

7. Vergelijking tussen het oude en nieuwe Nationaal Model

7.1 Toegenomen functionaliteit

7.1.1 Oppervlaktebron

Ter vervanging van de methode voor het invoeren van een oppervlaktebron in het oude Nationaal Model, de zogenaamde virtuele puntbron aan de loefzijde van de oppervlaktebron, zijn twee opties onderzocht:

- een lijnbron loodrecht op de windrichting
- een driedimensionale oppervlaktebron

Uit een vergelijkende berekening volgt dat de lijnbron-benadering slechts op grotere afstand van de bron bevredigende resultaten levert. Om die reden wordt een driedimensionale benadering aanbevolen, waarbij de afmeting van de bron in de richting van de wind ook in rekening wordt gebracht. Daarbij wordt een numerieke integratie in de windrichting toegepast waarbij rekening wordt gehouden met dispersie in de windrichting. Voor details wordt verwezen naar deelrapport II.

7.1.2 NO₂-berekening

In het oude Nationaal Model was geen voorziening voor het beschrijven van de omzetting van NO in NO₂. Voor de uitvoering van het Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide was een model beschikbaar gesteld waarmee NO₂-concentraties konden worden berekend. Dit model sloot aan bij het oude Nationaal Model, maar had daardoor aanwijsbare tekortkomingen. Zo werd de NO₂/NO_x verhouding in de pluim onafhankelijk verondersteld van de afstand tot de bron en werd de dag/nacht gang genegeerd. Weliswaar is de chemische omzetting van NO in NO₂ onder invloed van ozon vrijwel momentaan, maar het verloop van die reactie is afhankelijk van de inmenging van ozon in de pluim. Uit vliegtuigmetingen is deze gang van zaken bevestigd [23].

In de NO₂-module van het nieuwe Nationaal Model wordt de berekende dispersie van de pluim gebruikt om de inmenging van ozonhoudende lucht te beschrijven en wordt tevens per uur de heersende zonnestraling als functie van seizoen, uur van de dag en bewolgingsgraad gebruikt voor de beschrijving van de omzetting. Deze benadering heeft geleid tot een module die de dynamiek van de atmosfeer in ruime mate benadert en die door validatie m.b.v. vliegtuigmetingen tot betrouwbare resultaten leidt. Voor details wordt verwezen naar deelrapport I.

7.1.3 Depositieberekeningen

a) Droge depositie van gassen

Het nieuwe Nationaal Model staat berekeningen toe van zowel droge als natte depositie binnen het toepassingsgebied tot 25 km van de bron. Tevens wordt het verlies aan massa ten gevolge van depositie in rekening gebracht als verliesterm bij het berekenen van de concentraties.

De droge depositie per tijdseenheid is het product van concentratie en depositiesnelheid. De depositiesnelheid is afhankelijk van de atmosferische stabiliteit, de aard van het oppervlak en varieert per component. In het Nationaal Model wordt de depositiesnelheid afzonderlijk voor ieder uur uitgerekend met behulp van het weerstandschema:

$$v_d = (R_a + R_b + R_c)^{-1}$$

De weerstand R_a weerspiegelt het turbulente transport van een gas naar het aardoppervlak; de weerstand R_b heeft betrekking op het transport door het grenslaagje aan het oppervlak waar het turbulent transport overgaat in moleculaire diffusie en is stofspecifiek; en de weerstand R_c geeft de weerstand van het oppervlak tegen depositie aan. R_c is afhankelijk van de toestand van het oppervlak (nat/droog), het tijdstip van de dag en het seizoen en is eveneens stofspecifiek. Over de waarden van de stofspecifieke parameters van een aantal veel voorkomende stoffen zijn afspraken gemaakt die in deelrapport I zijn opgenomen.

b) Droge depositie van deeltjes

Bij de depositie van deeltjes spelen, naast het turbulent transport, nog drie andere processen een rol:

- uitzakken onder invloed van de zwaartekracht
- impactie: een deeltje dat door zijn massa een afbuigende luchtstroom niet meer kan volgen slaat vervolgens neer
- Brownse diffusie

Elk van deze processen is afhankelijk van de deeltjesgrootte. In het Nationaal Model wordt gebruik gemaakt van het model van Sehmel en Hodgson dat ook in het OPS-model [14] wordt gehanteerd. Voor de toepassing ervan wordt een verdeling naar deeltjesgrootte in vijf klassen gebruikt. Alleen indien de emissiegegevens van het geëmitteerde stof in voldoende detail bekend zijn kan de depositiemodule voor deeltjes optimaal worden gebruikt.

c. Natte depositie

De natte depositie is eveneens een functie van de concentratie van de betreffende component en daarnaast van de regenintensiteit en -frequentie. Voor de verwijderingssnelheid wordt de zogenaamde scavenging coëfficiënt gebruikt samen met de regenintensiteit. Bij gassen speelt de diffusiecoëfficiënt van het betreffende gas in lucht een rol, bij deeltjes een vangstefficiënt coëfficiënt waarvan de waarde afhankelijk is van de deeltjesgrootte; kleine deeltjes worden nauwelijks weggevangen. Voor de stofspecifieke parameters die bij de berekening worden gebruikt zijn voor een aantal veel voorkomende componenten waarden afgesproken.

In de projectgroep zijn diverse afspraken gemaakt over de wijze van implementeren van deze processen, waarvoor verwezen wordt naar deelrapport I. Daar zijn ook de waarden van stofspecifieke parameters opgenomen.

7.1.4 Invloed van een gebouw

Het nieuwe Nationaal Model bevat een module om de invloed van een gebouw op de verspreiding van een rookpluim te berekenen. De module is t.o.v. de eerdere aanbeveling uit 1986 verbeterd op een aantal punten. De methode geeft meer mogelijkheden voor de vorm en afmetingen van het gebouw en de plaats van de schoorsteen ten opzichte van het gebouw. Ook de aanstroomrichting kan vrij worden gekozen. In de interactie tussen windveld en gebouw wordt, behalve een lijwervel, een dakwervel onderscheiden en worden de als gevolg van de aanwezigheid van het gebouw verplaatste stroomlijnen bepaald.

Behalve de beïnvloeding van de pluim is het ook mogelijk om de concentratie in de lijwervel van het gebouw uit te rekenen. Daarmee wordt het in bijzondere gevallen mogelijk om binnen 100 meter concentraties te bepalen. Het rekenmodel is getoetst tegen een groot aantal windtunnelmetingen.

Anders dan van het Nationaal Model zelf is van de Gebouwmodule een computerimplementatie beschikbaar voor belangstellenden. Deze is op te vragen bij de KEMA die deze module in een afzonderlijk project in opdracht van het ministerie VROM ontwikkelde.

Voor verdere informatie wordt verwezen naar deelrapport IV.

7.1.5 Impuls in de pluimstijging

Behalve de thermische pluimstijging heeft ook de uittreesnelheid invloed op de uiteindelijk te bereiken hoogte van de pluim. Bij een lage uittreesnelheid kan, met name wanneer de wind ter plaatse sterk is, aanvankelijk pluimdaling ("stack-tip downwash") optreden. Een hoge uittreesnelheid zal tot extra pluimstijging leiden.

Voor een goede beschrijving van het pluimgedrag is het daarom van belang dat naast de warmte-inhoud ook de uittreesnelheid van de schoorsteengassen bekend is. In het nieuwe Nationaal Model wordt met beide componenten rekening gehouden.

Voor een uitvoerige beschrijving wordt verwezen naar deelrapport I.

7.1.6 Korte-termijnberekeningen

Bij toepassing van het Uur-voor-uurmodel bestaat de mogelijkheid om korte-termijnberekeningen te doen. Zoals ook reeds in hoofdstuk 2 is opgemerkt is dat niet het type toepassing waar-

van met een gaussisch pluimmodel de beste resultaten zijn te verwachten. Lokale verschillen in meteorologische condities die bij een lange-termijntoepassing (en dus ook bij percentielberekeningen) uitmiddelen kunnen bij korte-termijnberekeningen verantwoordelijk zijn voor grote afwijkingen van de werkelijkheid.

Een ander aspect van het Uur-voor-uurmodel dat voor een goed begrip van de beperkingen bij korte-termijntoepassingen van belang is dat het model rekening houdt met het gedrag van de menglaag gedurende de dag. Daardoor volgen de condities van een willekeurig uur uit de situatie van een aantal voorafgaande uren. Het is daarom niet zondermeer mogelijk om berekeningen te doen voor periodes van één of enkele uren. Bij voorkeur dient vanaf het startpunt van de menglaaggroei-module te worden gerekend. Er is wel een vangnet-constructie waarbij het model voor afzonderlijke uren een waarde voor de menglaaghoogte afleidt, maar het resultaat is dan minder nauwkeurig. Bij “omgekeerde” toepassing van het model, d.w.z. voor het schatten van een bronsterkte uit metingen windafwaarts (geurtoepassing), is het daarom van belang dat het aantal metingen niet te klein is.

Het toepassen van de korte-termijnfunctie voor een zogenaamde “worst case”-schatting wordt niet aanbevolen, omdat de onzekerheid van zo’n schatting groot is. Daarvoor in de plaats kan beter een berekening van een hoge percentielwaarde worden gedaan. Als bovengrens daarvoor wordt de 99,9-percentielwaarde voor uurwaarden aanbevolen.

7.1.7 Fluctuerende emissies

Door de kleine tijdstap van één uur is het nu ook zinvol en mogelijk om rekening te houden met fluctuaties in de bronsterkte indien die bekend zijn. Met dagverlopen en weekpatronen of capaciteitsgegevens van productieprocessen in de tijd kan in het Uur-voor-uurmodel rekening worden gehouden. Dat leidt vooral tot een veel betere schatting van de hoge percentielen.

7.1.8 Bijzondere pluimen

a) “Zware” pluimen

Doordat schoorsteenemissies als regel een hogere temperatuur hebben dan hun omgeving zijn ze soortelijk lichter. De pluimstijgingsformule in het nieuwe Nationaal Model geeft hiervan rekenschap bij de dispersieberekening.

Emissies kunnen ook kouder zijn dan hun omgeving. Het belangrijkste voorbeeld is de uitstroming van een gas onder druk, zoals dat bijvoorbeeld kan optreden bij een calamiteit. Voor die situatie is het Nationaal Model niet toegerust, maar wordt verwezen naar het “Gele Boek” [22], waarin modellen voor calamiteuze bronnen zijn opgenomen.

b) Natte pluimen

Natte pluimen gedragen zich als regel niet bijzonder: waterdamp is niet zwaarder dan lucht. In een geheel met waterdamp verzadigde pluim zal de verdunning die als gevolg van de dispersie

optreedt onvoldoende kunnen zijn om condensatie van waterdamp als gevolg van afkoeling van de pluim te voorkomen. De daarbij gevormde fijne waterdeeltjes gedragen zich daarbij als gasen, zodat het gedrag van de pluim er niet door wordt beïnvloed. In uitzonderingsgevallen, bijvoorbeeld indien de pluim bij uittree reeds druppels bevatte kan de condensatie tot vorming van grotere druppels leiden en kan de pluim gaan uitregenen. In dat geval kunnen ook verontreinigingen uit de pluim mee uitregenen. Dit verliesproces is in het nieuwe Nationaal Model niet gemodelleerd.

7.2 Te verwachten verschillen in uitkomsten

Hoewel in de Projectgroep geen vergelijkende berekeningen met het oude Nationaal Model zijn gepresenteerd is daarover toch al iets bekend.

Met het oude Nationaal Model werden met name bij de hoge bronnen de concentraties overschat. De gebrekkige methode voor het schatten van de menglaaghoogte in het oude Nationaal Model leidde ertoe dat in een te groot aantal uren penetratie van de pluim in de menglaag werd verondersteld.

Ook werd de plaats van het maximum in die gevallen niet correct berekend: het is gebleken dat dit veel dichterbij de bron ligt [6].

Maar ook bij lage bronnen kunnen er verschillen optreden. De meer gedetailleerde parametrisatie van de processen in de oppervlaktelaag leidt tot een grotere invloed van de terreinruwheid en een snellere dispersie in een deel van de situaties. Ook daar worden met het nieuwe Nationaal Model lagere concentraties berekend dan met het oude.

Tenslotte is er een effect te verwachten van de nieuwe mogelijkheid om rekening te houden met fluctuaties in de emissies. Dit effect zal tot uitdrukking komen in hogere concentraties van de (zeer) hoge percentielen.

7.3 Waar biedt het nieuwe Nationaal Model nog geen oplossing voor?

7.3.1 Chemisch reactieve componenten

Met uitzondering van stikstofdioxide is het Nationaal Model niet ingericht om berekeningen uit te voeren aan chemisch reactieve componenten. Dat betekent dat de concentraties van andere componenten die een rol spelen bij fotochemische luchtverontreiniging, te weten reactieve vluchtige organische stoffen (VOS-reactief) en met behulp daarvan gevormde componenten als aldehyden, peroxyacetylnitrat en ozon niet kunnen worden berekend. Een tweede

reden daarvoor is dat fotochemische luchtverontreiniging een grootschalig verschijnsel is, waarbij de emissies over zeer grote gebieden in beschouwing moeten worden genomen (500 x 500 km of groter) om tot bruikbare schattingen te komen. Indien ozonconcentraties gewenst zijn wordt aangeraden contact op te nemen met een van de op dit gebied gespecialiseerde instellingen in Nederland, KNMI, RIVM of TNO-MEP.

Niet alle VOS zijn zodanig reactief dat een berekening met het Nationaal Model hoeft te worden ontraden. Benzeen, acetyleen en verzadigde koolwaterstoffen worden zo traag omgezet dat hun concentratie binnen de eerste 25 km vanaf de bron niet noemenswaard wordt beïnvloed. De meeste onverzadigde koolwaterstoffen en ook aldehyden kunnen wel vrij snel worden omgezet. Etheen is de minst reactieve van de onverzadigde koolwaterstoffen. Dat betekent dat de fout niet al te groot is in het winterhalfjaar. Raadpleeg zonodig een van de hierboven genoemde instellingen.

Een andere component waarop het Nationaal Model niet is ingericht is ammoniak. Ammoniak wordt relatief snel uit de atmosfeer verwijderd, in de eerste plaats door zijn zeer goede oplosbaarheid in water. Daarvoor kan nog wel gecorrigeerd worden via de verliestermberekening. Maar daarnaast is ammoniak ook fotochemisch reactief in lucht waardoor de verliesterm slechts toereikend is in het winterhalfjaar als er weinig fotochemische activiteit in de atmosfeer is.

7.3.2 Beperkte geldigheid in een bebouwde omgeving

In een complex bebouwd gebied met obstakels op korte afstand van de bron zullen deze invloed gaan uitoefenen op de verspreiding van de emissies uit die bron. Rekening houden met die beïnvloeding is tot nu toe alleen mogelijk indien zich binnen de 100 meter slechts één obstakel bevindt; dat dan ook nog een nader aangegeven vorm en afmeting mag hebben. In een stedelijk gebied of op een industrieterrein is de praktijk meestal anders.

Dat wil niet zeggen dat er in zo'n gebied niets kan worden berekend. De invloed van een bron in een stedelijk gebied kan wel worden berekend indien die bron voldoende afstand heeft tot zo'n gebied. In dat geval dient bij de berekening de ruwheidslengte voor stedelijk gebied te worden geselecteerd.

7.3.3 Berekenen van geurhinder

Het Nationaal Model is geschikt voor het berekenen van uursgemiddelde geurconcentraties. In het Nederlandse geurbeleid staat momenteel echter het begrip *geurhinder* centraal. Over de hinder die wordt veroorzaakt door geur, kan geen uitspraak worden gedaan op basis van de geurconcentraties alleen, daar er geen eenduidig te hanteren relatie beschikbaar is tussen berekende *geurconcentratie* in de leefomgeving en *geurhinder*. De geurgewaarwording hangt van allerlei uiteenlopende factoren af, die stof-, tijd-, plaats- en persoonsgebonden kunnen zijn. Hiervan zijn blootstellingsduur en –frequentie, intensiteit en geurwaardering de belangrijkste.

Informatie over de *geurhinder* wordt momenteel verkregen met behulp van aanvullende methoden, bijvoorbeeld een telefonisch leefbaarheidsonderzoek.

Berekening van geurhinder is in principe mogelijk indien van de te berekenen component een hedonische waarde bekend is. Geurhinder kan immers worden gezien als het gevolg van de onaangenaamheid van een geurcomponent en de concentratie ervan. Door middel van geurmonstername aan de bron en het bepalen van de hedonische waarde van het monster, kan geurhinder gemodelleerd worden.

Daarnaast dient er nog op te worden gewezen dat stank niet ervaren wordt als een uurgemiddelde belasting, maar als herhaalde kortdurende pieken (stankgolven). In het Nationaal Model is de kleinste tijdstap één uur. Ook om die reden is berekenen van geurhinder nog niet goed mogelijk.