

RIVM rapport 680600001/2006

**Een vergelijking van modellen voor de  
atmosferische verspreiding van  
verkeersemissies**

W.A.J.van Pul, F.J. Sauter en D. Mooibroek

Contact: W.A.J. van Pul  
Laboratorium voor Milieumetingen, LVM  
addo.van.pul@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Ministerie van VROM, in het kader van project 680600, project stedelijke luchtkwaliteit.

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, telefoon: 030 - 274 91 11; fax: 030 - 274 29 71

## Rapport in het kort

### Een vergelijking van modellen voor de atmosferische verspreiding van verkeersemmissies

De in Nederland gebruikte rekenmodellen voor luchtkwaliteit langs snelwegen en stadswegen geven wisselende resultaten. Voor berekening van jaargemiddelde concentraties van stikstofdioxide en fijn stof zijn de verschillen tussen modellen beperkt. Bij de berekening van meer specifieke aspecten van luchtkwaliteit, bijvoorbeeld het aantal overschrijdingsdagen, kunnen de verschillen tussen modelresultaten aanzienlijk groter zijn.

Atmosferische verspreidingsmodellen berekenen luchtkwaliteit als gevolg van emissies door het verkeer. In Nederland is een aantal van deze verspreidingsmodellen in gebruik bij overwegend commerciële bureaus. Zij voeren berekeningen uit in opdracht van overheid en bedrijfsleven. De rekenmodellen die deze bureaus gebruiken werken volgens uiteenlopende rekenmethoden. Om vast te stellen in hoeverre de resultaten van de verschillende modellen met elkaar overeenstemmen, zijn in dit onderzoek zes in Nederland gebruikte rekenmodellen met elkaar vergeleken.

Bij de berekening van de jaargemiddelde concentratie van stikstofdioxide en fijn stof langs snel- en stadswegen, liggen de resultaten van de modellen binnen een marge van 10-15% rond het gemiddelde van de modellen. Bij de berekening van het aantal overschrijdingsdagen voor fijn stof langs snelwegen liggen de verschillende modelresultaten echter in een bandbreedte van 30% rond het gemiddelde. Voor een typische stadswegsituatie is die bandbreedte 50%.

Trefwoorden: luchtkwaliteit, verkeersmodellen, verkeersemmissies, fijn stof, NO<sub>2</sub>

## Abstract

### **A comparison of atmospheric transport models for traffic emissions**

This report presents the results of an intercomparison study of six atmospheric transport models for traffic situations in the Netherlands. A number of test cases were defined in consultation with the model owners in which the input parameters to the models, such as emissions, meteorological conditions and road characteristics, were defined. Two base cases were defined: one for roadways and one for urban roads, along with a number of variants on these two base cases. The variants, for example, consisted of different meteorological conditions, different background concentrations and the presence of a noise barrier. The model owners calculated – for both base cases and variants – the annual concentration of NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> and the number of days in which the daily threshold of 50 ug/m<sup>3</sup> of PM<sub>10</sub> is exceeded. For the roadway test cases annual levels of NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> calculated by the different models are within about 10% of the average of all model results. The large difference found in the number of exceedence days was caused by the difference in the methods used to derive the exceedence days. When using one standard method, as in the Dutch regulations, this difference fell to within 30%. Because of technical reasons only the “street canyon” variant was considered for urban roads. In this variant the model results were between 10% and 15% for NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>, respectively, of the average of all models. If the contribution of the road alone is considered (i.e. comparing the concentrations without the prescribed background concentration), the models differ by a factor of 2 to 3 and the number of exceedence days for PM<sub>10</sub> by a factor of 2.

Key words: air quality, models, atmospheric transport, traffic emissions



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2. Definitie ‘testcases’</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Criteria</i>	11
2.2 <i>Basissituatie snelweg</i>	11
2.3 <i>Basissituatie stadsweg</i>	14
2.4 <i>Meteo en achtergrondconcentratie</i>	15
2.5 <i>Verkeersintensiteiten en emissies</i>	16
<b>3. Resultaten</b>	<b>19</b>
3.1 <i>Resultaten snelwegberekeningen</i>	21
3.1.1 <i>NO<sub>2</sub>, snelweg, jaargemiddelde concentratie</i>	21
3.1.2 <i>PM<sub>10</sub>, snelweg, jaargemiddelde concentratie</i>	30
3.1.3 <i>PM<sub>10</sub>, snelweg, aantal overschrijdingsdagen</i>	38
3.2 <i>Resultaten stadssituatieberekeningen</i>	41
3.2.1 <i>NO<sub>2</sub>, stad</i>	41
3.2.2 <i>PM<sub>10</sub>, stad</i>	43
3.2.3 <i>PM<sub>10</sub>, stad, aantal overschrijdingsdagen</i>	44
<b>4. Conclusie</b>	<b>45</b>
4.1 <i>Algemeen</i>	45
4.2 <i>Snelwegsituaties</i>	45
4.3 <i>Stadssituaties</i>	46
<b>5. Aanbevelingen</b>	<b>47</b>
5.1 <i>Opzet vergelijkingsstudie</i>	47
5.2 <i>Validatie van modellen</i>	47
5.3 <i>Harmonisatie van modelconcepten</i>	47
<b>Literatuur</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage 1</b> <b>Weg-layout</b>	<b>50</b>
<b>Bijlage 2</b> <b>Definitie van verschillende varianten</b>	<b>53</b>
<b>Bijlage 3</b> <b>Addendum stadssituatieberekeningen</b>	<b>55</b>
<b>Bijlage 4</b> <b>Verwerken van modelresultaten</b>	<b>60</b>



## Samenvatting

In Nederland wordt de luchtkwaliteit in beeld gebracht door middel van metingen en modelberekeningen. De atmosferische verspreidingsmodellen worden met name gebruikt om de toekomstige luchtkwaliteit in te schatten. De luchtkwaliteit ten gevolge van emissies door het verkeer is hierbij een belangrijk aandachtspunt. In Nederland wordt een aantal atmosferische verspreidingsmodellen gebruikt door overwegend commerciële bureaus om de luchtkwaliteit ten gevolge van verkeer in beeld te brengen. Dit gebeurt in opdracht van zowel bedrijfsleven als de overheid. De onzekerheid in de berekeningen en de verschillen tussen berekeningen door de verspreidingsmodellen zijn hierbij belangrijke aspecten. In dit rapport zijn de resultaten van een vergelijkingsstudie van zes atmosferische verspreidingsmodellen voor verkeeremissies gepresenteerd. In overleg met de eigenaren van de verkeersmodellen zijn twee basissituaties gedefinieerd, een snelweg- en een stadswegsituatie en een aantal varianten daarop. Deze basissituaties en varianten zijn door de modeleigenaren vervolgens doorgerekend voor de jaargemiddelde concentraties van  $\text{NO}_2$  en  $\text{PM}_{10}$  en het aantal dagen overschrijding van de etmaalnorm voor  $\text{PM}_{10}$ .

Voor de snelwegsituatie blijkt dat de berekeningen van de jaargemiddelde concentratie van  $\text{NO}_2$  en  $\text{PM}_{10}$  met de modellen meestal binnen ca. 10% van het gemiddelde (het ensemble) van de modellen liggen. Als naar de bijdrage van de weg alleen gekeken wordt (wat berekent het model bovenop de achtergrondconcentratie), dan is de marge voor  $\text{NO}_2$  en  $\text{PM}_{10}$  dichtbij de wegrand (enkele tientallen meters), waar overschrijdingen kunnen voorkomen, ca. 30%. Voor grotere afstanden (300 m) loopt de marge op tot ca. 50% voor  $\text{NO}_2$  en ca. 100% voor  $\text{PM}_{10}$ . De marge wordt groter omdat de bijdrage van de weg aan de totale concentratie kleiner wordt en de relatieve verschillen tussen de modellen vergroot wordt. De absolute verschillen tussen de modellen worden echter kleiner.

Er zijn verschillende methoden gebruikt bij de berekening van het aantal overschrijdingsdagen voor  $\text{PM}_{10}$ ; dit leidt tot grote verschillen in de uitkomsten. Als de standaard methode, zoals voorgesteld voor gebruik in de Besluiten Luchtkwaliteit (lineaire/kwadratische relatie), gebruikt wordt om uit de jaargemiddelde concentratie het aantal overschrijdingsdagen te berekenen, liggen de verschillende modelresultaten binnen een marge van 30% van het gemiddelde.

Voor de stadswegsituatie is de vergelijking om technische redenen alleen beschouwd voor de "street canyon" variant. Voor deze variant liggen de verschillen tussen de modellen binnen de 10% ( $\text{PM}_{10}$ ) en 15% ( $\text{NO}_2$ ) van het gemiddelde van de modellen. Als naar de bijdrage van de weg alleen gekeken wordt, dan verschillen de modellen een factor 2 tot 3. Het aantal overschrijdingsdagen van  $\text{PM}_{10}$  voor deze variant verschilt een factor 2 (een marge van 50% om het gemiddelde).





# 1. Inleiding

In Nederland wordt de luchtkwaliteit in beeld gebracht door middel van metingen en modelberekeningen. De atmosferische verspreidingsmodellen worden met name gebruikt om de toekomstige luchtkwaliteit in te schatten. De luchtkwaliteit ten gevolge van emissies door het verkeer is hierbij een belangrijk aandachtspunt. In Nederland wordt een aantal atmosferische verspreidingsmodellen gebruikt door overwegend commerciële bureaus om de luchtkwaliteit ten gevolge van verkeer in beeld te brengen. Dit gebeurt in opdracht van zowel het bedrijfsleven als de overheid. De onzekerheid in de berekeningen en de verschillen tussen berekeningen door de verspreidingsmodellen zijn hierbij belangrijke aspecten. Het Ministerie van VROM heeft het RIVM de opdracht gegeven een studie uit te voeren naar de verschillen en overeenkomsten tussen een aantal verspreidingsmodellen die gebruikt worden in verkeerssituaties. De modellen en eigenaren van de modellen die in de studie meededen waren: CAR (Infomil), WinMiskam (M+P/Cauberg Huygen), VKM60 (TNO), VLW (DWW/ECN), ADMS-urban (Flowmotion) en Stacks (KEMA). Alle modellen worden voor praktijksituaties gebruikt en zijn veelvuldig toegepast.

In overleg met de modeleigenaren zijn twee basissituaties gedefinieerd, voor een snelweg en voor een stadsweg waarin de emissies, de meteorologische omstandigheden en wegkarakteristieken voorgeschreven zijn. Naast deze basissituaties zijn er testcases gedefinieerd, waarbij een aantal parameters gevarieerd wordt ten opzichte van de twee basissituaties. Deze zijn gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 2.

Aan alle modeleigenaren is vervolgens verzocht om deze situaties door te rekenen met hun model. Niet alle modeleigenaren hebben voor alle gedefinieerde situaties berekeningen uitgevoerd. Ook is in tweede instantie, en na overleg met modeleigenaren, besloten resultaten niet mee te nemen in de analyse als bleek dat de situatie toch buiten het toepassingsgebied van het model viel. Uiteindelijk zijn voor de snelwegsituatie vier modellen (ADMS, Stacks, VLW, VKM60) meegenomen en voor de stadsituatie ook vier modellen (WinMiskam, Stacks, CAR, ADMS). De modeleigenaren hechten eraan dat alle resultaten anoniem gepresenteerd worden. In de hier volgende rapportage zijn de modelnamen dan ook vervangen door cijfers in een willekeurige volgorde.

De resultaten van de berekeningen zijn voorgelegd aan de modeleigenaren ter becommentariëring en beantwoording van specifieke vragen van het RIVM. De resultaten in dit rapport zijn een weergave van de situatie van 12 oktober 2006. De modelresultaten zijn weergegeven en van een kort commentaar voorzien in hoofdstuk 3. Er is geen uitgebreide verklaring en discussie gegeven over de mogelijke verschillen tussen de modellen. De voornaamste reden hiervoor is dat niet gedetailleerd op de verschillen ingegaan kan worden zonder de eigenschappen van het model te noemen, waardoor de anonimiteit van de modellen niet meer gewaarborgd kon worden. In hoofdstuk 4 zijn de belangrijkste conclusies gegeven.

In een overleg met alle modeleigenaren is een aantal aspecten naar voren gekomen waarop de modellen geharmoniseerd zouden kunnen worden. Deze plus een aantal andere

aanbevelingen zijn in hoofdstuk 5 weergegeven. Achtergrondinformatie over wegdefinitie en dataverwerking zijn in bijlagen opgenomen.

## 2. Definitie ‘testcases’

### 2.1 Criteria

Bij de definitie van de testcases zijn de volgende criteria gehanteerd:

- de testcases maken een vergelijking mogelijk van de resultaten van modelberekeningen voor zowel snelwegen als stadswegen;
- de testcases dienen representatief te zijn voor praktijksituaties;
- in de testcases dient de diversiteit in praktijksituaties terug te komen.

Er zijn twee basissituaties gedefinieerd, voor een snelweg en voor een stadsweg. De basissituatie beschrijft zo goed mogelijk een bestaande situatie. In de varianten zijn de waarden van een aantal variabelen gewijzigd ten opzichte van de basisvariant. Modelberekeningen voor deze varianten geven inzicht in hoe veranderende omstandigheden doorwerken in de verschillende modellen.

Praktijksituaties kunnen sterk van elkaar verschillen. De variabelen die van belang zijn voor modelberekeningen zijn te verdelen in de volgende categorieën:

- kenmerken van de weg (oriëntatie, hoogte/diepte, schermen, beplanting);
- kenmerken van de omgeving (locatie, terreinruwheid, bebouwing langs de weg);
- meteorologische omstandigheden;
- achtergrondconcentraties;
- emissies door het verkeer.

Deze laatste categorie (emissies) wordt voornamelijk bepaald door de kenmerken van het verkeer (intensiteiten, aandeel vrachtverkeer, aandeel milieuklassen, brandstofsoorten) en de afwikkeling van het verkeer (snelheden, dynamiek, mate van congestie).

### 2.2 Basissituatie snelweg

Voor de layout van de snelweg verwijzen we naar Bijlage 1. De invoerparameters zijn weergegeven in Tabel 2.1.

- Dwarsprofielberekeningen. Daarbij wordt uitgegaan van de volgende afstanden tot de wegrand: 5, 10, 20, 50, 100, 200, 300 en 500 meter. Dwarsprofielen zijn vastgelegd in RDM-coördinaten.
- Weglengte: 2 km. De locatie van het dwarsprofiel ligt daarbij precies in het midden.
- Receptorhoogte: 1,5 meter.

- Hoogte van de weg: maaiveld.
- Beschouwde indicatoren:
  - jaargemiddelde concentratie NO<sub>2</sub>;
  - jaargemiddelde concentratie PM<sub>10</sub>;
  - aantal dagen met overschrijding van de grenswaarde (50 µg/m<sup>3</sup>) voor de etmaalgemiddelde concentratie PM<sub>10</sub>.

Tabel 2.1 Invoerparameters voor verschillende snelwegsituaties

Variabelen		Waarden	Toelichting
Kenmerken van de weg	1. Oriëntatie	a. Basis (noord-zuid) b. Oost – west.	Oriëntatie in RDM
	2. Aantal stroken	a. Basis (2x2) b. 2x4	
	3. Schermen	a. Basis (geen schermen) b. Scherm beide zijden	Schermhoopte: 4 meter Geplaatst op 4 meter van de wegrand
4. Kenmerken van de omgeving		a. Basis (ruwheidslengte 0,3 m) b. Ruwheidslengte 1,0 m	
5. Meteorologische omstandigheden		a. Basis (meteo 2004) b. Meteo 2003	a. - b. gebruik achtergrondconcentraties van 2003
6. Achtergrond concentratie	Jaargemiddelde waarden	a. Basis b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger c. O <sub>3</sub> 20 % hoger	Jaargemiddelde concentratie NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> Basis jaargemiddelden en uurgemiddelden afgeleid uit GCN-berekeningen voor 2004 te Breukelen; voor meteojaar 2003 worden ook de achtergrondconcentraties van 2003 gebruikt NO <sub>2</sub> 2003: 33,2 µg/m <sup>3</sup> , 2004: 29,6 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> 2003: 35,4 µg/m <sup>3</sup> , 2004: 26,4 µg/m <sup>3</sup>
	Uurwaarden (variaties in de tijd uit GCN)	a. Basis b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger c. O <sub>3</sub> 20% hoger	
7. Emissies door het verkeer	Gemiddelde waarde voor de intensiteit per etmaal (weekdag)	a. Basis b. 30% hoger c. 30% lager	Emissies op basis van 120.000 voertuigen per etmaal, 4 % middelzwaar vrachtverkeer, 6 % zwaar vrachtverkeer
	Variatie van intensiteit over etmaal	a. Basis. b. 30% hoger c. 30% lager	Emissiefactoren (in g/km, jaar: 2004): Licht verkeer: 0,76 NO <sub>x</sub> en 0,055 PM <sub>10</sub> Middelzwaar: 7,01 NO <sub>x</sub> en 0,195 PM <sub>10</sub> Zwaar: 9,64 NO <sub>x</sub> en 0,266 PM <sub>10</sub>

Voor de nummering van de verschillende varianten verwijzen we naar Bijlage 2.

## 2.3 Basissituatie stadsweg

Voor de layout van de weg verwijzen we naar Bijlage 1. De invoerparameters zijn weergegeven in Tabel 2.2.

- Dwarsprofielberekening. Daarbij wordt uitgegaan van de volgende afstanden tot de wegrand: 5, 10, 15 en 20 meter. Voor *street canyon* alleen 5 meter. Coördinaten worden vastgelegd in RDM.
- Weglengte: 2 km, oriëntatie noord-zuid. De locatie van het dwarsprofiel ligt daarbij precies in het midden.
- Receptorhoogte: 1,5 meter.
- Hoogte van de weg: maaiveld.
- Beschouwde indicatoren:
  - jaargemiddelde concentratie NO<sub>2</sub>;
  - jaargemiddelde concentratie PM<sub>10</sub>;
  - aantal dagen met overschrijding van de grenswaarden voor de 24-uurgemiddelde concentratie PM<sub>10</sub>.

Tabel 1.2 Invoerparameters voor verschillende stadswegsituaties

Variabelen		Waarden	Toelichting
1. Kenmerken van de omgeving		a. Ruwheid 1 m b. Ruwheid 3 m c. <i>Street canyon</i>	
2. Meteorologische omstandigheden		a. Basis (meteo 2004) b. Meteo 2003	a. - b. gebruik achtergrondconcentraties van 2003
3. Achtergrondconcentratie	Jaargemiddelde waarden	a. Basis b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger c. O <sub>3</sub> 20% hoger	Jaargemiddelde concentratie NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> Basis jaargemiddelden en uurgemiddelden afgeleid uit GCN-berekeningen voor 2004 te Breukelen; voor meteojaar 2003 worden ook de achtergrondconcentraties van 2003 gebruikt NO <sub>2</sub> 2003: 33,2 µg/m <sup>3</sup> , 2004: 29,6 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> 2003: 35,4 µg/m <sup>3</sup> , 2004: 26,4 µg/m <sup>3</sup>
	Uurwaarden (variaties in de tijd uit GCN)	a. Basis b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger c. O <sub>3</sub> 20% hoger	
4. Emissies door het verkeer	Gemiddelde waarde voor de intensiteit per etmaal (weekdag)	a. Basis b. 30% hoger c. 30% lager	Emissies op basis van 15.000 voertuigen per etmaal, 3 % middelzwaar vrachtverkeer, 5 % zwaar vrachtverkeer  Emissiefactoren (in g/km, jaar: 2004): Licht verkeer: 0,62 NO <sub>x</sub> en 0,065 PM <sub>10</sub> Middelzwaar: 10,46 NO <sub>x</sub> en 0,419 PM <sub>10</sub> Zwaar: 15,25 NO <sub>x</sub> en 0,515 PM <sub>10</sub>
	Variatie van intensiteit over etmaal	a. Basis b. 30% hoger c. 30% lager	

Voor de nummering van de verschillende varianten verwijzen we naar Bijlage 2.

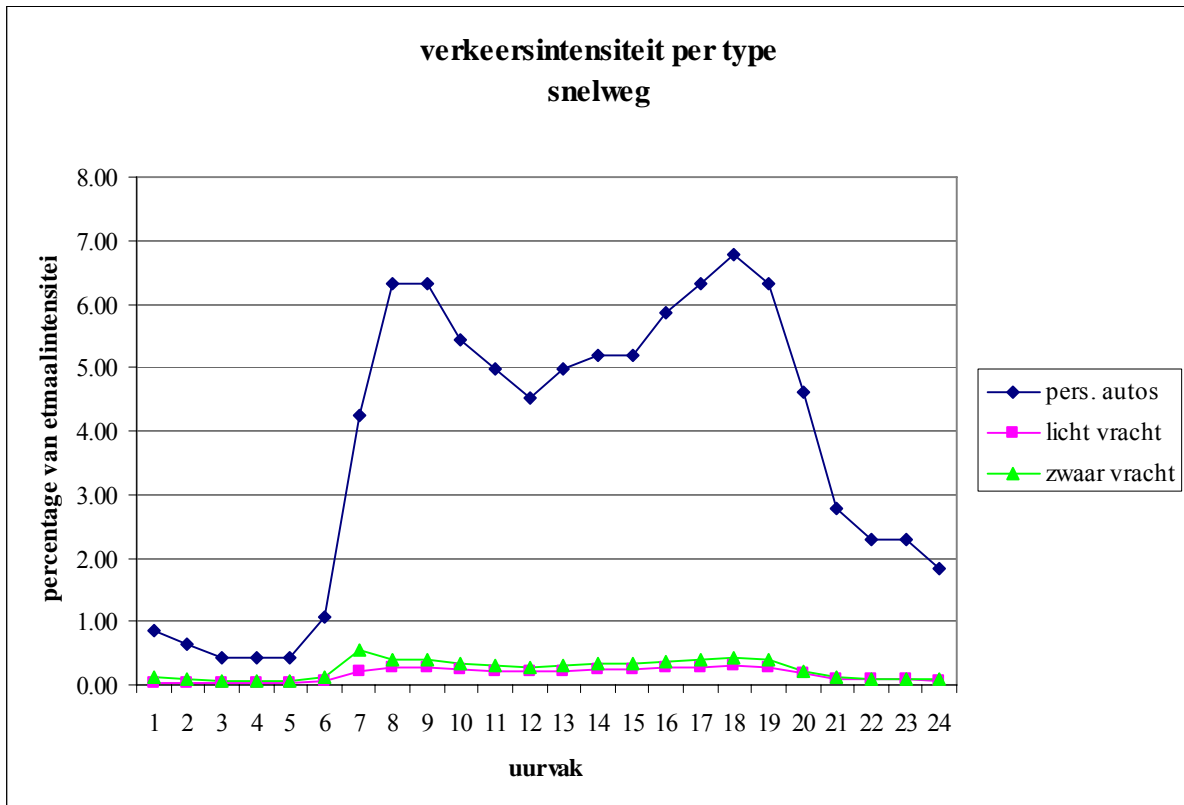
## 2.4 Meteo en achtergrondconcentratie

RIVM heeft een bestand met uurwaarden van meteorologische gegevens geleverd, voor de locatie Schiphol, voor de jaren 2003 en 2004. Deze bestanden zijn van Meteoconsult verkregen. Dit is hetzelfde type bestanden dat voor het Nieuw Nationaal Model (NNM) gebruikt worden. Daarnaast zijn bestanden geleverd met uurwaarden voor achtergrondconcentraties NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en PM<sub>10</sub> in 2003 en 2004, afgeleid van de GCN-kaart voor de locatie Breukelen. Er is ook een jaargemiddelde achtergrondconcentratie gegeven: voor NO<sub>2</sub> in 2003: 33,2 µg/m<sup>3</sup>, in 2004: 29,6 µg/m<sup>3</sup>. Voor PM<sub>10</sub> in 2003: 35,4 µg/m<sup>3</sup>, in 2004: 26,4 µg/m<sup>3</sup>. Deze gegevens zijn door de modeleigenaren gebruikt voor het doorrekenen van de testcases.

In het oorspronkelijke voorstel was afgesproken om voor de basissituatie de achtergrondconcentratie van 2003 en de meteo van 2004 te gebruiken. Uiteindelijk is om modeltechnische redenen door de modeleigenaren met achtergrondconcentraties én meteo van 2004 gerekend. Slechts voor snelwegvariant 5 en stadswegvariant 3 is de achtergrondconcentratie van 2003 en de meteo van 2003 gebruikt.

## 2.5 Verkeersintensiteiten en emissies

De totale verkeersintensiteit voor de snelweg is 120.000 voertuigen per etmaal, 4% middelzwaar vrachtverkeer, 6% zwaar vrachtverkeer. De verdeling over de verschillende typen wegverkeer is uitgezet in Figuur 2.1.



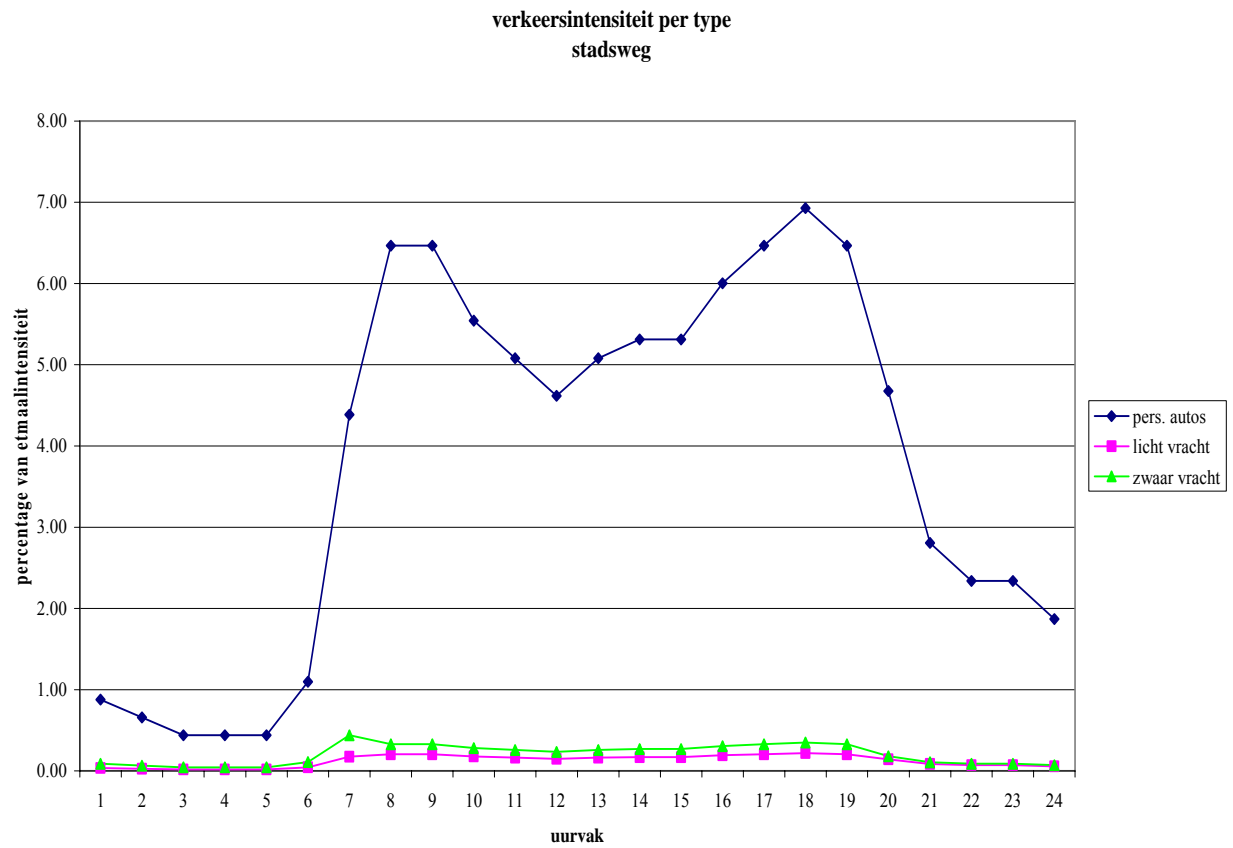
Figuur 2.1: Verkeersintensiteit voor snelweg

Tabel 2.3: Emissiefactoren snelweg (in g/km, jaar: 2004):

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Licht verkeer	0,76	0,055
Middelzwaar verkeer	7,01	0,195
Zwaar verkeer	9,64	0,266

Voor de stadsweg is een intensiteit van 15.000 voertuigen per etmaal gedefinieerd, met 3% middelzwaar vrachtverkeer, 5% zwaar vrachtverkeer. De etmaalverdeling is als in Figuur 2.1. De emissiefactoren staan weergegeven in Tabel 2.3 en 2.4. Er wordt verder van uitgegaan dat 5% van de NO<sub>x</sub>-emissie in de vorm van NO<sub>2</sub> is.





Figuur 2.2: Verkeersintensiteit stadsweg

Tabel 2.4: Emissiefactoren stadsweg (in g/km, jaar: 2004):

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Licht verkeer	0,62	0,065
Middelzwaar verkeer	10,46	0,419
Zwaar verkeer	15,25	0,515



### 3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van de berekeningen voor de testcases gepresenteerd. Een vereenvoudigd overzicht van de gepresenteerde varianten staat in Tabel 3. De belangrijkste resultaten worden hieronder weergegeven in de vorm van grafieken van concentraties (overschrijdingsdagen) als functie van de afstand tot de wegrand. Voor de snelwegvarianten is de  $x$ -as op log-schaal weergegeven, om de verschillen dicht bij de weg duidelijker naar voren te laten treden. Daarnaast worden de opvallendste verschillen en/of overeenkomsten tussen de modellen kort puntsgewijs besproken. Ook de mogelijke verklaringen over afwijkende berekeningen door de modeleigenaren zijn kort weergegeven. Er is geen uitgebreide verklaring en discussie gegeven over de mogelijke verschillen tussen de modellen. De voornaamste reden hiervoor is dat niet gedetailleerd op de verschillen ingegaan kan worden zonder de eigenschappen van het model te noemen, waardoor de anonimiteit van de modellen niet meer gewaarborgd kon worden. Wel is in hoofdstuk 5 een aantal onderwerpen genoemd waarin de modellen van elkaar verschillen en waar door middel van een afstemming tussen modeleigenaren een harmonisatie bereikt kan worden.

De resultaten van de modellen zijn anoniem weergegeven (genummerd 1 t/m 6; de nummering correspondeert niet met de volgorde van de modellen zoals genoemd in de Inleiding). De modeleigenaren hebben niet voor alle varianten gegevens aangeleverd; vandaar dat in een aantal figuren slechts een deel van de modellen vermeld is. Bovendien zijn voor de snelwegvarianten de modellen 4 en 6, in overleg met de modeleigenaren, buiten beschouwing gelaten, omdat deze modellen vooral bedoeld zijn voor stadssituaties.

In de grafieken is het ensemble (gemiddelde) van de geselecteerde modellen weergegeven, met een marge. Met de grijze lijn is de achtergrondconcentratie weergegeven ('a' in de legenda).

Als er voor een variant twee figuren worden gegeven, geeft de eerste figuur de resultaten weer voor deze variant; de tweede figuur geeft de verschillen met de basisvariant.

De uitvoer van de modellen is door middel van vaste *templates* door de modeleigenaren aangeleverd om een snellere en universele verwerking mogelijk te maken. Dit verslag is gebaseerd op uitvoerdata die zijn aangeleverd door de modeleigenaren tot en met 12 oktober 2006. Van een aantal varianten is in een eerder stadium (mei 2006) het ensemble en de marges gebruikt voor de definitie van een referentie in het Meet- en rekenvoorschrift Luchtkwaliteit. De resultaten van herberekeningen door modeleigenaren hebben geen invloed gehad op de ensembles en marges van de varianten waarop de referentie gebaseerd is. Alleen bij de *street canyon*-situatie (paragraaf. 3.2) is een herberekening toegevoegd maar niet in het ensemble meegenomen.

De technische verwerking van de aangeleverde modelberekeningen en bevindingen staan in detail beschreven in Bijlage 4. Algemene opmerkingen aangaande het proces van het aanleveren van de modelberekeningen zijn de volgende:

- de deadline die gesteld was voor aanlevering van de data is door praktisch alle modeleigenaren overschreden;
- er is door de modeleigenaren regelmatig afgeweken van de gedefinieerde situatie;
- door een aantal modeleigenaren is data aangeleverd die na attendering door het RIVM verkeerd bleken te zijn en daarna overgerekend zijn;
- het overrekenen van situaties is door de modeleigenaren soepel uitgevoerd.

*Tabel 3.1a. Typering varianten snelwegsituatie*

<b>Variant</b>	<b>Verandering t.o.v. de basisvariant</b>
Variant 1	Oriëntatie weg: oost-west
Variant 2	Aantal rijstroken: 2x4
Variant 3	Schermen: beide zijden
Variant 4	Ruwheidslengte omgeving 1,0 m
Variant 5	Meteo 2003
Variant 6	Achtergrond NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger (jaargemiddelde)
Variant 7	Achtergrond O <sub>3</sub> 20% hoger (jaargemiddelde)
Variant 8	Achtergrond NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger (uurwaarden)
Variant 9	Achtergrond O <sub>3</sub> 20% hoger (uurwaarden)
Variant 10	Gem. intensiteit per etmaal (weekdag) 30% hoger
Variant 11	Gem. intensiteit per etmaal (weekdag) 30% lager
Variant 12	Variatie intensiteit per etmaal 30% hoger
Variant 13	Variatie intensiteit per etmaal 30% lager
Variant 14	Combinatie van de varianten 5, 6/8, 10 en 12
Variant 15	Combinatie van de varianten 3, 11 en 13

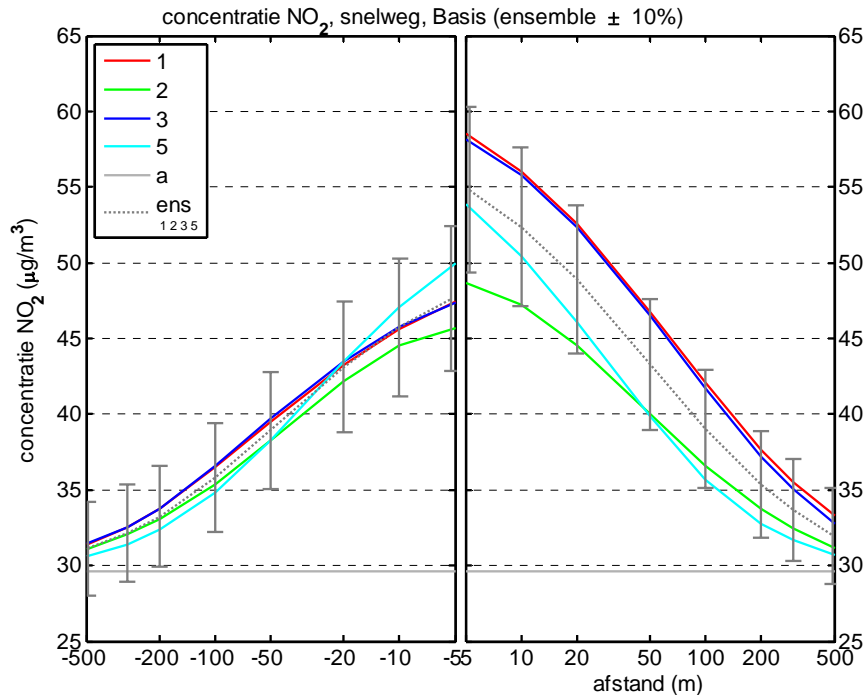
*Tabel 3.1b. Typering varianten stadssituatie*

<b>Variant</b>	<b>Verandering t.o.v. de basisvariant</b>
Variant 1	Ruwheidslengte omgeving 3,0 meter
Variant 2	Street canyon
Variant 3	Meteo 2003
Variant 4	Achtergrond NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger (jaargemiddelde)
Variant 5	Achtergrond O <sub>3</sub> 20% hoger (jaargemiddelde)
Variant 6	Achtergrond NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger (uurwaarden)
Variant 7	Achtergrond O <sub>3</sub> 20% hoger (uurwaarden)
Variant 8	Gem. intensiteit per etmaal (weekdag) 30% hoger
Variant 9	Gem. intensiteit per etmaal (weekdag) 30% lager
Variant 10	Variatie intensiteit per etmaal 30% hoger
Variant 11	Variatie intensiteit per etmaal 30% lager
Variant 12	Combinatie van de varianten 2, 3, 4/6, 8, 10
Variant 13	Combinatie van de varianten 9 en 11

## 3.1 Resultaten snelwegberekeningen

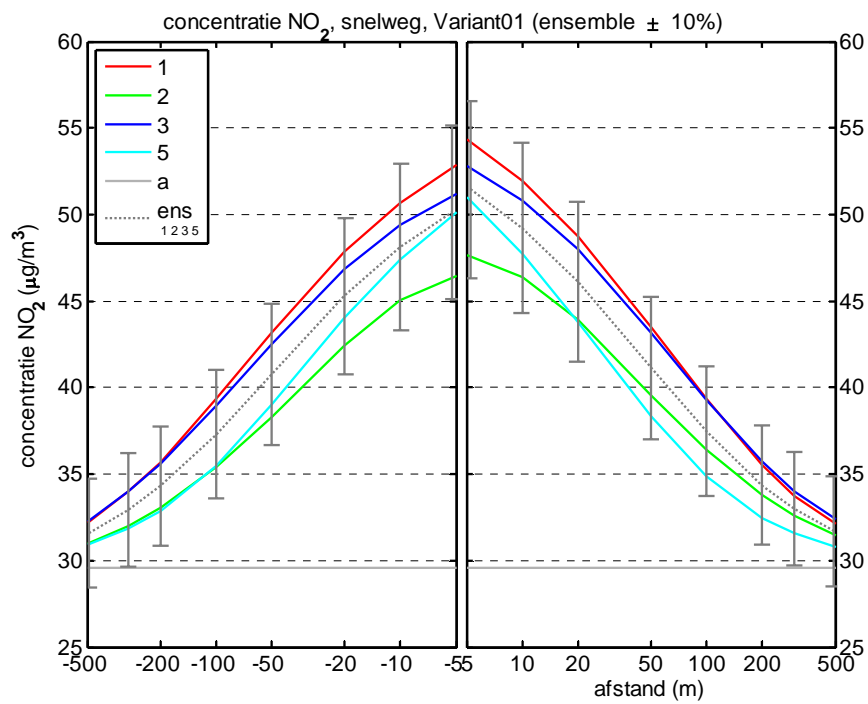
### 3.1.1 NO<sub>2</sub>, snelweg, jaargemiddelde concentratie

#### 3.1.1.1 NO<sub>2</sub>, snelweg, basisvariant



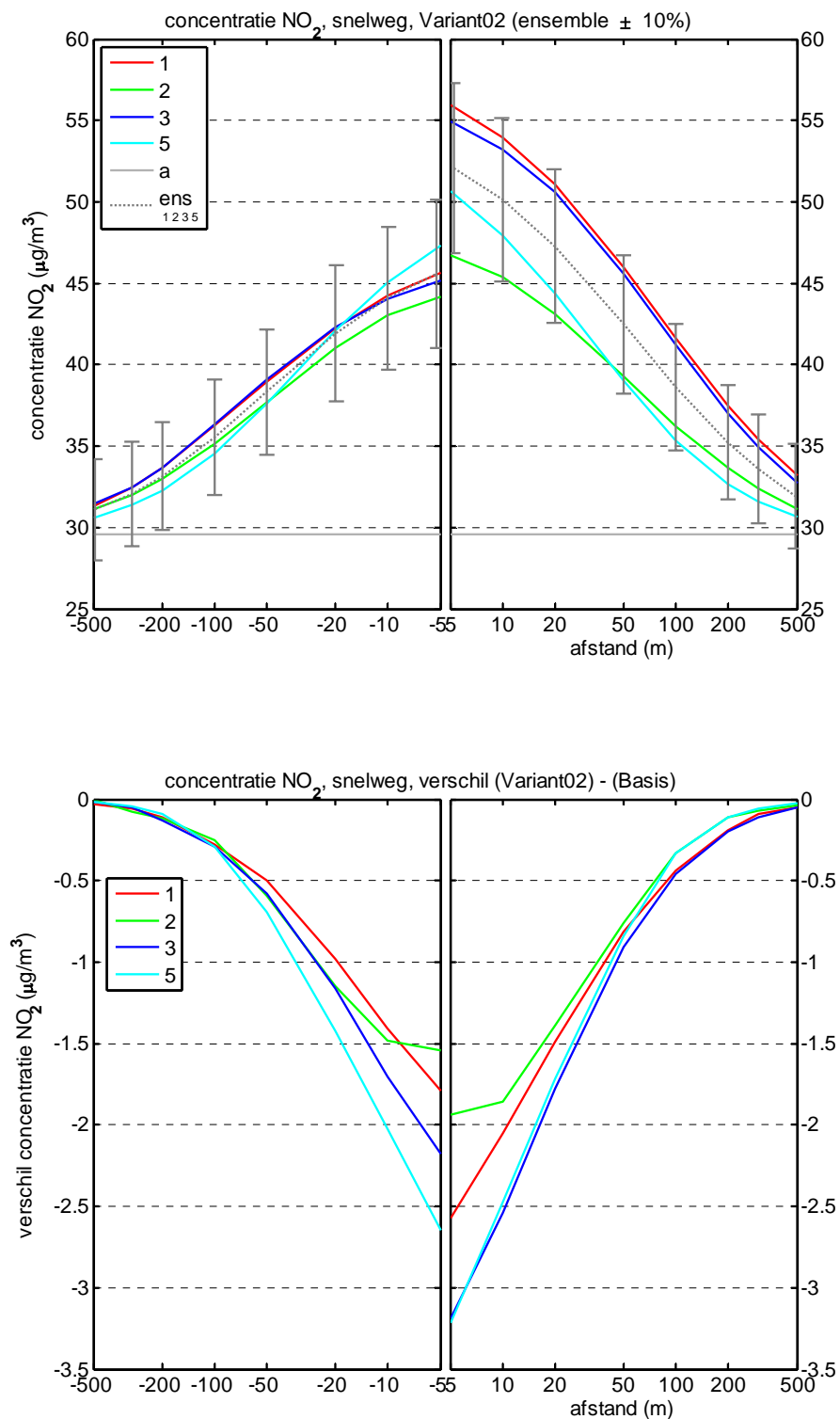
- De modelresultaten liggen praktisch binnen een marge van 10% van het ensemble (gemiddelde).
- De spreiding van de modellen is links van de weg kleiner dan rechts van de weg.
- De vorm van de concentratiecurve is vergelijkbaar tussen modellen 1, 2, 3; model 5 heeft een wat steilere vorm.
- Er zijn relatief grote verschillen tussen de berekende 'concentratiesprong' over de weg. Deze verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt door het gebruik van verschillende omzettingroutines voor de NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>-chemie.

### 3.1.1.2 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 1 (oost-west)



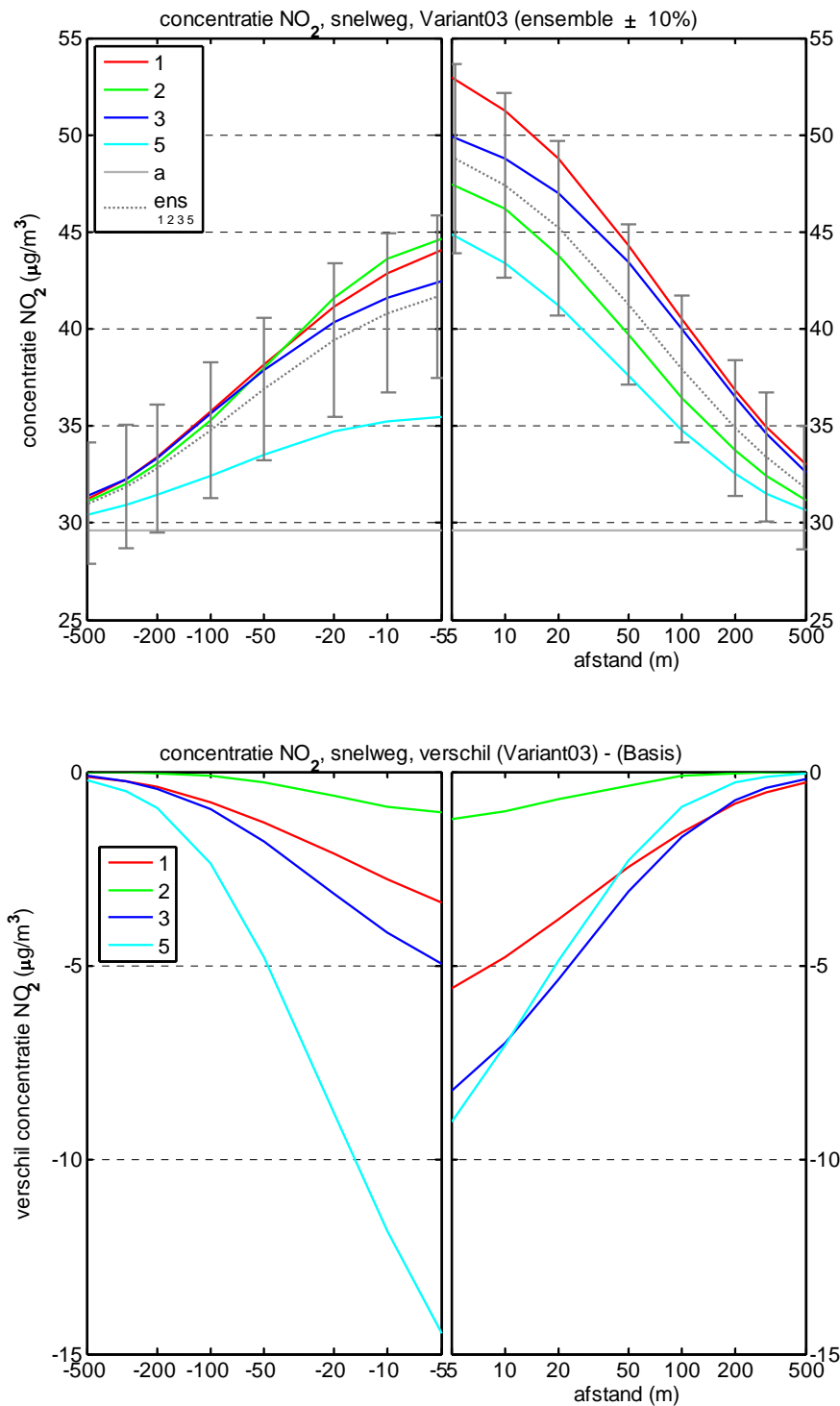
- De concentraties laten een symmetrischer beeld zien dan bij de basisvariant.

### 3.1.1.3 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 2 (2x4 rijstroken)



- Dicht bij de weg worden iets lagere jaargemiddelde concentraties berekend dan in de basissituatie.

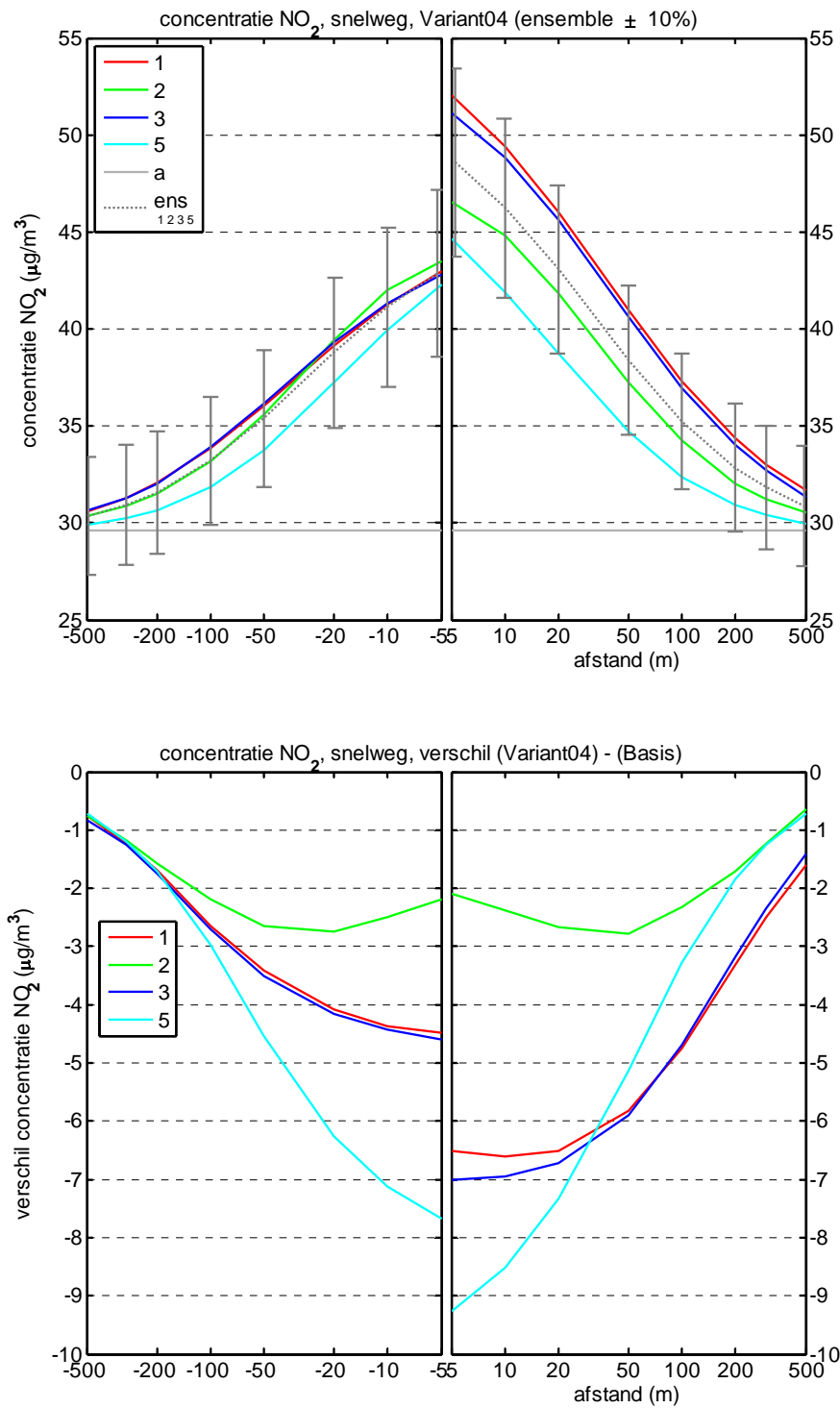
### 3.1.1.4 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 3 (schermen)



- Het plaatsen van schermen leidt tot een verlaging van de jaargemiddelde concentratie met 1-14 µg/m<sup>3</sup>.
- Model 5 levert, vooral aan de linkerkant van de weg, lagere concentraties dan de andere modellen.

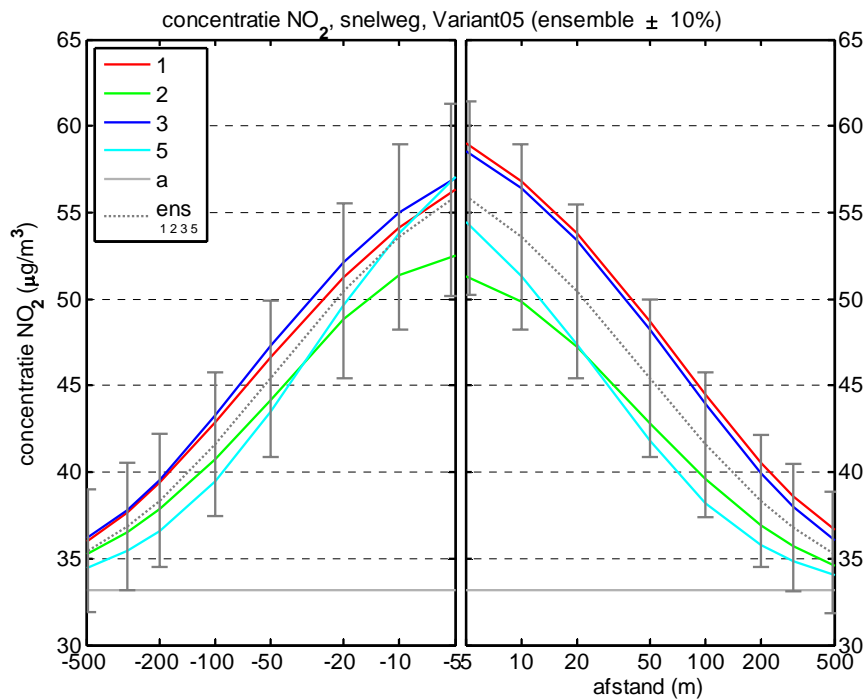


### 3.1.1.5 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 4 (ruwheidslengte 1 m)



- Het verhogen van de ruwheidslengte leidt tot een verlaging van de concentraties.

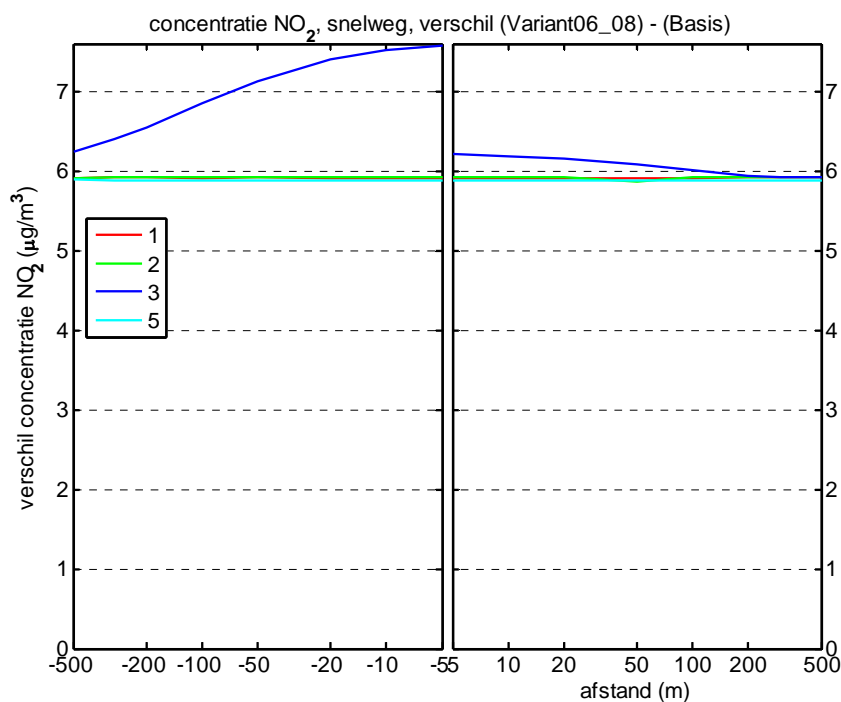
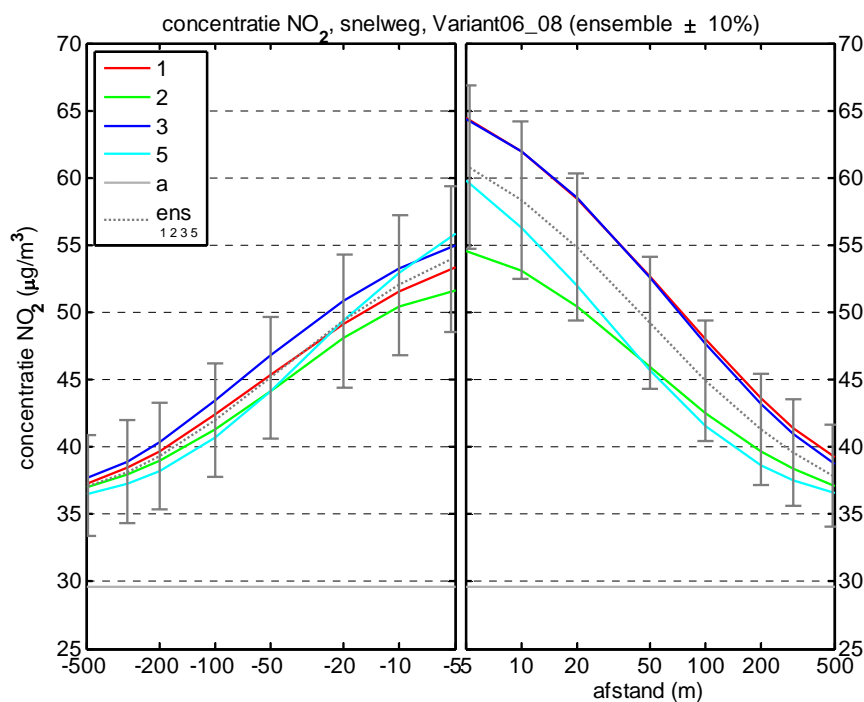
### 3.1.1.6 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 5 (meteo 2003)



- De concentratieprofielen zijn in 2003 symmetrischer dan in 2004. Dit is voornamelijk een gevolg van een andere windroos in 2003.
- Er is een kleiner verschil tussen de linker- en rechterzijde van de weg dan in 2004.
- Er zijn relatief grote verschillen tussen de berekende 'concentratiesprong' over de weg: twee modellen berekenen een lagere concentratie aan de rechterkant ten opzichte van de linkerkant en bij twee modellen is dit het omgekeerde.

### 3.1.1.7 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 6/8 (achtergrond NO<sub>2</sub> +20%)

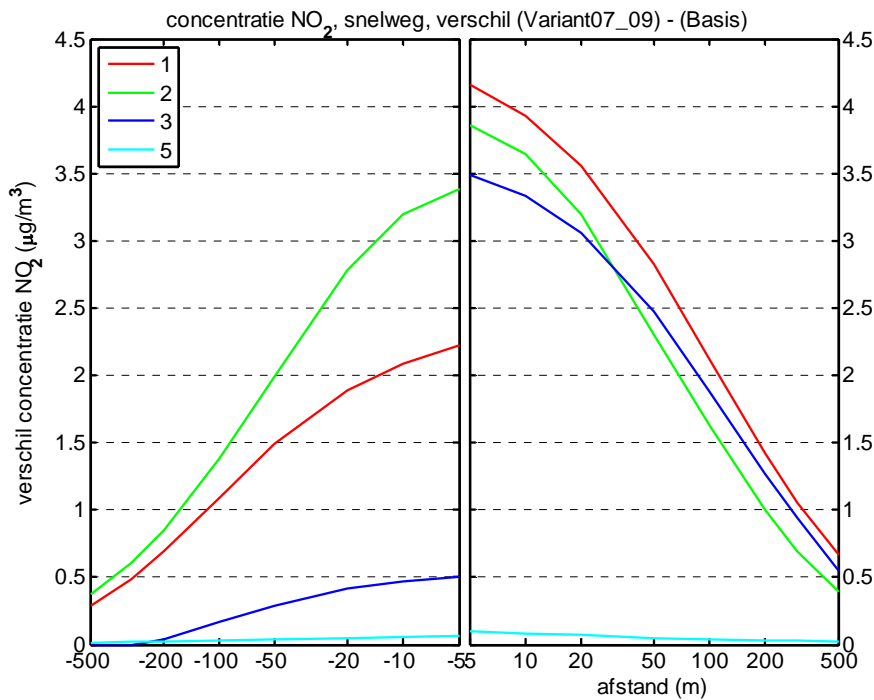
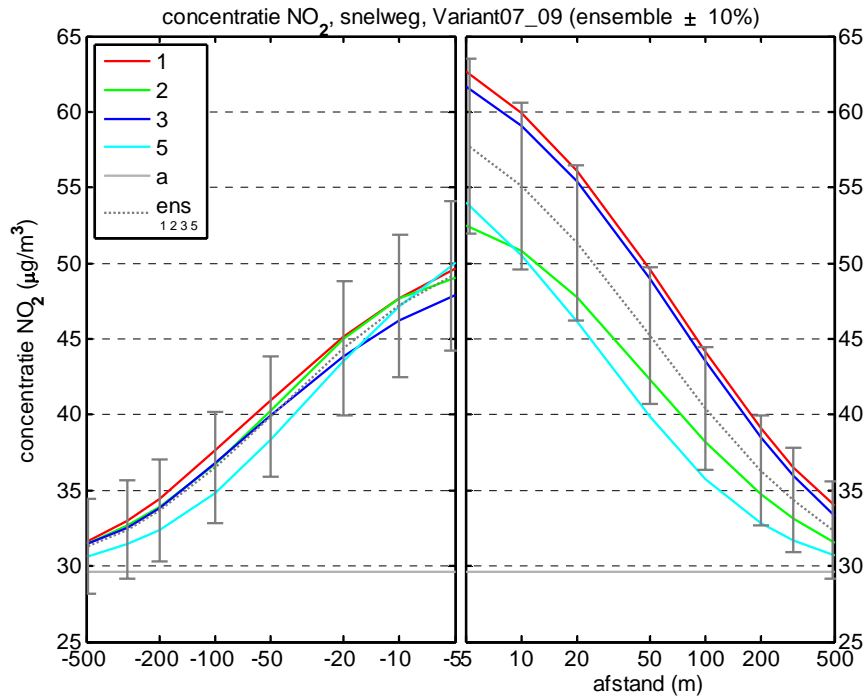
Deze gecombineerde weergave van 'variant 6/8' wil zeggen: voor de modellen die met een jaargemiddelde concentratie werken is variant 6 genomen, voor de modellen die met uurvariaties werken is variant 8 genomen.



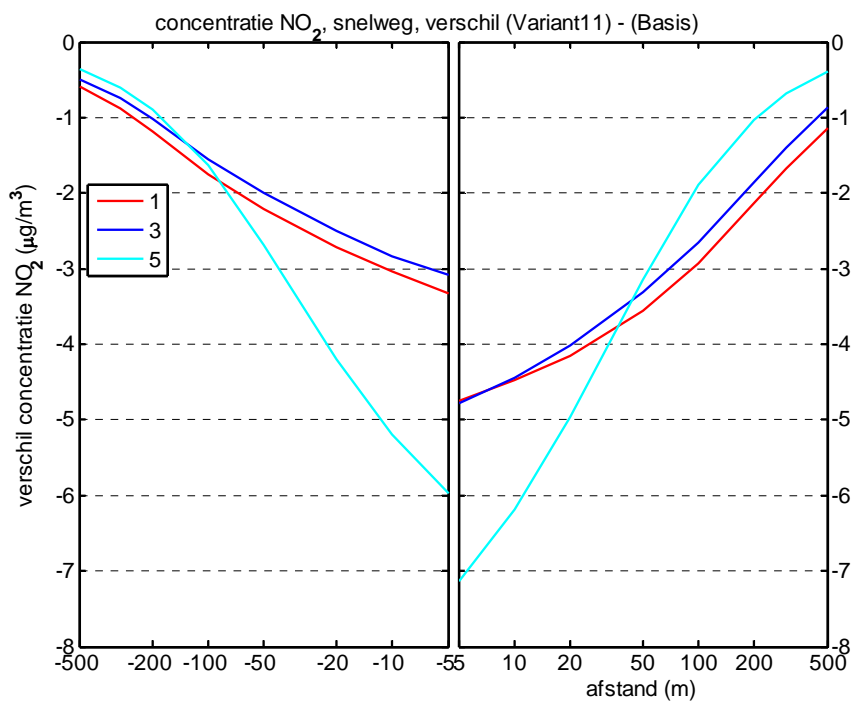
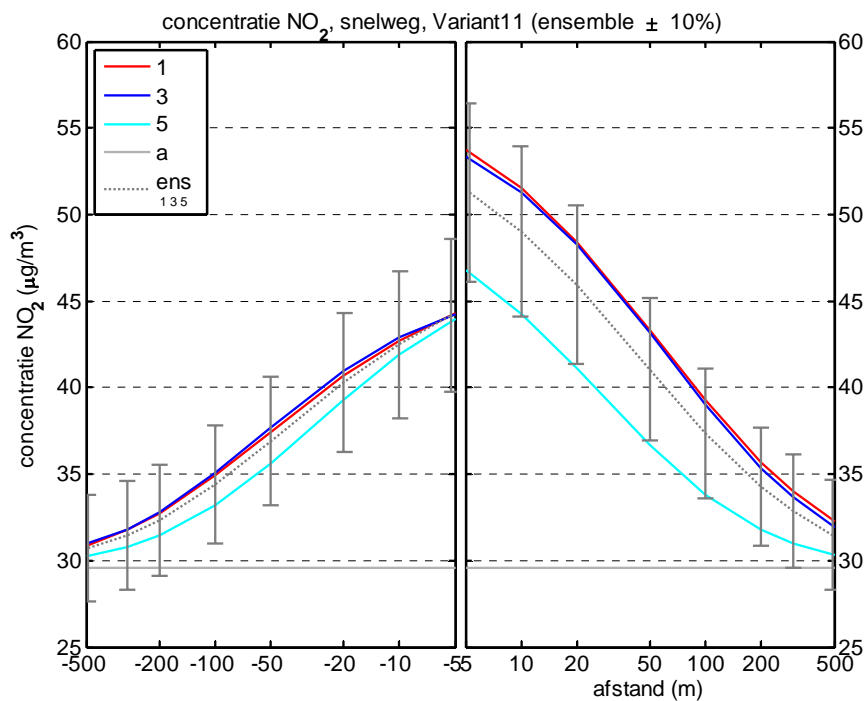
- Voor modellen 1, 2, 5 is de berekende verhoging van de concentratie nagenoeg constant; model 3 laat een concentratieverhoging zien die afhangt van de afstand tot de weg.

### 3.1.1.8 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 7/9 (achtergrond O<sub>3</sub> +20 %)

Deze gecombineerde weergave ‘variant 7/9’ wil zeggen: voor de modellen die met een jaargemiddelde concentratie werken is variant 7 genomen en voor de modellen die met uurvariaties werken is variant 9 genomen.



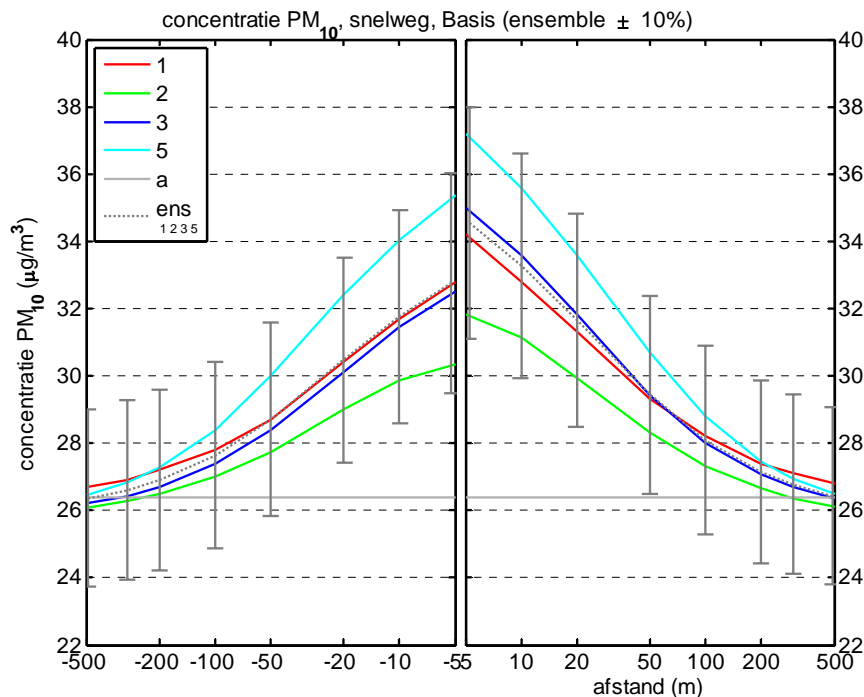
**3.1.1.9 NO<sub>2</sub>, snelweg, variant 11 (verkeersemissie -30%)**



### 3.1.2 $PM_{10}$ , snelweg, jaargemiddelde concentratie

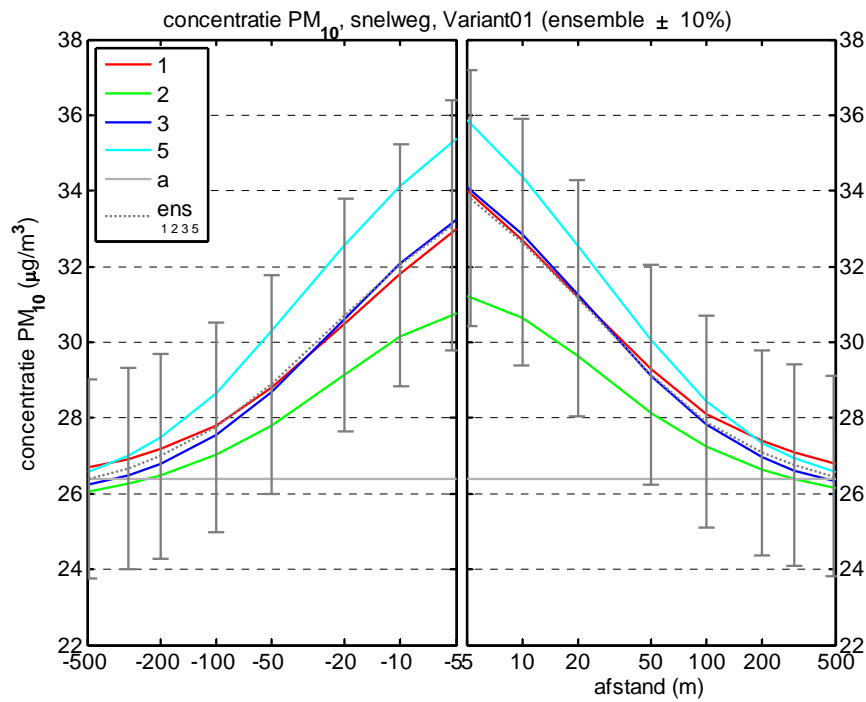
In de paragrafen 3.1.2.1 tot en met 3.1.2.8 zijn de resultaten van de modellen voor  $PM_{10}$  voor de snelwegvarianten weergegeven. In een aantal gevallen, komen de bevindingen overeen met die van de  $NO_2$ -concentraties. De opmerkingen die gemaakt zijn bij de  $NO_2$ -varianten zijn hier niet herhaald.

#### 3.1.2.1 $PM_{10}$ , snelweg, basisvariant

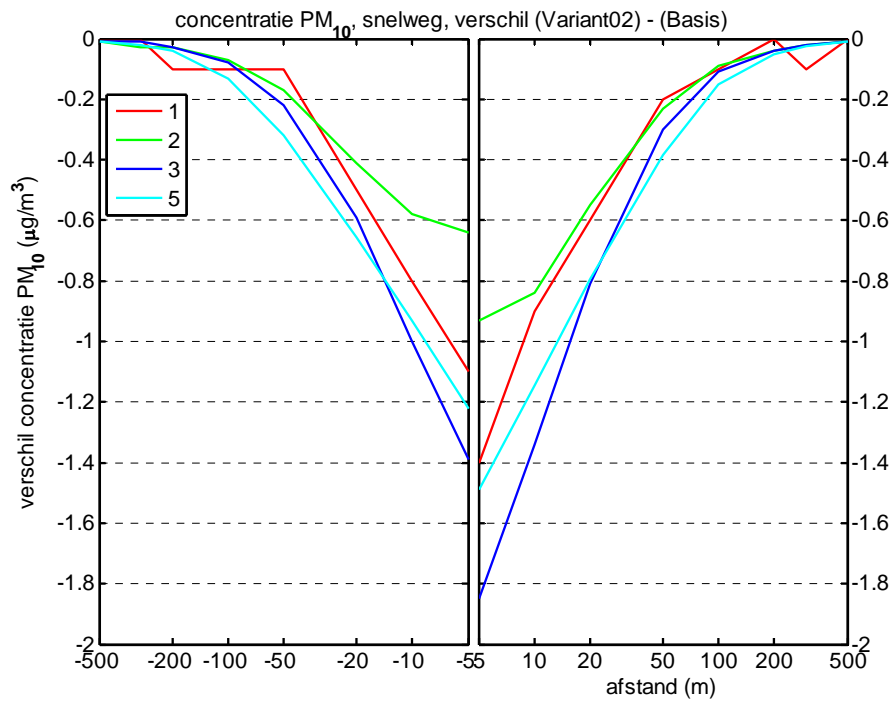
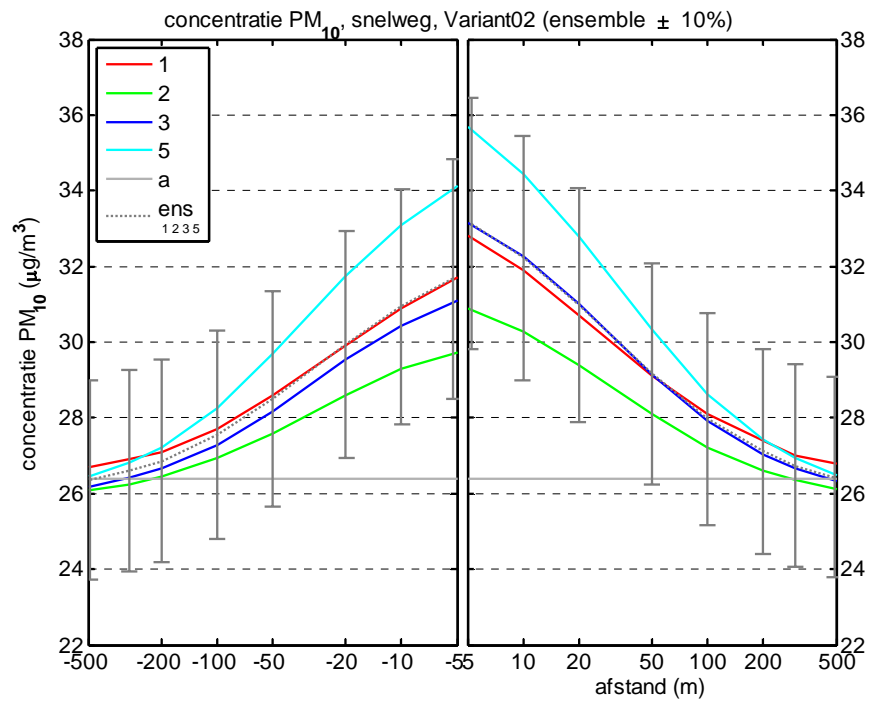


- De modelresultaten liggen binnen 10% van het ensemble.
- Ten gevolge van afrondfouten is het gemiddelde van de uurwaarden van de achtergrondconcentratie niet gelijk aan de jaargemiddelde achtergrondconcentratie. Dit heeft tot gevolg dat de concentratie op 500 meter in een enkel geval onder de achtergrondconcentratie kan uitkomen (afwijking minder dan  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### 3.1.2.2 $PM_{10}$ , snelweg, variant 1 (oost-west)

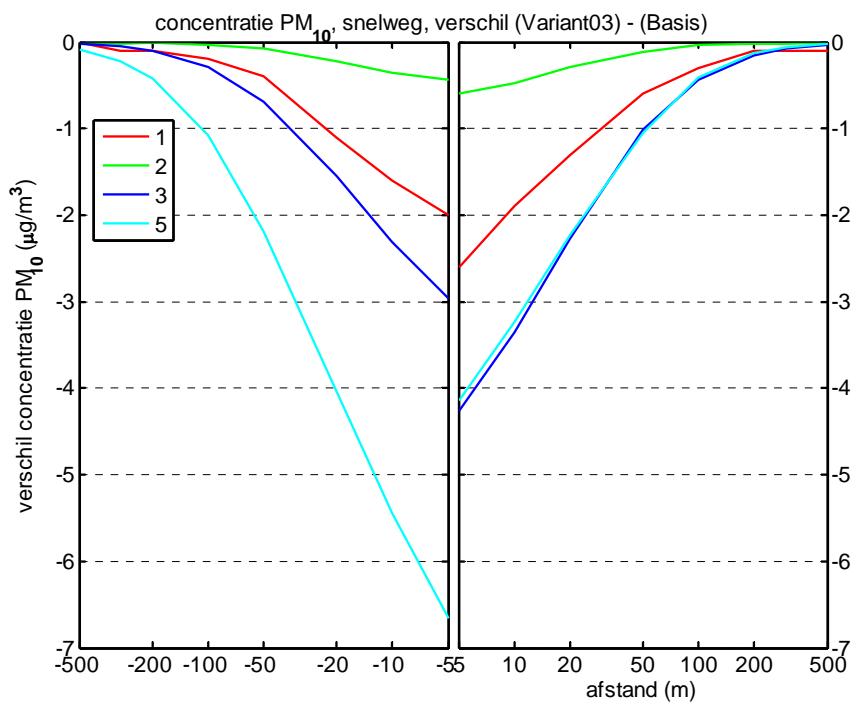
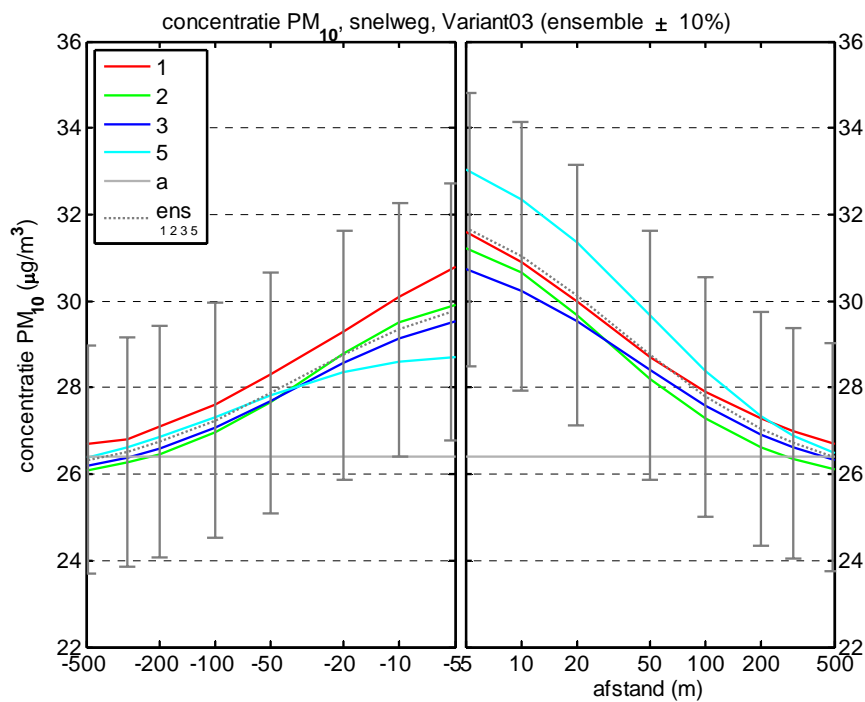


### 3.1.2.3 $PM_{10}$ , snelweg, variant 2 (2x4 rijstroken)

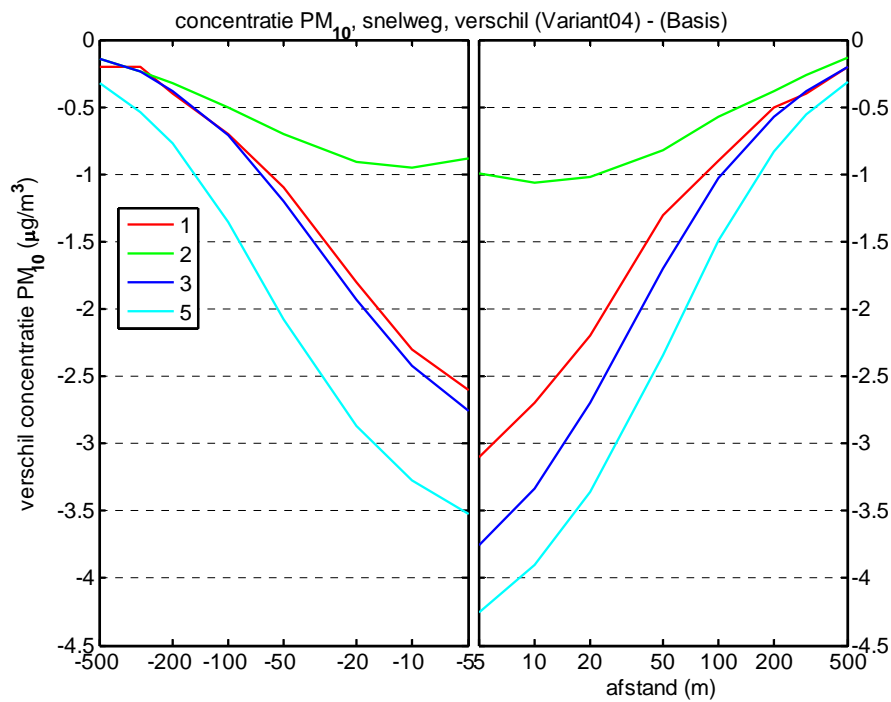
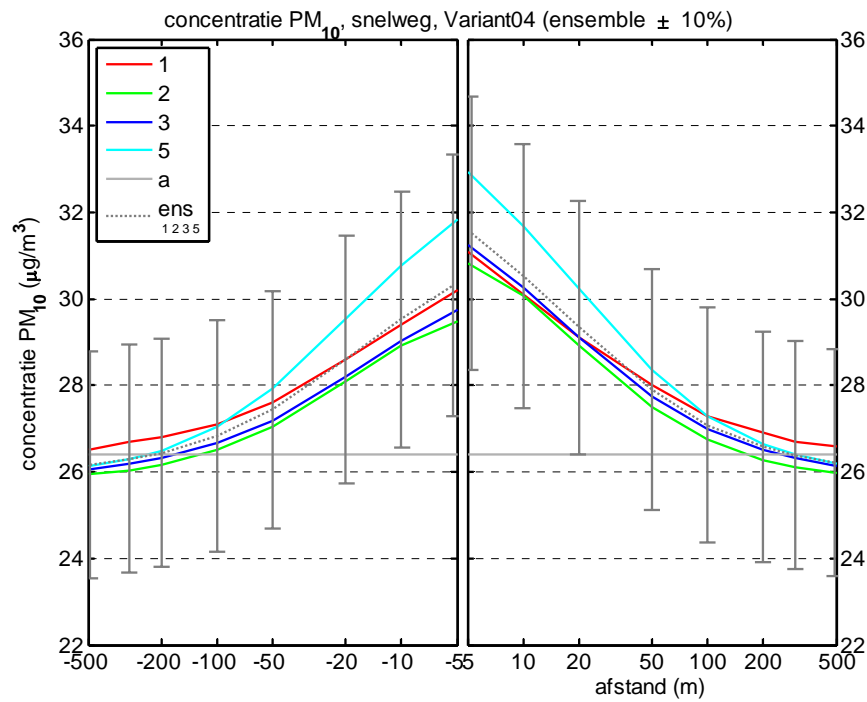




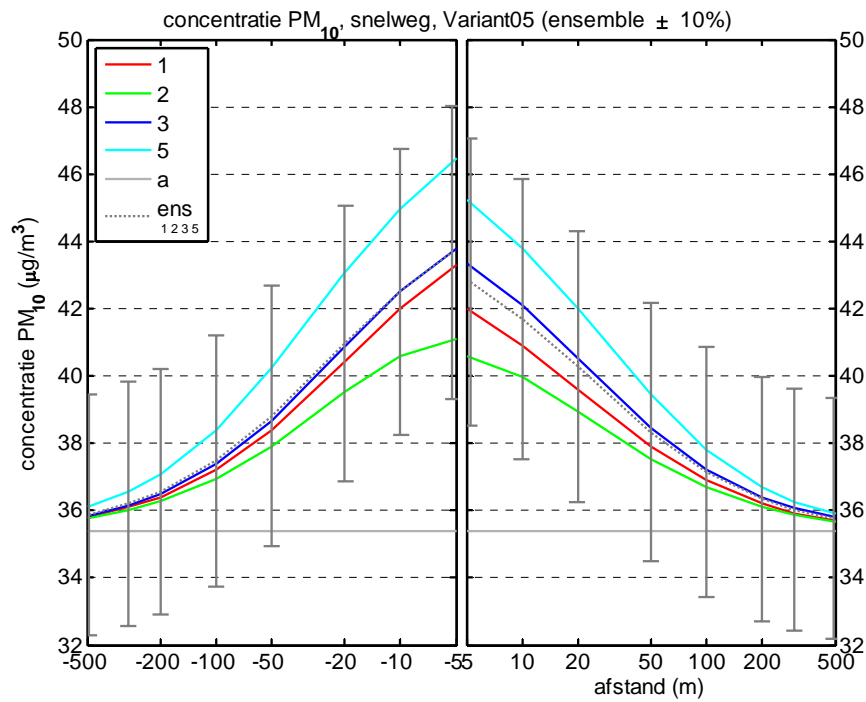
3.1.2.4  $PM_{10}$ , snelweg, variant 3 (schermen)



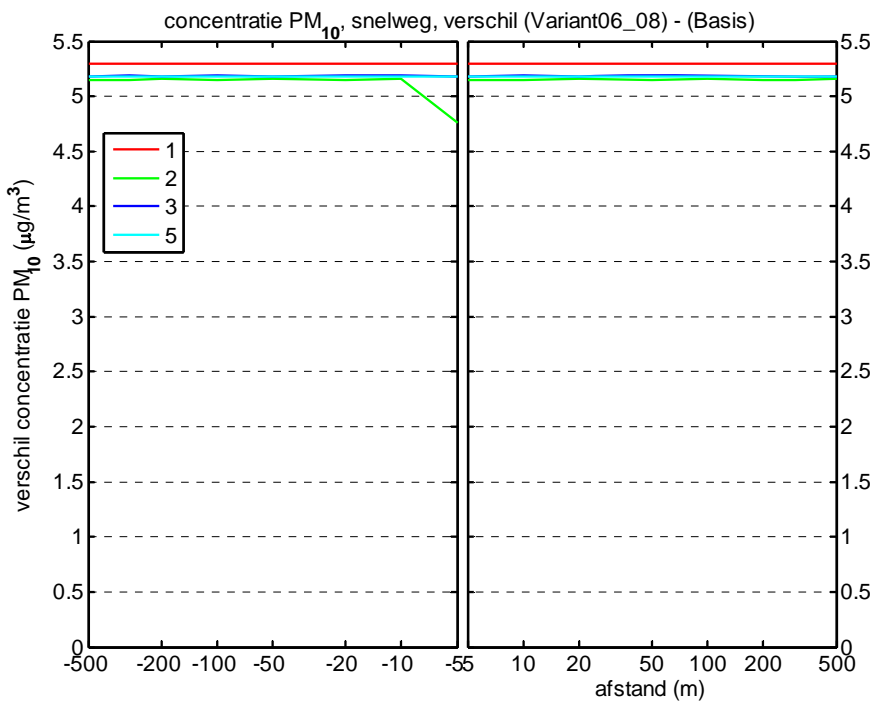
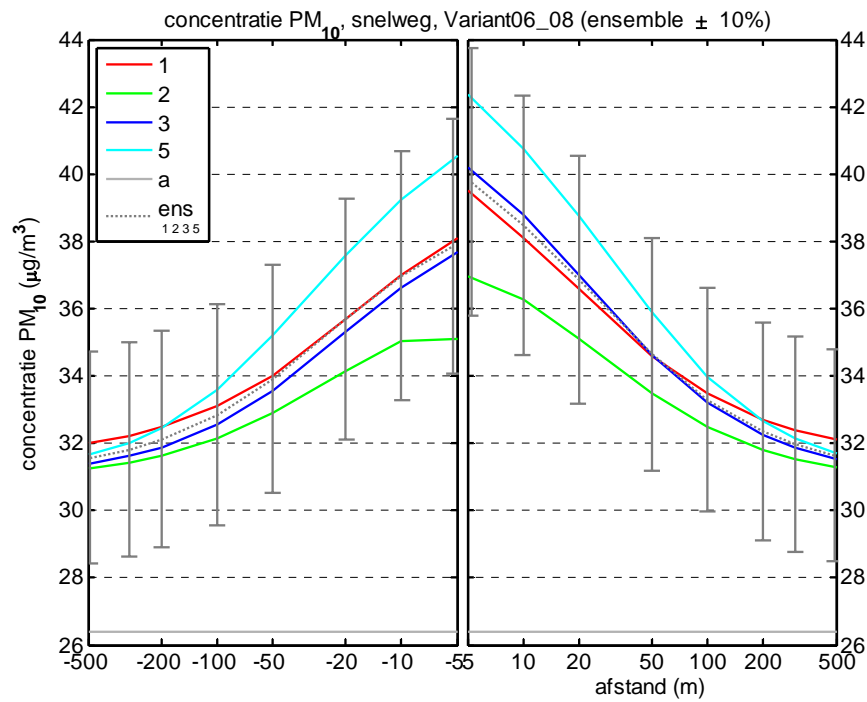
**3.1.2.5  $PM_{10}$ , snelweg, variant 4 (ruwheidslengte 1 m)**



### 3.1.2.6 $PM_{10}$ , snelweg, variant 5

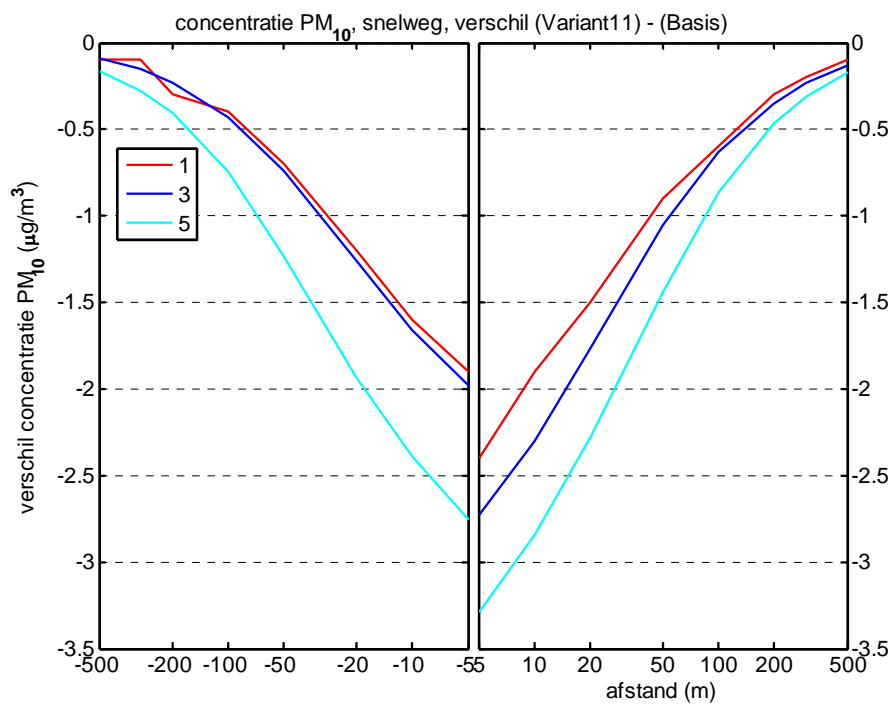
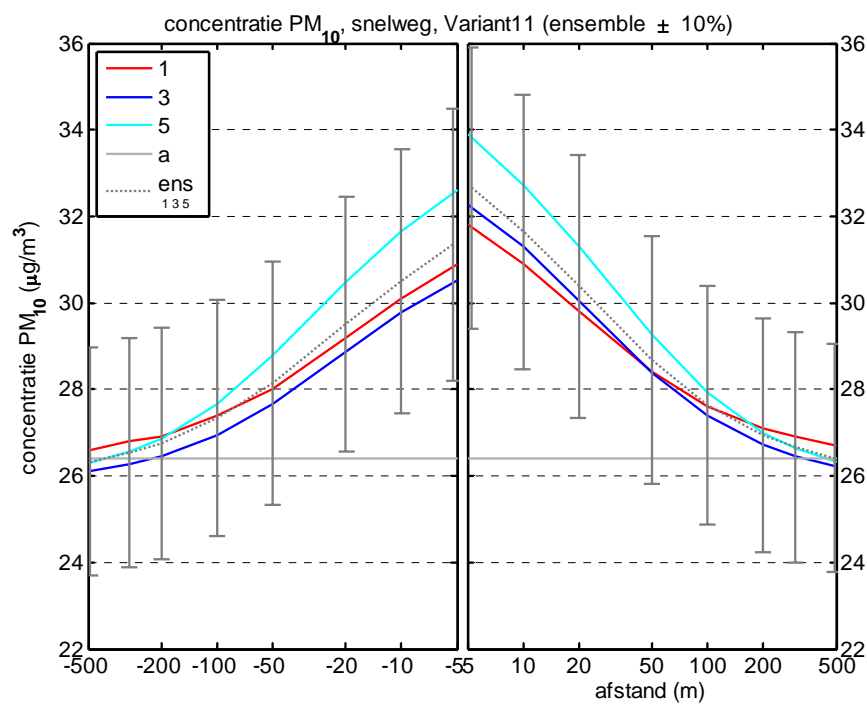


**3.1.2.7  $PM_{10}$ , snelweg, variant 6/8 (achtergrond  $PM_{10}$  +20%)**



- Het verschil met de basissituatie is nagenoeg constant ( $\sim 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### 3.1.2.8 $PM_{10}$ , snelweg, variant 11 (verkeersemisies -30%)



### 3.1.3 PM<sub>10</sub>, snelweg, aantal overschrijdingsdagen

De resultaten voor het aantal overschrijdingsdagen PM<sub>10</sub> (aantal dagen met etmaalgemiddelde PM<sub>10</sub>-concentratie boven de normwaarde van 50 µg/m<sup>3</sup>) worden hieronder gepresenteerd. Hierbij is geen zeezoutcorrectie toegepast. Het aantal overschrijdingsdagen kan op drie manieren berekend worden:

- 1) het berekenen van etmaalgemiddelde concentraties uit uurwaarden PM<sub>10</sub> en het tellen van het aantal overschrijdingsdagen;
- 2) met gebruikmaking van een lineaire relatie tussen jaargemiddelde concentratie en aantal overschrijdingsdagen; in het CAR-model (Teeuwisse, 2005) wordt de volgende lineaire relatie gebruikt:

$$N = 5.37 \bar{C} - 132.4$$

met N het aantal overschrijdingsdagen (dagen) en de jaargemiddelde concentratie (µg/m<sup>3</sup>).

- 3) met gebruikmaking van een lineaire/kwadratische relatie tussen jaargemiddelde concentratie en aantal overschrijdingsdagen (zie internet site Infomil met betrekking tot CAR 2005):

kritische waarden  $N_k = 35$  dagen,  $C_k = 31.17$  µg/m<sup>3</sup>,

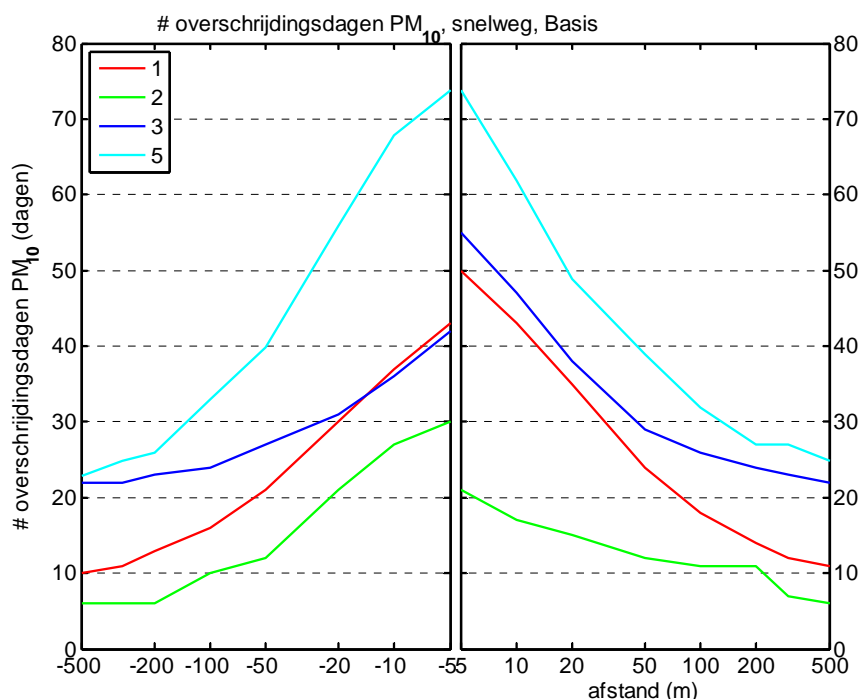
$$\bar{C} \geq C_k : \quad N = 5.37 \bar{C} - 132.4$$

$$16 \text{ µg/m}^3 < \bar{C} < C_k : \quad N = 0.10498(\bar{C} - C_k)^2 + 3.1092(\bar{C} - C_k) + N_k$$

$$\bar{C} \leq 16 \text{ µg/m}^3 : \quad N = 12 \text{ dagen.}$$

Deze functie is gebaseerd op een fit van meetdata voor de periode 1994-2005 voor alle beschikbare meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit met meer dan 90% valide dagwaarden in een jaar.

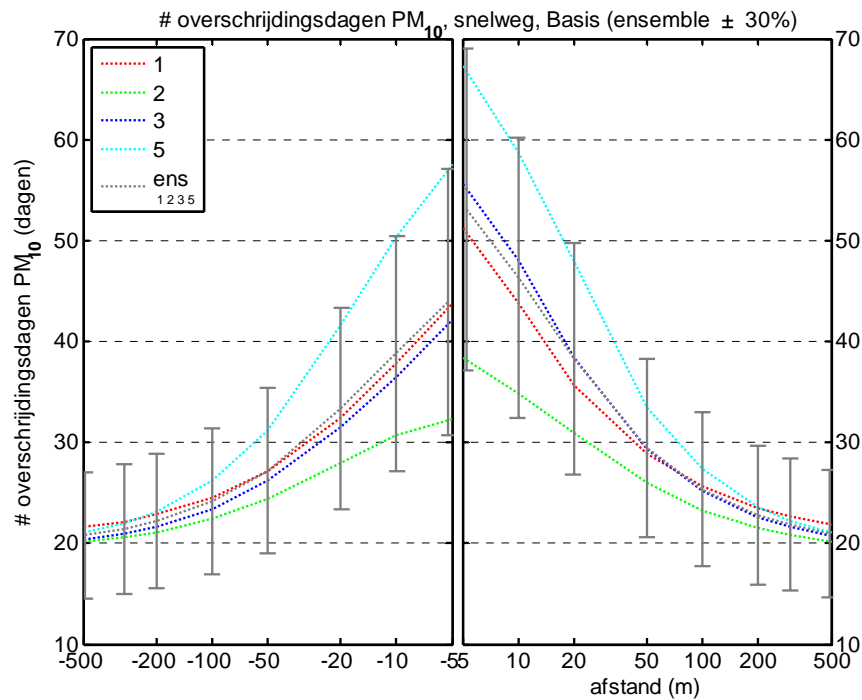
### 3.1.3.1 $PM_{10}$ , snelweg, basisvariant



Er zijn grote verschillen in het aantal overschrijdingsdagen; dit wordt onder andere veroorzaakt door de verschillende methoden die gebruikt worden om het aantal overschrijdingsdagen te berekenen:

- model 1 gebruikt de lineaire CAR-relatie, onder 2), om het aantal dagen overschrijding te berekenen uit de jaargemiddelde concentratie (voor een achtergrond van  $26,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  geeft deze relatie 9 dagen overschrijding);
- model 2 gebruikt een hybride methode:
  - uurwaarden worden gebruikt om overschrijdingsdagen te tellen;
  - de resultaten worden zo geschaald, dat het aantal overschrijdingsdagen ver weg van de snelweg uitkomt op het aantal berekend door de lineaire CAR-relatie los te laten op de achtergrondconcentratie. Dat deze waarde uitkomt op 6 dagen in plaats van 9 dagen heeft te maken met de al eerder gemelde discrepantie in uurwaarden en jaargemiddelde achtergrondconcentratie.
- model 3 gebruikt de lineaire/kwadratische relatie, onder 3), om het aantal overschrijdingsdagen te berekenen; voor de achtergrondconcentratie levert deze relatie 23 dagen overschrijding op;
- model 5 gebruikt berekende uurwaarden.

Uit de uurwaarden van de achtergrondconcentratie volgt een aantal van 21 overschrijdingsdagen.



In bovenstaande figuur zijn de door het RIVM achteraf berekende aantal overschrijdingsdagen weergegeven; deze zijn met dezelfde methode berekend: de jaargemiddelde concentraties  $PM_{10}$  zijn omgerekend naar het aantal overschrijdingsdagen met behulp van de lineaire/kwadratische relatie onder 3). De op deze manier berekende aantallen overschrijdingsdagen verschillen maximaal 30% van het gemiddelde.



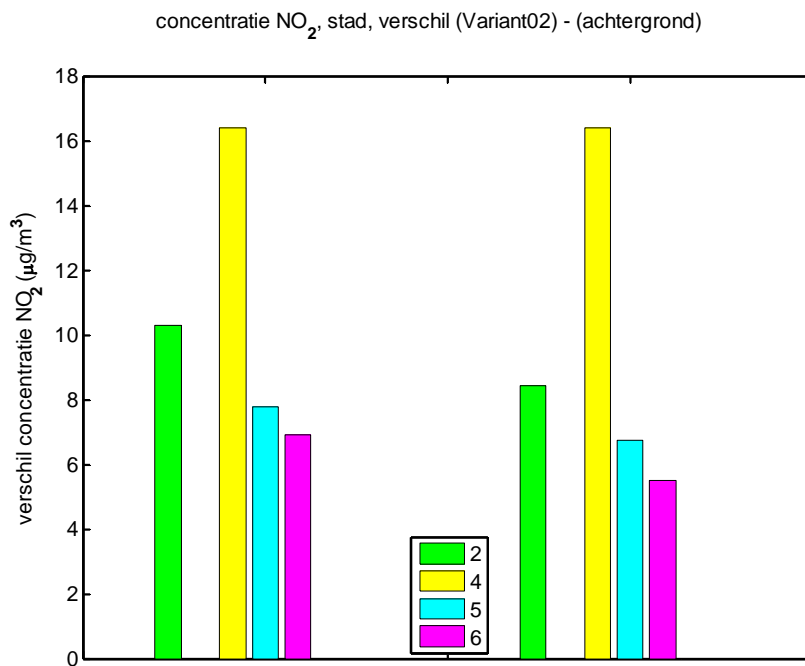
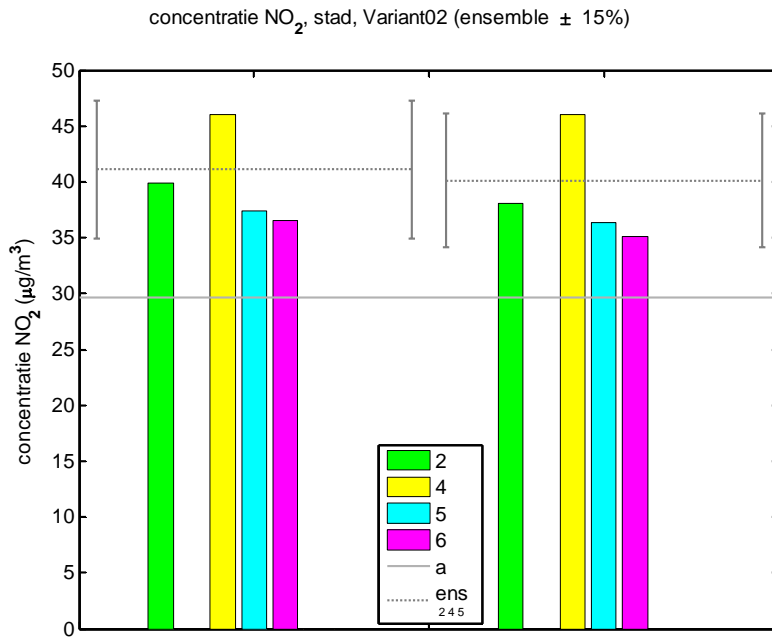
## 3.2 Resultaten stadssituatieberekeningen

Het is gebleken dat de definitie van de basissituatie voor de stadsweg voor wat betreft de wegkarakteristieken niet exact genoeg geweest is. Met de basissituatie was een stadsweg bedoeld die door een bebouwde omgeving liep. In overleg met de modeleigenaren is dit gedefinieerd door de ruwheid van het omliggende oppervlak relatief hoog (ruwheidslengte 1m) in te schatten en zijn er geen specifieke bebouwingskarakteristieken gegeven. Bij het interpreteren van de resultaten is gebleken dat door een aantal modeleigenaren deze definitie toch tot een andere invulling van de situatie heeft geleid, namelijk een weg door open gebied met alleen een hoge ruwheid. Vandaar dat de resultaten van de berekeningen voor de basissituatie voor de stadsweg en de meeste varianten niet goed vergelijkbaar zijn. Een uitzondering is de ‘street canyon’ variant (variant 2) waar de bebouwde omgeving wel goed gedefinieerd is. In deze paragraaf worden alleen de resultaten van deze ‘street canyon’-variant gepresenteerd. De andere stadssituaties zijn in bijlage 3 gegeven. Het ensemble in de figuren in paragraaf 3.2.1 en 3.2.2 is hier bepaald uit de resultaten van de modellen 2, 4 en 5 (zie toelichting in de inleidende tekst van dit hoofdstuk).

### 3.2.1 NO<sub>2</sub>, stad

#### 3.2.1.1 NO<sub>2</sub>, stad, variant 2 (street canyon)

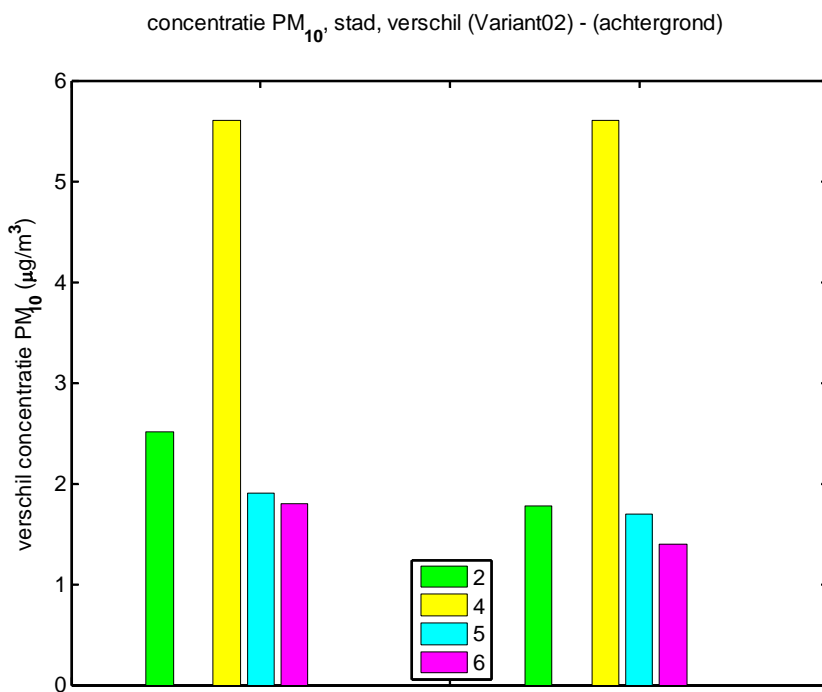
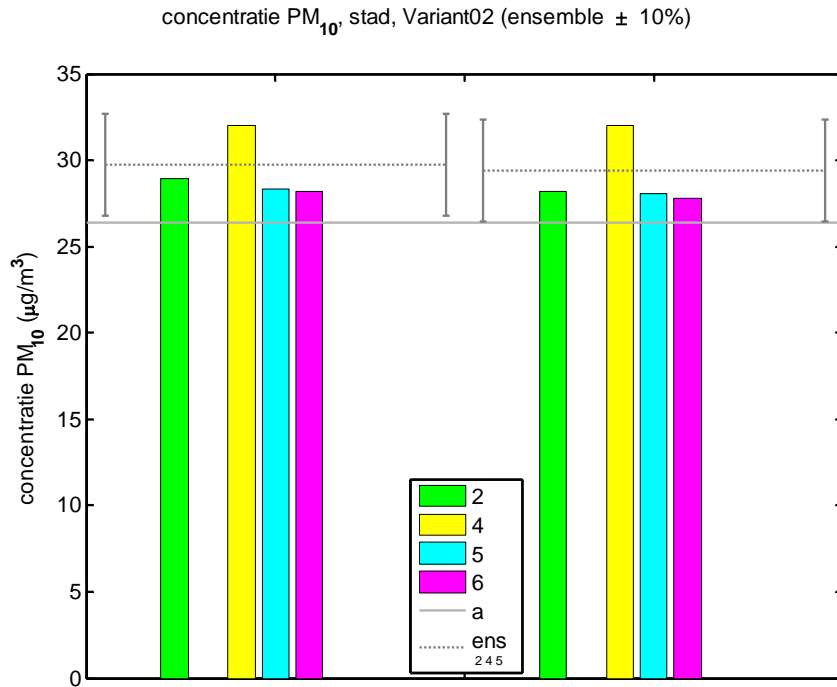
Voor de *street canyon*-variant zijn alleen concentraties op 5 meter van de wegrand berekend (links en rechts van de weg).



- De modelresultaten liggen binnen 15% van het gemiddelde. Voor wat betreft de wegbijdrage ligt model 4 een factor 1,5 tot 2 hoger dan de andere modellen.
- De hoogste concentraties liggen aan de linkerkant van de weg; model 4 heeft geen verschil tussen links en rechts.

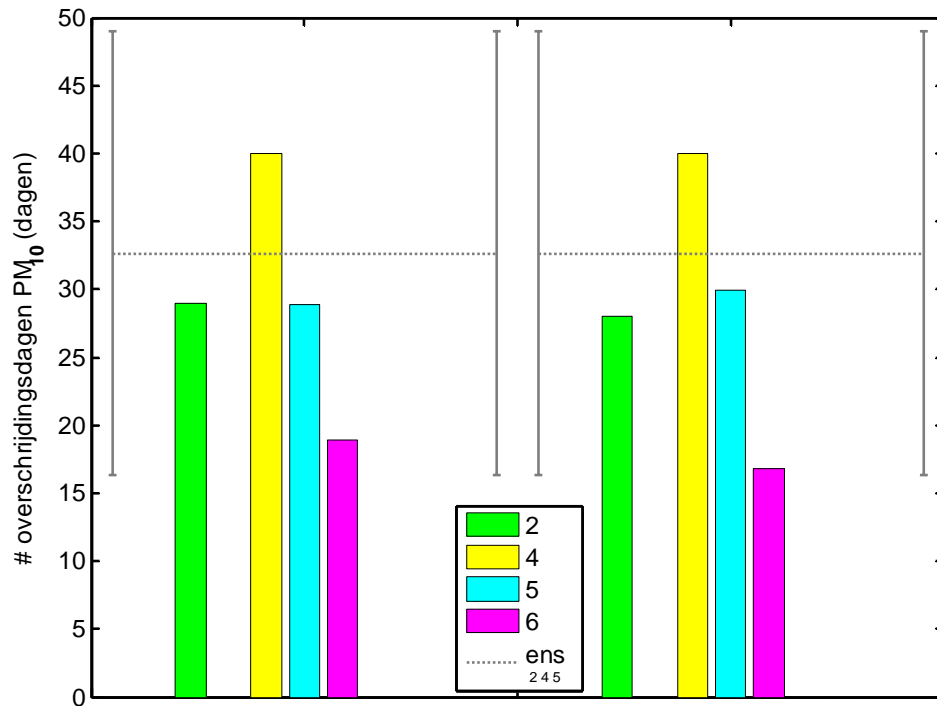
### 3.2.2 PM<sub>10</sub>, stad

#### 3.2.2.1 PM<sub>10</sub>, stad, variant 2 (street canyon)



### 3.2.3 PM<sub>10</sub>, stad, aantal overschrijdingsdagen

# overschrijdingsdagen PM<sub>10</sub>, stad, Variant02 (ensemble ± 50%)



- Er zijn grote verschillen in het aantal overschrijdingsdagen (factor 2).

## 4. Conclusie

### 4.1 Algemeen

In dit rapport zijn de resultaten van een vergelijkingsstudie van een aantal in gebruik zijnde verkeersmodellen gepresenteerd. De modellen en eigenaren van de modellen die in de studie meededen waren: CAR (Infomil), WinMiskam (M+P/Cauberg Huygen), VKM60 (TNO), VLW (DWW/ECN), ADMS-urban (Flowmotion), Stacks (KEMA).

In overleg met de modeleigenaren zijn twee basissituaties gedefinieerd, een snelweg- en een stadswegsituatie, en een aantal varianten daarop. Voor de situaties zijn de invoergegevens voor de modellen, zoals de verkeersemisies, de meteorologische situatie, de wegkarakteristieken, de achtergrondconcentratie, zo nauwkeurig en volledig mogelijk voorgeschreven. De varianten bestonden uit variaties op de invoergegevens.

De basissituaties en varianten zijn door de modeleigenaren doorgerekend voor de jaargemiddelde concentraties van NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> en het aantal dagen overschrijding van de etmaalnorm voor PM<sub>10</sub>.

Aangaande het proces van het aanleveren van de modelberekeningen zijn de volgende opmerkingen te maken:

- de deadline die gesteld was voor aanlevering van de data is door praktisch alle modeleigenaren overschreden;
- er is door de modeleigenaren regelmatig afgeweken van de gedefinieerde situatie;
- door een aantal modeleigenaren zijn data aangeleverd die na attendering door RIVM verkeerd bleken te zijn en daarna overgerekend zijn;
- het overrekenen van situaties is door de modeleigenaren soepel uitgevoerd.

In de volgende twee paragrafen zijn de conclusies voor de beide wegsituaties en de varianten in grote lijnen gepresenteerd.

### 4.2 Snelwegsituaties

Van de verschillende snelwegvarianten blijkt dat de berekeningen van de jaargemiddelde concentratie van NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> met de modellen meestal binnen circa 10% van het gemiddelde (het ensemble) van de modellen liggen. Bij het berekenen van het effect van schermen voor NO<sub>2</sub> lopen de verschillende modellen verder uit elkaar. Als naar de bijdrage van de weg alleen gekeken wordt (wat berekent het model boven op de achtergrondconcentratie), dan is de marge voor NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> dichtbij de wegrand (enkele tientallen meters), waar overschrijdingen kunnen voorkomen, circa 30%. Voor grotere afstanden (300 m) loopt de marge op tot circa 50% voor NO<sub>2</sub> en ca. 100% voor PM<sub>10</sub>. De marge wordt groter omdat de bijdrage van de weg aan de totale concentratie kleiner wordt en de relatieve verschillen tussen de modellen vergroot wordt. De absolute verschillen tussen de modellen worden echter kleiner.

Er zijn verschillende methoden gebruikt bij de berekening van het aantal overschrijdingsdagen voor PM<sub>10</sub>; dit leidt tot grote verschillen in de uitkomsten. Als de standaardmethode, zoals voorgesteld voor gebruik in de Besluiten Luchtkwaliteit (lineaire/kwadratische relatie), gebruikt wordt om uit de jaargemiddelde concentratie het aantal overschrijdingsdagen te berekenen, liggen de verschillende modelresultaten binnen een marge van 30% van het gemiddelde.

### 4.3 Stadssituaties

Er zijn grote verschillen tussen de modellen. Dit is voor een groot deel te wijten aan het feit dat de modeigenaren de basissituatie van de stadsweg verschillend geïnterpreteerd hebben. Dit heeft geleid tot een moeilijke vergelijkbaarheid van de modellen voor de stadsweg. De basissituatie en varianten daarop zijn dan ook niet meegenomen in de conclusies.

Voor de *street canyon*-variant was de situatie exact omschreven, wat niet leidde tot een verschil in interpretatie van de situatie. Voor de *street canyon* variant liggen de verschillen tussen de modellen binnen de 10% (PM<sub>10</sub>) of 15% (NO<sub>2</sub>) van het gemiddelde van de modellen. Als naar de bijdrage van de weg alleen gekeken wordt, verschillen de modellen een factor 2 tot 3. Het aantal overschrijdingsdagen van PM<sub>10</sub> voor deze variant verschilt een factor 2, dat is een marge van 50% om het gemiddelde.

## **5. Aanbevelingen**

### **5.1 Opzet vergelijkingsstudie**

De vergelijkingsstudie is enkel op berekeningen van gedefinieerde standaardsituaties gebaseerd. Het doel van de studie was dan ook de mate van vergelijkbaarheid van de modellen aan te tonen. Een volgende stap in een vergelijking zou kunnen zijn om metingen daarbij te betrekken. Pas dan kan een meer absolute uitspraak over de juistheid van een specifiek model gedaan worden.

De evaluatie van de stadssituatie is door de te vage situatiebeschrijving enigszins mager uitgevallen. Het verdient aanbeveling om voor een aantal goed gedefinieerde situaties, liefst inclusief metingen, de vergelijking te herhalen. Dit zou dan enkel hoeven voor die modellen die daarvoor geschikt zijn.

Het verdient ook aanbeveling om na te denken over de mogelijkheid om niet alleen modelresultaten, maar ook het rekenproces, nader te analyseren en te beoordelen.

### **5.2 Validatie van modellen**

De modellen die meegedaan hebben in de vergelijkingsstudie zijn alle in meer of mindere mate gevalideerd met metingen. Beschikbare data, waarbij én goede emissiegegevens én goede metingen gegeven zijn, zijn beperkt. Tijdens de bijeenkomst met de modeleigenaren is het voorstel geopperd om de validatiesets die bij modeleigenaren voorhanden zijn centraal bij het RIVM neer te zetten, alwaar ze dan toegankelijk zijn voor modeleigenaren. Een euvel bij de beschikbare meetdata is vaak de beperkte duur van de meetperiode. Voor de validatie van de modellen is er duidelijk behoefte aan langere meetreeksen.

### **5.3 Harmonisatie van modelconcepten**

In de vergelijkingsstudie is gestreefd naar een harmonisatie van de invoergegevens. De verschillen tussen de modellen die nog gevonden worden, zijn dus voornamelijk veroorzaakt door verschillen in modelconcepten en aannamen die in modellen gemaakt worden. In de analyse van de resultaten en de discussie met de modeleigenaren is gebleken dat een aantal verschillen te herleiden is tot bepaalde specifieke modelconcepten of aannamen in modellen. Het verdient aanbeveling om een gedetailleerder overzicht van deze verschillen te maken en voorstellen te doen om, waar mogelijk, afspraken over concepten en aannamen te maken.

Een eerste inschatting na discussie met de modeleigenaren is dat op de volgende onderwerpen afstemming mogelijk is:

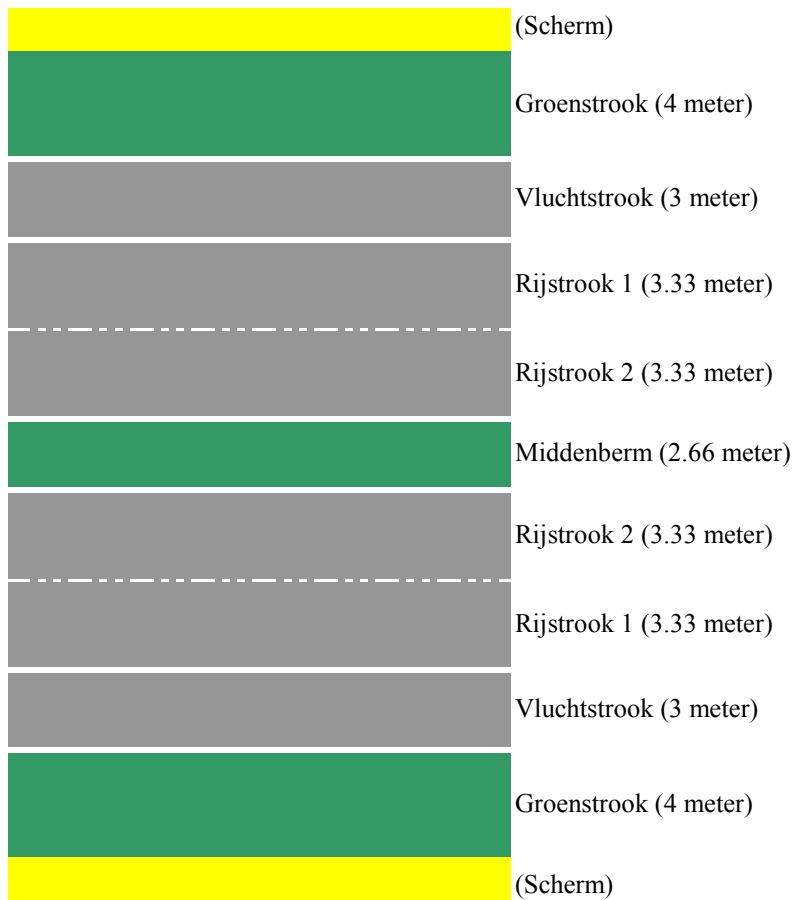
1. Chemische module waarin de omzetting van NO naar NO<sub>2</sub> door O<sub>3</sub> beschreven is. Hier bestaan verschillende beschrijvingen van. De onderliggende atmosferische chemie is echter goed bekend. Hier zouden goed eenduidige afspraken gemaakt kunnen worden.
2. Initiële menging die optreedt direct na emissie. In principe is dit de vertaling van de emissie naar de initiële concentratie. Afhankelijk van de modelstructuur wordt dit anders ingevuld. Hier liggen mogelijkheden om eenzelfde benadering te kiezen.
3. Keuze van de hoogte waarop de windsnelheid genomen wordt, wordt in modellen verschillend gekozen. Dit zou vastgelegd kunnen worden.
4. Aantal windsectoren waarvoor berekeningen uitgevoerd zijn. Een aantal modellen rekent per windsector de concentratie uit. De keuze in de grootte van de windsector leidt tot verschillen. Hier zijn eenvoudig afspraken te maken.
5. Berekening van het aantal dagen overschrijding van de fijnstof-dagnorm. De berekening van het aantal dagen gebeurt met verschillende methoden: op basis van de CAR-relatie, uit uur voor uur berekeningen en hybride vormen. Hier zijn afstemmingen mogelijk.
6. *Street canyon*-berekeningen. Berekeningen voor de *street canyon* verschillen aanzienlijk. De theorie die de verspreiding beschrijft, is echter relatief goed bekend. Hier zouden afspraken op benaderingen mogelijk zijn.
7. Niet uit de vergelijkingsstudie, maar wel opgemerkt in de discussie met modeleigenaren: modellen verdelen de te modelleren weg in wegvakken. De keuze van het aantal en de grootte ervan is arbitrair.



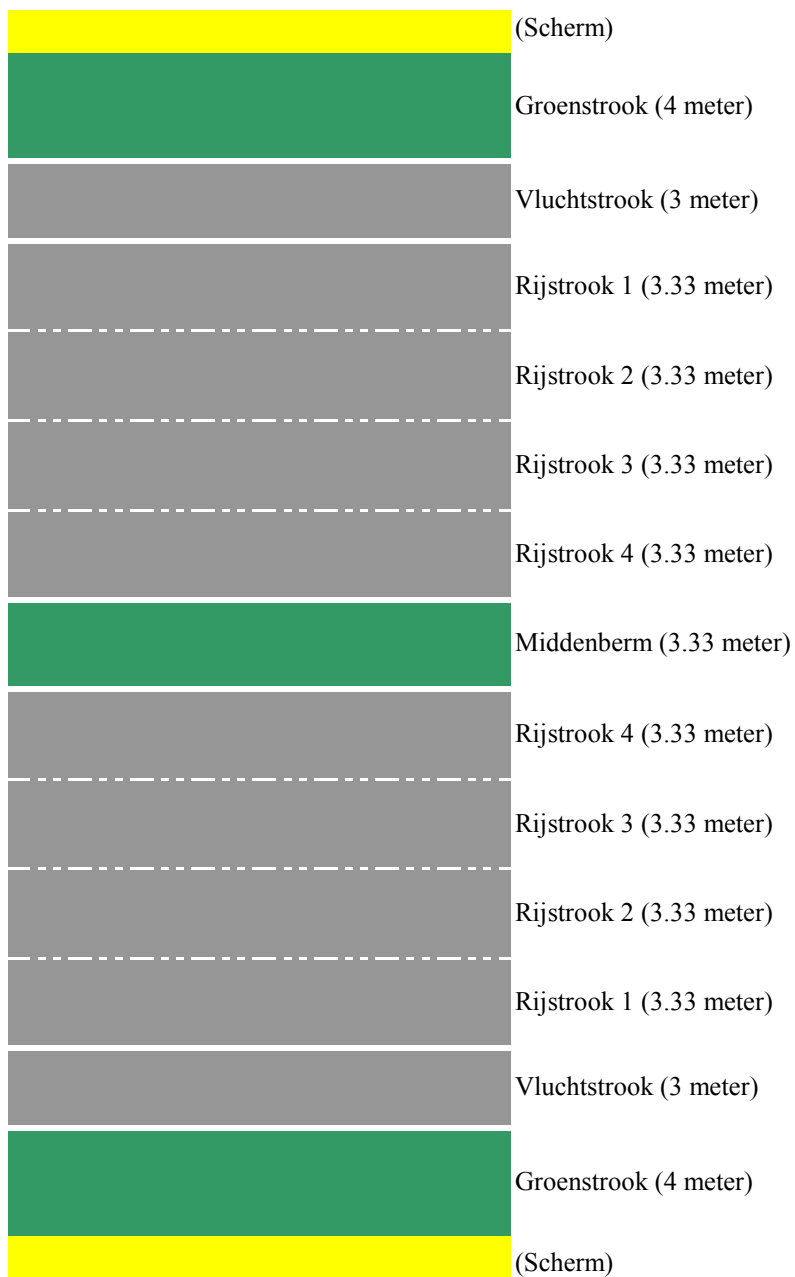
## **Literatuur**

Teeuwisse, S.D. Handleiding bij softwarepakket CAR II versie 4.0, TNO 2005/074, 2005

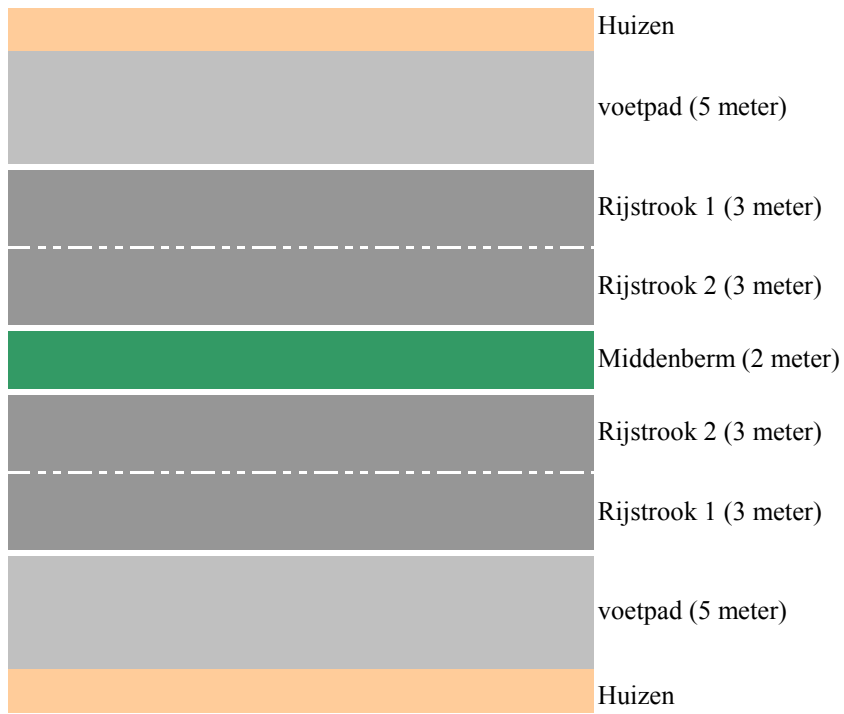
## Bijlage 1 Weg-layout



*Figuur B1.1: snelweg (2x2 rijstroken)*



*Figuur B1.2: snelweg (2x4 rijstroken)*



*Figuur B1.3: stadsweg (hoogte huizen 17 m, diepte 14 m)*

## Bijlage 2 Definitie van verschillende varianten

Tabel B2.1: Uitwerking testcases voor basissituatie snelweg

Variabelen		Waarden	Basis	Varianten														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kenmerken van de weg	1. Oriëntatie	a. Basis (noord-zuid)	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		b. Oost – west.		x														
	2. Aantal stroken	a. Basis (2x2)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		b. 2x4			x													
	3. Schermen	a. Basis (geen schermen)	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		b. Scherm beide zijden				x												x
4. Kenmerken van de omgeving		a. Basis (ruwheidslengte 0,3 m)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		b. Ruwheidslengte 1,0 m					x											
5. Meteorologische omstandigheden		a. Basis (meteo 2004)	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x		x
		b. Meteo 2003						x					x				x	
6. Achtergrondconcentratie	Jaargemiddelde waarden	a. Basis	x	x	x	x	x	x			x	x		x	x	x		x
		b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20% hoger							x				x					x
	c. O <sub>3</sub> 20% hoger									x								
	Uurwaarden (variates in de tijd uit GCN)	a. Basis.	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	
b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub> 20 % hoger												x					x	
c. O <sub>3</sub> 20% hoger													x					
7. Emissies door het verkeer	Gemiddelde waarde voor de intensiteit per etmaal (weekdag)	a. Basis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x			
		b. 30 % hoger											x				x	
	c. 30 % lager												x			x		
	Variatie van intensiteit over etmaal	a. Basis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
b. 30 % hoger														x			x	
c. 30 % lager															x			

Tabel B2.2: Uitwerking testcases voor basissituatie stadsweg

Variabelen		Waarden	Basis	Varianten												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Kenmerken van de omgeving	a. Ruwheid 1 m	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
	b. Ruwheid 3 m	x														
	c. <i>Street canyon</i>		x												x	
2. Meteorologische omstandigheden	a. Basis (meteo 2004)	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
	b. Meteo 2003				x											x
3. Achtergrond concentratie	Jaargemiddelde waarden	a. Basis	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x
		b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub>				x										x
		c. 20 % hoger					x									
		d. O <sub>3</sub> 20% hoger						x								
3. Achtergrond concentratie	Uurwaarden (variates in de tijd uit GCN)	a. Basis.	x	x	x	x	x				x	x	x	x		x
		b. NO <sub>2</sub> /PM <sub>10</sub>								x						x
		c. 20 % hoger									x					
		d. O <sub>3</sub> 20% hoger										x				
4. Emissies door het verkeer	Gemiddelde waarde voor de intensiteit per etmaal (weekdag)	a. Basis	x	x	x	x	x	x	x			x	x			
		b. 30 % hoger									x				x	
		c. 30 % lager										x				x
4. Emissies door het verkeer	Variatie van intensiteit over etmaal	a. Basis	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
		b. 30 % hoger											x			x
		c. 30 % lager												x		x

Bij de basissituatie snelweg is in variant 1 tot en met 13 sprake van een verandering in de waarde van één variabele ten opzichte van de basisvariant. In de varianten 14 en 15 veranderen de waarden van meerdere variabelen. Variant 14 is een soort van 'worst case'. In variant 15 veranderen meerdere variabelen 'ten goede'.

De opbouw van de geselecteerde varianten in de basissituatie stadsweg is hiermee vergelijkbaar: in variant 1 tot en met 11 verandert de waarde van één variabele en in variant 12 en 13 veranderen de waarden van meerdere variabelen om een 'worst' respectievelijk 'best' case aan te geven.

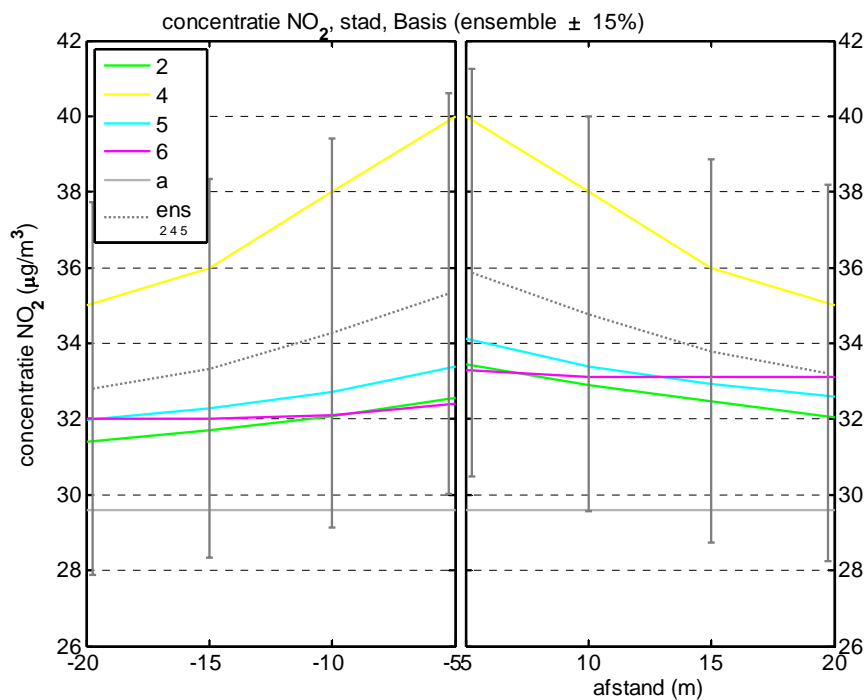
## Bijlage 3 Addendum stadssituatieberekeningen

Zie paragraaf 3.2 voor een toelichting bij deze resultaten.

### Resultaten NO<sub>2</sub>

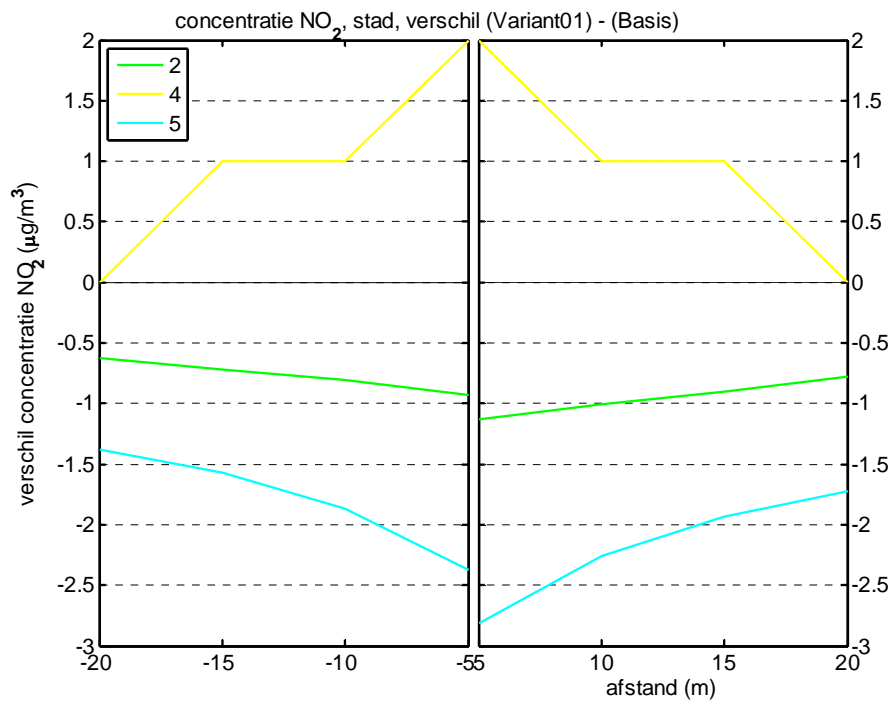
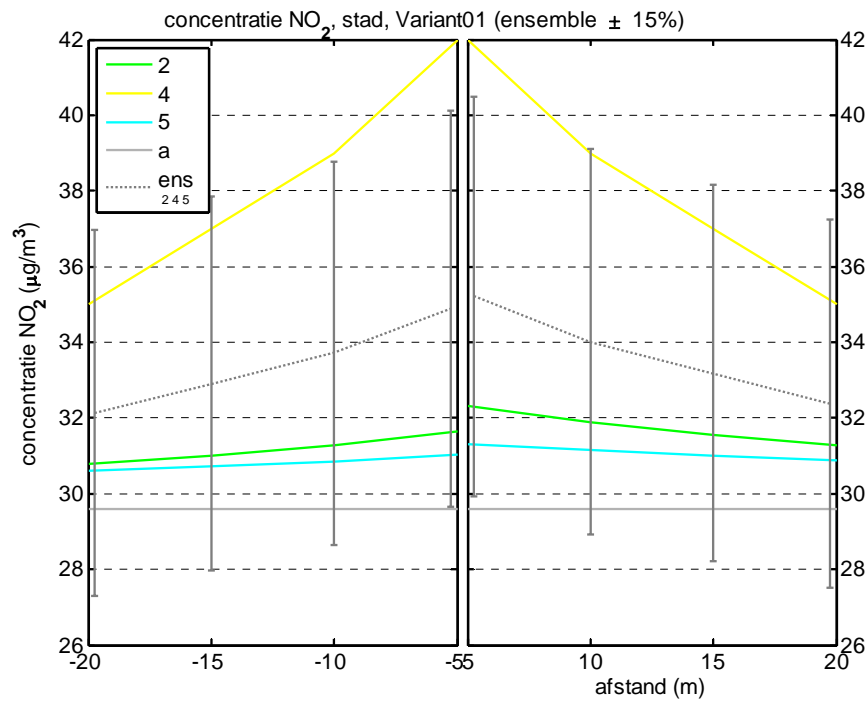
De resultaten voor de stadssituaties zijn niet door alle modellen geleverd. Hier zijn de basisvariant en variant 1 en 3 weergegeven.

#### NO<sub>2</sub>, stad, basisvariant



- Er zijn grote verschillen tussen de modellen. Dit is te wijten aan een niet duidelijk genoeg omschreven testcase (zie toelichting in paragraaf 3.2).

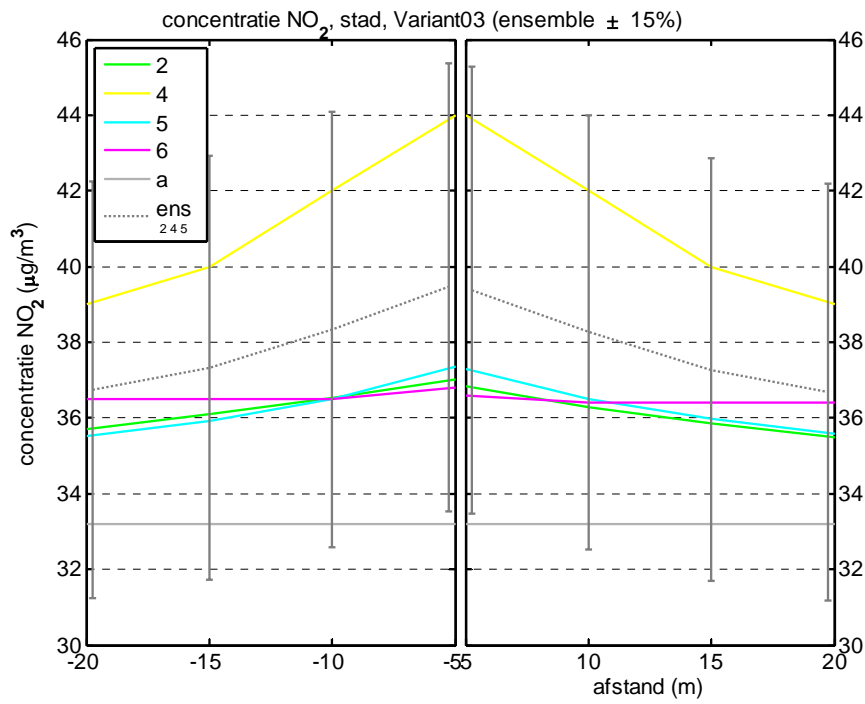
**NO<sub>2</sub>, stad, variant 1 (ruwheid 3m)**



- Het verhogen van de ruwheid leidt bij model 4 tot een concentratieverhoging en bij modellen 2 en 5 tot een concentratieverlaging.



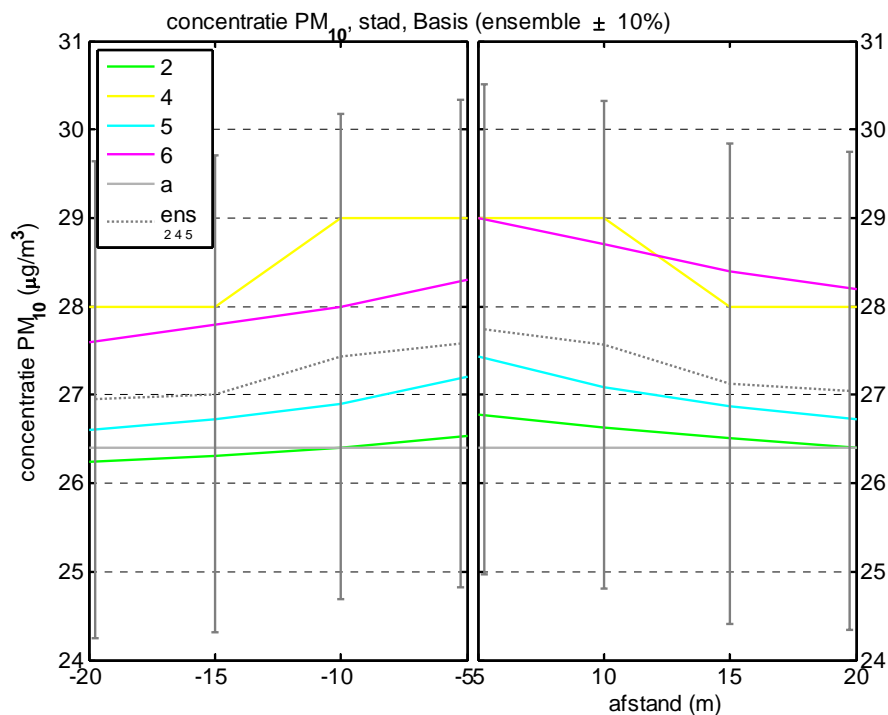
**NO<sub>2</sub>, stad, variant 3 (meteo 2003)**



## Resultaten PM<sub>10</sub>

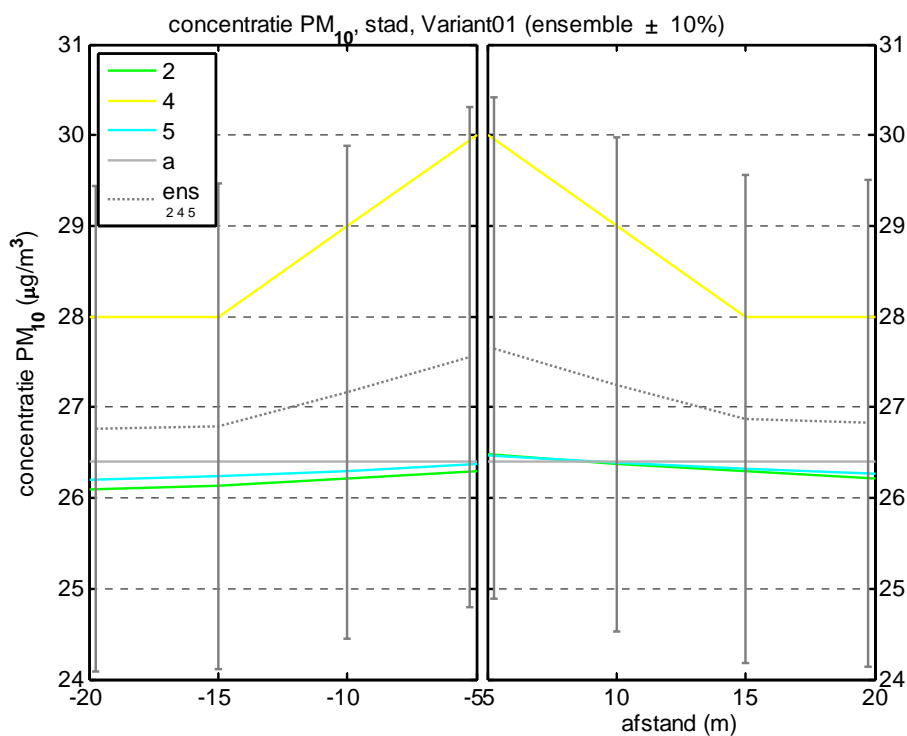
Modelresultaten voor de stadssituatie zijn niet door alle modellen geleverd. Hier zijn de basisvariant en variant 3 gegeven. De negatieve waarden in de wegbijdrage worden deels verklaard door het al eerder gesignaleerde probleem dat het gemiddelde van de geleverde uurwaarden PM<sub>10</sub>-achtergrond niet helemaal gelijk is aan de jaargemiddelde achtergrondconcentratie (afwijking  $\sim 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### PM<sub>10</sub>, stad, basisvariant

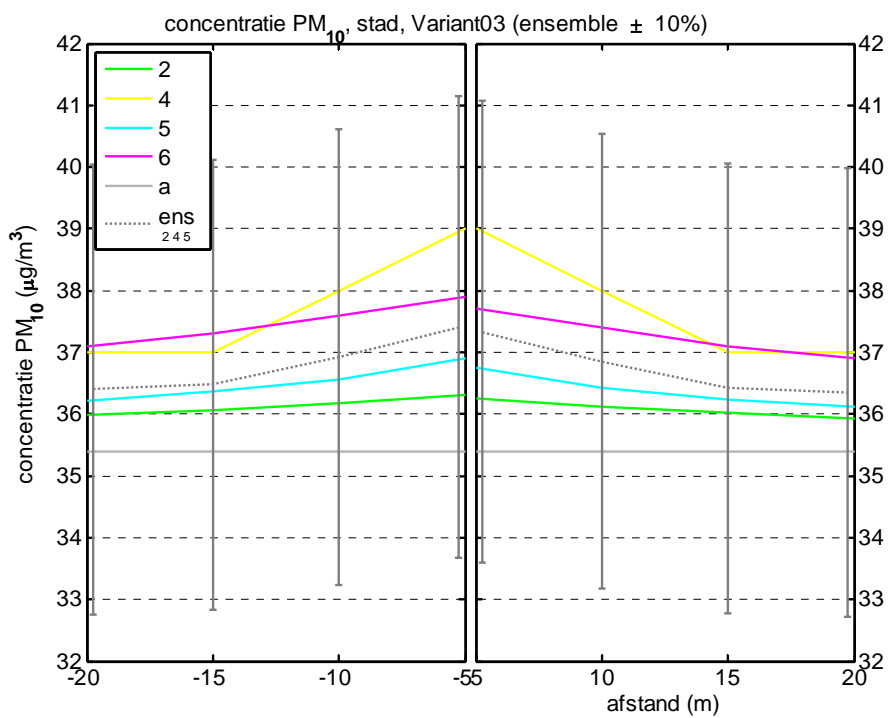


- Er zijn grote verschillen tussen de berekende bijdragen van de weg aan de concentratie.
- Er wordt een relatief kleine wegbijdrage berekend door model 2 (bijdrage kan negatief worden door het bovengenoemde verschil in de berekening van het jaargemiddelde).

***PM<sub>10</sub>, stad, variant 1 (ruwheid 3 m)***



***PM<sub>10</sub>, stad, variant 3 (meteo 2003)***



## Bijlage 4 Verwerken van modelresultaten

In deze vergelijkingstudie wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen wegen: de snelweg en de stadsweg. Voor elk type weg is een lege Excel-*template* geleverd met daarin een gedeelte voor de instellingen en een gedeelte voor de resultaten. Voor elke variant die gedraaid zou worden dient een nieuwe sheet aangemaakt te worden. Met behulp van de letters *a*, *b* en *c* konden de gebruikte instellingen gecodeerd weergegeven worden.

De data wordt ingelezen door een MATLAB-script. Dit MATLAB-script is in staat om rechtstreeks de gevulde *template* sheets in te lezen. Instellingen worden gecontroleerd en per variant wordt een datastructuur gemaakt met alle gegevens. Deze datastructuren worden weggeschreven in een binaire MATLAB-file. Deze wordt ingelezen door een andere MATLAB-functie die een grafische user interface genereert om de resultaten te visualiseren (grafieken zoals in dit rapport).

Voorafgaande aan het automatisch verwerken is er een visuele inspectie uitgevoerd op de instellingenmatrix en data. Hieruit kwamen onder meer de volgende onvolkomenheden naar voren:

- data zijn aangeleverd in een eigen formaat;
- ondanks de instructies werd er toch gebruik gemaakt van andere lettercombinaties;
- de afgesproken inlevertermijn die verstreek op 9 januari 2006 werd ruimschoots overschreden.

Problemen met het gebruiken van andere lettercombinaties zijn waar mogelijk intern opgelost door kopieën te maken van de originele aangeleverde data en deze aan te passen. In geval van twijfel is contact opgenomen met de desbetreffende modeleigenaar. In de kopieën werd in de kolom naast de instellingenmatrix bij een wijziging een opmerking geplaatst om de wijzigingen traceerbaar te houden.

Het probleem waarbij de instellingenmatrix niet overeenkwam met de geleverde data, waarbij als snelle controle de achtergrondconcentratie gebruikt is, bleek structureel te zijn. Slechts een modeleigenaar had zich gehouden aan de gevraagde berekeningen. De modeleigenaren zijn benaderd om waar nodig herberekeningen uit te voeren.

Opgemerkt dient te worden dat alleen controles zijn uitgevoerd op de gegevens van de *basis* en van *variant 05* (meteo). Hiervoor zijn de modeleigenaren per e-mail benaderd. Bovenstaande verandering in de instellingenmatrix heeft geleid tot een aanpassing van de *basis* en *variant 05*. Voor de vergelijkingstudie geldt: *basis* = achtergrondconcentratie en meteo van 2004, *variant 05* = achtergrondconcentratie en meteo 2003. Dit is voor de *basis* afwijkend van het voorstel (*basis* = achtergrond 2003 en meteo 2004, *variant 05* = achtergrond 2003 en meteo 2003).

Wat betreft het aanleveren van gegevens voor de stadsweg kan gemeld worden dat in eerste instantie niet is voldaan aan het verzoek met betrekking tot de gewenste receptorpunten. (voor één modeleigenaar was dit te wijten aan een onduidelijk verzoek van het RIVM). Er is contact opgenomen met de betreffende modeleigenaren, waarna alle gevraagde data zijn geleverd.

In overleg is besproken geen onderscheid te maken tussen berekeningen op jaargemiddelde of op uurbasis. In bovengenoemde verwerkingsstructuur worden deze berekeningen nog wel als twee aparte instellingen gezien. Om dit probleem op te lossen zijn er voor zowel de snelweg als de stadsweg twee nieuwe varianten bedacht waarbij geen onderscheid meer is tussen berekeningen op jaargemiddelde en uurbasis. Door deze actie wordt de oude situatie met scheiding niet verstoord. In die gevallen waarbij de modeleigenaar zowel op jaargemiddelde als op uurbasis heeft gerekend, wordt in de nieuwe variant alleen de resultaten op basis van uurwaarden meegenomen.