

Samenvatting

Inleiding

In de periode maart 1995 tot november 1997 heeft een Projectgroep een ingrijpende revisie van het Nationaal Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging voorbereid. Die revisie was noodzakelijk geworden, nadat de Commissie Onderzoek Luchtverontreiniging, die tot nu toe als beheerder van het Nationaal Model optrad, had geconstateerd dat de wetenschappelijke basis voor consensus in Nederland niet meer aanwezig was. In het project werd deelgenomen door KEMA, KNMI, RIVM, TNO-MEP en VNO/NCW, de laatste vertegenwoordigd door DSM. TNO voerde de projectleiding. De Projectgroep telde daarnaast een aantal agendaleden waarvan sommigen incidenteel deelnamen aan de discussies.

Structuur

De Projectgroep rapporteerde aan een, op advies van de Commissie Onderzoek Luchtverontreiniging samengestelde begeleidingscommissie waarin gebruikers van het Nationaal Model zitting hadden. De samenstelling van Projectgroep en Begeleidingscommissie is in bijlage vermeld.

Het onderzoek is gefinancierd door bijdragen van het ministerie VROM, de 12 Nederlandse provincies en de Samenwerkende Electriciteitsproducenten. Daarnaast leverden de deelnemende instituten zeer aanzienlijke extra inspanningen ten laste van eigen middelen en namen individuele onderzoekers verantwoordelijkheid om het project op bevredigende wijze af te ronden.

Verloop van het project

In de projectopzet was voorzien dat in een eerste fase op basis van een bestaand complex model een Referentiemodel zou worden vastgesteld waarin de huidige wetenschappelijke kennis zo volledig mogelijk was benut, waardoor het ook op internationale acceptatie zou kunnen rekenen. Het Referentiemodel moest dienen om er in een tweede fase een eenvoudiger en sneller rekenend model op te ijken, zodat het voor toepassing als Nationaal Model kon worden aanbevolen. Het model STACKS van de KEMA werd als uitgangsmodel genomen. In STACKS worden lange-termijngemiddelde concentraties berekend door een tijdreeks van uurlijkse gegevens door te rekenen. Dat vergt relatief veel rekenkracht, maar het biedt ook meer toepassingsmogelijkheden en een gedetailleerder en nauwkeuriger rekenresultaat.

Nadat in het voorjaar van 1996 het Referentiemodel in de eerste fase op hoofdlijnen was vastgesteld verzocht de begeleidingscommissie om de uur-bij-uur-rekenwijze op te nemen in het Nieuwe Nationaal Model. Dat was een in de projectopzet niet-voorzien ontwikkeling: consensus op hoofdlijnen was nu niet meer voldoende, maar diende in detail te worden vastgelegd. Door de complexiteit van het Uur-bij-uurmodel bleek dit een zeer arbeidsintensieve taak. Daar-

door werd een Tussenfase noodzakelijk die tenslotte in juni 1997 succesvol kon worden afgesloten.

Hoewel op dat moment een belangrijk deel van de tweede fase nog moest worden afgewikkeld is, gezien de reeds lange looptijd van het project, in de begeleidingscommissie besloten aan een einddatum vast te houden en op basis van de op dat moment beschikbare resultaten de consensus vast te stellen.

Op de afsluitende vergadering van de Projectgroep begin oktober lagen, opnieuw anders dan in het projectvoorstel voorzien, niet een, maar twee snellere rekenwijzen ter tafel:

- het Klassenmodel (KM) waarin uren met op elkaar lijkende verspreidingsomstandigheden in klassen worden ondergebracht, waarvan de concentraties in één berekening worden bepaald;
- de Monte-Carlomethode (MCM) waarbij een berekening wordt uitgevoerd met een willekeurig getrokken steekproef uit de totale tijdreeks van uren.

Geen van beide rekenwijzen was nog volledig getest en geoptimaliseerd. Daardoor en onder de tijdsdruk die op het project lag zag de Projectgroep geen kans een wetenschappelijke consensus te bereiken. De stand van zaken is gerapporteerd aan de begeleidingscommissie met het verzoek op basis van de beschikbare informatie te trachten die consensus toch te bereiken. De begeleidingscommissie die zich, met inachtneming van de wetenschappelijke argumenten, als forum van gebruikers meer door het maatschappelijke belang kon laten leiden is daar wel in geslaagd. Het bereikte compromis houdt in dat alleen het uur-bij-uurmodel de status van Nationaal Model heeft gekregen; de snellere rekenwijzen zijn aanbevolen benaderingen met een nader omschreven toepassingsgebied. In de praktijk zullen ze echter in belangrijke mate het gebruiksgemak van het Nieuwe Nationaal Model kunnen verhogen. In de conclusies en aanbevelingen is dat nader omschreven.

Invoergegevens

Meteorologische gegevens

Het Uur-bij-uurmodel bevat een meteorologische preprocessor waarmee uit standaard meteorologische gegevens een tijdreeks van drie, voor de toestand van de atmosfeer kenmerkende parameters wordt berekend: de Monin-Obukhov-lengte L , de frictiesnelheid u^* en de menglaaghoogte z_i . Een dataset met deze drie grootheden voor de periode 1986-1995 is beschikbaar voor gebruikers. Bij berekeningen dient minimaal een periode van 5 jaar te worden gekozen voor een van de overeengekomen lokaties Schiphol of Eindhoven.

Achtergrondconcentraties

Om de concentraties te schatten die kunnen optreden indien een nieuwe bron gaat bijdragen aan de luchtkwaliteit dienen uursgemiddelde (SO_2 , NO_x/O_3), 8-uurs-gemiddelde (CO) of 24-uursgemiddelde (SO_2 , deeltjes, lood) achtergrondconcentraties beschikbaar te zijn. Voor deze zogenaamde AMvB-componenten zijn die in Nederland beschikbaar voor de meetpunten van het Nationaal Meetnet. Voor geurberekeningen is het gebruikelijk om de achtergrond te negeren. Voor andere componenten waarvan bekend is dat ze in de lucht vóórkomen, maar waarvan geen langjarige meetbestanden beschikbaar zijn dient voor een uur-bij-urberekening uit

beperkte meetbestanden een langjarig bestand te worden afgeleid. Indien het Klassenmodel wordt gebruikt kan daarvoor in de plaats een windroos van lange-termijngemiddelde concentraties worden ingevoerd, waarna het model daaruit onder aanname van een lognormale verdeling een aan het Klassenmodel aangepast bestand genereert.

Emissiegegevens

Van de bron dienen de volgende gegevens te worden ingevoerd: bouwhoogte, warmte-output, uittreesnelheid van de rookgassen en de emissie per tijdseenheid.

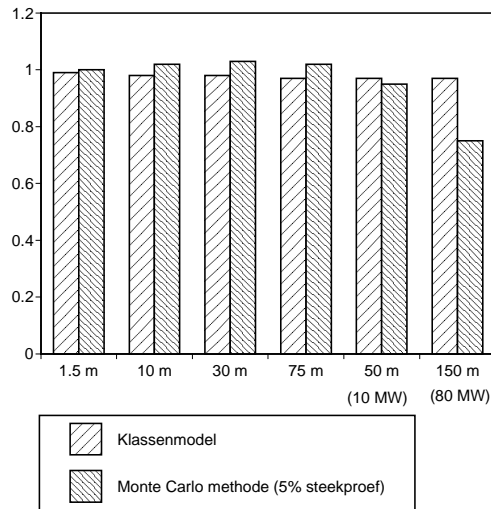
Het Uur-bij-uurmodel heeft de mogelijkheid om bij de berekening van percentielwaarden met de fluctuatie in de emissie van uur tot uur rekening te houden.

Belangrijkste onderzoeksresultaten

De besluitvorming over de kwaliteit van de rekenwijzen - en in het geval van het Uur-bij-uurmodel ook de kwaliteit van de computerimplementaties daarvan - kwam tot stand door vergelijkende berekeningen aan een zestal testbronnen uit te voeren. In de Tussenfase werd op deze wijze vastgesteld dat de implementaties van het Uur-bij-uurmodel bij KEMA en TNO binnen een marge van enkele procenten met elkaar in overeenstemming zijn. De snellere rekenwijzen zijn vervolgens vergeleken met de KEMA-implementatie van het Referentiemodel, STACKS 3.1.

Tabel 1 Lange-termijngemiddelden van uurwaarden voor de zes testbronnen bij een ruwheid van 0,1 m: afwijkingen van het Referentiemodel. Bij ideale overeenstemming is de waarde 1,00.

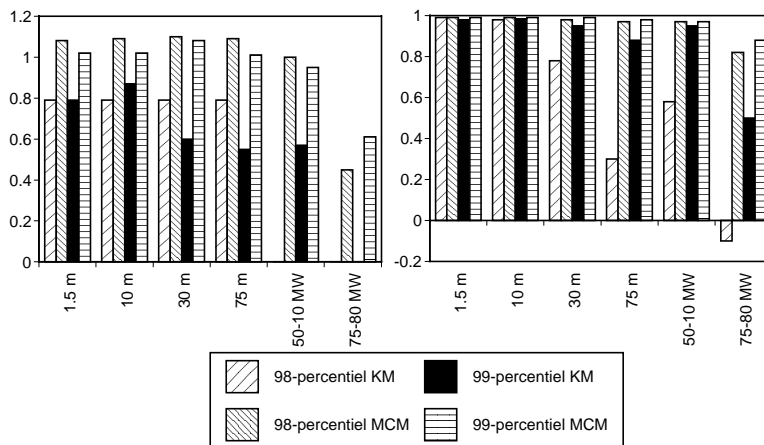
bron	Klassenmodel	Monte-Carlomethode (5% steekproef)
1.5 m	0.994	1
10 m	0.988	1.01
30 m	0.999	1.02
75 m	0.978	1.01
50 m (10 MW)	0.978	0.95
150 m (80 MW)	0.97	0.71



Figuur 1 Lange-termijngemiddelden van uurwaarden voor de zes testbronnen bij een ruwheid van 0,1 m en meteo Eindhoven: afwijkingen van het REFERENTIEMODEL. Bij ideale overeenstemming is de waarde 1,00.

Beide rekenwijzen voldoen hier goed. Ook voor berekeningen van depositie is dat het geval.

Bij de hoge percentielwaarden wordt de overeenstemming minder goed. In figuur 2 is dat samengevat.



Figuur 2 Vergelijking van percentielwaarden van KLASSENMODEL (KM) en MONTE-CARLOMETHODE (MCM) met het REFERENTIEMODEL. In de linkerfiguur is de afwijking weergegeven; in de rechterfiguur is de bijbehorende scattercoëfficiënt (R²) als maat voor de onzekerheid uitgezet. Bij ideale overeenstemming hebben alle waarden in de twee staafdiagrammen de waarde 1,00.

Met de Monte-Carlomethode is aangetoond dat bij hogere ruweden de overeenstemming nog verder verbeterd.

De resultaten voor 95-percentielwaarden zijn minder gunstig dan voor de hogere percentielen. Het is een eigenschap van de modellen dat de gevoeligheid in dit gebied wat groter is. Bij de hoogste bron verschuift deze gevoeligheid naar hogere percentielwaarden, zoals uit figuur 2 blijkt.

Op grond van de inzichten in de modellen is daarom een grens getrokken bij een effectieve schoorsteenhoogte van 50 meter. Voor bronnen beneden die 50 meter geven de snelle rekenwijzen een bruikbare indicatie over de bijdrage van de bron aan de hogere percentielwaarden.

Validatie en nauwkeurigheid

Het uitgangsmodel STACKS was gevalideerd voor een hoge bron. Nadat het in de loop van het project was aangepast om ook voor een lage bronnen voldoende te presteren is gevalideerd voor een lage bron, waarvan een beknoptere dataset aan meetgegevens beschikbaar was. Op basis van deze validaties wordt een modelfout geschat die voor een lage bron circa 10% bedraagt en voor hoge bronnen oploopt tot 25 à 30%.

Indien het model wordt toegepast voor een actuele berekening veroorzaken de extra onzekerheden in de invoergegevens dat de fout in het eindresultaat toeneemt. In Tabel 2 is het effect van enkele foutenbronnen aangegeven en hun gezamenlijk effect op de fout in het berekende lange-termijngemiddelde.

Een andere foutenbron is een verkeerde schatting van de plaatselijke ruwheid. Indien één klasse te hoog of te laag wordt gekozen wordt een fout van 20% geïntroduceerd die de fout in het eindantwoord met 5% verhoogt.

Verschillende lengtes van de tijdreeks van meteogegevens veroorzaken eveneens variantie wegens verschillen tussen individuele jaren. De minimale lengte van de tijdreeks dient 5 jaar te bedragen; t.o.v. een tijdreeks van 10 jaar wordt een fout van 3% geïntroduceerd.

Tabel 2 Onnauwkeurigheidsschatting in LT-gemiddelde voor hoge en lage bron bij het Uur-bij-uurmodel.

Bronsterkte		Modelfout		Lokatie-specifieke Meteo		Achtergrond			Overall-fout	
con- tinu	uur-bij- uur	hoge bron	lage bron	hoge bron	lage bron	inter- polatie	reeks van uur- gem.	wind- roos gem..	incl. Model-fout	excl.
10	10	25		5		20	10	10	35	25
10	10		10		33	20	10	10	45	40

De modelnauwkeurigheid is bij de hoge percentielen een factor 2,5 tot 5 groter. De overall fout bedraagt daardoor bij lage bronnen tenminste 60%; bij hoge bronnen loopt dat op tot 100% of meer. Indien fluctuaties in de emissie van uur tot uur bekend zijn kan een hogere nauwkeurigheid worden verwacht.

De afwijkingen van de snellere rekenwijzen t.o.v. het Uur-bij-uurmodel vormen een extra foutenbron in het eindresultaat. Indien een met de Monte-Carlomethode berekend lange-termijngemiddelde 15% afwijkt van de uitkomst met het Uur-bij-uurmodel is de overall-fout in die berekening geen 35%, maar 38,5%. Indien een 98-percentielwaarde die met het Klassenmodel

wordt berekend 50% afwijkt t.o.v. Uur-bij-uurmodel loopt de overall-fout op van 103% tot 114%.

De toepassing van het Uur-bij-uurmodel voor korte-termijnberekeningen zal in het algemeen resultaten met een relatief grote onnauwkeurigheid opleveren, omdat in dat geval voor een correct resultaat meteo- en achtergrondgegevens op de lokatie van de bron zouden moeten worden gebruikt. Deze zijn doorgaans niet beschikbaar.

Bijzondere situaties

Oppervlaktebron

Voor het invoeren van een oppervlaktebron is een nieuwe procedure geformuleerd, waarbij rekening wordt gehouden met de ruimtelijke spreiding van de emissie en de dispersie op de plaats van de bron in drie dimensies.

Invloed van een gebouw

Een ten opzichte van de oude aanbeveling verbeterde module is beschikbaar gekomen om het effect op de verspreiding te verdisconteren, indien zich binnen 100 meter van de bron één rechthoekig gebouw bevindt.

Relatie met oude Nationaal Model

Welke verschillen zijn te verwachten?

Het oude Nationaal Model gaf een overschatting van de bijdrage van hoge bronnen. T.o.v. het nieuwe Nationaal Model is in die situatie een afwijking tot een factor 2 mogelijk. Dat is zowel voor inerte verbindingen als voor NO₂ geconstateerd.

Ook voor lage bronnen zijn verschillen niet uit te sluiten, maar in die gevallen is te verwachten dat de mate van afwijking afhankelijk is van de ruwheid ter plaatse. Aan een systematisch onderzoek hiernaar is de Projectgroep niet meer toegekomen.

Hoe dient met verschillen te worden omgegaan?

Het lijkt niet wenselijk en ook niet nodig om veel berekeningen uit het verleden te gaan herhalen met het nieuwe model. Bij revisies van vergunningen zal na verloop van tijd meer inzicht ontstaan in de verschillen tussen oud en nieuw model. Het lijkt zinvol om die ervaringen centraal te verzamelen en uit te wisselen. Bij optredende knelpunten zou bezien moeten worden of nadere afspraken moeten worden gemaakt.