vännäs och Tavleliden

För att få en möjlighet att kunna studera områden med varierande omfattning av vedeldning styrdes valet av mätplatser av olika typer av bebyggelse; äldre och modernare villaområden samt olika typer av uppvärmning; fjärrvärme, vedpannor och lokala eldstäder, se Tabell 1. Antalet uppvärmningstyper samt årsförbrukning av ved och pellets på respektive plats är hämtade ur sotarregistret, som uppdaterats genom eldningsvaneundersökningen utförd inom projektet av Umeå universitet (Forsberg, B. 2014). Samtliga platser har ungefär samma påverkan från vägtrafik enligt årsmedelvärden avseende kväveoxider beräknade med en Land-use-regression-modell (Modig, L. m.fl., 2012).

I närheten av mätplatsen i Tavleliden finns inga vedpannor och man har det minsta antalet lokala eldstäder och braskaminer av de platser som ingick i denna studie. Vedförbrukningen är också den lägsta med  $14 \text{ m}^3/\text{år}$  på ett avstånd av 150 meter från mätplatsen. Avseende närheten till närmaste bilväg och årsmedelvärde av kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) så är förhållandena ungefär de samma som i Vännäs.

Den största vedförbrukningen förekommer vid mätplatsen i Vännäs,  $95 \text{ m}^3/\text{år}$ , 150 m från mätplatsen, fördelat på ungefär lika många vedpannor och lokala eldstäder som i Vännäsby, där man har en årsförbrukning av ved på  $72 \text{ m}^3/\text{år}$ .

I Sävar är årsförbrukningen av ved något högre än i Vännäsby,  $80 \text{ m}^3$ , fördelat på 2 vedpannor och 16 lokala eldstäder och braskaminer inom ett avstånd av 150 m från mätplatsen. Sävars mätstation ligger längst från närmaste bilväg jämfört med övriga stationer.



Tabell 1 Mätplatsinformation

Mätplats	Sävar	Vännäsby	Vännäs	Tavleliden
<b>Adress</b>	Blomstervägen (Gungan)	Snickargatan	Tjärngatan 20	Kometgatan
<b>Koordinater (X,Y)</b>	635480, 203247	635450, 194931	635440, 194532	634810, 202223
<b>Beskrivning</b>	På dagisbyggnad i villaområde.	På dagisbyggnad, i villaområde	Vid flerbostadhus i äldre villaområde	I modernt villaområde.
<b>Avstånd till närmaste väg</b>	50 m	10 m	15 m	10-15 m
<b>Årsmedelvärde NO<sub>x</sub></b>	9.6 µg/m <sup>3</sup>	7.1 µg/m <sup>3</sup>	9.0 µg/m <sup>3</sup>	9.1 µg/m <sup>3</sup>
<b>Uppvärmningskälla 75 respektive 150 m från mätplats</b>	75 m: 1 vedpanna  150 m: 2 vedpannor, 16 lokala eldstäder.	75 m: 2 lokala eldstäder  150 m: 2 vedpannor, 4 pellets samt 12 lokala eldstäder	75 m: 3 pelletspannor, samt 2 lokala eldstäder  150 m: 6 pelletspannor, 4 vedpannor samt 9 lokala eldstäder	75 m: Fjärrvärme samt 2 lokala eldstäder.  150 m: Fjärrvärme samt 7 lokala eldstäder
<b>Årsförbrukning ved, pellets vid 75 respektive 150 m från mätplats</b>	75 m: 15 m <sup>3</sup> 150 m: 80 m <sup>3</sup>	75 m: 8 m <sup>3</sup> 150 m: 72 m <sup>3</sup>	75 m: 9 m <sup>3</sup> 150 m: 95 m <sup>3</sup>	75 m: 3 m <sup>3</sup> 150 m: 14 m <sup>3</sup>
<b>Mätparametrar och mätperiod</b>	PM <sub>2.5</sub> -dygn, PAH – månad: 201211 – 201312 Sot-dygn: 201211 - 201306	PM <sub>2.5</sub> -dygn: 201211–201312 PAH – månad: 201211-201310	PM <sub>2.5</sub> /BC– vecka: 201211 – 201305	Sot-dygn, PM <sub>2.5</sub> /BC/OC/EC-vecka: 201211 – 201306
<b>Mätningarnas höjd ovan mark</b>	3 m	3.5 m	4 m	3.5 m

### 3. Resultat

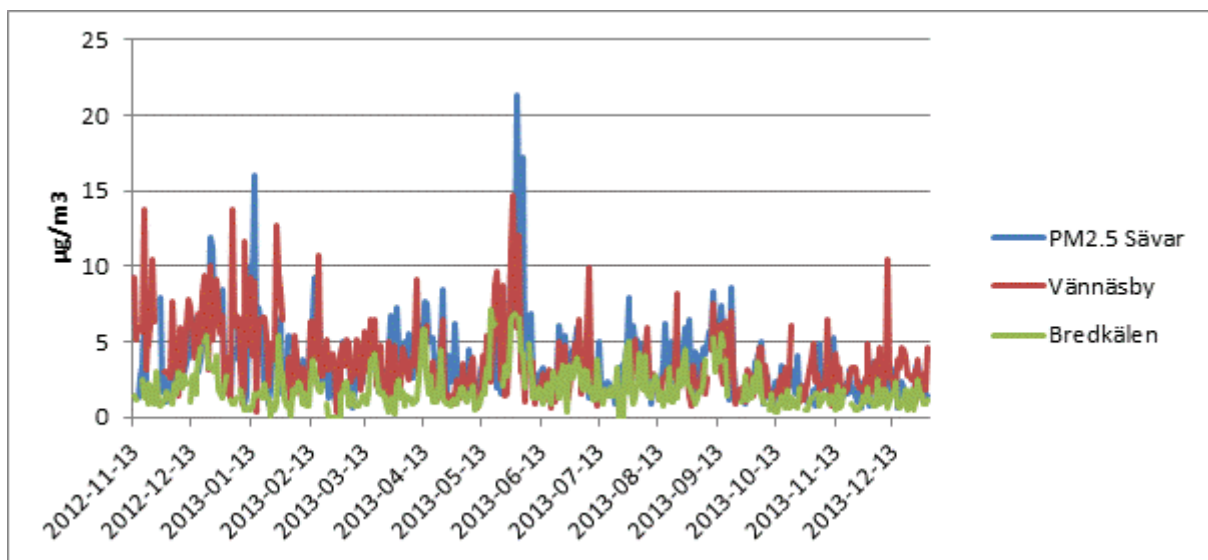
I detta kapitel presenteras resultaten från mätningarna av PM<sub>2.5</sub> och sot samt efteranalyser av PAH (i form av B(a)P), BC, OC och EC) i aggregerad form. I Bilaga 2 presenteras samtliga mätdata.

Jämförelser görs av mätresultaten mellan de olika platserna samt med, i förekommande fall, miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmålen preciseringar. För PM<sub>2.5</sub> och sot jämförs även med resultat

från de nationella mätstationerna i regional och urban bakgrund<sup>1</sup>, i Bredkålen (Jämtland) respektive Umeå (Förskolan Mården).

### 3.1. Partiklar (PM<sub>2.5</sub>)

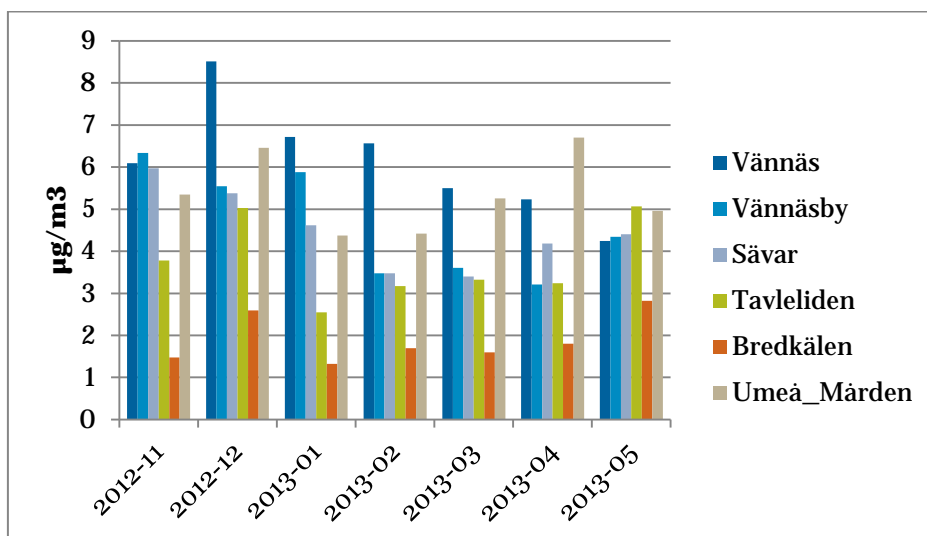
I Figur 3 visas dygnsmedelvärdena av PM<sub>2.5</sub> vid de två kontinuerliga mätstationerna i Sävar och Vännäsby jämfört med vid den närmast belägna nationella bakgrundsstationen i Bredkålen.



**Figur 3** Dygnsmedelvärden av PM<sub>2.5</sub> i Sävar och Vännäsby under mätperioden november 2012 – december 2013 jämfört med bakgrundsstationen i Bredkålen.

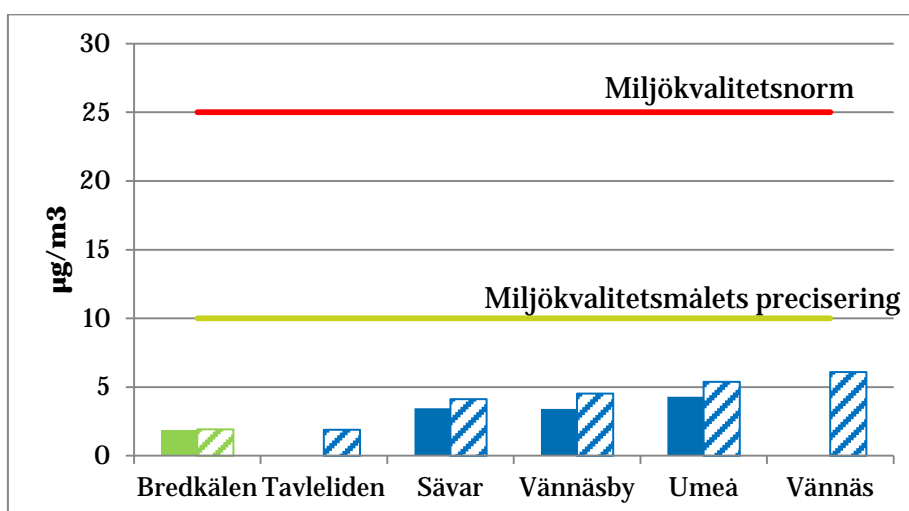
Under sex respektive åtta månader mättes även PM<sub>2.5</sub> veckovis vid stationerna Vännäs respektive Tavleliden. I Figur 4 presenteras månadsmedelvärden från samtliga fyra stationer i projektet jämfört med resultaten vid de nationella mätstationerna Bredkålen respektive Förskolan Mården i Umeå. Av de fyra stationerna uppvisade Vännäs generellt de högsta månadsmedelvärdena, undantaget november då Vännäsby, och maj då Tavleliden, uppvisade de högsta halterna av PM<sub>2.5</sub>. Den urbana bakgrundsstationen i Umeå uppvisade lägre halter än Vännäs under vintermånaderna och högre halter under april och maj.

<sup>1</sup> Dessa mätningar utförs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket, Enheten för luft och klimat, inom ramen för den nationella miljöövervakningen.



**Figur 4** Månadsmedelvärden av PM<sub>2.5</sub> i Vännäs, Vännäsby, Sävar och Tavleliden jämfört med de nationella mätstationerna i Bredkälén (regional bakgrund) respektive Umeå (urban bakgrund).

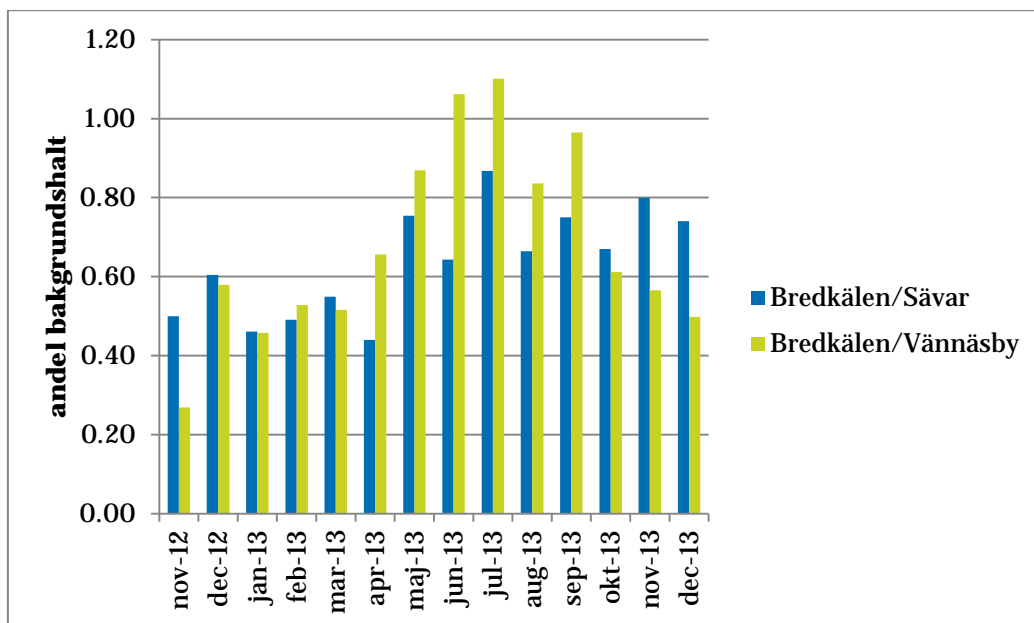
Årsmedelvärdet för PM<sub>2.5</sub> under 2013 var såväl i Sävar som i Vännäsby 3.4 µg/m<sup>3</sup> jämfört med 1.9 µg/m<sup>3</sup> i Bredkälén. Halterna låg därmed långt under miljö kvalitetsnormen (MKN) för PM<sub>2.5</sub> som årsmedelvärde, 25 µg/m<sup>3</sup>, och under miljö kvalitetsmålets precisering, 10 µg/m<sup>3</sup>. Även periodmedelvärdena (november 2012 – maj 2013) i Vännäs och Tavleliden låg under MKN och preciseringen, och medelvärdet i Tavleliden låg i nivå med årsmedelvärdet i regional bakgrundsluft i Bredkälén, se Figur 5.



**Figur 5** Års- (fyllda staplar) och periodmedelvärden (november 2012 – maj 2013) (randiga staplar) av PM<sub>2.5</sub> i Vännäsby, Sävar respektive Tavleliden och Vännäs jämfört med bakgrundsstationen i Bredkälén (grön stapel) och i urban bakgrund i Umeå samt miljö kvalitetsnormen och miljö kvalitetsmålets precisering för PM<sub>2.5</sub> som årsmedelvärde.

Halterna vid regionala bakgrundsstationer (landsbygd) ger en grov uppskattning av hur stor påverkan utifrån (långdistanstransport) är. I Figur 6 redovisas månadsvis den dygnsvisa andelen regionalt bidrag

(Bredkälén) till halten av PM<sub>2.5</sub> i Sävar respektive Vännäsby. Bakgrundsbidraget för kalenderåret var i genomsnitt 65 % i både Sävar och Vännäsby. Under vintermånaderna var bakgrundsbidraget cirka 10 % högre i Sävar jämfört med i Vännäsby, d.v.s. det lokala bidraget, från främst vägtrafik och uppvärmning, var något högre i Vännäsby jämfört med i Sävar. Det motsatta förhållandet rådde under sommarmånaderna, där det lokala bidraget i Vännäsby endast var 10 % jämfört med 30 % i Sävar.

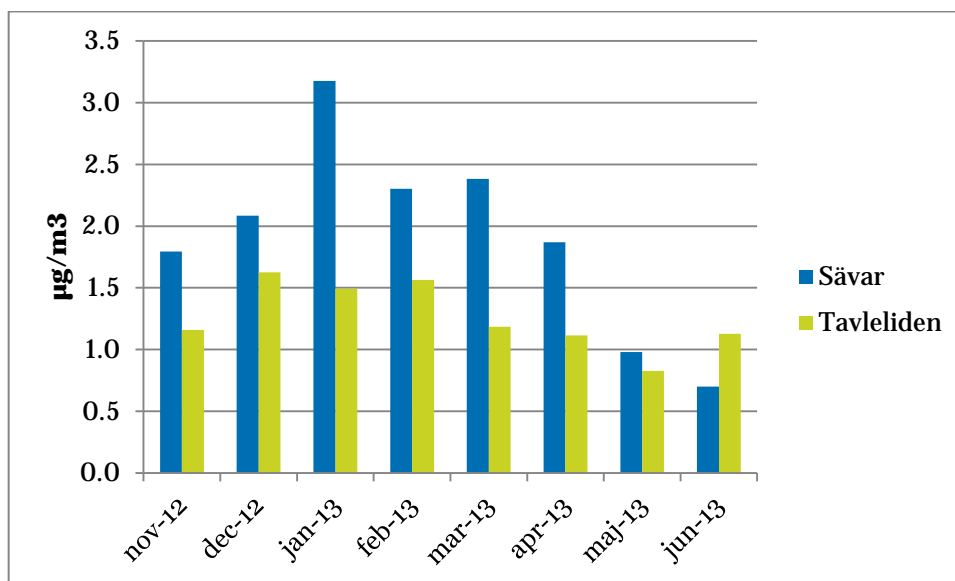


**Figur 6** Månadsvis presentation av andelen av uppmätta dygnsmedelvärden i Sävar och Vännäsby som kan antas härröra från bakgrundsluft (Bredkälén).

### 3.2. Sot

Sot mättes parallellt med PM<sub>2.5</sub> i Sävar och Tavleliden under perioden november 2012 – maj 2013. Dygnsmedelvärdena av sot var högre i Sävar än i Tavleliden under samtliga månader. Haltskillnaden mellan de båda stationerna var som störst under vintermånaderna. Högst halter uppmättes i Sävar under januari månad, se Figur 7.

Periodmedelvärdet (november – maj) var 2.0 µg/m<sup>3</sup> i Sävar och 1.3 µg/m<sup>3</sup> i Tavleliden, jämfört med 0.8 µg/m<sup>3</sup> vid bakgrundsstationen i Bredkälén för motsvarande period.



**Figur 7** Månadsmedelvärden av sot i Sävar och Tavleliden för perioden november 2012 till och med juni 2013.

### 3.3. PAH

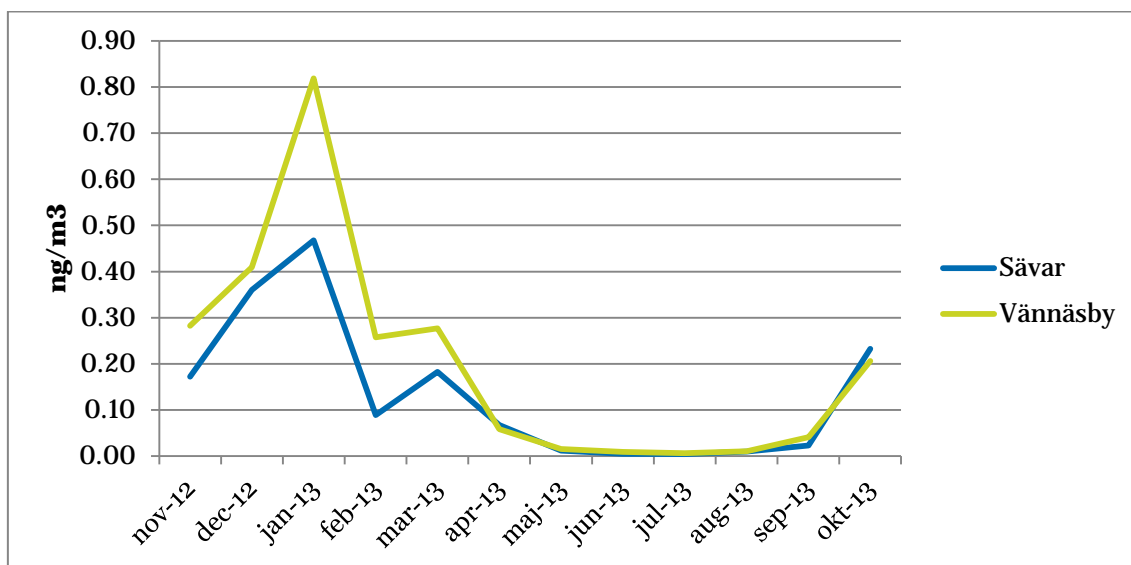
Den PAH-komponent som är av störst intresse ur hälsosynpunkt är benso(a)pyren (B(a)P) då den är fastställd som cancerogen. För B(a)P finns en miljö kvalitetsnorm samt en precisering till ett miljö kvalitetsmål för B(a)P på partikel fraktionen  $PM_{10}$ . Analys av PAH har i detta projekt gjorts på  $PM_{2.5}$ -fraktionen. Då B(a)P emellertid är en förbränningskomponent återfinns merparten av B(a)P på mindre fraktioner, såsom  $PM_{2.5}$ .

I detta kapitel presenteras endast data för B(a)P på  $PM_{2.5}$ -fraktionen. För resultat avseende övriga PAH-komponenter, se vidare i Bilaga 2.

12-månadersmedelvärdet (november 2012 – oktober 2013) av B(a)P var i Vännäsby  $0.20 \text{ ng/m}^3$  och i Sävar  $0.14 \text{ ng/m}^3$ , vilket i båda fallen är långt under miljö kvalitetsnormen för kalenderårsmedelvärde ( $1 \text{ ng/m}^3$ ), men över miljö kvalitetsmålets precisering ( $0.1 \text{ ng/m}^3$ ). Noteras bör att mätningarna inte är utförda under ett komplett kalenderår, men att skillnaden torde vara marginell.

Halterna av benso(a)pyren (B(a)P) var mer än 10 gånger så höga under vinter- jämfört med sommarmånaderna. Högsta månadsmedelvärdena uppmättes, såväl i Sävar som i Vännäsby, under januari, se Figur 8.

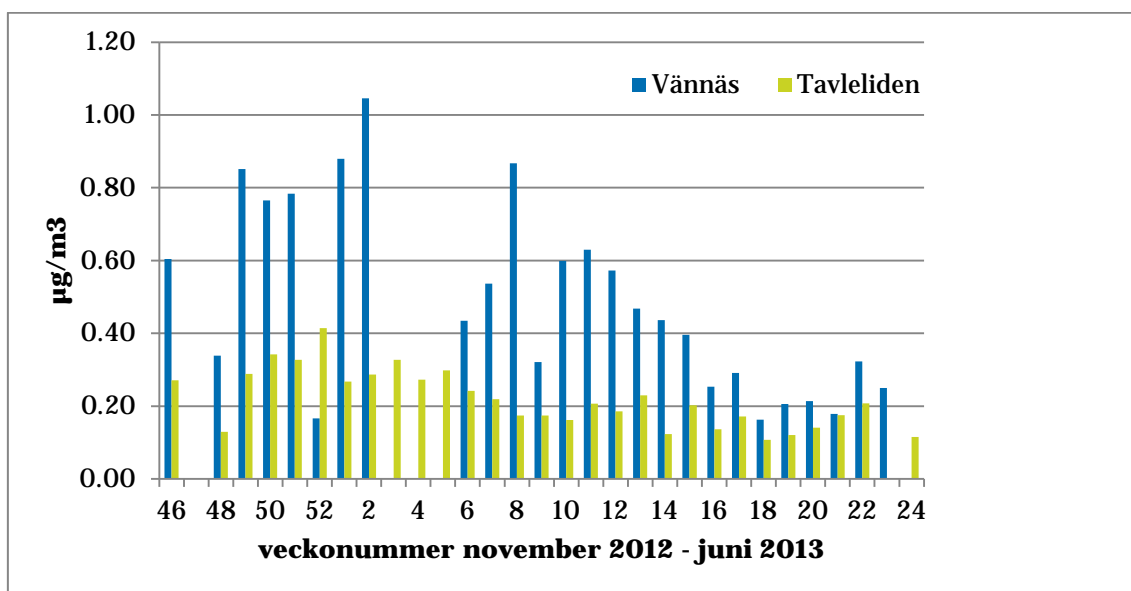
Under vintermånaderna var halterna av B(a)P generellt högre i Vännäsby än i Sävar på samma sätt som för halten av  $PM_{2.5}$ , vilket beror på att B(a)P är en förbränningskomponent. Drygt 75 % av utsläppen av B(a)P i Sverige härrör från utsläpp från vedpannor, braskaminer och annan förbränning av trä (<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/PAH-till-luft/>).



**Figur 8** Månadsmedelvärden av bens(a)pyren i Sävar och Vännäsby under perioden november 2012 och oktober 2013.

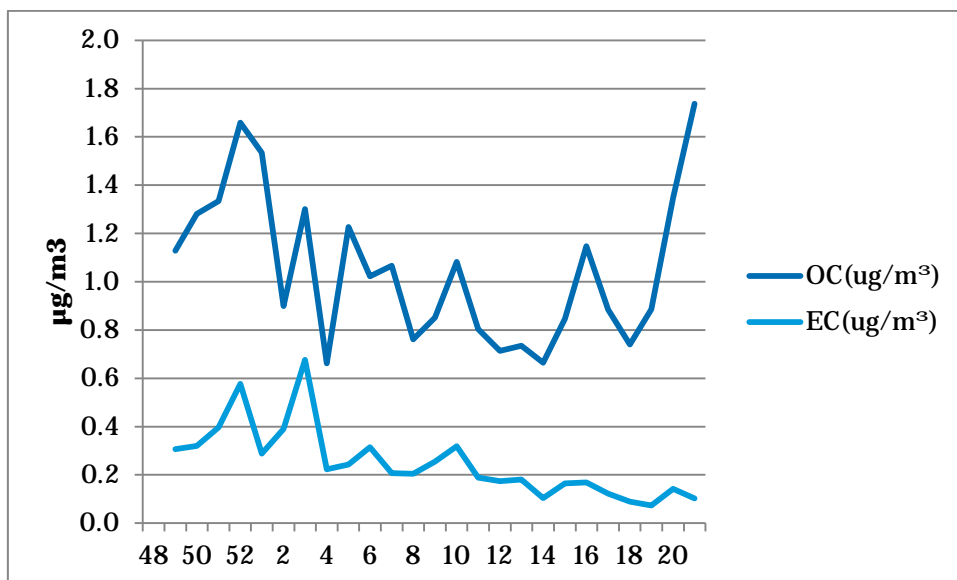
### 3.4. BC och OC/EC

Halterna av black carbon (BC) var i genomsnitt dubbelt så höga i Vännäs som i Tavleliden. På samma sätt som för övriga föroreningar som mätts i projektet var halterna som högst under vintern fram till april, se Figur 9.



**Figur 9** Veckomedelvärden av black carbon i Vännäs och Tavleliden under november 2012 till och med juni 2013.

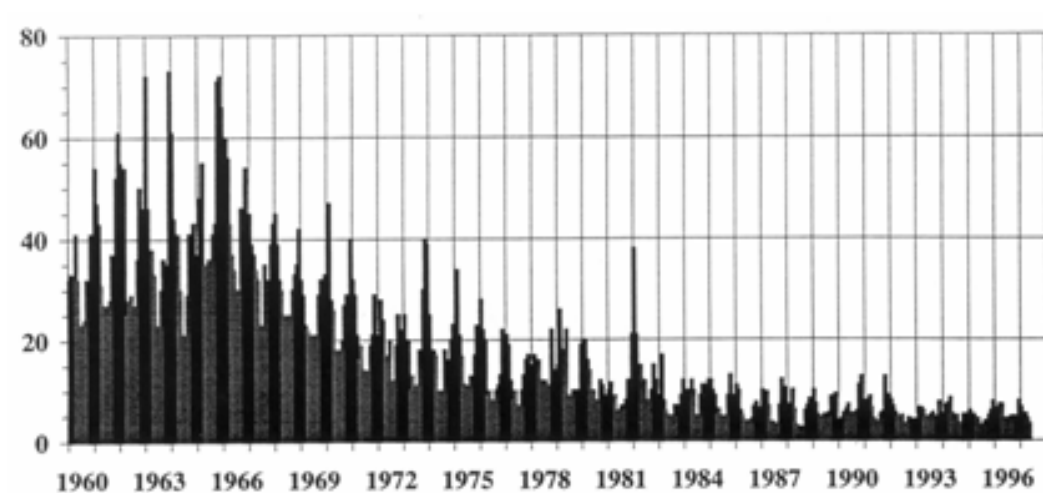
I Tavleliden analyserades PM<sub>2.5</sub>-filter även för OC och EC, se Figur 10. För EC, som härrör från förbränning av fossila bränslen och ved, gäller generellt att halterna var högst under vintern, medan halterna av OC, som förutom från vedeldning har sitt ursprung från bland annat vägslitage och naturliga källor såsom erosion, ökade halterna på nytt under våren.



**Figur 10** Veckomedelvärden av OC och EC Tavleliden under november 2012 till och med maj 2013.

#### 4. Jämförelse mellan olika vedrelaterade luftföroreningar

Halten av partiklar kan mätas på olika sätt och den äldsta metoden i Sverige är att mäta sot genom ljusreflektion. Det finns långa mätserier av sot sedan 1960-talet, främst för Stockholm och Göteborg. Halterna av sot har minskat kraftigt sedan 1960-talet, se exempel från Göteborg i Figur 11.



**Figur 11** Halter av sot i Göteborg mellan 1960 och 1996.

Sot har mätts sedan 1986 i Urbanmätnätet (Persson, K., 2013). Från början mättes under vinterhalvår i ett fyrtiotal kommuner spridda över landet, men i takt med att det blev krav på mätningar av partikelmätten

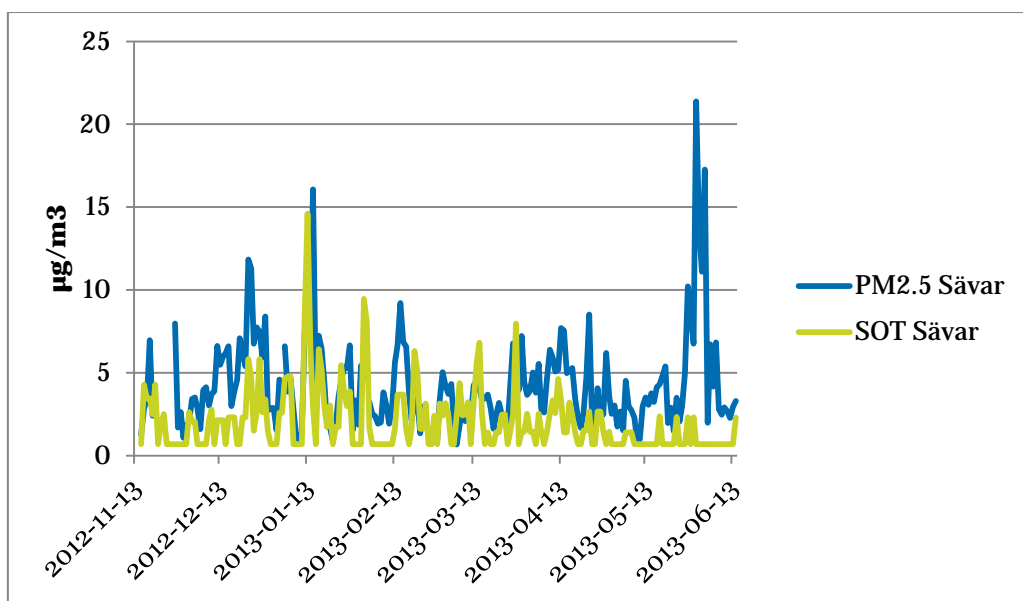
PM<sub>10</sub> och PM<sub>2.5</sub> har mätningarna av sot minskat. Sot är dock ett mått som har visats vara starkt korrelerat med hälsostudier och en bra indikator på vedeldning. PM<sub>10</sub> och PM<sub>2.5</sub> härrör inte bara förbränningsrelaterade partiklar. En av de större källorna till halten av PM<sub>2.5</sub>, så väl som till PM<sub>10</sub>, är slitagepartiklar, som står för en stor andel av partikelhalten på varen, via resuspension (uppvirvling) av damm från vägbanor (Johansson, C. m.fl. 2007). I likhet med sot kan andelen långdistanstransporterade partiklar vara stor, i synnerhet i södra Sverige (Forsberg, B. m.fl. 2005).

I detta kapitel kommer de olika vedeldningsrelaterade luftföroreningarna som ingått i denna studie att jämföras med varandra i syfte att studera samband.

#### 4.1. Jämförelse av olika partikelmått (PM<sub>2.5</sub>, sot, BC, OC/EC)

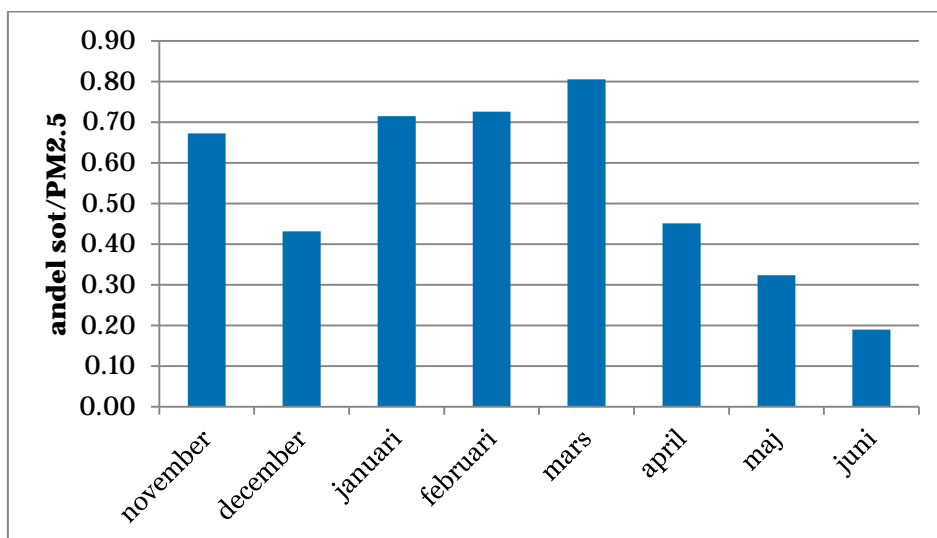
I Figur 12 visas dygnsmedelvärden av PM<sub>2.5</sub> och sot uppmätta vid mätstationen i Sävar. Under vintermånaderna kan man se en bra korrelation mellan sot och PM<sub>2.5</sub>, men under våren var halterna av PM<sub>2.5</sub> som högst och halterna av sot låga. "Andelen" sot av PM<sub>2.5</sub>, med antagandet att all sot finns med som PM<sub>2.5</sub>, i Sävar var 40 – 80 % under vintermånaderna och mellan 20 – 40 % under april – maj, se Figur 13.

Förklaringen till detta är att under vintern härrör sot- och PM<sub>2.5</sub>-halterna från samma källor, främst uppvärmning och trafik, medan det under våren kommer en stor andel av PM<sub>2.5</sub>-halten från mekaniskt genererade partiklar (slitage av vägbanor, däck och bromsar).



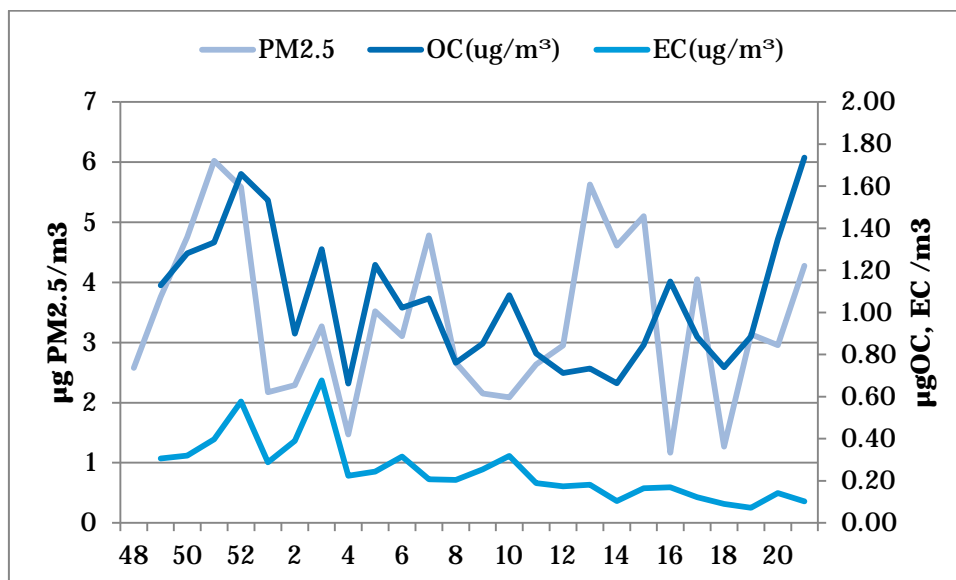
**Figur 12** Dygnsmedelvärden av sot och PM<sub>2.5</sub> i Sävar under perioden november 2012 – juni 2013.





**Figur 13** "Andelen" sot av PM<sub>2.5</sub> i Sävar under perioden november 2012 – maj 2013.

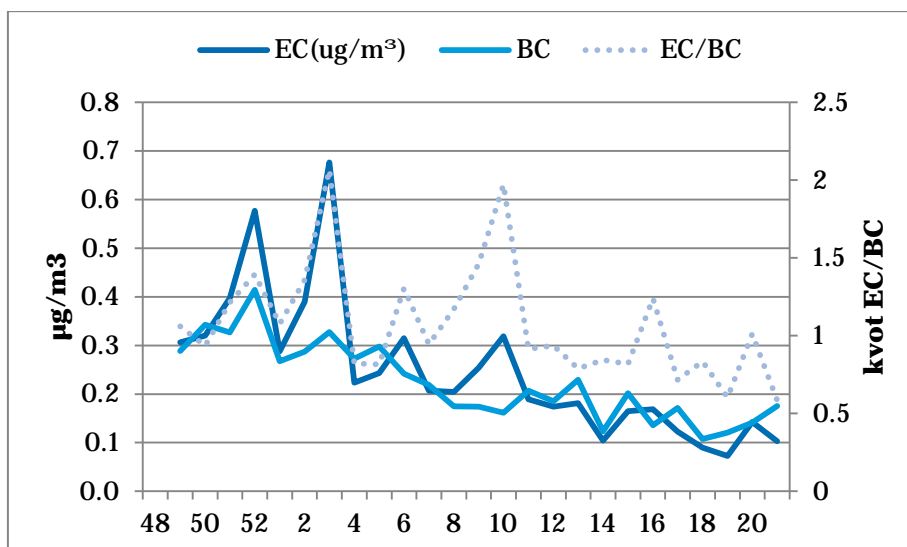
I Figur 14 illustreras förhållandena mellan PM<sub>2.5</sub>, OC och EC i Tavleliden under perioden november 2012 – juni 2013. Säsongsvariationen i halter var densamma för OC och PM<sub>2.5</sub>, med förhöjda halter såväl under vinter som under vår, medan halterna av EC, som endast är förbränningsrelaterade, minskade under våren.



**Figur 14** Jämförelse av veckomedelvärden för PM<sub>2.5</sub>, OC och EC i Tavleliden under vintern 2012 och vår/sommar 2013.

Kvoten mellan EC och BC vid Tavleliden var i genomsnitt 1 för perioden november 2012 – maj 2013. Kvoten mellan veckomedelvärden varierade dock mellan 0.6 till 2 och var drygt 1 i genomsnitt under vintern och något mindre än 1 under april och maj, se Figur 15.

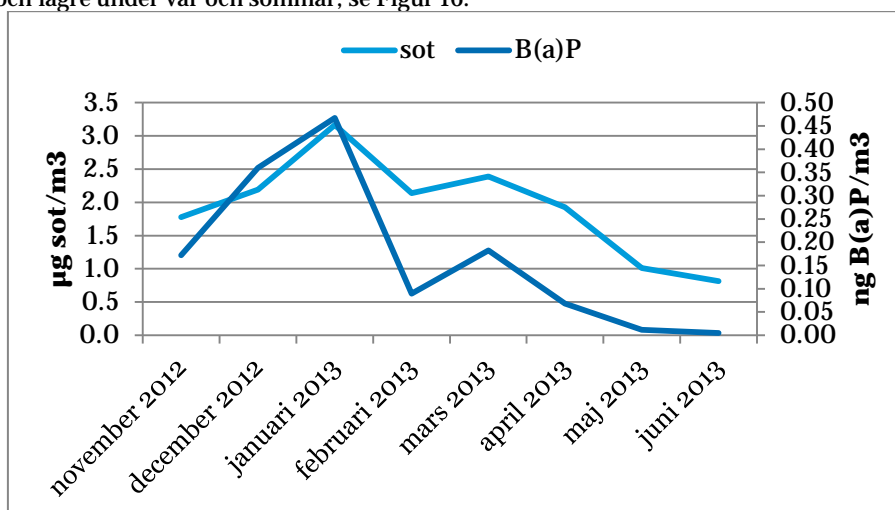
Största källorna till BC och EC i Sverige är ved- och bibränsleeldning (ca 40%) samt vägtrafik, arbetsmaskiner och industri (vardera ca 20%) (Hansson, H-C., m.fl., 2011).



**Figur 15** Jämförelse av veckomedelvärden för black carbon (BC) och elemental carbon (EC) i Tavleliden under perioden november 2012 – maj 2013. Kvoten redovisas på y-axeln till höger i figuren.

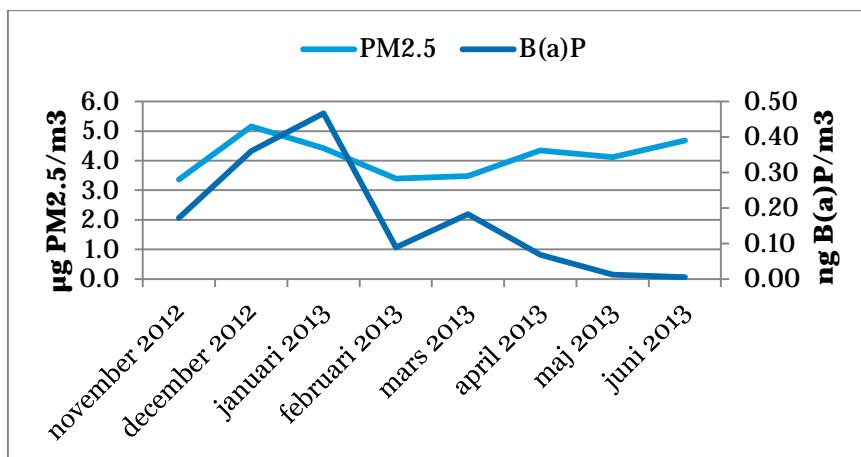
## 4.2. Relation mellan B(a)P och andra vedrelaterade luftföroreningar

Största källorna till halter av benso(a)pyren är, på samma sätt som för sot, EC och BC, vedeldning och trafikavgaser. Halterna av B(a)P följde därmed sothaltens säsongsvariation, med höga halter under vintern och lägre under vår och sommar, se Figur 16.



**Figur 16** Jämförelse mellan månadsmedelvärden av sot och B(a)P i Sävar november 2012 – juni 2013.

Halterna av PM<sub>2.5</sub> och B(a)P följdes åt relativt väl under vintermånaderna, medan halten av PM<sub>2.5</sub>, till följd av resuspension steg från mars- april, och halterna för B(a)P minskade till följd av minskad uppvärmning, se Figur 17.



**Figur 17** Jämförelse mellan månadsmedelvärden av PM<sub>2.5</sub> och B(a)P i Sävar november 2012 – juni 2013.

## 5. Sammanfattande haltjämförelse mellan de olika mätplatserna

Utifrån jämförelsen av resultaten av PM<sub>2.5</sub> vid de fyra mätplatserna, under november 2012 – maj 2013, uppvisade Vännäs det högsta periodmedelvärdet (6.1 µg/m<sup>3</sup>) följt av Vännäsby (4.5 µg/m<sup>3</sup>) och Sävar (4.4 µg/m<sup>3</sup>) och sedan Tavleliden (3.7 µg/m<sup>3</sup>). De uppmätta halterna under vinterhalvåret följer därmed väl årsförbrukningen av ved vid de olika platserna.

Den urbana bakgrundsstationen i Umeå (Mården) uppvisade lägre halter av PM<sub>2.5</sub> än i Vännäs under vintermånaderna och högre halter under april och maj. Det speglar väl de olika källorna vid de båda stationerna. I centrum (Mården) är trafikbelastningen större än i Vännäs, vilken har störst påverkan på partikelhalterna på våren, medan Vännäs har större påverkan från vedeldning, som påverkar partikelhalterna under vintern.

Halterna av BC följde mönstret för PM<sub>2.5</sub>-halterna, dvs. halterna av BC var betydligt högre i Vännäs än i Tavleliden.

Jämförelsen av sothalter i Sävar och Tavleliden visar att Sävar hade 35 % högre halter under perioden november – maj, medan Tavleliden hade 60 % högre halter i juni. I juni är inte påverkan från vedeldning stor, utan skillnaden beror förmodligen snarare på att Tavlelidens mätstation är belägen närmre en bilväg (10-15 meter) än vad som är fallet i Sävar (50 meter).

Vännäsby och Sävar uppvisade i stort sett samma årsmedelvärde av PM<sub>2.5</sub>, men i Vännäsby var det högst halter under vintern och i Sävar högst halter under sommarmånaderna. Vännäsby hade även högst halter av B(a)P under vintermånaderna, 30 % högre halter av B(a)P jämfört med i Sävar. Dessa båda stationer är ganska likartade med ungefär samma årsförbrukning av ved, antal pannor och lokala eldstäder, men det är

tydligt att mätstationen i Vännäsby är mer påverkad av luftföroreningar från vedeldning än i Sävar. Modellberäkningar av NO<sub>x</sub> gav högre halter i Sävar (9.6 µg/m<sup>3</sup>) jämfört med i Vännäsby (7.1 µg/m<sup>3</sup>), vilket även tyder på större påverkan från vägtrafik i Sävar än i Vännäsby, trots att Vännäsby ligger närmre en bilväg.

Mätresultaten från denna studie indikerar att vedeldning har en betydande inverkan på halten av luftföroreningar under vinterhalvåret i de studerade orterna.

## 6. Referenser

Forsberg, B. (2014) Eldningsvaneundersökning i Umeå 2014, pågående.

Forsberg, B., Hansson, H-C., Johansson, C., Areskoug, H., Persson, K., Järholm, B. Comparative Impact Assessment of Local and Regional Particulate Air Pollutants in Scandinavia. *Ambio* vol. XXXIV, No 1, February 2005.

Hansson, H-C., Johansson, C., Nyqvist, G., Kindbom, K., Åström, S., Moldanova, J. (2011). Black carbon – possibilities to reduce emissions and potential effects. ITM-report 202.

Johansson, C., Sjövall, B., Ferm, M., Karlsson, H., Vecely, V., Krecl, P., Ström, J. 2007. Relationerna mellan halterna av PM<sub>10</sub>, PM<sub>1</sub> och sot i Sverige. ITM-rapport 153.

Persson, K. (2013). Luftkvaliteten i Sverige 2012 och vintern 2012/13. Resultat från mätningar inom Urbanmätnätet. IVL-rapport B2126

Modig, L., Hagenbjörk-Gustafsson, A., Jonsson, L., Olsson, D., Strömgren, M., Forsberg, B. (2012). Modell för beräkning av bensen- och 1,3-butadienhalter i omgivningsluft utifrån geografisk information om bland annat biobränsleeldning och trafik.

## **BILAGA 1**

### **Mät- och Analysmetoder**

## **Provtagning av partiklar i utomhusluft på filter**

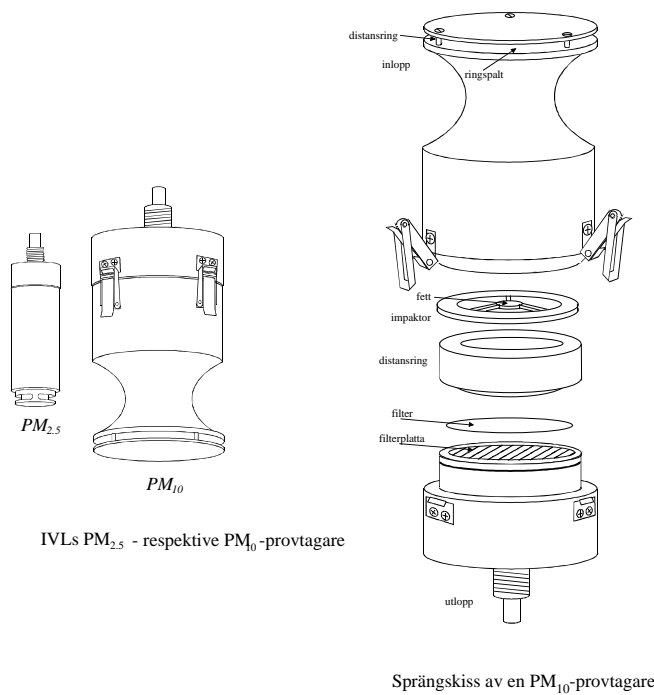
### **Tillämpningsområde**

Provtagningsmetoden används för bestämning av partikelhalt ( $PM_{10}$  och  $PM_{2.5}$ ) i luft. Syftet med provtagningen är att ge en god uppfattning om koncentrationen av partiklar i luft. Provtagarna har genomgått tester i enlighet med de krav som ställs inom EUs standardiseringskommitté. Jämförande mätningar har gjorts mellan IVLs  $PM_{10}$  – och  $PM_{2.5}$  – provtagare och den EU-godkända lågvolymprovtagaren, KleinfILTERgerät, med god överensstämmelse.

### **Princip**

Provtagning av partiklar sker genom att luft sugas med konstant flöde igenom ett provtagningshuvud utomhus där ett filter är monterat, se Figur B 1.1. Filtret samlar upp partiklarna. Huvudets inlopp, luftflödet samt en impaktor, monterad före filtret, ger den bestämda partikelfractionen,  $PM_{10}$  eller  $PM_{2.5}$ . Vid dygnsvis provtagning kopplas flödet automatiskt till ett (av åtta) filter per dygn.

Analys av proverna sker genom vägning av filter före och efter provtagning, dvs. gravimetriskt i likhet med referensmetoden, under standardiserade förhållande avseende temperatur och luftfuktighet enligt krav i SS-EN 13284-1. Partikelhalter bestäms genom att relatera uppvägd massa till luftvolymen som protokollförs vid avläsning på gasmätare.



**Figur B1.1** Provtagare för PM<sub>2.5</sub> och PM<sub>10</sub>.

IVL är ackrediterad för dygnsvis provtagning och analys av PM<sub>10</sub> och PM<sub>2.5</sub>, enligt SWEDAC 17025. Längre provtagningsperioder än dygnsvis, t.ex. en vecka eller en månad, tillämpas i vissa fall, med intermittent provtagning.

Nedre och övre detektionsgräns för PM<sub>2.5</sub> är 1 µg/m<sup>3</sup> respektive 1000 µg/m<sup>3</sup>.

## Månadsvisa analyser av PAH på PM<sub>2.5</sub>–fraktionen

Filter från PM<sub>2.5</sub>-provtagning "poolas" till månadsprover och PAH extraheras ur partikelfasen från PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>-filter och analyseras med vätskekromatografi (HPLC) med fluorescensdetektor (FLD) eller med gaskromatografi med masspektroskopi (GC/MS).

Följande PAH:er ingår i analysen: phenantrene, antracene, fluoranthrene, pyrene, benso(a)antracene, chrysene, benso(b)fluoranthrene, benso(k)fluoranthrene, benso(a)pyrene, dibenso(a,h)antracene, benso(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyrene.

IVL är ackrediterade för analys av PAH enligt SWEDAC 17025.

Nedre och övre detektionsgräns för benso(a)pyren är 0.019 ng/m<sup>3</sup> respektive 11 ng/m<sup>3</sup>.

## **Analys av black carbon (BC) med SootScan™ Model OT21 Transmissometer**

Instrumentet innehåller en ljuskälla med två våglängder; 880 nm för kvantitativ analys av BC på partiklar, och 370 nm för kvalitativ analys av vissa aromatiska ämnen.

Instrumentet är designat för 25, 37 och 47 mm diameters filter av Teflon, kvartsfiber, glasfiber eller Teflon-belagd glassfiberfilter.

## **Analys av OC/EC**

Organiskt och elementärt kol analyserades på PM<sub>2.5</sub>-fraktionen, provtaget med IVL:s PM-metod med kvartsfiberfilter. Innan partikelprovtagningen bränns filtren av vid 800 °C i 10 timmar för att driva av alla organiska föroreningar.

Efter partikelprovtagningen analyseras OC/EC med Thermo-optical Transmission method (TOT) utvecklad av Birch and Cary (1). Instrumentet är av typen the Sunset Laboratory Lab OC-EC Aerosol Analyzer, och analyserna utfördes av ITM (Institutet för tillämpad miljövetenskap vid Stockholms universitet).

TOT-metoden tillämpar stegvis uppvärmning av filterprovet, först via icke-oxiderande helium (bärgas) där kol förångas eller sönderdelas. En optisk korrektion för pyrolytiskt kol (PC), som formas under analysen, görs kontinuerligt genom mätningar av transmittansen genom provet med en laserstråle (670 nm). Den ursprungliga transmittansen minskar när PC skapas i provet då provet mörknar under uppvärmningen. Helium byts sedan ut mot ett oxiderande bärgas, vilket får provet att förbrännas och vid något skede är nivån för transmittansen tillbaka på startnivå. Detta moment kallas "OCEC-split point" och allt kol uppmätt före denna punkt tilldelas organiskt kol (OC) och allt kol uppmätt efter är elementärt kol (EC).

- (1) Birch, M.E. and R.A. Cary. *Elemental carbon-based method for monitoring of occupational exposures to particulate diesel exhaust*. Aerosol Science and Technology, 1996. 25(3):pp 221 – 241

## **Mätningar av sot (dygnsvis)**

För dygnsvisa mätningar av sot tillämpas provtagning på mätplatsen följt av analys vid IVL:s laboratorium. IVL är ackrediterade för såväl provtagnings- som analysmetod. Enligt EU-direktivet 2008/50/EG är metoden indikativ.

Provtagningen sker med hjälp av en automat (med åtta kanaler) som leder provluft till filter för sot. En automatisk växling av prover sker dygnsvis.

Analysmetoden för sot är reflektansmätning baserad på SS-ISO 9835. Halterna av sot bestäms genom att relatera analysresultaten till luftvolymen som läses av på gasmätare vid provtagningen.

Nedre och övre detektionsgräns för sot är 1.5 µg/m<sup>3</sup> respektive 100 µg/m<sup>3</sup>.



**BILAGA 2:** Dygnsmedelvärden av PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) i Sävar och Vännäsby

Datum	Sävar	Vännäsby	Datum	Sävar	Vännäsby	Datum	Sävar	Vännäsby
2012-11-13		9.3	2012-12-23	11.8	10.0	2013-02-01	5.4	3.9
2012-11-14		5.2	2012-12-24	11.3	5.1	2013-02-02	4.7	1.2
2012-11-15	1.2		2012-12-25	6.7	6.4	2013-02-03		3.7
2012-11-16	2.8	6.0	2012-12-26	7.7	9.1	2013-02-04	3.2	2.2
2012-11-17	3.4	5.7	2012-12-27	7.5	7.4	2013-02-05	2.5	5.3
2012-11-18	7.0	13.8	2012-12-28	5.9	5.5	2013-02-06	2.4	4.1
2012-11-19	2.4	3.1	2012-12-29	8.4	6.8	2013-02-07	1.9	1.9
2012-11-20		6.3	2012-12-30	2.7	1.5	2013-02-08	2.0	1.6
2012-11-21		4.7	2012-12-31	2.9	3.9	2013-02-09	3.8	3.3
2012-11-22		6.1	2013-01-01	2.9	2.1	2013-02-10	3.0	2.2
2012-11-23		10.4	2013-01-02	1.5	1.3	2013-02-11	1.9	1.8
2012-11-24		6.3	2013-01-03	4.6	13.7	2013-02-12	2.9	2.1
2012-11-25			2013-01-04		6.0	2013-02-13	5.6	6.3
2012-11-26		11.9	2013-01-05	6.6	6.7	2013-02-14	6.6	6.3
2012-11-27	8.0		2013-01-06	3.9	6.6	2013-02-15	9.2	3.9
2012-11-28	1.7		2013-01-07	4.7	3.5	2013-02-16	6.8	4.9
2012-11-29	2.6	3.0	2013-01-08	2.8	0.8	2013-02-17	6.6	10.7
2012-11-30	1.1	3.0	2013-01-09	1.3	2.3	2013-02-18	3.8	2.7
2012-12-01	1.8	2.9	2013-01-10	0.9	11.7	2013-02-19	2.1	2.7
2012-12-02	2.0	2.6	2013-01-11	1.4	4.8	2013-02-20	3.4	3.7
2012-12-03	3.4	7.6	2013-01-12	7.4	7.6	2013-02-21	3.3	5.2
2012-12-04	3.5	4.6	2013-01-13	10.1	9.3	2013-02-22	1.3	3.1
2012-12-05	2.9	3.5	2013-01-14	8.6	4.0	2013-02-23	3.0	4.1
2012-12-06	1.6	1.4	2013-01-15	16.1	8.9	2013-02-24	2.1	4.2
2012-12-07	4.0	5.9	2013-01-16	3.6	0.3	2013-02-25	1.5	3.7
2012-12-08	4.1	2.9	2013-01-17	7.2	6.2	2013-02-26	0.7	0.3
2012-12-09	3.0	3.8	2013-01-18	6.4	6.4	2013-02-27	0.9	1.1
2012-12-10	3.7	6.0	2013-01-19	4.3	6.6	2013-02-28	0.9	1.2
2012-12-11	3.9	7.8	2013-01-20	1.8	6.6	2013-03-01	3.4	4.1
2012-12-12	6.6	7.3	2013-01-21	1.7	5.3	2013-03-02	5.0	4.9
2012-12-13	5.5	5.9	2013-01-22	0.9	2.0	2013-03-03	4.2	3.4
2012-12-14	6.0	3.9	2013-01-23	1.8	4.9	2013-03-04	3.7	5.2
2012-12-15	6.2	6.0	2013-01-24	3.6		2013-03-05	4.3	4.8
2012-12-16	6.6	4.6	2013-01-25	4.5	3.8	2013-03-06	2.1	2.3
2012-12-17	3.0	6.9	2013-01-26	5.3	12.7	2013-03-07	0.7	2.8
2012-12-18	3.9	5.0	2013-01-27	5.3	9.5	2013-03-08	1.8	2.9
2012-12-19	4.6	8.1	2013-01-28	6.7	8.3	2013-03-09	2.8	5.1
2012-12-20	7.1	9.4	2013-01-29	1.5	6.5	2013-03-10	2.1	4.6
2012-12-21	6.1	7.0	2013-01-30	3.3		2013-03-11	2.7	1.9
2012-12-22	5.4	3.1	2013-01-31	1.9	1.9	2013-03-12	2.4	2.9

Datum	Sävar	Vännäsby	Datum	Sävar	Vännäsby	Datum	Sävar	Vännäsby
2013-03-13	4.2	5.6	2013-04-23	8.5	6.4	2013-06-03	17.3	3.5
2013-03-14	4.5	4.2	2013-04-24	1.9	1.2	2013-06-04	2.0	1.0
2013-03-15	4.1	3.0	2013-04-25	1.5	1.6	2013-06-05	6.7	3.6
2013-03-16	3.4	6.4	2013-04-26	4.1	1.3	2013-06-06	4.2	
2013-03-17	3.5	4.8	2013-04-27	2.3	1.4	2013-06-07	6.8	
2013-03-18	3.7	6.5	2013-04-28	2.5	0.9	2013-06-08	2.8	3.6
2013-03-19	2.9	2.1	2013-04-29	6.2	1.5	2013-06-09	2.5	3.0
2013-03-20	1.6	3.6	2013-04-30	3.7	2.4	2013-06-10	2.9	0.9
2013-03-21	2.4	4.7	2013-05-01	2.5	1.3	2013-06-11	2.7	1.9
2013-03-22	3.2	2.5	2013-05-02	3.0	1.3	2013-06-12	2.3	1.2
2013-03-23	2.5	1.5	2013-05-03	1.8	3.5	2013-06-13	3.0	2.2
2013-03-24	1.9	2.7	2013-05-04	2.7	1.4	2013-06-14	3.3	2.9
2013-03-25	1.8	2.6	2013-05-05	1.5	2.5	2013-06-15	2.6	1.1
2013-03-26	4.2	5.0	2013-05-06	4.5	2.2	2013-06-16	2.9	1.3
2013-03-27	6.8	1.2	2013-05-07	3.0	3.5	2013-06-17	2.7	3.1
2013-03-28	6.3	1.8	2013-05-08	2.7	3.9	2013-06-18	3.0	0.6
2013-03-29	4.0	4.7	2013-05-09	2.3	1.6	2013-06-19	2.8	2.5
2013-03-30	7.2	2.2	2013-05-10	0.8	0.6	2013-06-20	1.8	1.1
2013-03-31	4.4	1.6	2013-05-11	1.0	1.1	2013-06-21	2.5	1.9
2013-04-01	3.7	2.2	2013-05-12	3.0	1.5	2013-06-22	6.0	5.0
2013-04-02	3.9	4.6	2013-05-13	3.5	4.1	2013-06-23	5.0	3.8
2013-04-03	5.0	3.9	2013-05-14	3.1	3.6	2013-06-24	5.2	3.8
2013-04-04	3.8	3.2	2013-05-15	3.8	1.8	2013-06-25	5.4	4.7
2013-04-05	5.5	2.4	2013-05-16	3.2	5.3	2013-06-26	3.0	1.1
2013-04-06	2.8	3.8	2013-05-17	4.1	3.9	2013-06-27	2.8	1.6
2013-04-07	2.6	3.5	2013-05-18	4.3	2.3	2013-06-28	4.2	2.7
2013-04-08	4.7	5.3	2013-05-19	4.8	4.9	2013-06-29	4.5	3.1
2013-04-09	6.4	9.1	2013-05-20	5.4	8.7	2013-06-30	4.8	4.9
2013-04-10	5.9	2.9	2013-05-21	2.0	9.6	2013-07-01	6.0	3.5
2013-04-11	5.1		2013-05-22	2.9	6.4	2013-07-02	4.6	6.5
2013-04-12	5.2	4.1	2013-05-23	1.5	2.5	2013-07-03	3.3	3.4
2013-04-13	7.7	4.3	2013-05-24	3.5	8.7	2013-07-04	4.5	1.5
2013-04-14	7.6	6.1	2013-05-25	2.1	1.4	2013-07-05	3.6	1.9
2013-04-15	5.0		2013-05-26	3.0	1.5	2013-07-06	2.5	1.9
2013-04-16	5.1	2.7	2013-05-27	5.0	4.3	2013-07-07	2.6	5.8
2013-04-17	5.3	3.7	2013-05-28	10.2	11.1	2013-07-08	1.3	9.9
2013-04-18	3.4	1.7	2013-05-29	8.4	14.7	2013-07-09	3.1	3.2
2013-04-19	2.3	3.0	2013-05-30	6.8	9.2	2013-07-10	1.7	2.4
2013-04-20	1.7	1.1	2013-05-31	21.4	5.9	2013-07-11	1.9	1.7
2013-04-21	2.6	1.3	2013-06-01	13.8	12.1	2013-07-12	2.8	0.7
2013-04-22	4.7	4.3	2013-06-02	11.1	3.0	2013-07-13	5.0	1.6

<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Vännäsby</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Vännäsby</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Vännäsby</b>
2013-07-14	1.9	1.0	2013-08-24	2.7	2.5	2013-10-04	4.4	4.6
2013-07-15	1.6		2013-08-25	3.5	2.6	2013-10-05	5.0	4.6
2013-07-16	1.6		2013-08-26	4.8	2.9	2013-10-06	0.9	1.0
2013-07-17	2.3		2013-08-27	5.9	3.4	2013-10-07	2.9	3.4
2013-07-18	2.1		2013-08-28	4.4	2.6	2013-10-08	2.7	2.2
2013-07-19	1.9		2013-08-29	6.4	1.4	2013-10-09	1.3	1.4
2013-07-20	1.7		2013-08-30	2.2	0.8	2013-10-10	1.4	1.6
2013-07-21	0.9		2013-08-31	3.0	3.4	2013-10-11	0.9	1.5
2013-07-22	1.3		2013-09-01	4.3	2.1	2013-10-12	0.7	1.1
2013-07-23	3.2		2013-09-02	1.4	2.3	2013-10-13	2.4	1.6
2013-07-24	2.0		2013-09-03	4.1	1.9	2013-10-14	2.1	1.6
2013-07-25	3.5		2013-09-04	2.5	2.4	2013-10-15	1.2	2.3
2013-07-26	3.5		2013-09-05	4.6	3.6	2013-10-16	3.5	2.7
2013-07-27	5.0		2013-09-06	4.3	1.5	2013-10-17	1.1	1.6
2013-07-28	7.9		2013-09-07	4.8	2.6	2013-10-18	1.7	3.3
2013-07-29	6.6		2013-09-08	5.6		2013-10-19	1.9	1.5
2013-07-30	2.0	2.3	2013-09-09	5.1	4.4	2013-10-20	2.1	3.2
2013-07-31	6.0	3.3	2013-09-10	8.3	7.5	2013-10-21	3.1	6.1
2013-08-01	4.8	5.1	2013-09-11	4.8	4.5	2013-10-22	2.4	
2013-08-02	5.1	3.3	2013-09-12	5.6	3.3	2013-10-23	1.5	1.8
2013-08-03	3.7	2.7	2013-09-13	5.6	6.0	2013-10-24	4.1	
2013-08-04	4.3	2.8	2013-09-14	7.4	3.0	2013-10-25	1.4	1.0
2013-08-05	4.9	2.2	2013-09-15	5.3	2.3	2013-10-26	1.9	2.1
2013-08-06	4.6	4.3	2013-09-16	5.8	6.2	2013-10-27	2.1	1.2
2013-08-07	4.5	6.0	2013-09-17	5.5	6.4	2013-10-28	1.4	1.5
2013-08-08	2.7	2.8	2013-09-18	4.6	2.2	2013-10-29	1.0	2.4
2013-08-09	0.9	2.8	2013-09-19	1.1	3.9	2013-10-30	0.9	3.2
2013-08-10	2.1	2.9	2013-09-20	8.6	7.0	2013-10-31	1.1	3.8
2013-08-11	2.5	2.4	2013-09-21	3.4	3.1	2013-11-01	1.8	4.9
2013-08-12	2.4	2.1	2013-09-22	1.2	0.8	2013-11-02	0.8	2.4
2013-08-13	2.4	1.1	2013-09-23	1.3	1.3	2013-11-03	2.0	2.8
2013-08-14	2.5	1.7	2013-09-24	1.4	1.5	2013-11-04	4.8	2.1
2013-08-15	3.5	2.6	2013-09-25	1.6	1.9	2013-11-05	2.0	1.9
2013-08-16	6.2	2.7	2013-09-26	1.1	1.7	2013-11-06	2.8	
2013-08-17	3.0	3.1	2013-09-27	0.9	1.0	2013-11-07	1.9	2.1
2013-08-18	3.3	2.7	2013-09-28	2.5	3.1	2013-11-08	2.9	2.2
2013-08-19	5.0	2.6	2013-09-29	2.0	2.9	2013-11-09	4.9	6.4
2013-08-20	3.2	3.1	2013-09-30	2.7	1.7	2013-11-10	1.6	2.9
2013-08-21	2.2	3.9	2013-10-01	2.3	1.4	2013-11-11	1.1	0.7
2013-08-22	2.2	8.2	2013-10-02	3.7	2.7	2013-11-12	5.2	1.3
2013-08-23	1.8	1.7	2013-10-03	3.8	3.0	2013-11-13	1.7	4.1

<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Vännäsby</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Vännäsby</b>
2013-11-14	0.7	3.1	2013-12-26	3.6	3.8
2013-11-15	0.9	3.2	2013-12-27	2.5	1.8
2013-11-16	1.1	1.5	2013-12-28	1.7	1.3
2013-11-17	1.5	2.0	2013-12-29	2.8	2.9
2013-11-18	2.3	1.7	2013-12-30	1.5	1.8
2013-11-19	1.6	2.0	2013-12-31	1.5	4.6
2013-11-20	3.2	2.9			
2013-11-21	1.6	3.2			
2013-11-22	2.0	3.3			
2013-11-23	1.5	3.3			
2013-11-24	1.0	2.2			
2013-11-25	2.3	1.9			
2013-11-26	0.6	2.0			
2013-11-27	2.2	1.7			
2013-11-28	2.0	2.7			
2013-11-29	2.3	1.4			
2013-11-30	2.9	4.9			
2013-12-01	0.7	2.7			
2013-12-02	1.8	1.7			
2013-12-03	3.6	2.3			
2013-12-04	2.8	3.7			
2013-12-05	2.5	3.0			
2013-12-06	1.9	4.5			
2013-12-07	1.0	1.8			
2013-12-08	1.9	1.8			
2013-12-09	2.6	3.1			
2013-12-10	3.1	10.5			
2013-12-11	1.8	2.8			
2013-12-12	1.5	2.6			
2013-12-13	1.6	1.9			
2013-12-14	3.3	1.8			
2013-12-15	0.6	3.8			
2013-12-16	1.7	3.2			
2013-12-17	2.4	4.6			
2013-12-18	2.0	4.5			
2013-12-19	1.4	4.0			
2013-12-20		2.7			
2013-12-21	0.6	2.8			
2013-12-22	1.6	2.5			
2013-12-23	1.2	2.6			
2013-12-24	3.0	3.2			
2013-12-25	3.1	1.9			

**BILAGA 2:2** Dygnsmedelvärden av sot ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Sävar och Tavleliden

<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Tavleliden</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Tavleliden</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Tavleliden</b>
2012-11-15	< 0.7	< 0.7	2012-12-24	4.7	4.5	2013-02-01	< 0.7	3.8
2012-11-16	4.3	2.0	2012-12-25	1.5	2.5	2013-02-02	9.5	< 0.7
2012-11-17	3.5	< 0.7	2012-12-26	2.6	1.4	2013-02-03	8.1	3.9
2012-11-18	3.5	2.7	2012-12-27	5.8	4.5	2013-02-04	1.7	3.0
2012-11-19	2.5	2.0	2012-12-28	2.6	2.5	2013-02-05	< 0.7	1.7
2012-11-20	4.3	< 0.7	2012-12-29	3.4	< 0.7	2013-02-06	< 0.7	< 0.7
2012-11-21	< 0.7	< 0.7	2012-12-30	1.5	< 0.7	2013-02-07	< 0.7	< 0.7
2012-11-22	1.9	2.1	2012-12-31	< 0.7	1.4	2013-02-08	< 0.7	< 0.7
2012-11-23	2.5	2.1	2013-01-01	< 0.7		2013-02-09	< 0.7	< 0.7
2012-11-24	< 0.7	< 0.7	2013-01-02	< 0.7		2013-02-10	< 0.7	< 0.7
2012-11-25	< 0.7	< 0.7	2013-01-03	2.6		2013-02-11	< 0.7	< 0.7
2012-11-26	< 0.7	< 0.7	2013-01-04	2.6		2013-02-12	< 0.7	1.7
2012-11-27	< 0.7	< 0.7	2013-01-05	4.6		2013-02-13	1.6	1.7
2012-11-28	< 0.7	< 0.7	2013-01-06	4.8	< 0.7	2013-02-14	3.7	3.0
2012-11-29	< 0.7	< 0.7	2013-01-07	4.8	2.7	2013-02-15	3.7	3.0
2012-11-30	< 0.7	< 0.7	2013-01-08	< 0.7	< 0.7	2013-02-16	3.7	1.7
2012-12-01	< 0.7	< 0.7	2013-01-09	< 0.7	1.5	2013-02-17	1.6	1.8
2012-12-02	2.6	< 0.7	2013-01-10	< 0.7	< 0.7	2013-02-18	< 0.7	< 0.7
2012-12-03	2.1	4.8	2013-01-11	< 0.7	< 0.7	2013-02-19	1.6	1.8
2012-12-04	2.1	< 0.7	2013-01-12	8.4	1.5	2013-02-20	6.3	1.8
2012-12-05	< 0.7	< 0.7	2013-01-13	14.6	3.6	2013-02-21	5.1	1.8
2012-12-06	< 0.7	< 0.7	2013-01-14	6.4	2.8	2013-02-22	1.6	< 0.7
2012-12-07	< 0.7	< 0.7	2013-01-15	2.9	< 0.7	2013-02-23	1.6	1.8
2012-12-08	< 0.7	< 0.7	2013-01-16	< 0.7	< 0.7	2013-02-24	3.1	2.4
2012-12-09	2.1	< 0.7	2013-01-17	6.4	2.8	2013-02-25	< 0.7	< 0.7
2012-12-10	2.8	2.2	2013-01-18	5.2	1.6	2013-02-26	< 0.7	< 0.7
2012-12-11	0.7	2.2	2013-01-19	2.9	< 0.7	2013-02-27	2.4	< 0.7
2012-12-12	2.1	< 0.7	2013-01-20	1.7	< 0.7	2013-02-28	< 0.7	< 0.7
2012-12-13	2.1	< 0.7	2013-01-21	3.0	1.6	2013-03-01	3.1	< 0.7
2012-12-14	2.1		2013-01-22	< 0.7	< 0.7	2013-03-02	2.4	< 0.7
2012-12-15	< 0.7	2.2	2013-01-23	1.7	1.6	2013-03-03	3.2	3.1
2012-12-16	2.3	2.4	2013-01-24	1.7	< 0.7	2013-03-04	2.4	< 0.7
2012-12-17	2.3	0.7	2013-01-25	5.5	1.6	2013-03-05	< 0.7	< 0.7
2012-12-18	2.3	0.7	2013-01-26	3.9	< 0.7	2013-03-06	< 0.7	< 0.7
2012-12-19	< 0.7	2.4	2013-01-27	3.0	2.9	2013-03-07	2.4	< 0.7
2012-12-20	< 0.7	3.1	2013-01-28	3.9	1.7	2013-03-08	4.4	< 0.7
2012-12-21	2.3	< 0.7	2013-01-29	< 0.7	< 0.7	2013-03-09	2.4	< 0.7
2012-12-22	2.3	< 0.7	2013-01-30	< 0.7	2.9	2013-03-10	2.5	< 0.7
2012-12-23	5.8	1.4	2013-01-31	< 0.7	1.7	2013-03-11	3.2	< 0.7

<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Tavleliden</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Tavleliden</b>	<b>Datum</b>	<b>Sävar</b>	<b>Tavleliden</b>
2013-03-12	< 0.7	< 0.7	2013-04-21	1.5	< 0.7	2013-05-31	< 0.7	< 0.7
2013-03-13	3.2	3.1	2013-04-22	1.5	< 0.7	2013-06-01	< 0.7	1.4
2013-03-14	5.5	< 0.7	2013-04-23	2.7	< 0.7	2013-06-02	< 0.7	1.5
2013-03-15	6.8	2.4	2013-04-24	< 0.7	< 0.7	2013-06-03	< 0.7	1.5
2013-03-16	2.5	< 0.7	2013-04-25	< 0.7	2.4	2013-06-04	< 0.7	< 0.7
2013-03-17	< 0.7	< 0.7	2013-04-26	2.7	< 0.7	2013-06-05	< 0.7	1.5
2013-03-18	1.4	2.4	2013-04-27	2.7	0.7	2013-06-06	< 0.7	< 0.7
2013-03-19	< 0.7	< 0.7	2013-04-28	1.4	< 0.7	2013-06-07	< 0.7	1.5
2013-03-20	< 0.7	< 0.7	2013-04-29	< 0.7	< 0.7	2013-06-08	< 0.7	1.5
2013-03-21	1.4	< 0.7	2013-04-30	1.4	< 0.7	2013-06-09	< 0.7	< 0.7
2013-03-22	1.4	< 0.7	2013-05-01	< 0.7	< 0.7	2013-06-10	< 0.7	< 0.7
2013-03-23	2.5	2.4	2013-05-02	< 0.7	< 0.7	2013-06-11	< 0.7	1.5
2013-03-24	2.5	2.4	2013-05-03	< 0.7	< 0.7	2013-06-12	< 0.7	< 0.7
2013-03-25	< 0.7	< 0.7	2013-05-04	< 0.7	< 0.7	2013-06-13	< 0.7	< 0.7
2013-03-26	1.4	2.4	2013-05-05	< 0.7	< 0.7	2013-06-14	2.3	
2013-03-27	2.5	< 0.7	2013-05-06	1.4	< 0.7			
2013-03-28	8.0	2.4	2013-05-07	1.4	< 0.7			
2013-03-29	< 0.7	< 0.7	2013-05-08	1.4	< 0.7			
2013-03-30	1.4	< 0.7	2013-05-09	< 0.7	< 0.7			
2013-03-31	1.4	< 0.7	2013-05-10	< 0.7	< 0.7			
2013-04-01	2.5	< 0.7	2013-05-11	< 0.7	< 0.7			
2013-04-02	1.4	< 0.7	2013-05-12	< 0.7	< 0.7			
2013-04-03	1.4	< 0.7	2013-05-13	< 0.7	< 0.7			
2013-04-04	< 0.7	< 0.7	2013-05-14	< 0.7	< 0.7			
2013-04-05	2.5	1.4	2013-05-15	< 0.7	< 0.7			
2013-04-06	1.4	1.4	2013-05-16	< 0.7	< 0.7			
2013-04-07	< 0.7	< 0.7	2013-05-17	< 0.7	< 0.7			
2013-04-08	1.5	< 0.7	2013-05-18	2.4	< 0.7			
2013-04-09	2.6	< 0.7	2013-05-19	0.7	< 0.7			
2013-04-10	3.3	< 0.7	2013-05-20	< 0.7	2.4			
2013-04-11	2.6	2.4	2013-05-21	< 0.7	< 0.7			
2013-04-12	4.6	2.4	2013-05-22	< 0.7	< 0.7			
2013-04-13	3.3	3.2	2013-05-23	< 0.7	< 0.7			
2013-04-14	1.4	< 0.7	2013-05-24	2.3	< 0.7			
2013-04-15	1.4	< 0.7	2013-05-25	< 0.7	< 0.7			
2013-04-16	3.2	2.4	2013-05-26	< 0.7	< 0.7			
2013-04-17	2.5	< 0.7	2013-05-27	< 0.7	1.4			
2013-04-18	1.4	2.4	2013-05-28	2.3	1.4			
2013-04-19	< 0.7	< 0.7	2013-05-29	< 0.7	1.4			
2013-04-20	< 0.7	< 0.7	2013-05-30	2.3	< 0.7			

**BILAGA 2:3**Veckomedelvärden av PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) i Tavleliden och Vännäs

<b>Startdatum</b>	<b>Stopdatum</b>	<b>Tavleliden</b>	<b>Vännäs</b>
2012-11-14	2012-11-20	3.2	6.0
2012-11-20	2012-11-26	5.6	
2012-11-26	2012-12-02	2.6	6.2
2012-12-02	2012-12-08	3.8	7.4
2012-12-08	2012-12-15	4.8	8.4
2012-12-15	2012-12-22	6.0	9.6
2012-12-22	2012-12-29	5.6	8.7
2012-12-29	2013-01-05	2.2	7.9
2013-01-05	2013-01-12	2.3	9.8
2013-01-12	2013-01-19	3.3	
2013-01-19	2013-01-26	1.5	
2013-01-26	2013-02-02	3.5	2.5
2013-02-02	2013-02-09	3.1	3.7
2013-02-09	2013-02-16	4.8	10.7
2013-02-16	2013-02-23	2.7	8.2
2013-02-23	2013-03-02	2.2	3.7
2013-03-02	2013-03-09	2.1	5.7
2013-03-09	2013-03-16	2.6	6.5
2013-03-16	2013-03-23	2.9	5.2
2013-03-23	2013-03-30	5.6	4.7
2013-03-30	2013-04-06	4.6	5.9
2013-04-06	2013-04-13	5.1	7.9
2013-04-13	2013-04-20	1.2	3.9
2013-04-20	2013-04-27	4.1	4.5
2013-04-27	2013-05-04	1.3	2.7
2013-05-04	2013-05-11	3.1	3.2
2013-05-11	2013-05-18	3.0	4.4
2013-05-18	2013-05-25	4.3	5.1
2013-05-25	2013-06-01	9.9	
2013-06-01	2013-06-08	7.5	
2013-06-08	2013-06-15	2.2	

**BILAGA 2:4**Veckomedelvärden av OC/EC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Tavleliden

Tavleliden	OC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		EC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	OC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Osäkerhet (k=2)	EC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Osäkerhet (k=2)
Vecka 48 2012		0.000		0.000
Vecka 49 2012	1.128	0.118	0.306	0.029
Vecka 50 2012	1.281	0.128	0.320	0.030
Vecka 51 2012	1.334	0.132	0.397	0.037
Vecka 52 2012	1.659	0.160	0.577	0.054
Vecka 1 2013	1.534	0.150	0.288	0.027
Vecka 2 2013	0.900	0.095	0.390	0.037
Vecka 3 2013	1.301	0.129	0.677	0.063
Vecka 4 2013	0.662	0.077	0.224	0.022
Vecka 5 2013	1.226	0.122	0.243	0.023
Vecka 6 2013	1.023	0.105	0.315	0.030
Vecka 7 2013	1.067	0.110	0.207	0.020
Vecka 8 2013	0.762	0.084	0.204	0.020
Vecka 9 2013	0.852	0.092	0.255	0.024
Vecka 10 2013	1.083	0.110	0.319	0.030
Vecka 11 2013	0.804	0.088	0.189	0.019
Vecka 12 2013	0.713	0.081	0.174	0.017
Vecka 13 2013	0.734	0.082	0.181	0.018
Vecka 14 2013	0.664	0.076	0.104	0.011
Vecka 15 2013	0.846	0.092	0.165	0.016
Vecka 16 2013	1.147	0.116	0.168	0.017
Vecka 17 2013	0.884	0.095	0.123	0.013
Vecka 18 2013	0.740	0.083	0.090	0.010
Vecka 19 2013	0.886	0.095	0.073	0.009
Vecka 20 2013	1.348	0.133	0.142	0.014
Vecka 21 2013	1.737	0.168	0.103	0.011



**BILAGA 2:5**Veckomedelvärden av BC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Vännäs och Tavleliden

	BC Vännäs $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BC Tavleliden $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Vecka 46 2012	0.60	0.27
Vecka 47 2012		
Vecka 48 2012	0.34	0.13
Vecka 49 2012	0.85	0.29
Vecka 50 2012	0.76	0.34
Vecka 51 2012	0.78	0.33
Vecka 52 2012	0.17	0.41
Vecka 1 2013	0.88	0.27
Vecka 2 2013	1.05	0.29
Vecka 3 2013		0.33
Vecka 4 2013		0.27
Vecka 5 2013		0.30
Vecka 6 2013	0.43	0.24
Vecka 7 2013	0.54	0.22
Vecka 8 2013	0.87	0.17
Vecka 9 2013	0.32	0.17
Vecka 10 2013	0.60	0.16
Vecka 11 2013	0.63	0.21
Vecka 12 2013	0.57	0.19
Vecka 13 2013	0.47	0.23
Vecka 14 2013	0.44	0.12
Vecka 15 2013	0.40	0.20
Vecka 16 2013	0.25	0.14
Vecka 17 2013	0.29	0.17
Vecka 18 2013	0.16	0.11
Vecka 19 2013	0.21	0.12
Vecka 20 2013	0.21	0.14
Vecka 21 2013	0.18	0.18
Vecka 22 2013	0.32	0.21
Vecka 22 2013	0.25	
Vecka 23 2013		0.11

**BILAGA 2:6**Månadsmedelvärden av PAH (ng/m<sup>3</sup>) i Sävar och Vännäsby

	20121114- 20121202	20121203- 20121229	20121230- 20130202	2013020- 20130302	2013030- 20130330	20130331- 20130427	2013050- 20130601	20130601 -20130616	20130616- 20130701	20130701- 20130715	2013080- 20130901	20130901 -20131001	20131001- 20131031
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Sävar</b>													
fenantren	0.058	0.087	0.057	0.033	0.048	0.026	0.030	0.029	0.016	0.017	0.035	0.047	0.047
antracen	0.0018	0.0033	0.0034	0.0011	0.0016	0.0005	<0.00026	<0.00051	<0.00047	<0.00051	0.00043	0.00070	0.0024
fluoranten	0.037	0.087	0.054	0.029	0.056	0.028	0.014	0.0099	<0.00560	<0.00618	0.0086	0.014	0.057
pyren	0.036	0.085	0.061	0.027	0.059	0.028	0.011	0.0066	<0.00560	<0.00618	0.0089	0.012	0.078
benso(ah)													
antracen	0.094	0.27	0.290	0.055	0.12	0.046	0.012	0.013	0.011	0.0069	0.0071	0.011	0.13
krysen	0.11	0.32	0.36	0.077	0.18	0.080	0.026	0.015	0.011	0.0050	0.011	0.016	0.13
benso(b)													
fluoranten	0.20	0.41	0.45	0.15	0.25	0.12	0.041	0.025	0.021	0.011	0.024	0.035	0.177
benso(k)													
fluoranten	0.09	0.20	0.22	0.065	0.12	0.056	0.017	0.0092	0.0086	0.0046	0.0098	0.016	0.097
<b>benso(a)</b>													
<b>pyren</b>	<b>0.17</b>	<b>0.36</b>	<b>0.47</b>	<b>0.089</b>	<b>0.18</b>	<b>0.068</b>	<b>0.012</b>	<b>0.005</b>	<b>0.006</b>	<b>0.003</b>	<b>0.010</b>	<b>0.023</b>	<b>0.233</b>
Dibenso (ah)													
antracen	0.023	0.046	0.059	0.012	0.024	0.010	0.0025	<0.00254	<0.00234	<0.00257	0.0025	0.0044	0.036
Benso (ghi)													
perylene	0.20	0.38	0.52	0.13	0.23	0.13	0.025	0.010	0.015	0.0079	0.022	0.039	0.21
Indeno (1,2,3)													
pyren	0.18	0.37	0.45	0.13	0.22	0.11	0.022	0.011	0.015	<0.01029	0.021	0.038	0.18

IVL-rapport C 34 Mätningar av vedeldningsrelaterade luftföroreningar i Umeå 2012/13

	2012111- 20121202	2012120- 20121229	20121230- 20130202	2013020- 20130302	2013020- 20130302	2013030- 20130330	2013033- 20130427	2013050- 20130601	2013060- 20130616	20130616- 20130701 - 20130715	20130701 20130715	20130802- 20130901	20130901- 20131001	20131001- 20131031
Vännäsby	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3
fenantren	0.060	0.068 0.003	0.086	0.059	0.059	0.053	0.040	0.033	0.022	0.0366 <0.0004	0.0242 <0.0004	0.036	0.022	0.036
antracen	0.0031	5	0.0053	0.0025	0.0024	0.0026	0.0009	0.00052	0.00051	6	9 <0.0059	0.00027	0.00033	0.0011
fluoranten	0.050	0.074	0.084	0.054	0.054	0.077	0.035	0.014	0.011	0.0068 <0.0055	3 <0.0059	0.0063	0.0094	0.023
pyren	0.050	0.083	0.110	0.060	0.059	0.093	0.036	0.018	0.017	3	3	0.0044	0.0085	0.025
benso(ah)														
antracen	0.12	0.25	0.536	0.17	0.18	0.19	0.047	0.0125	0.0071	0.0044	0.0034	0.0048	0.016	0.082
krysen	0.15	0.31	0.689	0.24	0.24	0.29	0.088	0.029	0.015	0.0098	0.0070	0.0085	0.022	0.10
benso(b)														
fluoranten	0.26	0.39	0.80	0.31	0.31	0.36	0.12	0.045	0.035	0.026	0.022	0.024	0.056	0.192
benso(k)														
fluoranten	0.13	0.20	0.38	0.15	0.15	0.17	0.05	0.020	0.014	0.012	0.0094	0.0109	0.026	0.096
<b>benso(a)</b>														
<b>pyren</b>	<b>0.28</b>	<b>0.41</b>	<b>0.82</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	<b>0.28</b>	<b>0.06</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.04</b>	<b>0.21</b>
dibenso(a h)										<0.0022	<0.0023	<0.0024		
antracen	0.038	0.049	0.094	0.030	0.030	0.032	0.0085	0.0025		9	0	7	0.0026	0.0070
benso(ghi ) perylen	0.27	0.38	0.81	0.29	0.29	0.32	0.10	0.031	0.039	0.018	0.013	0.023	0.061	0.23
indeno(1,2 ,3) pyren	0.26	0.36	0.74	0.28	0.28	0.32	0.091	0.023	0.021	0.017	0.013	0.021	0.056	0.20



