



Briefrapport 680705017/2010
J. Wesseling | L. Nguyen

Een toets van standaardrekenmethodes voor berekeningen aan luchtkwaliteit in de Monitoring van het NSL

RIVM Briefrapport M/680705017/2010

Een toets van standaardrekenmethodes voor berekeningen aan luchtkwaliteit in de Monitoring van het NSL

J. Wesseling
L. Nguyen

Contact:
Joost Wesseling
Centrum voor Milieumonitoring
Joost.Wesseling@rivm.nl

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

© RIVM 2010

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'.

Rapport in het kort

Een test van SRM-1 en SRM-2 berekeningen in de Monitoring van het NSL

De rekenmethoden in de Monitoringtool van het ministerie van VROM geven resultaten die in lijn zijn met de wettelijk voorgeschreven standaardrekenmethoden voor luchtkwaliteit. Incidenteel komen verschillen tussen de resultaten van de rekenmethoden voor, waarvan de redenen momenteel niet duidelijk zijn. Dit blijkt uit controletests van het RIVM van deze rekenmethoden, die op verzoek van het ministerie van VROM zijn uitgevoerd.

Voor de test zijn de resultaten van berekeningen met de Monitoringtool vergeleken met die van eigen rekenprogramma's van het RIVM waarin de desbetreffende standaardrekenmethoden zijn verwerkt. De berekeningen in de Monitoring zijn, voor zover getest en met enkele kleine uitzonderingen, volgens de standaardrekenmethoden uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (status augustus 2010) uitgevoerd. Daarnaast zijn voor zover kon worden nagegaan, de juiste generieke invoerdata (emissiefactoren, achtergrondconcentratie, meteorologie) gebruikt.

Trefwoorden / Key words: luchtkwaliteit, Monitoring, standaardrekenmethoden.

Abstract

A test of standard calculation methods 1 and 2 in the Monitoring of the NSL

The calculation methods used in the Monitoringtool of the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) yield results that are consistent with those obtained using the standard calculation methods for air quality prescribed by legislation. However, for reasons that are as yet unknown, differences in results are found on an infrequent basis. These are the conclusions drawn by the RIVM following its testing of the calculation methods by request of the Ministry of VROM.

The tests consisted of comparing the results from calculations processed using the Monitoringtool to those reached using software programs of the RIVM in which the standard calculation methods for air quality are incorporated. Based on the results of these tests, the calculations of the Monitoringtool are, with a few exceptions, in agreement with those from the standard calculation methods described in the Directive for Air Quality Assessment 2007 (status August 2010). In addition, as far as can be determined, the correct generic input data (emission factors, background concentrations, meteorology) have been used.

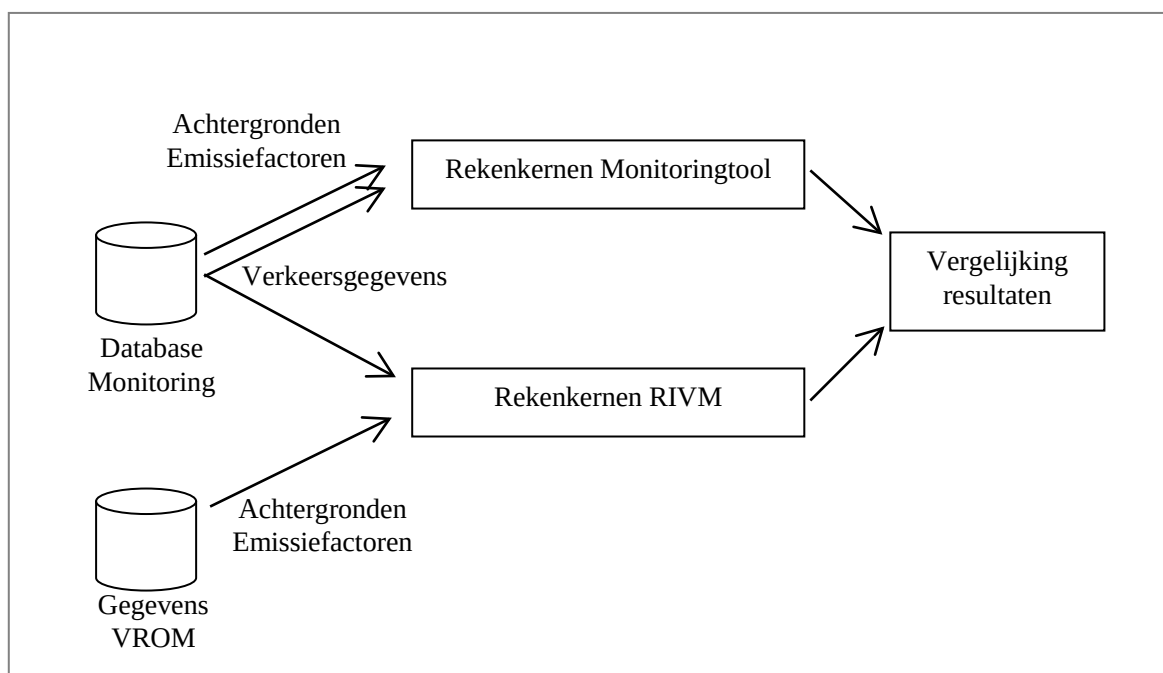
Trefwoorden / Key words: air quality, Monitoring, standard calculation methods.

Inhoud

1	Inleiding	9
2	Tests voor StandaardRekenMethode 1	11
2.1	Gehanteerde methode	11
2.2	Gebruikte invoergegevens	12
2.3	Testresultaten	12
2.4	Maatreegeffecten binnen StandaardRekenMethode 1	14
2.5	Conclusies voor StandaardRekenMethode 1	15
3	Tests voor StandaardRekenMethode 2	17
3.1	Gehanteerde methode	17
3.2	Gebruikte invoergegevens	17
3.3	Testresultaten	18
3.4	Maatreegeffecten binnen StandaardRekenMethode 2	19
3.5	Conclusies voor StandaardRekenMethode 2	19
4	Conclusies en aanbevelingen	21
Bijlage 1	Invoergegevens voor SRM-1	23
Bijlage 2	Resultaten van de snelwegbenchmark	27
Bijlage 3	Invoergegevens voor SRM-2	29
Bijlage 4	Vergelijking van SRM-2 berekeningen	31

1 Inleiding

Op verzoek van het ministerie van VROM heeft het RIVM de rekenmethoden die in de Monitoringtool worden gebruikt gecontroleerd. Dit is gedaan door de resultaten van berekeningen met de Monitoringtool in de toepassingsgebieden van Standaardrekenmethoden 1 en 2 (SRM-1 en SRM-2) te vergelijken met die van eigen implementaties van het RIVM voor de betreffende Standaardrekenmethoden. De twee sets van berekeningen, in de Monitoringtool en van het RIVM, gebruiken dus dezelfde invoergegevens voor het wegnnet en voor het verkeer. De grootschalige achtergronden, correcties voor dubbeltelling en emissiefactoren worden in de twee sets van berekeningen onafhankelijk uit de door VROM vastgestelde gegevens gelezen. In Figuur 1 is de uitgevoerde vergelijking schematisch weergegeven.



Figuur 1 Schematische weergave van de testprocedure

Omdat de rekenmethoden SRM-1 en -2 verschillende toepassingsgebieden hebben, stedelijke omgeving respectievelijk (voldoende) vrij liggende wegen, worden de resultaten van de beide rekenkernen in de Monitoring apart met resultaten van het RIVM vergeleken. Voor SRM-1 worden de totaal berekende concentraties met elkaar vergeleken. Een goede overeenkomst duidt dus niet alleen op gelijke rekenresultaten maar ook op gebruik van dezelfde grootschalige achtergronden en emissiefactoren. Voor SRM-2 worden de wegbijdragen voor NO_x en NO₂ met elkaar vergeleken. Een goede overeenkomst duidt dus niet alleen op gelijke rekenmethoden maar ook op gebruik van dezelfde grootschalige (NO₂ en ozon) achtergronden en emissiefactoren.

Het is belangrijk om op te merken dat de voorliggende vergelijkingen zijn gemaakt ten opzichte van de rekenresultaten zoals die eind juli 2010 in de Monitoringtool beschikbaar zijn gekomen en welke als basis voor de rapportage van de Monitoring van het NSL dienen. De losse online rekentool, onderdeel van de website van de Monitoring, <http://www.nsl-monitoring.nl/>, rekt in principe met dezelfde rekenkernen als die waarmee de resultaten van de Monitoring zijn bepaald. Echter, maatregelen worden momenteel niet door de rekentool in rekening gebracht. Omdat de rekentool pas ruim na de verwerking van de Monitoringresultaten beschikbaar is gesteld, zijn er geen expliciete tests uitgevoerd ten opzichte van de rekentool.

2 Tests voor StandaardRekenMethode 1

2.1 Gehanteerde methode

Voor het testen van SRM-1 berekening van de Monitoringstool heeft het RIVM met behulp van het pakket MATLAB¹ een eigen SRM-1 rekentool ontwikkeld. Een gedetailleerde beschrijving van deze tool zal later worden gerapporteerd. De tool is geschikt voor het, conform de voorschriften in de Rbl 2007 voor SRM-1, berekenen van de concentratie in straten bestaande uit een of meer rijbanen (de tool heeft geen limiet van het aantal rijbanen).

De berekening wordt als volgt in stappen uitgevoerd:

- voor elk wegsegment wordt de hoeveelheid (en samenstelling) verkeer met de door VROM voorgeschreven emissiefactoren omgerekend naar de totale verkeersemisies op die weg;
- indien een wegsegment in een milieuzone ligt worden de emissiefactoren op dat wegsegment eerst omgerekend met de door VROM voorgeschreven 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 handleiding² van CAR 9.0) berekend. Indien de afstand tussen de weg en de receptor groter is dan het toepassingsbereik³ van SRM-1, worden de maximale afstanden gebruikt in de formules;
- de inerte bijdragen van alle rijbanen behorende bij een receptor worden opgeteld, dit geeft de inerte bijdrage van de straat;
- de inerte bijdrage van de snelweg wordt opgeteld bij de inerte bijdrage van de straat, dit geeft de totale inerte bijdrage;
- de NO₂ totaalconcentratie wordt hieruit 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 ten gevolge van maatregelen. De effecten van maatregelen worden exact conform de voor de Monitoring afgesproken correcties berekend.

¹ Zie <http://www.mathworks.com/>

² Zie http://www.infomil.nl/publish/pages/64825/handleiding_webbased_car_versie_9_0_doc.pdf

³ Voor wegtypes 1 en 4: 60 meter, voor wegtypes 2 en 3: 30 meter.

2.2 Gebruikte invoergegevens

De generieke invoergegevens (emissiefactoren, achtergrondconcentratie, windsnelheid) zijn door VROM gepubliceerd. Andere gegevens (wegkenmerken, snelwegbijdragen) zijn uit de meest recente database⁴ van de Monitoringtool bepaald. In Bijlage 1 worden de invoergegevens weergegeven.

2.3 Testresultaten

De concentraties in negen grote gemeenten (Amsterdam, Arnhem, Breda, Den Haag, Eindhoven, Maastricht, Nijmegen, Rotterdam, Utrecht) zijn met de SRM-1 tool van het RIVM berekend en de resultaten zijn op verschillende punten vergeleken met die van 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.

De rekenwijze binnen SRM-1 is simpel en bestaat uit slechts enkele formules. Als gevolg daarvan dienen de resultaten van verschillende SRM-1 rekenpakketten dan ook aan elkaar gelijk te zijn. De meest bepalende factor is de afronding van getallen binnen de verschillende rekenstappen, hetgeen binnen SRM-1 op één tot twee decimalen gebeurt. Een objectief criterium bij het vergelijken van SRM-1 rekenresultaten is dan ook dat de resultaten kleiner moeten zijn dan 0.1 µg/m³.

Bij de uitgevoerde tests is gebleken dat in de Monitoringtool voor wegen met meerdere lijnbronnen de bijdragen van lijnbronnen die verder weg liggen dan 60 meter van het rekenpunt niet in rekening worden gebracht. Volgens het RIVM zou dat wel moeten gebeuren. Dit is aan het ministerie van VROM gerapporteerd. Eveneens bleek tijdens de tests dat de Monitoringtool binnen de SRM-1 berekeningen geen minimum afstand tussen een lijnbron en een rekenpunt hanteert. Omdat de verdunningsfuncties van SRM-1 zeker niet boven op een weg gelden⁵, dient hier een minimum afstand van circa 2.5 tot 3 meter te worden gehanteerd. Dit is ook aan het ministerie meegedeeld.

Samengevat zijn de resultaten als volgt:

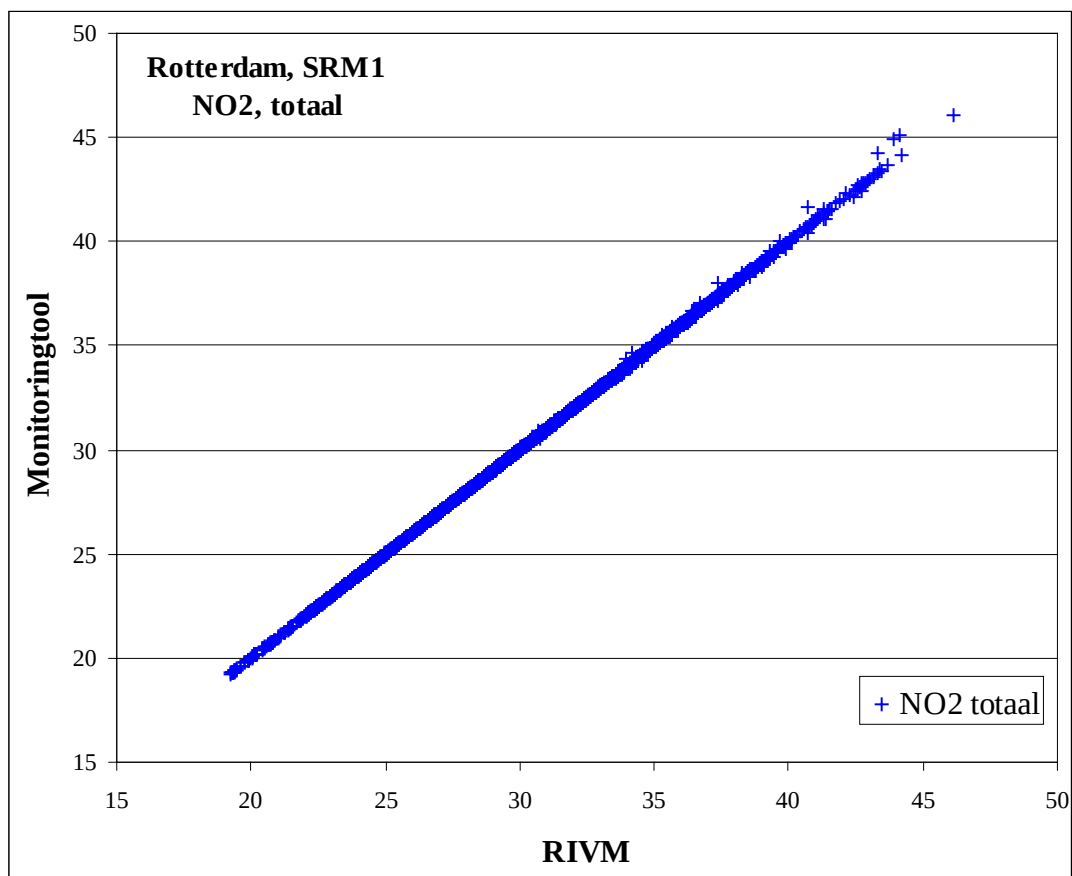
Aantal doorgerekende receptoren	46956
Aantal receptoren gebruikt in de vergelijking	42972
Aantal receptoren waarvoor het verschil in NO _x $\geq 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	8
Aantal receptoren waarvoor het verschil in PM $\geq 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	4
Aantal receptoren waarvoor het verschil in NO ₂ $\geq 0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	109

⁴ Dit betreft een door Goudappel-Coffeng geleverde kopie van hun productiedatabase van 20 juli 2010.

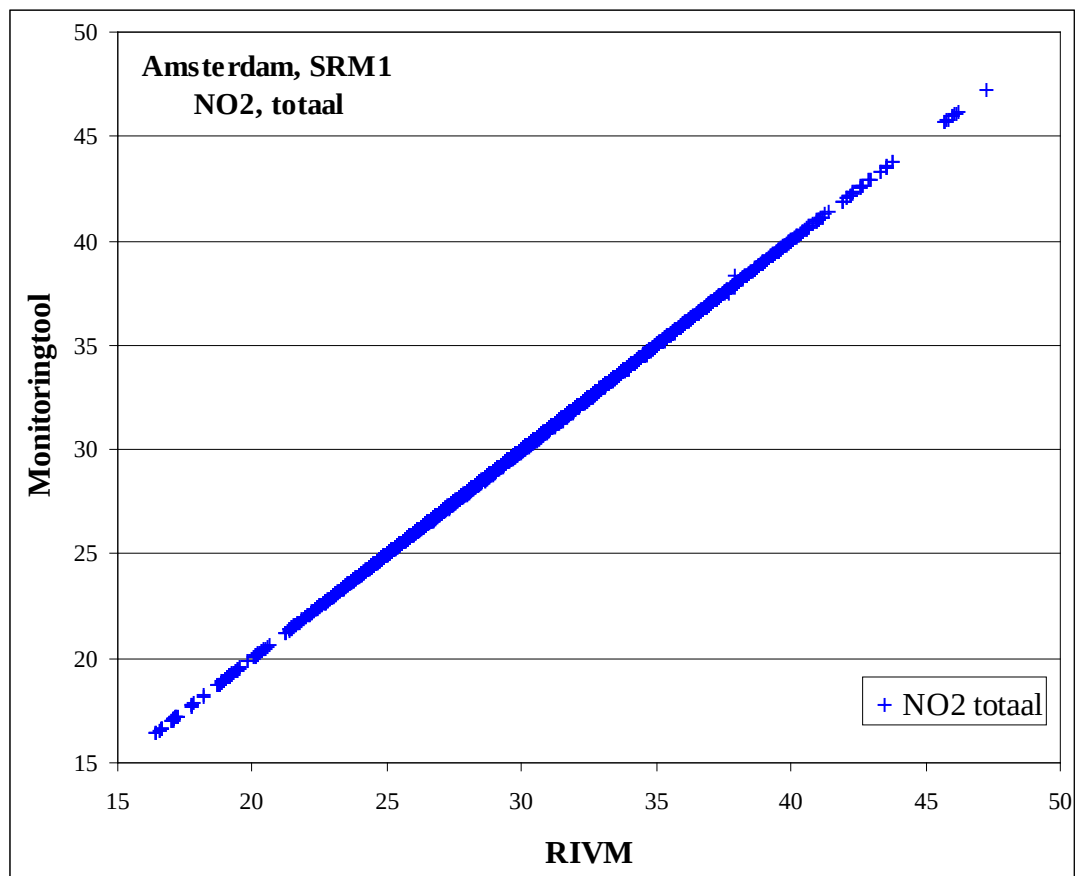
⁵ De metingen die aan SRM-1 ten grondslag liggen zijn verricht voor locaties naast de weg.

Voor de tests aan de negen gemeenten zijn in eerste instantie alle 46956 receptoren geselecteerd. Uiteindelijk konden 3984 receptoren niet worden gebruikt in de vergelijking. Hiervan hebben 2239 receptoren wegtypen behorende bij SRM-2; type 92 (provinciale buitenweg) , 93 (algemene snelweg) of 94 (snelweg met strikte handhaving). Verder liggen 1504 receptoren buiten het toepassingsbereik van SRM-1 (afstand tot wegas is groter dan de maximale afstand behorende bij dat wegtype). Het is bekend dat de rekenmethode in de Monitoringstool verschilt op dit punt van de tool van het RIVM. In de tool van het RIVM wordt de rekenafstand in dit geval gelijk gesteld aan de maximale afstand terwijl de Monitoringstool bijdragen van wegen op te grote afstand niet berekent. Daarnaast hebben ongeveer 200 receptoren geen winddata en worden ze derhalve niet door de tool van het RIVM berekend. Het gaat hierbij om projecten op locaties waar nu nog (deels) water ligt, IJburg en de tweede Maasvlakt. In de monitoring wordt de windsnelheid op deze locaties op 4.66 (Amsterdam) of 5.5 m/s (Rotterdam) gezet.

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



Figuur 2 Vergelijking van door de Monitoringstool en het RIVM berekende NO₂ concentraties voor Rotterdam in 2015.



Figuur 3 Vergelijking van door de Monitoringtool en het RIVM berekende NO₂ concentraties voor Amsterdam in 2015.

2.4 Maatregeleffecten binnen StandaardRekenMethode 1

SRM-1 kent geen rekenregels die worden gebruikt om het effect van maatregelen in rekening te brengen. Alle maatregelen in dit toepassingsgebied grijpen aan op de invoerparameters, zoals intensiteit, stagnatiefractie en snelheid. Voor de uitgevoerde tests is binnen SRM-1 gebruik gemaakt van de maatregeleffecten zoals die in de Monitoring zijn afgesproken. Dit betekent niet dat het RIVM de maatregeleffecten valideert of zelfs maar ondersteunt. Voor een beschouwing van maatregeleffecten in de Monitoring wordt verwezen naar een eerdere rapportage van het RIVM⁶.

⁶ Wesseling J, Beijck R, 2010, "Nulmeting van het NSL-monitoringsprogramma : Analyse van de uitgangssituatie van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit", RIVM rapport 680712001.

2.5 Conclusies voor StandaardRekenMethode 1

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 bijdragen van naburige wegen 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 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 de hier voorliggende conclusies hebben de geconstateerde fouten geen consequenties.

3 Tests voor StandaardRekenMethode 2

3.1 Gehanteerde methode

Na het beschikbaar komen van de database op 28 juli 2010 zijn de wegvakgegevens en verkeerscijfers van de SRM-2 wegen (voornamelijk snelwegen) in en bij enkele grote steden in Nederland uit de database geëxporteerd. Op basis van deze gegevens is invoer aangemaakt voor een eigen rekenmodel van het RIVM voor het domein van SRM-2, het model TREDM (Tiny Road Emission Dispersion Model). Enkele details van de invoer worden in Bijlage 2 besproken. In eerdere vergelijkingen tussen de rekenkern van de Monitoringtool, het programma VLW van het ECN, en TREDM is gebleken dat de verschillen tussen de beide modellen, bij dezelfde invoer, beperkt zijn, zie Nguyen (2010) en Wesseling (2010).

Een maat voor de minimaal gewenste overeenkomst tussen de resultaten van de Monitoring en die van TREDM kan worden bepaald op basis van een recente benchmark voor snelwegmodellen die het RIVM in het voorjaar van 2010 heeft georganiseerd. In Bijlage 2 wordt een korte beschrijving van de benchmarkresultaten besproken. Een objectieve maat voor de gewenste overeenkomst tussen de resultaten van de Monitoringtool en TREDM kan als volgt worden gedefinieerd:

- Het grootste deel, 80-90%, van de verschillen tussen de beide sets van NO_x en NO₂ resultaten moet binnen 10% van de gemiddelde berekende waarden liggen;
- Voor NO_x moeten de meeste, 80-90%, berekende concentratieverschillen binnen twee microgram per kubieke meter liggen;
- Voor NO₂ moeten de meeste, 80-90%, berekende concentratieverschillen binnen één microgram per kubieke meter liggen.

In SRM-2 wordt de fijn stof concentratie berekend alsof het een inert gas betreft. De mate waarin de resultaten van de Monitoring en TREDM voor NO_x overeenkomen is daarom ook de maat voor de overeenkomst in berekende fijn stof concentraties.

3.2 Gebruikte invoergegevens

In de export van wegvakgegevens en verkeerscijfers worden voor verschillende velden gegevens doorgegeven. In Bijlage 3 worden de parameters kort besproken. Voor een nadere uitleg wordt verwezen naar informatie op de site van de NSL-monitoring⁷.

⁷ http://www.nsl-monitoring.nl/faq_download/MT-Bijlage%201,%20wegvakken.pdf

De verkeersemissies zijn bepaald op basis van de verkeersaantallen en de door het ministerie van VROM bekendgemaakte⁸ emissiefactoren voor wegverkeer. Voor het verkeer op wegtype 92 (code voor een provinciale weg) zijn de emissiefactoren voor “buitenweg algemeen” genomen. Voor het verkeer op wegtype 94 zijn de emissiefactoren voor “80 km/uur met strikte handhaving” genomen. De NO₂ en NO_x emissies worden apart berekend en het quotiënt wordt doorgegeven als de fractie direct uitgestoten NO₂. De stagnatiefactoren worden gebruikt om een som van verkeersemissies bij normaal doorstromend verkeer en stagnerend verkeer te bepalen.

De weghoogte wordt ongewijzigd doorgegeven aan TREDM en voor de schermhoogte wordt de gesommeerde hoogte van de schermen links en rechts genomen. De invoer in de Monitoringtool maakt geen onderscheid tussen schermen, wallen en taluds. Als gevolg doet TREDM dat ook niet.

De geometrie van een weg bestaat uit een aantal rechte lijnstukjes, gedefinieerd door begin- en eindcoördinaten, die tezamen de kromming van de weg volgen. Voor elk van deze lijnstukjes wordt een corresponderende lijnbron voor TREDM aangemaakt. Voor provinciale wegen wordt een initiële verticale spreiding van 2 meter gehanteerd, voor snelwegen is dat 3 meter. In TREDM wordt een lijnbron standaard verdeeld in puntbronnen met een onderlinge afstand van 2 meter. De terreinruwheid wordt direct uit de door VROM beschikbaar gestelde bestanden gelezen. Voor de meteorologie en achtergronden wordt gebruik gemaakt van de resultaten van pre-SRM⁹ van het ECN.

3.3 Testresultaten

Voor enkele grote steden zijn de met de Monitoring en TREDM berekende NO_x en NO₂ bijdragen van alle met SRM-2 doorerekende wegen met elkaar vergeleken. In Bijlage 4 worden de berekende NO₂ concentratiebijdragen weergegeven voor Amsterdam, Rotterdam en Utrecht. Voor elk van de steden is geteld hoe vaak de berekende NO_x en NO₂ concentraties minder dan 10% van elkaar verschillen. Ook is geteld hoe vaak de verschillen (absoluut) groter zijn dan 1 en 2 µg/m³. De (afgeronde) resultaten worden in onderstaande tabel vermeld.

	Utrecht		Amsterdam		Rotterdam		Den Haag	
	NO _x	NO ₂	NO _x	NO ₂	NO _x	NO ₂	NO _x	NO ₂
Verhouding < 10%	88%	85%	92%	91%	89%	94%	97%	97%
Verschil < 1 µg/m ³	75%	85%	75%	94%	76%	98%	80%	93%
Verschil < 2 µg/m ³	87%	94%	92%	99%	93%	100%	95%	100%

Uit de resultaten is duidelijk dat de resultaten voor Amsterdam, Den Haag en Rotterdam (ruimschoots) voldoen aan de criteria zoals die op basis van de benchmark zijn gedefinieerd. Het is niet duidelijk

⁸ <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=47065>

⁹ Software ontwikkeld door A. Vermeulen van het ECN in opdracht van het ministerie van VROM.

waarom voor Utrecht een iets minder goede overeenkomst is gevonden. De afwijkende concentraties zijn grotendeels gegroepeerd op enkele punten. Nader onderzoek naar de wegkenmerken heeft niet duidelijk gemaakt wat mogelijke redenen voor de verschillen zijn.

3.4 Maatregелеffecten binnen StandaardRekenMethode 2

Verskillende maatregelen die binnen het toepassingsgebied van SRM-2 worden gebruikt grijpen aan op de emissies, bijvoorbeeld Dynamisch Verkeers Management (DVM) en aanpassing van maximum snelheden.

In tegenstelling tot SRM-1 kent SRM-2 enkele rekenregels die worden gebruikt om het effect van maatregelen in rekening te brengen. Het gaat hierbij om verhoogde/verlaagde ligging van een weg en de aanwezigheid van geluidsschermen. De effecten van geluidsschermen en -wallen zijn gebaseerd op windtunnelonderzoek en zijn in de Rbl2007 begrensd op maximaal zes meter hoogte/diepte. In de voor de huidige studie uitgevoerde tests zijn weghoogte/diepte en schermhoogtes dan ook begrensd op zes meter.

In de invoer voor de Monitoring komen mogelijk schermhoogtes of weghoogtes voor die groter zijn dan zes meter. Op een recent wetenschappelijk congres naar aanleiding van het afsluiten van het Innovatie Platform Luchtkwaliteit van Rijkswaterstaat is aangegeven¹⁰ dat de effecten van geluidsschermen op de luchtkwaliteit in SRM-2 op basis van recente veldmetingen vermoedelijk als iets te groot worden ingeschat. Het is, naar de mening van het RIVM dan ook noodzakelijk om op korte termijn de effecten van geluidsscherm op de luchtkwaliteit nader te onderzoeken. Mogelijke uitbreiding van de rekenregels voor hogere schermen is, tot nader onderzoek op dit punt is verricht, volgens het RIVM wetenschappelijk niet verantwoord.

3.5 Conclusies voor StandaardRekenMethode 2

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. De kwaliteit van de invoergegevens zelf kan niet worden gecontroleerd door middel van de uitgevoerde tests. In week 31 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 de hier voorliggende conclusies hebben de geconstateerde fouten geen consequenties.

¹⁰ Zie <http://www.ipluchtkwaliteit.nl/data/6.%20Effects%20of%20noise%20barriers%20on%20air%20quality%20analysis%20-%20Joost%20Wesseling.pdf.pdf>

4 Conclusies en aanbevelingen

Het RIVM heeft de berekeningen van de Monitoringtool, met de volgende kanttekeningen, getest en beoordeeld:

- o Uit de testresultaten kan worden geconcludeerd dat de SRM-1 en SRM-2 berekeningen in de Monitoring, voor zover getest en met enkele uitzonderingen, volgens de standaardrekenmethoden uit de Rbl 2007 (status augustus 2010) zijn uitgevoerd en dat, voor zover kon worden nagegaan, de juiste generieke invoerdata (emissiefactoren, achtergrondconcentratie, meteorologie) zijn gebruikt;
- o De uitzonderingen betreffen
een bekende afwijking in het gebruik van de maximale rekenafstand voor SRM-1;
een aanpassing van windvelden voor toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen;
het ontbreken van een minimale rekenafstand in SRM-1;

Voor zover nodig zijn de afwijkingen aan het ministerie van VROM gerapporteerd. De geconstateerde afwijkingen treden slechts in enkele gevallen op;

- o Voor de tests is gebruik gemaakt van de invoer (wegkenmerken, verkeersgegevens, rekenlocaties) in de Monitoring voor verschillende grote steden. De kwaliteit en juistheid van deze invoer is niet gecontroleerd, de wegbeheerders zijn volledig verantwoordelijk voor de aangeleverde invoer en dus ook voor het effect op het rekenresultaat. Voor enkele opmerkingen over de kwaliteit van invoergegevens in de Monitoring en de invloed daarvan op de resultaten zie een recent rapport¹¹ van Wesseling en Beijk;
- o Voor de uitgevoerde tests is binnen SRM-1 gebruik gemaakt van de maatregелеffecten zoals die in de Monitoring zijn afgesproken. Dit betekent niet dat het RIVM de maatregелеffecten valideert of zelfs maar ondersteunt. Voor een beschouwing van maatregелеffecten in de Monitoring zie het hierboven genoemde rapport van Wesseling en Beijk. Voor de tests binnen SRM-2 is gebruik gemaakt van de maatregелеffecten zoals benoemd in de Rbl. Afwijkingen hiervan zonder nadere onderbouwing worden ontraden;
- o Deze beoordeling doet een uitspraak over het rekensysteem als zodanig. Echter, zoals uit de rapportage blijkt komen er incidenteel niet-triviale verschillen tussen verschillende rekenprogramma's voor waarvan de reden voor het verschil momenteel niet duidelijk is.

¹¹ Wesseling J, Beijk R, 2010, "Nulmeting van het NSL-monitoringsprogramma : Analyse van de uitgangssituatie van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit", RIVM rapport 680712001.

Bijlage 1 Invoergegevens voor SRM-1

Gebruikte emissie en GCN bestanden (bron: VROM)	
2010-emissiefactoren niet snelwegen.xls conc_pm10_BBR2015_aangepast_1002.aps conc_o3_BBR2015_1002.aps swc_no2_BBR2015_aangepast_1002.aps swc_o3_BBR2015_1002.aps swc_pm10_BBR2015_aangepast_1002.aps wv_95-04_060309.aps	Emissiefactoren gepubliceerd in maart 2010. Grootschalige PM achtergrondconcentratie voor 2015 Grootschalige O ₃ achtergrondconcentratie voor 2015. NO ₂ dubbeltelling voor 2015. O ₃ dubbeltelling voor 2015 (betreft een negatief getal). PM10 dubbeltelling voor 2015. Langjarig geïnterpoleerde windsnelheden.
Gebruikte invoer die afkomstig zijn van de monitoring (variant 3, 2015, database 20072010)	
Wegkenmerken en snelwegbijdrage receptor_id receptor_x receptor_y segment_id distance num_light_vehicles light_vehicles_jam_factor num_heavier_vehicles heavier_vehicles_jam_factor num_heavy_vehicles heavy_vehicles_jam_factor num_buses buses_jam_factor speed road_type tree_factor tunnel_factor highway_nox highway_fno2 airport_no2 airport_o3	Identificatienummer van receptor. (Amersfoortse) x-coördinaat van receptor . (Amersfoortse) y-coördinaat van receptor. Id-nummer van wegsegment (rijbaan) behorende bij de receptor. Afstand tussen de wegas van de rijbaan tot de receptor . Aantal lichtverkeer van het desbetreffende wegsegment. Stagnatiefactor licht verkeer , getal tussen 0 en 1. Aantal middelzwaar verkeer . Stagnatiefactor middelzwaar verkeer, getal tussen 0 en 1 Aantal zwaar verkeer . Stagnatiefactor zwaar verkeer, getal tussen 0 en 1. Aantal bussen. Stagnatiefactor bussen, getal tussen 0 en 1. Snelheidstype (a,b,c,d of e). Wegtype (1,2,3,4,92,93,94. Wegtypen 92,93,94 zijn snelwegen en worden niet gebruikt voor de SRM-1 controle). Bomenfactor, 1,1.25 of 1.5. Geeft de invloed van een tunnel op de emissie op het wegvak nabij de tunnelmond weer. De verkeersemis­sie van de wegvak wordt vermenigvuldigd met deze factor. NO _x bijdrage van snelwegen. Fractie direct-NO ₂ van de snelwegbijdrage. NO ₂ bijdrage van Schiphol.

airport_no2_correction	O ₃ bijdrage van Schiphol (betreft een negatief getal).
airport_o3_correction	Schiphol correctie NO ₂ .
airport_pm10	Schiphol correctie O ₃ (betreft een negatief getal).
highway_pm10	PM10 bijdrage van Schiphol.
background_gross_no2	PM10 snelwegbijdrage.
	Grootschalige NO ₂ achtergrondconcentratie. Het aps bestand van VROM heeft een afwijkend format waardoor het niet in de MATLAB tool kan worden gebruikt. Dus is de waarde uit de database gebruikt.

Maatregelen 1: milieuzones en schone bussen (opgeslagen in tabel <i>srm1_[stof]_scaling_factors</i> van de database) segment_id no2_scalingsfactor_a_l no2_scalingsfactor_a_m no2_scalingsfactor_a_z no2_scalingsfactor_a_b (idem voor snelheidstype b,c,d,e en voor de stoffen NOx en PM10)	Id-nummer van wegsegment. NO₂ schalingsfactor voor licht verkeer met snelheidstype a. De emissiefactor op dit wegsegment wordt vermenigvuldigd met deze factor. NO₂ schalingsfactor voor middelzwaar verkeer met snelheidstype a. NO₂ schalingsfactor voor zwaar verkeer met snelheidstype a. NO₂ schalingsfactor voor bussen met snelheidstype a. Opmerking: het is gebleken dat de correctiefactoren voor uitstralingsgebieden niet goed staan in de database. Er ontbreekt voor deze gebieden een factor waardoor ze nu voor 100% zijn gecorrigeerd. Dit probleem wordt in de rapportage van de Monitoring gerapporteerd (Beijk, 2010).
Maatregelen 2 en 3 (opgeslagen in de tabel <i>area_variations</i> van de database) segment_id num_vehicles_l, num_vehicles_m, num_vehicles_z pm10_concentration no2_concentration	Id-nummer van wegsegment. Getallen tussen 0 en 1 die de intensiteitreducties t.g.v. de ABvM weergeven. Deze waarden staan onterecht nog steeds in de database. Voor de berekening worden deze waarden als volgt gebruikt: $\text{nieuwe intensiteit} = (1 + \text{correctiewaarde}) * \text{oorspronkelijke intensiteiten}$ Absolute correctietermen die op de totaalconcentratie wordt uitgevoerd: $\text{nieuwe totaalconcentratie} = \text{totaalconcentratie} - \text{correctie}$ Deze correctietermen ontbraken echter nog in de databaseversie van 20072010. Dit probleem wordt in de rapportage van de Monitoring gerapporteerd (Beijk, 2010).

Bijlage 2 Resultaten van de snelwegbenchmark

In het voorjaar van 2010 heeft het RIVM op verzoek van het ministerie van VROM een kleine benchmark voor snelwegmodellen georganiseerd. De testcases in de benchmark zijn erop gericht om verschillende aspecten van de berekeningen met elkaar te vergelijken. Het gaat daarbij vooral om de basisberekeningen van de verdunning, de conversie van NO_x in NO₂, de effecten van de ruwheid en de effecten van geluidsschermen. Om de testcases redelijk snel door de betrokken modeleigenaren te kunnen laten doorrekenen is er voor gekozen om de situaties betrekkelijk schematisch te houden, met redelijk lange rechte lijnbronnen. De resultaten van deze benchmark zullen binnenkort worden gerapporteerd.

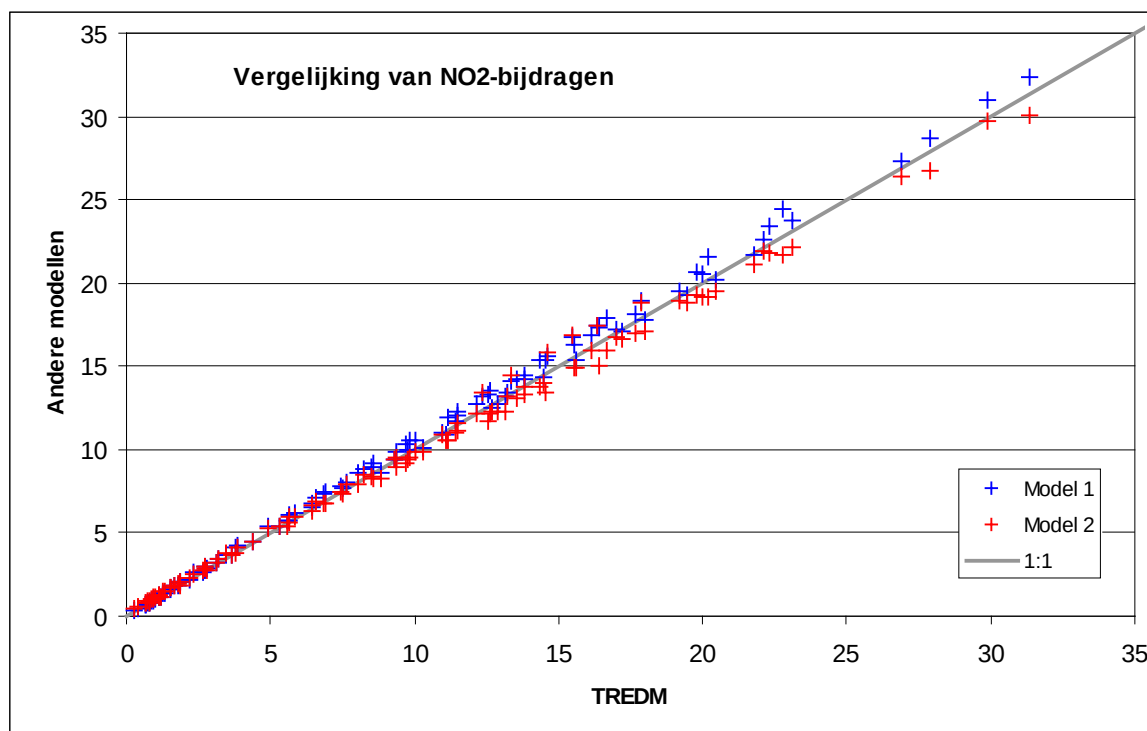
Aan de benchmark deden drie modellen mee die implementaties van SRM-2 zijn: Pluim Snelweg van TNO, VLW van het ECN/RWS en TREDM van het RIVM. De modellen van TNO en ECN zijn door het ministerie van VROM goedgekeurd voor gebruik in formele toetsingen. Het model van het RIVM wordt principieel niet voor projectberekeningen gebruikt en een goedkeuring daarvoor is dan ook niet aan de orde. Het model TREDM is wel een zo veel mogelijk exacte implementatie van SRM-2 en zal binnenkort in een rapport worden beschreven.

De beschrijving van SRM-2 in de Rbl 2007 laat verschillende aspecten van de rekenwijze aan de modelleur om zelf te kiezen. In 2009 zijn enkele implementatieverschillen tussen deze modellen in een serie van informele overleggen tussen TNO, ECN en RIVM, geïnventariseerd¹². Op basis hiervan heeft VROM enkele uitbreidingen aan de beschrijving van SRM-2 toegevoegd en zijn de resultaten van de drie modellen dichter bij elkaar gekomen. Op enkele punten bestaat nog ruimte voor eigen implementaties. Het gaat dan vooral om de wijze waarop de lijnbronnen van de verkeersemisies worden omgezet in een verzameling van puntbronnen (discretisatie). Mits correct opgezet maakt de wijze waarop de bronnen worden verdeeld niet wezenlijk uit voor het eindresultaat. In situaties met veel segmenten, die ook nog veel bochten hebben, kan de wijze van discretisatie echter iets uitmaken. De wijze waarop de achtergrondconcentraties in een windroos worden verwerkt is in de verschillende modellen ook op een aantal details anders. De verschillen tussen TREDM en de Monitoring moeten logischerwijs van dezelfde orde van grootte zijn als in de benchmark zijn gevonden. Naarmate de wegnetten waarvoor de resultaten worden vergeleken complexer zijn, is het begrijpbaar dat de verschillen iets groter zijn dan in geval van simpele wegnetten.

Een vergelijking tussen met TREDM en de andere modellen berekende NO₂ bijdragen is in figuur 1 weergegeven. De verschillen tussen TREDM en de andere modellen zijn beperkt. Gemiddeld over de berekeningen waarbij de NO_x bijdrage van de weg groter is dan 10 µg/m³ bedraagt het gemiddelde relatieve verschil tussen met TREDM en de andere twee modellen berekende NO_x concentraties 5%, het maximale verschil bedraagt 10%. De gemiddelde absolute afwijking bedraagt 2 µg/m³, en maximale afwijking bedraagt 6 µg/m³. Voor de NO₂ bijdragen is het gemiddelde relatieve verschil 7%

¹² Overleggen in de periode januari- april 2009 met A. Vermeulen van het ECN en P. Zandveld van TNO.

en het maximale relatieve verschil 14%. De gemiddelde absolute afwijking bedraagt $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en de maximale $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur 4 Vergelijking van door TREDM en andere modellen berekende NO₂ concentratiebijdragen, concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Een objectieve maat voor de gewenste overeenkomst tussen de resultaten van de Monitoringtool en TRED kan derhalve als volgt worden gedefinieerd:

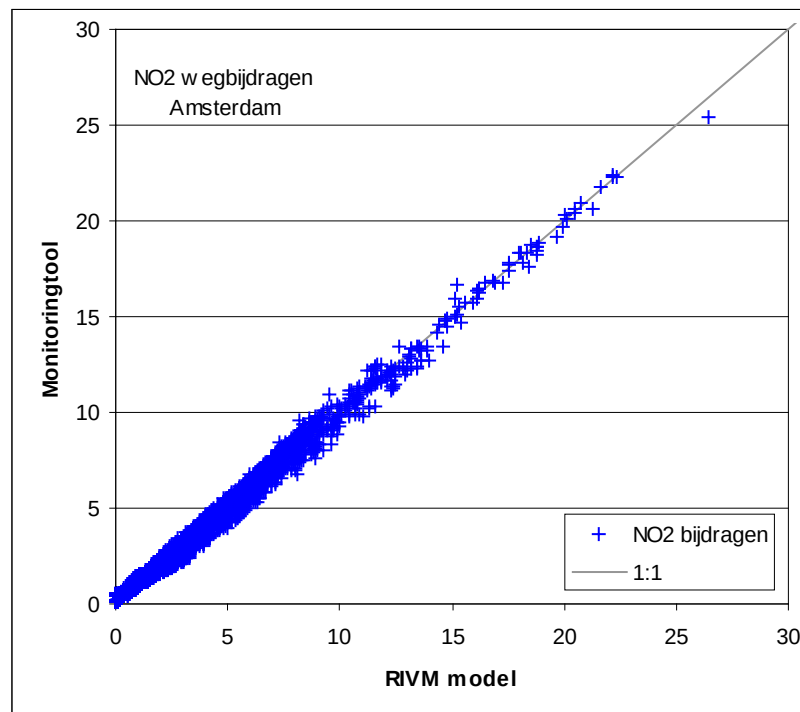
- Het grootste deel, 80-90%, van de verschillen tussen de beide sets van NO_x en NO₂ resultaten moet binnen 10% van de gemiddelde berekende waarden liggen;
- Voor NO_x moeten de meeste, 80-90%, berekende concentratieverschillen binnen twee microgram per kubieke meter liggen;
- Voor NO₂ moeten de meeste, 80-90%, berekende concentratieverschillen binnen één microgram per kubieke meter liggen.

Bijlage 3 Invoergegevens voor SRM-2

Naam	Korte omschrijving
segment_id	Uniek id van het betreffende segment
nwb_weg_id	ID van het wegvak volgens het NWB
nwb_versie	Versie van het betreffende NWB
begin_pos	Beginpositie van het segmet binnen het wegvak
eind_pos	Eindpositie van het segmet binnen het wegvak
gemeente	Gemeentenaam
straatnaam	Straatnaam
straatnr	Straatnummer
wegbeheer	Wegbeheerder
hoogte	Hoogteligging van de weg boven het maaiveld
x	X-positie van het midden van het segment in Amersfoortse coördinaten
y	Y-positie van het midden van het segment in Amersfoortse coördinaten
wegtype	Wegtype: 1-4 SRM-1 typen, 92: provinciale weg, 93: snelweg, 94: snelweg 80 km/uur met strikte handhaving.
snellheid	Rijsnellheid
tun_factor	Vermenigvuldigingsfactor voor de emissies van het segment.
boom_fact	Bomenfactor (voor SRM-1)
maxsnelh_p	Maximumsnellheid personenauto's
maxsnelh_v	Maximumsnellheid vrachtverkeer
a_rand_l	Afstand tot wegrand links
a_gevel_l	Afstand tot gevel links
bebdicht_l	bebouwingsdichtheid links
a_toepas_l	Afstand voor toepasbaarheidsbeginsel links
a_scherl_l	Afstand tot scherm links
s_hoogte_l	Hoogte scherm links
a_rand_r	Als boven ... rechts
a_gevel_r	Als boven ... rechts
bebdicht_r	Als boven ... rechts
a_toepas_r	Als boven ... rechts
a_scherl_r	Als boven ... rechts
s_hoogte_r	Als boven ... rechts
stagf_lv	Stagnatiefactor licht verkeer
int_lv	Intensiteit licht verkeer
stagf_mv	Stagnatiefactor middelzwaar verkeer
int_mv	Intensiteit middelzwaar verkeer
stagf_zv	Stagnatiefactor zwaar verkeer

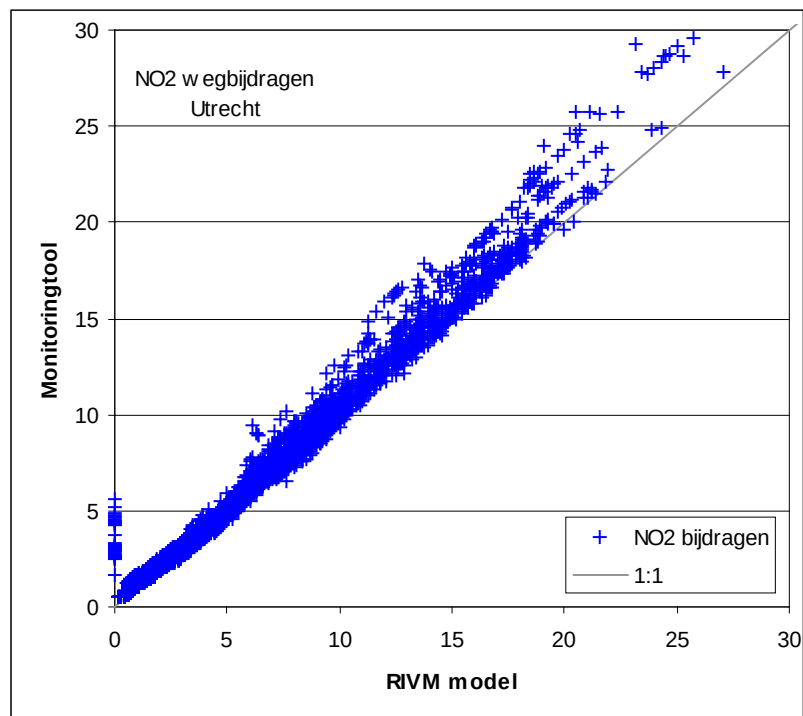
int_zv	Intensiteit zwaar verkeer
stagf_bv	Stagnatiefactor bussen
int_bv	Intensiteit bussen
geomet_wkt	Geometrie van het segment
actie	Actie van de database

Bijlage 4 Vergelijking van SRM-2 berekeningen



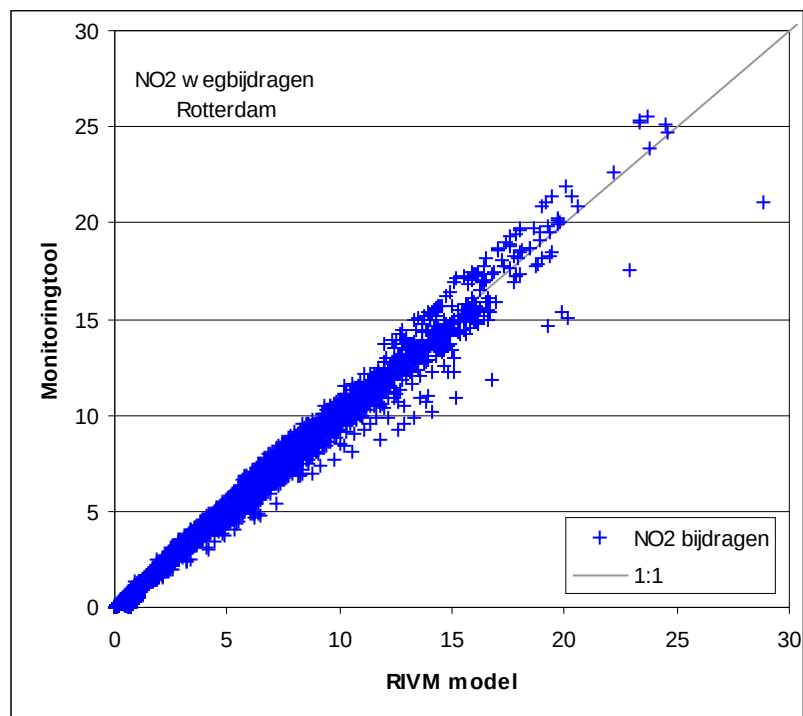
Figuur 5

Vergelijking van door het RIVM en de Monitoring berekende NO₂ concentratiebijdragen voor Amsterdam in 2015, concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



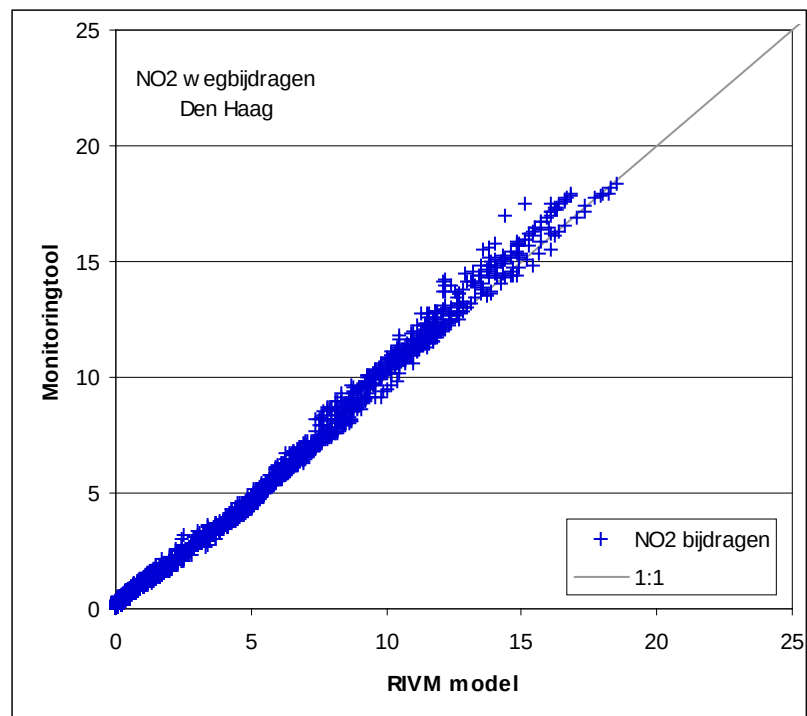
Figuur 6

Vergelijking van door het RIVM en en de Monitoring berekende NO₂ concentratiebijdragen voor Utrecht in 2015, concentraties in µg/m³.



Figuur 7

Vergelijking van door het RIVM en en de Monitoring berekende NO₂ concentratiebijdragen voor Rotterdam in 2015, concentraties in µg/m³.



Figuur 8

Vergelijking van door het RIVM en de Monitoring berekende NO₂ concentratiebijdragen voor Den Haag in 2015, concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720BA Bilthoven
www.rivm.nl