



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Een onafhankelijke tool voor stedelijke luchtkwaliteitsberekeningen

Vergelijking met CAR-II, Monitoringstool en metingen

RIVM briefrapport 680705018/2011

P.L. Nguyen | J.P. Wesseling



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Een onafhankelijke tool voor stedelijke luchtkwaliteitsberekeningen

Vergelijking met CAR-II, Monitoringstool en metingen

RIVM Briefrapport 680705018/2011
P.L. Nguyen | J.P. Wesseling

Colofon

© RIVM 2011

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Lan Nguyen, RIVM
Joost Wesseling, RIVM

Contact:
Lan Nguyen
CMM
Lan.Nguyen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, in het kader van Project Stedelijke luchtkwaliteit en Mrv

Rapport in het kort

Een onafhankelijke tool voor stedelijke luchtkwaliteitsberekeningen

Het RIVM heeft een eigen tool ontwikkeld om stedelijke luchtkwaliteitsberekeningen uit te voeren. De rekenregels in deze tool zijn exact ontleend aan de wettelijke voorschriften voor standaardrekenmethode-1 in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. Bestaande berekeningen van de NSL (Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit) monitoringstool en web-based CAR (Calculation of Air pollution from Road traffic), twee tools die de uitstoot van verkeer in steden monitoren, zijn met de nieuwe tool gecontroleerd en in orde bevonden.

De met de tool berekende concentraties stikstofdioxide en fijn stof PM_{10} zijn ook vergeleken met de metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit voor 2008 en 2009. De resultaten blijven binnen de marge tussen berekeningen en metingen die volgens de Europese richtlijn 2008/50/EG is toegestaan (respectievelijk 30 en 50 procent). Hiermee voldoet de nauwkeurigheid van de berekeningen aan de kwaliteitsdoelstellingen van deze Europese richtlijn.

Trefwoorden:

CAR-II, SRM-1, Monitoringstool

Inhoud

1	Inleiding—7
2	Beschrijving van de SRM-1 tool van het RIVM—9
2.1	Rekenmethode—9
2.2	Generieke invoergegevens—10
2.3	Invoer van wegkenmerken—11
2.4	Invoer van maatregelen (alleen voor de monitoring)—11
2.5	Uitvoergegevens—11
3	Vergelijking met web-based CAR en gemeten concentraties—13
3.1	Vergelijking met web-based CAR—13
3.2	Vergelijking met metingen van het (LML)—15
4	Vergelijking met de resultaten van de monitoring—21
5	Conclusies—25
6	Literatuur—27
7	Bijlagen—29

1 Inleiding

In de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 zijn de standaardrekenmethoden (SRM) vastgelegd waarmee de gevolgen van ruimtelijke plannen voor de luchtkwaliteit worden berekend. Voor het berekenen van de bijdrage van binnenstedelijke straten is dit de standaardrekenmethode-1 (SRM-1) waar het model CAR-II (Calculation of Air pollution from Road traffic) een implementatie van is. Lokale overheden gebruiken dit model voor de berekening van de luchtkwaliteit in (verkeersbelaste) situaties in steden.

Vanaf versie 8.1 van CAR-II, die sinds september 2009 op de website van Infomil beschikbaar is gesteld, is deze applicatie gekoppeld aan de database van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Voor het berekenen van de wegbijdragen gebruikt de NSL-rekentool echter een implementatie van de SRM-1 die vollediger is dan web-based CAR (versie 8.1 en 9.0.3). Het belangrijkste verschil tussen de NSL-rekentool en de web-based CAR is de mogelijkheid van de NSL-rekentool om concentratiebijdrage te berekenen voor wegen bestaande uit gescheiden rijbanen (bijvoorbeeld rijbanen met een groene strook in het midden). Met de web-based CAR kunnen uitsluitend de wegbijdragen van wegen bestaande uit een enkele rijbaan worden berekend. In het NSL worden concentraties berekend waarin uitgevoerde milieumaatregelen zijn opgenomen. Er worden daarom correctiefactoren in de emissie, het aantal voertuigen en de concentratie aangebracht.

De implementatie van de rekenregels van SRM-1 is simpel en kan in een spreadsheet worden gerealiseerd. Voor het doorrekenen van meer dan enkele tientallen straten is dit echter niet efficiënt. Daarom heeft het RIVM medio 2009 met behulp van de simulatiesoftware Matlab¹ versie R2010b een eigen SRM-1 rekentool ontwikkeld die grote aantallen wegen binnen het domein van SRM-1 kan doorrekenen. Omdat van de eigen tool exact bekend is in hoeverre deze conformeert aan de relevante voorschriften kan de tool ook gebruikt worden om andere SRM-1 berekeningen te controleren.

Er zijn momenteel 2 versies van de tool: een versie "CAR_2010" met dezelfde beperkte functionaliteit als web-based CAR die is gebruikt voor het testen van de web-based CAR en een volledige versie "MT" die is gebruikt in de kwaliteitscontrole van de rekentool van de monitoring van het NSL.

Een andere toepassing van de eigen tool is het doorrekenen van verandering in concentraties ten gevolg van veranderingen van emissiefactoren en achtergrondconcentraties. Dergelijke berekening zijn onderdeel van de testen door het RIVM alvorens nieuwe (generieke) gegevens door het ministerie van I&M worden vrijgegeven.

¹ Zie <http://www.mathworks.com>

In 2011 heeft het RIVM een geïntegreerde rekentool (TREDM) ontwikkeld (Wesseling, 2011) die gericht is op het snel doorrekenen van alle SRM-1 en -2 wegen uit de monitoring (MT) van het NSL. De Matlab tool wordt hierbij als referentie voor de SRM-1 berekening in TREDM gebruikt.

Dit rapport beschrijft de Matlab tool en geeft de resultaten van de vergelijking met de web-based CAR, de Monitoringstool en de gemeten concentraties weer.

2 Beschrijving van de SRM-1 tool van het RIVM

In dit hoofdstuk worden de in- en uitvoergegevens van de SRM-1 Matlab tool toegelicht. De tool wordt vanuit een Matlab omgeving gestart in een modus "CAR_2010" (voor het testen van de web-based CAR) of in een modus "MT" (voor het testen van de Monitoringstool). De laatste is, zoals al aangegeven, vollediger dan de eerste tool; andere verschillen tussen deze twee versies zijn het tot stand komen van de netto achtergrondconcentratie en de manier waarop de NO₂ concentratiebijdragen wordt gecumuleerd. In tabel 1 zijn de verschillen samengevat.

Tabel 1 Verschillen tussen tool "CAR_2010" en "MT"

	Matlab tool "CAR_2010"	Matlab tool "MT"
stagnatiefactor	één stagnatiefactor voor alle verkeersfracties	iedere verkeerstype (licht, midden zwaar, zwaar, bus) heeft een eigen stagnatiefactor
netto achtergrondconcentratie en NO ₂ bijdragen van Schiphol en snelwegen	overgenomen uit Saneringstool 3.1 (voor het rekenjaar 2008) of uit de Monitoringstool (voor het rekenjaar 2009) middels een webcall ²	<u>Netto achtergrondconcentratie:</u> berekend uit GCN concentratie en dubbeltelling (rijksoverheid.nl) <u>Snelweg en Schiphol-bijdragen:</u> Gegevens uit de Monitoringstool
maatregelen	geen	wel (zie 2.3)
Cumulatie van NO ₂ totaal concentratie	Uitgevoerd volgens de rekenmethode van CAR8 en CAR9: NO _x bijdrage van snelwegen wordt berekend uit de NO ₂ snelwegbijdrage (formule 39 van de handleiding CAR9.0). Uit de totale NO _x bijdrage (straat+ snelweg) wordt de NO ₂ totaal concentratie middels formule 18b van CAR9.0 berekend	NO _x bijdrage van snelweg (rekenresultaat van VLW ³ in de MT) wordt gebruikt Uit de totale NO _x bijdrage (straat+ snelweg) wordt de NO ₂ totaal concentratie middels formule 18b van CAR9.0 berekend
aantal wegdelen	max.3	onbeperkt

Na het uitvoeren van de berekening worden de rekenresultaten naar Excel geëxporteerd.

2.1 Rekenmethode

De berekening wordt als volgt uitgevoerd (punten met * zijn alleen van toepassing bij de berekening voor de Monitoring):

² Voor meer informatie zie bijlage 1

³ Software ontwikkeld door A/Vermeulen van het ECN in opdracht van het voormalige ministerie van VROM

- indien een wegsegment in een milieuzone ligt worden de emissiefactoren op dat wegsegment eerst vermenigvuldigd met de schalingsfactoren (*);
- de emissie op een wegsegment wordt vermenigvuldigd met de tunnelfactor van dat wegsegment (*);
- per rijbaan worden de bijdragen van inerte stoffen (NO_x en PM) conform de handleiding van CAR (formules 1 t/m 3 van de handleiding van CAR9.0) berekend. Indien de afstand tussen de weg en de receptor groter is dan het toepassingsbereik⁴ van SRM-1, worden de maximale rekenafstanden gebruikt in de formules⁵;
- de inerte bijdragen (PM10, NO_x) van alle rijbanen behorende bij een receptor worden opgeteld. Dit geeft de inerte bijdrage van de straat;
- de inerte bijdrage van de snelweg (zie ook tabel 1) wordt opgeteld bij de inerte bijdrage van de straat. Dit geeft de totale inerte bijdrage;
- de totaalconcentratie wordt conform de handleiding van CAR (formules 18a en 18b van de handleiding CAR 9.0 voor de omzetting) berekend;
- indien van toepassing wordt de totaalconcentratie gecorrigeerd met de correctietermen (harde correctie) ten gevolge van maatregelen (*).

De SRM-1 tool hanteert zelf geen minimum afstand tussen een lijnbron en een rekenpunt. Voor het gebruik van de tool dient men rekening te houden met het feit dat de verdunningsfuncties van SRM-1 niet op een weg gelden; voor een correct gebruik van de formules dient hier een minimum afstand van een halve wegbreedte te worden gehanteerd. Aangezien de EU richtlijn verder voorschrijft dat niet binnen 4 meter van de as van de weg mag worden gerekend, is een redelijke minimum rekenafstand voor een weg met 2x1 banen gelijk aan van circa 5 meter. Ingeval de afstand kleiner is dient een waarschuwing te worden gegeven.

2.2 Generieke invoergegevens

De gebruikte emissiefactoren, windsnelheid en achtergronden zijn afkomstig van de meest recente GCN versie. Voor vroegere jaren zijn data van eerder gepubliceerde versies gebruikt (data van 2008 zijn van versie maart 2009 enz.). De concentratiekaarten (aps bestanden) worden eerst naar tekst bestanden (XXX.txt) en vervolgens naar Matlab databestand (XXX.mat) omgezet. Ieder jaar worden nieuwe invoer-datasets voor de Matlab tool aangemaakt.

Voor het berekenen van de netto achtergrondconcentraties (GCN – dubbeltelling snelweg – dubbeltelling Schiphol) is de dubbeltelling Schiphol nodig terwijl deze gegevens vroeger niet door VROM zijn gepubliceerd; ook zijn de snelwegbijdrage en de bijdrage van Schiphol niet door VROM gepubliceerd. Voor het testen van de web-based CAR (Matlab tool "CAR_2010.m") zijn deze data gehaald uit de Saneringstool 3.1 of uit de Monitoringstool (zie tabel 1) met behulp van een

⁴ Voor wegtypes 1(CAR type 3a) en 4(CAR type 2): 60 meter, voor wegtypes 2 en 3: 30 meter.

⁵ In de Rbl worden bijdragen van segmenten die buiten de maximale rekenafstand liggen genegeerd. Met name voor wegen met meerdere rijbanen kan dit tot een onderschatting leiden. Vandaar dat de tool in dat geval met de maximale afstand rekent.

web-call (zie bijlage 1). Deze gegevens komen samen met andere invoer (zie 2.3) in een Excel invoersheet. Voor het oproepen van de web-call en het halen van gegevens uit de webpagina's is een aparte Matlab routine geschreven. Voor het testen van de Monitoring (Matlab tool "MT.m") zijn de Schiphol correctie en de bijdragen van snelwegen en van Schiphol uit de database van de Monitoring gehaald.

2.3 Invoer van wegkenmerken

Voor de berekening zijn alle standaardinvoer van SRM-1 (coördinaten van de receptor, verkeersintensiteit, snelheidstype, wegtype, fractie stagnatie, bomenfactor en afstand tot wegas) nodig die in een Excel sheet worden ingevoerd. In bijlage 3 t/m 4 staan hoe deze invoersheets moeten worden ingevuld.

2.4 Invoer van maatregelen (alleen voor de monitoring)

De variant 3 van de Monitoring kent 3 typen maatregelen:

1. Schalingsfactoren (schone bussen en milieuzones)
2. Intensiteitcorrectie (anders betalen voor mobiliteit/rekeningrijden)
3. Harde concentratiecorrectie (resultaatafspraken)

Deze correcties worden als volgt toegepast:

Maatregel type 1: de schalingsfactoren (sf) worden rechtstreeks vermenigvuldigd met de betreffende emissiefactor (ef): $sf \times ef$

Maatregel type 2: de intensiteitcorrectie is een percentage dat als volgt wordt berekend: $(1 + correctiewaarde) \times intensiteiten$

Maatregel type 3: de harde correctie wordt uitgevoerd op het totaal: $\text{totaalconcentratie} - \text{correctie}$ (zie ook bijlage 2)

Uit de database van de Monitoring (variant 3) worden alle wegsegmenten in Nederland waarop in 2015 een of meerdere maatregelen van toepassing zijn, en de betreffende maatregelen, gehaald. Met deze gegevens worden diverse databestanden voor Matlab aangemaakt (zie ook bijlage 2) die bij het oproepen van het programma "MT" worden gelezen.

2.5 Uitvoergegevens

De uitvoer is een Excel bestand met in de eerste kolom de straatnamen/receptor_id. In de volgende kolommen staan berekende inerte bijdrage (NO_x en PM_{10}) de achtergrondconcentraties en berekende totaalconcentratie van NO_2 en PM_{10} .

3 Vergelijking met web-based CAR en gemeten concentraties

3.1 Vergelijking met web-based CAR

Met de SRM-1 Matlab tool "CAR_2010" zijn NO₂ en PM₁₀ concentraties op LML straatstations berekend. De resultaten worden met de resultaten van web-based CAR (CAR8.1 voor het rekenjaar 2008 en CAR 9.0.3 voor het rekenjaar 2009) en met de gemeten concentraties vergeleken. Alleen wegen met 1 rijbaan kunnen met CAR worden berekend. De wegkenmerken en intensiteiten zijn overgenomen uit de Saneringstool (voor het rekenjaar 2008) en de Monitoringstool (voor het rekenjaar 2009). De netto achtergrondconcentratie en de snelwegbijdrage en de bijdrage van Schiphol zijn verkregen met de web-call (bijlage 1). De afstanden tot de wegas worden bepaald met Google Earth. Uit deze gegevens wordt de invoersheet gemaakt. Door het ontbreken van mogelijkheden om situaties met meerdere rijbanen in web-based CAR in te voeren kan slechts voor een deel van de locaties van het LML een zinvolle berekening worden uitgevoerd.

In bijlage 3 staan de benodigde invoergegevens die de tool nodig heeft.

Tabel 2 Jaargemiddelde concentraties van NO₂ en PM₁₀ op straatstations van het LML voor 2008 en 2009: concentraties berekend met SRM-1 Matlab tool van het RIVM, concentraties berekend met web-based CAR en gemeten concentraties. Straten in blauw hebben 2 rijbanen en kunnen niet met CAR worden berekend.

LML station	Station nr.	NO ₂ , µg/m ³		PM, µg/m ³		Meting, µg/m ³	
		RIVM	CAR	RIVM	CAR	NO ₂	PM ₁₀
2008		RIVM	CAR	RIVM	CAR	NO ₂	PM ₁₀
Heerlen-Looierstraat	136	44.8		30.1		43 (#)	22
Eindhoven_Genovevalaan	236	42.1		30.7		35	26
Eindhoven-Noordbrabantlaan	237	43.0		30.7		46 (#)	29
Breda-Tilburgseweg	240	32.2		26.1			28
Vlaardingen-Marathonweg	433	37.0	37.0	26.8	26.8	41	27
Leiden-Willem de Zwijgerlaan	447	38.1		27.3		34	24
Zwijgerlaan	448	48.6		31.1		52 (#)	31
Rotterdam-Bentienckplein	537	39.3		27.2		41	24
Haarlem-Amsterdamsevaart	544	35.7		27		43	23
Amsterdam-Bernhardplein	636	39.7		29.3		37	22
Utrecht-De Jongweg	639	40.5	40.5	29.1	29.1	43	23
Utrecht-Erzejstraat	741	61.8	61.7	34.6	34.6	45	28
Nijmegen-Graafseweg	937	33.6		24.8		39 (#)	27
Groningen-Europaweg							
2009		RIVM	CAR	RIVM	CAR	NO ₂	PM ₁₀
Heerlen-Looierstraat	136	37.4		28.2		40	27
Eindhoven_Genovevalaan	236	39		28.6		35	27
Eindhoven-Noordbrabantlaan	237	40		29		37	29
Breda-Tilburgseweg	240	35.2		26.2			29
Vlaardingen-Marathonweg	433	41.8	41.8	27.6	27.6	40	26
Leiden-Willem de Zwijgerlaan	447	37.6		27.2		48 (#)	30
Zwijgerlaan	448	50.1		31.1		51	29
Rotterdam-Bentienckplein	537	37.5		26.9		40	29
Haarlem-Amsterdamsevaart	544	35.7		27.3		47	26
Amsterdam-Bernhardplein	636	38.9		28.9		36	26
Utrecht-De Jongweg	639	37.5	37.5	28.1	28.1	41	25
Utrecht-Erzejstraat	741	54.4	54.4	32	32	43	28
Nijmegen-Graafseweg	937	32.9		24.9		36	30
Groningen-Europaweg							

(#) De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata. In die gevallen is de hoeveelheid beschikbare data, met 80% wel afdoende voor een zinnige vergelijking met de berekeningen.

Uit tabel 2 kan worden geconcludeerd dat er over het algemeen een goede overeenkomst is tussen de resultaten van de web-based CAR en de berekening uitgevoerd door het RIVM, uitgaande van de HWN-bijdrage en netto achtergrond concentratie zoals gebruikt wordt door CAR. De kwaliteit van deze invoergegevens zelf kan echter niet worden gecontroleerd door middel van de

uitgevoerde tests. Het consistente gebruik van invoergegevens (verkeer, emissiefactoren, windsnelheid) kan wel met deze tool worden gecontroleerd.

3.2 Vergelijking met metingen van het (LML)

Volgens RICHTLIJN 2008/50/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa is de gegevenskwaliteitsdoelstellingen voor vaste metingen gelijk aan een onzekerheid van 15%, met een betrouwbaarheidsniveau van 95%. Voor modelberekeningen is de gegevenskwaliteitsdoelstellingen een modelonzekerheid voor jaargemiddelde berekeningen van 30%. Hierbij wordt opgemerkt dat *"De onzekerheid voor modellen wordt gedefinieerd als de maximale afwijking van de gemeten en berekende concentratieniveaus voor 90 % van de afzonderlijke controlepunten over het tijdvak voor de grenswaarde (of streefwaarde in het geval van ozon), waarbij geen rekening wordt gehouden met het tijdstip waarop de gebeurtenissen zich voordoen. De onzekerheid ten aanzien van modellen wordt geïnterpreteerd als geldend voor het bereik van de toepasselijke grenswaarde (of streefwaarde in het geval van ozon)."*

Bovenstaande komt er op neer dat 90% van de modelresultaten voor NO₂ binnen 30% van de juiste waarde moet liggen. In een vergelijking tussen gemeten en berekende concentraties moet beide kwaliteitsdoelstellingen in rekening worden gebracht. Voor PM₁₀ moet 90% van de modelresultaten binnen 50% van de werkelijke waarden liggen. De gegevenskwaliteitsdoelstellingen voor vaste metingen aan PM₁₀ bedraagt 25%, met een betrouwbaarheidsniveau van 95%.

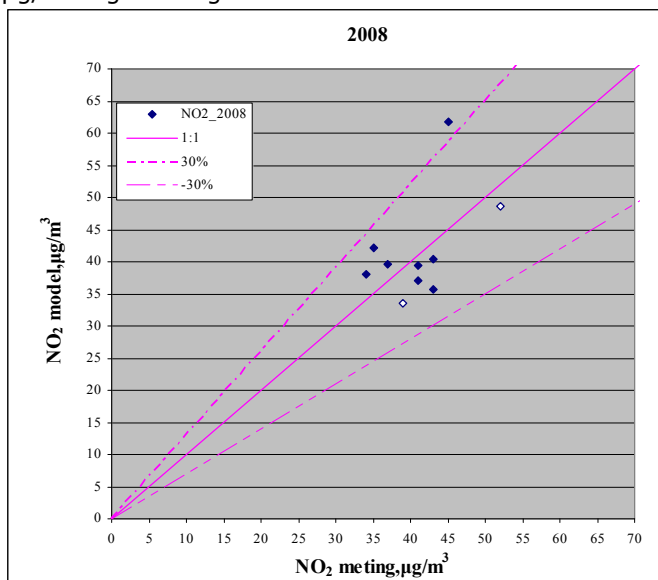
3.2.1 Gemeten en berekende NO₂ concentraties

In figuren 1 en 2 zijn berekende en gemeten jaargemiddelde NO₂ concentraties⁶ op straatslocaties van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) weergegeven. In de figuren zijn ook de lijnen behorende bij +30% en -30% afwijking voor NO₂ weergegeven. Alle punten liggen rondom de 1:1 lijn; er is geen sprake van een systematische afwijking tussen gemeten en berekende concentraties. Op één station na (de Graafseweg in Nijmegen, 2008) liggen de berekende NO₂ concentraties binnen de wettelijke norm van ±30% van de gemeten concentraties (Staatscourant, 2005). Voor 2009 ligt de berekende NO₂ concentratie op dit station net binnen de 30%. Hierbij wordt opgemerkt dat de intensiteiten van deze straat volgens de Saneringstool en de Monitoringstool ongeveer 25% hoger zijn dan de intensiteiten (omgerekend naar het rekenjaar 2008 en 2009) die in eerdere rapporten van het RIVM over de ijking van CAR (Wesseling et al., 2007) gehanteerd werden.

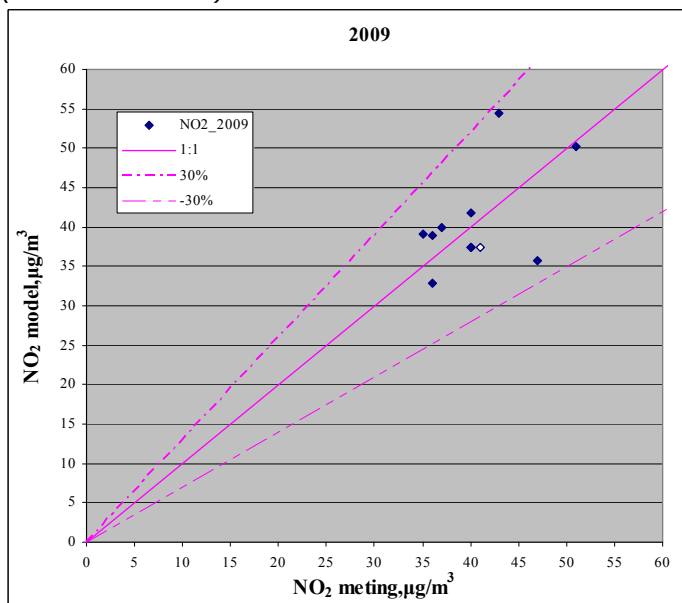
In figuur 3 zijn de verschillen tussen gemeten en berekende concentraties per station weergegeven. Over alle stations met voldoende meetdata zijn de berekende NO₂ concentraties voor 2008 gemiddeld 1.9 µg/m³ hoger dan

⁶ zie hiervoor het Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008 en 2009 van het RIVM

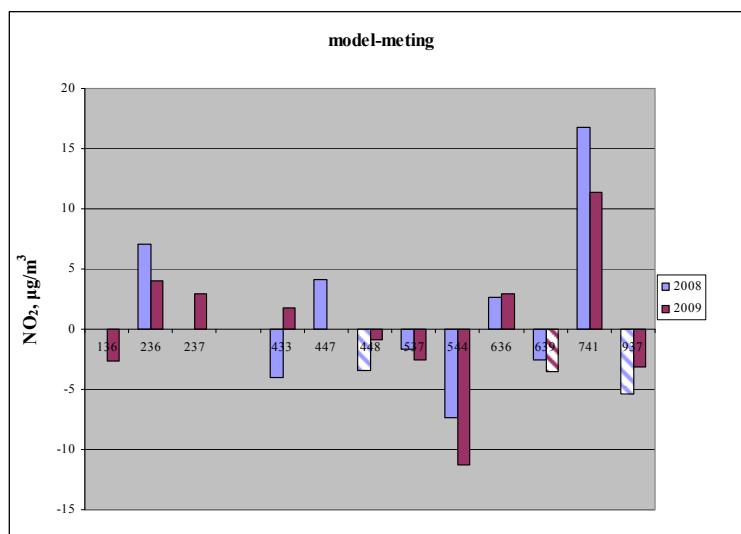
gemeten concentraties. Voor 2009 zijn de berekende NO₂ concentraties 0.1 µg/m³ lager dan gemeten concentraties.



Figuur 1 Berekende en gemeten jaargemiddelde NO₂ concentraties in 2008 op straatslocaties van het LML. Witte punten: stations met onvoldoende meetdata (minder dan 90%).



Figuur 2 Berekende en gemeten jaargemiddelde NO₂ concentraties in 2009 op straatslocaties van het LML. Wit: dit station had onvoldoende meetdata in 2009 (minder dan 90%).



Figuur 3 Verskil tussen berekende en gemeten jaargemiddelde NO_2 concentraties in 2008 en 2009 op straatslocaties van het LML. Gestreepte staven geven stations aan die onvoldoende meetdata hadden (minder dan 90%).

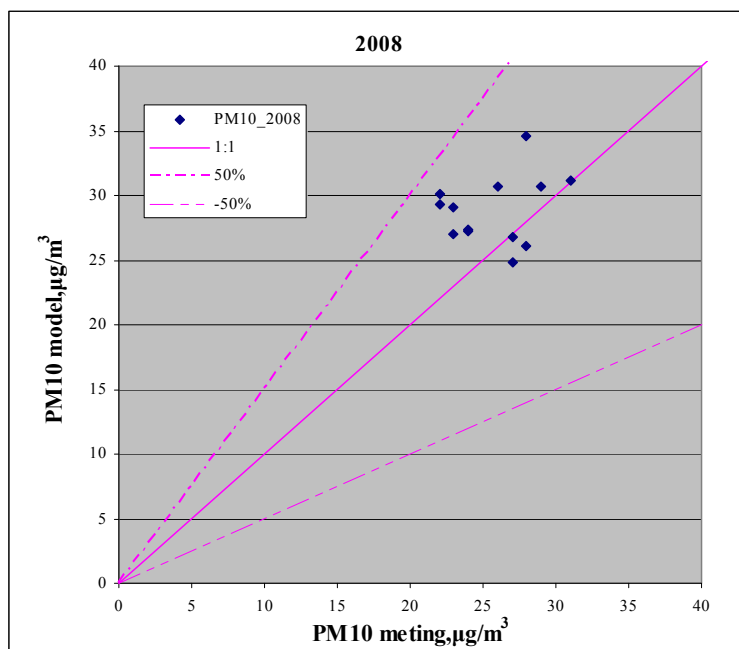
In totaal valt slechts één van de 18 datapunten buiten de band van 30%. Gegeven de kwaliteitsdoelstellingen van de Europese richtlijn, waarbij 90% van de modelresultaten binnen 30% van de werkelijke waarde moet vallen, kan worden geconcludeerd dat de SRM-1 berekening voor NO_2 , zoals die in de Matlab tool van het RIVM is geïmplementeerd, aan de doelstelling voldoet. Hierbij was het niet nodig om de onzekerheid in de metingen ook in rekening te brengen.

3.2.2 Gemeten en berekende PM_{10} concentraties

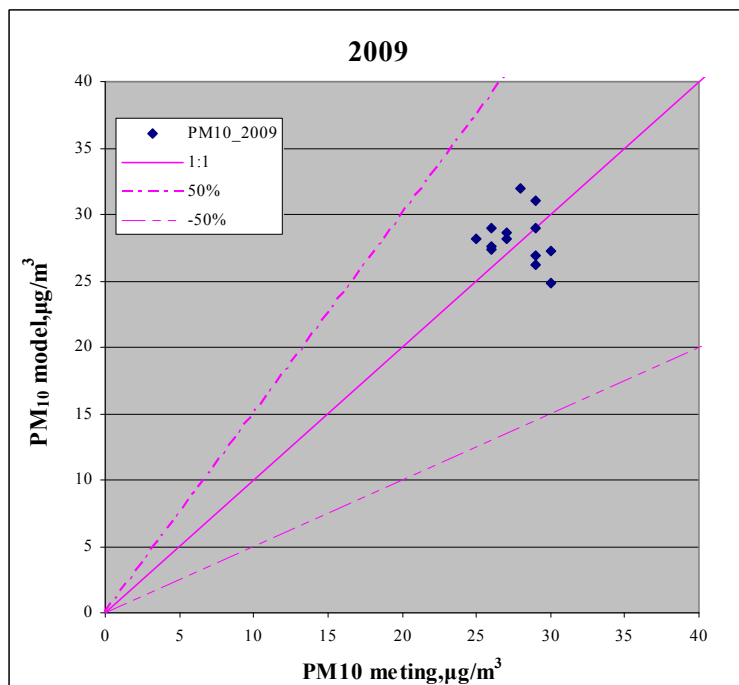
In figuren 4 en 5 zijn berekende en gemeten jaargemiddelde PM_{10} concentraties⁷ op straatslocaties van het LML weergegeven. In de figuren zijn ook de lijnen behorende bij +50% en -50% afwijking voor PM_{10} weergegeven. Figuur 6 geeft de verschillen tussen gemeten en berekende PM_{10} concentraties per station weer.

Over 2008 liggen bijna alle berekende concentraties boven de gemeten concentraties. Gemiddeld zijn de berekende concentraties $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan gemeten concentraties. Over 2009 is geen overschatting meer waarneembaar, alle punten liggen mooi verspreid rondom de 1:1 lijn. Gemiddeld zijn de berekende concentraties $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan gemeten concentraties. Opgemerkt moet worden dat voor PM_{10} de wegbijdragen klein zijn ten opzichte van de achtergrondconcentraties.

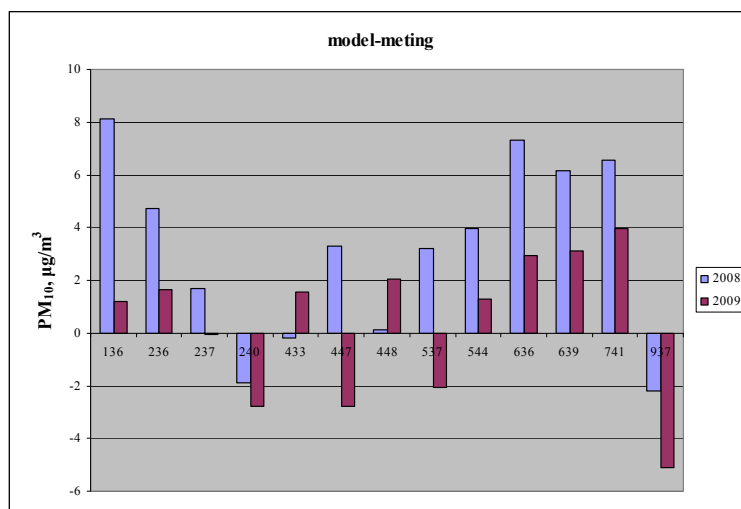
⁷ zie hiervoor het Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008 en 2009 van het RIVM



Figuur 4 Berekende en gemeten jaargemiddelde PM_{10} concentraties in 2008 op straatslocaties van het LML



Figuur 5 Berekende en gemeten jaargemiddelde PM_{10} concentraties in 2009 op straatslocaties van het LML.



Figuur 6 Verschil tussen berekende en gemeten jaargemiddelde PM_{10} concentraties in 2008 en 2009 op straatslocaties van het LML

In totaal valt geen van de datapunten buiten de band van 0%. Gegeven de kwaliteitsdoelstellingen van de Europese richtlijn, waarbij 90% van de modelresultaten binnen 50% van de werkelijke waarde moet vallen, kan worden geconcludeerd dat de SRM-1 berekening voor PM_{10} , zoals die in de Matlab tool van het RIVM is geïmplementeerd, aan de doelstelling voldoet. Hierbij was het niet nodig om de onzekerheid in de metingen ook in rekening te brengen.

4 Vergelijking met de resultaten van de monitoring

Voor deze vergelijking zijn gegevens voor het rekenjaar 2015 uit de database van de Monitoring (variant 3⁸), gebruikt. De werkwijze is als volgt:

- Eerst worden de gegevens (wegkenmerken, snelwegbijdragen en maatregelen) uit de database van de Monitoringtool gehaald met behulp van een database query geschreven door het RIVM (bron: Dennis Mooibroek, RIVM).
- De correctiebestanden als gevolg van de maatregelen (zie 2.4 en bijlage 2) worden aangemaakt door de uitvoer van de query (tekst) in Matlab bestanden om te zetten. Hierbij worden lege cellen (wegsegmenten waar emissieschaling niet van toepassen zijn) met "1" aangevuld (nieuwe emissie is gelijk aan oude emissie)
- De Excel invoerbestanden worden aangemaakt. Voor deze tool zijn 2 invoerbestanden nodig: een bestand met wegkenmerken en een bestand met alle unieke receptor ID's (zie bijlage 4).
- De berekening wordt uitgevoerd. De berekende inerte bijdrage en de totaalconcentratie worden vergeleken met data uit de monitoring:
 - NO_x bijdrage van de straat is vergeleken met "segment_nox" van de Monitoring;
 - NO₂ totaalconcentratie is vergeleken met "no2" van de Monitoring;
 - PM10 totaalconcentratie is vergeleken met "pm10" van de Monitoring

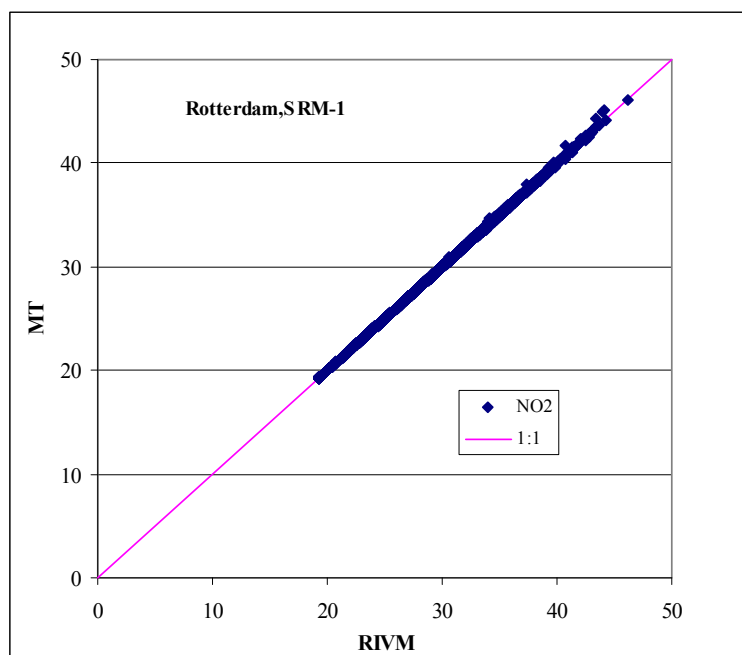
Samengevat zijn de resultaten van de vergelijking uitgevoerd voor 9 grote gemeenten als volgt:

Aantal doorgerekende receptoren	46956
Aantal receptoren gebruikt in de vergelijking	42972
Aantal receptoren waarvan NO _x Bias ≥ 0.1 µg/m ³	8
Aantal receptoren waarvan PM Bias ≥ 0.1 µg/m ³	4
Aantal receptoren waarvan NO ₂ Bias ≥ 0.2 µg/m ³	109

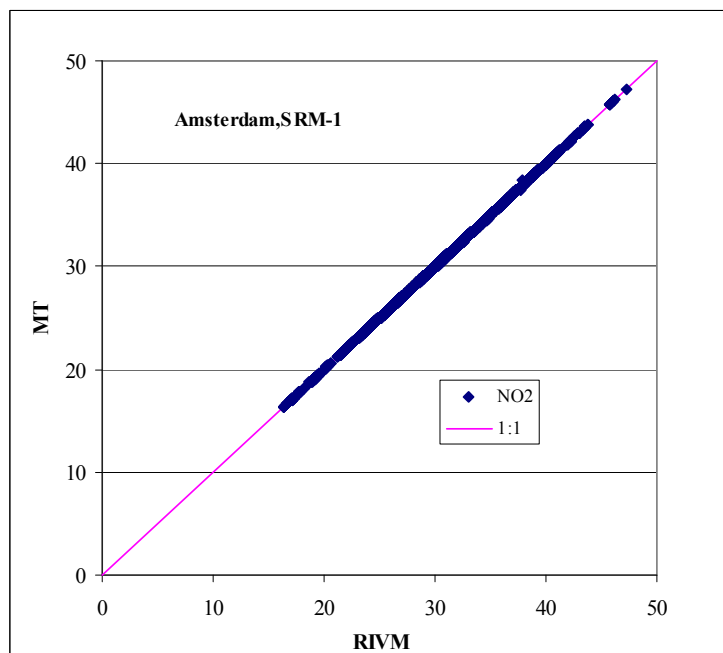
(Bias= rekenresultaat RIVM - data Monitoring)

Als voorbeeld zijn de resultaten van Rotterdam en Amsterdam hieronder weergegeven. Voor zeven andere geteste gemeenten is een vergelijkbaar resultaat verkregen.

⁸ Dit betreft een door Goudappel-Coffeng geleverde back-up van hun productiedatabase van 20 juli 2010.



Figuur 7 Vergelijking van door de Monitoringstool en het RIVM berekende NO_2 concentraties voor Rotterdam



Figuur 8 Vergelijking van door de Monitoringstool en het RIVM berekende NO_2 concentraties voor Amsterdam

Uit de uitgevoerde tests kan worden geconcludeerd dat er, voor zover getest, een goede overeenkomst is tussen de resultaten van de Monitoring en de berekening uitgevoerd door het RIVM, uitgaande van de HWN-bijdrage en de maatregeleneffecten zoals die in de database staan. De kwaliteit van de invoergegevens zelf kan niet worden gecontroleerd door middel van de

uitgevoerde tests. In week 31 van 2010 is duidelijk geworden dat de gebruikte database een aantal fouten bevat, allen met betrekking tot de maatregeleneffecten. Deze fouten worden in de rapportage van de Monitoring besproken.

Voor meer informatie over deze tests wordt verwezen naar het briefrapport "Een toets van standaardrekenmethodes voor berekeningen aan luchtkwaliteit in de Monitoring van het NSL" van J.Wesseling/L.Nguyen, 2010.

5 Conclusies

- Standaardrekenmethode-1 is door het RIVM in Matlab geïmplementeerd en getest.
- De berekende NO₂ en PM₁₀ concentraties voldoen, vergeleken met de metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, aan de kwaliteitsdoelstellingen van de Europese richtlijn. Voor 2008 zijn de berekende NO₂ concentraties gemiddeld 1.9 µg/m³ hoger dan gemeten concentraties. Voor 2009 zijn de berekende NO₂ concentraties 0.1 µg/m³ lager dan de gemeten concentraties. De berekende PM₁₀ concentraties voor 2008 liggen iets boven gemeten concentraties. De overschatting is gemiddeld 3.1 µg/m³. Voor 2009 is nagenoeg geen overschatting meer (0.4 µg/m³).
- Uitgaande van de bijdragen van het hoofdwegennet en de netto achtergrondconcentraties zoals gebruikt worden door CAR kunnen de rekenresultaten van web-based CAR worden gereproduceerd met de SRM-1 Matlab tool van het RIVM. De kwaliteit van deze invoergegevens zelf kan echter niet worden gecontroleerd door middel van de uitgevoerde tests. Het consistente gebruik van invoergegevens (verkeer, emissiefactoren, windsnelheid) kan wel met deze tool worden gecontroleerd.
- Uitgaande van de bijdragen van het hoofdwegennet en de maatregeleneffecten zoals die in de variant 3 van *Monitoringstool* staan, is er een goede overeenkomst tussen de resultaten van de Monitoring en de berekening uitgevoerd met de Matlab tool van het RIVM. De kwaliteit van de invoergegevens zelf kan niet worden gecontroleerd door middel van de uitgevoerde tests. Het consistente gebruik van invoergegevens (verkeer, emissiefactor, windsnelheid, achtergrondconcentraties) kan wel met de tool worden gecontroleerd en is (voor zover kon worden beoordeeld) correct bevonden.

6 Literatuur

Infomil. Handleiding web-based CAR versie 9.0

Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, geldend op 23/7/2010:
http://wetten.overheid.nl/BWBR0022817/Bijlage1/geldigheidsdatum_23-07-2010

Wesseling JP, Sauter FJ (2007) Kalibratie van het programma CAR II aan de hand van metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM, RIVM rapport 680705004

Wesseling JP, Nguyen L.(2010) .Een toets van standaardrekenmethodes voor berekeningen aan luchtkwaliteit in de Monitoring van het NSL, RIVM briefrapport 680705017/2010

7 Bijlagen

Bijlage 1 Webcall voor het opvragen van netto achtergrondconcentratie en snelwegbijdragen

De webcall voor het opvragen van de netto achtergrondconcentratie, snelweg bijdrage en Schiphol bijdrage in 2008 op een locatie met x=118711 en y=484916 is als volgt (bron: handleiding CAR8.1):

<http://www.saneringstool.nl/export/background-source-concentration?variant=1&x=118711&y=484916&year=2008>

De webcall voor het opvragen van de netto achtergrondconcentratie, snelweg bijdrage en Schiphol bijdrage in 2009 op een locatie met x=87973 en y=433621 is als volgt (bron: Peter Vervoorn, Infomil):

<http://www.nsl-monitoring.nl/deegree-imfes/services/wfs/getfeature/backgroundsource/11/2009/7/87973/433621>

De nummers zijn: versienummer, rekenjaar, substance-id, x-coördinaat, y-coördinaat, waarbij:

Substance-id	Substance	Description
1	so2	Zwavel dioxide
2	co2	Koolstofdioxide
4	co	Koolmonoxide
7	no2	Stikstofdioxide
8	bap	Benzo(a)pyreen
9	c6h6	Benzeen
10	pm10	Fijnstof
11	nox	Stikstofoxide
15	pm25	zeer Fijnstof
14	o3	Oxidant (ozon)
17	nh3	Ammoniak
98	fno2	Fractie directe NO2
99	cop98	Koolmonoxide 98 percentiel

Bijlage 2 Matlab databestanden van de SRM-1 tool

Matlab databestanden (.mat)	Omschrijving	Opbouw
wvdata_XXXX	Windsnelheid van het jaar XXXX. Het bestand wvdata_2015 bevat langjarige windsnelheid	Het bestand bevat 3 kolommen, eerste twee kolommen zijn Amersfoortse coördinaten (x,y), laatste kolom is de windsnelheid
emissiedata_vanaf2006	Emissiedata van 2006 tot en met 2020	Het bestand bevat 23 kolommen en 51 rijen. Kol. 1 t/m5: jaartal, emissie stagnerend stadsverkeer, normaal stadsverkeer, doorstromend stadsverkeer en emissie buitenweg voor licht verkeer Kol. 7 t/m11: als boven, voor middelzwaar verkeer Kol. 13 t/m17: als boven, voor zwaar verkeer Kol. 19 t/m23: als boven, voor bussen waarbij data in rijen 1t/m 15 betreft NOx emissie. data in rijen 19t/m 33 betreft NO2 emissie data in rijen 37t/m 51 betreft PM10 emissie (de eerste rij bevat data van 2006, de laatste rij bevat data van 2020).
GCN_O3_XXXX, GCN_pm10_XXX, GCN_NO2_XXXX	GCN concentratie van O ₃ ,NO ₂ en NO ₂ van het jaar XXXX	Het bestand bevat 3 kolommen, eerste twee kolommen zijn Amersfoortse coördinaten (x,y), laatste kolom is de concentratie per stof.

GCN_swc_O3_XXXX, GCN_swc_pm10_XXXX, GCN_swc_NO2_XXXX	dubbeltellingcorrectie van O ₃ ,NO ₂ en NO ₂ van het jaar XXXX	Het bestand bevat 3 kolommen, eerste twee kolommen zijn Amersfoortse coördinaten (x,y), laatste kolom is de dubbeltellingcorrectie voor snelwegen per stof.
Deze databestanden (correctie t.g.v. maatregelen) zijn alleen van toepassing voor de Monitoring		
NO2scaling,NOxscaling, PMscaling	<p>Schalingsfactor voor emissiefactor van NO₂,NO_x en PM10 (maatregelen type 1) voor <u>2015</u>. De emissiefactor op het wegsegment wordt vermenigvuldigd met deze factor.</p> <p>Opmerking: bij het aanmaken van Matlab databestand worden alle lege cellen in kolommen 4 t/m 23 gevuld met 1.</p>	<p>Ieder bestand bevat 23 kolommen:</p> <p>kol nr. gegevens uit MT database:</p> <p>1 segment_id 2 variant_id 3 year 4 no2_scalingsfactor_a_z^{9 10} 5 no2_scalingsfactor_a_m 6 no2_scalingsfactor_a_l 7 no2_scalingsfactor_a_b 8 no2_scalingsfactor_b_z 9 no2_scalingsfactor_b_m 10 no2_scalingsfactor_b_l 11 no2_scalingsfactor_b_b 12 no2_scalingsfactor_c_z 13 no2_scalingsfactor_c_m 14 no2_scalingsfactor_c_l 15 no2_scalingsfactor_c_b 16 no2_scalingsfactor_d_z</p>

⁹ no2_scalingsfactor_a_z betekent: NO₂ schalingsfactor voor zwaar verkeer met snelheidstype a

¹⁰ het is gebleken dat de correctiefactoren voor uitstralingsgebieden niet goed staan in de database. Er ontbreekt voor deze gebieden een factor waardoor ze nu ten onrechte overal voor 100% zijn gecorrigeerd.

		17 no2_scalingsfactor_d_m 18 no2_scalingsfactor_d_l 19 no2_scalingsfactor_d_b 20 no2_scalingsfactor_e_z 21 no2_scalingsfactor_e_m 22 no2_scalingsfactor_e_l 23 no2_scalingsfactor_e_b
variation	Getallen tussen 0 en 1 die de intensiteitreducties t.g.v. de ABvM voor <u>2015</u> weergeven ¹¹ . Voor de berekening worden deze waarden als volgt gebruikt: nieuwe intensiteit= (1 + correctiewaarde) * oorspronkelijke intensiteiten	kol.nr naam 1 segment_id 2 variant_id 3 year 4,5,6 num_vehicles_z, num_vehicles_m num_vehicles_l
Harde correctie	Harde concentratiecorrectie (maatregel type 3) voor <u>2015</u> . Voor de berekening worden deze waarden als volgt gebruikt: nieuwe totaalconcentratie= totaalconcentratie – correctie ¹²	kol.nr naam 1 segment_id 2 pm10_concentration 3 no2_concentration

¹¹ Deze waarden staan onterecht nog steeds in de database

¹² Deze correctietermen ontbraken echter nog in de databaseversie van 20/07/2010

Bijlage 3 Gebruikt Excel invoerbestand voor SRM-1 tool "CAR_2010"

Excel invoerbestand voor de SRM-1 tool "CAR_2010" (gebruikt voor het testen van web-based CAR)

De eerste regel van dit bestand bevat algemene tekstuele informatie

De tweede regel van dit bestand bevat de namen van de gegevens.

Iedere volgende rij bevat de gegevens van een meetpunt

Kolnr. Gegevens

1	Straatnaam	
2	x_coordinaat	Amersfoortse x-coordinaat in m
3	y_coordinaat	Amersfoortse y-coordinaat in m
4	Voertuigen_1	aantal voertuigen rijbaan 1
5	Voertuigen_2	aantal voertuigen rijbaan 2 (bij weg met 1 rijbaan hier een klein getal, bijvoorbeeld 1, invullen)
6	Voertuigen_3	aantal voertuigen rijbaan 3 (bij weg met 1 rijbaan hier een klein getal, bijvoorbeeld 1, invullen)
7	f_MZ_1	fractie middelzwaar verkeer rijbaan 1, getal tussen 0 en 1
8	f_MZ_2	fractie middelzwaar verkeer rijbaan 2, of 0 (in geval van 1 rijbaan)
9	f_MZ_3	fractie middelzwaar verkeer rijbaan 2, of 0 (in geval van 1 rijbaan)
10	f_Zwaar_1	zie boven, zwaar verkeer
11	f_Zwaar_2	zie boven, zwaar verkeer
12	f_Zwaar_3	zie boven, zwaar verkeer
13	f_Bus_1	zie boven, bus

14	f_Bus_2	zie boven, bus
15	f_Bus_3	zie boven, bus
16	f_stagnerend_1	stagnatiefactor rijbaan 1, getal tussen 0 en 1
17	f_stagnerend_2	stagnatiefactor rijbaan 2, of 0
18	f_stagnerend_3	stagnatiefactor rijbaan 3, of 0
19	Snelheidstype_1	snelheidstype rijbaan 1 (B,C, D of E)
20	Snelheidstype_2	zie boven, rijbaan 2 (of snelheidstype van rijbaan 1 in geval van 1 rijbaan)
21	Snelheidstype_3	zie boven, rijbaan3
22	Wegtype_1	wegtype rijbaan 1(3a,3b,4 of 2, als string ingevuld)
23	Wegtype_2	wegtype rijbaan 2 (of wegtype van rijbaan 1 in geval van 1 rijbaan)
24	Wegtype_3	zie boven, rijbaan3
25	Bf_1	bomenfactor rijbaan 1, 1,1.25 of 1.5
26	Bf_2	bomenfactor rijbaan 2 (of 1, in geval van 1 rijbaan)
27	Bf_3	zie boven, rijbaan 3
28	XX	(leeg)
29	XX	(leeg)
30	X1	afstand tot wegas van rijbaan 1 in meter ¹³
31	X2	afstand tot wegas van rijbaan 2 (in geval van 1 rijbaan, 29 invullen)
32	X3	zie boven, rijbaan 3
33	f_NO2 snelwegen	fractie direct NO ₂ van snelweg
34	NO2-bijdrage snelweg	NO ₂ bijdrage van snelwegen
35	NO2-bijdrage Schiphol	NO ₂ bijdrage Schiphol
36	O3_bijdrage_schiphol	O ₃ bijdrage van Schiphol

¹³ Wegtype 3a en 2: max 60m, wegtype 3b en 4: max 30m.

37	NO2_netto	Netto concentratie NO ₂ (GCN-dubbeltelling snelwegen-dubbeltelling Schiphol)
38	O3_netto	Netto concentratie O ₃ (GCN-dubbeltelling snelwegen-dubbeltelling Schiphol)
39	PM-bijdrage snelweg	PM10 bijdrage snelwegen
40	PM_netto	Netto concentratie PM10 (GCN-dubbeltelling snelwegen-dubbeltelling Schiphol)

Bijlage 4 Gebruikte Excel bestanden voor de monitoring

Excel invoerbestanden die voor het testen van de Monitoring in 2010 (variant 3) werden gebruikt.

Bestand "test_G9_full.xls"

De eerste rij van dit bestand bevat de namen van de gegevens.

Iedere volgende rij bevat de gegevens van een wegsegment. Receptoren die door meerdere rijbanen zijn belast komen in deze sheet dus meerdere keren voor.

Kolnr.	Gegevens	
1	name	
2	receptor_x	Amersfoortse x-coördinaat in m
3	receptor_y	Amersfoortse y-coördinaat in m
4	segment_id	
5	receptor_id	
6	distance	afstand van de receptor tot de wegas.
7	XX	(leeg)
8	num_light_vehicles	aantal licht verkeer
9	XX	(leeg)
10	light_vehicles_jam_factor	stagnatiefactor licht verkeer
11	XX	(leeg)
12	num_heavier_vehicles	aantal middelzwaar verkeer

13	XX	(leeg)
14	heavier_vehicles_jam_factor	stagnatiefactor middelzwaar
15	XX	(leeg)
16	num_heavy_vehicles	aantal zwaar verkeer
17	XX	(leeg)
18	heavy_vehicles_jam_factor	stagnatiefactor zwaar verkeer
19	XX	(leeg)
20	num_buses	aantal bussen
21	XX	(leeg)
22	buses_jam_factor	stagnatiefactor bussen
23	XX	(leeg)
24	XX	(leeg)
25	speed	snelheidstype (a,b,c,d of e)
26	XX	(leeg)
27	road_type	wegtype (1,2,3,4)
28	XX	(leeg)
29	tree_factor	bomenfactor (1,1.25 of 1.5)
30	XX	(leeg)
31	tunnel_factor	
32	highway_fno2	fractie direct NO ₂ uit snelweg
33	XX	(leeg)
34	XX	(leeg)
35	airport_no2	Schipholbijdrage NO ₂
36	highway_nox	snelwegbijdrage NO _x
37	airport_o3	Schipholbijdrage O ₃
38	airport_no2_correction	Schipholcorrectie NO ₂

39	airport_o3_correction	Schipholcorrectie O ₃
40	airport_pm10	Schipholbijdrage PM10
41	highway_pm10	snelwegbijdrage PM10
42	background_gross_no2	GCN concentratie NO ₂

Bestand "receptor_G9.xls"

Dit bestand bevat slechts 1 kolom met daarin alle unieke receptor_id

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl