

## NULMETING LUCHTKWALITEIT VERBREIDING A12 WATERBERG-VELPERBROEK

Moniek Zuurbier en Rik van de Weerd  
Team Milieu en Gezondheid

April 2011



## Inhoudsopgave

1. Samenvatting	
2. Inleiding	6
2.1 Aanleiding nulmeting	6
2.2 Meetadvies	6
3. Methode	7
3.1 Selectie meetbureau	7
3.2 Meetlocaties	7
3.3 Meetperiode	9
3.4 Meetmethode PM <sub>10</sub> en PM <sub>2.5</sub>	9
3.5 Meetmethode absorptie coëfficiënt	9
3.6 Meetmethode NO <sub>2</sub>	10
4. Resultaten	11
4.1 Representativiteit meetperiode	11
4.1.1 Meteorologie	11
4.1.2 Achtergrondconcentraties luchtverontreiniging	13
4.2 Meetresultaten	14
5. Conclusie en discussie	16
6. Aanbevelingen nameting	17
6.1 Meetlocaties	17
6.2 Meetperiode	17
6.3 Meetmethode	17
6.4 Vergelijking nul- en nameting	17
Bijlage 1: Details metingen PM <sub>10</sub> en PM <sub>2.5</sub>	19
Bijlage 2: Meetmethode zwarte rook	21
Bijlage 3: Meetmethode NO <sub>2</sub>	25
Bijlage 4. Verkeerstellingen	27



## 1. Samenvatting

De gemeenten Arnhem, Rheden en Rozendaal hebben de GGD van Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden opdracht gegeven voor een nulmeting van de luchtkwaliteit langs Rijksweg A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek. Het doel van de nulmeting is de luchtkwaliteit te meten vóórdat dit wegvak wordt verbreed. Het voornemen is om een nameting te doen als de verbreding klaar is. Uit de vergelijking tussen de nameting en nulmeting kan de invloed van de verbreding van de A12 op de luchtkwaliteit worden beoordeeld. Hiermee kan een uitspraak gedaan worden of de verbreding leidt tot verbetering of verslechtering van de luchtkwaliteit en de invloed daarvan op de gezondheid.

Er zijn metingen uitgevoerd van fijn stof, zwarte rook (een maat voor roet) en stikstofdioxide in twee woonwijken aan weerszijden van de A12. De metingen zijn uitgevoerd gedurende 12 weken in oktober tot en met december 2010. In het najaar waren de weersomstandigheden zoals verwacht iets anders dan voor een gemiddeld jaar. De concentraties kunnen daarom niet zonder meer worden vertaald naar jaargemiddelde concentraties.

De metingen zijn uitgevoerd door meetbureau TNO. De metingen zijn goed verlopen. De metingen laten zien dat de concentraties fijn stof en stikstofdioxide onder de jaargemiddelde grenswaarden liggen. De GGD hecht beperkt waarde aan de grenswaarden omdat ook onder de grenswaarden luchtverontreinigende stoffen gezondheidseffecten veroorzaken. Er is geen grenswaarde voor zwarte rook, maar deze stof is wel van belang voor de gezondheid. Een verandering in de hoeveelheid zwarte rook langs de snelweg zal leiden tot een verandering in gezondheidseffecten bij de omwonenden.

Conclusies over de invloed van de verbreding van de A12 op de luchtkwaliteit, en derhalve op de gezondheid, kunnen pas worden getrokken nadat een nameting is uitgevoerd.

De nameting zal pas kunnen plaatsvinden na voltooiing van de verbreding van de A12 tussen Waterberg en Velperbroek, naar verwachting in 2014 of 2015.

## 2. Inleiding

### 2.1 Aanleiding nulmeting

Rijkswaterstaat heeft besloten tot verbreding van de snelweg A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek van 2x2 rijstroken naar 2x3 rijstroken. Rondom dit gedeelte van de A12 wonen bewoners van de gemeenten Arnhem, Rozendaal en Rheden (het dorp Velp) op korte afstand van de snelweg. De GGD van Hulpverlening Gelderland Midden (huidige naam: Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden) heeft in opdracht van deze drie gemeenten begin 2010 een bureauonderzoek uitgevoerd naar gezondheidseffecten van blootstelling aan luchtverontreiniging en geluid<sup>1</sup>. Daarnaast heeft de GGD advies gegeven over het uitvoeren van metingen. De GGD heeft geadviseerd om een nulmeting en nameting uit te laten voeren van de luchtkwaliteit langs het tracé Waterberg – Velperbroek ter hoogte van de woonbebouwing. Naar aanleiding van dit advies hebben de gemeenten Arnhem, Rozendaal en Rheden de GGD gevraagd om de nulmeting van de luchtkwaliteit uit te voeren.

Het doel van de nulmeting is het inzicht verkrijgen in concentraties luchtverontreinigende stoffen in het woongebied rond de A12 vóór deze verbreed wordt. Na verbreding van de snelweg dient er een nameting uitgevoerd te worden. Uit vergelijking tussen de voor- en nameting zal blijken of de verbreding de luchtkwaliteit al dan niet heeft veranderd. Op grond hiervan kunnen uitspraken gedaan worden over de invloed van de verbreding op de gezondheid van de omwonenden.

Blootstelling aan luchtverontreiniging veroorzaakt luchtwegklachten en hart- en vaataandoeningen. In het rapport van het bureauonderzoek<sup>1</sup> wordt uitgebreid ingegaan op de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging.

### 2.2 Meetadvies

In het bureauonderzoek<sup>1</sup> heeft de GGD aangeraden om metingen te doen van luchtverontreiniging, ook al blijven de concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> dicht langs de A12 onder de norm volgens de berekeningen. Uit (inter)nationaal onderzoek blijkt dat ook bij concentraties onder de wettelijke grenswaarden gezondheidseffecten optreden. Enerzijds komt dit doordat er geen grenswaarde van fijn stof is aan te geven waaronder geen gezondheidseffecten optreden. Anderzijds doordat er steeds meer aanwijzingen zijn dat NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>, waarvoor de grenswaarden gelden, niet altijd de juiste stoffen zijn om gezondheidseffecten uit af te leiden. PM<sub>10</sub> is een goede indicator om de gezondheidseffecten van fijn stof in het algemeen te beoordelen op het schaalniveau van de stad maar schiet tekort om lokaal - direct langs een drukke snelweg - de specifieke invloed van het verkeer op de luchtkwaliteit te kunnen beoordelen. Het gaat hier om de (veel) kleinere fijn stof deeltjes, zoals roet, die vooral gevormd worden door het verbranden van fossiele brandstoffen van het wegverkeer. Het meten van zwarte rook is een goede indicator voor het meten van roet.

De wegbijdrage aan zwarte rook en NO<sub>2</sub> neemt sterk af bij meer afstand tot de weg. Voor PM<sub>10</sub> is dit minder het geval, de concentraties dichtbij de snelweg verschillen niet veel van de achtergrondconcentratie. PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en met name zwarte rook zijn betere indicatoren voor het meten van luchtverontreiniging afkomstig van de weg dan PM<sub>10</sub>. De GGD heeft derhalve geadviseerd om metingen te doen van PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en zwarte rook. Omdat zwarte rook wordt gemeten op PM<sub>10</sub> filters, is ook PM<sub>10</sub> gemeten.

---

<sup>1</sup> Zuurbier M, Van de Weerdt R, Bureauonderzoek gezondheidseffecten verbreding A12 Waterberg-Velperbroek, Hulpverlening Gelderland Midden, Arnhem, 2010

### 3. Methode

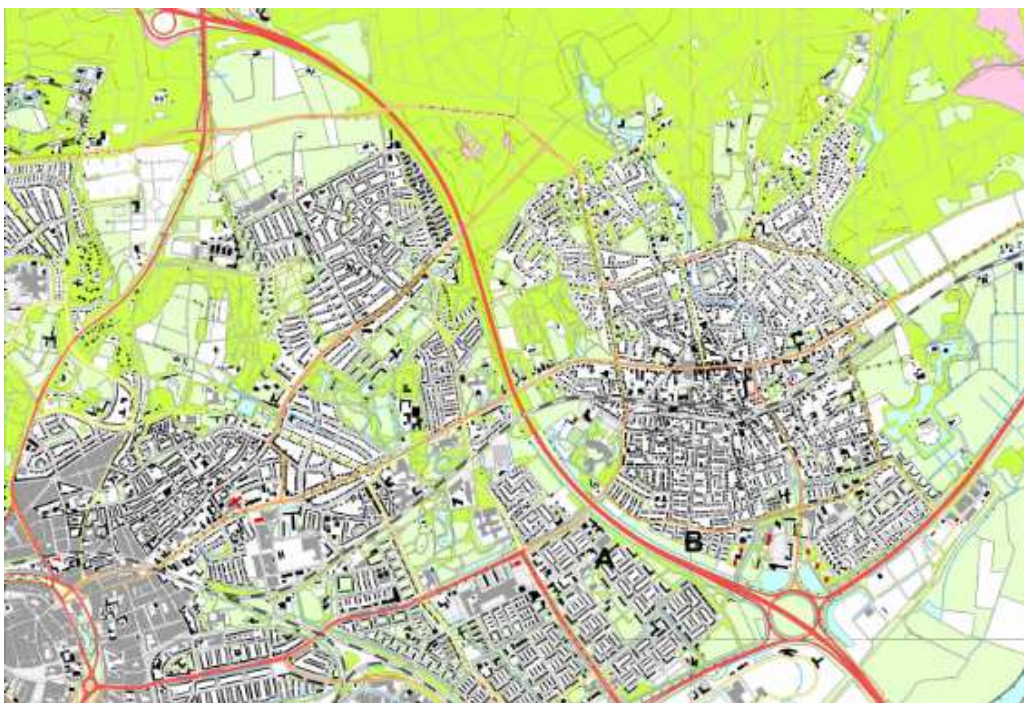
#### 3.1 Selectie meetbureau

De GGD heeft bij twee meetbureaus offertes opgevraagd. Op basis van de offertes is ervoor gekozen om de metingen te laten uitvoeren door TNO. De GGD heeft de metingen geïnterpreteerd en het eindrapport geschreven.

#### 3.2 Meetlocaties

In het meetadvies van 2010<sup>2</sup> is geadviseerd om de metingen plaats te laten vinden op minimaal twee locaties. Deze locaties moeten niet verder dan 200 meter langs de snelweg liggen en in de woonbebouwing, zodat de daadwerkelijke blootstelling van de bevolking wordt gemeten. Aangezien de aanwezige en toekomstige geluidsschermen de concentraties luchtverontreiniging op korte afstand (tot 30-70 meter) kunnen beïnvloeden, is geadviseerd om niet binnen 70 meter van de huidige en geplande geluidsschermen te meten.

Op basis van deze voorwaarden zijn twee locaties geselecteerd: aan de zuidwest kant van de A12 in Arnhem aan de Weldamlaan, en aan de noordoost kant van de A12 aan de Straatweiden in Velp, zie Figuur 1, Figuur 2 en Figuur 3. De locaties liggen ongeveer op respectievelijk 145 en 110 meter afstand van de A12. Op beide locaties zijn ten tijde van de metingen geen versturende emissies van luchtverontreiniging opgetreden door wegwerkzaamheden of bouwwerkzaamheden.



**Figuur 1.** Locatie meetpunten in Arnhem (A) en in Velp (B) langs de A12 tussen knooppunten Waterberg en Velperbroek

<sup>2</sup> Zuurbier M, Van de Weerd R, Bureauonderzoek gezondheidseffecten verbreding A12 Waterberg-Velperbroek, Hulpverlening Gelderland Midden, Arnhem, 2010



**Figuur 2.** Meetlocatie Arnhem



**Figuur 3.** Meetlocatie Velp



### 3.3 Meetperiode

De nulmeting en de nameting zijn gedurende 12 weken uitgevoerd. Om de representativiteit van deze 12 weken te bepalen, zijn gegevens gebruikt van stadsachtergrondconcentraties in Nijmegen. Het meetpunt in Nijmegen is gekozen omdat dat het dichtst bij gelegen meetpunt van stadsachtergrondconcentraties van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) is. Om de meetperiode meteorologisch te karakteriseren en te vergelijken met de rest van het jaar zijn meteorologische gegevens verkregen van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Meetstation Deelen is het meest nabij gelegen KNMI meetstation.

Het is van belang dat de voormeting afgerond is vóór de voorbereidende werkzaamheden van start gaan van het verbreden van het betreffende gedeelte van de A12. Deze werkzaamheden kunnen de luchtkwaliteit namelijk beïnvloeden. De metingen zijn derhalve zo snel mogelijk na opdrachtverstrekking van de betrokken gemeenten gestart. De metingen zijn uitgevoerd van 5 oktober tot 27 december 2010. Eind december waren de lokale werkzaamheden voor het verbreden van de A12 inderdaad nog niet gestart.

### 3.4 Meetmethode $PM_{10}$ en $PM_{2.5}$

$PM_{10}$  en  $PM_{2.5}$  zijn bemonsterd met behulp van filters en pompen. Er zijn dagconcentraties gemeten door de filters 24 uur te bemonsteren met Leckel meetinstrumenten (Sven Leckel, type SEQ 47/50). De quartz filters zijn voor en na de bemonstering gewogen onder geconditioneerde omstandigheden (20°C, 50% luchtvochtigheid). Concentraties PM worden berekend door middel van het gewichtsverschil tussen de na- en voormeting en het bemonsterde volume. Ter controle zijn ook filters gebruikt als veldblanco's. Zie Bijlage 1 voor details van de meetmethode en de kwaliteitscontrole.

### 3.5 Meetmethode absorptie coëfficiënt

De  $PM_{10}$  filters zijn geanalyseerd op zwarte rook. Zwarte rook is een maat voor roet. De methode is gebaseerd op de mate van zwarte rook van een filter dat is beladen met fijn stof. De zwarte rook van het filter wordt bepaald door het meten van de hoeveelheid gereflecteerd licht van het filter met fijn stof. Ook voor zwarte rook zijn dagconcentraties berekend.

De filters zijn met een groter debiet bemonsterd dan de norm voor zwarte rook voorschrijft. Er is daarom kans op verzadiging van de filters, omdat een filter niet zwarter dan zwart kan worden. Er zijn controlemetingen uitgevoerd om te meten of dit effect zich heeft voorgedaan. Hieruit blijkt dat dit effect zich in lichte mate heeft voorgedaan bij enkele filters met de meeste zwarte rook. Hier wordt voor gecorrigeerd, zie 3.2. Zie Bijlage 2 voor details van de meetmethode, de kwaliteitscontrole en de gebruikte correctiefactor.

### 3.6 Meetmethode NO<sub>2</sub>

De NO<sub>2</sub> concentratie is vier-wekelijks gemeten met behulp van Palmes diffusiebuisjes. De buisjes zijn in een beschermkoker opgehangen op de meetlocaties. Ook zijn er buisjes opgehangen bij het stadsachtergrond meetstation van het RIVM aan de Ruyterstraat te Nijmegen om de buisjes te vergelijken met de referentie NO<sub>2</sub> meting van het RIVM. De vergelijking levert voor iedere vier-wekelijkse periode een calibratiefactor op, waarmee de concentratie op de onderzoekslocaties wordt gecorrigeerd. Op elke locatie is in triplo gemeten, waaruit het gemiddelde en de onzekerheid in het gemiddelde (95% betrouwbaarheidsinterval) is bepaald. Zie Bijlage 3 voor details van de meetmethode en de kwaliteitscontrole.

## 4. Resultaten

### 4.1 Representativiteit meetperiode

#### 4.1.1 Meteorologie

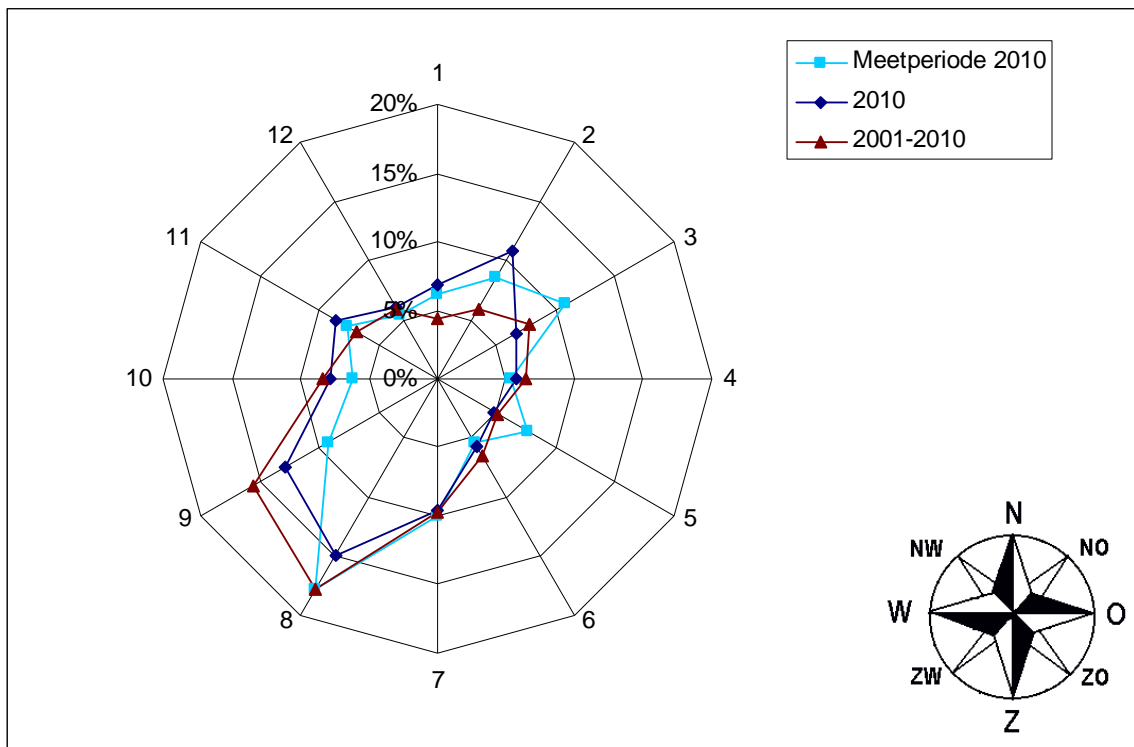
In Tabel 1 zijn de weersomstandigheden weergegeven van de meetperiode, van het gehele jaar 2010 en ook van de gehele jaren 2001 tot en met 2010. De gemiddelde windsnelheid en neerslag is in de meetperiode vergelijkbaar met 2010 en de jaren 2001 tot en met 2010. De luchtdruk wijkt ook slechts weinig af. De temperatuur is gedurende de meetperiode iets lager dan in de gehele jaren 2001 tot en met 2010, wat naar verwachting is voor de maanden oktober tot en met december. De windrichtingen gedurende de meetperiode en de jaren 2001 tot en met 2010 zijn weergegeven in Figuur 4. In Tabel 2 is weergegeven hoe vaak de wind waaide uit de richting die de meetlocaties het meest belast tijdens de meetperiode, in 2010 en in de periode 2001 tot en met 2010. De meetlocatie in Arnhem is het meest belast met luchtverontreiniging van de snelweg bij wind uit noord tot oost. De meetlocatie in Velp is het meest belast bij wind uit zuid tot west. De wind kwam in onze meetperiode gemiddeld even vaak uit deze windrichting als in heel 2010, dus voor het jaar 2010 is de meetperiode wat windrichting betreft een representatieve periode. Wanneer de jaren 2001 tot en met 2010 beschouwd worden dan blijkt de wind in de meetperiode minder vaak uit zuid tot west te waaien dan gemiddeld en vaker uit noord tot oost dan gemiddeld.

**Tabel 1.** Meteorologie\*

<b>Gemiddelde in tijds- periode</b>	<b>Windsnelheid (m/s)</b>	<b>Temperatuur (°C)</b>	<b>Neerslag (mm)</b>	<b>Aantal dagen met neerslag</b>	<b>Luchtdruk (hPa)</b>
<b>2001-2010</b>	3,8	10,2	2,4	52,2%	1015,3
<b>2010 volledig</b>	3,6	8,7	2,4	52,3%	1013,7
<b>2010 meetdagen**</b>	3,8	4,1	2,3	55,7%	1010,5

\* Gegevens van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Waarden zijn gemiddelden van etmaalgemiddelden

\*\* De meetdagen beslaan de periode 5 oktober tot 27 december 2010



**Figuur 4.** Windrichting\*

\*Gegevens van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) op basis van etmaalgemiddelden.

**Tabel 2.** Windrichting vanaf snelweg naar meetlocatie\*

<b>Gemiddelde in tijdsperiode</b>	<b>Wind naar meetlocatie Arnhem Windrichting noord tot oost<sup>§</sup></b>	<b>Wind naar meetlocatie Velp Windrichting zuid tot west<sup>#</sup></b>
<b>2001-2010</b>	19,0%	43,6%
<b>2010 volledig</b>	24,1%	34,8%
<b>2010 meetdagen**</b>	26,5%	34,9%

\*Gegevens van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) op basis van etmaalgemiddelden.

\*\* De meetdagen beslaan de periode 5 oktober tot 27 december 2010

<sup>§</sup>Windrichting noord tot oost: 0 tot 90 graden.

<sup>#</sup>Windrichting zuid tot west: 180 tot 270 graden.

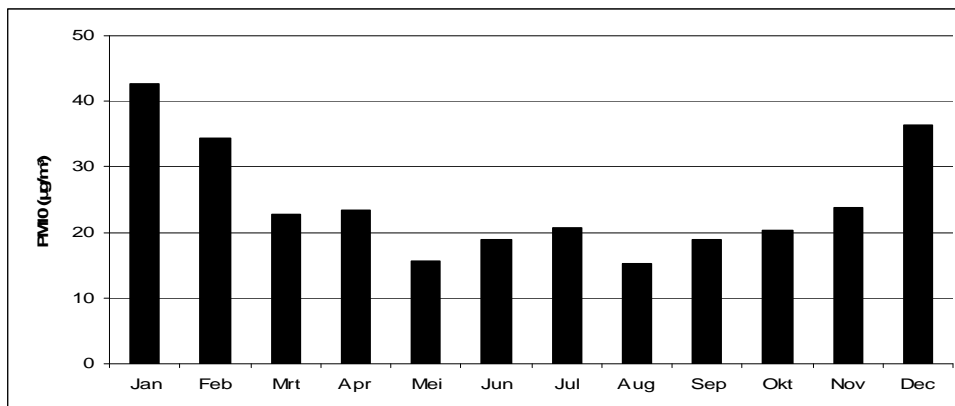
#### 4.1.2 Achtergrondconcentraties luchtverontreiniging

De metingen vonden plaats in de maanden oktober tot en met december. Voor deze maanden en het gehele jaar 2010 zijn RIVM stadsachtergrondconcentraties opgevraagd. In de meetperiode waren de stadsachtergrondconcentraties van PM<sub>10</sub> iets hoger en van PM<sub>2.5</sub> iets lager dan het jaargemiddelde. De stadsachtergrondconcentraties NO<sub>2</sub> waren gemiddeld hoger dan het jaargemiddelde van 2010. Zie Tabel 3, Figuur 5, Figuur 6 en Figuur 7. Meer informatie over de overeenkomst tussen de stadsachtergrondconcentraties en de metingen is gerapporteerd in Bijlage 1.

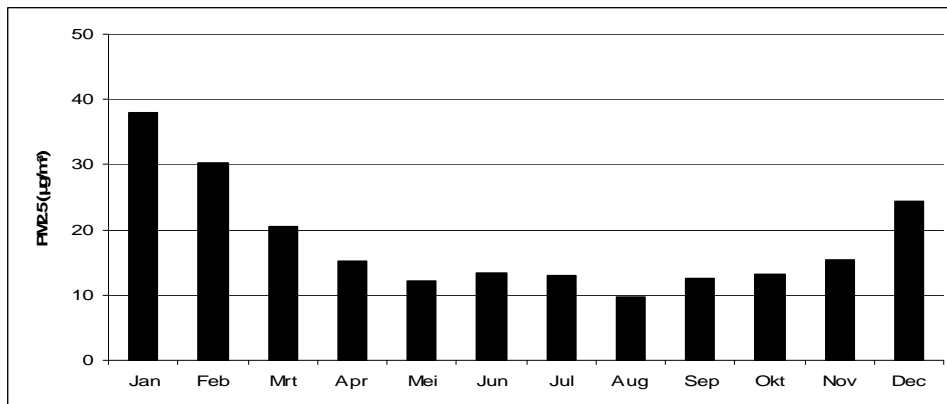
**Tabel 3.** Stadsachtergrondconcentraties PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> en NO<sub>2</sub> (in µg/m<sup>3</sup>)

Gemiddelde in tijdsperiode	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>
2010 volledig	24,4	18,1	27,5
2010 meetdagen (5 okt-27dec)	25,3	16,7	32,2

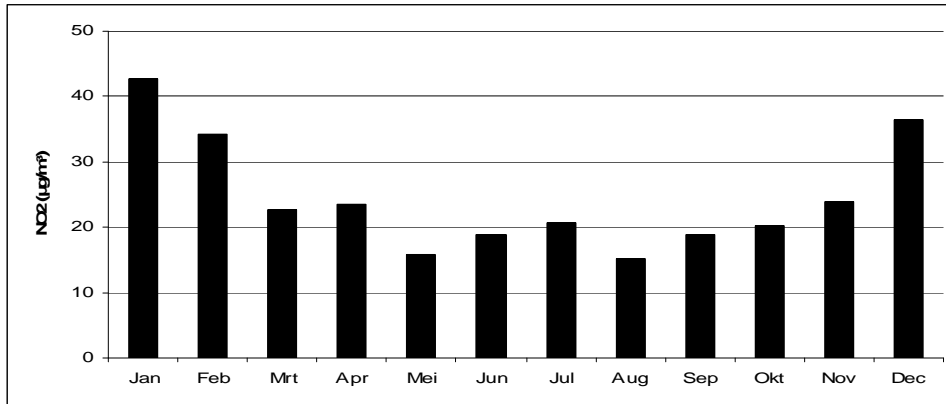
Stadsachtergrondconcentraties in Nijmegen. Gegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM. Gemiddelden van daggemiddelde concentraties.



**Figuur 5.** PM<sub>10</sub> concentraties (in µg/m<sup>3</sup>) 2010, stadsachtergrond de Ruyterweg, Nijmegen. Gegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM.



**Figuur 6.** PM<sub>2.5</sub> concentraties (in µg/m<sup>3</sup>) 2010, stadsachtergrond de Ruyterweg, Nijmegen. Gegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM.



**Figuur 7.** NO<sub>2</sub> concentraties (in µg/m<sup>3</sup>) 2010, stadsachtergrond de Ruyterweg, Nijmegen. Gegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM.

#### 4.2 Meetresultaten

In Tabel 4 staan de concentraties PM<sub>10</sub> zoals ze zijn gemeten op de meetlocaties in Arnhem en Velp. De PM<sub>10</sub> concentraties zijn ongeveer 23 µg/m<sup>3</sup> op beide meetlocaties. De achtergrondconcentraties PM<sub>10</sub> (zie Tabel 3) zijn iets verhoogd gedurende de meetperiode in vergelijking tot het gehele jaar. De meetwaarde van 23 µg/m<sup>3</sup> zou daarom een lichte overschatting van de jaargemiddelde concentratie kunnen zijn van ongeveer 1 µg/m<sup>3</sup>. De concentraties PM<sub>10</sub> kwam op geen van de meetdagen uit boven de 50 µg/m<sup>3</sup>. De dagelijkse concentraties zijn weergegeven in Bijlage 1, Figuur 8.

**Tabel 4.** Concentraties PM<sub>10</sub> (in µg/m<sup>3</sup>) op de meetlocaties\*

	Periode gemiddelde	Laagste daggemiddelde	Hoogste daggemiddelde
<b>Meetlocatie Arnhem</b>	23,5	7,3	47,0
<b>Meetlocatie Velp</b>	23,1	7,5	45,8

\*Meetperiode tussen 5 oktober en 27 december 2010.

PM<sub>2,5</sub> concentraties zijn op beide locaties ongeveer 18 µg/m<sup>3</sup>, zie Tabel 5. De achtergrondconcentraties PM<sub>2,5</sub> waren tijdens de meetperiode iets verhoogd (zie Tabel 3), waardoor de gemeten concentraties een lichte overschatting van de jaargemiddelde concentraties kunnen zijn. De dagelijkse concentraties zijn weergegeven in Bijlage 1, Figuur 9.

**Tabel 5.** Concentraties PM<sub>2,5</sub> (in µg/m<sup>3</sup>) op de meetlocaties\*

	Periode gemiddelde	Laagste daggemiddelde	Hoogste daggemiddelde
<b>Meetlocatie Arnhem</b>	18,4	3,7	42,4
<b>Meetlocatie Velp</b>	18,0	2,9	42,3

\*Meetperiode tussen 5 oktober en 27 december 2010.

De zwarte rook concentraties waren op beide locaties  $12 \cdot 10^{-6}/m$  na correcties, zie Tabel 6. Deze concentraties zijn gecorrigeerd voor verzadiging van de filters, zie Bijlage 2. Er zijn geen gegevens over achtergrondconcentraties van zwarte rook. De snelweg zal een grotere bijdrage leveren aan de zwarte rook concentraties dan aan PM concentraties. De windrichting ten opzichte van de ligging van de meetlocaties en de snelweg zal een belangrijke factor zijn in zwarte rook concentraties. De windrichting heeft in de meetperiode meer uit noord tot oostelijke richting gewaaid in vergelijking tot andere jaren (zie Figuur 4 en Tabel 2), waardoor de concentratie zwarte rook op de meetlocatie in Arnhem (ten zuidwesten van de snelweg) wellicht een overschatting is. De windrichting heeft minder uit west tot zuidelijke richting gewaaid, waardoor de concentratie zwarte rook op de meetlocatie in Velp (ten noordoosten van de snelweg) wellicht een onderschatting is.

De invloed van de windrichting op de dagelijkse zwarte rook concentraties is weergegeven in Bijlage 2, Figuur 13.

**Tabel 6.** Concentraties zwarte rook (uitgedrukt als de absorptie coëfficiënt in  $\cdot 10^{-6}/m$ ) op de meetlocaties\*

	Periode gemiddelde	Laagste daggemiddelde	Hoogste daggemiddelde
<b>Meetlocatie Arnhem</b>	12,3	4,1	64,3
<b>Meetlocatie Velp</b>	12,0	2,4	60,6

\*Zwarte rook gemeten als absorptie. Concentraties gecorrigeerd voor verzadiging. Meetperiode tussen 5 oktober en 27 december 2010.

De NO<sub>2</sub> concentraties waren 34,3 µg/m<sup>3</sup> voor Arnhem en 32,2 µg/m<sup>3</sup> voor Velp, zie Tabel 7. De NO<sub>2</sub> concentraties in de drie meetmaanden zijn weergegeven in Bijlage 3. De achtergrondconcentraties NO<sub>2</sub> (zie Tabel 3) waren verhoogd gedurende de meetperiode in vergelijking tot het gehele jaar 2010. De concentratie zijn dus waarschijnlijk een overschatting van enkele µg/m<sup>3</sup>.

**Tabel 7.** Concentraties NO<sub>2</sub> (in µg/m<sup>3</sup>) op de meetlocaties\*

	Periode gemiddelde	Laagste periode gemiddelde	Hoogste periode gemiddelde
<b>Meetlocatie Arnhem</b>	34,3	29,7	40,2
<b>Meetlocatie Velp</b>	32,2	29,5	36,0

\*Meetperiode tussen 5 oktober en 27 december 2010. Drie meetperiodes: 4 oktober – 1 november 2010, 1 – 29 november 2010, 29 november – 27 december 2010.

Voor de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, zwarte rook en NO<sub>2</sub> metingen zijn geen correcties uitgevoerd voor verschillen in achtergrondconcentraties en verschillen in meteorologische omstandigheden. Dit is pas zinvol na het uitvoeren van de nameting (zie hoofdstuk 5, Aanbevelingen nameting). Wanneer de nameting heeft plaatsgevonden, zal gekeken worden naar de achtergrondconcentraties en meteorologische omstandigheden in die tweede meetperiode. Daarna zal het verschil in nameting en voormeting indien nodig gecorrigeerd worden voor de verschillen in achtergrondconcentraties en meteorologische omstandigheden in de twee meetperiodes.

## 5. Conclusie en discussie

De nulmeting van PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, zwarte rook en NO<sub>2</sub> is goed verlopen. Conclusies over de invloed van de verbreding van de A12 op de luchtkwaliteit kunnen pas worden getrokken nadat een nameting is uitgevoerd.

De metingen zijn in 2010 gedurende drie maanden uitgevoerd. Uit RIVM metingen op een stadsachtergrondlocatie in Nijmegen blijkt dat de metingen in de meetperiode voor PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> een representatief beeld geven van de jaargemiddelde concentraties in 2010. De gemeten concentraties NO<sub>2</sub> zijn waarschijnlijk een overschatting van de jaargemiddelde concentraties in 2010.

De wind heeft tijdens de meetperiode minder vaak uit zuidwestelijke richting gewaaid en meer uit noord-oostelijke richting in vergelijking tot de afgelopen tien jaar (2001-2010). De gemeten concentraties zijn in Velp waarschijnlijk lager dan wanneer de wind had gewaaid zoals gemiddeld in de afgelopen tien jaar gemiddeld het geval was. Voor het meetpunt in Arnhem zijn de concentraties waarschijnlijk hoger dan wanneer de wind had gewaaid zoals de afgelopen tien jaar gemiddeld het geval was.

De zwarte rook concentraties zijn op het meetpunt in Arnhem hoger dan op het meetpunt in Velp, terwijl het meetpunt in Velp dichterbij de snelweg ligt en de wind, ondanks de lichte afwijking met het tienjarig gemiddelde, vaker van de snelweg richting Velp heeft gewaaid dan richting Arnhem. De verklaring hiervoor is dat er in Arnhem waarschijnlijk meer zwarte rook afkomstig is van andere (verkeers)bronnen dan de snelweg. Hiermee moet rekening gehouden worden wanneer de nameting wordt vergeleken met de nulmeting.

De daggemiddelde PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> concentraties kwamen tijdens de meetperiode niet boven de EU grenswaarde uit. Ook de PM<sub>2.5</sub> concentraties kwamen niet boven de toekomstige EU grenswaarde van 25 µg/m<sup>3</sup> uit. Echter, ook onder de grenswaarden veroorzaakt luchtverontreiniging gezondheidseffecten. Een eventuele toename of afname in luchtverontreiniging door de verbreding van de A12 heeft dus een ongunstig of gunstig effect op de gezondheid, ook al zijn de concentraties onder de grenswaarden.



## 6. Aanbevelingen nameting

De huidige metingen zijn opgezet met de verwachting dat er een nameting zal plaatsvinden. Deze nameting dient plaats te vinden nadat de verbreding van de A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek is voltooid. Hier volgen enkele aanwijzingen voor de uitvoer van de nameting.

### 6.1 Meetlocaties

De nameting dient bij voorkeur te worden uitgevoerd op dezelfde meetlocaties, mits de omstandigheden op deze meetlocaties nog gelijk zijn. Indien de omgeving van de meetlocatie wezenlijk is veranderd, bijvoorbeeld door andere bebouwing rondom de meetlocaties, of indien de meetlocaties om een andere reden niet meer beschikbaar zijn, zal gezocht moeten worden naar vergelijkbare meetlocaties. De eventuele nieuwe meetlocaties dienen op dezelfde afstand tot de snelweg en met dezelfde oriëntatie richting de snelweg gekozen te worden.

### 6.2 Meetperiode

De nameting dient plaats te vinden na voltooiing van alle werkzaamheden rond de verbreding van de A12 tussen Waterberg en Velperbroek, naar verwachting eind 2014 of 2015. De meetperiode zal bij voorkeur opnieuw in de maanden oktober tot en met december zijn, zodat de kans zo groot mogelijk is dat de meteorologische omstandigheden vergelijkbaar zijn.

### 6.3 Meetmethode

De meetmethoden voor de metingen van  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , zwarte rook en  $NO_2$  dienen zoveel mogelijk gelijk te zijn als de meetmethoden die gebruikt zijn in de nulmeting. Ook voor de nameting zullen gegevens worden opgevraagd van de metingen op de stadsachtergrondlocatie in Nijmegen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM. Ook zullen opnieuw de meteorologische gegevens uit Deelen van het KNMI worden opgehaald. Ook de verkeerstellingen van de A12 zullen opnieuw worden opgehaald van de website van Rijkswaterstaat. De verkeerstellingen van de meetperiode van de nulmeting zijn weergegeven in Bijlage 4.

### 6.4 Vergelijking nul- en nameting

Voor de vergelijking van de nul- en nameting zal gekeken moeten worden of er gecorrigeerd moet worden voor verschillen in meteorologische omstandigheden en verschillen in stadsachtergrondconcentraties, zoals gemeten door het RIVM in Nijmegen.

Eventuele veranderingen in verkeerstellingen zullen worden bekeken, omdat met name veranderingen in de intensiteit van het vrachtverkeer de concentraties luchtverontreiniging zullen beïnvloeden. Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat ook zonder verbreding van de snelweg er een autonome groei in het aantal verkeersbewegingen zal zijn en dat het wagenpark schoner zal zijn geworden.



## Bijlage 1: Details metingen PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>

### *Technische informatie over de meetmethode, verkregen van TNO*

PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> zijn bemonsterd volgens NTA 8019:2008. Deze Nederlands Technische Afspraak combineert de Europese Normen EN 12341 en EN 14907 met enkele afspraken die Nederlandse meetinstituten hebben gemaakt over de monsterneming en weging van dagelijkse PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> monsters.

Onder geconditioneerde omstandigheden (20 °C, 50% luchtvochtigheid) worden blanco Whatman 47 mm quartz filters voorgewogen. Deze filters worden met behulp van een filterwisselaar dagelijks bemonsterd met een debiet van 2,3 m<sup>3</sup>/uur. Na 14 dagen worden de bemonsterde filters opgehaald en worden nieuwe blanco voorgewogen filters geplaatst. De bemonsterde filters worden nagewogen. Uit het massaverschil en het bemonsterde volume wordt de massaconcentratie van fijn stof afgeleid.

De geconditioneerde weegkamer van TNO is in 2010 onderworpen aan een validatiestudie. De weegkamer voldoet aan de eisen gesteld in de NTA en EN normen. Op basis van de validatiestudie wordt de onzekerheid in de massaconcentratie van dagelijkse PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> monsters als gevolg van de conditionering en weegactiviteiten geschat op ca 1 µg/m<sup>3</sup>.

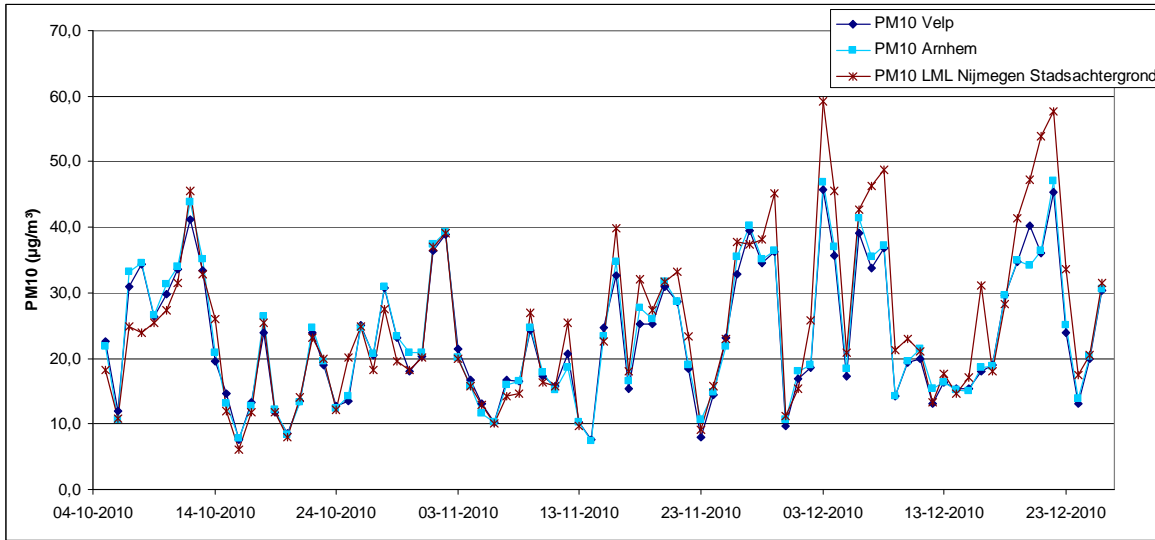
De toegepaste instrumenten zijn van het type SEQ47/50 van Sven Leckel uit Duitsland (kortweg "Leckel"). Voorafgaand aan en na afloop van de meetcampagne zijn de debieten en de sensoren voor de temperatuur van de buitenlucht en de luchtdruk van de Leckels gecontroleerd. De temperatuur mag maximaal 2 graden Celsius afwijken en de druk 20 hPa. Aan deze eisen wordt voldaan. Het debiet mag maximaal 2% afwijken van de standaard debietinstelling van 2,3 m<sup>3</sup>/uur. Hieraan wordt voldaan.

Tijdens de periode van 14 dagen is er ook een zogenaamde veldblanco meegenomen. Dat is een filter dat niet bemonsterd wordt, maar wel in het apparaat aanwezig is en ook gewogen wordt. Dit wordt gedaan ter controle van het proces, maar volgens afspraak wordt voor deze blanco-waarde niet gecorrigeerd. De NTA en EN-normen schrijven voor dat de veldblanco in de voor- en naweging niet meer dan 40 µg van elkaar mogen verschillen. Van de 24 veldblanco's is dit onderzoek voldeden 20 aan dit criterium. De overige 4 (maximaal 85 µg) kwamen verspreid over de locaties en PM<sub>2.5</sub> en PM<sub>10</sub> fracties voor, zodat er geen sprake is van een systematische fout in de procedure.

### *Vergelijking met stadsachtergrondconcentraties*

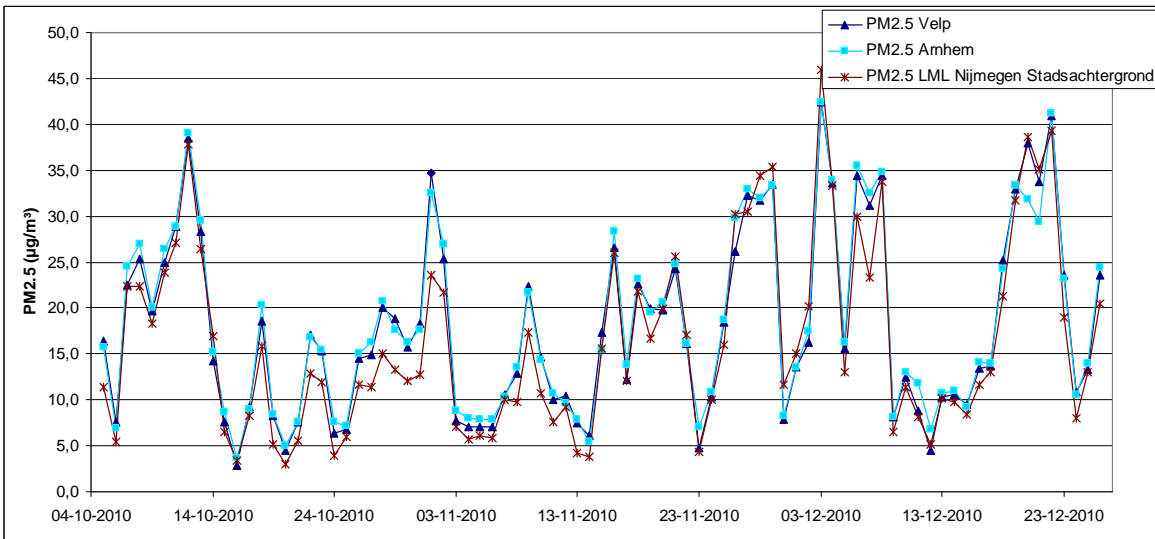
Omdat er gedurende drie maanden is gemeten is gekeken hoeveel de concentraties luchtverontreiniging in deze periode afweken van het jaarlijkse gemiddelde. Dit is beoordeeld aan de hand van gegevens van een stadsachtergrondconcentratie in Nijmegen (de Ruyterstraat) van het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM. Het is hiervoor belangrijk dat de gemeten concentratieniveaus en de variatie daarin op deze stadsachtergrondlocatie overeenkomen met die in Arnhem en Velp. In Figuur 8 en Figuur 9 is te zien dat de metingen op de stadsachtergrond in Nijmegen goed overeenkomen met de metingen in Arnhem en Velp.

Het RIVM meet PM<sub>10</sub> met behulp van Automatic Analyzers ESM FH 621-R. Deze monitoren werken volgens het principe van verzwakking van β-straling. De metingen worden per 24 uur gerapporteerd. Het RIVM meet PM<sub>2.5</sub> met behulp van Derenda Active Samplers, volgens het gravimetrische principe. De metingen worden per 24 uur gerapporteerd.



**Figuur 8.** PM<sub>10</sub> metingen in Arnhem, Velp en stadsachtergrond Nijmegen\*

\*De gegevens van de stadsachtergrond Nijmegen zijn afkomstig van het Landelijke Meetpunt Luchtkwaliteit van het RIVM.



**Figuur 9.** PM<sub>2.5</sub> metingen in Arnhem, Velp en stadsachtergrond Nijmegen\*

\*De gegevens van de stadsachtergrond Nijmegen zijn afkomstig van het Landelijke Meetpunt Luchtkwaliteit van het RIVM.

## Bijlage 2: Meetmethode zwarte rook

*Technische informatie over de meetmethode, verkregen van TNO.*

De PM<sub>10</sub> filters zijn geanalyseerd volgens de zwarte rook methode beschreven in ISO norm "9835: 1993 – Buitenlucht – Bepaling van de zwarte rook index". Er is echter geen doorvertaling gemaakt van de absorptie coëfficiënt naar de zwarte rook index, de massamaat voor de totale fijnstofconcentratie (TSP) die gerelateerd is aan de absorptie coëfficiënt. De relatie is gebaseerd op metingen in de jaren 1960. Deze relatie is sindsdien sterk veranderd en varieert bovendien van plaats tot plaats. De absorptie coëfficiënt zelf is daardoor een betere maat voor de hoeveelheid zwart fijn stof (verbrandingsaerosol).

De methode is gebaseerd op de mate van zwartheid van een filter dat is beladen met fijn stof. De zwartheid van de vlek wordt bepaald door het meten van de hoeveelheid gereflecteerd wit licht van het filter met fijn stof ten opzichte van een schoon filter van hetzelfde materiaal. Het gereflecteerde licht is afkomstig van het (witte) filter dat zich onder het verzamelde fijn stof bevindt. Uit de verhouding van de intensiteit van het gereflecteerde licht van een schoon filter en de intensiteit van het gereflecteerde licht van een beladen filter wordt de absorptie coëfficiënt bepaald.

Het is belangrijk op te merken dat in de norm voor zwarte rook voorgeschreven is dat er met een debiet van 2 m<sup>3</sup>/dag (0,083 m<sup>3</sup>/uur) wordt bemonsterd. Op dit punt wijken de metingen van de norm af: op de filters is veel meer fijn stof verzameld. Om na te gaan of er sprake is van verzadigingseffecten doordat er meer fijnstof wordt bemonsterd dan voorgeschreven, is gedurende 23 dagen aan het eind van de meetcampagne op de locatie in Arnhem ook met een MAAP black carbon monitor gemeten.

Het meetprincipe van de MAAP (Thermoscience Model 5012) is gebaseerd op de meting van de transmissie en reflectie van licht door verzameld fijn stof. In de MAAP wordt fijn stof bemonsterd met een debiet van 16,7 l/min op een filterband.

Uit de metingen blijkt dat er een sterke relatie is tussen de absorptie coëfficiënt en de concentratie van black carbon. Wel is het zo dat naarmate de concentratie van black carbon toeneemt, de toename in de absorptie coëfficiënt afzwakt. Er is dus inderdaad sprake van enige verzadiging. De gevonden relatie in Arnhem komt goed overeen met eerder gevonden relaties langs de Pleyroute in Arnhem (februari-maart 2010), langs de A10 bij Amsterdam (juni 2010) en op een stadsachtergrond locatie in Amsterdam (juni 2010). Blijkbaar is de relatie tussen de MAAP metingen en de absorptie metingen niet sterk afhankelijk van het type locatie (verkeersbelast of achtergrond) of tijdstip van het jaar.

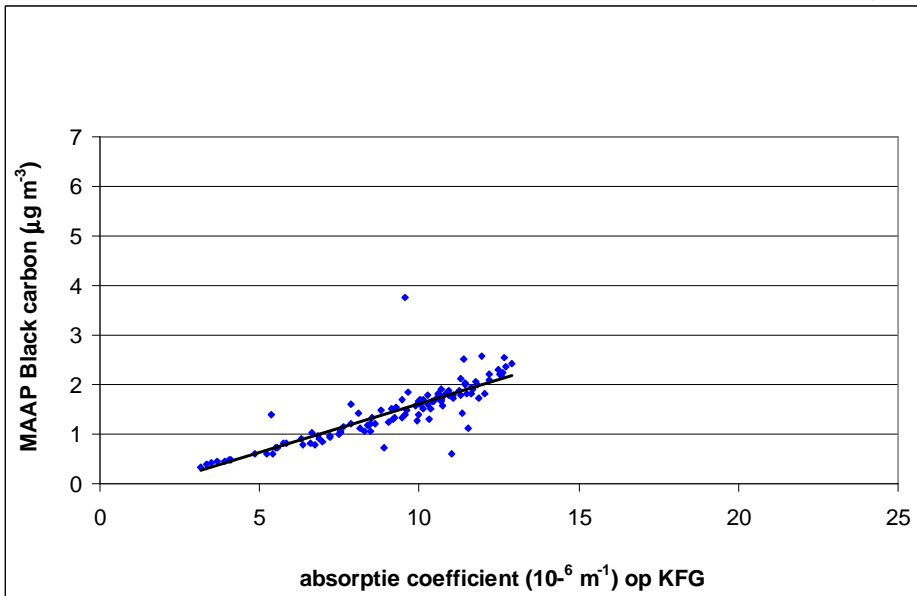
*Correctiefactor voor zwarte rook bepaald door GGD Gelderland-Midden en TNO*

Met behulp van de vergelijkingsmetingen van de A10 in Amsterdam en langs de A325 in Arnhem uit 2010 is een correctiefactor afgeleid voor hogere black carbon waarden. Tot 13\*10<sup>-6</sup>/m treedt er nog geen verzadiging op, zie Figuur 10. Voor concentraties boven 13\*10<sup>-6</sup>/m treedt wel verzadiging op, zie Figuur 11. Van de zwarte rook metingen in Arnhem en Velp is 12% boven 13\*10<sup>-6</sup>/m. Voor concentraties boven 13\*10<sup>-6</sup>/m is de volgende correctiefactor toegepast:

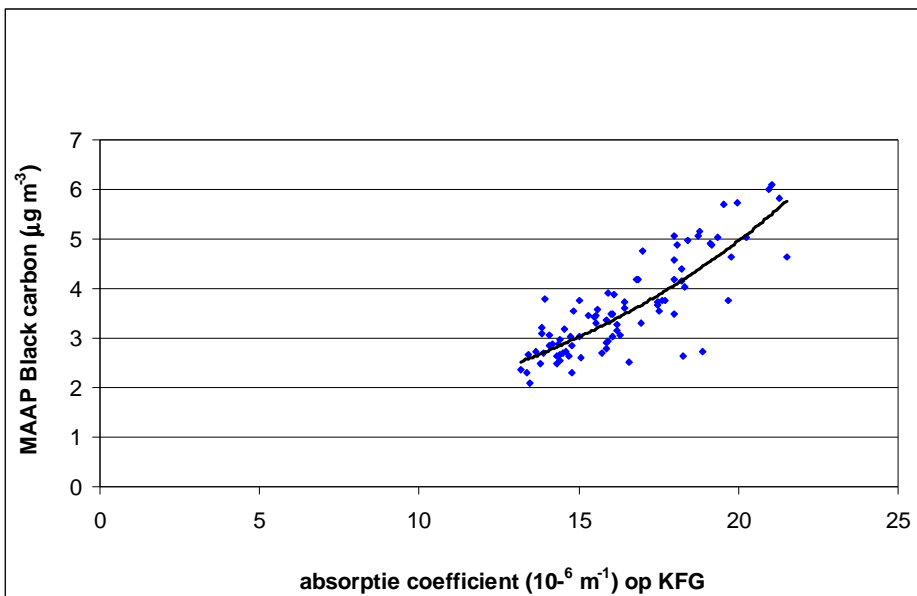
Gecorrigeerde absorptie eenheid MAAP = 0,6812 \* Exp (0,0993\*absorptie)

Waarna de 'Gecorrigeerde absorptie eenheid MAAP' is teruggerekend naar 'Gecorrigeerde absorptie eenheid absorptie' met de formule:

Gecorrigeerde absorptie eenheid absorptie = Gecorrigeerde absorptie eenheid MAAP \* 5,06 + 1,82



**Figuur 10.** Vergelijking zwarte rookmetingen gemeten via absorptie ten opzichte van referentiemethode MAAP, tot absorptie  $13 \cdot 10^{-6}/\text{m}$

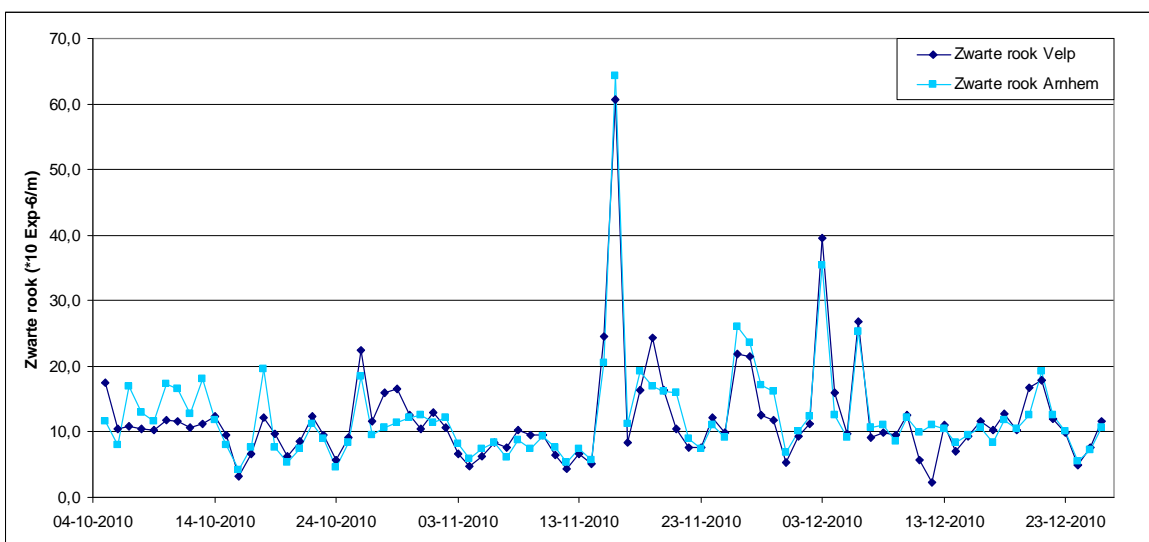


**Figuur 11.** Vergelijking zwarte rookmetingen gemeten via absorptie ten opzichte van referentiemethode MAAP, vanaf absorptie  $13 \cdot 10^{-6}/\text{m}$

De zwarte rook waarden voor en na correctie voor verzadiging zijn weergegeven in Tabel 8 en Figuur 12. De gecorrigeerde waarden zijn in het onderzoeksrapport gebruikt.

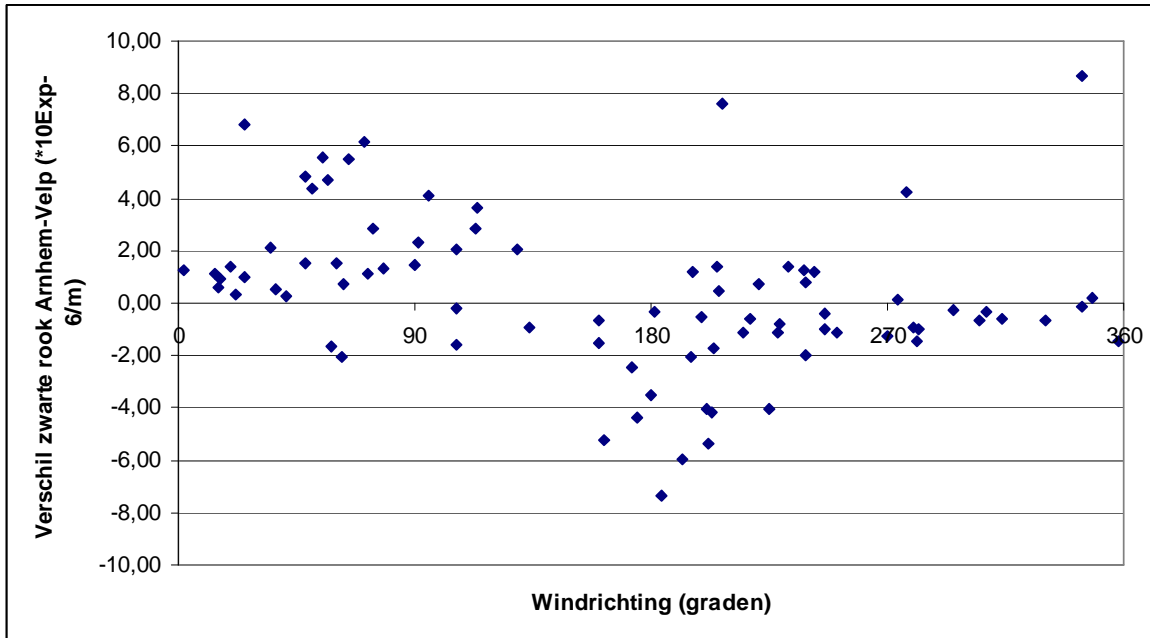
**Tabel 8.** Zwarte rook concentraties voor en na correctie voor verzadiging (\* 10<sup>-6</sup>/m)

	Ongecorrigeerd	Gecorrigeerd
<b>Arnhem</b>	11,1	12,3
<b>Velp</b>	10,4	12,0



**Figuur 12.** Zwarte rook metingen in Arnhem en Velp

In Figuur 13 is het verschil in zwarte rook concentraties tussen de meetpunten in Arnhem en Velp uitgezet tegen de windrichting. Een positieve concentratie betekent dat de concentraties in Arnhem groter zijn dan in Velp. Een negatieve concentratie betekent dat de concentraties in Velp groter zijn dan in Arnhem. Bij noordoosten wind (tussen de 0 en 90 graden) is de meetlocatie in Arnhem meer belast, zoals te zien is in de figuur 13 Bij zuidwesten wind is de meetlocatie in Velp meer belast, zoals te zien is in Figuur 13.



**Figuur 13.** Windrichting en verschil in zwarte rook tussen Arnhem en Velp\*

\*Windrichting 0 graden: Noord, 90 graden: Oost, 180 graden: Zuid, 270 graden: Oost.

Zwarte rook concentraties zijn gecorrigeerd voor verzadiging.

#### Zwarte rook concentraties in andere onderzoeken

Zwarte rook is door TNO volgens dezelfde methode gemeten in enkele andere onderzoeken. Ter vergelijking zijn de gemeten concentraties in deze onderzoeken kort samengevat in Tabel 9. De concentraties zwarte rook vlak langs de A10 en A325 zijn volgens verwachting hoger dan de concentraties die zijn gemeten op 110 en 145 meter afstand van de A12. De concentraties zwarte rook op de stadsachtergrondlocatie in Amsterdam zijn zoals verwacht lager.

**Tabel 9.** Zwarte rook concentraties in andere onderzoeken in vergelijking met nulmeting\*

Meetlocatie	Zwarte rook (*10 <sup>6</sup> /m)
Amsterdam Overtoom Stadsachtergrond	8,6
Amsterdam dicht langs A10	16,6
Arnhem dicht langs A325 Pleyroute	15,0
Dit onderzoek, 110-145 meter van A12 Waterberg - Velperbroek	12,0

\*Concentraties zijn gecorrigeerd voor verzadiging volgens dezelfde formule als gebruik voor de metingen langs de A12.



## Bijlage 3: Meetmethode NO<sub>2</sub>

### *Technische informatie over de meetmethode*

De NO<sub>2</sub> concentratie is 4-wekelijks gemeten met behulp van Palmes diffusiebuisjes. De buisjes zijn in een beschermkoker opgehangen op de onderzoekslocaties. Naast de twee onderzoekslocaties zijn ook buisjes opgehangen bij LML meetstation 742, de Ruyterstraat in Nijmegen. Deze metingen zijn vergeleken met de referentie NO<sub>2</sub> meting op het LML station. De vergelijking levert voor iedere 4-wekelijkse periode een calibratiefactor op, waarmee de concentratie op de onderzoekslocaties wordt gecorrigeerd. Op elke locatie is in triplo gemeten, waaruit het gemiddelde en de onzekerheid in het gemiddelde (95% betrouwbaarheidsinterval) is bepaald.

De buisjes zijn geprepareerd en geanalyseerd door Gradko Environmental. Gradko Environmental is geaccrediteerd door UKAS (United Kingdom Accreditation Service) in overeenstemming met de internationale standaard ISO/IEC 17025:2005 (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories). Voor de preparatie en analyse van de samplers werken zij volgens de norm EN 13528 (Diffusive samplers for the determination of concentrations of gases and vapours).

Bij de analyse meet Gradko ook een labblanco mee. Dit wordt gedaan ter controle van hun interne proces, maar de concentratie wordt niet voor deze blanco-waarde gecorrigeerd.

### *Details NO<sub>2</sub> meetwaarden*

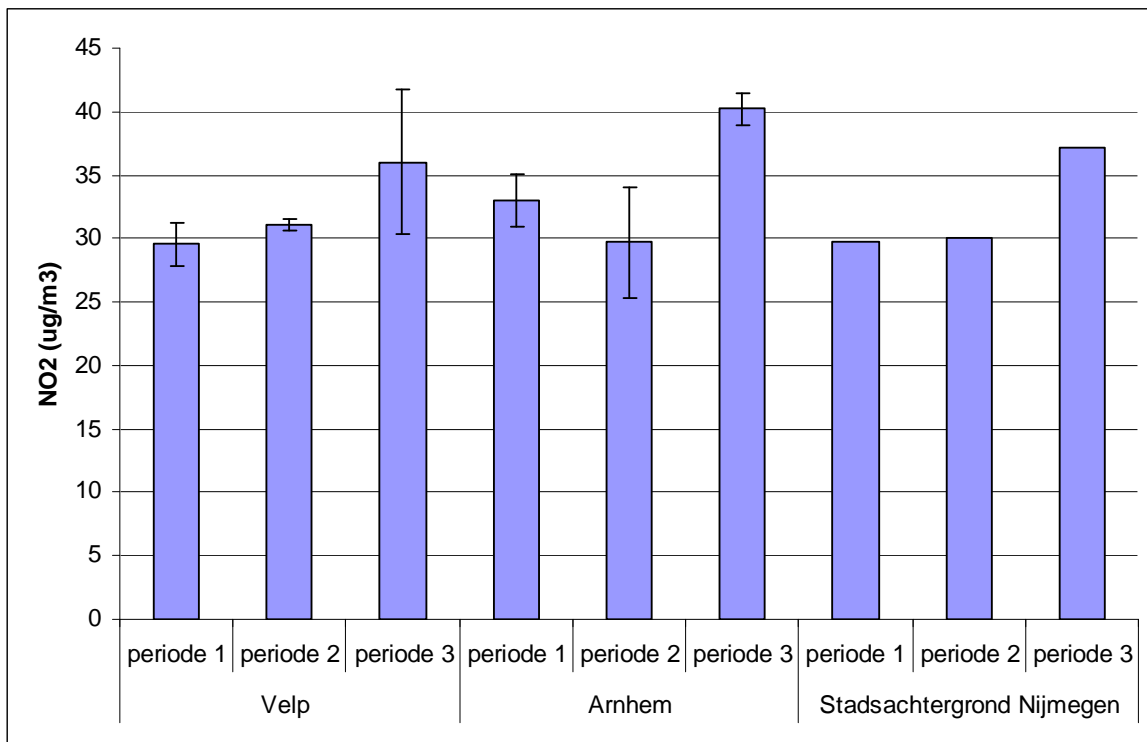
Informatie over de gemiddelde NO<sub>2</sub> concentraties in de drie meetperiodes, de 95% betrouwbaarheidsintervallen en de variatiecoëfficiënt is weergegeven in Tabel 10 en Figuur 14.

De variatie tussen de triplometingen is in twee van de zes gevallen groter dan 10%. Bij het bemonsteren en analyseren van de buisjes zijn geen onregelmatigheden opgetreden. De grote spreiding in deze twee gevallen is daarom niet te verklaren door onregelmatigheden.

**Tabel 10.** NO<sub>2</sub> waarden in de drie meetperiodes (µg/m<sup>3</sup>)\*

	Velp				Arnhem			
	Okt	Nov	Dec	Gemiddelde	Okt	Nov	Dec	Gemiddelde
Buisje 1	31,3	30,7	38,9		35,1	25,4	41,0	
Buisje 2	28,9	31,4	30,2		31,9	32,8	40,6	
Buisje 3	28,4	31,4	39,1		32,1	30,9	39,0	
<b>Gemiddelde</b>	<b>29,5</b>	<b>31,1</b>	<b>36,0</b>	<b>32,2</b>	<b>33,0</b>	<b>29,7</b>	<b>40,2</b>	<b>34,3</b>
Onzekerheid 95% betrouwbaarheid	1,7	0,5	5,7		2,0	4,4	1,2	
Standaarddeviatie	1,5	0,4	5,1		1,8	3,9	1,1	
Variatiecoëfficiënt	5,1%	1,3%	14,1%		5,5%	13,1%	2,7%	

\*Periode oktober: 4 oktober – 1 november 2010. Periode november: 1 – 29 november 2010. Periode december: 29 november – 27 december 2010.



**Figuur 14.** NO<sub>2</sub> concentraties in de drie meetperioden op beide meetlocaties. De balken geven de 95% betrouwbaarheidsintervallen van de triplo-metingen aan. Ter vergelijking zijn de concentraties van het stadsachtergrondmeetstation in Nijmegen van het RIVM ook weergegeven.

*RIVM metingen stadsachtergrondconcentratie*

Het RIVM meet NO<sub>2</sub> met behulp van Automatic Analyzers API M200E en API 200A AMX. Deze monitoren werken volgens het principe van chemiluminescentie. De metingen worden per uur en per dag gerapporteerd. Gegevens zijn afkomstig van het stadsachtergrondstation aan de Ruyterstraat te Nijmegen.

## Bijlage 4. Verkeerstellingen

Voor een goede vergelijking tussen de voor- en nameting zijn ook gegevens over verkeerstellingen nodig. De verkeersintensiteiten voor de voormetingen zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat en zijn weergegeven in Tabel 11. Deze verkeerstellingen zijn hier alvast gedocumenteerd voor gebruik na de nameting.

**Tabel 11.** Verkeerstellingen A12 Waterberg-Velperbroek\*

	Licht verkeer	Middelzwaar verkeer	Zwaar verkeer	Totaal
<b>Weekdagen</b>	70010	7180	8309	85499
<b>Weekenddagen</b>	60063	2827	1360	64249
<b>Alle dagen</b>	67952	5994	6376	80322

\*Gegevens van Rijkswaterstaat. Periode 5 oktober tot 27 december 2010.