

RIVM rapport 680500002 / 2005

**Overzicht van onderzoek naar  
correctiefactoren voor automatische PM<sub>10</sub>  
metingen in Nederland**

D. de Jonge, A. van der Meulen, S. van den Elshout<sup>1</sup>,  
J. van der Laan<sup>1</sup>, P. Kummu<sup>1</sup>, J. Visser<sup>2</sup>, E. Weijers<sup>2</sup>,  
J. van Loon<sup>3</sup> en M. Severijnen<sup>4</sup>

- 1 DCMR Milieudienst Rijnmond, 's-Gravelandseweg 565, 3119 XT Schiedam.  
[www.dcmr.nl/luchtkwaliteit](http://www.dcmr.nl/luchtkwaliteit).
- 2 GGD Amsterdam, Medische Milieukunde, Afdeling Lucht, Nieuwe Achtergracht 100  
1018 WT Amsterdam. [www.ggd.amsterdam.nl](http://www.ggd.amsterdam.nl)
- 3 Provincie Noord-Brabant, Directie RoH, bureau Milieumetingen. Postbus 90151, 5200 MC  
's-Hertogenbosch. [www.brabant.nl](http://www.brabant.nl)
- 4 Provincie Limburg, Bureau Onderzoek & Advies. Gouvernement Limburglaan 10 6229 GA  
Randwyck-Maastricht. [www.limburg.nl](http://www.limburg.nl)

Contact:  
D. de Jonge  
Laboratorium voor Milieumetingen  
[Dave.de.jonge@rivm.nl](mailto:Dave.de.jonge@rivm.nl)



Onderzoek verricht in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, in opdracht van het Ministerie van VROM onder projectnummer M/680500/05/AA.

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, Laboratorium voor Milieumetingen

## Rapport in het kort

### **Overzicht van onderzoek naar correctiefactoren voor automatische PM<sub>10</sub> metingen in Nederland**

PM<sub>10</sub> metingen zijn niet eenvoudig. De automatische meetapparatuur die wordt toegepast om de concentratie PM<sub>10</sub> in de buitenlucht te bepalen, geeft een onderschatting ten opzichte van de gravimetrische referentiemethode volgens NEN EN 12341. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van vluchtige componenten in fijn stof.

Dit rapport bevat een overzicht van de onderzoeken naar de correctiefactoren voor automatische PM<sub>10</sub> metingen door DCMR, GGD Amsterdam, Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg en het RIVM in de afgelopen jaren.

Om de kwaliteit, en vergelijkbaarheid, van de verschillende factoren te verbeteren is het van belang de verschillende onderzoeken die op dit gebied binnen Nederland worden uitgevoerd verder te harmoniseren.

Trefwoorden: Luchtkwaliteit, metingen, fijnstof, correctiefactor, landelijk meetnet

## Abstract

### **Overview of research on correction factors for automated PM<sub>10</sub> measurements in the Netherlands**

PM<sub>10</sub> measurements are complicated. The automated monitors, which are used to measure the PM<sub>10</sub> concentration in ambient air, show an underestimation in relation to the reference method.

This report contains an overview of research on the correction factors for automated PM<sub>10</sub> measurements by DCMR, GGD Amsterdam, Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg and RIVM.

To improve the quality and comparability of the various factors, it is of main concern to further harmonise the research in the Netherlands on this area. This report is the beginning of this process. Continuation of this research is needed.

Keywords: Air quality, measuring, particulate matter, correction factor, national measuring network

## Voorwoord

Het meten van fijn stof  $PM_{10}$  gerelateerd aan de Europese normen is geen eenvoudige aangelegenheid. Verschillen tussen de voorgeschreven semi-automatische meetmethode en de automatische methoden die in de meetnetten worden gebruikt, worden uitgedrukt in het begrip correctiefactor. Dit woord roept bij een buitenstaander vragen op. Metingen corrigeren klinkt als een tegenstrijdigheid, want meten is toch een weergave van de feitelijkeheid.

Voor meetinstanties is dit een punt van zorg: hoe leg ik verschillen in meetmethoden goed uit aan een niet-ingewijde. Wat in ieder geval niet werkt, is wanneer onnodig allerlei verschillende verhalen de wereld rondgaan. Dat leidt alleen tot meer verwarring bij niet deskundigen. En door de actualiteit van de luchtproblematiek zijn er velen die over de schouders van de meters meekijken.

Ik ben daarom verheugd dat de meetnetbeheerders in Nederland, de DCMR, de GGD Amsterdam en de provincies Noord-Brabant en Limburg samen met het RIVM dit rapport hebben opgesteld als eerste stap naar een verdere harmonisering van meetmethoden voor  $PM_{10}$ . Dit is een belangrijke verbreding van de reeds bestaande onderlinge samenwerking. Het signaal dat van deze afstemming uit moet gaan, is er één van afstemming en eenduidigheid. De meetnetbeheerders willen zo voorkomen dat de niet-ingewijde zich door een brij van al dan niet schijnbare tegenstrijdigheden moet worstelen. Het debat hoeft immers niet te gaan over verschillen in technische methoden, maar zou juist moeten gaan over de beleidsmatige implicaties van de gemeten (gewenste, dan wel ongewenste) waarden van de luchtkwaliteit.

Ik vertrouw erop dat in het vervolg meer producten van deze intensivering van de samenwerking tussen de meetnetbeheerders het licht zullen zien.

Directeur van de sector Milieu en Veiligheid (MEV) van het RIVM,  
dhr. dr. ir. R.D Woittiez



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 <i>Meetmethode</i>	9
1.2 <i>Overzicht vergelijkende metingen</i>	11
<b>2. Resultaten</b>	<b>13</b>
2.1 <i>Jaar- en daggemiddelde</i>	14
<b>3. Discussie</b>	<b>17</b>
<b>Literatuur</b>	<b>19</b>
<b>Bijlage 1: Stappenplan bepaling correctiefactor</b>	<b>20</b>
<b>Bijlage 2: Correctiefactoren voor automatische PM<sub>10</sub> metingen in het LML door het RIVM</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage 3: Resultaten DCMR</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 4: Resultaten Provincie Noord-Brabant</b>	<b>50</b>
<b>Bijlage 5: Resultaten GGD Amsterdam, afdeling Luchtkwaliteit</b>	<b>57</b>
<b>Bijlage 6: Resultaten Provincie Limburg</b>	<b>63</b>

## Samenvatting

Dit rapport bevat een overzicht van de onderzoeken naar de correctiefactoren voor automatische PM<sub>10</sub> metingen door de DCMR, GGD Amsterdam, Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg en het RIVM in de afgelopen jaren.

PM<sub>10</sub> metingen zijn niet eenvoudig. De automatische meetapparatuur die wordt toegepast om de concentratie PM<sub>10</sub> in de buitenlucht te bepalen, geeft een onderschatting ten opzichte van de gravimetrische referentie methode volgens NEN EN12341. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van vluchtige componenten in fijn stof.

Om deze onderschatting te corrigeren wordt er een correctiefactor toegepast. Die factor kan verschillen per locatie en per seizoen, omdat de samenstelling van fijn stof varieert. De EU heeft een default correctiefactor vastgesteld. Hiervan kan worden afgeweken, mits voldoende vergelijkende metingen worden verricht, die recht doen aan de variatie in tijd en plaats.

De diverse onderzoeken naar de correctiefactoren geven een verscheidenheid aan uitkomsten. Een deel van de verschillen hangt ongetwijfeld samen met de verschillen in meetapparatuur en instellingen. De overeenkomsten en verschillen zijn nog niet eerder onderzocht. Deze rapportage geeft een overzicht van de bevindingen van de afzonderlijke organisaties.

De belangrijkste bevindingen zijn:

- Bij het gebruik van dezelfde meetinstrumenten per locatie en per organisatie worden verschillende correctiefactoren verkregen;
- Met de huidige methode voor de afleiding van de correctiefactor wordt het jaargemiddelde beter benaderd dan de daggemiddelde grenswaarde;
- De in dit rapport genoemde meetnetbeheerders voldoen op de meeste punten aan de genormeerde meet- en analysevoorschriften, er zijn een paar afwijkingen;
- De verscheidenheid aan meet- en analysemethoden en de verscheidenheid aan locaties bemoeilijken de onderlinge vergelijkbaarheid van correctiefactoren;
- Onderling overleg tussen de betrokken meetinstanties moet leiden tot verdere harmonisatie.

Een aantal praktische harmonisatiepunten, die al geïdentificeerd zijn, hangen samen met filters en de weegkamer zoals:

- Filtergebruik nader afstemmen;
- De omstandigheden in de weegkamers gelijkwaardig instellen en monitoren;
- Type meetlocatie unificeren met de voorwaarden uit de wetgeving;
- Onderliggende kalibraties en kalibratiefrequentie onderling afstemmen;
- Weegprotocollen nader afstemmen;
- Onderhoudsprotocollen nader afstemmen.

Belangrijk punt is bovendien om de regressie- en berekeningsmethoden verder te onderzoeken, omdat deze de resultaten sterk beïnvloeden.

Om de kwaliteit, en vergelijkbaarheid, van de verschillende factoren te verbeteren is het van belang de verschillende onderzoeken die op dit gebied binnen Nederland worden uitgevoerd verder te harmoniseren. Dit rapport is een eerste aanzet daartoe. Vervolgonderzoek is nodig.

## Summary

### **Overview of research on correction factors for automated PM<sub>10</sub> measurements in the Netherlands**

This report contains an overview of research on the correction factors for automated PM<sub>10</sub> measurements by the DCMR, GGD Amsterdam, Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg and the RIVM.

PM<sub>10</sub> measurements are complicated. The automated monitors, which are used to measure the concentration PM<sub>10</sub> in ambient air, show an underestimation in relation to the reference method.

To correct this underestimation a correction factor is applied. This factor can vary from place to place and by the season, because of the varying composition of PM<sub>10</sub>.

The EU has suggested the use of a default factor until further sufficient research has been done.

The above mentioned Dutch organisations are doing research on this factor.

The factor differs from organisation to organisation. The similarities and differences in factors in the Netherlands have not been reported before.

In this report an overview has been made of the similarities and differences in estimating the correction factor.

The results were obtained by each organisation independently.

The overview reveals that:

- Similar monitors can have different correction factors by organisation and location;
- The correction factor works better for year averages than for daily measurements;
- Each organisation adheres on most points more or less to the measuring and analysing standards;
- Procedural differences complicate the comparability from one organisation to the other;
- Additional research will be necessary, to reveal the consequences of these points;
- Mutual consultation between the involved institutes will lead to further harmonisation.

A number of practical features, which already have been identified, are related to filters and the weighing room:

- Co-ordinate the use of filters;
- Standardise the weighing room circumstances and monitor them;
- Unify the way to typify the measuring locations by using the legal rules;
- Calibration (notably of volume, relative humidity, pressure, temperature, weighing, maintenance) mutually co-ordinated.

An important issue is to do further research on the regression and calculations methods used, because this influences the outcome.

To improve the quality and comparability of the various factors, it is of main concern to further harmonise the research in the Netherlands on this area. This report is the beginning of this process. Continuation of this research is needed.





# 1. Inleiding

In Nederland worden door diverse organisaties (RIVM, DCMR, GGD Amsterdam, Provincies Limburg en Noord-Brabant) metingen aan de luchtkwaliteit uitgevoerd.

De metingen worden meestal uitgevoerd binnen een meetnet, ten behoeve van aanvullende (lokale) informatie over de luchtkwaliteit of om te voldoen aan de wet (Besluit Luchtkwaliteit)[1, 5]. Er worden diverse componenten gemeten, waaronder de fijnstoffractie  $PM_{10}$ . Het meten van  $PM_{10}$  concentraties in de buitenlucht is niet eenvoudig. Metingen van fijn stof zijn afhankelijk van omgevingstemperatuur, de locatie en samenstelling van fijn stof, het soort apparaat en de instellingen van het apparaat.

## 1.1 Meetmethode

De Europese referentiemethode om fijn stof te meten is een gravimetrische meetmethode [2], deze referentiemethode is vastgelegd in de NEN EN12341 .

De meting van  $PM_{10}$  volgens de NEN EN 12341 is opgenomen als de standaardmethode in de Europese richtlijn 1999/30/EG [2]. De meting is gebaseerd op het opvangen van de  $PM_{10}$  - fractie van de zwevende deeltjes in de lucht op een filter waarna door weging van dit filter (gravimetrie) en bepaling van het volume van het luchtmonster de stofconcentratie wordt berekend. Daarnaast is er een norm voor  $PM_{2,5}$  NEN-EN14907 [9]. Verondersteld wordt dat de eisen aan de monsternamen en weegkamer uit de  $PM_{2,5}$  norm in de toekomst voor  $PM_{10}$  worden overgenomen.

Om snel over gegevens te kunnen beschikken (bijvoorbeeld voor smogberichtgeving) maken de meetnetten gebruik van automatische  $PM_{10}$  monitoren.

Dit zijn de methode met de oscillerende microbalans (TEOM, gebruikt bij de DCMR, GGD Amsterdam en de provincie Noord-Brabant) en de  $\beta$ -absorptiemethode (FAG, gebruikt door provincie Limburg en het RIVM [7] in het landelijk meetnet). Deze automatische monitoren wijken af van de voorgeschreven referentie meetmethode. Het is toegestaan om deze meetmethoden toe te passen, mits deze voldoen aan Artikel 18 c uit de meetregeling van juli 2005. Hierin staat "De meetmethode moet een constante samenhang hebben met de referentie methode. Op de met deze methode verkregen resultaten wordt een correctiefactor toegepast, teneinde resultaten te verkrijgen die gelijkwaardig zijn." [10].

Om de automatische apparatuur met de referentiemethode te kunnen vergelijken is een correctie nodig. Veruit de meest gebruikte correctie in binnen- en buitenland is een vaste correctiefactor. Van deze vaste correctiefactor is bekend dat deze voor het jaargemiddelde beter werkt dan voor de daggemiddelden.

De EU doet een aanbeveling hoe een correctiefactor voor automatische  $PM_{10}$  metingen bepaald moet worden [6]. Hierin wordt eveneens geadviseerd om, zolang er geen overtuigend onderzoek heeft plaats gevonden, een correctiefactor van 1,3 te gebruiken.

Een uitgebreide studie in Duitsland naar de vergelijkbaarheid van  $PM_{10}$  metingen van 15 referentieapparaten en 9 automatische monitoren, geeft een kwantitatieve invulling van de verschillen per monitor [13]. De verschillen lopen daarbij op tot tientallen procenten. De oorzaak van de verschillen zitten in de typen monitoren en (verwarmings-)instellingen. Een aantal monitoren voldeed in deze test niet aan de EN12341 norm; er werden afwijkingen van boven de toegestane 95% betrouwbaarheidseis gevonden. Het gebruik van correctiefactoren

verhoogde het aantal monitoren dat voldeed aan deze eis, maar 5 van de 9 automatische monitoren voldeden nog steeds niet. Dit toont (nogmaals) aan dat het verrichten van uniforme PM<sub>10</sub> metingen geen eenvoudige taak is.

Een Zwitsers onderzoek [12] beschrijft een alternatieve correctiemethode. Hierbij wordt per type monitor een correctieformule toegepast. De TEOM monitor wordt gecorrigeerd op basis van de buitentemperatuur en de FAG op buitentemperatuur en vochtigheid. Deze ingewikkelder correctie werkt voor de daggemiddelden beter, maar wordt nog nauwelijks toegepast.

Doel van deze rapportage is het inzichtelijk maken van de verschillen en overeenkomsten in de onderzoeken naar correctiefactoren en te komen tot afstemming en verbetering van de onderzoeksmethoden in Nederland.

### **Correctiefactor**

De oorzaak van de onderschatting van de automatische monitoren heeft een technische reden. Om meer begrip te krijgen over deze onderschatting is een technische uitleg nodig.

De metingen van automatische PM<sub>10</sub> monitoren gaat als volgt. De buitenlucht wordt met een constant debiet (1 m<sup>3</sup>/h) via een PM<sub>10</sub> voorafscheider aangezogen en gedurende 24 uur door een filter geleid, waarop PM<sub>10</sub> wordt opgevangen. Zonder bijzondere voorzorgsmaatregelen kunnen er een aantal problemen door (condensatie van) luchtvochtigheid optreden. Door het aanzuigen van vochtige lucht kan het filter “nat” worden, met als gevolg:

- technisch /operationele problemen, zoals verstopping van het filter of zelfs scheuren;
- door het (deels) hygroscopisch zijn van fijn stof, wordt water opgenomen en neemt de gemeten stofconcentratie toe;
- een “nat” filter neemt in gewicht toe door absorptie van vocht. Deze gewichtstoename wordt door automatische monitoren (zoals  $\beta$  stof, maar ook TEOM) geïnterpreteerd als een extra stofconcentratie.

Door droging van het filter als gevolg van het aanzuigen van drogere buitenlucht verliest het filter het eerder opgenomen water. Het gevolg is dat de monitor tijdelijk een massa afname waarneemt, en dit vertaalt als een negatieve stofconcentratie. De aanzuigleiding tussen de PM<sub>10</sub> voorafscheider en de filterhouder van een automatische monitor wordt daarom voorverwarmd (tot meerdere tientallen °C boven de omgevingstemperatuur). Hiermee wordt bereikt dat het vocht uit de aangezogen lucht (ver) boven het dauwpunt blijft.

Door deze verwarming wordt weliswaar het vochtprobleem opgelost, maar wordt een nieuw probleem geïntroduceerd, namelijk verlies van vervluchtigbare bestanddelen van PM<sub>10</sub> (met name secundair aërosol zoals nitraat / ammonium / vluchtige organische stoffen VOS), die we echter wel degelijk willen mee meten.

Bij de gravimetrische standaard methode volgens NEN EN12341 wordt dit probleem ondervangen door de filters voorafgaande aan de weging te conditioneren onder standaard omstandigheden in een geklimatiseerde wegruimte bij 50 % relatieve luchtvochtigheid (RH) en 20 °C. Deze temperatuur is veel lager dan het verwarmde systeem van de automatische methode (30-50°C) .

Een en ander heeft als gevolg dat de PM<sub>10</sub> concentraties, zoals gemeten met automatische monitoren, systematisch lager uitkomen ten opzichte van de standaardmethode volgens NEN EN12341.

Om die reden worden correctiefactoren toegepast om het automatische resultaat te kunnen vergelijken met dat van de standaardmethode EN12341.

## 1.2 Overzicht vergelijkende metingen

In Tabel 1 is aangegeven welke apparatuur is gebruikt en op welk type locatie het onderzoek in 2004 naar de correctiefactor is uitgevoerd.

*Tabel 1. De resultaten van het onderzoek naar de correctiefactor.*

ORGANISATIE en naam station	AUTOMATISCHE MONITOR en verwarmingstemp.	TYPE REFERENTIE MONITOR EN FILTER*	TYPE STATION en specifieke bronnen	CONC. PM <sub>10</sub> Gem. over testperiode [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
RIVM, 131 Vredepeel	FAG IR [ $T_{\text{amb}}+10$ ] $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$ .	Leckel, Kwarts QF20 $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$	Regionaal, agrarisch 150m N van N277 met 4415 voertuigen/werkdag.	28
RIVM, 444 De Zilk	FAG IR [ $T_{\text{amb}}+10$ ] $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$ .	Leckel, Kwarts QF20 $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$	Regionaal, zee W op 6 km, N206 ZO op 1080m met 10100 voertuigen/wdag.	26
RIVM, 934 Kollumerwaard	FAG IR [ $T_{\text{amb}}+10$ ] $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$	Leckel, Kwarts QF20 $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$	Regionaal, landbouw, Op ZO 600m aardgasstation, N388 op ZO 600m. met 3500 voertuigen/wdag.	22
RIVM, 433 Vlaardingingen	FAG IR [ $T_{\text{amb}}+10$ ] $T_{\text{amb}}$ . En $P_{\text{amb}}$ .	Leckel, Kwarts QF20 $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$	Straatstation, W op 5m van Marathonweg 14000 voertuigen/wdag	30
DCMR, Schiedam	TEOM [30°C] $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$ .	Leckel, Glasvezel, GF/A $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$ .	Stadsachtergrond, achter gebouwen W op 150 m van 's Gravelandseweg met 29500 voertuigen/dag,	28
DCMR, Markweg	TEOM [30°C] $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$ .	Leckel, Glasvezel, GF/A $T_{\text{amb}}$ . en $P_{\text{amb}}$ .	Industrie; overslagbedrijven, geen autoverkeer, wel uit N scheepvaart beïnvloeding.	28
Provincie Noord-Brabant Tilburg [11]	TEOM [30°C] $T_{25}$	Tecora Sentinel, Kwarts QMA $T_{20}$	Straat, Ringbaan N op 5m Ringbaan West met 15000 voertuigen/wdag en Z op 10m met 17000 voertuigen/wdag	29
GGD Overtoom	TEOM [50°C], $T_0$ . en $P_{\text{amb}}$	Derenda KFG LVS3.1, Kwarts QMA, $T_0$ . en $P_{\text{amb}}$	Stadsachtergrond, Z achter gebouwen op 150 m Overtoom met 18000 voertuigen/wdag	27
Provincie Limburg	FAG IN [50°C], $T_0$ en $P_0$	HVS Sierra Andersen, Kwarts QMA	Overig, op 2 km ZW cement industrie	24

\* Filtertype en -merk.

Het blijkt dat de gebruikte apparatuur, instellingen en meetlocaties zeer divers zijn. De onderliggende onderzoeksgegevens zijn opgenomen in de bijlagen 2 tot en met 6. De onderzoeksgegevens laten zien dat de correctiefactor van dag tot dag sterk kan wisselen (zie bijvoorbeeld grafiek 2 van Bijlage 4).

### Toetsing aan standaarden

Gekeken is in hoeverre de werkwijze van iedere organisatie aansluit bij bestaande normen en welke accreditatie van toepassing is (zie Tabel 2 voor de afwijkingen).

Tabel 2. Afwijkingen van de normen.

ORGANISATIE	t.o.v. EN 12341	t.o.v. EN 14907	OPMERKINGEN
RIVM	Relatieve vochtigheid in de weegkamer	Weegprocedure	ISO 17025 <sup>1</sup> accreditatie
DCMR	Type filter en de relatieve vochtigheid in de weegkamer	Weegprocedure	ISO 17025 <sup>1</sup> accreditatie
Provincie Noord-Brabant	-	-	ISO 17025 <sup>1</sup> accreditatie
GGD Amsterdam	-	-	ISO 17025 accreditatie
Provincie Limburg	Meetpunt 12m hoogte en de relatieve vochtigheid en temperatuur in de weegkamer.	Weegprocedure	ISO 9001 en ISO 17025 <sup>2</sup> accreditatie

1 Niet geldig voor de referentie methode PM<sub>10</sub> bepalingen

2 Niet geldig voor de PM<sub>10</sub> bepalingen.

Uit Tabel 2 blijkt dat er verschillen zijn in het voldoen aan normen en aanbevelingen. Het is moeilijk om in te schatten wat de directe effecten hiervan op de bepaling van de correctiefactor kunnen zijn.

- Er worden verschillende filtersoorten gebruikt. Dit is niet in overeenstemming met de EN12341, maar wel toegestaan in de EN14907. Het voorgeschreven filter is van kwarts. De DCMR gebruikt glasvezelfilters. In de EN14907 wordt dit filter, naast andere filters zoals kwarts en Teflon wel toegestaan. Omdat verwacht wordt dat in de toekomst deze norm ook gaat gelden voor PM<sub>10</sub>, is het mogelijk daar al op te anticiperen en andere dan kwartsfilters te gebruiken.
- De condities in de weegkamers van het RIVM en DCMR wijken enigszins af van de norm. De EN12341 vereist een weegkamer op  $20 \pm 1$  °C en  $50 \pm 5$  % relatieve luchtvochtigheid (RH). De weegkamer van de DCMR en het RIVM zijn wel gereguleerd hierop, maar komen onder de minimale eis voor RH van 45%.
- De condities in de weegkamer van de provincie Limburg wijken veel af van de normen. Er is namelijk geen gereguleerde luchtvochtigheid in hun weegkamer.

## 2. Resultaten

De correctiefactor is bepaald onder de veronderstelling van een lineaire relatie, waarbij verondersteld is dat deze functie door de oorsprong gaat. Dat is een gangbare methode in Nederland. Op zich geeft de EU-guidance ook ruimte aan andere (complexere) relaties berekend via diverse statistische methoden, zolang de keuze maar voldoende beargumenteerd is.

In Tabel 3 zijn de resultaten per organisatie opgenomen.

*Tabel 3. Overzicht van de resultaten per organisatie: correctiefactor, correlatiecoëfficiënt  $R^2$  en aantallen gepaarde metingen  $N$ .*

Naam	Factor	$R^2$	N	Factor Zomer	$R^2$ Zomer	N Zomer	Factor Winter	$R^2$ Winter	N Winter
RIVM Totaal	<b>1,37</b>	0,87	491	1,38	0,73	233	1,36	0,91	258
RIVM Vredepeel	1,45	0,90	176	1,60	0,62	60	1,40	0,93	116
RIVM Vlaardingen	1,35	0,86	128	1,33	0,73	75	1,37	0,91	53
RIVM De Zilk	1,37	0,85	90	1,36	0,59	42	1,38	0,91	48
RIVM Kollumerwaard	1,20	0,92	97	1,26	0,84	56	1,15	0,95	41
DCMR totaal	<b>1,18</b>	0,70	587	1,20	0,71	271	1,18	0,70	316
DCMR Schiedam	1,19	0,84	271	1,21	0,62	108	1,19	0,82	163
DCMR Markweg	1,18	0,66	316	1,18	0,72	163	1,18	0,56	153
GGD Overtoom	<b>1,38</b>	0,58	86	1,22	0,70	40	1,48	0,61	46
Noord-Brabant Tilburg*	<b>1,39</b>	0,67	152	1,40	0,28	75	1,39	0,81	77
Limburg Maastricht	<b>1,12</b>	0,08	113	1,04	-0,40	56	1,15	0,37	57

NB: de hoogte van de correctiefactor zoals in bovenstaande tabel aangegeven is sterk afhankelijk van de gekozen regressiemethode. Omwille van de vergelijkbaarheid is voor deze rapportage arbitrair gekozen voor één methode, de juiste regressietechniek is onderwerp van vervolgonderzoek.

In Tabel 3 komen enkele opvallende punten naar voren:

- De resultaten van Limburg zijn slecht vergelijkbaar met de andere waarde. Door de ligging in de buurt van cement en keramische industrie kan de samenstelling, en dus het aandeel vluchtige stoffen, van het fijn stof afwijken van de andere meetpunten. Daarnaast blijkt  $R^2$  erg laag, wat mogelijk samenhangt met het ontbreken van een regulering van de luchtvochtigheid in de weegkamer.
- De gemeten bandbreedte van de correctiefactor, met uitzondering van Limburg, varieert van 1,18 tot 1,45, waar de default EU waarde voor alle gebruikte apparatuur 1,3 is.
- Er worden met vergelijkbare monitoren van elkaar afwijkende factoren berekend:
  - De FAG-monitor van Limburg heeft een duidelijk lagere correctiefactor dan die van het RIVM. Een mogelijke oorzaak ligt in de specifieke situatie van het meetpunt van de provincie Limburg. Dit ligt namelijk nabij (cement)industrie en bovendien op 12 meter hoogte.
  - De TEOM-monitoren van de DCMR hebben een lagere correctiefactor dan die van Brabant en de GGD Amsterdam. Het verschil met de GGD is wellicht te verklaren door andere instellingen in de apparatuur. De verschillen met Noord-Brabant zijn hiermee niet te verklaren. Hier kan het verschil in type meetlocatie een oorzaak zijn. Het meetpunt van Brabant is zeer sterk beïnvloed door verkeersemmissies, die van de DCMR nauwelijks.
- Tussen de regionale stations in het landelijk meetnet bestaat een grote variatie in de correctiefactor, die waarschijnlijk veroorzaakt wordt door verschillen in de samenstelling van fijn stof (De Zilk vlak bij zee, Vredepeel met intensieve veehouderij).
- De verschillen in correlatiecoëfficiënten ( $R^2$ ) tussen FAG en TEOM:

- Indien de  $R^2$  van de Limburg buiten beschouwing wordt gelaten, is er een hogere  $R^2$  bij metingen met een FAG dan bij die met een TEOM. Mogelijk hangt dit samen met de gekozen statistische methode die geforceerd door het nulpunt gaat ( $y=ax$ ). Een correctiemethode met een correctiefactor inclusief een basis optelling ( $y=ax+b$ , zie de eerste grafiek in Annex 5) verbetert de  $R^2$  bij de DCMR bijvoorbeeld van 0,7 naar 0,8. Daarnaast kan de hoogte van  $R^2$  ook zijn beïnvloed door de heersende omstandigheden in de weegkamer.
- Het is eveneens mogelijk dat een specifieke emissiebron (bijvoorbeeld een specifieke industrie) met een afwijkend type stof dit verschil veroorzaakt. De meetstations van de DCMR, GGD, Limburg en Brabant zijn namelijk specifiek gericht op lokale bronnen. Die van het RIVM zijn meer gericht op gemiddelde situaties, waardoor er in theorie minder invloed is van specifieke bronnen.
- Er is alleen bij de GGD en bij de locatie Vredepeel (RIVM) een duidelijk verschil in de correctiefactor in de winter en in de zomer:
  - Een hogere correctiefactor in de winter ligt voor de hand. In de zomer zijn er door de hogere buitentemperatuur immers minder vluchtige componenten in het fijn stof aanwezig. Dit komt overeen met de hogere correctiefactor in de winter bij de GGD.
  - De hogere factor bij Vredepeel is wellicht te verklaren door de agrarische activiteiten. Er is bekend dat een hoger aandeel aan ammoniumzouten in fijn stof aanwezig is nabij agrarische bronnen. Zoals Tabel 1 al aangeeft is Vredepeel een meetstation dat vooral door agrarische bronnen wordt beïnvloed. Een hoger aandeel ammoniumzouten geeft een hogere correctiefactor. De verdeling van agrarische activiteiten tussen de zomer en winter geeft wellicht een verklaring van de hogere factor bij Vredepeel.
  - De in dit rapport gebruikte rekenmethode wijkt af van die in het rapport van Noord-Brabant [11]. Hierdoor wijken de resultaten van elkaar af. Vooral de verschillen tussen winter en zomer zijn kleiner in dit onderzoek. Dit toont aan dat de rekenmethode de resultaten beïnvloedt.

## 2.1 Jaar- en daggemiddelde

In Tabel 4 worden de resultaten getoond van de toetsing (per betreffende testperiode) aan de daggemiddelde grenswaarde van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4].

De verschillen tussen de referentiemethode en de automatische methode inclusief de correctiefactor bij daggemiddelden boven de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zijn opgenomen in Tabel 4.

*Tabel 4. Aantal dagen hoger dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per testperiode, bij de referentiemethode, bij de automatische methode met correctiefactor 1,3 en de bepaalde correctiefactor.*

Naam	Referentie-methode	Factor	Automatische monitor	Factor	Automatische Monitor
RIVM Totaal	30	1,3	30	1,37	36
RIVM Vredepeel	13	1,3	13	1,45	17
RIVM Vlaardingen	11	1,3	11	1,35	13
RIVM De Zilk	4	1,3	3	1,37	4
RIVM Kollumerwaard	2	1,3	3	1,20	2
DCMR totaal	49	1,3	61	1,18	39
DCMR Schiedam	17	1,3	21	1,19	15
DCMR Markweg	32	1,3	40	1,18	24
GGD Overtoom	8	1,3	3	1,38	4
Noord-Brabant Tilburg	15	1,3	16	1,39	19
Limburg Maastricht	18	1,3	46	1,12	23

Uit de bijlagen en Tabel 4 komen de volgende punten naar voren:

- De aantallen zijn klein, zodat de bevindingen met enige voorzichtigheid moeten worden gebruikt.
- Het beeld is divers. Zowel over- als onderschatting van het aantal dagen met concentraties boven de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  komt voor.
- Bij het RIVM lijkt de default correctiefactor het aantal dagen boven de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  het beste weer te geven. Bij gebruik van de locatiespecifieke correctiefactoren komt het aantal dagen hoger uit dan met de referentiemethode.
- Bij de DCMR leidt de default correctiefactor tot een overschatting en per locatiespecifieke correctiefactoren tot een onderschatting van het aantal dagen.
- De GGD komt met de toepassing van beide correctiefactoren lager uit dan de referentie.
- Noord-Brabant komt met de toepassing van beide correctiefactoren hoger uit.





### 3. Discussie

Uit de literatuur en voorgaande onderzoeken is bekend dat correctiefactoren niet alleen per type meetinstrument (FAG of TEOM), maar ook per locatie of seizoen kunnen verschillen. Zelfs gelijksoortige monitoren, met bijvoorbeeld een afwijkende (temperatuur)instelling, kunnen verschillende correctiefactoren hebben.

Uit de diverse rapporten blijkt dat er verschillende afwijkingen van NEN EN12341 en EN14907 zijn. Zo zijn er afwijkende filtertypen gebruikt en zijn er verschillen in weeg- of transportprocedure.

De belangrijkste bevindingen zijn:

- Bij het gebruik van dezelfde meetinstrumenten worden er per locatie en per organisatie verschillende correctiefactoren verkregen;
- Met de huidige methode voor de afleiding van de correctiefactor wordt het jaargemiddelde beter benaderd dan de daggemiddelde grenswaarde;
- De organisaties voldoen op de meeste punten aan de genormeerde meet- en analysevoorschriften, er zijn een paar afwijkingen;
- De verscheidenheid aan meet- en analysemethode en de verscheidenheid aan locaties bemoeilijkt de onderlinge vergelijkbaarheid van correctiefactoren;
- Onderling overleg tussen de betrokken meetinstanties moet leiden tot verdere harmonisatie.

Een aantal praktische harmonisatiepunten, die al geïdentificeerd zijn, hangt samen met filters en de weegkamer zoals:

- Filtergebruik nader afstemmen;
- De omstandigheden in de weegkamers gelijkwaardig instellen en monitoren;
- Onderliggende kalibraties en kalibratiefrequentie (met name volume, debiet, luchtvochtigheid, druk, temperatuur) onderling afstemmen;
- Weegprotocollen nader afstemmen;
- Onderhoudsprotocollen nader afstemmen.

Belangrijk punt is bovendien om de regressie- en berekeningmethoden verder te onderzoeken, omdat deze de resultaten sterk beïnvloeden.

Om de kwaliteit, en vergelijkbaarheid, van de verschillende factoren te verbeteren is het van belang de verschillende onderzoeken die op dit gebied binnen Nederland worden uitgevoerd verder te harmoniseren. Dit rapport is een eerste aanzet daartoe. Vervolgonderzoek is nodig.

De vraag die voorligt en in de periode tot eind 2005 moet worden beantwoord is hoe in Nederland wordt omgegaan met de correctiefactor. Blijven de meetinstanties de Europese uniforme default factor gebruiken, of wordt gekozen voor differentiatie en op welke wijze (plaats en/of tijd) wordt gedifferentieerd. Vraag is dan ook of het mogelijk is op basis van het beperkte aantal locaties uitspraken te doen voor alle vaste meetlocaties.



## Literatuur

- [1] Richtlijn 96/62/EG van de Raad van 27 september 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de lucht kwaliteit. Publicatieblad Nr. L 296 21/11, 1996, blz. 0055 – 0063.
- [2] Richtlijn 99/30/EG van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht. Publicatieblad Nr. L 163 29/6, 1999, blz. 0041 – 0060.
- [3] EN12341:1998 Air quality – Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter- Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods. CEN, 1998.
- [4] Besluit van 11 juni 2001, houdende uitvoering van richtlijn 1999/30/EG van de Raad van de EU van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht. (PbEG L 163) en 96/62/EG van de Raad van de EU van 27 september 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de lucht kwaliteit. (PbEG L 296) (Besluit Luchtkwaliteit). Staatsblad, 2001, 269 1-58.
- [5] Meetregeling Luchtkwaliteit. Staatscourant 17 juli 2001, nr. 135/pag. 8.
- [6] Williams M. en Bruckman P., EC working group on particulate matter, a report on guidance to member states on PM<sub>10</sub> monitoring and intercomparisons with the reference method, 22-2-2002.
- [7] Operating manual, Particulate Monitoring Instrument FH 62 I-R, ESM Andersen Instruments GmbH, 1999, Erlangen.
- [8] Arkel F.Th. van ; Putten E.M.van ; Bloemen H.J.; Meulen A. van der; Vergelijkende PM<sub>10</sub>-metingen in Nederland. RIVM Rapport 650010023, -24 en -25 :deel A, B en C: laboratoriumexperimenten, landelijke omgeving, en stedelijke omgeving, 2002.
- [9] NEN-EN14907: 2005 Ambient air quality - Reference gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>2,5</sub> mass fraction of suspended particulate matter. NEN te Delft.
- [10] Meetregeling luchtkwaliteit 2005, Staatscourant 26 juli 2005, nr. 142.
- [11] Immissie-onderzoek aan de Ringbaan West in Tilburg, Definitieve rapportage 2004-0020-L-O, augustus 2005, Bureau Milieumetingen, provincie Noord Brabant.
- [12] PM10-Umrechnungsmodelle für TEOM- und Betameter Messreihen, BUWAL, 2005.
- [13] PM10-Vergleichsmessungen der deutschen Bundesländer im Rahmen der STIMES-Arbeitsgruppe PM<sub>10</sub>, Materialien Band 66. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (D), Essen 2005.

## Bijlage 1: Stappenplan bepaling correctiefactor

RIVM, Juni 2005  
D. de Jonge  
A. van der Meulen

Dit stappenplan is opgesteld ter voorbereiding van een gezamenlijke rapportage van de DCMR Milieudienst Rijnmond, GGD Amsterdam, provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg en het RIVM.

Met behulp van dit stappenplan wordt beoogd inzicht te verschaffen van de correctiefactoren voor  $PM_{10}$  in afhankelijkheid van seizoen en/of type meetlocatie.

- 1      Validatie  
Geef aan of het automatische  $PM_{10}$  metingen betreft met meer of minder dan 12 uur per dag metingen.  
  
Wat wordt er gedaan met artefacten (bijvoorbeeld vliegjes) op het filter? Afgekeurd of niet?  
  
Outliers worden (statistisch) niet verwijderd. Wel kan, indien er aanleiding voor is, de validatie procedure worden gewijzigd.
- 2      Weegprocedure  
Geef het volgende aan:  
Conform NEN-EN12341 of 14907.  
Meldt de eventuele afwijkingen hierop:  
Bijvoorbeeld;  
de temperatuur v/h monster na monstername  
Verschil weging 1 en 2 na monstername  
(Bijvoorkeur maximaal  $55\mu\text{g}$ , eventueel  $110\mu\text{g}$ ).  
Neemt men Labblanko/ Veldblanko mee  
(norm verschil weging 1 en 2 is  $30\mu\text{g}$  voor lablanko)?  
Referentie gecorrigeerd of T-actueel en P-actueel?

- 3 Berekening
- a Alleen data meenemen indien van én automatische én referentie apparatuur 24h monsters aanwezig zijn
  - b Alleen data referentie  $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - c Correlatie berekening met  $x =$  referentie  $y =$  automatisch, exclusief correctie
  - d Gedwongen door 0, standaard correlatie berekening.<sup>1</sup> Bekend is dat deze keuze invloed heeft op de uitkomsten. Omwille van vergelijkbaarheid is voor deze rapportage gekozen voor één methode. De juiste regressietechniek is onderwerp van vervolg onderzoek.
  - e Vermelding van  $R^2$ , Correctiefactor (1/richtingscoëfficiënt), N en de periode.
- 4 Correctiefactor
- Bereken de correctiefactoren voor:
- a: Per station over de gehele meetperiode.
  - b Per station en per seizoen  
 Het zomerseizoen loopt van 1 April t/m 30 September  
 Het winterseizoen loopt van 30 september t/m 31 maart  
 Waarbij een seizoen uit meerdere jaren kan bestaan.
  - c Per type station (indien meer dan station 1 per type aanwezig is) Bijvoorbeeld alle regionale stations gebundeld
  - d: Per type station en per seizoen
  - e Voor de gehele dataset per seizoen.
  - f Voor de gehele dataset.

#### 5 Vaststellen correctiefactor

Geef aan welke correctiefactor in welke situatie gebruikt gaat worden.

De mogelijkheden zijn dan:

- per type station én per seizoen een verschillende factor
- per type station een verschillende factor (onafhankelijk van het seizoen)
- onafhankelijk van type station per seizoen een verschillende factor
- voor alle stations tijdens ieder seizoen een vaste correctiefactor

Hierbij geldt voor het vaststellen van de situatie als minimum eis:

$$R^2 > 0.8$$

$$N > 30 \text{ (per seizoen)}$$

NB. In de voorgaande rangschikking worden steeds meer data gebundeld, waardoor  $R^2$  zal afnemen.

Indien het verschil van de correctiefactor voor de zomerperiode en winterperiode minder is dan 10% voor de gekozen correctiemethode ( $1,1 > \text{zomer/winter} > 0.9$ ) dan kan een vaste

---

<sup>1</sup> Enkele opmerkingen over “normale” regressie:

- De hogere concentraties, die de richtingscoëfficiënt bij normale regressie sterk beïnvloeden, bepalen in belangrijke mate de overschrijding van de jaar- en daggemiddelde normen. Dit pleit voor de normale regressie methode
- Andere methode (orthogonaal) geven de referentie meting een onzekerheid. Deze onzekerheid is per definitie klein t.o.v. de onzekerheid bij de automatische methode. Daarmee introduceert de orthogonale methode een overbodige complicatie.
- De gekozen regressiemethode (gedwongen door 0) kan resulteren in lagere  $R^2$  waarden.

correctiefactor gebruikt worden. Deze wordt vastgesteld door het gemiddelde te nemen van de zomer- en de winter correctiefactor. [6]

Afwijkingen van de vernoemde eisen moeten gemotiveerd worden.

- 6 Berekening gecorrigeerde data
  - a Bereken met de bepaalde correctiefactor(en) de gecorrigeerde PM<sub>10</sub> concentraties.
  - b Geef een overzicht van gemiddelde concentratie in totaal, per seizoen en per type station van:
    - PM<sub>10</sub> referentie
    - PM<sub>10</sub> automatisch met oude correctiefactor
    - PM<sub>10</sub> automatisch met nieuwe correctiefactor
    - Aantal dagen > 50 µg/m<sup>3</sup> referentie
    - Aantal dagen > 50 µg/m<sup>3</sup> automatische oude CF
    - Aantal dagen > 50 µg/m<sup>3</sup> automatische nieuwe CF
  - c De samenvatting dient minimal te bevatten:
    - Huidige en eventuele nieuw bepaalde CF
    - De invloed van de correctiefactor op de overschrijdingen van de dag- en jaargrenswaarden.

## Bijlage 2: Correctiefactoren voor automatische PM<sub>10</sub> metingen in het LML door het RIVM

D. de Jonge, A. van der Meulen en H. Berkhout.  
Laboratorium voor Milieumetingen, RIVM.  
Juni 2005

### SAMENVATTING RIVM

Ten behoeve van de wettelijke verplichtingen meet het RIVM in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit onder andere PM<sub>10</sub>. Deze PM<sub>10</sub> metingen worden automatisch uitgevoerd op ongeveer 40 locaties. De huidige automatische meetmethode heeft een afwijking van de voorgeschreven referentiemethode. Om deze afwijking te corrigeren wordt momenteel een correctiefactor van 1,33 toegepast.

In 2003 is een uitgebreide controle, door middel van metingen met de referentiemethode, van deze correctiefactor gestart. Dit rapport beschrijft de resultaten van de tussentijdse uitkomsten van deze controle.

Deze voorlopige resultaten zijn vastgesteld met metingen op 4 stations. Daardoor kunnen de resultaten nog niet worden gegeneraliseerd.

Eind 2006 zal een definitieve uitspraak worden gedaan, op basis van metingen op 21 stations, over de correctiefactor voor de automatische PM<sub>10</sub> metingen in het LML.

De resultaten geven aan dat, ondanks een spreiding over stations van 1,20 – 1,45, een vaste factor van 1,37 voor deze 4 locaties volstaat.

De verschillen in de correctiefactoren van zomer en winter zijn erg klein en de verschillen tussen de type locaties (straat en regionaal) zijn bij deze 4 stations niet aangetoond.

De meetmethode voldoet niet volledig aan de EN12341 en de (strengere) NEN-EN14907. De uitkomsten voldoen wel aan de eisen die genoemd staan in een aanbeveling door de EU.

In Annex 3 zijn de technische details weergegeven.

Deze rapportage beschrijft de eerste resultaten van deze campagne. Voor 4 stations zijn de metingen afgerond. Voor deze 4 stations is bepaald wat de correctiefactoren zijn: per seizoen, per meetstation, per meetstationstype en alle 4 gezamenlijk. De uitkomsten zijn in tabel 1 opgenomen. In Annex 4 zijn de betreffende grafieken opgenomen.

*Tabel B.1 Overzicht van de metingen*

Naam en nummer station	Type locatie	Aantal metingen	Correctiefactor	R <sup>2</sup>	Aantal metingen zomer	Correctiefactor	R <sup>2</sup> Zomer	Aantal metingen winter	Correctiefactor	R <sup>2</sup> Winter
Vredepeel 131	Regionaal	176	1,45	0,90	60	1,60	0,62	116	1,40	0,93
Vlaardingen 433	Straat	128	1,35	0,86	75	1,33	0,73	53	1,37	0,91
De Zilk 444	Regionaal	90	1,37	0,85	42	1,36	0,59	48	1,38	0,91
Kollumer-waard 934	Regionaal	97	1,20	0,92	56	1,26	0,84	41	1,15	0,95
131, 444 en 934	Regionaal	363	1,38	0,87	158	1,43	0,70	205	1,36	0,91
Totaal	gemengd	491	<b>1,37</b>	0,87	233	1,38	0,73	258	1,36	0,91

Uit Tabel B.1 is af te lezen dat de toepassing van één correctiefactor (in dit geval 1,37) voor deze vier meetstation voldoet aan de voorwaarden die zijn gesteld.

De factor varieert nauwelijks (1,36 – 1,38) per seizoen. Bij opsplitsing per seizoen voldoet R<sup>2</sup> niet meer aan de aanbeveling.

De factor is niet gebonden aan het type station (1,37 om 1,35 voor regionaal en straat)

Wel is de factor plaats (variërend van 1,20 tot 1,45) afhankelijk.

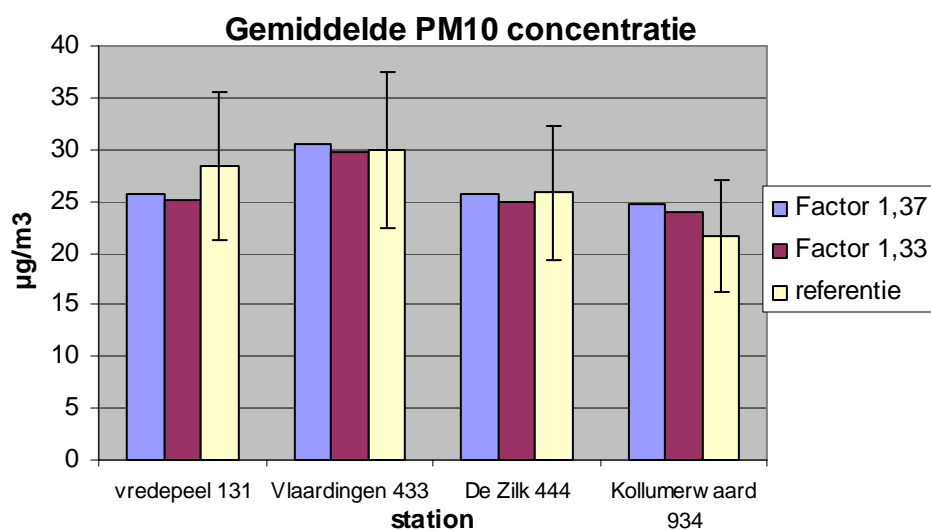
De factor per plaats én seizoen (vooral in de zomer) voldoet niet aan de aanbeveling van R<sup>2</sup>.

## Resultaten en discussie

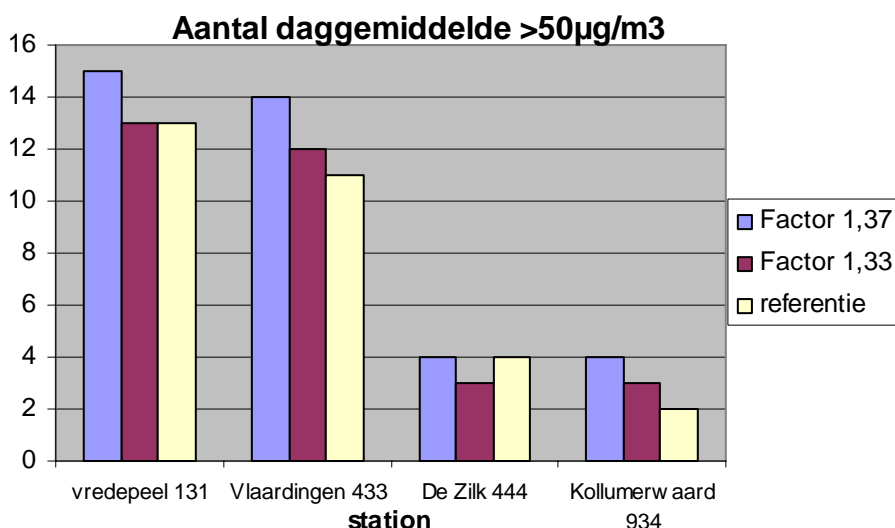
Bij de introductie van automatische PM<sub>10</sub> monitoren in het LML is gekozen voor een vaste correctiefactor. De metingen op de 4 stations geven aan dat de spreiding per seizoen op deze factor voldoet aan de in de EU vastgestelde voorwaarden.

Uit de metingen op 4 meetstations blijkt het niveau van deze factor een fractie hoger te liggen (1,37 tegen 1,33) dan de huidige gebruikte factor.

In Figuur B.1a en B.1b is weergegeven per station wat de verschillen tussen de huidige (1,33) en de hier bepaalde factor (1,37) en de referentiemetingen zijn.



Figuur B.1a. De gemiddelde concentratie bepaald met de correctiefactor 1,37, 1,33 en de referentiemethode.



Figuur B.1b. Het aantal daggemiddelden > 50 µg/m³ per station.

De foutenmarge lijn (in figuur B.1a) geeft per station aan wat de minimum eisen zijn voor de nauwkeurigheid. De grafieken laten zien dat de verschillen tussen de referentiemethode en de automatische methode met de huidige en de hier bepaalde correctiefactor zowel enkele



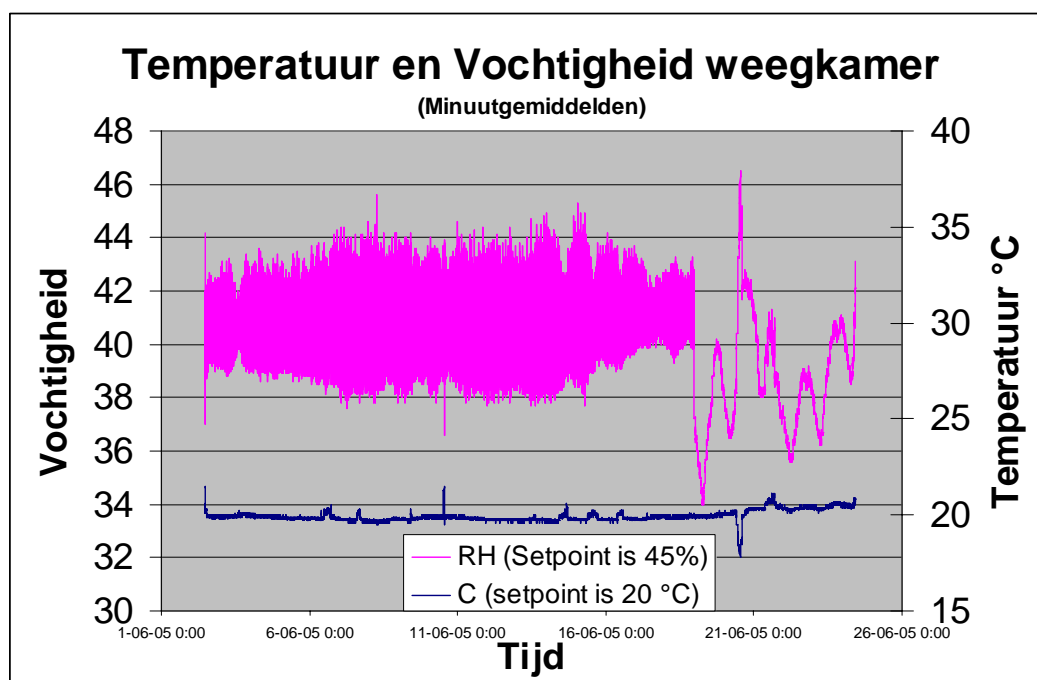
microgrammen lager als hoger kunnen zijn. De resultaten voldoen, wat betreft het gemiddelde, aan de eisen van de EU.

Het aantal dagen dat boven de grenswaarde van 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ligt (zie figuur B.1b), wordt op bijna alle stations enkele dagen (maximaal 3) overschat. De overschatting is bij de factor 1,33 iets minder vaak aanwezig dan bij 1,37.

### Weegkamer

Een belangrijk onderdeel bij de referentiemethode is de weegprocedure. De wegingen dienen plaats te vinden in een weegkamer bij voorgeschreven temperatuur en vochtigheid. Ter controle zijn metingen met gecertificeerde meetapparatuur van temperatuur en vochtigheid van de weegkamer uitgevoerd.

De resultaten van de metingen staan weergegeven in Figuur B.2.



Figuur B.2. De gemeten temperatuur en vochtigheid in de weegkamer.

Uit Figuur B2 is af te lezen dat de vochtigheid onder de voorgeschreven grenzen van de norm (tussen 45 en 55 % [3]) komt. De vochtigheid fluctueert tussen de 34 en 46%. Deze fluctuatie van 12 % is erg hoog.

Ook de temperatuur komt onder de toegestane waarde (19°). Dit is echter eenmalig en van korte duur, en daarmee waarschijnlijk minder ernstig.

### Conclusie

Na een eerste meetcampagne van 4 stations, zijn er geen aanwijzingen dat de methode van de huidige vaste factor een verkeerde is. Aan de EU-eisen wordt voldaan. De gemiddelde factor van de 4 stations is bij deze 4 stations 1,37. Een verbetering tussen de huidige factor (1,33) en de met de in dit onderzoek 4 stations bepaalde factor (1,37) is niet aan te tonen.

Een definitieve uitspraak over de juiste hoogte van de correctiefactor is op basis van deze 4 stations eveneens niet goed te doen. Hiervoor zijn meer metingen over meerdere stations nodig. De tweede meetcampagne, waarover in het najaar van 2005 wordt gerapporteerd, zal wellicht meer duidelijkheid verschaffen. De definitieve uitspraak over de correctiefactor voor het RIVM wordt eind 2006 verwacht.

De meetmethode dient te worden verbeterd. Met name de weegkamer dient op een hogere en minder fluctuerende vochtigheid te worden ingesteld.

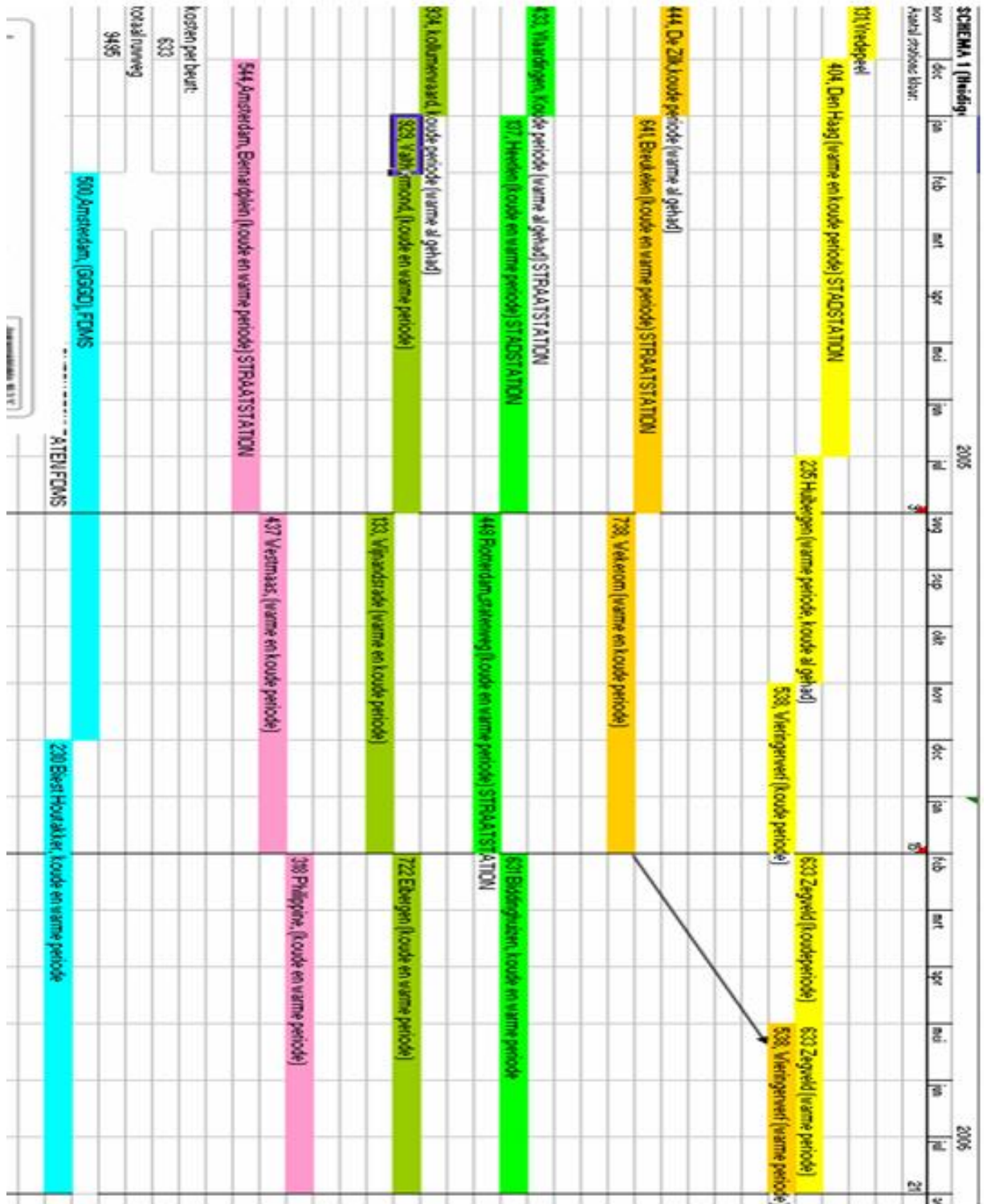
**Annex 1 : A report on guidance to member states on PM<sub>10</sub> monitoring and intercomparisons with the reference method. EC working group on particulate matter**

Zie : <http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/finalwgreporten.pdf> (22-2-2002)

Samenvatting van de belangrijkste afspraken:

- De werkgroep heeft de onderstaande richtlijnen opgesteld als hulpmiddel en handvat, niet als verplichte eisen.
- Op minimaal 2 locaties per lidstaat dienen vergelijkende PM<sub>10</sub> metingen te worden uitgevoerd.
- Er dienen minimaal 2 vergelijkende datasets te worden verkregen, 1 tijdens warme en 1 tijdens koudere periode.
- Per dataset zijn minimaal 30 gepaarde daggemiddelde concentratiewaarden nodig.
- De relatie tussen de referentiemethode en de geautomatiseerde methode wordt geaccepteerd indien  $R^2 \geq 0.8$ , en de asafsnede lager dan  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  is.
- De berekende correlatie mag maximaal 10% verschillen tussen winter en zomer periode (of koude en warme perioden) om één formule te gebruiken voor het gehele jaar.
- In principe mag elke formule toegepast worden, mits voldoende onderbouwd.
- De (non)-lineariteit van de formules dient te worden gecontroleerd, in verband met het toepassen van de formules buiten haar (test)bereik.
- Routinematige controles zijn aan te raden.
- Controle en overleg met naburige lidstaten is aan te raden.

Annex 2: Roulerend schema bepaling correctiefactor



**Annex 3: Technische details**

Automatic monitor[7]:

Insitute: RIVM

Locations: Vredepeel 131, Vlaardingen 433, De Zilk 444 en Kollumerwaard 934.

TYPE OF Automated <b>PM</b> MONITOR	<u>Thermo FH, Beta Attenuation Monitor</u>
Sub-type	<b>62 I-R ("FAG")</b>
Level of Correction	1,33
Last date of factor check	Early '90s
Frequency filter chagement	25 <sup>th</sup> h
Deleting filter chagement value (hour)?	Yes 1h
Hour value Averaged over x time	1
Correction for Temperature	Actual
Correction for Pressure	Actual
Temperature Heating device	Ambient +10°C(IR)
Winter/summer time	Winter
Absolute minimum	-5 µg/m3
Absolute maximum	1000 µg/m3
Monitor allows negative values ?	Yes
Recalculation of values around 0 ?	no
Frequency calibration/validation	Every 3 months
Software version	1.73
Data transport via	Analog 4 – 20mA



Reference monitor:

Leckel SEQ47/50

- Operated and controlled by integrated LVS3 or MVS6 sampler (KleinfILTERGERÄT)
- Controlling of operating- $\text{m}^3/\text{h}$  and standard- $\text{m}^3/\text{h}$  ( $0\text{ }^\circ\text{C}$  or  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , 760 mm Hg) by orifice plate
- Measurement of filter temperature, filter will be automatically heated (exceedance of dew point)
- Cooled inlet system and enclosed sampled filters within the magazine, no losses of particulate volatile material
- Sample taking every other day, 14 samples during 28 days.
- 55,2  $\text{m}^3/24\text{ h}$ .
- Use of filter holders for filter diameters of 47 mm, Quartz
- Validation: 2 times weighing before and 2 times weighing after sampling; max difference allowed: 110  $\mu\text{g}$
- Validation: Lab. Reference filters; weighing of 4 filters each time; 3 out of 4 filters remain  $\Delta < 30\text{ }\mu\text{g}$  weighing is proceeded

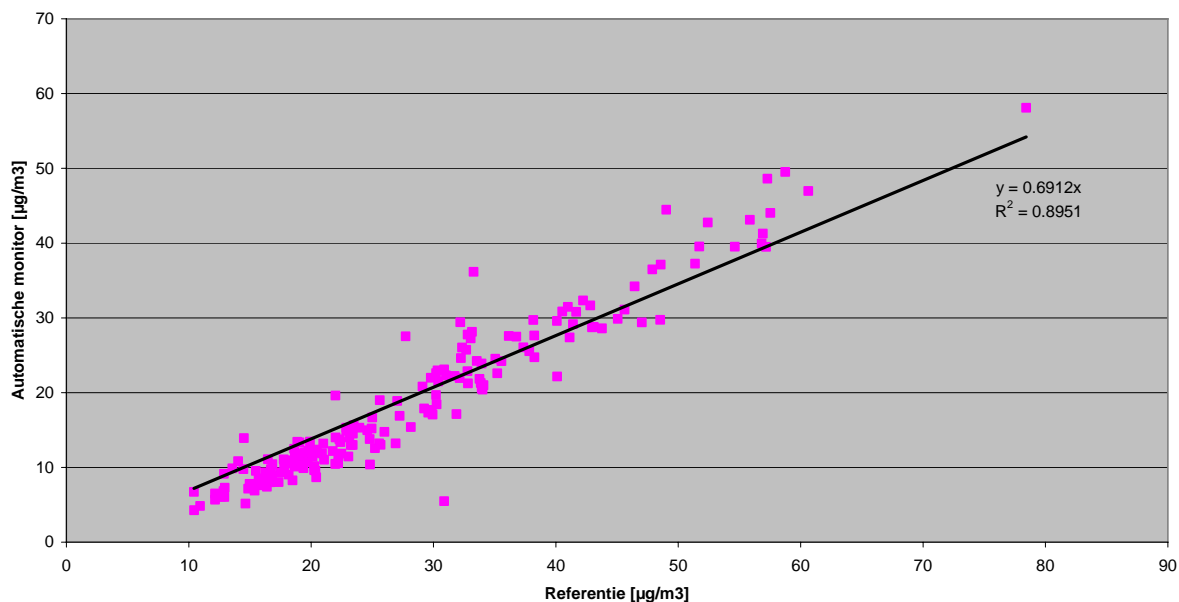


**Annex 4: RIVM regressie figuren**

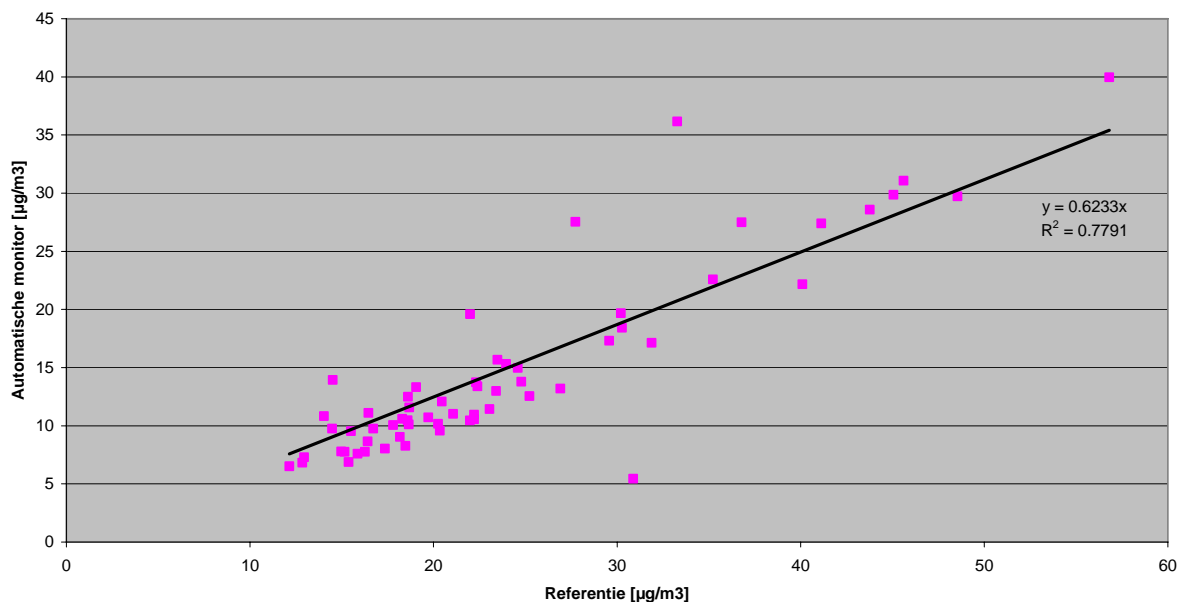
## Vredepeel

**Vredepeel 131 Correctiefactor 1,45**

Alle data (176) ,nov03-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd  
Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50

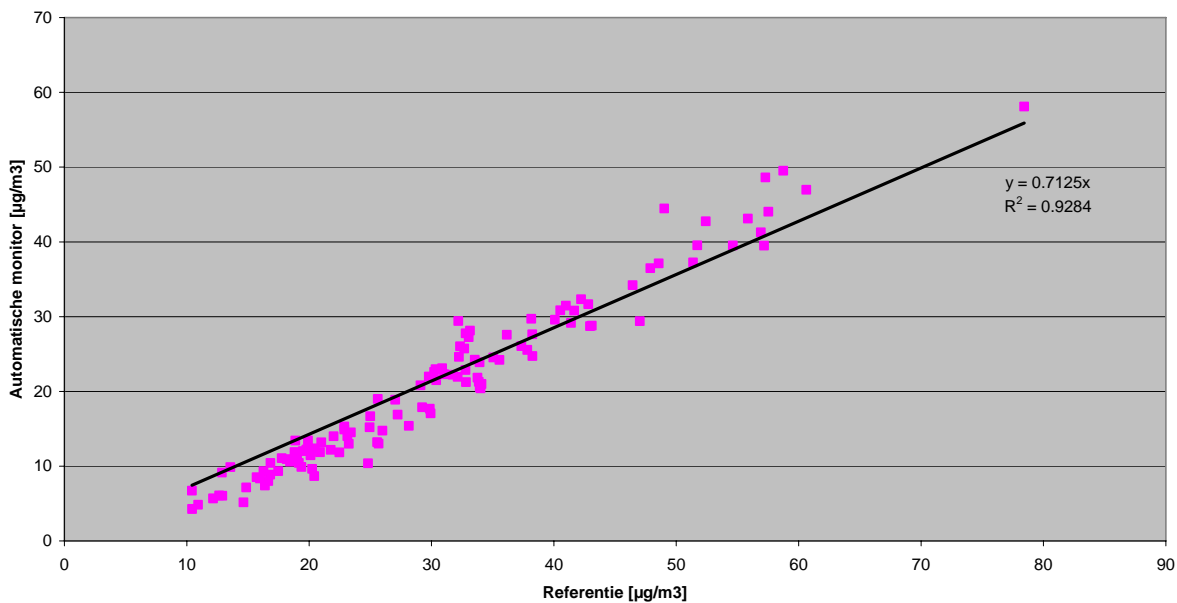
**Vredepeel 131 Correctiefactor 1,60**

Zomer data (60), aprt04 - sept04, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd  
Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



**Vredepeel 131 Correctiefactor 1,40**

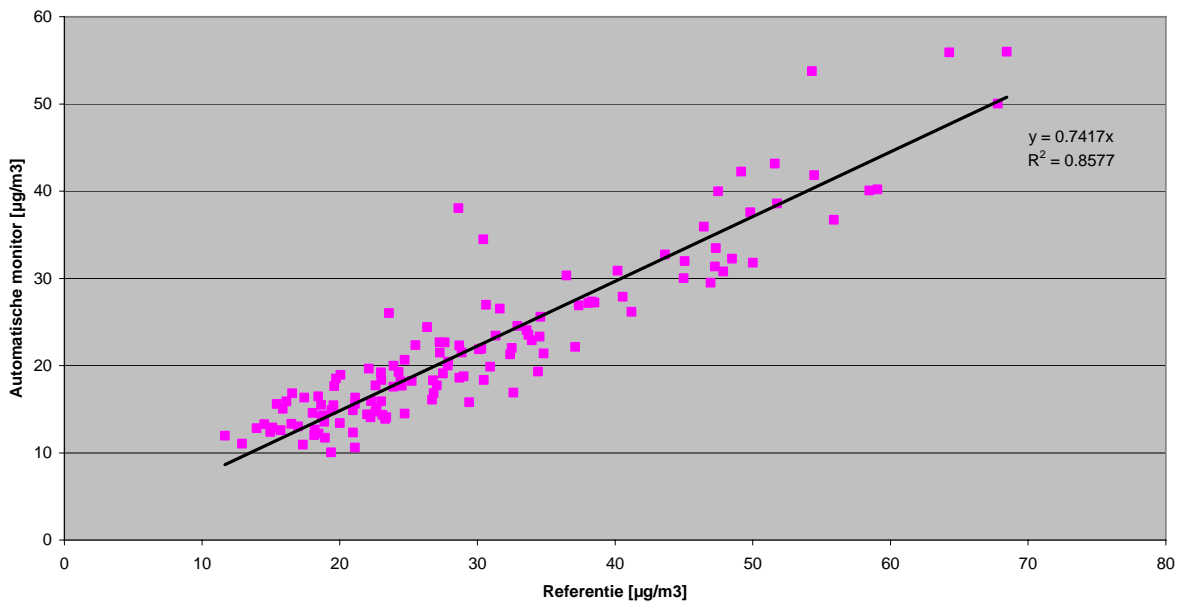
Winter data (116), nov03-mrt04 & okt04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd  
 Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



**Vlaardingen**

**Vlaardingen 433 Correctiefactor 1,35**

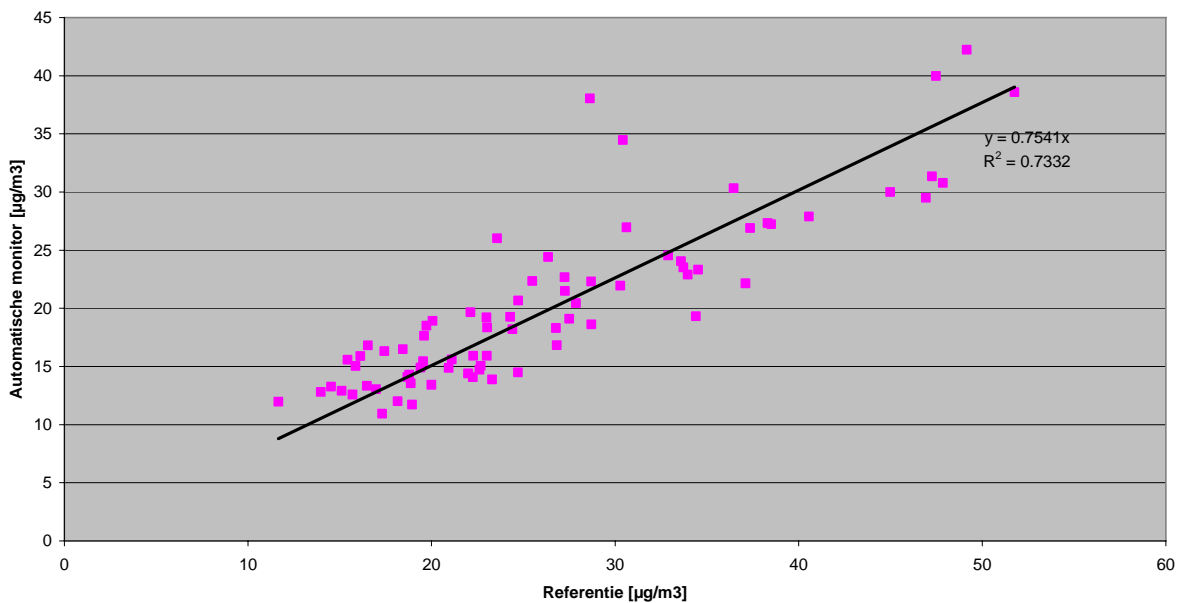
Alle data (128), mrt04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd  
 Straatstation, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50





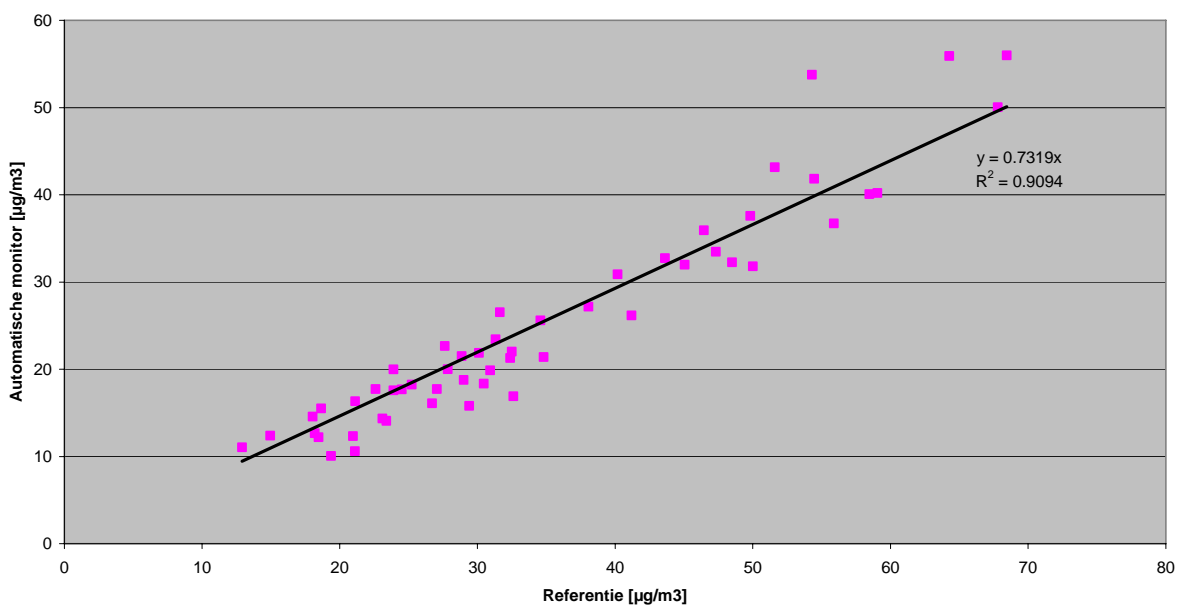
**Vlaardingen 433 Correctiefactor 1,33**

Zomer data (75), apr04-sep04, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd  
 Straatstation, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



**Vlaardingen 433 Correctiefactor 1,37**

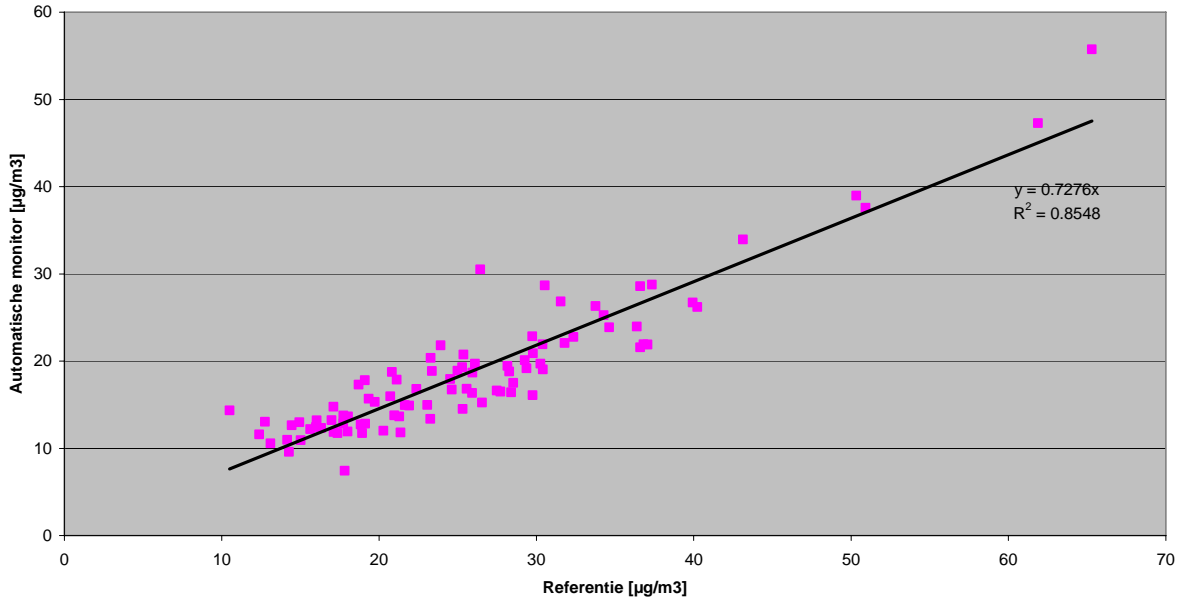
Winter data (53), mrt04 & okt04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd  
 Straatstation, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



De Zilk

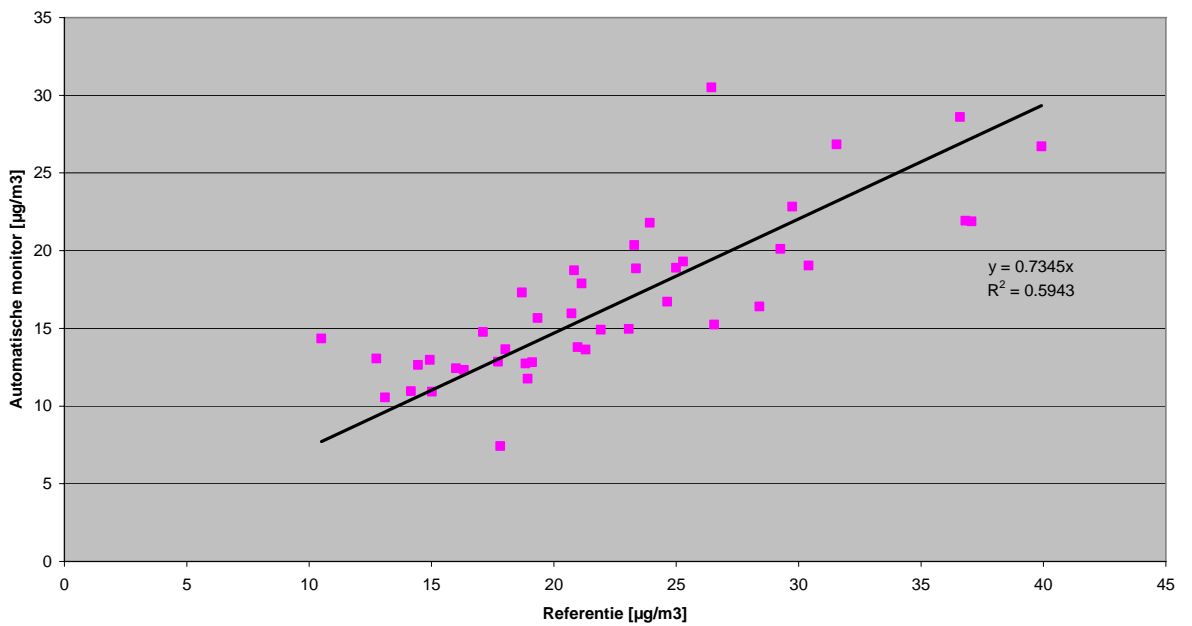
**De Zilk 444 Correctiefactor 1,37**

Alle data (90), juli04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd  
Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



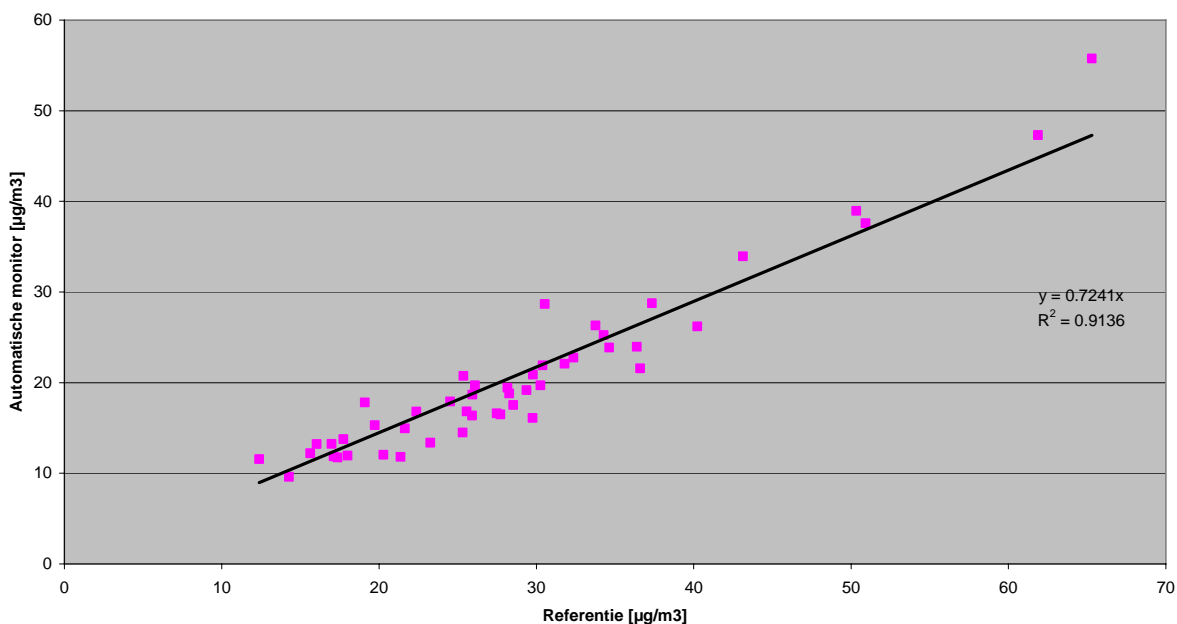
**De Zilk 444 Correctiefactor 1,36**

Zomer data (42), juli04-sep05, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd



**De Zilk 444 Correctiefactor 1,38**

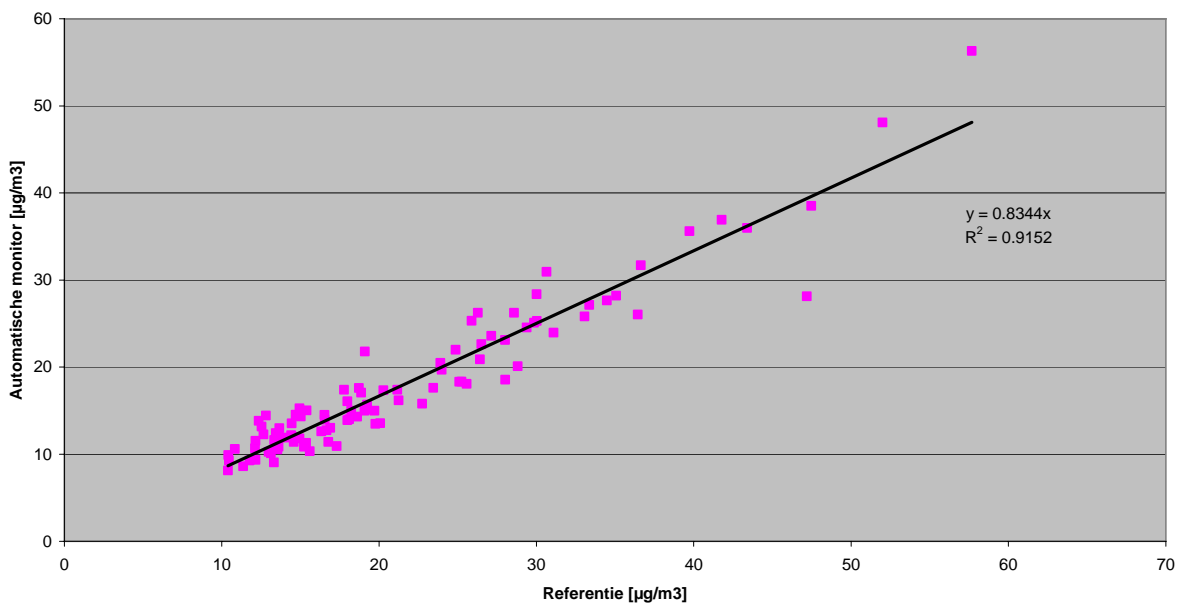
Zomer data (48), okt04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd



**Kollumerwaard**

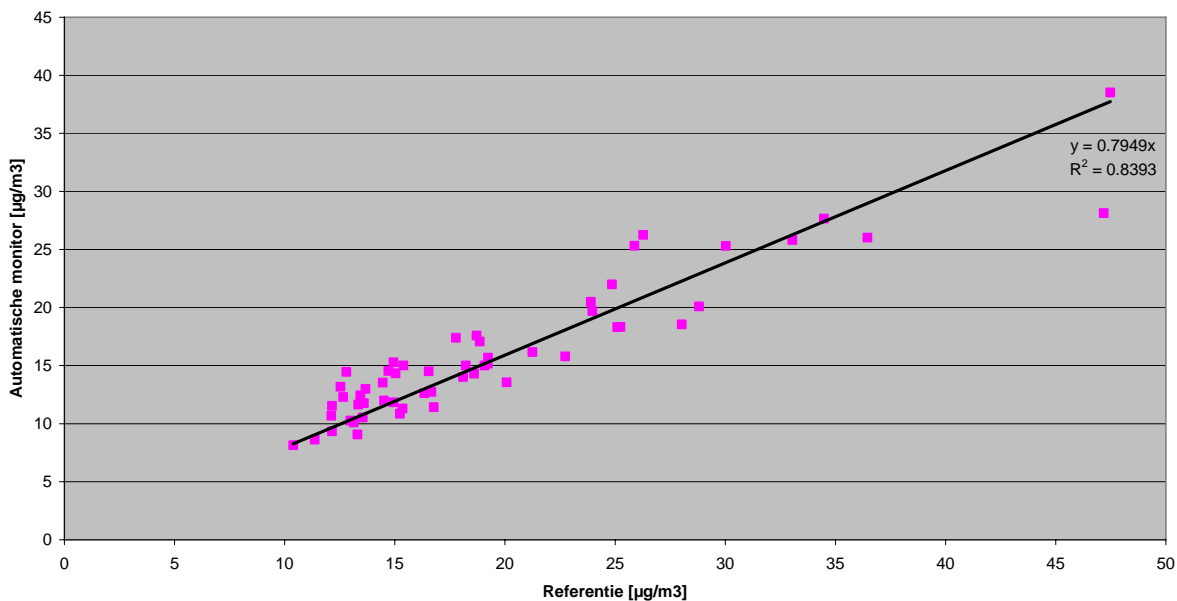
**Kollumerwaard 934 Correctiefactor 1,20**

Alle data (97), mrt04-dec04, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd  
Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



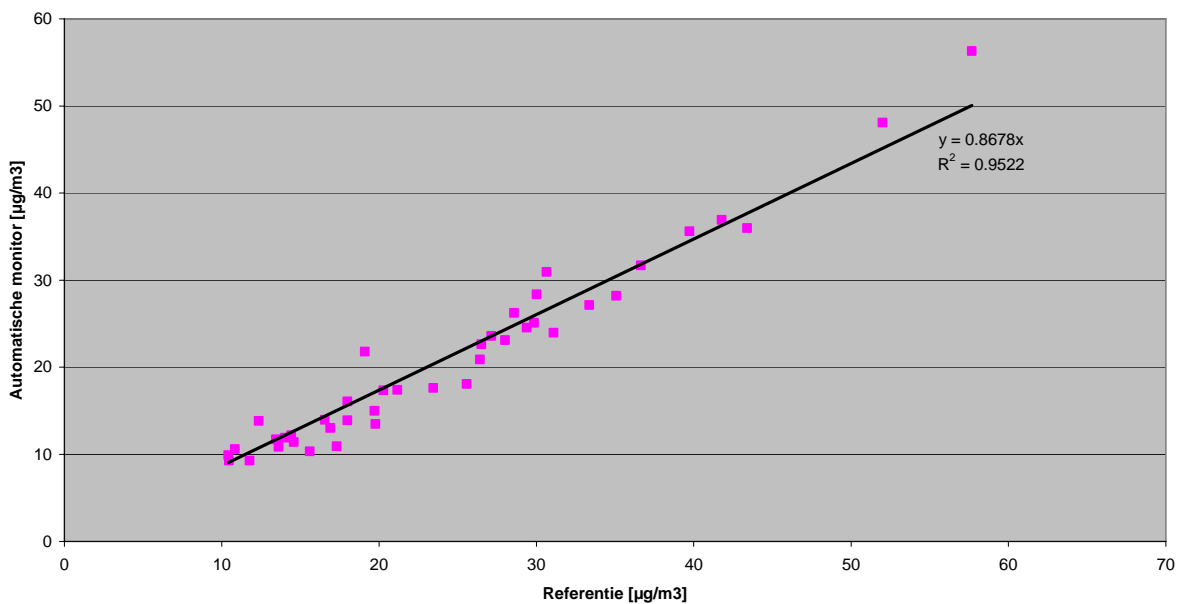
**Kollumerwaard 934 Correctiefactor 1,26**

Zomer data (56), apr04-sep04, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd  
 Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50

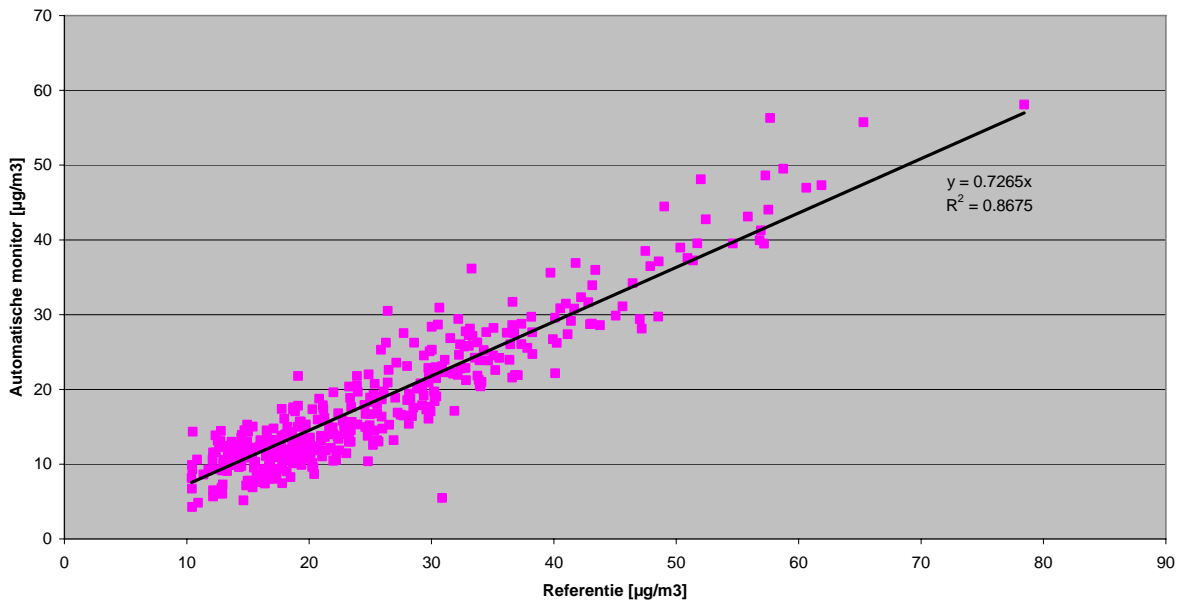


**Kollumerwaard 934 Correctiefactor 1,15**

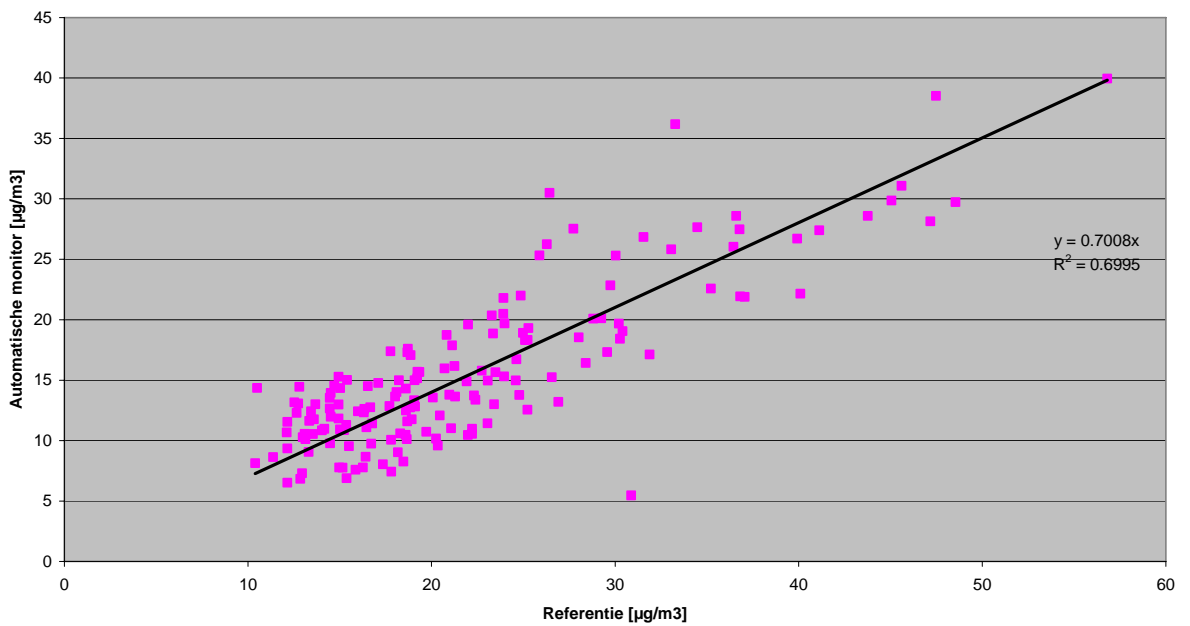
Winter data (41), mrt04& okt-dec04, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd  
 Regionaal station, automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



**Regionale stations (131, 444 en 934) Correctiefactor 1,38**  
 Alledata (363), nov03-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd  
 Automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50

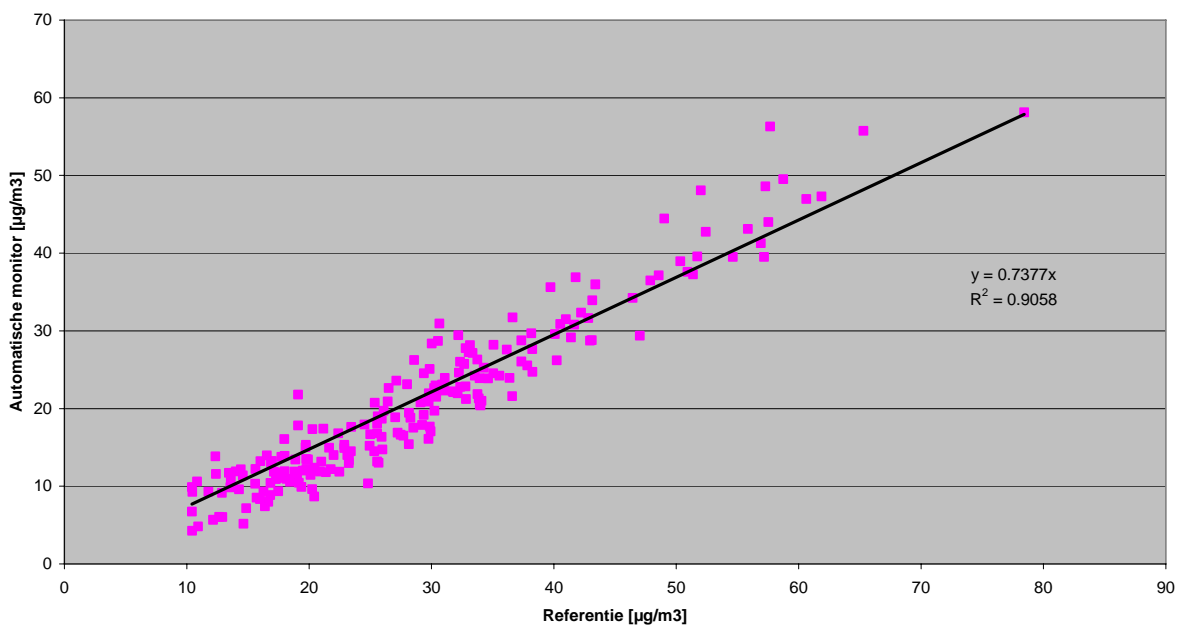


**Regionale stations (131, 444 en 934) Correctiefactor 1,43**  
 Zomer data (158), apr04-sep05, weegverschilgrens op 110 µg/m<sup>3</sup> en RH afwijkingen genegeerd



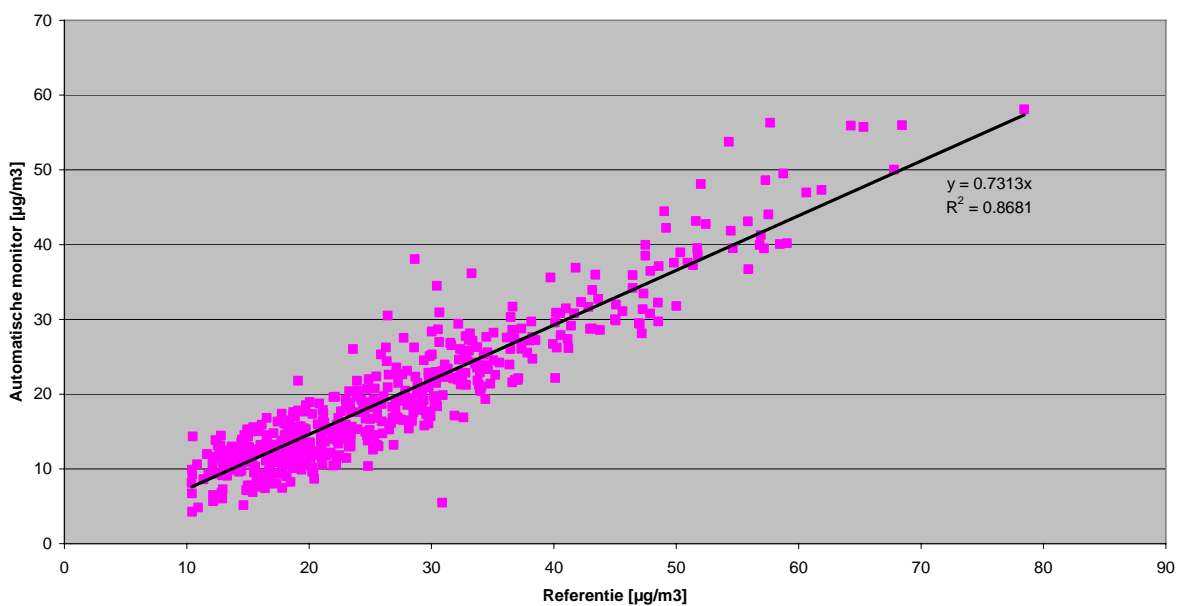
**Regionale stations (131, 444 en 934) Correctiefactor 1,36**

Winter data (205), nov03-mrt04 & okt04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd

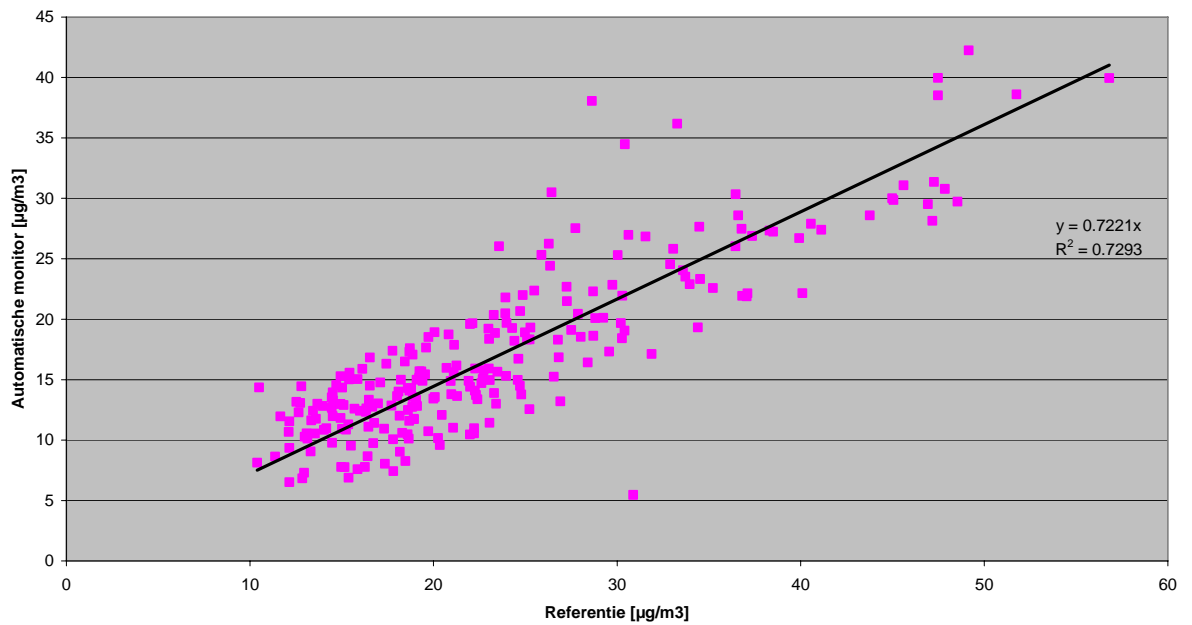


**Alle stations (131, 433, 444 en 934) Correctiefactor 1,37**

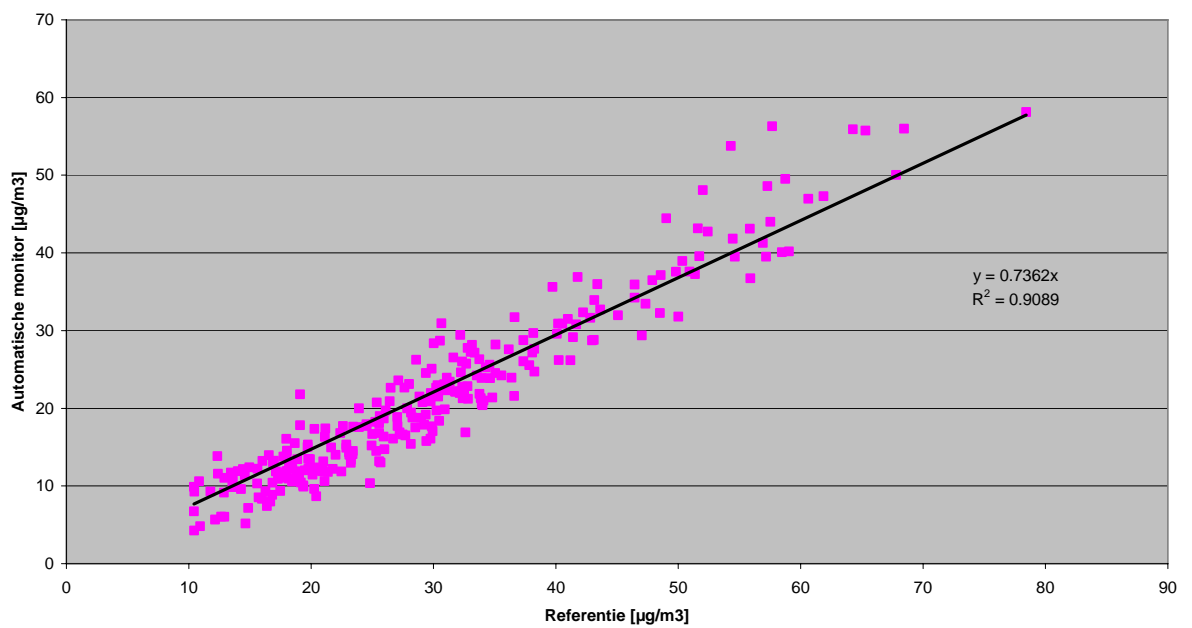
Alle data (491), nov03-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor FAG IR referentie app. Leckel SEQ 47/50



**Alle stations (131, 433, 444 en 934) Correctiefactor 1,38**  
Zomer data (233), apr04-sep05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd



**Alle stations (131, 433, 444 en 934) Correctiefactor 1,36**  
Winter data (258), nov03-mrt04 & okt04-jan05, weegverschilgrens op 110 µg/m3 en RH afwijkingen genegeerd



## Bijlage 3: Resultaten DCMR

### Samenvatting DCMR

De door DCMR doorgevoerde wijziging van het meetprincipe betreft de droging van de aangezogen lucht: op alle TEOM meetapparaten is een zogenaamde SES-droger geplaatst waardoor de bedrijfstemperatuur op 30°C in plaats van 50°C haalbaar is. Door deze aanpassing zijn de verdampingsverliezen kleiner en moest een nieuwe correctiefactor worden bepaald. In 2004 is daar een eerste interne rapportage over geweest naar aanleiding van metingen op de Maasvlakte. In dit rapport worden de vergelijkende metingen op de Maasvlakte en in Schiedam beschreven.

Uit de resultaten van beide stations kan een voorlopige factor van 1,19 worden bepaald. Een zeer kleine spreiding tijdens de zomer- en winterperiode en tussen beide locaties (1.18-1.23), maakt dat voorlopig één factor voldoet voor beide stations.

Of dit de definitieve correctiefactor wordt staat nog te bezien. De meetperiode werd gekenmerkt door uitzonderlijke meteorologische omstandigheden en het fenomeen dat de samenstelling van het aërosol in de tijd verandert, onder andere door bronbeleid. Deze beide factoren maken een verlenging en continuering van het onderzoek noodzakelijk.

### Uitvoering

Om de correctiefactor voor PM<sub>10</sub> metingen binnen het Rijnmond gebied vast te stellen is er een referentiemeetapparaat van het merk Leckel in het luchtmeetnet geplaatst. Tot nu toe heeft het referentieapparaat gedurende lange periodes (gestreefd wordt naar een volledig jaar) op twee locaties naast een automatische apparaat (TEOM) gestaan. De vergelijkende metingen worden gecontinueerd, waarbij het referentieapparaat waarschijnlijk tussen enkele locaties zal gaan rouleren.

De meetapparaten waarvan tijdens het onderzoek gebruik is gemaakt zijn:

- De TEOM met SES-droger(bij 30°C); TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) die voorzien is van een SES (Sample Equilibration System)-droger. Het principe van de TEOM is dat van een oscillerende microbalans, waarbij de stofconcentratie niet door weging wordt bepaald, maar door verandering van de mechanische eigentrilling. De frequenteverandering wordt automatisch geregistreerd en in de computer en omgerekend naar de concentratie;
- Leckel SEQ47/50; KFG(Klein Filter Gerät); LVS een low volume sampler met filter wisselaar met een voorraad aan GFA-filters voor 14 dagen;
- Weegkamer(geconditioneerde ruimte).

In Annex 6 zijn de technische details weergegeven van de meetapparatuur.

Het referentie-instrument KFG is voorzien van GF/A-filters (Glasvezelfilters). Aangezien de stofconcentratie wordt afgeleid uit een verschilweging van een kleine massa worden de volgende stappen ondernomen om de weegresultaten te borgen:

- De balans is opgenomen in RVA accreditatie. Hiervoor wordt de balans minimaal 2 keer per jaar door een externe partij gecontroleerd. De juiste werking wordt verder met een eerste lijn controle op gewicht gecontroleerd.



- Validatie met laboratorium referentiefilter. Deze filters worden eens in de maand gecontroleerd op eventuele afwijkingen ten opzichte van de voorgaande weging. Het verschil in gewicht zal nooit meer dan 30 µg bedragen.
- Stabiliteitsmeting van filters voor en na bemonsteren vindt steekproefsgewijs plaats. In de nieuwe weegprocedure wordt dit expliciet opgenomen.
- De weegkamer (en conditioneringruimte) heeft een temperatuur tussen de 19 en 21 graden en een luchtvochtigheid tussen de 40 en 55%. De bandbreedte is daarmee iets groter dan in de norm is voorgeschreven.

Dit rapport beschrijft de tussenrapportage van de meetcampagne. Voor het station Markweg is de meting afgerond. De meetperiode op Markweg heeft in april 2003 tot juni 2004 plaats gevonden. In deze periode zijn 316 bruikbare daggemiddelden verkregen. Het station Schiedam heeft reeds een lange dataset gegenereerd en wordt gecontinueerd tot er tenminste een vol jaar gemeten is. De dataset van Schiedam in deze rapportage loopt van juli 2004 tot juni 2005 en geeft 271 bruikbare daggemiddelden.

Uit de data van de meetstations zijn de volgende correctiefactoren bepaald:

- Per seizoen;
- Per meetstation;
- Beide meetstations gezamenlijk(totaal).

De uitkomsten van het tussentijdse onderzoek zijn opgenomen in Tabel B.2.

*Tabel B.2. Overzicht van de metingen*

Naam	Correctie factor	R <sup>2</sup>	Correctiefactor zomer	R <sup>2</sup> Zomer	Correctiefactor winter	R <sup>2</sup> Winter
DCMR totaal	<b>1,18</b>	0,70	1,20	0,71	1,18	0,70
DCMR Schiedam	1,19	0,84	1,21	0,62	1,19	0,82
DCMR Markweg	1,18	0,66	1,18	0,72	1,18	0,56

De belangrijkste voorwaarden voor toepassing van correctiefactoren (CF) zijn:

- Het aantal metingen (N) moet groter zijn dan 30;
- R<sup>2</sup> moet hoger zijn dan 0,8<sup>2</sup>;
- Bij verschillende seizoensfactoren moet het verschil meer dan 10% zijn.

Uit Tabel B.2 kan worden bepaald dat de toepassing van een correctiefactor voor de hele dataset niet geheel voldoet aan de voorwaarden die bovenstaand gesteld zijn. De correctiefactor per seizoen varieert nauwelijks en valt dus binnen de 10%. Het aantal waarnemingen voldoet aan voorwaarden. Een middeling van de twee seizoenen geeft dan een correctiefactor van 1,19.

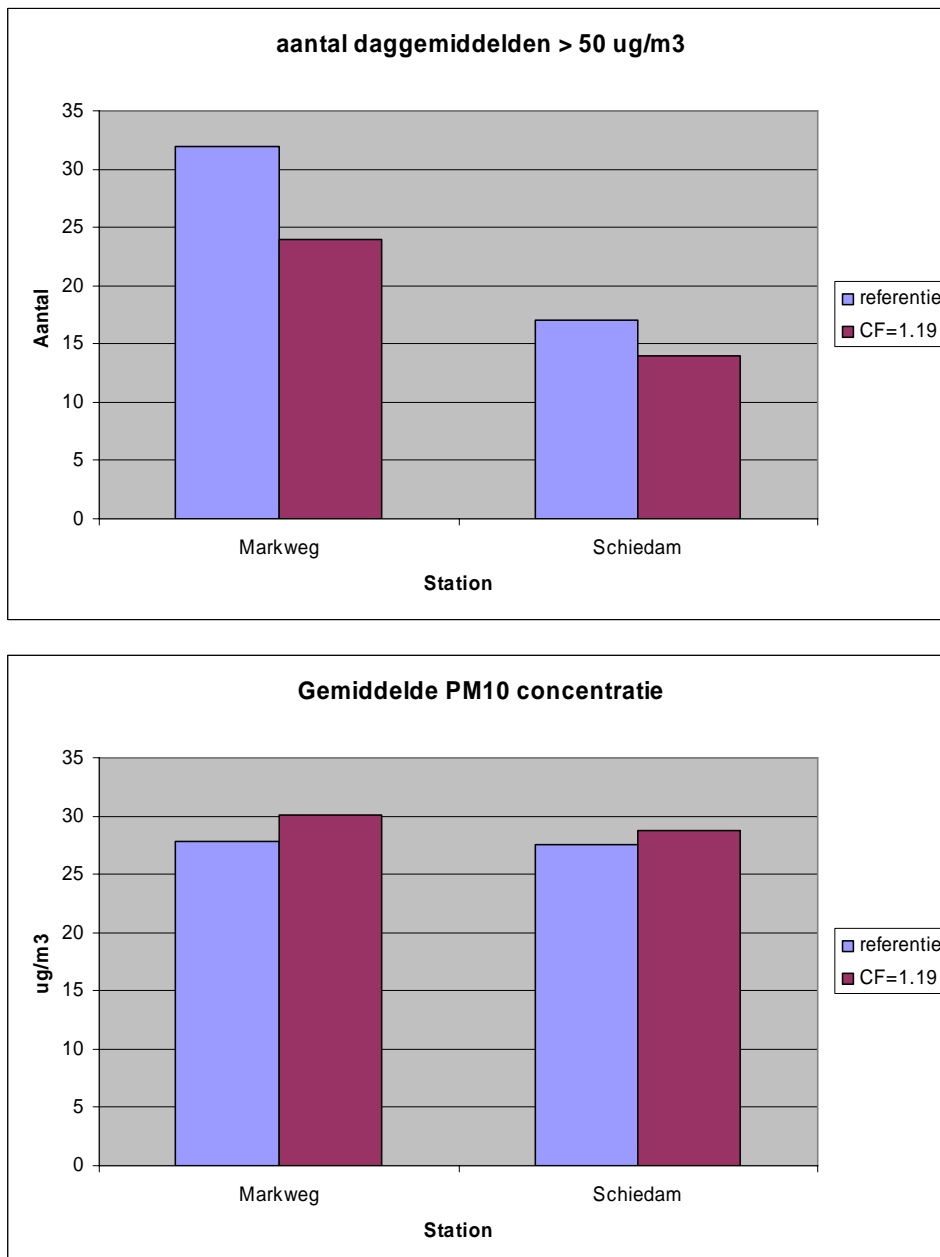
## Resultaten en discussie

Nadat de TEOM's (50°C) in het luchtmeetnet zijn uitgerust met een SES-droger en bedreven worden op 30°C, sporen de resultaten van de TEOM's beter met die van de Leckel referentiemeting. Uit dit onderzoek volgt dat de correctiefactor voor het gehele gebied op 1,19

<sup>2</sup> Door de gekozen regressiemethode (gedwongen door 0) zijn de R<sup>2</sup> waarden wellicht onbetrouwbaar en gemiddeld aan de lage kant. Zie ook Annex 5, eerste grafiek. In het, dit jaar verschijnende, DCMR rapport over deze metingen wordt hier nader op ingegaan en worden andere R<sup>2</sup> waarden gerapporteerd

wordt bepaald. Of dit de definitieve correctiefactor wordt staat nog te bezien. De meetperiode werd gekenmerkt door uitzonderlijke meteorologische omstandigheden (droge zomer 2003, zeer lage concentraties en een vrijwel afwezige winter in 2004). De correctiefactor zal daarom permanent gevolgd worden. Naast de mogelijke invloed van het weer kan ook de samenstelling van het aërosol veranderen. Bekend is dat het aandeel grof stof in de buitenlucht in de loop van de jaren sneller gedaald is dan het aandeel zwarte rook. Een en ander kan ook van invloed zijn op de correctiefactor.

Een tweede punt van zorg is de regionale vergelijkbaarheid van metingen door het RIVM en de DCMR. Door deze gezamenlijke rapportage, gebruikmakend van dezelfde systematiek, wordt verwacht dat mogelijke verschillen geminimaliseerd zullen worden. Een tweede test bestaat uit de parallel metingen aan het Bentinkplein waarover begin 2006 voor het eerst gerapporteerd zal worden.

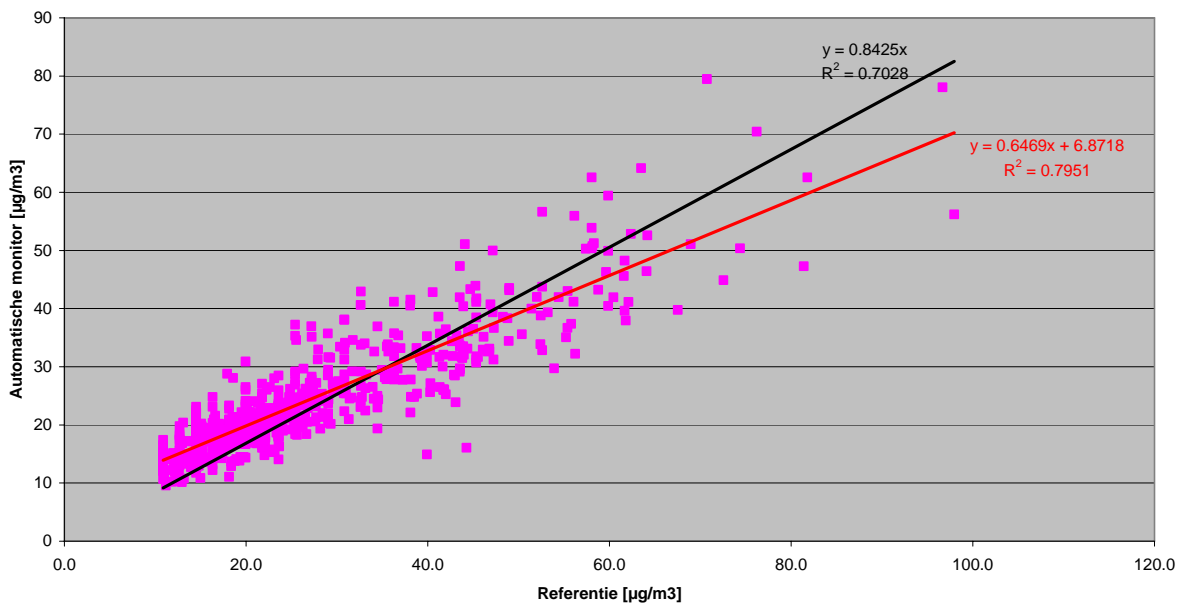


Figuur B.4: Gemiddelde aantal daggemiddelden > 50 µg/m<sup>3</sup> en concentratie bepaald met correctiefactor 1.19 en de referentiemethode.

In bovenstaande Figuur B.4 zijn de gemiddelde concentraties en het aantal daggemiddelden  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  van de gecorrigeerde TEOM's vergeleken met de referentiemetingen. Deze resultaten zouden vrijwel identiek moeten zijn en dat blijkt ook. De gecorrigeerde jaargemiddelden zijn iets hoger dan de referentiejaargemiddelden en dat is het gevolg van gekozen regressiemethode. Door de regressie door de oorsprong te dwingen worden met name de punten in het lage bereik enigszins verkeerd beoordeeld (zie Annex 5). Bij een regressie zonder restricties zou een duidelijk intercept aanwezig zijn geweest. Het gevolg is dat de lagere waarden gemiddeld iets hoger uitpakken maar dat de hoge waarden iets lager uitvallen. Vandaar dat de jaargemiddelden iets overschat worden maar het aantal daggemiddelde  $> 50\mu\text{g}/\text{m}^3$  ook na correctie aan de lage kant blijft.

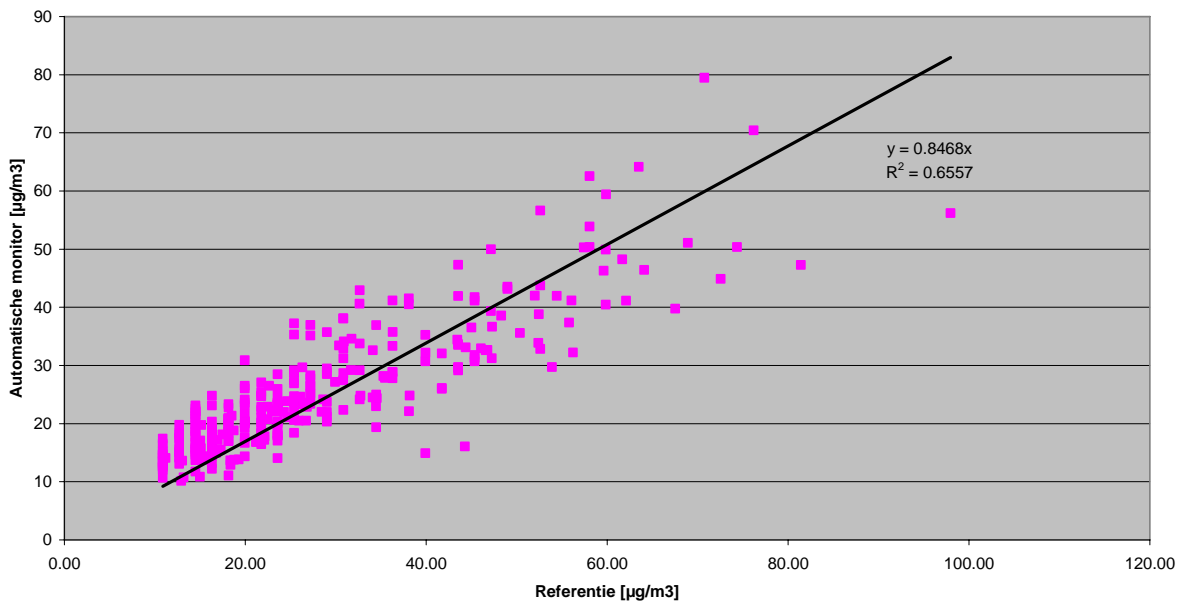
**Annex 5: Regressie figuren DCMR**  
(in het rood met asafsneede)

**DCMR Markweg en Schiedam, Correctiefactor 1,19**  
Alle data (587), april 2003 - mei 2005, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50,glasvezel filter



**Markweg**

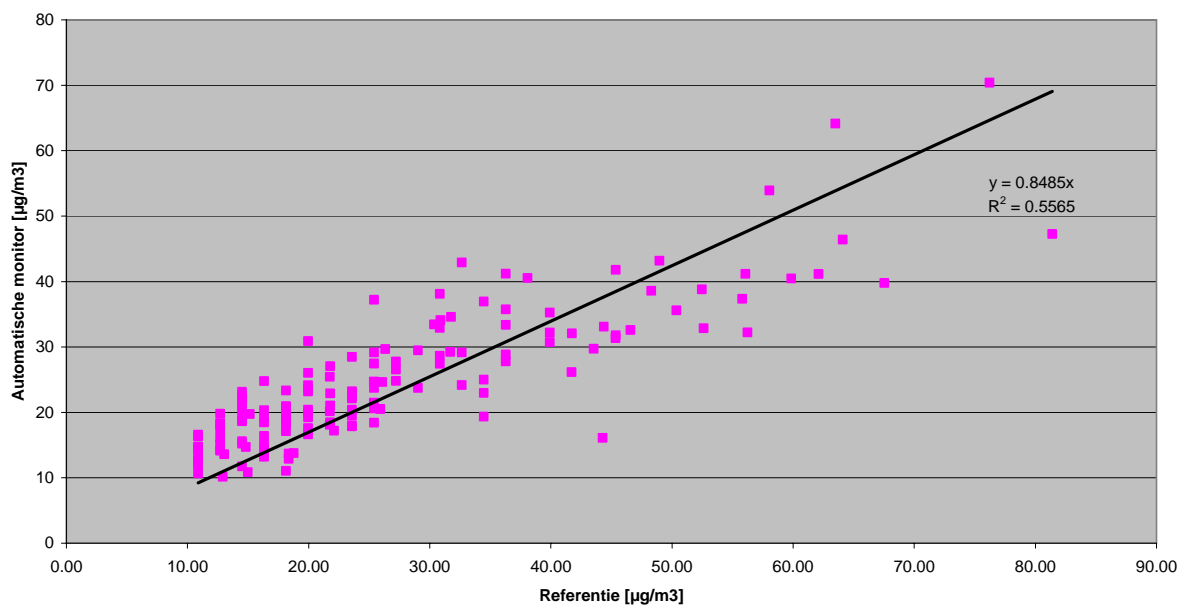
**DCMR Markweg, Correctiefactor 1,18**  
Alle data (316), april 2003 - mei 2004, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50,glasvezel filter



## Markweg, winter

**DCMR Markweg, Correctiefactor 1,18**

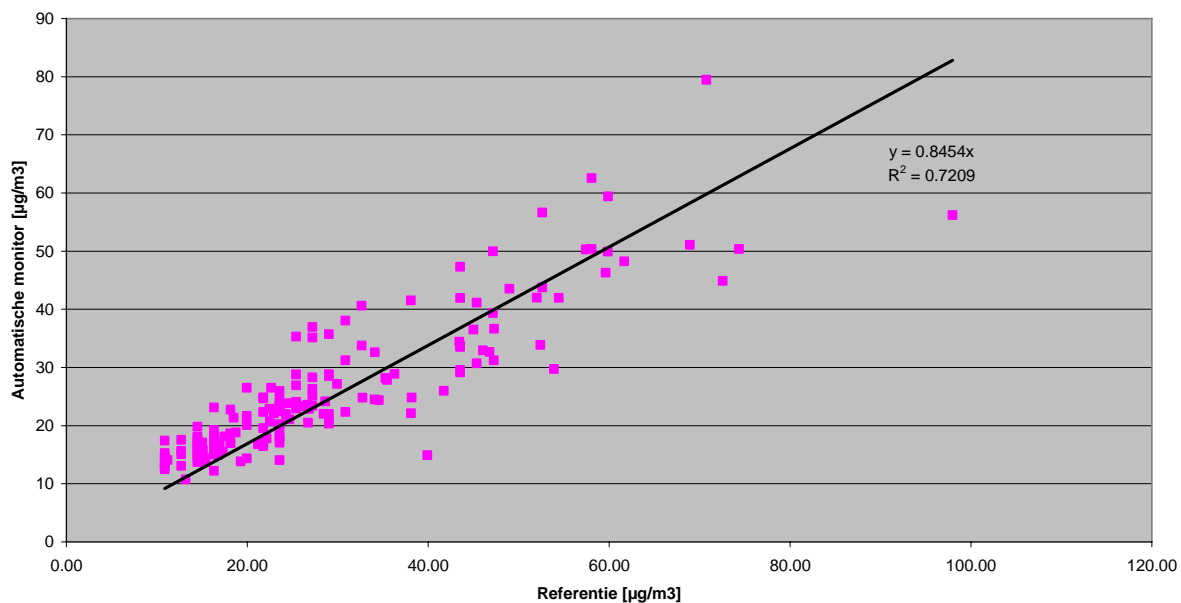
Winter (153), april 2003 - mei 2004, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50, glasvezel filter



## Markweg, zomer

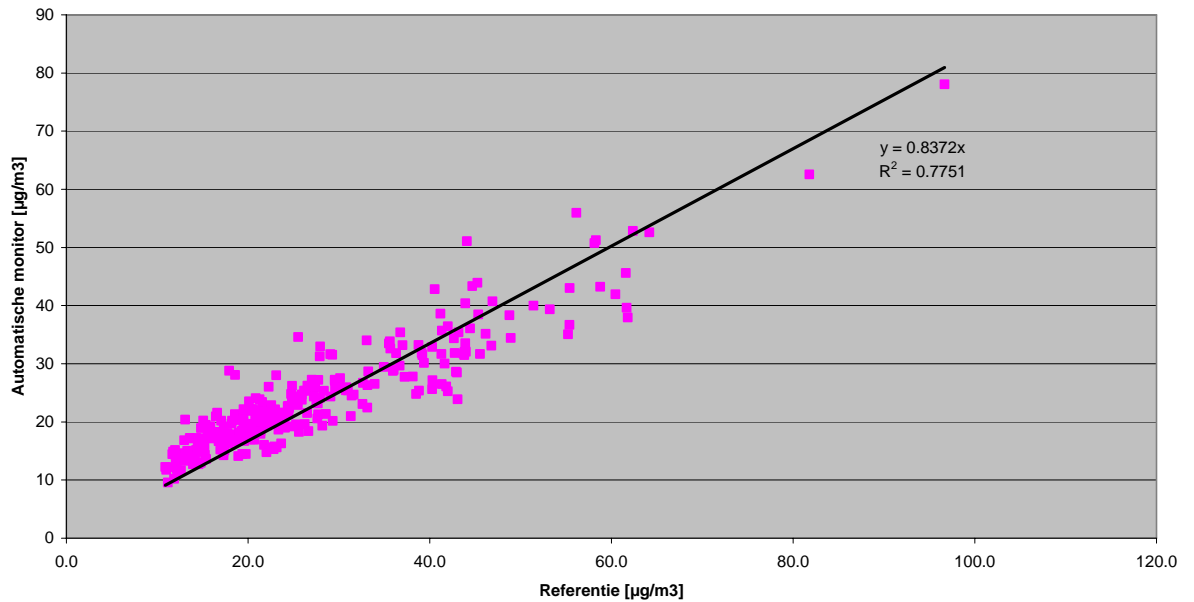
**DCMR Markweg, Correctiefactor 1,18**

Zomer (163), april 2003 - mei 2004, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50, glasvezel filter



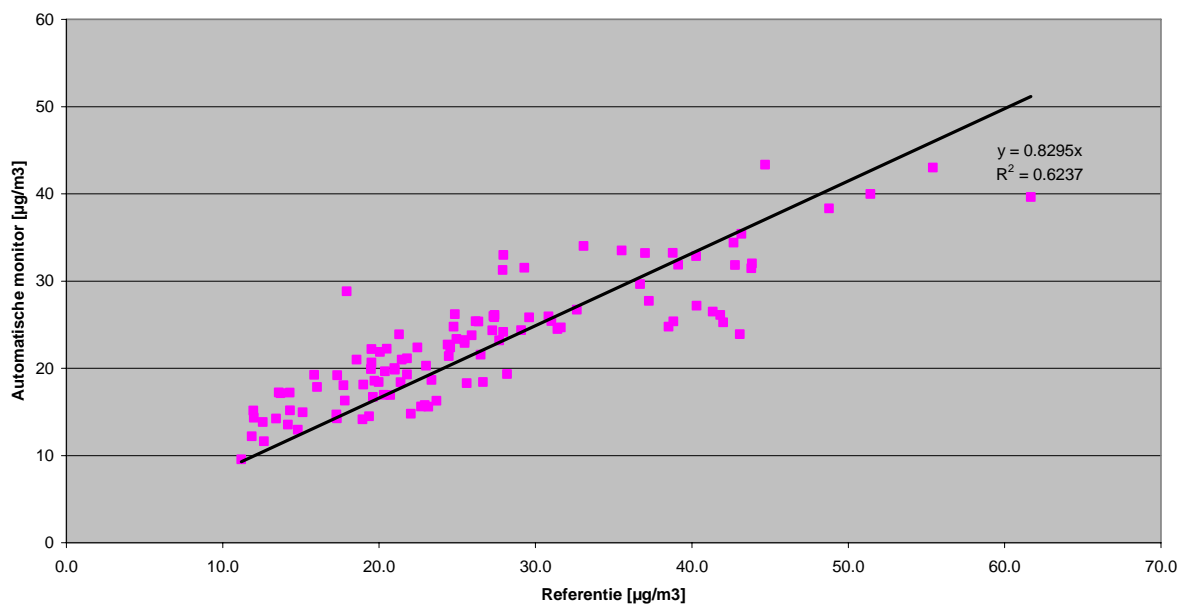
### Schiedam

**DCMR Schiedam, Correctiefactor 1,19**  
 Alle data (271), juli 2004- mei 05, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
 Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50,glasvezel filter



### Schiedam, Zomer

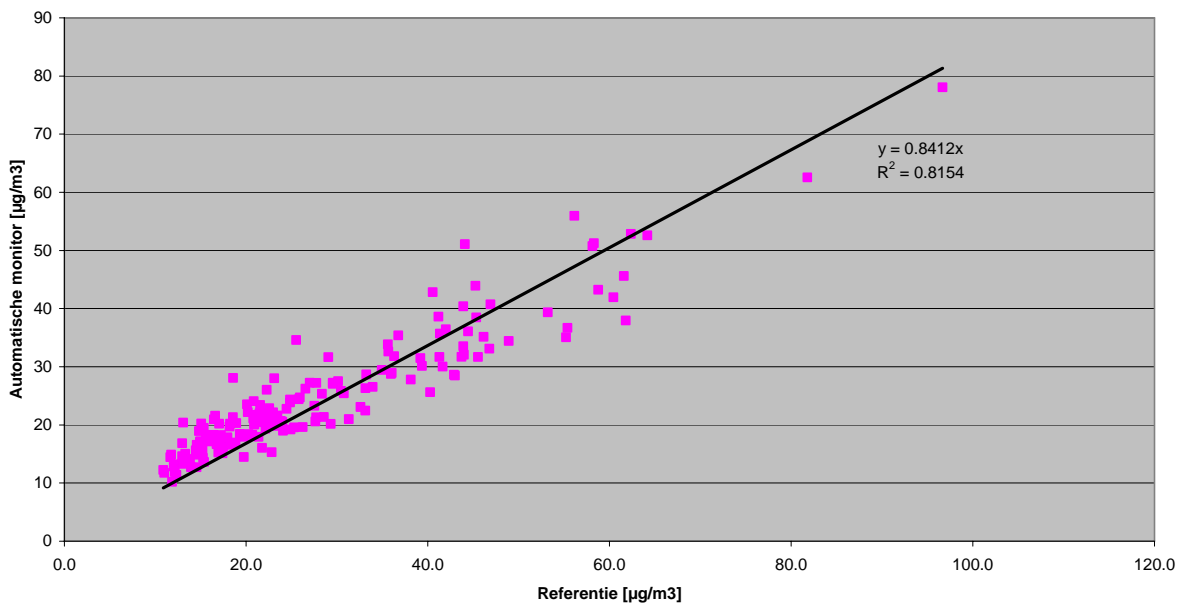
**DCMR Schiedam, Correctiefactor 1,21**  
 zomer (108), juli 2004- mei 05, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
 Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50,glasvezel filter



## Schiedam, Winter

**DCMR Schiedam, Correctiefactor 1,19**

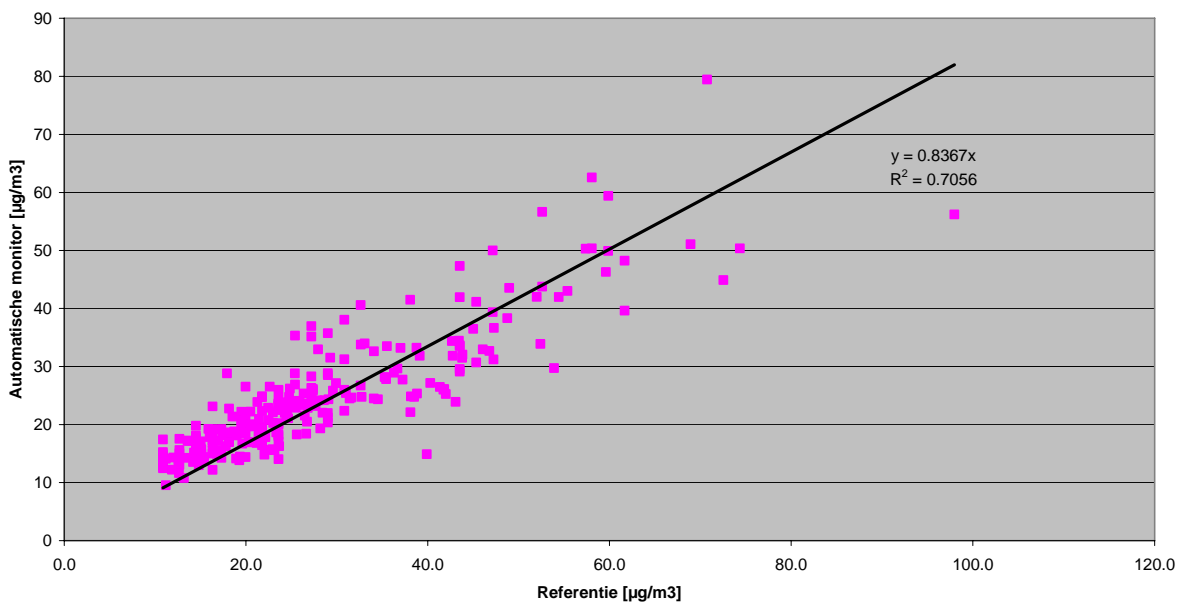
Winter (163), juli 2004- mei 05, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50, glasvezel filter



## Markweg en Schiedam Zomer

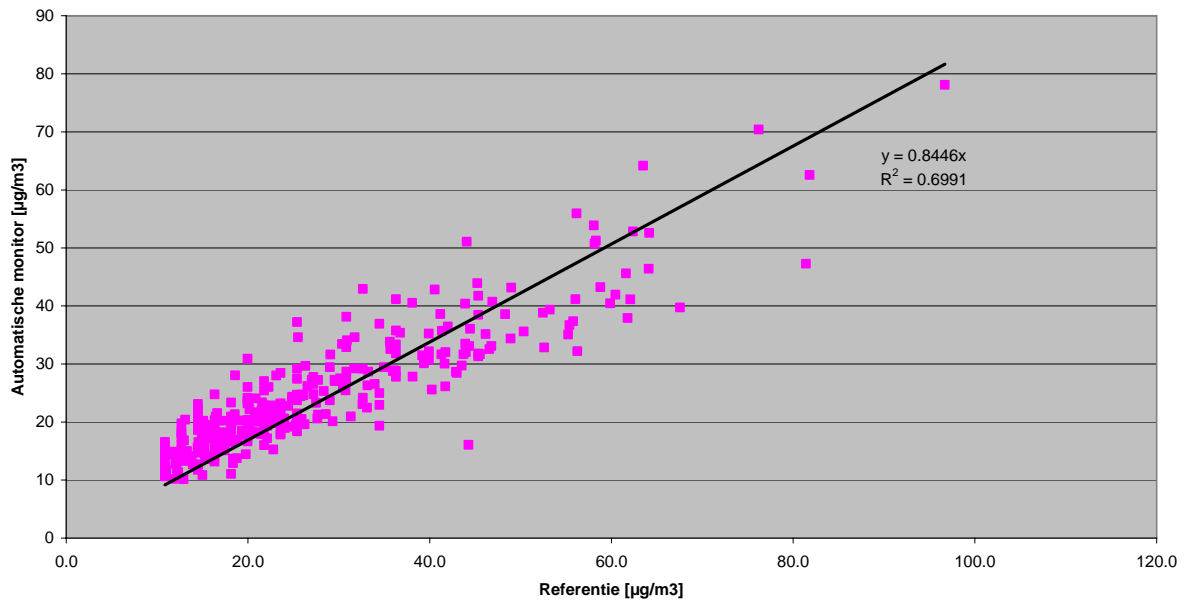
**DCMR Markweg en Schiedam, Correctiefactor 1,20**

Zomer (271), april 2003 - mei 2005, Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50, glasvezel filter



### Markweg en Schiedam Winter

**DCMR Markweg en Schiedam, Correctiefactor 1,18**  
Winter (316), april 2003 - mei 2005 , Weegkamer RH afwijkingen genegeerd  
Automatische monitor TEOM [30 °C], referentie app. Sven Leckel SEQ 47/50, glasvezel filter





**Annex 6: Technische details meetinstrumenten**

TEOM series 1400a with Sample Equilibration System(SES) operated at 30°C.

De Teom serie 1400A stof monitor is een instrument dat continu (elke 2 seconden) luchtstof monstert en registreert. De principiële werking berust op een kwartskristal gestuurde microbalans.

De algemene gegevens:

Meetbereik	tot 5 mg/m <sup>3</sup>
Nauwkeurigheid	± 5 µg/m <sup>3</sup> op 1 uurbasis gerekend met een glijdend 10 minuutgemiddelde. Bij een langere tijdgemiddelde wordt deze nauwkeurigheid beter (± 1,5 µg/m <sup>3</sup> 1 uur gemiddeld., ± 0,5 µg/m <sup>3</sup> 24 uur)
Detectiegrens	0,01 µg, 0,06 µg/m <sup>3</sup> (1uurgem.)
Oplossend vermogen	0,1 µg/m <sup>3</sup>
Sampleflow	16,7 l/min (1 m <sup>3</sup> /uur)
Filterflow	3 l/min; bij gebruik van flow splitter adapter 2 l/min.
Temperatuurcorrectie	actueel
Drukcorrectie	actueel
Temperatuur Verwarming	30°C
Negatieve getallen op monitor	Ja
Winter/zomer tijd	winter
Data transport via	RS232

Voor technische informatie over het KFG wordt naar Annex 3 van Bijlage 2 verwezen.

## Bijlage 4: Resultaten Provincie Noord-Brabant

J. van Loon

### Inleiding

Er is een project opgestart in Tilburg aan de Ringbaan West om door middel van immissiemetingen op locatie de reeds voor die lokatie uitgevoerde modelberekeningen te verifiëren. Tijdens dit onderzoek zijn onder andere de concentraties PM<sub>10</sub> stof gemeten door middel van twee methoden nl. gravimetrisch en met een TEOM. De resultaten van de vergelijking van deze twee methoden zijn in dit rapport beschreven.

De bij dit onderzoek gebruikte meetapparatuur is steeds gekalibreerd en gecontroleerd conform de procedure van het door de Raad voor Accreditatie geaccrediteerde kwaliteitssysteem van het bureau Milieumetingen (I073). Immissiemetingen in de buitenlucht, zoals dit onderzoek, zijn echter niet opgenomen in dit kwaliteitssysteem. Het onderzoek is gestart op 1 februari 2004 en beëindigd op 31 januari 2005.

### Algemeen

#### Situatie Ringbaan West Tilburg

Voor het opstellen van de meetwagen is een tijdelijke locatie ingericht in de middenberm van Ringbaan West ter hoogte van het kruispunt Ringbaan West/Hart van Brabantlaan Tilburg. Deze locatie is afgerasterd en voorzien van een tijdelijke spanningsvoorziening.



### Gravimetrisch (Tecora Charlie HV Sentinel)

De Charlie pomp is een constant flow pomp met een debiet van 6 m<sup>3</sup>/uur en voorzien van data uitlezing via een ingebouwde printer. De Charlie is voorzien van een filterwisselsysteem waarmee sequentiële stofbemonstering kan worden uitgevoerd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een cassette wisselsysteem met een filterwisseling van 24 uur (dagelijks van 00:00 uur tot 23:59 uur). De Sentinel is uitgerust met een LVS PM<sub>10</sub> monsternametekop waarbij een debiet gehanteerd wordt van 2,3 m<sup>3</sup>/uur. De filters zijn uniek gecodeerd en door de GG&GD medische milieukunde te Amsterdam gewogen. De resultaten van de Tecora zijn gerapporteerd in m<sup>3</sup> bij 20°C. De flows zijn voor, tijdens en na het onderzoek gecontroleerd.



### TEOM

Voor het dynamisch inzicht in het concentratieverloop van PM<sub>10</sub> stof is in de meetwagen een TEOM Ambient Particulate Monitor met PM<sub>10</sub> VSSC inlaat geïnstalleerd. Het systeem is gebaseerd op het Tapered Element Oscillating Microbalans principe. Deze balans heeft



een resolutie van 10 nanogram en meet met een nauwkeurigheid van 5 µg/m<sup>3</sup>.

De resultaten van de TEOM zijn gerapporteerd in actuele m<sup>3</sup> waarbij de TEOM tijdens de metingen ingesteld is op een temperatuur van 30°C. Flows worden bewaakt door middel van massflowcontrollers. Deze flows zijn voor, tijdens en na het onderzoek gecontroleerd. Regelmatig zijn filters gewisseld. Indien storingen zijn opgetreden als gevolg van overbeladen filters zijn deze resultaten buiten beschouwing gebleven.



### Data-acquisitie

De TEOM resultaten worden door middel van een data-acquisitiesysteem in de meetwagen continu geregistreerd. Hiervoor zijn de analysers gekoppeld aan een hybride recorder met daaraan gekoppeld een I/O convertor. Het actuele meetsignaal wordt hierna ingelezen in een speciaal daarvoor ontwikkeld data-acquisitie programma. Hieruit worden uurgemiddelden gegenereerd welke dagelijks door middel van E-mail naar kantoor worden gestuurd. De onderliggende minuutgemiddelde data blijft beschikbaar voor beoordeling achteraf. De resultaten zijn beoordeeld en alleen hele dagen (data van 00:00 uur tot 23:59 uur) zijn gebruikt.

## Meetprogramma

Het onderzoek is gestart op 1 februari 2004 en heeft geduurd tot 31 januari 2005.  
In Tabel B.3 zijn de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven:

Tabel B.3. Overzicht van uitgevoerde werkzaamheden.

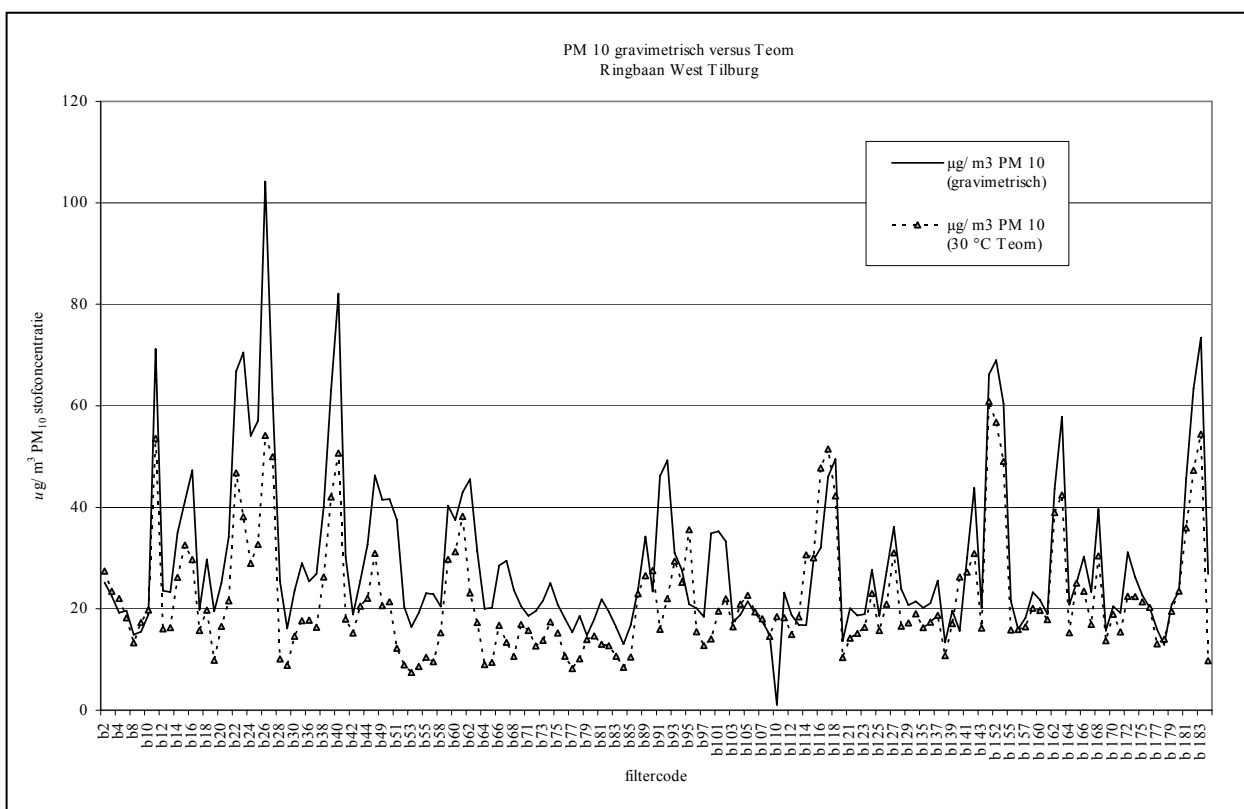
meetpunt	Omschrijving	voorschrift	periode
Ringbaan west Tilburg	Bepalen van PM <sub>10</sub> stof	NEN-EN 12341:1998 en, Air quality - Determination of the PM 10 fraction of suspended particulate matter - Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods, december 1998 [3]	Perioden van 24 uur

Ter plaatse zijn ook meteorologische metingen verricht zoals windsnelheid en windrichting, temperatuur, relatieve vochtigheid en barometerstand.

## Resultaten

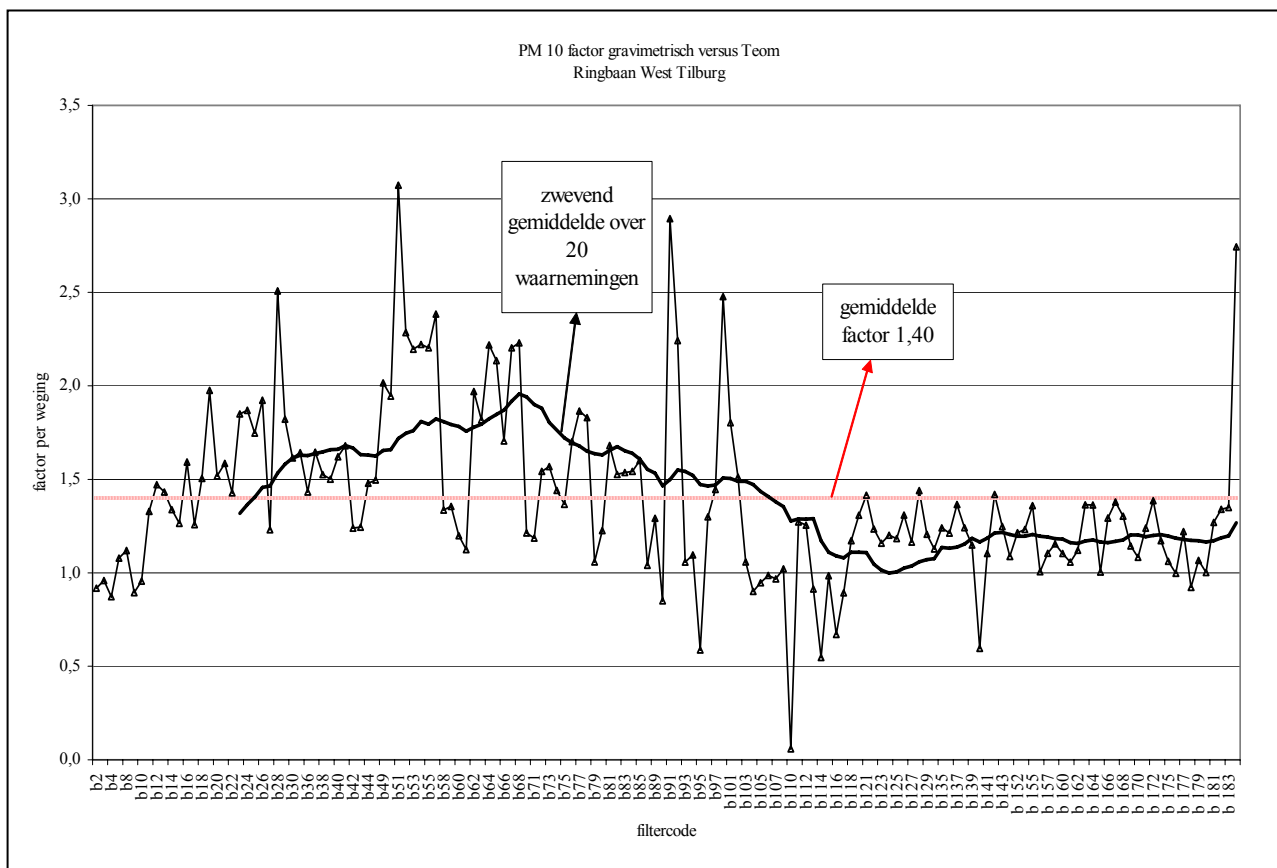
In de periode van 1-2-2004 tot 31-1-2005 is op 152 dagen het daggemiddelde PM<sub>10</sub> bepaald met de TEOM en gravimetrisch. In onderstaande grafieken staan hiervan de resultaten. Figuur B.5 toont de resultaten van de PM<sub>10</sub> stof concentraties bepaald volgens de gravimetrische methode en de TEOM. Bij deze resultaten is geen rekening gehouden met de onderschatting door de TEOM.

Figuur B.5. Concentratie gravimetrisch versus TEOM



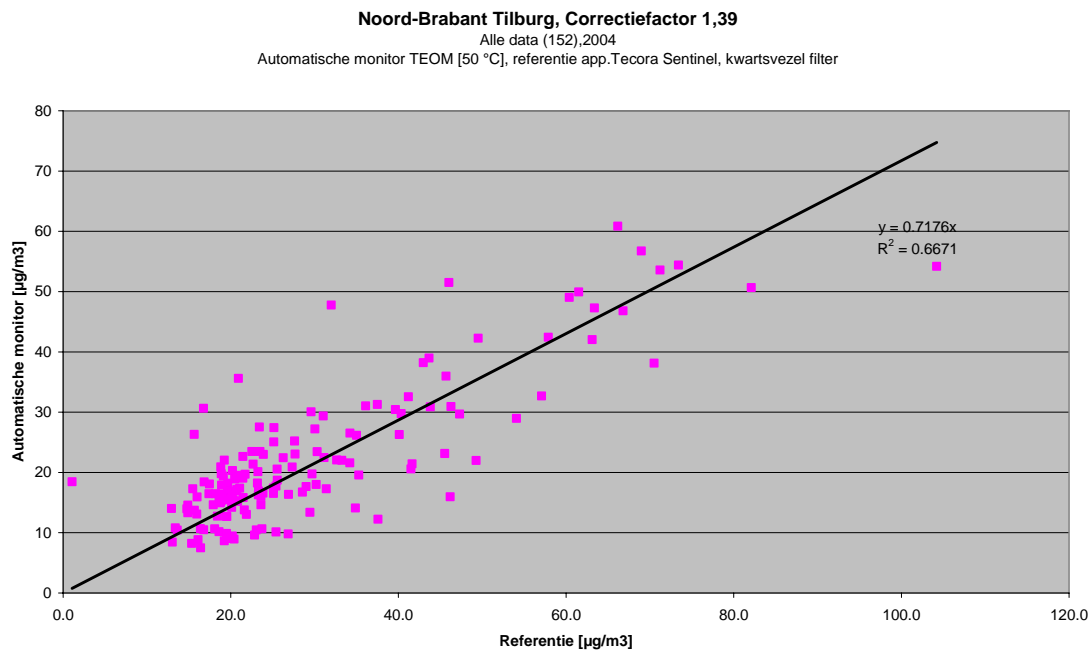
Vervolgens toont onderstaande Figuur B.6 de verhouding tussen de PM<sub>10</sub> stof concentratie bepaald volgens de gravimetrische methode en de TEOM. Tevens is het zwevende gemiddelde over 20 waarnemingen en de totale gemiddelde factor over de hele periode gepresenteerd.

Figuur B.6. Verhouding gravimetrisch versus TEOM



### Vergelijking gravimetrisch versus TEOM hele periode

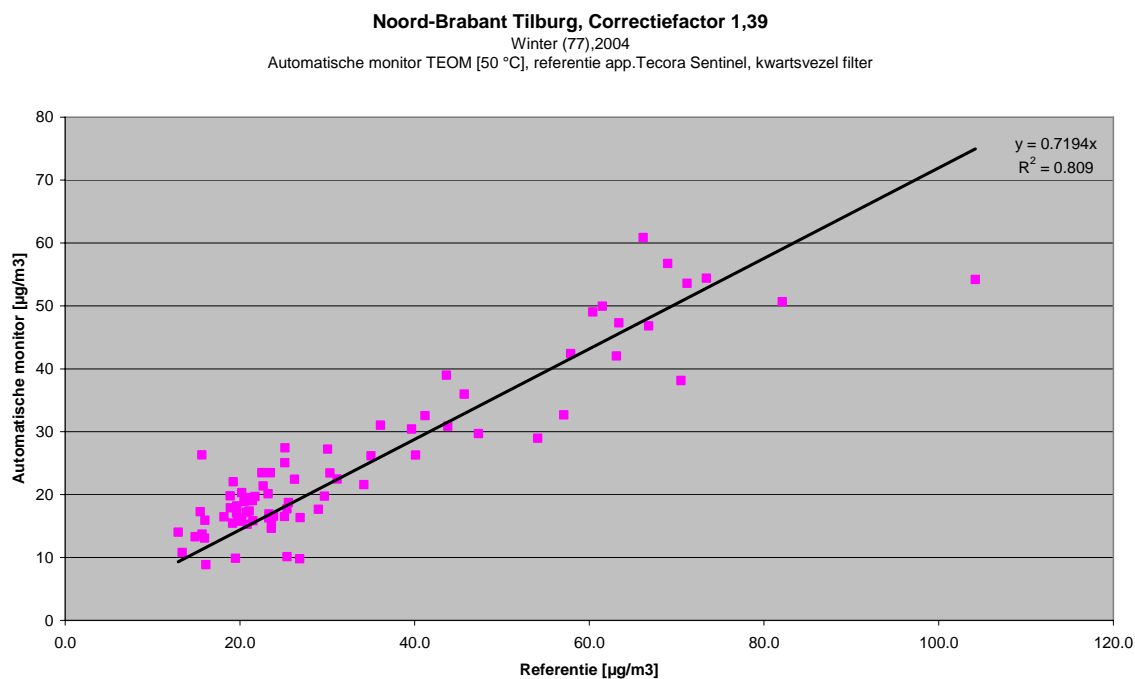
In onderstaande Figuur B.7 wordt het resultaat getoond van de lineaire regressie analyse (door 0,0 gedwongen) van TEOM op de gravimetrische referentiemethode.



*Figuur B.7. Vergelijking TEOM versus gravimetrisch.*

### Vergelijking gravimetrisch versus TEOM winter

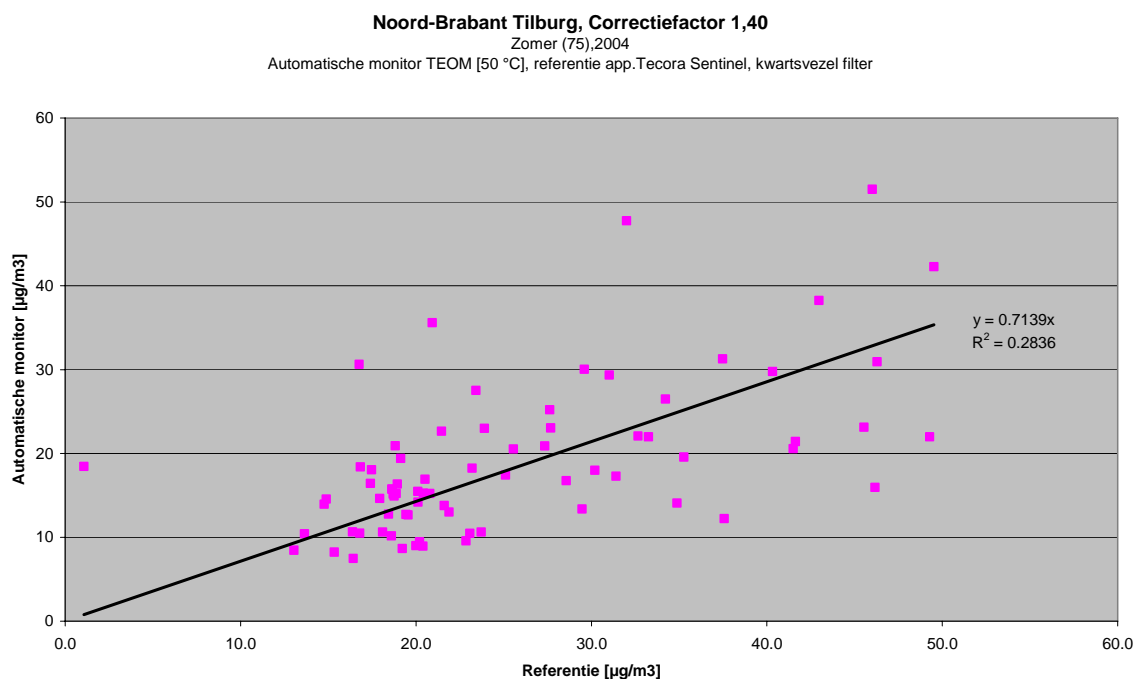
In onderstaande Figuur B.8 wordt het resultaat getoond van de lineaire regressie analyse (door 0,0 gedwongen) van TEOM op de gravimetrische referentiemethode gedurende de winterperiode (30 september tot en met 31 maart).



*Figuur B.8. Vergelijking TEOM versus gravimetrisch, winterperiode*

### Vergelijking gravimetrisch versus TEOM zomer

In onderstaande Figuur B.9 wordt het resultaat getoond van de lineaire regressie analyse (door 0,0 gedwongen) van TEOM op de gravimetrische referentiemethode gedurende de zomerperiode (1 april tot en met 30 september)



Figuur B.9. Vergelijking gravimetrisch versus TEOM zomerperiode

### Samenvatting

In onderstaande Tabel B.4 zijn de resultaten vermeld van de berekende correctiefactor en correlatiecoëfficiënt ( $R^2$ ) van de twee methoden voor het hele jaar en uitgesplitst naar de zomer en winter periode.

Tabel B.4. Overzicht correctiefactor en  $R^2$

Naam	Correctie factor	$R^2$	Correctiefactor zomer	$R^2$ Zomer	Correctiefactor winter	$R^2$ Winter
Noord-Brabant Tilburg	<b>1,39</b>	0,67	1,40	0,28	1,39	0,81

### Conclusie

- Uit de vergelijking van de concentraties van beide methoden blijkt dat deze gelijke tred houden.
- Uit de resultaten van de verhouding (voortschrijdend gemiddelde) gravimetrisch versus TEOM blijkt de correctiefactor gedurende de winterperiode 1,39 te bedragen. Gedurende de zomerperiode bedraagt de correctiefactor 1,40. De jaargemiddelde factor bedraagt 1,39.



## **Bijlage 5: Resultaten GGD Amsterdam, afdeling Luchtkwaliteit**

De huidige automatische meetmethode (met de TEOM type 1400A) heeft een afwijking van de voorgeschreven referentiemethode.

In 2004 is een controle door middel van een vergelijkend onderzoek met de referentiemethode (KFG type LSV3.1 van Derenda) gestart. De (tussentijdse) resultaten hier beschreven zijn verkregen op het station Overtoom (stadsachtergrond) en hebben betrekking op het gehele jaar 2004. In 2005 en 2006 zal dit onderzoek een vervolg krijgen met onder andere een analyse van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> data afkomstig van de stations Overtoom en A10-ringweg zuid.

De gehanteerde meetmethode voldoet aan NEN12341. Het hier gepresenteerde resultaat laat zien dat voor de gehele periode (2004) de factor 1,38 bedraagt. Voor de zomerperiode (april-september) is de factor 1,22 en voor de winter 1,48. Nadat de meetresultaten van 2005 en 2006 geanalyseerd zijn, zal de grootte van de correctiefactor opnieuw geëvalueerd worden.

### **1. Inleiding**

In 2004 is een controle door middel van een vergelijkend onderzoek met de referentiemethode (KFG type LSV3.1 van Derenda) gestart op het stadsachtergrondstation Overtoom. Tussentijdse resultaten van deze vergelijking worden hier beschreven. Eind 2006 zal dit onderzoek een vervolg krijgen met daarin een analyse van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> data afkomstig van de stations Overtoom en A10-ringweg zuid.

De automatische PM<sub>10</sub> metingen met de TEOM betreffen minimaal 12 uurlijkse waarnemingen per dag waarvan een daggemiddelde is berekend. Dit resultaat is vergeleken met de KFG filterwegingen. De filtermetingen zijn elke 4<sup>e</sup> dag uitgevoerd. Filters worden alleen afgekeurd bij ernstige beschadiging waarvan duidelijk is dat deze tijdens de “handling” is ontstaan. Met andere artefacten (bijvoorbeeld vliegjes) wordt geen rekening gehouden.

Outliers (op basis van statistiek) worden niet zonder meer verwijderd. Zo zijn in de hier gehanteerde dataset twee meetparen (5/3/04 en 17/3/04) nader onderzocht nadat deze als (mogelijke) outlier werden aangemerkt. Deze data zijn daartoe vergeleken met uurlijkse metingen afkomstig van drie andere TEOM's opgesteld op drie andere stations in Amsterdam. Het blijkt dat op beide dagen de data van de verschillende stations niet opvallend van elkaar afwijken. Ook is vergeleken met een redundante HVS opstelling (op hetzelfde meetpunt); dit leverde bevestiging van het KFG meetresultaat. De (statistische) outliers zijn derhalve *niet* verworpen.

### **2 Weegprocedure KFG filters**

De weegprocedure verloopt conform NEN-EN12341 en 14907. In de praktijk wordt het monster, opgevangen op een kwarts filter, de ochtend na de monsterneming verwijderd en gekoeld getransporteerd. Het verschil tussen weging 1 en 2 na

monstername is maximaal 30 µg. Afkeuring vindt ook plaats indien het verschil tussen twee opeenvolgende wegingen van het onbeladen filter groter is dan 20 µg.

### 3 Berekening correctiefactor

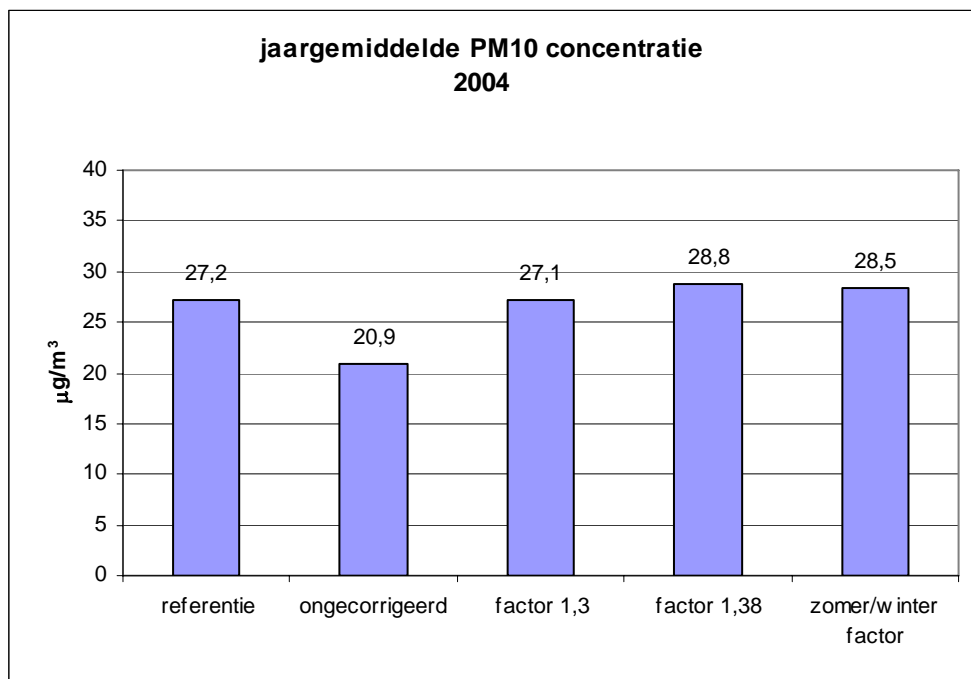
In deze beschouwing zijn alleen data meegenomen indien van én de automatische én de referentie meetapparatuur dagmonsters beschikbaar zijn. De minimale concentratie van de referentiemethode is 10 µg/m<sup>3</sup>. De correlatieberekening is uitgevoerd met x = referentie en y = automatisch (excusief correctie voor de TEOM). Aan de lineaire regressielijn is opgelegd dat deze gedwongen door 0 gaat. De toegepaste regressie is de standaard correlatieberekening (in afwijking van "EU Guidance Report"). De hieruit afgeleide correctiefactor is dan 1/richtingscoëfficiënt. Het resultaat is te zien in Annex 7. Onderstaande Tabel B.5 geeft een overzicht over de aldus berekende correctiefactoren. Het verschil tussen de correctiefactoren voor de zomer- en winterperiode is meer dan 10%.

Tabel B.5. Correctiefactoren Amsterdam-Overtoom : hele jaar, zomer en winter.

Naam station	type	hele jaar (2004)			zomer			winter		
		N	Correctie factor	R <sup>2</sup>	N	Correctie factor	R <sup>2</sup> zomer	N	Correctie factor	R <sup>2</sup>
Overtoom	stadsach tergrond	86	1,38	0,58	46	1,22	0,70	40	1,48	0,61

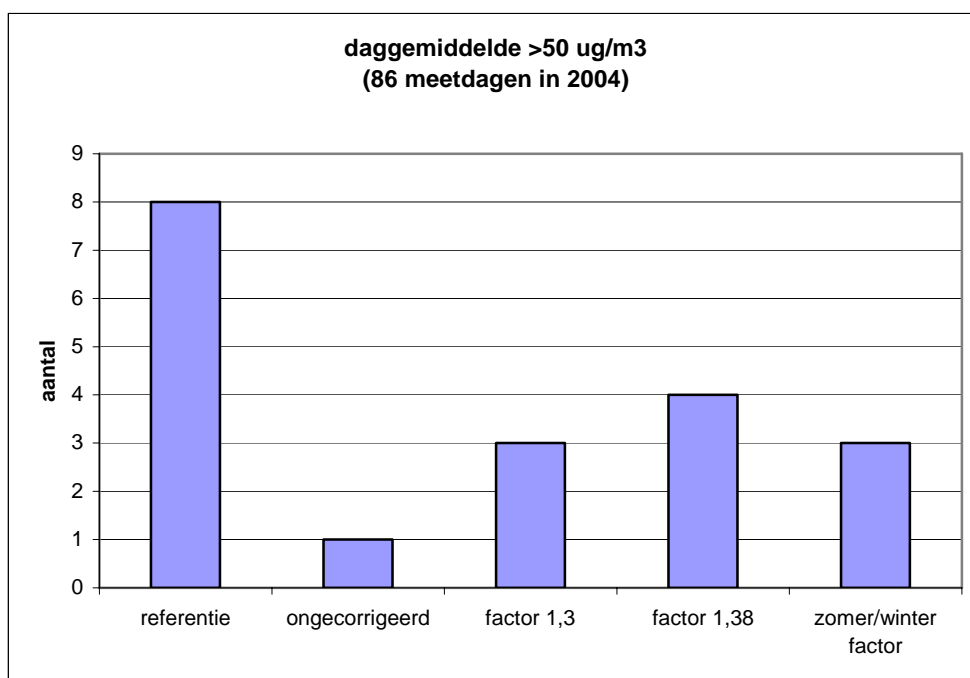
### 3 Berekening gecorrigeerde data.

Een vergelijkend overzicht van de gemiddelde concentraties in het jaar 2004 is gegeven in onderstaande figuur B.10 voor PM<sub>10</sub> referentie, PM<sub>10</sub> automatisch ongecorrigeerd, PM<sub>10</sub> automatisch met oude correctiefactor (1,3), PM<sub>10</sub> automatisch met nieuwe correctiefactor (1,38), en PM<sub>10</sub> gecorrigeerd met een aparte zomer en winter factor.



Figuur B.10. Jaargemiddelde PM<sub>10</sub> concentratie voor de referentiemethode, TEOM, en TEOM gecorrigeerd met verschillende factoren.

In onderstaande figuur B.11 is het aantal dagen  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (berekend over het aantal meetdagen (86)) weergegeven.



*Figuur B.11. Aantal keren dat de daggemiddelde concentratie boven de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijdens de 86 meetdagen voorde referentiemethode, TEOM, en TEOM gecorrigeerd met verschillende factoren.*

Concentraties boven de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemeten met de KFG zijn gevonden in januari (1x), maart (3), april (1), september (1) en december (2), dat wil zeggen 6 keer in de winterperiode en 2x in de zomerperiode. Gezien deze ongelijkmatige verdeling over het jaar is het hier gegeven resultaat over 86 meetdagen niet doorvertaald naar een heel jaar.

### Conclusies

Bij de metingen met de automatische  $\text{PM}_{10}$  monitoren (TEOM) in het meetnet van de gemeente Amsterdam is tot nu toe gecorrigeerd met de factor 1,3. Dit op basis van een EU-advies (Guidance to Member States on  $\text{PM}_{10}$  monitoring and intercomparisons with the reference method, 2001) en een eigen vergelijkend onderzoek (GG&GD/LO 05-1101) waarin deze factor berekend is op basis van de gemiddelde verhouding van concentraties zoals die gemeten zijn op het stadsachtergrond-station Overtoom. In deze studie aan de hand van data verkregen op hetzelfde station voor het jaar 2004 is een correctiefactor op jaarbasis berekend van 1,38. De gehanteerde methode is die van "lineaire regressie door de oorsprong". De metingen suggereren verder een seizoensgebonden verschil: 1,22 voor de zomerperiode en 1,48 in de winterperiode.

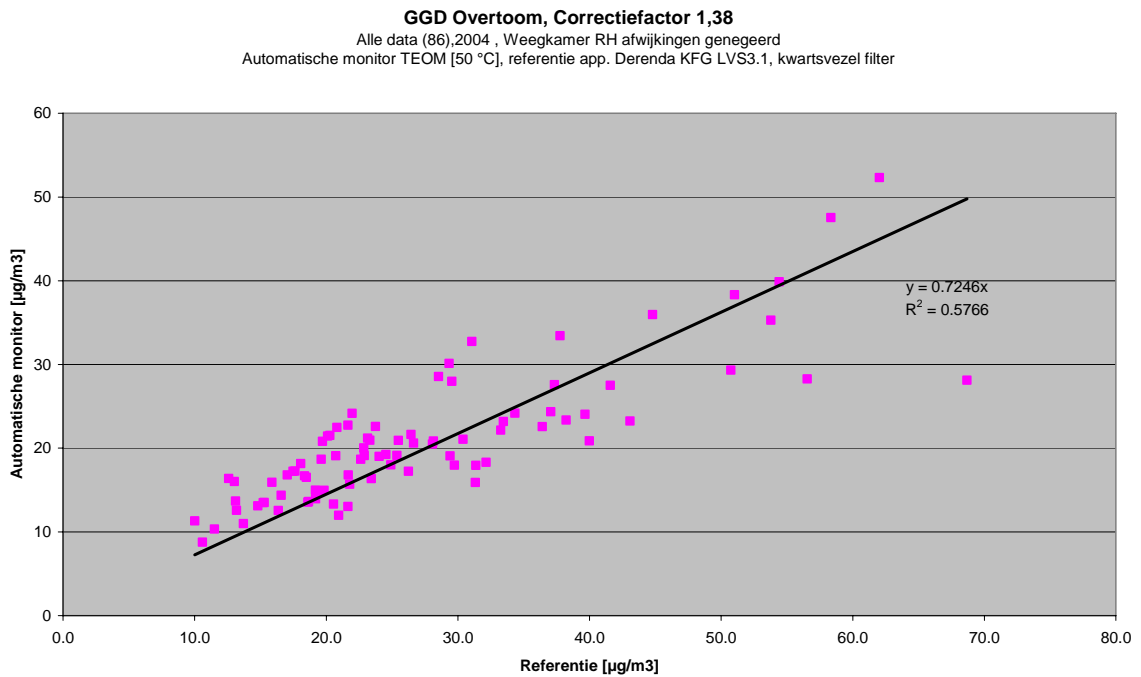
Op basis van dezelfde dataset (2004) is het rekenkundig gemiddelde van de verhouding KFG/TEOM gelijk aan 1,3. Als alleen gekeken wordt naar de jaargemiddelde waarde blijkt de reeds in gebruik zijnde factor 1,3 het beste overeen te

komen met de concentratie berekend met de referentiemethode. Vooralsnog zal de correctie uitgevoerd blijven met de “oude” factor van 1,3. Nadat de meetresultaten van 2005 respectievelijk 2006 beschikbaar zijn, zal de grootte van de correctiefactor opnieuw geëvalueerd worden.

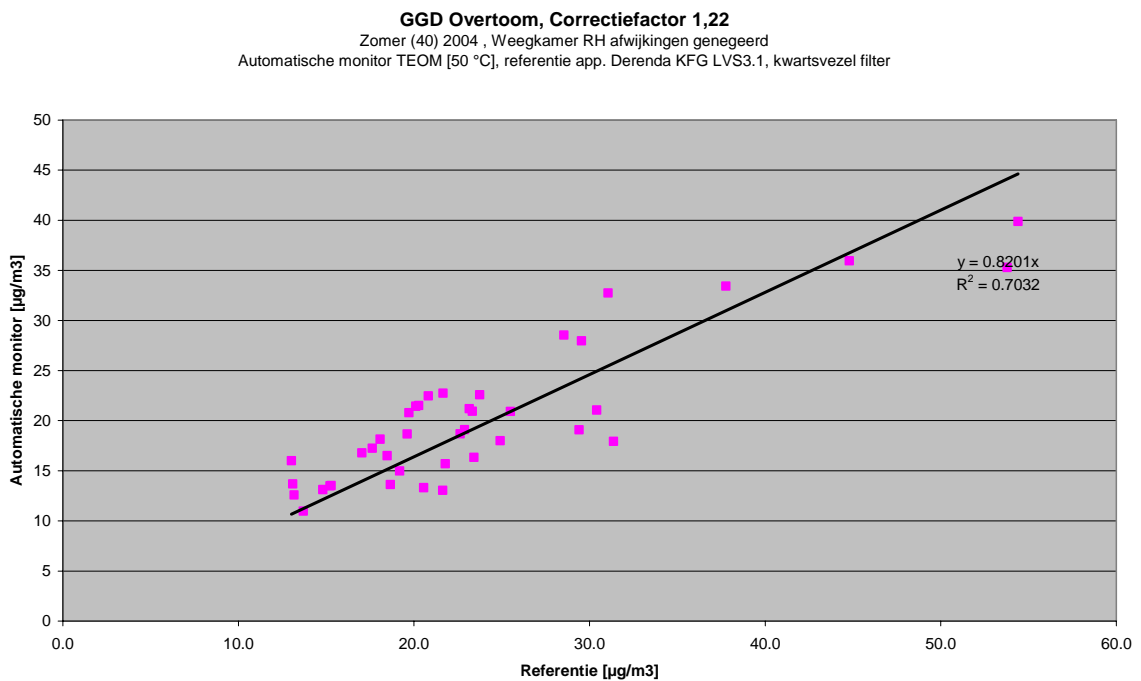
Opvallend is dat de via lineaire regressie verkregen factoren leiden tot een overschatting met 5 à 6% van de jaargemiddelde concentratie gemeten met de referentiemethode. Dit is niet het geval indien de factor op basis van de gemiddelde verhouding wordt berekend (1,3). De reden is dat de onderschatting van de KFG concentraties door de TEOM toeneemt bij hogere concentraties. Daardoor (zie navolgende Annex 7 :Regressiefiguren GGD Amsterdam) wordt de door lineaire regressie verkregen richtingscoëfficiënt enigszins “gedrukt”, en neemt de hieruit berekende correctiefactor toe. Overigens neemt ook de spreiding toe bij hogere concentraties.

De overschatting van de correctiefactor leidt overigens niet tot een afdoende correctie van het verschil geconstateerd bij de door de KFG gemeten hoogste concentraties. Uit figuur B.11 blijkt het aantal malen dat de daggemiddelde concentratie boven de grenswaarde van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ligt na correctie *onderschat* is. Voor deze range van concentraties is de correctie onvoldoende groot.

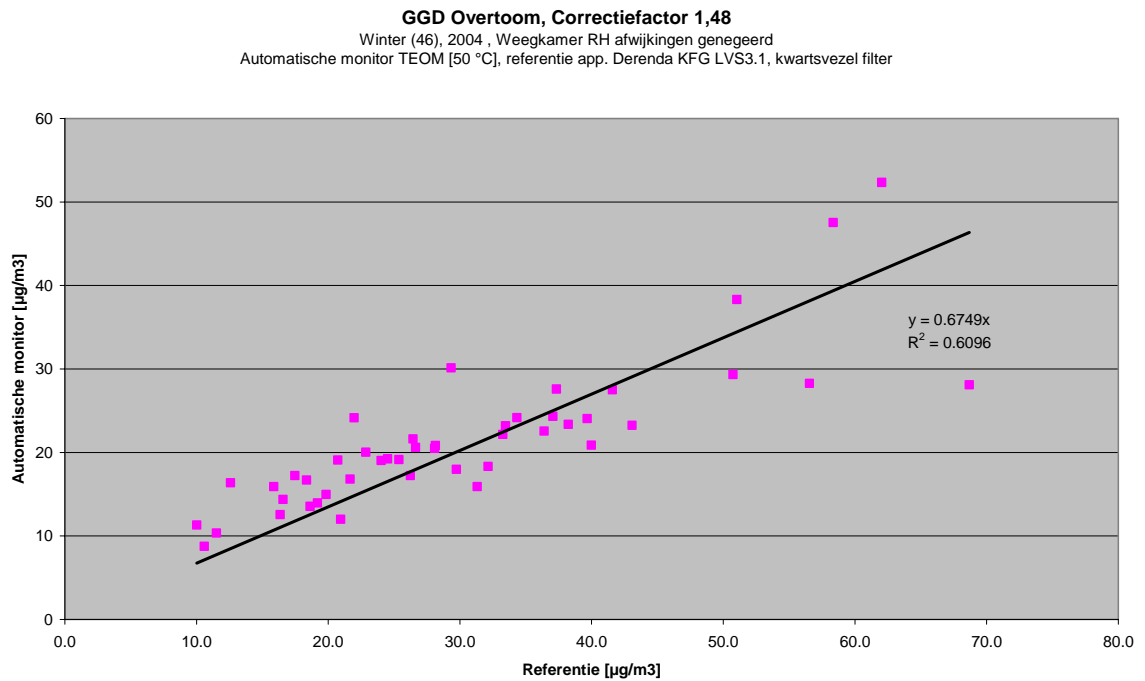
De nauwkeurigheid van de jaargemiddelde factor op basis van de verhouding KFG/TEOM (1,3) is  $\pm 5,6\%$ , uitgedrukt als 95%BI (GG&GD/LO 05-1101). De reproduceerbaarheid van de TEOM is bepaald uit een serie parallelle metingen (MMK/LO 05-1108rev1) en bedraagt  $5,8\%$  van de meetwaarde uitgedrukt als 95%BI. De totale onnauwkeurigheid van een jaargemiddelde  $\text{PM}_{10}$  bepaling met behulp van TEOM's wordt op basis daarvan geschat op  $\sqrt{(5,8^2 + 5,6^2)} = 8,1\%$ . Hiermee is ruimschoots voldaan aan de eis die de EU stelt aan de onnauwkeurigheid van het gemeten jaargemiddelde ( $\pm 25\%$  als 95%BI). Na de toepassing van de lineaire regressie ter bepaling van de correctiefactor moet de nauwkeurigheid nog getoetst worden aan de EU-eis.

**Annex 7: Regressiefiguren GGD Amsterdam**

*Figuur B.12. TEOM en KFG  $PM_{10}$  concentraties voor het jaar 2004 met lineaire regressie vergelijkingen (gedwongen door nul) : gehele jaar*



*Figuur B.13. TEOM en KFG  $PM_{10}$  concentraties voor het jaar 2004 met lineaire regressie vergelijkingen (gedwongen door nul) : zomerperiode*



*Figuur B.14. TEOM en KFG  $PM_{10}$  concentraties voor het jaar 2004 met lineaire regressie vergelijkingen (gedwongen door nul): winterperiode*

## Bijlage 6: Resultaten Provincie Limburg

### PM<sub>10</sub> vergelijkingsmetingen

Gebruik automatische stofmeter en gravimetrische methode.

De Provincie Limburg zet verschillende apparaten in, zoals high volume samplers en geautomatiseerde apparatuur van het type bèta-stofmeter FH62 IN. De HVS vertegenwoordigt de referentiemethode, omdat daarbij geen afgeleide parameters in het geding zijn, zoals bij de bèta-stofmeter.

In dit rapport worden alleen vergelijkingsmetingen tussen HVS-metingen en metingen met een bèta-stofmeter van het type FH62 IN behandeld. De HVS is van het type Sierra Andersen SAUV-10H met een SA1200 PM<sub>10</sub> aanzuigkop en een doorzuigvolume van 1800 à 1900 m<sup>3</sup> lucht per dag.

### Resultaten

De metingen met de HVS (24-uur, van 0-24) worden eenmaal per 5 dagen uitgevoerd, de metingen met de FAG geschieden op continu basis. De uurgemiddelde waarden van de FAG zijn omgerekend naar daggemiddelde waarden. Op die manier zijn 362 meetwaarden gepaard van 1998 tot 2004. Voor dit onderzoek is alleen gebruik gemaakt van de data uit 2003 en 2004. Dit is gedaan om dat de andere onderzoeken ook in die periode hebben plaats gevonden.

Er is geen rekening gehouden met een typisch artefact voor de FAG. Het RIVM heeft over deze afwijking al eens gerapporteerd. De eerste uurgemiddelde waarde van elke dag vertoont namelijk een significante afwijking veroorzaakt door de voorafgaande dagelijkse kalibratie, en zou om die reden uit de dataset moeten worden getild. Dat is niet gebeurd. Achteraf is het effect van het weglaten nader onderzocht. Dat leidt tot een geschatte verhoging van het daggemiddelde met 0,4 µg/m<sup>3</sup>.

### Meetomstandigheden

De metingen zijn uitgevoerd op het dak van het laboratoriumgebouw van de Provincie Limburg, op circa 12m boven maaiveld. De behandeling van de HVS-filters wijkt enigszins af van het gestelde in de EN 12341, voor wat betreft de droging. Gedroogd wordt bij een temperatuur van circa 25 °C. De weegkamer is niet op vochtigheid gereguleerd.

### Factoren per seizoen

Conform afspraak zijn er geen uitbijters bepaald. Voor deze berekening zijn alle waarden meegenomen ook die waarbij de HVS concentraties kleiner zijn dan 10 µg/m<sup>3</sup>. De meetwaarden zijn per seizoen doorgerekend, in eerste instantie voor de vier seizoenen apart en voor alle meetwaarden bijeen. De berekeningen zijn uitgevoerd met Excel versie 2003.

Naam	Correctie factor	R <sup>2</sup>	Correctiefactor zomer	R <sup>2</sup> Zomer	Correctiefactor winter	R <sup>2</sup> Winter
Limburg Maastricht	1,12	0,08	1,04	-0,40	1,15	0,37

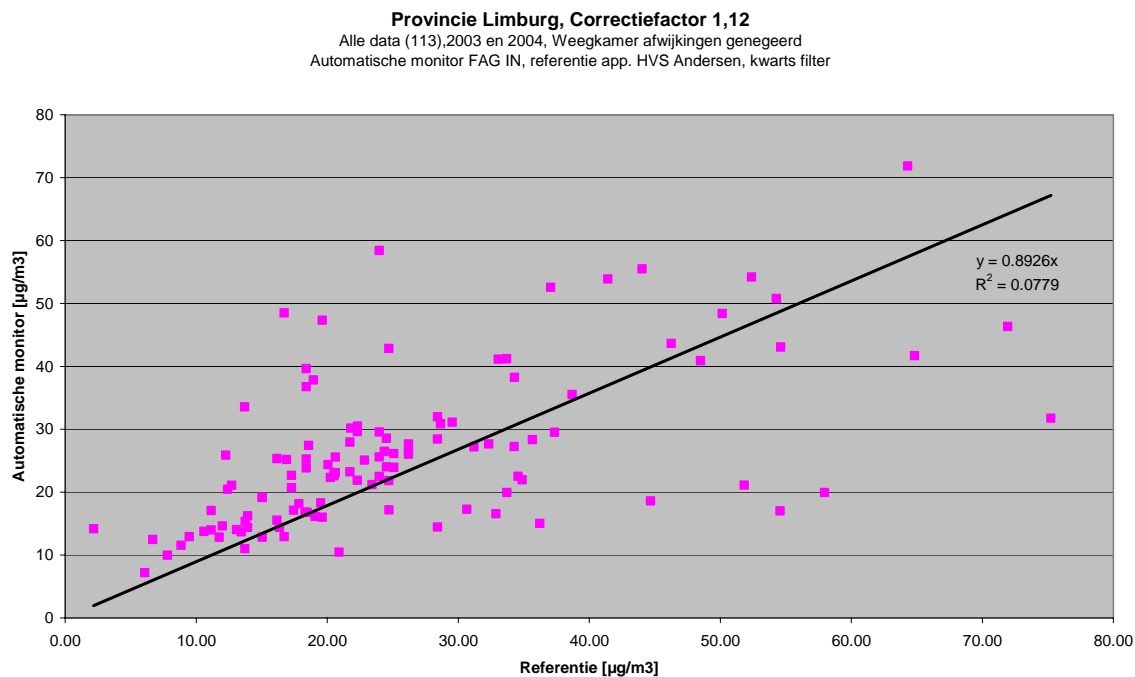
Tabel B.6. Correctiefactoren Limburg-Maastricht: hele periode (2003-2004), zomer en winter.

De factoren lopen per seizoen uiteen, met de grootste factor 1,15 voor de winterperiode.

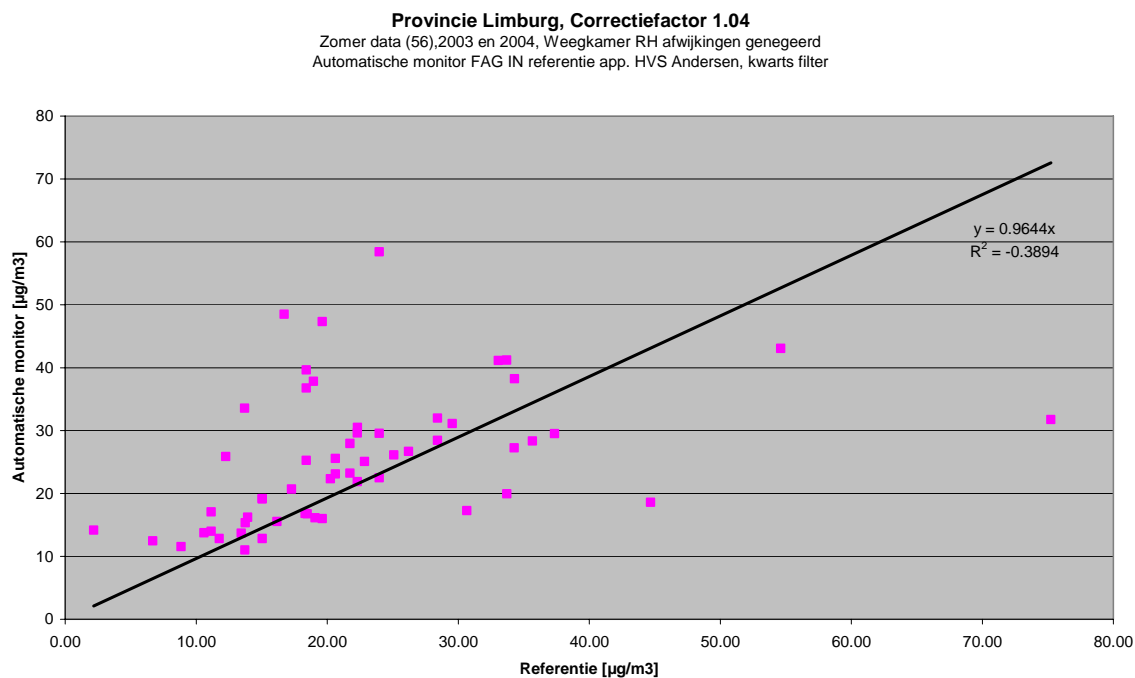
Hierbij werd niet voldaan aan de kwaliteitscriteria voor wat betreft de R-kwadraat ( $R^2$ ). Dit is het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt (coefficient of determination, Bestimmtheitsmass). Die zou ten minste 0,8 moeten bedragen. Die grens wordt in geen selectie gehaald.



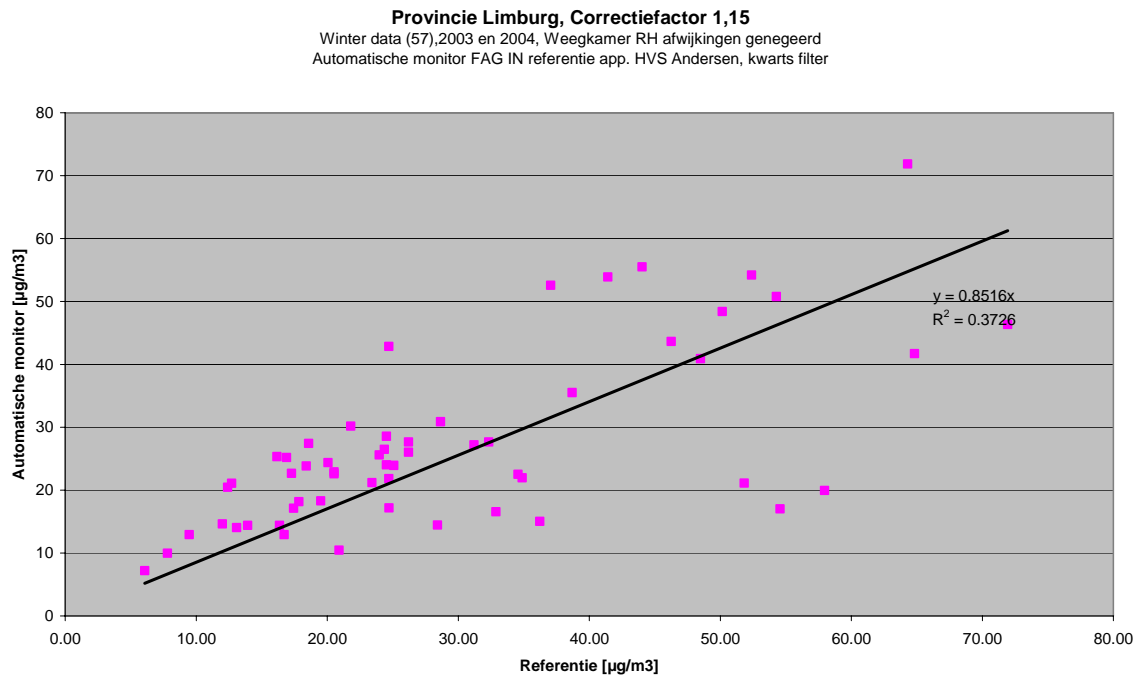
**Annex 8: Vergelijking HVS-FAG voor alle data in 2003 en 2004 en per seizoen.**



*Figuur B.15.  $\beta$ -stof FAG62IN en HVS PM<sub>10</sub> concentraties : hele periode 2003 - 2004*



*Figuur B.16.  $\beta$ -stof FAG62IN en HVS PM<sub>10</sub> concentraties : zomer 2003 - 2004*



Figuur B.17.  $\beta$ -stof FAG62IN en HVS  $PM_{10}$  concentraties : winterr 2003 - 2004