

Lotos-Euros versie 1.4: bias-correctie voor PM₁₀

Martijn de Ruyter de Wildt, Henk Eskes en Peter van Velthoven

KNMI, afdeling Chemie en Klimaat
Wilhelminalaan 10
Postbus 201
3732 GK De Bilt
Telefoon +31-30-2206431
e-mail martijn.de.ruijter@knmi.nl

Inleiding

Voor de nieuwe operationele luchtkwaliteitverwachting van het RIVM, TNO en het KNMI is er een nieuwe versie van het chemisch-transportmodel Lotos-Euros ontwikkeld, versie 1.4. In dit verslag wordt een bias-correctie gepresenteerd voor de PM₁₀-concentraties die deze nieuwe versie van Lotos-Euros berekent. Deze correctie is op dezelfde manier bepaald als de correctie die eerder bepaald is voor versie 1.3 van Lotos-Euros (De Ruyter de Wildt e.a., 2009). Een belangrijk uitgangspunt bij het bepalen van beide correcties was dat met name de pieken in de concentratie van fijn stof zo nauwkeurig mogelijk voorspeld moeten worden. De hier gepresenteerde bias-correctie voor versie 1.4 is net als die voor versie 1.3 bepaald door, voor het hele jaar 2006 en voor verschillende locaties in heel Nederland, de daggemiddelde PM₁₀-concentratie te berekenen en te vergelijken met gemeten concentraties. Dit is gedaan voor twee modeldomeinen, een Europees domein met een resolutie van 25 km en een domein rondom Nederland met een twee keer zo hoge resolutie. De metingen zijn afkomstig van stations van het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit (LML), wat onderhouden wordt door het RIVM en verspreid ligt over heel Nederland. Van deze stations zijn alleen de stations van het type “regionaal” gebruikt, aangezien deze landelijk gelegen en daardoor representatief voor de achtergrondconcentratie van fijn stof zijn.

De PM₁₀-concentraties die met versie 1.4 van Lotos-Euros en de hier gepresenteerde bias-correctie berekend worden, zijn gevalideerd door de overeenkomst met de LML-metingen te bepalen. Dit is, ter referentie, ook gedaan voor versie 1.3 van Lotos-Euros en voor het statistische model PROPART, waarmee al langer een luchtkwaliteitverwachting gemaakt wordt.

Optimalisatie van Lotos-Euros met een lineaire bias-correctie

Doordat Lotos-Euros, net als alle chemische transportmodellen, niet alle bronnen en componenten van PM₁₀ beschrijft, berekent het systematisch te lage PM₁₀-concentraties. Om deze systematische afwijking te verkleinen, kan er een lineaire correctie worden toegepast die gebaseerd is op een regressie tussen metingen en modelwaarden (Manders e. a., 2008). De gebruikte correctie is:

$$PM_{10,corr} = b PM_{10,mod} \quad (1)$$

De asafsnede van de lineaire bias-correctie is gelijk gesteld aan nul, zodat de variabiliteit in de gecorrigeerde waarde toeneemt en pieken in de PM₁₀-concentratie beter gemodelleerd worden (Manders e.a., 2008).

Omdat het verband tussen metingen en modelwaarden enigszins verandert in de loop van het jaar, wordt de richtingscoëfficiënt b gegeven door een tijdsafhankelijke sinusfunctie:

$$b = \gamma_0 + A \sin(2\pi(\text{dag} - dx) / 365) \quad (2)$$

Voor elke dag van het jaar kan de coëfficiënt b bepaald worden door de lineaire regressie te berekenen voor een bepaalde periode rondom die dag (hier: 60 dagen). Vervolgens kunnen de coëfficiënten γ_0 , A en dx van vergelijking 2 bepaald worden aan de hand van de dagelijkse waarden van b . Voor de twee modeldomeinen van Lotos-Euros worden zo de volgende correcties gevonden:

$$\text{Europa: } PM_{10,corr} = PM_{10,mod} \{1.82 + 0.101 \sin(2\pi(211.4 - dx) / 365)\} \quad (3)$$

$$\text{Nederland: } PM_{10,corr} = PM_{10,mod} \{1.88 + 0.103 \sin(2\pi(203.5 - dx) / 365)\} \quad (4)$$

De eerder gevonden correcties voor versie 1.3 van Lotos-Euros zijn, ter vergelijking:

$$\text{Europa: } PM_{10,corr} = PM_{10,mod} \{2.06 + 0.085 \sin(2\pi(212.3 - dx) / 365)\} \quad (5)$$

$$\text{Nederland: } PM_{10,corr} = PM_{10,mod} \{2.14 + 0.094 \sin(2\pi(201.3 - dx) / 365)\} \quad (6)$$

Validatie

De bias-correctiefactor die voor versie 1.4 gevonden wordt (vgl. 3 en 4), is kleiner dan de correctiefactor die we eerder vonden voor versie 1.3 (vgl. 5 en 6). Het verschil tussen waarnemingen en ongecorrigeerde modelresultaten is voor versie 1.4 dus kleiner dan voor versie 1.3. Na toepassing van de correctie verandert dit. Tabel 1 laat zien dat versie 1.4 nu iets slechter presteert dan versie 1.3, zowel in termen van correlatie als in termen van RMS-fout. Een vergelijking met PROPART levert min of meer dezelfde uitkomsten op als in de eerdere studie van Manders et al. (2009). De correlatie met de waarnemingen is voor PROPART iets lager dan voor beide versies van Lotos-Euros. Ook is de RMS-fout voor PROPART groter dan voor versie 1.3 van Lotos-euros, maar vrijwel gelijk aan die voor versie 1.4. Als we naar een tijdserie van het LML-station Vredepeel - Vredeweg kijken (figuur 1), zien we verder dat Lotos-Euros pieken en dalen in de PM₁₀-concentratie in het algemeen op het juiste moment voorspelt, terwijl in de PROPART-verwachting veranderingen optreden met een vertraging van één dag ten opzichte van de waarnemingen.

Ook als we naar de voorspelling van overschrijdingen kijken zien we dat versie 1.4 van Lotos-Euros iets slechtere resultaten levert dan versie 1.3. Tabel 2 bevat resultaten voor twee verschillende drempelwaarden, namelijk 50 µg/m³ en 40 µg/m³. De eerste is de grenswaarde die door de Europese en Nederlandse overheden vastgelegd is (Raad van de Europese Unie, 1999; Ministerie van VROM, 2001), terwijl de tweede meer overschrijdingen oplevert, wat de berekende statistiek een bredere basis geeft. Het percentage opgetreden overschrijdingen dat correct voorspeld wordt (de detectiewaarschijnlijkheid of *hit rate*), is, voor beide drempels en voor beide domeinen, iets lager voor versie 1.4 dan voor versie 1.3. De detectiewaarschijnlijkheid is echter wel steeds hoger dan 50%. Ook is in alle gevallen het percentage voorspelde overschrijdingen dat niet optreedt (de *false alarm ratio*) hoger voor versie 1.4 dan voor versie 1.3. Waarin versie 1.4 niet onderdoet voor versie 1.3 is dat het aantal gemodelleerde overschrijdingen min of meer gelijk is aan het aantal waargenomen overschrijdingen. PROPART heeft een detectiewaarschijnlijkheid die bij 50 µg/m³ relatief hoog is, maar anderzijds is de *false alarm ratio* ook aan de hoge kant (in het ideale geval is de eerste hoog en de tweede laag). Dit wijst erop dat PROPART te veel overschrijdingen berekent, wat inderdaad uit de aantallen waargenomen en gemodelleerde overschrijdingen blijkt.

Conclusies

De ongecorrigeerde PM₁₀-concentraties die door versie 1.4 van Lotos-Euros berekend worden, wijken iets minder van de waarnemingen af dan de PM₁₀-concentraties die door versie 1.3 berekend worden. Er is echter nog steeds een bias-correctie nodig omdat de PM₁₀-concentratie en met name de hoogte van de pieken daarin nog altijd systematisch onderschat worden. De lineaire correctie die in dit verslag gepresenteerd wordt, is in vorm gelijk aan de eerder gepubliceerde correctie voor versie 1.3 (De Ruyter de Wildt e.a., 2009), maar is gefit aan de modelresultaten van versie 1.4. Deze correctie verhoogt met name de hoge waarden, waarna er ongeveer evenveel overschrijdingen worden gemodelleerd als gemeten. De overeenkomst met de waarnemingen is iets minder goed dan bij versie 1.3 van het model, maar bij een drempelwaarde van 40 µg/m³ wordt nog altijd 53% van de overschrijdingen correct gemodelleerd. Versie 1.4 van Lotos-Euros presteert wel iets beter dan PROPART, vooral wat betreft het op het juiste moment voorspellen van veranderingen in PM₁₀-concentratie.

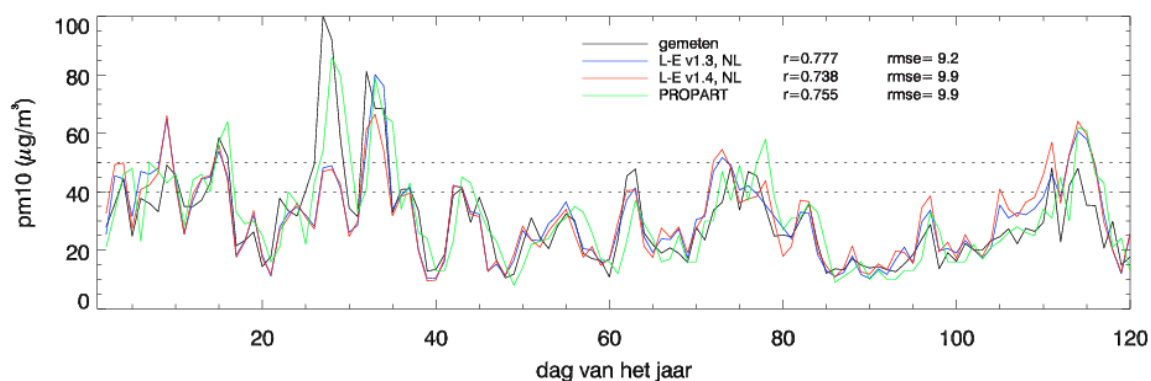
Referenties

Manders, A. M. M., M. Schaap en R. Hoogerbrugge (2009). Testing the capability of a chemistry transport model to forecast PM₁₀ levels in the Netherlands. Atmospheric Environment, in press.

Ministerie van VROM (2001). Smogregeling 2001. Staatscourant, 109, blz. 16, 11 juni 2001.

Raad van de Europese Unie (1999). Richtlijn 1999/30/EG van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 163/41, 29 juni 1999.

Ruyter de Wildt, M. S. de, H. Eskes en P. van Velthoven (2009). Lotos-euros verwachting van fijn stof: vergelijking met metingen en optimalisatie. KNMI-rapport.



Figuur 1. Gemeten en gemodelleerde daggemiddelde PM₁₀-concentratie voor LML-meetstation 131 (Vredepeel-Vredeweg, stationstype regionaal) tijdens de eerste 120 dagen van 2006.

model	correlatie-coëfficiënt	rms-fout ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	gemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
L-E v1.3 EU	0,717	9,86	24,8
L-E v1.3 NL	0,722	9,80	24,8
L-E v1.4 EU	0,693	10,30	24,4
L-E v1.4 NL	0,689	10,44	24,4
PROPART	0,662	10,21	27,7

Tabel 1. Correlatie-coëfficiënten en rms-fouten tussen waargenomen en gemodelleerde waarden van PM₁₀, voor de regionale LML-stations.

	# data- punten	# gemeten overschrij- dingen	# gemodel- leerde over- schrijvingen	% raak R	% mis M	% loos alarm LA	% correct negatief CN	detectiewaar- schijnlijkheid (hit rate) R/(R+M)	false alarm ratio LA/(R+LA)
drempelwaarde=40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
L-E v1.3 EU	5178	718	737	7,8	6,1	6,5	79,7	0,560	0,455
L-E v1.3 NL	5178	718	742	8,1	5,8	6,3	79,9	0,582	0,438
L-E v1.4 EU	5238	722	718	7,4	6,4	6,3	79,9	0,536	0,460
L-E v1.4 NL	5238	722	735	7,4	6,4	6,7	79,5	0,533	0,475
PROPART	5238	722	764	7,4	6,4	7,2	79,0	0,535	0,493
drempelwaarde=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
L-E v1.3 EU	5178	275	261	2,1	3,2	2,9	91,8	0,404	0,580
L-E v1.3 NL	5178	275	254	2,2	3,1	2,7	92,0	0,418	0,551
L-E v1.4 EU	5238	275	267	2,0	3,2	3,1	91,7	0,389	0,608
L-E v1.4 NL	5238	275	270	2,1	3,2	3,1	91,7	0,393	0,596
PROPART	5238	275	317	2,3	2,9	3,7	91,0	0,444	0,617

Tabel 2. Het aantal gemodelleerde overschrijdingen vergeleken met het aantal gemeten overschrijdingen, voor Lotos-Euros en PROPART en voor drempelwaarden van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Alle regionale LML-stations zijn voor deze vergelijking gebruikt. R: een overschrijding wordt zowel gemeten als gemodelleerd; M: een overschrijding wordt wel gemeten maar niet gemodelleerd; LA: een overschrijding wordt niet gemeten maar wel gemodelleerd; CN: een overschrijding wordt niet gemeten en niet gemodelleerd.