

Verkendend onderzoek modernisering VLW

A.T. Vermeulen

Revisies		
A		
B		
Gemaakt door:	Goedgekeurd door:	ECN-Schoon Fossiel, Luchtonderzoek & Technologie
A.T. Vermeulen 1-12-00	J.W. Erisman	
Gecontroleerd door:	Vrijgegeven door:	
	C.A.M. v.d. Klein	

Verantwoording

Dit onderzoek werd uitgevoerd door ECN-Schoon Fossiel, werkgroep Luchtonderzoek & Technologie, in opdracht van het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde onder opdracht nummer 6400.1123 (projectnaam VLW-systeem). Het ECN projectnummer was 8.27200.

Trefwoorden

Verkeersemissies, dispersie, luchtverontreiniging, modellering, tracé-ontwerp, gaussisch pluimmodel, handhaving, percentielen, overschrijding, rekenmodule

INHOUD

1.1 Inleiding	5
1.2 Werkwijze van VLW	5
1.3 Benodigde aanpassingen	5
1.3.1 Wijzigingen i.v.m. synchronisatie met het Nieuwe Nationale Model	6
1.3.2 Wijzigingen i.v.m. overgang van de frequentie-distributie methode naar de uur-voor-uur methode	6
1.3.3 Wijzigingen in parametrisatie van NO _x concentraties en percentielwaarden	7
1.3.4 Wijzigingen in de beschrijving van de invloed van geluidswallen, taluds en gebouwen	7
1.3.5 Wijzigingen voor invloed congestie en tijdsverloop verkeersintensiteit	7
1.3.6 Mogelijkheden voor gebruik van VLW voor een landelijke inventarisatie van de invloed van (rijks)verkeerswegen	7
1.3.7 Mogelijkheden voor opname van verspreiding fijn stof met behulp van de modale techniek	8
2. WERKZAAMHEDEN EN GESCHATTE OMVANG	9
2.1 NNM dispersiefactoren	9
2.2 Uur-voor-uur rekenwijze	10
2.3 Inbouwen verfijnde NO _x module	11
2.4 Wijzigingen in de beschrijving van omgevingsfactoren	11
2.4.1 Definitie geluidsschermen als omgevingsfactor.	11
2.4.2 De parametrisaties van omgevingsfactoren in het pluimmodel	12
2.5 Wijzigingen in de ruimtelijke en temporele verdeling van de verkeersstroom	12
2.6 Mogelijkheden voor gebruik van VLW voor een landelijke inventarisatie van de invloed van (rijks)verkeerswegen	12
2.7 Fijn stof module	13
2.8 Algemene werkzaamheden	14
REFERENTIES	15

1. BESCHRIJVING VAN HET HUIDIGE VLW EN DE MOGELIJKE AANPASSINGEN

1.1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de aanpassingen die wenselijk en mogelijk zijn bij een modernisering van de VLW-bibliotheek (VLW=Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracés). Deze software is destijds ontworpen om de invloed op de luchtkwaliteit van ontwerpen voor rijkswegen door te rekenen.

VLW is o.a. gebaseerd op het model Car Special dat is ontwikkeld door TNO in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer [Melle & Duijm, 1992; Den Boeft, 1993]. Car Special is een gaussisch pluimmodel gebaseerd op het Nationale Model (NM) [Kleine Commissie, 1976]. VLW is tevens gebaseerd op aanwijzingen van Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW).

De ontwikkeling van VLW heeft destijds plaatsgevonden onder de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, door Resource Analysis BV [Huizingh & Klöditz, 1993]. Enkele aanpassingen, verbeteringen en optimalisaties in het model en een conversie naar 32-bits zijn uitgevoerd in 1998 door ECN [Vermeulen, 1999]. In 2000 is VLW uitgebreid met een gebruikersschil die de GIS gegevens bij Rijkswaterstaat koppelt met de VLW rekenmodule. Deze GIS-koppeling is ontwikkeld door ARIS [Keuren en Heida, 2000].

1.2 Werkwijze van VLW

Met behulp van de VLW bibliotheek is het mogelijk de volgende berekeningen uit te voeren:

1. emissies van motorvoertuigen op wegen
2. eenvoudige verspreidingsberekeningen
3. uitgebreide verspreidingsberekeningen
4. percentielberekeningen

In VLW kunnen de berekeningen worden uitgevoerd voor alle inerte stoffen waarvan de gebruiker de benodigde achtergrondinformatie heeft; tevens kunnen berekeningen worden uitgevoerd voor stikstofoxiden, waarbij rekening wordt gehouden met het niet-conservatieve gedrag van deze stoffen.

De VLW-bibliotheek bestaat uit een softwaremodule in de vorm van een bibliotheek met routine's voor Windows 95® en Windows NT® applicaties: VLW32.DLL. Het rekenhart is destijds ontworpen met Borland Pascal in het Object Pascal dialect.

Het rekenhart maakt gebruik van de interface unit VLW.PAS. Deze twee bestanden worden ter beschikking gesteld aan alle gebruikers die door DWW aangemerkt worden als gebruiker.

Voorts wordt met de software meegeleverd de dBase-tabellen die worden gebruikt voor de opslag van gegevens. Bij levering bevatten deze tabellen de gegevens met betrekking tot een aantal testprojecten. Deze tabellen worden beschikbaar gesteld voor zowel gebruikers als ontwikkelaars.

1.3 Benodigde aanpassingen

In de volgende paragraaf zullen de aanpassingen besproken worden die nodig geacht worden bij een eventuele modernisering van het VLW rekenhart. In dit rapport zal onderzocht worden hoe ingrijpend deze veranderingen zullen doorwerken in de code van het model en wat de geschatte omvang van de benodigde werkzaamheden is.

1.3.1 Wijzigingen i.v.m. synchronisatie met het Nieuwe Nationale Model

Het nieuwe nationale model (NNM) is recent vastgesteld als het wettelijk kader per 1-1-1999 voor het verlenen van vergunningen op grond van de Nederlandse milieuwetgeving op het gebied van luchtverontreiniging [Projectgroep, 1998]. Ten opzichte van het veel oudere Nationale Model (NM) [Kleine Commissie, 1976], dat nog uit de jaren '70 stamde, is het een en ander veranderd. Het TNO Verkeersmodel en dus ook het VLW is gebaseerd op het oude Nationale Model. Het belangrijkste kenmerk van dit model is dat het een klassenmodel is. Het Nationale Model berekent uit een klimatologie voor een aantal klassen van windsnelheden, bewolgingsgraden en windrichtingen via zogenaamde Pasquill stabiliteitsklassen een gemiddelde verdunning per component en per bron.

Van het NNM bestaan nu twee implementaties, te weten het referentiemodel dat gebruikt maakt van de uur voor uur methode (een implementatie van KEMA) en een versie die weer een klassenmodel is (een implementatie van TNO).

De belangrijkste verbeteringen in het NNM zijn:

1. De dispersiecoëfficiënten (verdunningsfactoren) worden niet meer berekend aan de hand van het vrij grove Pasquill classificatieschema, maar met behulp van continue functies bepaald uit de fysische grootheden wrijvingssnelheid (u_*), sensibele warmteflux (H) en Monin-Obukhov lengte (L). Deze grootheden kunnen afgeleid worden uit standaard meteorologische waarnemingen of in specifieke situaties direct worden bepaald met speciale apparatuur. Het NM met zijn Pasquill klassen gaf in 70% van de gevallen stabiliteitsklasse D (neutraal). Validatie met metingen en de nieuwe rekenwijze van het NNM geeft aan dat deze klasse slechts 30% van de tijd voorkomt.
2. De berekening van de percentielen wordt direct afgeleid uit de verdeling van alle uurgemiddelde concentraties, zonder aannames over de (log-normale) statistische verdeling en achtergrondconcentraties. Deze verbetering geldt alleen voor de uur-voor-uur methode
3. Opname van een beschrijving van de omzetting van NO naar NO_x
4. Adequate beschrijving van droge en natte depositie van gassen en deeltjes
5. Voor uur bij uur berekeningen kan eenvoudig een tijdsafhankelijke emissie meegenomen worden.
6. De beschrijving van de pluimstijging voor hoge bronnen is aanzienlijk verfijnd
7. De beschrijving van de menglaaghoogte is nu gebaseerd op ballonwaarnemingen en de menglaaghoogte is doorgaans veel lager (factor 2) dan tot nu toe werd aangenomen.
8. Verbetering van de beschrijving van oppervlaktebronnen
9. Verbeterde beschrijving van bronnen met een grote warmteinhoud
10. Toegevoegd is de beschrijving van de invloed van één gebouw op de pluim van een puntbron

De eerste 5 factoren zijn van groot belang voor VLW. De overige factoren zijn gezien de korte afstanden en de lage hoogte van de bronnen minder van invloed op de resultaten van VLW.

Alhoewel uit vergelijkingen blijkt dat de jaargemiddelde concentraties berekend met de twee verschillende implementaties van het nieuwe nationale model niet wezenlijk van elkaar verschillen, biedt de uur-voor-uur methode de meeste voordelen voor VLW. Nadelen van deze uur-voor-uur methode ten opzichte van de lange termijn frequentie distributie (LTFD; klassenmodel) methode zijn:

- de benodigde grotere rekencapaciteit
- de wezenlijk andere opzet van de berekeningen
- extra benodigde meteorologische gegevens

1.3.2 Wijzigingen i.v.m. overgang van de frequentie-distributie methode naar de uur-voor-uur methode

Deze overgang in de rekenmethode van VLW is de meest omvangrijke van de in ogenschouw te nemen veranderingen en is ook een voorwaarde voor enkele verdere aanpassingen. Het VLW

rekenhart is object georiënteerd opgebouwd. De LTFD methode veroorzaakt nogal wat afhankelijkheden in de diverse objecten. Zo zal de code van de objecten TBR en TReceptor voor een groot deel aangepast moeten worden. Overigens kan dit gepaard gaan met een aanzienlijke verbetering van de efficiëntie van de rekenmethode door optimalisatie van de wijze waarop binnen de berekening database tabellen geraadpleegd worden.

1.3.3 Wijzigingen in parametrisatie van NO_x concentraties en percentielwaarden

In het huidige VLW is de reactie van NO naar NO_x door reactie met O₃ slechts sterk geparametriseerd opgenomen. In de KEMA versie van het NNM wordt de reactie naar NO₂ afhankelijk gesteld van tijd en afstand van de bron, door een min of meer realistische reaktiesnelheid aan te nemen afhankelijk van de hoeveelheid zonnestraling. Een dergelijke benadering is mits gebruik gemaakt wordt van de uur-voor-uur rekenmethode ook in VLW in te bouwen en heeft als voordeel dat deze beschrijving veel nauwkeuriger is en niet afhankelijk is van aannames over de frequentiedistributie van de concentraties en werkzaam is over een veel grotere range van achtergrondconcentraties.

1.3.4 Wijzigingen in de beschrijving van de invloed van geluidswallen, taluds en gebouwen

Het NNM bevat alleen een beschrijving van de invloed van één rechthoekig gebouw op een enkele pluim van een (hoge) bron, enigszins verwijderd van het gebouw. Deze beschrijving is minder geschikt voor VLW.

Voor het gebruik van VLW voor tracéstudies heeft de opdrachtgever aangegeven dat het wenselijk is om geluidsschermen niet als wegkenmerk maar als omgevingsfactor te behandelen, dit beter aan te sluiten bij de voorhanden zijnde gegevensstructuur binnen RWS, dit betekent enkele wijzigingen in de opzet van de gegevensstructuur en dientengevolge ook wijzigingen in de betrokken objecten.

1.3.5 Wijzigingen voor invloed congestie en tijdsverloop verkeersintensiteit

Indien de uur-voor-uur rekenwijze gevolgd wordt, kunnen de verspreidingsberekeningen tevens uitgevoerd worden met emissies die afhankelijk van de tijd zijn. Zo kan bijvoorbeeld de verkeersintensiteit als functie van het tijdstip van de dag een belangrijke invloed uitoefenen op de variatie in emissies en de daaruit berekende minima en maxima en dus ook op de berekende overschrijdingskansen. De huidige invoerbestanden geven echter alleen de mogelijkheid om een daggemiddelde verkeersprestatie op te geven.

Een verdere verbetering is het splitsen van een wegvak in twee hartlijnen. Een splitsing per weghelft betekent dat de berekeningen voor twee aparte hartlijnen moeten gaan plaatsvinden, vervolgens kunnen ook verschillende verkeersintensiteiten (als functie van de tijd) en stagnatiepatronen voor beide weghelften meegenomen worden in de berekeningen.

1.3.6 Mogelijkheden voor gebruik van VLW voor een landelijke inventarisatie van de invloed van (rijks)verkeerswegen

Voor het doorrekenen van de invloed van enkele kilometers tracé is afhankelijk van de situatie een rekentijd van enkele seconden tot minuten gemoeid met het huidige VLW. Het gemoderniseerde VLW zal zeker meer aanspraak doen op rekentijd, al is moeilijk aan te geven hoeveel dat precies zal zijn, maar een factor 2-10 lijkt een redelijke schatting. Om het gemoderniseerde VLW toe te passen op de hele rijkswegennet zal een aanzienlijke rekentijd benodigd zijn. Enkele vereenvoudigingen zijn echter mogelijk die verder in dit rapport toegelicht zullen worden en die de rekentijd behoorlijk kunnen beperken. Overigens zal een dergelijke rekenexercitie maar één of enkele malen per jaar nodig zijn en dan lijkt een dag of een weekend pure rekentijd aanvaardbaar. De vraag is of de huidige opzet van VLW dergelijke grote projecten wel ondersteunt. Ook op die vraag zal worden ingegaan.

1.3.7 Mogelijkheden voor opname van verspreiding fijn stof met behulp van de modale techniek

Op de tijdschaal van VLW kan volstaan worden met een sterk geparametriseerde beschrijving van de aërosoldynamica. In de modale benadering (bv. McGraw, 1998) wordt uitgaande van het aantal deeltjes, hun gemiddelde diameter en volume, de ontwikkeling van deze drie grootheden beschreven als functie van de tijd. Door simpele functies voor deze veranderingen te nemen en deze te toetsen aan metingen kan afhankelijk van de tijd eenvoudig vanaf emissie beschreven worden hoe de gemiddelde diameter en de deeltjesconcentratie zich ontwikkelt.

2. WERKZAAMHEDEN EN GESCHATTE OMVANG

Het huidige VLW gebruikt de LTFD rekenwijze. Hierbij wordt voor ieder stukje lijnbron van het tracé een set klassen doorlopen, waarvan de frequentie van voorkomen vastgelegd is in een meteorologisch bestand, afhankelijk van de regio. In VLW worden slechts drie windsnelheidsklassen onderscheiden, als Pasquill-Gifford stabiliteitsklasse wordt D (neutraal) verondersteld en er worden 12 windrichtingsectoren onderscheiden. Voor ieder stukje lijnbron worden dus 36 pluimen berekend.

2.1 NNM dispersiefactoren

Om gebruik te maken van de verbeterde beschrijving van de dispersiefactoren in het GPM is allereerst meer gedetailleerde meteorologische informatie nodig. De benodigde gegevens zijn uurlijkse gegevens van de windsnelheid en -richting op 10 meter hoogte, temperatuur en bewolgingsgraad (eventueel netto straling voor overdag) voor iedere regio. Deze gegevens kunnen betrokken worden bij bv. KNMI of Meteo-Consult.

Deze meteorologische gegevens kunnen vervolgens, off-line via een pre-processor, of on-line in VLW), worden omgezet in een bestand met de daaruit uurlijkse berekende waarden voor de parameters wrijvingssnelheid, warmtestroom, Monin-Obukhovlengte en menglaaghoogte, afhankelijk van de oppervlakteruwheid z_0 .

Het programmeren, testen en documenteren van een dergelijke preprocessor (binnen VLW) zal ongeveer 3 tot 5 mandagen kosten. Het invoeren van de nieuwe formules voor de dispersieparameters is ongeveer 1 mandag werk.

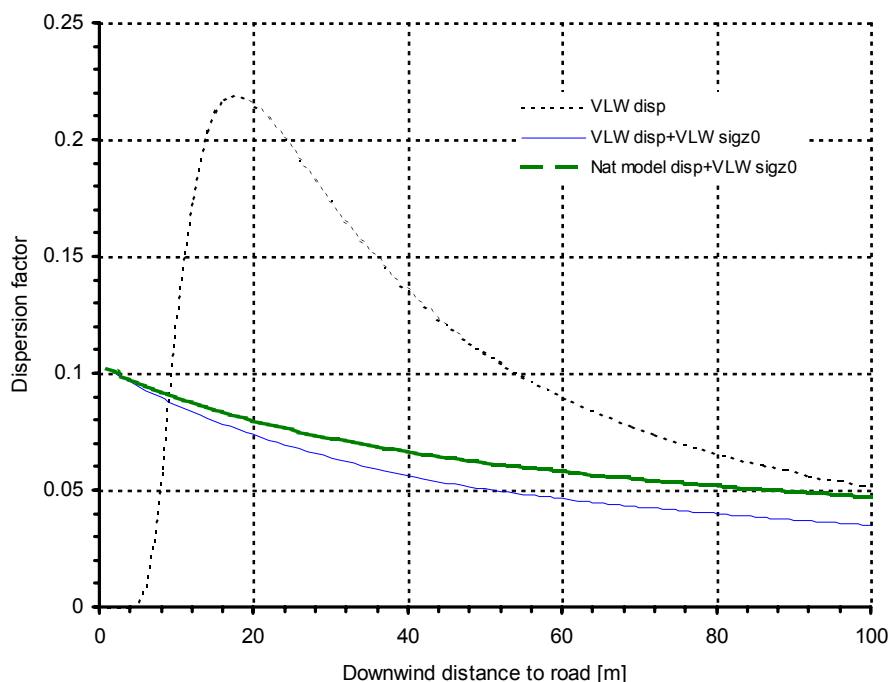
Een mogelijkheid is tevens om op basis van deze nieuwe meteorologische dataset een nieuwe LTFD te genereren voor de twaalf (of indien gewenst te wijzigen naar 36) windrichtingsklassen en een nader te bepalen aantal windsnelheids- en stabiliteitsklassen. Met deze nieuwe set kan het huidige VLW met wat kleine aanpassingen draaien, waarbij dan gekozen kan worden voor de oude (NM) Pasquill Gifford berekening van de dispersieparameters of de nieuwe (NNM). In de LTFD versie van het NNM worden voor natte en droge situaties 8 ruweids-, 8 menghoogte/Monin-Obukhov, 5 windsnelheids- en 36 windrichtingsklassen toegepast. Dit betekent dat per opgesplitst wegvakdeel zo'n 23.000 pluimen berekend zouden moeten worden. Een groot aantal klassen treedt echter niet of maar heel zelden op. In de praktijk wordt maar voor 590 klassen een berekening uitgevoerd.

Een mogelijkheid is om deze klasseninformatie voor de gewenste regio's aan te schaffen bij TNO-MEP. De rekentijd voor deze LTFD methode op basis van het NNM zal zonder nadere maatregelen toenemen met een factor 15 vergeleken met het huidige VLW.

De berekening van de dispersiefactoren in het VLW-object TBr betreffen ongeveer 20% van de code van dit object. Omdat in het NNM LTFD schema ook de stabiliteitsklassen veranderen, moeten deze als extra parameters aan de rekenroutines worden doorgegeven. Wijziging van de datastructuren en dBase-files betekenen een kleine hoeveelheid werk. Totaal zal deze wijziging 1 tot 2 mandagen kosten.

Handhaving van de oude methode als alternatief naast de nieuwe methode is eventueel goed mogelijk. Via de projectinstellingen kan deze keuze globaal dan aangegeven worden (1 mandag).

Naar verwachting is de invloed van de nieuwe parametrisaties op de berekende concentraties in veel gevallen vrij beperkt. Dit door de fixatie van de initiële dispersiecoëfficiënten op basis van de rekenwijze van Den Boef t [1993]. Een illustratie van de te verwachten afwijkingen voor een specifieke dag met inderdaad neutrale atmosferische stabiliteit is te zien in figuur 1.



Figuur 1. Berekende verdunningsfactor factor f ($C=f \cdot E$); E =emissie, C =concentratie) van een lijnbron onder de condities van het ECN A9 experiment (23-9-1998; [Vermeulen et al., 1999]) als functie van de benedenwindse afstand tot de wegas. Getoond worden de factoren zoals berekend met VLW en met het NNM, met en zonder de initiële dispersieparameter volgens Den Boeft [1993] als gevolg van de hoogte van het talud.

2.2 Uur-voor-uur rekenwijze

In plaats van 36 pluimen per onderscheiden wegvakdeel worden in de uur-voor-uur rekenwijze ruwweg 9000 pluimen per jaar aan beschikbare meteo doorgerekend. Zonder nadere maatregelen zou de rekentijd bij toepassen van de uur-voor-uur methode dus toenemen met een factor 250 ten opzichte van de oude methode, dit is nog eens een factor 20 meer rekentijd dan bij toepassing de NNM LTFD methode. Ervaringen met het huidige VLW leren echter dat voor eenvoudige projecten (één wegvak) de pure rekentijd in VLW slechts een fractie (~10-20%) van de totale verwerkingstijd is. Bij gelijk blijven van de overige overhead neemt de totale rekentijd dan toe met een factor 10-30.

Door toepassen van de Monte Carlo methode zoals beschreven in Projectgroep [1998] is de rekentijd voor de uur-voor-uur methode drastisch terug te brengen. Dit kan voor lage bronnen zonder dat veel nauwkeurigheid wordt ingeleverd. In principe kan dus eenmalig een random selectie van blokken met de gewenste middelingstijd uit de complete meteorologische dataset genomen worden waarmee dan verder in het gevolg gerekend wordt. Een factor 10-20 tijdswinst is hiermee te behalen. Dit is eenvoudig te realiseren door een kortere meteo-set via de pre-processor te leveren of door dit rechtstreeks in te bouwen in VLW, in dat laatste geval zal dit ongeveer 1 mandag werk betekenen.

Toepassing van de uur-voor-uur methode vergt vrij ingrijpende veranderingen in de code van het VLW rekenhart. Met name de code van de VLW-objecten TBr en TReceptor moet voor meer dan 25% gewijzigd en met ongeveer 50% extra code worden uitgebreid, naar schatting zal dit 4 tot 5 mandagen kosten.

Eventueel kan VLW zo uitgebreid worden dat een keuze gemaakt kan worden tussen de uur-voor-uur en de LTFD methode. Dit betekent extra werk aangezien beide typen berekeningen

gecodeerd moeten worden en maakt de code waarschijnlijk minder overzichtelijk en minder goed onderhoudbaar (ongeveer 2 mandagen).

Berekening van percentielwaarden betekent dat ook gegevens over de achtergrondconcentraties op een uur-voor-uur basis beschikbaar moeten zijn voor de tijd en de locatie waarover berekeningen plaatsvinden. Deze gegevens kunnen verkregen worden uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van RIVM; niet alle componenten zijn echter beschikbaar op uurlijkse basis. Bijvoorbeeld de fijn stof getallen zijn 24-uurs gemiddelden. Dit betekent dat percentielen voor deze component alleen voor een middelingstijd van 24 uur te bepalen zijn.

Voor berekening van 99% percentielwaarden en hoger is een tijdsreeks van meer dan 1 jaar benodigd, een periode van 5 jaar wordt aanbevolen. Voor berekening van lagere percentielen kan men eventueel met een lengte van de berekening van 1 jaar volstaan. Een berekening over langere periode verdient de voorkeur omdat de aldus verkregen waarden (gemiddelden en percentielen) meer representatief zijn voor de gemiddelde meteorologische omstandigheden en de jaar-tot-jaar klimatologische variatie wordt uitgemiddeld.

2.3 Inbouwen verfijnde NO_x module

De beschrijving van de fotochemie van NO in het referentiemodel (NNM) berekent instantaan de omzetting van NO door O₃ naar NO₂ (donkerreactie) en de lichtreactie waarin NO₂ dissocieert naar NO. De reactiesnelheid van de lichtreactie (K₃) wordt gesteld afhankelijk te zijn van de bewolgingsgraad, temperatuur en stand van de zon. De reactiesnelheid van de donkerreactie is afhankelijk van de temperatuur. Een benodigde parameter is de O₃ concentratie; deze wordt in de pluim constant verondersteld. Tevens is de achtergrondconcentratie van NO en NO₂ benodigd.

Op wat grotere afstanden geeft de referentiemethode duidelijk lagere NO₂ concentraties als de NM benadering, dichtbij de bron geeft de referentiemethode juist hogere NO₂ concentraties.

Voor de verfijnde NO_x module worden op ieder tijdstip de twee reactieconstanten bepaald en de concentraties in de pluim van NO en NO₂, gebruikmakende van een instantane pluimdimensie σ_m (vertikaal en horizontaal), die weer afhangt van de looptijd t ($=x/u$). Vervolgens wordt in deze instantane pluim steeds loodrecht op de pluimas een nieuwe NO₂/NO_x verhouding berekend gemiddeld over dit transect van de pluim. Deze gemiddelde verhouding wordt uiteindelijk toegepast op dezelfde transect positie in de werkelijke pluim om uitgaande van de NO_x concentratie de NO en NO₂ concentratie te bepalen.

Deze rekenwijze heeft nogal wat implicaties voor VLW. In VLW worden concentraties in de pluim alleen berekend voor de opgegeven receptorpunten. De verfijnde methode vereist echter dat voor alle bronnen in de transecten van de pluimen uit de bron die raken aan een receptorpunt het volledige transect doorgerekend wordt inclusief de chemische omzettingen.

Een mogelijke versimpeling is dat de instantane pluim slechts eenmaal per uur wordt doorgerekend voor het hele traject voor een bron met de gemiddelde emissie aan NO per meter van het project op een aantal afstanden van de bron. De aldus gevonden verhoudingen NO₂/NO_x worden vervolgens als functie van de afstand geïnterpoleerd en gebruikt voor alle deelpluimen van de beschouwde wegvakken.

Op deze wijze is de vereiste rekentijd enigszins binnen de perken te houden. Inbouwen van deze rekenwijze zal naar verwachting 3 tot 5 mandagen werk betekenen.

2.4 Wijzigingen in de beschrijving van omgevingsfactoren

2.4.1 Definitie geluidsschermen als omgevingsfactor.

Momenteel zijn geluidsschermen opgenomen in de kenmerken van de wegvakken. Wenselijk zou zijn om deze als omgevingsfactoren op te nemen, net als de gebouwen. Voor het rekenproces maakt dit op zich niet zo veel uit. Wel zijn ingrijpende wijzigingen noodzakelijk in de databestanden en de bijbehorende stukken code in VLW die de informatie uit de bestanden verwerken. Gezien de object-georiënteerde benadering van VLW is nu de informatie over

geluidsschermen gebonden aan een wegvak. Een wegvak is dan ook gedefinieerd met een constant gegeven over de geluidswering links en rechts van een vak. Verandert in het tracé iets aan de geluidswerende voorzieningen, dan moet ook een nieuw wegvak gedefinieerd worden. Dit betekent dat als geluidsschermen apart gedefinieerd worden (net als gebouwen), dat in VLW zelf een onderverdeling in wegvakken gegenereerd zal moeten worden bovenop de door de gebruiker aan te brengen verdeling in wegvakken op grond van andere kenmerken van het tracé.

Al met al betekent dit een wijziging in de opzet van de databestanden, de objecten die de betreffende gegevens binnenhalen en dat aan het VLW-object TTrace een stuk code moet toegevoegd worden om bij gedefinieerde geluidsweringen automatisch een nieuwe verdeling in wegvakken te maken.

Aanpassing van de verwerking van de databestanden wordt geschat op 1 tot 2 mandagen werk. Aanpassing van TTrace kost naar schatting 3 mandagen werk.

2.4.2 De parametrisaties van omgevingsfactoren in het pluimmodel

De parametrisaties zoals nu aanwezig in VLW kunnen in principe gehandhaafd blijven. Daarbij dient men zich wel rekenschap te geven dat de parametrisaties afgeleid zijn als beste fit voor empirische aanpassingen aan het TNO Verkeersmodel (op basis van het oude NM) op een reeks praktijkproeven (veld- en windtunnelmetingen). VLW op basis van het NNM zal opnieuw gevalideerd moeten worden voor een (sub)set van belangrijke omstandigheden en/of vergeleken moeten worden met het oude VLW.

Een eerste vergelijking zal ongeveer 2 tot 3 mandagen werk kosten inclusief (sub)rapportage.

2.5 Wijzigingen in de ruimtelijke en temporele verdeling van de verkeersstroom

Splitsing van de weg in twee hartlijnen is redelijk eenvoudig in te voeren door in TVak de berekening twee maal te starten in plaats van één keer voor twee iets uit het hart van het eigenlijke wegvak gelegen lijnbronnen. Wel moet de structuur van de invoerbestanden hiervoor gewijzigd worden met de bijbehorende inleesroutine's. Beide wijzigingen komen samen op ongeveer 2 mandagen.

Voor een of beide stromen kan een verschillende verkeersprestatie gebruikt worden, tevens afhankelijk van het tijdstip van de dag. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van door de gebruiker te definiëren tijdsblokfuncties voor de verdeling van de gemiddelde prestatie per voertuigklasse als functie van de dag en als functie van het uur. Standaard kunnen deze blokken gedefinieerd worden als zijnde uniform in de tijd.

Per project valt te denken aan een op te geven blokpatroon van de verdeling van de gemiddelde prestatie over de uren van de dag per weghelft (van A naar B en van B naar A) en over de dagen van de week. Een aantal voorgedefinieerde patronen zou voor de gebruiker handig zijn, zoals het gemiddelde patroon voor Nederland, een typisch stuk wegdek met dagelijkse filevorming en een wegdek met goede doorstroming.

Aan deze tijdsblokfunctie kan een reeks uren of delen van uren voor werkdagen toegevoegd worden waarbij stagnatie optreedt op het wegvak, waarbij de gemiddelde snelheid zakt naar een op te geven snelheid, bv. 30 km/h.

Implementatie van deze tijdsblokfuncties bovenop de emissieberekeningen komt op ongeveer 1 mandag.

2.6 Mogelijkheden voor gebruik van VLW voor een landelijke inventarisatie van de invloed van (rijks)verkeerswegen

Voor deze benadering is een versimpelde benadering noodzakelijk. Het voorstel is om hiervoor af te stappen van de TNO Verkeersmodel benadering en de gaussische lijnbronformule (glbf) te implementeren, zodat slecht één gaussische pluimformule doorlopen wordt per wegvak in plaats van de huidige opzet waarbij een wegvak wordt opgedeeld in deelbronnen met een lengte

van minimaal 0.1 meter. Vervolgens wordt voor ieder wegvak de invloed vastgesteld via de glbf op de concentratie in punten op een transect midden op de gedefinieerde wegvakken. Dit gebeurt dan voor alle stoffen waar momenteel duidelijke normen voor zijn of waar die in voorbereiding zijn.

Eigenlijk volstaat voor deze berekening een klein stand alone programma met een extract van de VLW code en is een groot gedeelte van de complexiteit van VLW (invloed gebouwen, opknippen wegvakken) voor deze toepassing overbodig. Ontwikkeling van een stand alone applicatie op basis van de guassische lijnbronformule zal ongeveer 10 mandagen kosten. Deze applicatie bestaat uit een preprocessor die op basis van de VLW tracé-gegevens een bestand met een serie lijnbronnen aanmaakt, een rekenmodule op basis van het uur-voor-uur NNM die de concentraties op de receptorpunten berekent en een uitvoermodule die de overschrijdingen op basis van de normen uitselecteert.

Een voorstel is verder om de concentraties ook te laten berekenen voor een regelmatig grid van bijvoorbeeld 1 bij 1 km over Nederland, zodat een indruk verkregen wordt van de relatieve invloed van de rijkswegemissies over heel Nederland.

2.7 Fijn stof module

Direct na emissie vanuit de uitlaatpijp van een auto treden grote veranderingen op in het uitlaatgas. Niet alleen treedt in de eerste seconden een grote verdunning op, ook de temperatuur van het gas neemt sterk af, evenals de absolute vochtigheid. Het primaire aërosol gevormd tijdens de verbranding of net daarna gevormd door nucleatie zal na deze fase gaan aangroeien door processen als coagulatie en condensatie of gedeeltelijk juist overgaan naar de gasfase [Seinfeld & Pandis, 1997; Jokiniemi et al., 1994]. VLW zal de processen in deze eerste seconden niet kunnen modelleren. Deze processen zullen in de emissiewaarden verrekend moeten worden.

Overigens zijn de tot nog toe gebruikte emissiecijfers voor emissies van aërosolen door verkeer waarschijnlijk vertekend door de gebruikte meettechniek. In de meestal gebruikte rollenbankmetingen worden omstandigheden aangelegd die niet representatief zijn voor de omstandigheden in de buitenlucht in de eerste paar seconden na emissie. Metingen in de buitenlucht of tunnels zijn de enige mogelijkheid om de omvang van de hierdoor gemaakte fout vast te stellen [Hitchins et al., 2000; Vermeulen et al, 1999]. Momenteel wordt in het kader van het Fijn Stof programma van het ministerie van VROM aan dergelijke metingen gewerkt door een consortium van TNO, ECN en RIVM.

Als tijdschaal voor de aangroei van aerosolen en de vorming van secundair aerosol worden tijden van 1-30 minuten resp. uren genoemd [Wang et al., 1992]. De tijdschaal van de VLW pluimberekeningen is enkele minuten. Voor een goede beschrijving van de ontwikkeling van de deeltjesgrootteverdeling van aerosol in verkeersemisies hoeven dus alleen de snelste processen beschreven te worden. Dit zijn condensatie en coagulatie. Fotochemische processen kunnen buiten beschouwing gelaten worden, mede in verband met de complexiteit, evenals de langzame vorming van het secundair aërosol.

Op de tijdschaal van VLW kan volstaan worden met een sterk geparametriseerde beschrijving de aerosol dynamica. In de modale benadering (McGraw, 1998) wordt uitgaande van het aantal deeltjes, hun gemiddelde diameter en volume, de ontwikkeling van deze drie grootheden beschreven als functie van de tijd. Door simpele functies voor deze veranderingen te nemen en deze te toetsen aan metingen kan eenvoudig afhankelijk van de tijd vanaf emissie beschreven worden hoe de gemiddelde diameter en de deeltjesconcentratie zich ontwikkelt. Voorbeeld van dergelijke (tunnel)metingen zijn: Khlystov et al., 2000; Vermeulen et al, 1999 & John et al, 1999. De drie momenten laten zich in een pluimmodel eenvoudig verspreiden op dezelfde wijze als de gasconcentraties. Inbouw van deze momenten in VLW is dus heel goed mogelijk.

Dit betekent dat een extra component opgenomen wordt in de database die een emissie beschrijft als aantallen deeltjes, massa en mediane diameter. Deze drie momenten worden dan opgenomen in VLW voor de component fijn stof. Deze aanpassing is naar verwachting ongeveer 8 mandagen werk.

2.8 Algemene werkzaamheden

De boven beschreven werkzaamheden zijn meestal afzonderlijk uit te voeren. Er is getracht aan te geven waar ontwikkelingen afhangen van andere wijzigingen. De geschatte benodigde inspanning in manuren is indicatief. Gezien de samenhang tussen de verschillende delen is het mogelijk bij combinatie van meerdere onderdelen dat de totale inspanning lager uitkomt. De genoemde manuren zijn inclusief de technische documentatie en de eerste technische testen.

Testen van de totale nieuwe rekenmodule inclusief vergelijking met berekeningen met de implementatie van het NNM door KEMA voor het geval van een puntbron zal ongeveer 5 mandagen in beslag nemen.

De werkzaamheden betreffen alleen het rekenhart. Geleverd wordt een nieuwe versie van het rekenhart (de run-time DLL) inclusief alle betreffende broncode en de bijbehorende testprogrammatuur en -gegevens, met de gewijzigde documentatie (systeembeheer manual en gebruikersmanual). Rapportage, aanpassing van de documentatie en het testen vergt afhankelijk van de gekozen opties ook een te verrekenen inspanning die ligt tussen de 3 en 5 mandagen.

De interfacing met de eventuele verdere gebruikersschil valt buiten de beschreven werkzaamheden evenals de aanvulling van de huidige dataset met meer up-to-date emissie- en meteogegevens.

In de volgende tabel is een overzicht te vinden van de besproken mogelijke werkzaamheden en de geschatte omvang ervan.

Aanpassing	Onderverdeling	mandagen werk
NNM dispersiefactoren	Preprocessor	3 - 5
	Invoeren nieuwe formules dispersieparameters	1
Of	Nieuwe LTFD	1 - 2 + aanschaf TNO
	Handhaven oude methode naast nieuwe	1
Uur voor uur rekenwijze	Monte Carlo (reductie rekentijd)	1
	Code aanpassingen	4 - 5
	LTFD en uur voor uur	1
Inbouwen verfijnde NOx module		3 - 5
Geluidschermen als omgevingsfactor	Aanpassing databestanden	1 - 2
Parametrisatie omgevingsfactoren	Aanpassing TTrace	3
	Noodzakelijke validatie	2 - 3
Wijziging ruimtelijke en temporele verdeling verkeersstroom	Wijziging invoerbestanden en inleesroutines	2
Landelijke inventarisatie Testen en vergelijken	Tijdsblokfunctie	1
	Gaussische lijnbronformule	10
	Oude VLW (A2 Den Bosch)	1
	NNM (puntbron)	2
	TNO Verkeersmodel (cases acceptatie Test)	2
Fijn stof module		8
Totaal		+/- 55 dagen

REFERENTIES

- Boeft J den, 1993. Beschrijving van de rekenprocedure ten behoeve van de geautomatiseerde versie van het Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracévarianten (VLW-systeem). Delft, IMW-TNO, rapport R 92/267.
- Hitchins J, Morawska L, Wolff R & Gilber D, 2000. Concentrations of submicrometre particles from vehicle emissions near a major road. *Atm Env*, 34, 51-59.
- Huizingh J & Klöditz C, 1993. Definitiestudie bouwontwerp VLW rekenmodules. Delft, Resource analysis, rapport.
- John C, Friedrich R, Staehelin J, Schläpfer & Stahel WA, 1999. Comparison of emission factors for road traffic from a tunnel study (Gubrist tunnel, Switzerland) and from emission modelling. *Atm Env*, 33, 3367-3376.
- Jokiniemi JK, Lazaridis M, Lehtinen KEJ & Kauppinen EI, 1994. Numerical simulation of vapour-aerosol dynamics in combustion processes.
- Khlystov AY, Weijers EP, Kos GPA et al., 2000. Characterisation of particulate matter in urban air. Petten, ECN, report ECN-R--00-001.
- Kleine Commissie Modellen, 1976. Modellen voor de berekening van de verspreiding van luchtverontreiniging, inclusief aanbevelingen voor de waarden van parameters in het lange-termijn model. Den Haag, Staatsuitgeverij.
- Keuren A & Heida R, 2000. Prototype VLW 1.0; Technisch document. Utrecht, Aris, rapport.
- McGraw R, 1998. Description of atmospheric aerosol dynamics by the quadrature method of moments. *Aer. Sci. & Techn.*
- Melle A van, Duijm NJ. Ontwikkeling van Car-Special. Deel 1: evaluatie van het TNO verkeersmodel. Delft, IMET-TNO, rapport 92/285.
- Projectgroep, 1998. Het nieuwe nationale model; Rapportage. Den Haag, Infomil, ISBN 90-76323-00-3.
- Seinfeld JH & Panids SN, 1997. *Atmospheric Chemistry and Physics*. New York, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-17816-0..
- Vermeulen AT, Bakker FP, Geusebroek M, Khlystov A, Erisman JW, 1999. Volatile organic compounds and aerosols in air. Petten, ECN, report ECN-R--99-001.
- Vermeulen AT, 1999. Vergelijkingsrapport VLW-rekenmodule Versie 1.20. Delft, RWS DWW.
- Versluis AH, 1992. Definitie-studierapport Geautomatiseerd Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracés. Delft, RWS-DWW, rapport MI-OW-92-17.
- Wang SC, Paulson SE, Grosjean D, Flagan RC & Seinfeld JH, 1992. Aerosol formation and growth in atmospheric organic/NO_x systems-I. Outdoor smog chamber studies of C₇- and C₈-hydrocarbons.