

# Rapport

## LUCHTKWALITEIT LANGS DE A12 WATERBERG-VELPERBROEK

Moniek Zuurbier en Simone Lops  
Team Milieu en Gezondheid

juli 2016



Gelderland-Midden

[www.vggm.nl](http://www.vggm.nl)



# INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
1.1 Aanleiding nameting .....	7
1.2 MEETADVIES .....	7
1.2.1 Lucht.....	7
1.2.2 Geluid .....	8
2 METHODE.....	9
2.1 Selectie meetbureau.....	9
2.2 Meetlocaties .....	9
2.3 Meetperiode.....	10
2.4 Meetmethoden .....	10
2.4.1 Meetmethode $PM_{2,5}$ .....	10
2.4.2 Meetmethode zwarte rook (roet)/absorptie coëfficiënt .....	10
2.4.3 Meetmethode $NO_2$ .....	11
3 RESULTATEN .....	13
3.1 Meetresultaten luchtkwaliteit langs de A12 .....	13
3.2 Referentiecijfers luchtkwaliteit.....	13
3.3 Meteorologie .....	14
3.4 Verkeerstellingen, snelheid en trajectcontrole.....	15
3.5 Gezondheid .....	16
4 DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	17
BIJLAGE 1. MEETMETHODE $PM_{2.5}$ .....	19
BIJLAGE 2. MEETMETHODE ROET (ZWARTE ROOK).....	21
BIJLAGE 3. MEETMETHODE STIKSTOFDIOXIDE ( $NO_2$ ).....	23
BIJLAGE 4. OMREKENING VAN RUWE MEETGEGEVENS NAAR JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIES .....	24



## SAMENVATTING

Rijkswaterstaat heeft in de jaren 2011 en 2012 de snelweg A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek verbreed 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. In opdracht van de gemeenten Arnhem, Rozendaal en Rheden heeft GGD Gelderland-Midden in 2010, voorafgaand aan de verbreding, een nulmeting uitgevoerd van de luchtkwaliteit langs dit traject van de A12. In 2015/2016 is in opdracht van de gemeenten Arnhem en Rheden een nameting uitgevoerd.

Het doel van de metingen is inzicht te verkrijgen in de luchtkwaliteit in het woongebied rond de A12 vóór en na de verbreding. Omdat ook andere factoren dan alleen de verbreding van invloed zijn op de luchtkwaliteit, kan niet precies worden bepaald welk deel van de verandering in de luchtkwaliteit is toe te schrijven aan de verbreding.

Er zijn metingen uitgevoerd van fijn stof ( $PM_{2,5}$ ), roet (gemeten als zwarte rook) en stikstofdioxide ( $NO_2$ ) in twee woonwijken aan weerszijden van de snelweg. De nameting is op dezelfde locaties en op dezelfde wijze uitgevoerd als de nulmeting. Om de invloed van de weersomstandigheden te beperken zijn de nulmeting en de nameting in dezelfde periode van het jaar uitgevoerd en zijn de meetresultaten omgerekend naar jaargemiddelde concentraties. Om rekening te houden met de invloed van de wind zijn de resultaten van de twee meetlocaties aan weerszijden van de weg (Arnhem en Velp) gemiddeld.

De luchtkwaliteit langs de A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek is tussen 2010 en 2015 verbeterd. De concentratie  $PM_{2,5}$  is in deze periode met ongeveer 25% afgenomen, de concentratie  $NO_2$  is ongeveer 5% gedaald en de concentratie roet is ongeveer 31% gedaald.

De luchtkwaliteit is in Nederland de afgelopen jaren overal verbeterd. Het is dan ook interessant om te bekijken of de verandering in luchtkwaliteit langs de A12 vergelijkbaar is met de gemiddelde landelijke afname. Per gemeten stof is de afname tussen 2010 en 2015 langs de A12 vergeleken met de gemiddelde afname bij alle stedelijke achtergrondstations.

De concentratie  $PM_{2,5}$  is langs de A12 ongeveer evenveel afgenomen als gemiddeld, respectievelijk 25% en 24%. De concentratie  $NO_2$  is langs de A12 minder sterk afgenomen dan gemiddeld (5% langs de A12, tegen 15% gemiddeld). De concentratie roet is langs de A12 juist sterker afgenomen dan gemiddeld (31% langs de A12 tegen 21% gemiddeld).

Het is niet aannemelijk dat deze relatief grote verschillen in afname ten opzichte van de landelijke afname uitsluitend zijn toe te schrijven aan de luchtverontreiniging veroorzaakt door de A12. Mogelijk hebben andere bronnen dan de A12, zoals houtstook en lokaal verkeer, de metingen beïnvloed. Maar ook toevalsvariatie in de metingen kan hier een rol spelen.

De gemeten concentraties luchtverontreinigende stoffen langs de A12 liggen onder de normen. Maar ook onder de normen veroorzaakt blootstelling aan luchtverontreiniging gezondheidsschade, zoals luchtwegklachten en hart- en vaataandoeningen. Maatregelen waarmee de (blootstelling aan) luchtverontreiniging wordt beperkt, leveren dan ook gezondheidswinst op. De GGD doet daartoe de volgende aanbevelingen:

- Om de luchtkwaliteit langs de A12 (verder) te verbeteren zou de trajectcontrole opnieuw ingevoerd kunnen worden. Door middel van de trajectcontrole wordt de snelheid beperkt

en worden de emissies van NO<sub>2</sub> en roet verlaagd. Het verlagen van de maximumsnelheid van 100 km/uur naar 80 km/uur zou een nog grotere verbetering opleveren.

- Om blootstelling van mensen aan luchtverontreiniging te beperken is het belangrijk om bij het plannen van gevoelige bestemmingen, zoals woningen, scholen en kinderdagverblijven, de minimale afstand van 100-300 meter van de snelweg aan te houden die wordt geadviseerd in de Landelijke GGD-richtlijn Luchtkwaliteit en Gezondheid<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Van der Zee, S. et al. GGD-richtlijn medische milieukunde: luchtkwaliteit en gezondheid, RIVM, Bilthoven, 2008.

# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding nameting

Rijkswaterstaat heeft in de jaren 2011 en 2012 de snelweg A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek verbreed 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 (vanaf ongeveer 50 meter) van de snelweg. GGD Gelderland Midden, onderdeel van 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>2</sup>. Daarnaast heeft de GGD advies gegeven over het uitvoeren van metingen. De GGD heeft geadviseerd om vóór en na de verbreding een meting uit te laten voeren van de luchtkwaliteit langs het tracé Waterberg – Velperbroek ter hoogte van de woonbebouwing. Naar aanleiding van dit advies is in 2010 een nulmeting uitgevoerd<sup>3</sup>. In 2015/16 is de nameting uitgevoerd in opdracht van de gemeenten Arnhem en Rheden.

Het doel van de metingen is inzicht te verkrijgen in de luchtkwaliteit in het woongebied rond de A12 vóór en na de verbreding. Uit vergelijking tussen de voor- en nameting kan worden beoordeeld of de luchtkwaliteit na de verbreding is veranderd. Daarbij moet uiteraard rekening worden gehouden met het feit dat ook andere aspecten dan alleen de verbreding van invloed zijn op de luchtkwaliteit.

Volgens berekeningen in het tracébesluit<sup>4</sup> zou de luchtkwaliteit na de verbreding op enkele plaatsen iets (minder dan 1,17 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>) verslechteren, en op andere plekken iets verbeteren. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een maximum snelheid van 100 km/uur. Bij de berekening is niet aangegeven of dit zonder of met trajectcontrole is (met trajectcontrole is de gemiddelde snelheid van normale voertuigen lager dan zonder trajectcontrole). Bij verlaging van de maximum snelheid naar 80 km/uur zou de luchtkwaliteit in het gehele plangebied rondom de verbreding verbeteren.

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

## 1.2 MEETADVIES

### 1.2.1 Lucht

In het bureauonderzoek<sup>1</sup> heeft de GGD aangeraden om metingen te doen van luchtverontreiniging, ook al blijven de concentraties stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en fijn stof (PM<sub>2,5</sub>) dicht langs de A12 volgens de berekeningen onder de norm. Uit 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 de stoffen waarvoor de grenswaarden gelden, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>, niet altijd de juiste stoffen zijn

---

<sup>2</sup> Zuurbier M, Van de Weerd R, Bureauonderzoek gezondheidseffecten verbreding A12 Waterberg-Velperbroek, Hulpverlening Gelderland Midden, Arnhem, 2010 ([www.vggm.nl/ggd/milieu\\_en\\_gezondheid/folders\\_en\\_publicaties](http://www.vggm.nl/ggd/milieu_en_gezondheid/folders_en_publicaties)).

<sup>3</sup> Zuurbier M, Van de Weerd R, Nulmeting luchtkwaliteit verbreding A12 Waterberg-Velperbroek. Veiligheids- en gezondheidsregio Gelderland Midden, Arnhem, 2011 ([www.vggm.nl/ggd/milieu\\_en\\_gezondheid/folders\\_en\\_publicaties](http://www.vggm.nl/ggd/milieu_en_gezondheid/folders_en_publicaties)).

<sup>4</sup> Arcadis, Luchtkwaliteitsstudie Tracébesluit Rijksweg A12 Waterberg-Velperbroek -Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2009

om gezondheidseffecten uit af te leiden.  $PM_{10}$  is een goede indicator om de gezondheidseffecten van fijn stof in het algemeen te beoordelen op landelijk of regionaal schaalniveau, maar schiet tekort om lokaal - direct langs een drukke snelweg - de specifieke invloed van het verkeer op de luchtkwaliteit te kunnen beoordelen. Lokaal zijn  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  en roet betere indicatoren voor verkeersgerelateerde luchtverontreiniging en de daarmee samenhangende gezondheidseffecten. De GGD heeft daarom geadviseerd om metingen te doen van  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  en roet.

### **1.2.2 Geluid**

Naar aanleiding van het bureauonderzoek heeft de GGD geadviseerd om geen geluidmetingen uit te voeren. Geluidmetingen kunnen erg worden beïnvloed door lokale verstoringen. Bovendien is uit onderzoek gebleken dat de geluidbelasting goed kan worden ingeschat door middel van geluidberekeningen. Het uitvoeren van geluidmetingen heeft geen toegevoegde waarde.



## 2 METHODE

### 2.1 Selectie meetbureau

De metingen zijn, net als bij de nulmeting, uitgevoerd door TNO. De GGD heeft de gegevens geanalyseerd, geïnterpreteerd en het eindrapport geschreven.

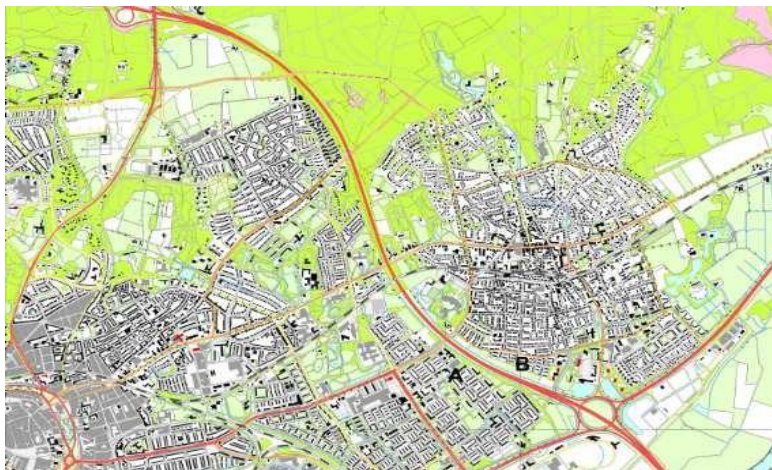
### 2.2 Meetlocaties

De metingen zijn uitgevoerd op dezelfde locaties als tijdens de nulmeting in 2010.

De locaties liggen niet verder dan 200 meter van de snelweg en in de woonbebouwing, zodat de daadwerkelijke blootstelling van de bevolking wordt gemeten. Aangezien geluidsschermen de concentraties luchtverontreiniging op korte afstand kunnen beïnvloeden, is geadviseerd om niet te meten binnen 70 meter van de geluidsschermen. De schermen die bij de verbreding zijn geplaatst en/of verhoogd, hebben daardoor geen invloed op de meetresultaten.

Dicht bij de weg zijn de concentraties  $PM_{2.5}$ ,  $NO_2$  en roet iets hoger dan wat verder van de weg. Omdat het doel van het onderzoek is om het verschil in concentratie tussen 2010 en 2015 te bepalen, maakt het voor dit onderzoek niet uit dat de meetlocaties op enige afstand van de weg liggen.

De meetlocaties zijn gesitueerd 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 en figuur 2. De locaties liggen aan weerszijden van de snelweg, om rekening te houden met de invloed van de wind. De locaties liggen op respectievelijk 145 en 110 meter afstand van de A12. Op beide locaties zijn ten tijde van de voor- en nameting 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



Meetlocatie Velp



Meetlocatie Arnhem

**Figuur 2.** Meetlocatie Velp en meetlocatie Arnhem in 2015

## 2.3 Meetperiode

De nulmeting en de nameting zijn beide gedurende 12 weken uitgevoerd. Tijdens de nul- en nameting waren er geen wegwerkzaamheden langs dit traject van de A12.

Om de kans op vergelijkbare meteorologische en verkeersomstandigheden zo groot mogelijk te maken is de nameting in ongeveer dezelfde maanden uitgevoerd als de nulmeting. De nulmeting is uitgevoerd van 5 oktober tot 27 december 2010. De nameting is uitgevoerd van 5 november 2015 tot 27 januari 2016.

## 2.4 Meetmethoden

### 2.4.1 Meetmethode $PM_{2,5}$

$PM_{2,5}$  is 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 zijn berekend door middel van de gewichtstoename van het filter en het bemonsterde volume. Ter controle zijn ook filters gebruikt als veldblanco's. Zie bijlage 1 voor details van de meetmethode en de kwaliteitscontrole.

### 2.4.2 Meetmethode zwarte rook (roet)/absorptie coëfficiënt

Zwarte rook is een maat voor roet. De meetmethode is gebaseerd op de mate van zwartheid van een filter dat is beladen met fijn stof. De zwartheid van het filter wordt bepaald door het meten van de hoeveelheid gereflecteerd licht van het filter met fijn stof. Ook voor roet zijn dagconcentraties berekend.

De filters zijn met een groter debiet bemonsterd dan de norm voor roet voorschrijft. Er is daarom kans op verzadiging van de filters, omdat een filter niet zwarter dan zwart kan worden. In 2010 zijn er 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 roet. Hier wordt voor gecorrigeerd bij zowel de voor- als nameting. Zie bijlage 2 voor details van de meetmethode, de kwaliteitscontrole en de gebruikte correctiefactor.

### **2.4.3 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 kalibratiefactor op, waarmee de concentratie op de onderzoekslocaties wordt gecorrigeerd. Op elke locatie is minimaal 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.



## 3 RESULTATEN

### 3.1 Meetresultaten luchtkwaliteit langs de A12

In tabel 1 staan de jaargemiddelde concentraties langs de A12 in 2010 en 2015, die op basis van de metingen zijn berekend. De jaargemiddelde concentraties zijn berekend door per component de bij een referentie station gemeten verhouding tussen de concentratie in de meetperiode en de concentratie in het gehele jaar, toe te passen op de gemeten concentraties langs de A12 (zie bijlage 4 voor details over de omrekening). De meetresultaten van de twee meetlocaties aan weerszijden van de A12 zijn gemiddeld, om te corrigeren voor het effect van de windrichting op de meetresultaten (zie ook paragraaf 3.3).

**Tabel 1.** Jaargemiddelde concentraties PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en roet langs de A12 in 2010 en 2015.

	<b>Nulmeting 2010</b>	<b>Nameting 2015</b>	<b>Afname 2010-2015</b>
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	21,6	16,2	5,4 (25%)
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	28,4	27,0	1,4 (5%)
Roet (10 <sup>-6</sup> /m)	11,1	7,6	3,5 (31%)

In tabel 1 is te zien dat de concentratie PM<sub>2,5</sub> langs de A12 tussen 2010 en 2015 met ongeveer 25% (5,4 µg/m<sup>3</sup>) is afgenomen. De concentratie NO<sub>2</sub> is ongeveer 5% (1,4 µg/m<sup>3</sup>) gedaald en de concentratie roet is ongeveer 31% (3,5 10<sup>-6</sup>/m) gedaald.

### 3.2 Referentiecijfers luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit is in Nederland de afgelopen jaren overal verbeterd. Het is dan ook interessant om te bekijken of de verandering in luchtkwaliteit langs de A12 vergelijkbaar is met de gemiddelde landelijke afname. In tabel 2 is de afname van de jaargemiddelde concentratie langs de A12 afgezet tegen de gemiddelde afname van alle stedelijke achtergrondstations tussen 2010 en 2015 (concentraties bepaald door middel van een op metingen gebaseerde trendanalyse)<sup>5</sup>.

**Tabel 2.** Afname van de concentratie PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en roet tussen 2010 en 2015 langs de A12 en gemiddeld van alle stedelijke achtergrondstations.

	<b>Gemiddelde afname meetlocaties</b>	<b>Gemiddelde afname alle stedelijke achtergrondstations*</b>
	<b>A12</b>	
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	5 (25%)	4 (24%)
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	1 (5%)	5 (15%)
Roet (%**)	31%	21%

\* Bron: Hoogerbrugge, R. Trendanalyse toont: concentraties PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> blijven dalen. Tijdschrift Lucht, juni 2016.

\*\* De concentraties roet worden door TNO (metingen A12) uitgedrukt in 10<sup>-6</sup>/m en door het RIVM (stedelijke achtergrondstations) uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup>. De absolute waarde van deze metingen zijn daardoor niet vergelijkbaar, maar de RIVM gegevens kunnen wel gebruikt worden voor een relatieve vergelijking. Daarom is de afname in de roet concentraties alleen weergegeven in een percentage afname ten opzichte van 2010.

<sup>5</sup> Hoogerbrugge, R. et al. Trendanalyse toont: concentraties PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> blijven dalen. Tijdschrift Lucht, juni 2016.

Gekozen is voor het gemiddelde van stedelijke achtergrondstations als referentie, omdat dergelijke meetstations op met onze meetlocatie vergelijkbare pekken staan; tussen bebouwing en op enige afstand van drukke wegen.

In tabel 2 is te zien dat de concentratie PM<sub>2,5</sub> langs de A12 ongeveer evenveel is afgenomen als gemiddeld bij alle stedelijke achtergrondstations in Nederland, respectievelijk 25% en 24%. De concentratie NO<sub>2</sub> is langs de A12 minder sterk afgenomen dan gemiddeld bij de stedelijke achtergrondstations. NO<sub>2</sub> is langs de A12 5% gedaald, tegen 15% bij de stedelijke achtergrondstations. Roet is langs de A12 juist sterker gedaald dan gemiddeld bij de stedelijke achtergrondstations. Roet is langs de A12 31% gedaald, tegen 21% bij de stedelijke achtergrondstations.

### 3.3 Meteorologie

Om de weersomstandigheden tijdens de nameting te vergelijken met de weersomstandigheden tijdens de nulmeting en met lange termijn karakteristieken zijn meteorologische gegevens opgevraagd van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Meetstation Deelen is het meest nabij gelegen KNMI meetstation.

In tabel 3 zijn de gemiddelde weersomstandigheden weergegeven tijdens de nulmeting en de nameting en tijdens de tien jaar voorafgaand aan de nulmeting (als langjarige referentie).

**Tabel 3.** Meteorologie

<b>Gemiddelde in tijdsperiode</b>	<b>Meetperiode nulmeting</b>	<b>Meetperiode nameting</b>	<b>10 jaar voorafgaand aan nulmeting (2001-2010)</b>
Windsnelheid (m/s)	3,8	5,0	3,8
Temperatuur (°C)	4,1	7,3	10,2
Neerslag (mm)	2,3	3,4	2,4
Aantal dagen met neerslag (%)	56	74	51
Luchtdruk (hPa)	1010,5	1015,7	1015,3

Gegevens van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Waarden zijn gemiddelden van etmaalgemiddelden. De meetperiode van de nulmeting beslaat de periode 5 oktober tot 27 december 2010, de meetperiode van de nameting beslaat de periode 5 november 2015 tot 27 januari 2016.

In tabel 3 is te zien is dat de winter van 2015/2016 een zachte winter is geweest. In vergelijking met de winter waarin de nulmeting is gedaan was de gemiddelde temperatuur hoger en viel er meer regen op meer dagen van de meetperiode. Ook de gemiddelde windsnelheid was hoger tijdens de nameting dan tijdens de nulmeting. Voor het verschil in weersomstandigheden wordt gecorrigeerd door de omrekening naar jaargemiddelde concentraties.

De windrichting is op twee manieren van belang voor de metingen. Ten eerste worden de achtergrondconcentraties luchtverontreiniging door de windrichting beïnvloed; bij zuiden- en oostenwind wordt vervuilde lucht aangevoerd uit Duitsland en België en bij noorden- en westenwind wordt schonere lucht aangevoerd vanaf zee en Scandinavië. Voor het verschil in achtergrondconcentratie wordt gecorrigeerd door de omrekening naar jaargemiddelde concentraties.

Daarnaast is de windrichting van belang voor invloed van de snelweg. In tabel 4 is weergegeven hoe vaak de wind waaide uit de richting die de meetlocaties het meest belast tijdens de nulmeting en de nameting en tijdens de tien jaar voorafgaand aan de nulmeting (2001-2010). 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.

**Tabel 4.** Windrichting vanaf snelweg naar meetlocatie

<b>Gemiddelde in tijdsperiode</b>	<b>Meetperiode nulmeting</b>	<b>Meetperiode nameting</b>	<b>10 jaar voorafgaand aan nulmeting (2001-2010)</b>
Wind naar meetlocatie Arnhem Windrichting noord tot oost*	27%	1%	19%
Wind naar meetlocatie Velp Windrichting zuid tot west*	35%	71%	46%

Gegevens van meetstation Deelen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) op basis van etmaalgemiddelden. De meetperiode van de nulmeting beslaat de periode 5 oktober tot 27 december 2010, de meetperiode van de nameting beslaat de periode 5 november 2015 tot 27 januari 2016.

\*Windrichting noord tot oost: 0 tot 90 graden, windrichting zuid tot west: 180 tot 270 graden.

Tijdens de voormeting werd het meetstation in Velp minder belast dan gebruikelijk, en tijdens de nameting juist meer. Daardoor zijn de concentraties in Velp minder sterk afgenomen dan in Arnhem (zie tabel 7, bijlage 4). Dit effect is sterker bij NO<sub>2</sub> en roet dan bij PM<sub>2.5</sub>. Dit gemeten verschil is niet representatief voor de jaargemiddelde concentraties luchtverontreiniging. In de meetopzet is gekozen voor meetstations aan weerszijden van de snelweg om rekening te kunnen houden met de windrichting. Voor de beoordeling van de algehele luchtkwaliteit rond de A12 wordt dan ook naar het gemiddelde van de twee meetlocaties gekeken.

### 3.4 Verkeerstellingen, snelheid en trajectcontrole

De verkeersintensiteiten tijdens de voor- en nametingen zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat en zijn weergegeven in tabel 5.

**Tabel 5.** Verkeerstellingen A12 Waterberg-Velperbroek in 2010 en 2015

	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>Toename 2010-2015</b>
Licht verkeer	70.330	76.450	8,7%
Middelzwaar verkeer	6.270	6.580	4,9%
Zwaar verkeer	6.350	6.700	5,5%
Totaal	82.950	89.730	8,2%

Bron: Rijkswaterstaat

De toename van het totale verkeer op dit traject tussen 2010 en 2015 is 8,2%. De toename van alle voertuigkilometers op alle rijkswegen in Nederland was in die periode 8,0% <sup>6</sup>. De verkeersintensiteit is door verbreding dus nauwelijks meer toegenomen dan op andere plekken in Nederland.

De maximumsnelheid op het traject A12 tussen knooppunten Waterberg en Velperbroek was voor de verbreding 100 km/uur en is dat nog steeds. Voor de verbreding was er echter een trajectcontrole aanwezig, na de verbreding niet meer. De emissies van personenauto's op snelwegen met handhaving van de snelheid, bijvoorbeeld door trajectcontrole, zijn iets lager dan zonder trajectcontrole. Personenauto's stoten bij 100 km/uur met handhaving van de snelheid 10% minder NO<sub>2</sub> uit dan zonder handhaving<sup>7</sup>. De emissies van vrachtverkeer zijn niet anders met en zonder handhaving bij snelwegen met een maximum snelheid van 100 km/uur, omdat vrachtverkeer langzamer rijdt dan 100 km/uur. Door het afschaffen van de trajectcontrole na de verbreding wordt dus mogelijk meer luchtverontreiniging uitgestoten dan voor de verbreding.

### 3.5 Gezondheid

Luchtverontreiniging veroorzaakt gezondheidsschade, ook onder de normen.

Gezondheidseffecten zijn vergelijkbaar met die van roken: luchtverontreiniging veroorzaakt luchtwegklachten en hart- en vaataandoeningen. De gezondheidseffecten van luchtverontreiniging voor de gemiddelde Gelderlander zijn vergelijkbaar met het passief roken van 10 sigaretten per dag<sup>8</sup>. De jaargemiddelde concentraties luchtverontreiniging die zijn verkregen op basis van de metingen langs de A12 hebben we ook doorvertaald naar passief roken. Voor de concentratie luchtverontreiniging op de meetlocaties langs de A12 in 2015 geldt dat de gezondheidseffecten vergelijkbaar zijn met het passief roken van ongeveer 11 sigaretten per dag. In 2010 was dat nog 15 sigaretten (passief roken) per dag.

---

<sup>6</sup> Publieksrapportage Rijkswegennet 3e periode 2015 , 28 januari 2016, Rijkswaterstaat ([www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/02/12/publieksrapportage-rijkswegennet-2015-3e-periode-2015-1-september-31-december](http://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/02/12/publieksrapportage-rijkswegennet-2015-3e-periode-2015-1-september-31-december)).

<sup>7</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen>.

<sup>8</sup> Zuurbier, M. Van de Weerd, R. Naar een gezonde lucht in Gelderland, Gezondheid meewegen in besluitvorming fysieke leefomgeving, Veiligheids- en gezondheidsregio Gelderland-Midden, Arnhem 2015 ([www.vggm.nl/ggd/milieu\\_en\\_gezondheid/folders\\_en\\_publicaties](http://www.vggm.nl/ggd/milieu_en_gezondheid/folders_en_publicaties)).



## 4 DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De luchtkwaliteit langs de A12 tussen de knooppunten Waterberg en Velperbroek is tussen 2010 en 2015 verbeterd. De concentratie  $PM_{2,5}$  is in deze periode met ongeveer 25% afgenomen, de concentratie  $NO_2$  is ongeveer 5% gedaald en de concentratie roet is ongeveer 31% gedaald.

De luchtkwaliteit is in Nederland de afgelopen jaren overal verbeterd. Het is dan ook interessant om te bekijken of de verandering in luchtkwaliteit langs de A12 vergelijkbaar is met de gemiddelde landelijke afname. Per gemeten stof is de afname tussen 2010 en 2015 langs de A12 vergeleken met de gemiddelde afname bij alle stedelijke achtergrondstations.

De concentratie  $PM_{2,5}$  is langs de A12 ongeveer evenveel afgenomen als gemiddeld, respectievelijk 25% en 24%. De concentratie  $NO_2$  is langs de A12 minder sterk afgenomen dan gemiddeld (5% langs de A12, tegen 15% gemiddeld). De concentratie roet is langs de A12 juist sterker afgenomen dan gemiddeld (31% langs de A12 tegen 21% gemiddeld).

Het is niet aannemelijk dat deze relatief grote verschillen in afname ten opzichte van de landelijke afname uitsluitend zijn toe te schrijven aan de luchtverontreiniging veroorzaakt door de A12. Mogelijk hebben andere bronnen dan de A12, zoals houtstook en lokaal verkeer, de metingen beïnvloed. Maar ook toevalsvariatie in de metingen kan hier een rol spelen.

De metingen geven een goede indicatie van de luchtkwaliteit. Metingen kennen, net als berekeningen, een onbetrouwbaarheid. Met kortdurende metingen zijn de invloeden van toevallige factoren en meetfouten nog wat groter dan bij langdurige metingen. Met behulp van de metingen uit dit onderzoek kan derhalve niet de exacte afname per stof worden bepaald, maar de metingen geven wel een goede indicatie van (de verandering in) de luchtkwaliteit.

De toename in de totale verkeersintensiteit is op het traject nauwelijks groter dan de landelijke toename op rijkswegen in die periode. Gegevens over de landelijke toename in vrachtverkeer zijn niet voorhanden, we kunnen niet uitsluiten dat er wel een verschil is in toename van vrachtverkeer. Vrachtverkeer heeft een hogere emissie van luchtverontreinigende stoffen dan gewoon verkeer. Een relatief hoog aandeel vrachtverkeer betekent dus meer luchtverontreiniging.

Vóór de verbreding van de A12 was er trajectcontrole aanwezig, na de verbreding niet meer. Trajectcontrole heeft een (klein) positief effect op de luchtkwaliteit, met name op roet en  $NO_2$ .

De concentraties  $PM_{2,5}$  en  $NO_2$  langs de A12 liggen ruim onder de normen voor jaargemiddelde concentraties luchtverontreiniging. Voor roet zijn er geen normen, maar dit is wel een belangrijke indicator voor gezondheidseffecten van luchtverontreiniging.

Maar ook onder de normen veroorzaakt blootstelling aan luchtverontreiniging gezondheidsschade, zoals luchtwegklachten en hart- en vaataandoeningen. Maatregelen waarmee de (blootstelling aan) luchtverontreiniging wordt beperkt, leveren dan ook gezondheidswinst op. De GGD doet daartoe de volgende aanbevelingen:

- Om de luchtkwaliteit langs de A12 (verder) te verbeteren zou de trajectcontrole opnieuw kunnen worden ingevoerd, om zo de gemiddelde snelheid en de emissies van luchtverontreinigende stoffen te verlagen. De verlaging van de snelheid naar van 100 naar 80 km/uur zou een nog grotere verbetering opleveren. Deze optie is ook in het Tracébesluit in 2009 al genoemd. Het effect van snelheidsverlaging en trajectcontrole kan worden

berekend. Eerdere verzoeken van de gemeenten aan Rijkswaterstaat om de trajectcontrole opnieuw in te voeren zijn echter afgewezen.

- In de eerste 100 tot 300 meter vanaf de snelweg neemt de concentratie luchtverontreinigende stoffen sterk af. Door in deze zone geen gevoelige bestemmingen, zoals woningen, scholen of kinderdagverblijven, te bouwen, wordt blootstelling en hinder van bewoners beperkt. Het blijft dan ook belangrijk om bij het plannen van nieuwbouw van gevoelige bestemmingen een afstand van 100-300 meter van de snelweg in acht te nemen, zoals wordt geadviseerd in de landelijke GGD richtlijn Luchtkwaliteit en Gezondheid<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Van der Zee, S. et al. GGD-richtlijn medische milieukunde: luchtkwaliteit en gezondheid, RIVM, Bilthoven, 2008.

# BIJLAGE 1. MEETMETHODE PM<sub>2.5</sub>

*Technische informatie over de meetmethode, verkregen van TNO*

PM<sub>2.5</sub> is 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>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>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> fracties voor, zodat er geen sprake is van een systematische fout in de procedure.



## BIJLAGE 2. MEETMETHODE ROET (ZWARTE ROOK)

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

PM<sub>10</sub> filters zijn geanalyseerd volgens de roet methode beschreven in ISO norm "9835: 1993 – Buitenlucht – Bepaling van de roet index". Er is echter geen doorvertaling gemaakt van de absorptie coëfficiënt naar de roet 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 zwarteheid van een filter dat is beladen met fijn stof. De zwarteheid 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 roet 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.

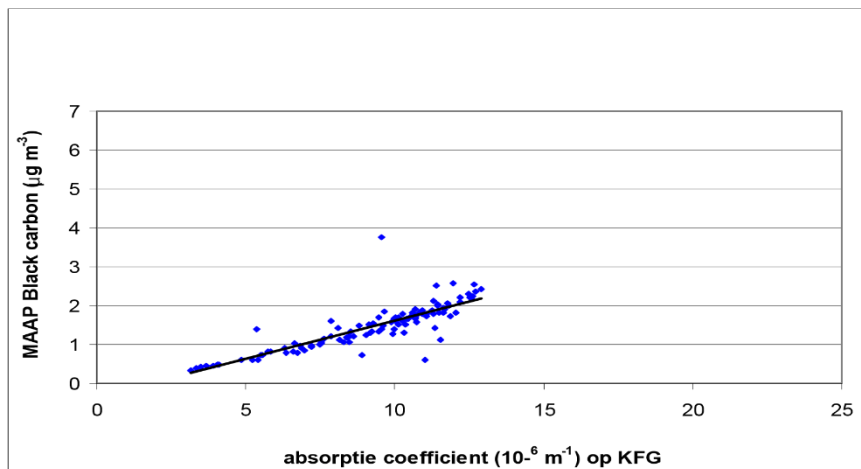
*Correctiefactor voor roet bepaald door GGD Gelderland-Midden en TNO*

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 roet 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:

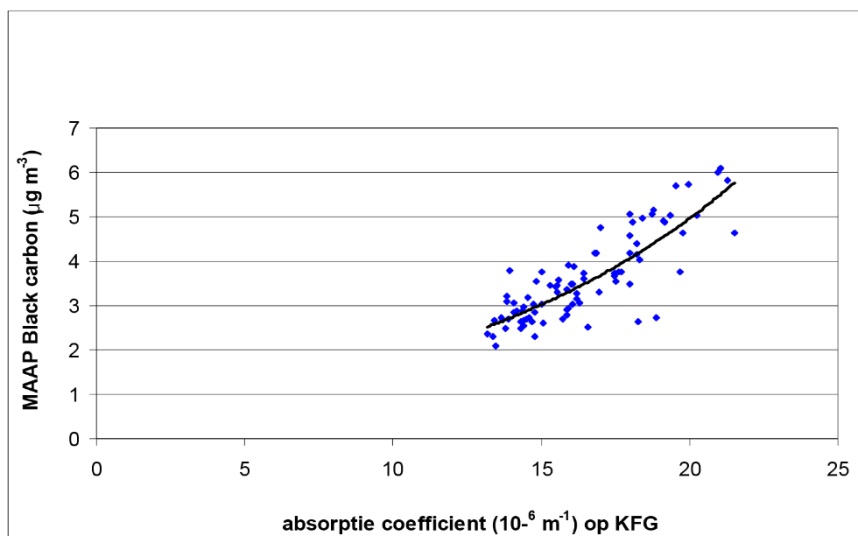
Gecorrigeerde absorptie eenheid MAAP = 0,6812 \* Exp (0,0993\*absorptie)

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

$$\text{Gecorrigeerde absorptie eenheid absorptie} = \text{Gecorrigeerde absorptie eenheid MAAP} * 5,06 + 1,82$$



**Figuur 3.** Vergelijking roetmetingen gemeten via absorptie ten opzichte van referentie-methode MAAP, tot absorptie  $13 * 10^{-6}/m$



**Figuur 4.** Vergelijking roetmetingen gemeten via absorptie ten opzichte van referentie-methode MAAP, vanaf absorptie  $13 * 10^{-6}/m$

De roet waarden voor en na correctie voor verzadiging zijn weergegeven in Tabel 6. De gecorrigeerde waarden zijn in het onderzoeksrapport gebruikt.

**Tabel 6.** Roet concentraties voor en na correctie voor verzadiging (\*  $10^{-6}/m$ )

		<b>Ongecorrigeerd</b>	<b>Gecorrigeerd</b>
<b>Arnhem</b>	nulmeting	11,1	12,3
	nameting	8,8	9,5
<b>Velp</b>	nulmeting	10,4	12,0
	nameting	9,4	10,3

## **BIJLAGE 3. MEETMETHODE STIKSTOFDIOXIDE (NO<sub>2</sub>)**

### *Technische informatie over de meetmethode*

De concentraties stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) zijn 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 4wekelijkse 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.

### *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. OMREKENING VAN RUWE MEETGEGEVENS NAAR JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIES

Concentraties PM<sub>2,5</sub> waren tijdens de volledige kalenderjaren 2010 en 2015 hoger dan tijdens de nul- en nameting en de gemeten waarden moeten dus naar boven worden bijgesteld om een jaargemiddelde concentratie weer te geven. Concentraties NO<sub>2</sub> en roet waren tijdens de volledige kalenderjaren 2010 en 2015 lager dan tijdens de nul- en nameting en de gemeten waarden moeten dus naar beneden worden bijgesteld om een jaargemiddelde concentratie weer te geven

De jaargemiddelde concentraties zijn berekend door per component de bij een referentie station bepaalde verhouding tussen de concentratie in de meetperiode en de concentratie in het gehele jaar, toe te passen op de gemeten concentraties langs de A12.

In tabel 7 staan de ruwe concentraties PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en roet (zwarte rook) die zijn gemeten op de meetlocaties in Arnhem en Velp tijdens de nulmeting en de nameting.

**Tabel 7.** Gemeten concentraties PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en roet langs de A12.

		Meetlocatie Arnhem	Meetlocatie Velp	Gemiddelde van de twee meetlocaties
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Nulmeting	18,4	18,0	18,2
	Nameting	14,3	14,1	14,2
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Nulmeting	34,3	32,2	33,3
	Nameting	25,7	30,9	28,3
Roet (10 <sup>-6</sup> /m)	Nulmeting	12,3	12,0	12,2
	Nameting	9,4	10,1	9,8

De meetperiode van de nulmeting beslaat de periode 5 oktober tot 27 december 2010, de meetperiode van de nameting beslaat de periode 5 november 2015 tot 27 januari 2016.

In tabel 8 staat per component de bij een referentie station bepaalde verhouding tussen de concentratie in de meetperiode en de concentratie in het gehele kalenderjaar. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van meetgegevens, is per component een ander referentiestation gebruikt.

**Tabel 8.** Ratio's tussen concentratie PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> en roet tijdens meetperioden en in de betreffende kalenderjaren bij het dichtstbijzijnde beschikbare stadsachtergrondstation.

	<b>Ratio concentratie meetperiode nulmeting/kalenderjaar 2010 bij stadsachtergrondstation</b>	<b>Ratio concentratie meetperiode nameting/kalenderjaar 2015 bij stadsachtergrondstation</b>
PM <sub>2,5</sub>	0,84	0,88
NO <sub>2</sub>	1,17	1,05
Roet	1,09	1,28

Bron: Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM. PM<sub>10</sub> concentraties van RIVM meetstation Eibergen. PM<sub>2,5</sub> en NO<sub>2</sub> concentraties van RIVM meetstation Nijmegen Ruyterstraat. Roet concentraties van RIVM meetstation in Wekerom.

De meetperiode van de nulmeting beslaat de periode 5 oktober tot 27 december 2010, de meetperiode van de nameting beslaat de periode 5 november 2015 tot 27 januari 2016.

De jaargemiddelde concentraties (tabel 1) worden berekend door de gemeten concentraties (tabel 7) per component te delen door de betreffende ratiowaarde (tabel 8). Door afronding kunnen de uitkomsten iets verschillen.

**GGD Gelderland-Midden**

is onderdeel van de Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden



**GGD Gelderland-Midden**

Postbus 5364

6802 EJ ARNHEM

T 0800 8446 000

E [ggd@vggm.nl](mailto:ggd@vggm.nl)

I [www.vggm.nl](http://www.vggm.nl)



**Gelderland-Midden**