

Het hoe en waarom van een (microscopisch) verkeersmodel

Ronnie Poorterman
Oranjewoud

Marcel Meijer
Oranjewoud

Rick Sjoerdsma
Gemeente Harderwijk

Samenvatting

De ontwikkeling en toepassing van verkeersmodellen heeft de afgelopen jaren een enorme vlucht genomen. Het brede scala aan verkeersmodellen met verschillende toepassingsmogelijkheden roept echter een aantal vragen op, die beantwoord moeten worden wanneer overwogen wordt een verkeersmodel in te zetten. Ten eerste gaat het om de vraag waarom je een verkeersmodel zou willen inzetten? Wat is de meerwaarde van een verkeersmodel? Vervolgens komt de vraag aan de orde hoe je tot een keuze komt voor een bepaald type verkeersmodel. Welke afwegingen spelen daarbij een rol? En tenslotte gaan we in op de valkuilen die je tegenkomt bij de toepassing van verkeersmodellen. En hoe je voorkomt dat je in deze valkuilen trapt. Naast een theoretische beschouwing worden verschillende aspecten geïllustreerd aan de hand van een concrete praktijkstudie, de reconstructie van de N302 bij Harderwijk. We eindigen met een kort betoog over de het streven naar kwalitatief hoogwaardige modellen en advisering.

Trefwoorden

Verkeersmodellen, Werkwijze, Kwaliteit, Macroscopisch, Microscopisch

1. *Aanleiding*

De ontwikkeling en toepassing van verkeersmodellen heeft de afgelopen jaren een enorme vlucht genomen. Zowel de inhoudelijke functionaliteit van de softwarepakketten als de grafische presentatiemogelijkheden zijn enorm vergroot. Daarbij is ook het aanbod van verschillende softwarepakketten toegenomen. Ook worden verkeersmodellen soms onderdeel van een breed uitgezette en toegepaste onderzoeksmethodiek, zoals de Regionale Benuttingsverkenner binnen gebiedsgericht benutten.

Het brede scala aan verkeersmodellen met verschillende toepassingsmogelijkheden roept een aantal vragen op, die beantwoord moeten worden wanneer overwogen wordt om een verkeersmodel in te zetten.

- Ten eerste: waarom zou je een verkeersmodel willen inzetten? Wat is de meerwaarde, waar ligt de kracht van een verkeersmodel?
- Ten tweede: hoe kom je tot de keuze voor een bepaald type verkeersmodel? Welke afwegingen spelen een rol bij de keuze voor toepassing van een of meerdere verkeersmodellen?
- En tenslotte: wat kom je onderweg tegen bij de toepassing van een verkeersmodel? Welke werkzaamheden zijn benodigd en welke valkuilen zijn daarbij te benoemen? En natuurlijk, hoe voorkom je dat je in deze valkuilen trapt?

In de volgende hoofdstukken gaan wij in op deze onderwerpen. Naast een theoretische beschouwing illustreren wij verschillende aspecten aan de hand van een concrete praktijkstudie, de reconstructie van de N302 bij Harderwijk. In Harderwijk worden de komende jaren vele projecten uitgevoerd, waarbij de reconstructie van de N302 als slagader gezien kan worden. Ten aanzien van planning, maar ook van verkeersproductie en verkeershinder, is er duidelijke interactie tussen de reconstructie van de N302 en de overige projecten in en om Harderwijk. Het onderzoek ten behoeve van de reconstructie van de N302 voert Oranjewoud uit in opdracht van het projectbureau N302 (met als belangrijkste participanten de provincie Gelderland en de gemeente Harderwijk). De N302 loopt ter hoogte van Harderwijk door de bebouwde kom en vervult een belangrijke functie in de verwerking van bestemmingsverkeer voor de plaatselijke woningen, industrieterreinen, kantoren en attractiepunten zoals het Dolfinarium en Walibi World. Daarnaast vervult de weg een belangrijke functie als bovenregionale verbinding vanaf de A1 bij Kootwijk richting Flevoland en via Lelystad door naar Enkhuizen en eindigend op de A7 bij Hoorn.

Ter hoogte van Harderwijk is de N302 zwaar belast en met alle toekomstige ontwikkelingen in en om Harderwijk is de noodzaak tot opwaardering van de weg ontstaan. Het definitieve ontwerp voor de opgewaardeerde N302 en de fasering van de werkzaamheden staan nog niet vast. Via design en construct wordt aan aannemers gevraagd om hier in hun aanbieding invulling aan te geven. Bij de beantwoording van beide onderzoeksvragen (1. wat is het ideale eindplaatje en 2. welke fasering levert de minste overlast voor het verkeer tijdens de reconstructie) wordt een verkeersmodel ingezet. Daarmee wordt inzichtelijk gemaakt welke consequenties verbonden zijn aan bijvoorbeeld het op- of afwaarderen van een weg, het afsluiten van weggedeelten en het instellen van omleidingroutes.

Het verkeersmodel geeft bij alternatieve oplossingen inzicht in de door weggebruikers gekozen routes, de locatie en omvang van eventuele knelpunten en daarmee in de wenselijkheid van een bepaalde variant. In een iteratief proces kan gezocht worden naar de ideale configuratie, alvorens een bepaalde oplossing op straat gezet wordt.

Daarnaast heeft een verkeersmodel uiteraard ook een informerende waarde, bijvoorbeeld richting belanghebbenden. Met de plaatjes en beelden uit het verkeersmodel kan men op een heldere manier laten zien welke werkzaamheden uitgevoerd worden, hoe het eindbeeld zal zijn en welke maatregelen genomen worden om gedurende de uitvoering van de werkzaamheden de overlast tot een minimum te beperken.

Voordat wij verder gaan, geven wij enkele definities met betrekking tot verkeersmodellen. Dit vergroot de leesbaarheid van de volgende hoofdstukken.

- Softwarepakket: de software waarin een verkeersmodel wordt opgebouwd.
- Verkeersmodel: de verzameling data(bestanden) van wegen, verkeersaanbod, etc opgebouwd in een softwarepakket.
- Macroscopisch verkeersmodel: een verkeersmodel dat voertuigstromen berekent. Er is geen inzicht in individueel voertuiggedrag.
- Microscopisch verkeersmodel: een verkeersmodel dat individuele voertuigbewegingen simuleert. Daarmee wordt tevens de interactie tussen voertuigen inzichtelijk.
- Statische toedeling: een toedeling die geen rekening houdt met de effecten die congestie kunnen hebben op de routekeuze van voertuigen, bijvoorbeeld in het geval dat bij filevorming een sluiproute een aantrekkelijke alternatieve route wordt.
- Dynamische toedeling: een toedeling die wel rekening houdt met de effecten van vertraging door drukte op de weg op het routekeuzegedrag van automobilisten. Hierbij wordt, bijvoorbeeld per 15 minuten, berekend wat de actuele verkeerssituatie is en wat de meest aantrekkelijke routes zijn, rekening houdend met eventuele congestie.
- Questor, Paramics, Visum en Vissim zijn softwarepakketten voor de bouw van verkeersmodellen.

2. *Afweging toepassing verkeersmodel*

Waarom een (microscopisch) verkeersmodel toepassen?

Voor de toekomst kunnen allerlei vragen worden gesteld, vaak in termen van 'Wat gebeurt er als...'. Vragen als 'Wat gebeurt er als de bevolking verder toeneemt?', 'Wat gebeurt er als het aantal auto's per huishouden toeneemt?', 'Wat gebeurt er als we prijsbeleid gaan invoeren?', 'Wat gebeurt er als we een nieuwe weg gaan aanleggen?'. In wezen willen we twee zaken weten: 'Wat gebeurt er als de wereld om ons heen verandert?' en 'Wat gebeurt er als we op het gebied van verkeer en vervoer maatregelen treffen?' [bron: NRM Handboek versie 3.0, december 2006].

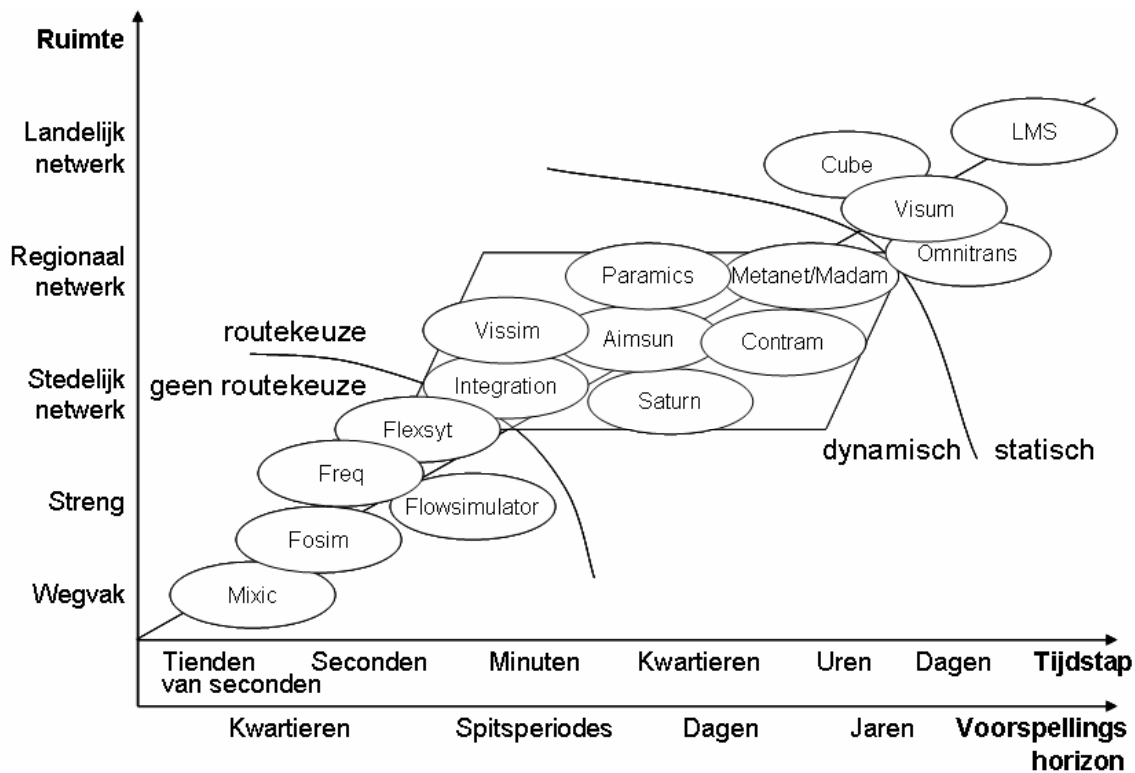
Kortom: verkeer is een complexe materie. Ieder individu bepaalt voor zich of hij of zij een reis maakt, wanneer, met welk vervoermiddel en langs welke weg. Daarbij spelen elementen als kosten, tijd en comfort een belangrijke rol. Het is moeilijk om zonder hulpmiddelen inzicht te krijgen in de patronen die gevormd worden door de optelsom van het individuele reisgedrag. Met een verkeersmodel kan dit wel.

Daarbij zijn beleidsmaatregelen, zoals het aanleggen van een nieuwe weg, vaak kostbaar en zijn financiële middelen beperkt. Een goede afweging tussen kosten en baten is daarom noodzakelijk. Ook hiervoor is een verkeersmodel een goed hulpmiddel.

Tenslotte zijn er argumenten om specifiek voor een microscopisch verkeersmodel te kiezen. Een microscopisch verkeersmodel houdt rekening met de interactie van voertuigen, dynamische routekeuze per voertuig en effecten van fysieke infrastructuur (rijstroken, kruispunten). Hiermee verkrijgen we inzicht in de omvang en locatie van wachtrijen, opgelopen vertragingstijden en aard en omvang van sluipverkeer. Daarnaast hebben microscopische verkeersmodellen een visuele meerwaarde, doordat rijdende voertuigen op een scherm geprojecteerd worden. Dit spreekt meer dan een getal dat de intensiteit op een weg aangeeft.

Ruime keuze softwarepakketten

In Nederland en daarbuiten bestaat een ruime keuze aan softwarepakketten. Ieder pakket heeft specifieke eigenschappen en daardoor ook eigen toepassingsmogelijkheden en beperkingen. In een poging om orde te scheppen in de diversiteit aan softwarepakketten is meer dan 10 jaar geleden al een figuur opgesteld, waarin de in Nederland meest gangbare softwarepakketten zijn ingedeeld naar voorspellingshorizon en ruimte [bron: Toedelings- en simulatieprogramma's voor autosnelwegen en netwerken, H. Taale, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, september 1996]. Figuur 1 is een geactualiseerde versie daarvan.



Figuur 1: In Nederland meest gangbare softwarepakketten ingedeeld naar schaal en detailniveau

Deze indeling van softwarepakketten wordt algemeen gehanteerd als richtlijn voor het toepassingsbereik van de verschillende pakketten. Daarbij worden wel de volgende twee opmerkingen gemaakt. Ten eerste komen er soms nieuwe pakketten bij, terwijl andere pakketten uit de gratie raken. Ten tweede kunnen bestaande pakketten zich ontwikkelen waardoor het toepassingsbereik naar ruimte en/of tijd wijzigt. De getoonde figuur is dan ook zeker niet allesomvattend en ook zeker geen statisch geheel. Desalniettemin geeft het aan niet-modeldeskundigen en incidentele gebruikers een goed eerste beeld van het speelveld van verkeersmodellen.

Afweging

Indien besloten wordt om een verkeersmodel in te zetten, dient vervolgens een keuze gemaakt te worden uit het brede aanbod van softwarepakketten en beschikbare verkeersmodellen. Op dat moment wordt een veelvoud aan vragen actueel:

- Wat is het projectdoel? Inzicht in een bepaalde vraag, afweging van varianten, kwantitatieve onderbouwing en/ of visuele ondersteuning? Verkennend of gericht onderzoek?
- Wat is het schaal- en detailniveau? Betreft het een lokale of regionale studie? Wordt inzicht gezocht in de dynamiek van verkeersbewegingen per minuut, of zijn gemiddelde uur- of etmaalwaarden relevant?

- Welke tijdshorizon wordt beschouwd? Is het planjaar bijvoorbeeld 2008 (denk aan benuttingmaatregelen) of 2030 (ruimtelijk-economische modellen)?
- Hoe groot zijn het studiegebied en invloedsgebied? Vooral van belang bij de praktische afwegingen voor de hoeveelheid werk om het model op te bouwen. Ook de rekentijd van computers wordt hierdoor beïnvloed, al speelt dit argument minder, nu computers steeds sneller worden en modellen ook via aparte servers gedraaid worden.
- Welke beoordelingscriteria zijn van belang? Intensiteiten, (betrouwbaarheid van) reistijden, trajectsnelheden, wachtrijlengtes en dergelijke.
- Welke bestaande modellen zijn al beschikbaar? Als basis voor bijvoorbeeld een microscopisch verkeersmodel wordt vaak een Nieuw Regionaal Model (NRM) of een ander regionaal of lokaal model gebruikt.
- Heeft de opdrachtgever kennis van of ervaring met bepaalde modellen of een eigen licentie van bepaalde software? Wordt een bepaald (type) model voorgeschreven?
- Over welke softwarepakketten beschik ik als adviesbureau en welk pakket kan of wil ik daarom graag inzetten?
- Wat is de planning en het budget? Laten planning en budget een uitgebreide modelstudie toe, of moet eerder aan een quick scan gedacht worden.

Uiteindelijk wordt een afweging gemaakt en wordt gekozen voor het softwarepakket en verkeersmodel dat het beste binnen de context van de betreffende studie past.

Bij de keuze voor het in te zetten verkeersmodel voor de studie in Harderwijk speelden verschillende elementen een rol. De opdrachtgever heeft aangegeven, dat het verkeersmodel rekening moest houden met alle ontwikkelingen in en om Harderwijk. In Harderwijk worden de komende jaren vele projecten uitgevoerd, waarbij de reconstructie van de N302 als slagader gezien kan worden. Het verkeersmodel moest daarbij inzicht bieden in de verkeersafwikkeling op wegvak- en kruispuntniveau, vertaald in intensiteiten, (traject)snelheden en lengte van wachtrijen. Dit beeld van de verkeersafwikkeling diende niet alleen beschikbaar te zijn voor de N302, maar ook voor alternatieve routes. Dit zijn zowel omleidingroutes als sluiproutes. Van concrete maatregelen tijdens de uitvoering van de reconstructiewerkzaamheden, zoals het afsluiten van een rijstrook of een aanpassing in de instellingen van een verkeerslicht, diende het effect aangetoond te kunnen worden. Verder geldt, dat de reconstructie uitgevoerd wordt in de periode 2008-2010, dus op betrekkelijk korte termijn. Tenslotte beschikte de gemeente Harderwijk reeds over een macroscopisch verkeersmodel in Questor voor de gehele gemeente en omgeving en over een microscopisch verkeersmodel in Paramics voor een deel van de gemeente. Deze modellen waren beschikbaar, hetzij om direct toe te passen, hetzij om als basis te dienen voor een nieuw op te zetten model.

Gezien de gewenste voorspellingshorizon en ruimte had toepassing van een microscopisch verkeersmodel de nadrukkelijke voorkeur. Dit model moest echter wel een voldoende groot studiegebied omvatten, om alle effecten in het gebied in beeld te kunnen krijgen. De keuze van Oranjewoud was om het macroscopische verkeersmodel uit Questor als basis te hanteren. Aangezien Oranjewoud beschikt over Visum en Vissim, is het bestaande macroscopische model omgezet naar Visum omgeving. Daarbij zijn de netwerken en matrices behouden en is de toedelingmethodiek overgenomen, teneinde de modelresultaten uit het bestaande model te kunnen reproduceren. Vervolgens is het model geconverteerd naar Vissim en is het benodigde detailniveau toegevoegd.

3. De praktijk: hoe maak je een verkeersmodel?

Bij het opstellen van een verkeersmodel zijn grofweg 3 mogelijke werkwijzen te onderscheiden. De minst arbeidsintensieve werkwijze is om een bestaand verkeersmodel één op één toe te passen. Dit is mogelijk wanneer het verkeersmodel actueel en vrij beschikbaar is en wanneer het betreffende adviesbureau over de benodigde software beschikt.

Als er nog geen bestaande modellen zijn (of als deze modellen te sterk verouderd zijn), dient een compleet nieuw model gebouwd te worden. Dit is een zeer arbeidsintensieve werkwijze.

De tussenweg is een veel voorkomende werkwijze, namelijk om op basis van bestaande modellen een aangepast model te bouwen. Het betreft dan vaak de actualisatie en/of verfijning van een bestaand model en/of de omzetting naar een ander softwarepakket. Deze werkwijze is ook bij Harderwijk gehanteerd. Onderweg kom je dan een aantal valkuilen tegen. In de volgende hoofdstukken wordt de gehanteerde werkwijze beschreven en worden de valkuilen expliciet benoemd.

Conversie

Adviesbureaus hebben vaak 1 of meerdere, maar nooit alle, softwarepakketten in bezit. Hierdoor komt het regelmatig voor, dat een model beschikbaar is in een ander softwarepakket dan waarvan een adviesbureau een licentie heeft. Conversie naar het eigen softwarepakket is dan een oplossing. Bureaus hebben hiervoor vaak in eigen beheer conversieprogramma's ontwikkeld. Soms is ook een import- of exportfunctie in de software geïntegreerd.

Over het algemeen zijn de infrastructuur en de matrices goed te converteren. De conversie van kruispuntinformatie is gecompliceerder en ook informatie over gehanteerde toedelingalgoritmes en parameterinstellingen is niet altijd beschikbaar. Hierdoor wijken toedelingsresultaten na conversie vaak af van die uit het oorspronkelijke model.

Valkuil: voorbij gaan aan het feit dat een conversie kan leiden tot andere toedelingsresultaten.

Bij de studie in Harderwijk is gebruik gemaakt van het volledige verkeersmodel uit Questor. Dit model is één op één omgezet naar Visum en ook de toedelingparameters zijn overgenomen. Hierdoor bleven de resultaten consistent.

Uitsnede

Het maken van een uitsnede is een veelgebruikte methode om detailvragen in een kleiner studiegebied te behandelen. Het gebruik van een kleiner model heeft namelijk duidelijke voordelen, zoals een kortere rekentijd en foutenreductie (bijvoorbeeld "vreemde" modelresultaten buiten het onderzoeksgebied). Bij het maken van een uitsnede wordt het verkeer op de randen van het uitsnedegebied vastgezet. Routekeuze is alleen nog mogelijk binnen het deelgebied van de uitsnede. Dit betekent, dat het gebied groot genoeg gekozen moet worden om alternatieve routes binnen het model te behouden. In de praktijk kan blijken, dat in een uitsnedemodel onevenredig grote congestie optreedt, omdat de uitsnede te klein gekozen is en alternatieve routes niet meer mogelijk zijn.

Valkuil: een te kleine uitsnede maken, waardoor belangrijke alternatieve routes buiten het uitsnedegebied vallen.

Bij de studie in Harderwijk is uit het volledige gemeentelijke verkeersmodel een zeer grote uitsnede gemaakt rondom Harderwijk en de N302. Alternatieve routes zijn daarmee behouden. En omdat het routekeuzealgoritme van Vissim gelijk is aan dat van Visum, is ook hier consistentie gewaarborgd. Routekeuze-effecten worden bepaald met het Visum model, de afwikkeling op kruispuntniveau volgt uit het Vissim model.

Figuur 2 geeft een beeld van het oorspronkelijke Questor model, het naar Visum geconverteerde model en een detail uit het Vissim model.



Figuur 2: Van links naar rechts: Harderwijk in Questor, Visum en Vissim

Detailinformatie toepassen

Het toevoegen van detailinformatie, zoals zoneverfijningen, nieuwe verkeerslichten of het aanpassen van bestaande verkeerslichten, kan leiden tot gewijzigde modelresultaten. Deze nieuwe modelresultaten zijn waarschijnlijk betrouwbaarder dan de eerdere, grove berekeningen, maar zij kunnen wel een ander licht schijnen op eerder getrokken conclusies. Dit ligt soms politiek gevoelig. Ook opdrachtgevers dienen zich hiervan bewust te zijn wanneer zij cijfers uit een gewijzigd modelstelsel verzoeken.

Valkuil: een bestaand model dusdanig aanpassen, dat uitkomsten veranderen en er discussie over de (nieuwe of oude) resultaten ontstaat.

Bij toepassing van het gemeentelijke verkeersmodel uit Questor is niet als uitgangspunt gehanteerd, dat het Questor model volmaakt is. Benodigde correcties zijn uitgevoerd, zoals het aanpassen van de route Vondellaan-Parallelweg. Deze route liep in het Questor model via een verkeerde route door een woonwijk. Hierdoor lieten de modelresultaten tussen Questor en Visum toch verschillen zien. Echter, door middel van het bijhouden van een logboek met modelaanpassingen is het op een later moment alsnog mogelijk om verschillen in modeluitkomsten en daaraan verbonden conclusies te duiden. Dit logboek had de technische documentatie van het Questor model als basis en is als zodanig ook beschikbaar gesteld aan de eigenaar van het model, de gemeente Harderwijk.

Daarnaast is bij het toevoegen van detailinformatie naast het Questor model ook het microscopische Paramics model gebruikt als ijkpunt voor invoer van kruispunttypes en voor modeluitkomsten.

Kalibratie

Een veel voorkomende aanpassing aan bestaande modellen is het herkalibreren van de matrices met resultaten uit recent verkeersonderzoek. Een dergelijke actualisatie brengt risico's met zich mee in de vorm van sterk gewijzigde verkeersstromen en routekeuzes. Deze risico's zijn vooral aanwezig wanneer het basismodel erg gedateerd is en bij de herkalibratie geen gebruik gemaakt wordt van de oudere tellingen, die gehanteerd zijn bij de oorspronkelijke bouw van het model. Valkuil: een bestaand model dusdanig aanpassen (door kalibratie), dat uitkomsten veranderen en er discussie over de (nieuwe of oude) resultaten ontstaat.

De herkalibratie van het model is uitgevoerd met zowel nieuwe tellingen als met de tellingen die zijn gehanteerd bij de bouw van het gemeentelijke Questor model. Nieuwe tellingen kregen bij de herkalibratie een grotere betrouwbaarheid dan oude tellingen. Het model geeft daardoor na kalibratie zo goed mogelijk de huidige situatie weer, zonder veel geweld te doen aan de verkeersrelaties die berekend zijn met het Questor model.

5. Vraagpunten

In het voorgaande hoofdstuk hebben wij de toepassing van verkeersmodellen in de praktijk beschreven. Daarbij hebben wij een aantal valkuilen benoemd en hebben wij aangegeven hoe daarmee omgegaan is in de praktijkstudie van de reconstructie van de N302. Het werken met verkeersmodellen levert echter nog een aantal discussiepunten op, die los staan van de inhoud van een individuele studie.

Verkeersstromen versus intensiteiten

Bij de bouw van een verkeersmodel worden de intensiteiten na kalibratie vaak getoetst aan de hand van beschikbare verkeersstellingen. Daarbij wordt voorbij gegaan aan de meer fundamentele vraag of verkeersstromen wel goed gemodelleerd zijn. Het kan voorkomen, dat verkeersstromen tussen verschillende herkomsten en bestemmingen niet goed zijn, maar dat zij wel elkaars fout corrigeren. Op een bepaald wegvak komt de ene verkeersrelatie bijvoorbeeld te weinig voor en de andere verkeersrelatie teveel. Per saldo kan de intensiteit daardoor wel kloppen, maar de onderliggende verkeersstromen dus niet. Dit kan leiden tot onverwachte effecten bij het doorrekenen van verkeerskundige maatregelen.

Wij zijn voorstander van een werkwijze, waarbij niet alleen op intensiteiten getoetst wordt, maar bijvoorbeeld ook op productie en attractie van een voedingspunt, gerelateerd aan de onderliggende socio-economische gegevens van inwoners en arbeidsplaatsen. Daarnaast is het verstandig om de ritlengteverdeling te controleren en steekproefsgewijs de snelste routes tussen belangrijke herkomsten en bestemmingen te toetsen, zodat ook op dit niveau de gemodelleerde infrastructuur beoordeeld wordt. Deze controleslagen kosten tijd, maar resulteren in een model met een langere houdbaarheidsdatum.

Robuustheid en gevoeligheid

Berekeningen met een verkeersmodel worden over het algemeen uitgevoerd voor een bepaald planjaar, bijvoorbeeld voor 2020. Tussen nu en 2020 zit 13 jaar en in die periode gebeurt nog veel, waar wij op dit moment geen notie van hebben. De input voor een verkeersmodel bestaat dan ook voor een groot gedeelte uit (overigens goed onderbouwde) aannames voor toekomstige ontwikkelingen. Automatisch bevatten de uitkomsten daardoor ook een bepaalde onzekerheid. Tegelijkertijd is wel de verleiding groot om de absolute getallen uit een verkeersmodel ook als absolute waarheid te hanteren. Vooral wanneer een bepaalde verkeerskundige maatregel net wel of net niet voldoende oplossend vermogen biedt, is dit zeer gevaarlijk. Bij een iets forsere gerealiseerde groei van het verkeeraanbod, is een maatregel die net wel leek te voldoen ineens niet meer probleemoplossend.

Wij opteren voor een werkwijze, waarbij veel meer gekeken wordt naar de robuustheid en gevoeligheid van oplossingen, door bijvoorbeeld te variëren met het verkeersaanbod. Daarmee wordt het oplossende vermogen van een maatregel goed onderbouwd, maar wordt het planjaar waarin de berekende intensiteiten gerealiseerd worden, enigszins losgelaten. Deze benadering past veel beter bij de onzekerheden in de toekomstige groei in het verkeersaanbod. En deze werkwijze is ook vooral van belang bij de toepassing van microscopische verkeersmodellen. Met deze modellen kan nauwkeurig gezocht worden naar maatregelen die nog net voldoende oplossend vermogen bieden en daarmee kostenefficiënt zijn. Daarbij wordt echter voorbij gegaan aan de fluctuaties in de groei van de intensiteiten over de jaren heen, maar ook de schommelingen gedurende het jaar en van dag tot dag.