

DE NIEUWE GENERATIE VERKEERSMODELLEN

VAN ACHTERAF TOETSEN NAAR EEN INTEGRALE AFWEGING VAN BEREIKBAARHEID, LUCHTKWALITEIT EN GELUID

Verbetering van de kwaliteit van beleidsbeslissingen op het gebied van verkeer en milieu kan worden bereikt door toepassing van verkeersmodellen met geïntegreerde emissiemodule. De kwaliteit kan ook worden verbeterd door toepassing van dynamische in plaats van statische verkeersmodellen, omdat die eerste beter overweg kunnen met de milieueffecten van congestie.

ROBERT VAN DEN BRINK EN LUC WISMANS*

Inleiding

Milieu en duurzaamheid spelen een steeds grotere rol bij afwegingen binnen verkeer- en vervoerbeleid zoals bij investeringen in weginfrastructuur of maatregelen om de benutting van bestaande weginfrastructuur te verbeteren. Naast effecten op de bereikbaarheid moeten ook altijd de milieuconsequenties in kaart worden gebracht, met name voor de luchtkwaliteit en de geluidsbelasting, maar ook voor CO₂-emissies. Dit vindt echter veelal achteraf plaats. Bij het opstellen van een oplossing speelt milieu zelden een rol. Nieuwe tools die de milieugevolgen direct laten zien tijdens het ontwerp-proces bieden de mogelijkheid om niet-milieudeskundigen direct feedback te geven over de milieu-impact van hun ideeën.

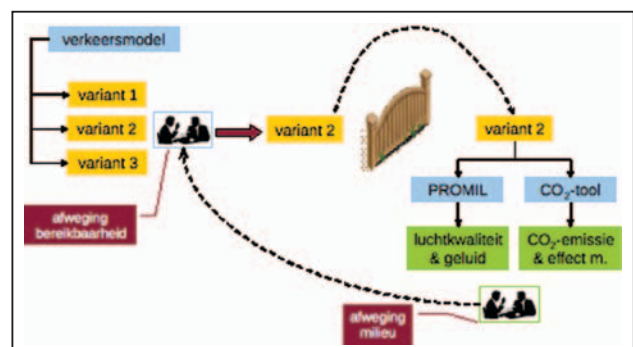
Daarnaast geldt dat de nieuwe generatie van (dynamische) verkeersmodellen

veel meer informatie bevat dan de oude, uit de jaren zeventig van de vorige eeuw daterende (statische) verkeersmodellen. De aanvullende informatie van de nieuwe generatie verkeersmodellen biedt de mogelijkheid om veel beter de milieueffecten te bepalen, zowel qua omvang als locatie waar deze effecten optreden. Het voorliggende artikel beschrijft de meerwaarde van het gebruik van deze nieuwe generatie verkeersmodellen voor het bepalen van de milieueffecten.

De huidige praktijk, proces en inhoud

Verkeersmodellen ondersteunen de politieke besluitvorming over stedelijke weginfrastructuur. In de huidige beleidspraktijk worden daarbij verschillende varianten doorgerekend met een verkeersmodel en

geëvalueerd door verkeerskundigen die voornamelijk kijken naar doorstroming en bereikbaarheid. Na een keuze voor een optimale variant, wordt deze mogelijk daarna nog met milieumodellen (CAR, Geonoise enz.) doorgerekend. De genoemde milieumodellen worden veelal gebruikt om te beoordelen of de luchtkwaliteit en de geluidsbelasting op specifieke locaties voldoen aan gestelde normen. Daarmee is de absolute uitkomst van deze milieumodellen heel belangrijk, immers het bepaalt in



Figuur 1: Schematische weergave van de huidige praktijk van ambtelijke afweging van bereikbaarheidseffecten en milieueffecten.

belangrijke mate of een verkeerskundige aanpassing of een nieuwe weg er wel of niet mag komen. Deze milieumodellen maken gebruik van informatie uit (statische) verkeersmodellen, zoals de verkeersintensiteiten en de IC-ratio (verhouding tussen de intensiteit (I) en capaciteit (C)).

Wanneer de gekozen infrastructuurvariant milieukundig niet 'inpasbaar is', moet het proces opnieuw plaatsvinden. Dit is inefficiënt en tijdrovend.

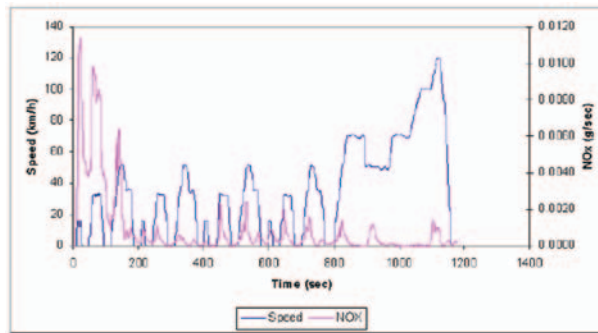
Van een integrale afweging tussen bereikbaarheid en milieu is dus geen sprake, terwijl de behoefte hieraan bij beleidsmakers steeds groter wordt. Daarbij gaat het bij milieu niet alleen om de toetsing aan de luchtkwaliteit- en geluidnormen, maar ook om bijvoorbeeld gezondheid en CO₂-emissies.

Ook inhoudelijke verbeteringen nodig

De luchtkwaliteit en de geluidshinder langs wegen hangt sterk samen met de hoeveelheid verkeer die over die weg rijdt en de samenstelling ervan naar licht, middelzwaar en zwaar verkeer. Een andere zeer belangrijke factor is de snelheid en de dynamiek daarin, ofwel de mate van optrekken en afremmen van het verkeer. Bij moderne personen- en vrachtauto's zijn de luchtverontreinigende emissies bij constante snelheid zeer laag, maar ontstaan forse emissiepieken tijdens het accelereren. In figuur 2 is dit duidelijk te zien. Figuur 2 laat ook zien dat de koude start (grootweg de eerste tweehonderd seconden) een belangrijke bijdrage levert aan de totale emissielast.

Verkeersdynamiek

Een betrouwbare berekening van verkeersemissies en de geluidsproductie valt of staat met het gedegen rekening houden met de verkeersdynamiek, zeker wanneer uitspraken moeten worden gedaan over de lokale concentraties langs wegen, of de geluidsbelasting op de gevel. Hoe worden verkeersemissies



Figuur 2: Verloop van de snelheid en de NO_x-emissies van een moderne benzine-personenauto (bron: TNO).

op dit moment berekend in bijvoorbeeld de Monitoringstool van het NSL?

In de huidige standaard rekenmethoden voor luchtkwaliteit worden twee vormen van verkeersafwikkeling onderscheiden, vrije doorstroming en file. De hoeveelheid file schatten wegbeheerders/gemeenten in of leiden zij af uit de met het verkeersmodel berekende IC-ratio. In de praktijk ligt het onderscheid tussen file en vrije doorstroming echter veel genuanceerder. Zo neemt bij toenemende drukte op de weg de snelheid af terwijl het verkeer door kan stromen. Pas als het nog drukker wordt, ontstaat een instabiele situatie, en dus files. De tussensituatie tussen file en vrije doorstroming is relatief gunstig voor de uitstoot door verkeer. Hier wordt op dit moment geen rekening mee gehouden, waardoor de impact van files op de concentraties en geluidsbelasting mogelijk wordt overschat.

Statisch versus dynamisch rekenen aan verkeersemissies

Voor het berekenen van de luchtkwaliteit en geluidsbelasting langs wegen wordt in vrijwel alle gevallen gebruikgemaakt van de informatie uit statische verkeersmodellen. Deze hebben echter het nadeel dat ze de locatie van de files niet goed vaststellen. Bijvoorbeeld bij een versmalling van de weg van twee naar één rijstrook, staat de file uiteraard voor de wegversmalling, maar een statisch verkeersmodel plaatst de file op het wegvak na de versmalling. Daardoor worden de concentraties van luchtverontreinigende stoffen en de geluidsbelasting na de wegversmalling overschat en vóór de weg-

versmalling onderschat. Het mogelijk nadelig gevolg hiervan kan zijn dat lokale maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren op de verkeerde plaats terecht zijn gekomen (denk aan het plaatsen van schermen).

Dynamische verkeersmodellen, zoals het macroscopisch dynamische model Streamline, kennen de genoemde nadelen van statische modellen niet. In dit artikel gaan we verder niet in op dynamisch rekenen aan emissies en hebben we de emissieberekening op basis van een statisch verkeersmodel als uitgangspunt genomen.

Geluid

Ook bij de geluidsemisatie door wegverkeer, en daarmee de geluidsbelasting op de gevel van woningen, speelt de verkeersdynamiek een belangrijke rol. Echter, in de huidige standaard rekenmethode wordt geen rekening gehouden met verkeersdynamiek door bijvoorbeeld congestie. Beide standaard rekenmethoden I en II en zeer waarschijnlijk ook de nieuwe Europese rekenmethodiek CNOSSOS gaat uit van de maximumsnelheden. Daarmee is feitelijk alleen de verkeersintensiteit bepalend voor de geluidsberekening op een bepaalde weg, terwijl in werkelijkheid de mate van afwikkeling (met name in stedelijk gebied) van invloed is op de geluidsbelasting en daarmee de geluidshinder.

Hoe kan het beter?

De huidige manier waarmee de milieueffecten van verkeer in kaart worden gebracht, kan ons inziens zowel procesmatig als inhoudelijk worden verbeterd.

Procesmatig

Idealiter worden milieumodellen geïntegreerd in verkeersmodellen. Dat die integratie tot op de dag van vandaag nog geen feit is, heeft vooral te maken met de complexiteit van zo'n geïntegreerd model. Milieumodellen hebben als invoer namelijk ook omgevingskenmerken en wegverharding nodig. Verder zijn verkeer en milieu zowel in onderzoek als beleid nog steeds gescheiden werelden, hetgeen zich ook manifesteert in de gebruikte modellen.

Hoofdgroep	Snelheidslimiet									
	30	50	60	70	80	100	120	130		
binnen bebouwde kom (urban)	X	X		X						
overige wegen buiten bebouwde kom (rural)		X	X	X	X					
autosnelwegen (motorway)						X	X	X	X	X

Tabel 1: Wegtypen die in de emissiemodule worden onderscheiden.

Een goede tussenoplossing is het uitbreiden van verkeersmodellen met een emissiemodule. Bij de vergelijking van infrastructuurvarianten hoeft immers niet altijd een volledige doorvertaling naar luchtkwaliteit of geluidsbelasting te worden gemaakt. Immers, als variant 1 op een bepaald wegvak tot minder uitstoot door het verkeer leidt dan variant 2, of tot minder geluidsemisatie, dan is de verkeersbijdrage aan de concentratie langs de weg en de geluidsbelasting op de gevel in variant 1 ook navenant lager dan in variant 2. Daarnaast zijn er tal van studies waarbij een integrale afweging van belang is en concentratieberekeningen nog niet direct van belang zijn. Denk bijvoorbeeld aan strategische planvorming (GVVP, PVVP), MKBA's, evaluatie van benuttingsmaatregelen of studies naar de CO₂-emissies door verkeer en vervoer. In MKBA's wordt bijvoorbeeld gerekend met de totale voertuigemissies in het hele studiegebied.

Het grote voordeel van een verkeersmodel met emissiemodule is dat het beleidsproces efficiënter en sneller wordt. Daarom hebben wij een emissiemodule ontwikkeld die volledig is geïntegreerd binnen het softwarepakket voor verkeersmodellering: Omnitrans. In deze emissiemodule zijn ook inhoudelijke verbeteringen aangebracht ten opzichte van de huidige praktijk, die we hierna verder toelichten.

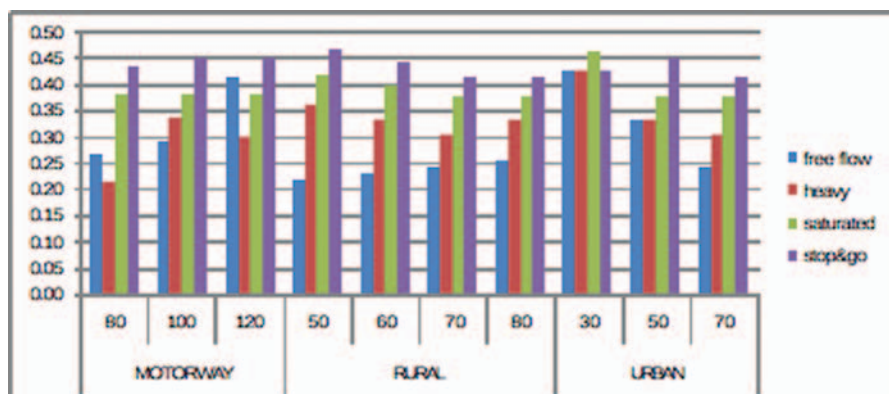
Inhoudelijke verbeteringen

Inhoudelijke verbeteringen in de standaard rekenmethoden voor luchtkwaliteit zijn ons inziens nodig voor wat betreft 1) de mate waarin rekening wordt gehouden met verkeersdynamiek in de emissie- en geluidsberekening en 2) de manier waarop koudestartemissies worden verdisconteerd in de emissiecijfers.

In de emissiemodule is gebruikgemaakt van emissiemodel ARTEMIS1 dat binnen een Europese studie is ontwikkeld door onder andere TNO, het Duitse TÜV en het Britse Transport Research Laboratory. ARTEMIS bevat emissiefactoren voor verschillende emissiecomponenten, voertuigcategorieën, wegtypen (zie tabel 1) en voor vier verkeersafwikkelingsniveaus, te weten:

- *free flow*: volledig vrije doorstroming;
- *heavy*: lichte congestie;
- *saturated/congested*: middelzware congestie;
- *stop and go*: zware congestie.

Op basis van ARTEMIS zijn gemiddelde emissiefactoren berekend voor het Nederlandse personen- en vrachtautopark, zowel voor het heden als voor toekomstige jaren. Voor historische jaren is de informatie over de samenstelling van de verkeersstroom afkomstig van het CBS. Voor zichtjaren hebben we

Figuur 3: Gewogen NO_x-emissiefactoren (bij warme motor) personenauto's in 2008, per wegtype en afwikkelingsniveau.

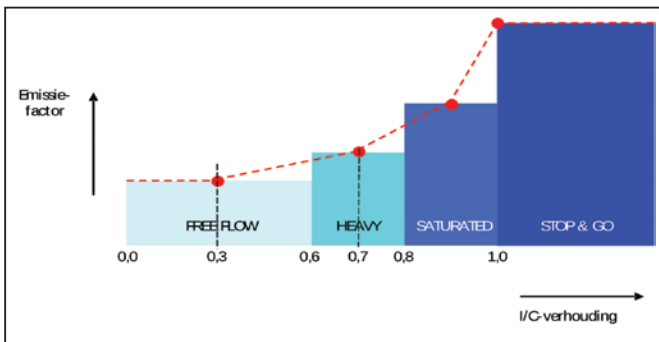
EEN BETROUWBARE BEREKENING VAN VERKEERSEMISSIES EN DE GELUIDSPRODUCTIE VALT OF STAAT MET HET GEDEGEN REKENING HOUDEN MET DE VERKEERSDYNAMIEK

gebruikgemaakt van het WLO-scenario (SE-scenario) van de gezamenlijke planbureaus.

Figuur 3 geeft voor personenauto's met warme motor de gewogen NO_x-emissiefactoren per wegtype en snelheidslimiet, zoals die zijn toegepast in de Omnitrans-emissiemodule voor het jaar 2008.

Figuur 3 laat duidelijk zien dat de verschillen in de NO_x-emissiefactor tussen afwikkelingsniveau van dezelfde orde-grootte zijn als of zelfs groter zijn dan de verschillen tussen de wegtypen. Dit onderstreept nog eens hoe belangrijk het is een goede typering van de verkeersafwikkeling te gebruiken binnen luchtkwaliteitsstudies. Ook opvallend is dat de NO_x-emissiefactor bij het *free flow* rijden op een autosnelweg met een snelheidslimiet van 120 km/h van dezelfde orde-grootte is als bij het *stop & go* rijden. Op wegen met een snelheidslimiet van 120 km/h is een lichte afname van de afwikkelingsnelheid (*heavy*) gunstig voor de uitstoot van personenauto's, doordat het verkeer met een nog steeds min of meer constante maar lagere snelheid rijdt.

Om in een verkeersmodel emissies te kunnen berekenen, moet per wegvak een inschatting worden gedaan van de verkeersafwikkeling. Bij een statisch verkeersmodel wordt dat gedaan aan de hand van de IC-ratio. Dat is de verhouding tussen de verkeersintensiteit (I) en de capaciteit (C) van de weg. De



Figuur 4: Interpolatie van de emissiefactoren in statisch model, afhankelijk van de I/C-verhouding.

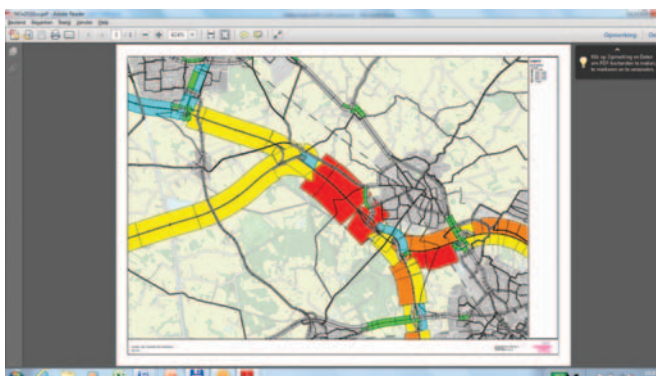
IC-ratio is als volgt aan de verkeersafwikkeling gekoppeld:

- IC-ratio < 0,6 => *free flow*;
- IC-ratio 0,6 tot 0,8: => *heavy*;²
- IC-ratio 0,8 tot 1,0: => *saturated/ congested*;
- IC-ratio > 1,0: => *stop and go*.

Om te voorkomen dat een kleine verandering in de IC-ratio tussen twee varianten (bijv. van 0,58 naar 0,61) tot een stapsgewijze verhoging van de emissiefactor zou leiden, is besloten de emissiefactoren per ontwikkelingsniveau te interpoleren. Figuur 4 geeft dit schematisch weer.

Een rekenvoorbeeld

Toepassing van de emissiemodule levert inzicht in de effecten op netwerkniveau, maar er kan ook op wegvakken worden ingezoomd om bijvoorbeeld te zien waar emissies van zowel stoffen als geluid toe- of afnemen in verschillende varianten. Figuur 5 en figuur 6 tonen een rekenvoorbeeld in de regio Twente. Figuur 5 toont per wegvak de NO_x-emissie per kilometer weglengte in de ochtendspitsperiode.



Figuur 5: NO_x-emissies per wegvak in de regio Twente in 2010 (gram per kilometer weglengte per uur).

HET GROTE VOORDEEL VAN EEN VERKEERSMODEL MET EMISSIEMODULE IS DAT HET BELEIDSPROCES EFFICIËNTER EN SNELLER WORDT

Figuur 6 laat vervolgens de verandering zien tussen 2010 en 2020. Duidelijk wordt dat de NO_x-emissies tussen 2010 en 2020 op delen van het wegennet toenemen, hetgeen met name te wijten is aan toenemende congestie. Langs deze wegen zal de verkeersbijdrage aan de NO₂-concentratie gaan toenemen.

Conclusies

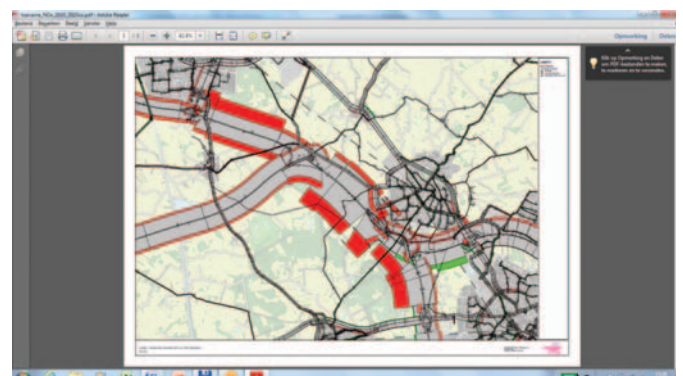
Er is een toenemende behoefte aan integrale afweging tussen bereikbaarheid en milieueffecten bij beleidsbeslissingen over verkeer en vervoer. In de huidige praktijk is dit inefficiënt en tijdrovend, omdat milieueffecten nu pas in kaart worden gebracht als de voor bereikbaarheid ideale variant is gekozen. Het direct inzicht kunnen geven in de milieueffecten na doorrekening binnen een verkeersmodel kan het planproces efficiënter maken. Dat directe inzicht kan worden gerealiseerd door toevoeging van een emissiemodule aan het verkeersmodel. Een tweede conclusie is dat de wijze waarop de standaard rekenmethoden omgaan met verkeersafwikkeling ver-

betering behoeft. De verbetering kan enerzijds worden aangebracht door meerdere niveaus van congestie aan te brengen en anderzijds door de verkeersmissies en de geluidsproductie, en vervolgens de luchtkwaliteit en de geluidsbelasting, niet met een statisch verkeersmodel maar met een dynamisch verkeersmodel uit te rekenen.

Noten

1. [Http://ec.europa.eu/transport/road_safety/projects/doc/artemis.pdf](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/projects/doc/artemis.pdf).
2. Die 0,8 is bewust gekozen, omdat nu bij CAR-berekeningen vanaf 0,8 lineair wordt geïnterpoleerd voor het bepalen van fractiestagnerend verkeer.

* Robert van den Brink en Luc Wismans zijn beiden werkzaam bij Goudappel Coffeng.



Figuur 6: Verschilberekening NO_x-emissies in de regio Twente, rood betekent toename in 2020 t.o.v. 2010, groen afname.