

“Hoe onze kennis van de ruimtelijke omstandigheden, waarin de mens zich bevindt, ook zou toenemen, deze kennis bereikt nooit het eindpunt, omdat het aantal denkbare omstandigheden oneindig groot is, zoals de ruimte onbegrensd is.”

Leo Tolstoj, Oorlog en Vrede, Tweede Epiloog.

“Ik bereken alles ... dit proces van uitproberen en corrigeren is voor de beperkte menselijke intelligentie noodzakelijk”

Antoni Gaudí

Verbeterpunten in het Landelijk Model Systeem

Gerard de Jong en Eric Kroes, Significance¹

April 2008

1. Inleiding

Zoals schrijven de kunst van het weglaten is, zo is het bouwen van een wiskundig model van een verschijnsel uit de werkelijkheid een kwestie van zich beperken tot de hoofdzaken en verwijderen van de ‘ruis’ daar omheen. De werkelijkheid is altijd ingewikkelder en veelkleuriger; het model moet de essentie weergeven. Het verbeteren van een model komt dan neer op het realistischer afbeelden van de hoofdzaken, òf het verwijderen van ballast die er niet echt toe doet (of beide).

Het Landelijk Model Systeem (LMS) is een instrument voor het ramen van de toekomstige mobiliteit in Nederland bij verschillende scenario’s, en voor het doorrekenen van effecten van infrastructuurprojecten en beleidsmaatregelen (zoals beprijzing) op landelijke schaal. Het LMS wordt veelvuldig gebruikt bij de voorbereiding van beleidsdocumenten zoals de Nota Mobiliteit, en om invoer te leveren voor kosten-baten analyses (zoals die volgens het Overzicht Effecten Infrastructuur, OEI). Het LMS is ontwikkeld en regelmatig geactualiseerd door een team van onderzoekers, samen met en voor het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (in het bijzonder de Dienst Verkeerskunde, DVK, later de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, AVV, nu de Dienst Verkeer en Scheepvaart, DVS). Aan de kant van de onderzoekers is het model met name ontwikkeld door Hague Consulting Group, en later door RAND Europe en Significance. Er bestaat een vierdelige documentatieserie over het LMS, met een per deel oplopende mate van detaillering [1]. In 1999 is een groot gedeelte van het LMS herschat, wat geleid heeft tot de huidige versie: LMS versie 7 [2]. Momenteel werkt Significance, in opdracht van DVS, aan actualisatie (met name herschatting op recente gegevens) van versie 7 van het LMS, waarbij het basisjaar op 2004 komt. Voorbereidingen voor versie 8 zijn eveneens gaande.

In het document *Toets op het verkeersmodel ‘Landelijk Modelsysteem* van Henk van Mourik van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) van 7 januari 2008 [3] worden praktische ervaringen met het LMS geanalyseerd (o.a. uit de projecten Landelijke Markt en Capaciteit Analyse Weg en voor Anders Betalen voor Mobiliteit). Dit heeft geresulteerd in

¹ We ontvingen vele bruikbare opmerkingen op een eerder concept van leden van een begeleidingsgroep bestaande uit vertegenwoordigers van het KiM, DVS en het Directoraat-Generaal Personenvervoer en van Andrew Daly, en hebben deze zoveel mogelijk verwerkt. De verantwoordelijkheid voor wat er nu staat rust bij ons als auteurs.

een lijst van geconstateerde beperkingen van het huidige LMS voor wat het betreft het beantwoorden van beleidsvragen. Voor een deel worden deze beperkingen opgeheven in het lopende herschattingsproject, dat Significance (met Stratelligence en RAND Europe) voor DVS uitvoert, maar dit geldt beslist niet voor alle punten uit de lijst. Er blijven vragen over, met name inzake het adequaat modelleren van congestie en van betrouwbaarheid van reistijden. Ook anderen hebben op beperkingen van het model gewezen (b.v. Bert van Wee in *Verkeerskunde*, 2007, nummer 6 [4]).

In de offerte-aanvraag van 21 januari 2008 (kenmerk KiM-2008/38, project Strategische Verkeersmodellen) heeft het KiM Significance gevraagd om een essay te schrijven over wat Significance ziet als de zwakke punten van het LMS (met de aantekening dat beide kanten, net als eerdere evaluatoren, ook vele sterke punten zien). Een en ander is toegelicht in een gesprek tussen Carl Koopmans en Henk van Mourik van het KiM en Eric Kroes en Gerard de Jong van Significance op 17 januari 2008.

Het essay dient in ieder geval ook te gaan over het modelleren van congestie en van variabiliteit (betrouwbaarheid) van reistijden in het LMS. Maar de vraagstelling aan Significance is ruimer, en kan als volgt worden geformuleerd:

- *Stel dat een model nu vanaf nul ontwikkeld zou worden, hoe zou dat er uit zien?*
- *Wat ziet Significance als de punten die verbetering behoeven (gezien de huidige en te verwachten toekomstige beleidsvragen)?*
- *En met name: hoe zou het LMS op deze fronten verbeterd kunnen worden?*
- *Hoe belangrijk is ieder van deze punten voor de modeluitkomsten?*

Vele van de verbeterpunten die in dit essay aan de orde komen gelden niet alleen voor het LMS, maar ook voor het Nieuw Regionaal Model (NRM), de set van vier modellen (bijvoorbeeld NRM Randstad) voor de Nederlandse regio's, die geënt zijn op het LMS.

2. De rol van het LMS in het planningsproces

Beleidsvragen en transportmodellen

Transportmodellen worden voor zeer diverse doeleinden toegepast, soms ook andere dan waarvoor ze oorspronkelijk waren ontwikkeld. Zo is het LMS oorspronkelijk in de jaren 80 ontwikkeld voor het ondersteunen van de planning van de strategische transportinfrastructuur, terwijl het Noorse nationale model (inclusief een apart model voor de regio Oslo) in eerste instantie werd gebouwd voor het analyseren van de bijdrage van transport aan de CO₂ emissies. Beide modelsystemen worden inmiddels toegepast voor het doorrekenen van een groot scala aan beleidsmaatregelen (planning van weg- en spoorinfrastructuur, parkeerbeleid, beprijzing van het wegverkeer, benuttingsmaatregelen, verkeersmanagement, locatiebeleid; zie [5]). Dit is ook nodig om de ontwikkelkosten en onderhoudskosten terug te verdienen, en is een belangrijke succesfactor voor transportmodellen.

Transportmodellen worden enerzijds gebruikt om een indruk te krijgen van de gevolgen van autonome ontwikkelingen, zoals inkomensgroei en demografische veranderingen: wat komt er op het beleid af, wat is de uitdaging? Hierbij is het raadzaam om meerdere van deze 'omgevingsscenario's' door te rekenen, zodat men beleid kan ontwikkelen voor een heel palet van mogelijke toekomstige ontwikkelingen, in plaats van een enkele blauwdruk. Dit leidt tot robuust beleid.

Anderzijds zijn transportmodellen te gebruiken voor het doorrekenen van de effecten van beleidsmaatregelen (maatregel-effect analyses). Om de beleidsdoelen te halen (in een omgeving die kan meewerken of tegenwerken) worden allerlei beleidsinstrumenten overwogen. Met transportmodellen kan een indruk verkregen worden van het effect van individuele maatregelen of pakketten ervan op het gebruik van de verschillende vervoerwijzen en van de netwerken op verschillende tijdstippen en plaatsen. Hieronder gaan we na hoe verschillende beleidsmaatregelen, die nu en/of in de toekomst naar verwachting overwogen zullen worden in de beleidsvorming, in het LMS verwerkt kunnen worden.

Nieuwe wegen en spoorwegen, evenals weg- en spoorverbredingen kunnen worden ingebracht door de netwerken aan te passen. Het oorspronkelijke doel van het LMS was om de effecten hiervan te ramen in analyses op nationaal niveau.

Verandering van de brandstofaccijns, parkeerkosten en van de gemiddelde brandstof-efficiëntie kunnen doorgerekend worden door de kosten van de vervoerwijze auto(bestuurder) in de modellen te veranderen. Hetzelfde geldt voor een generieke heffing op autogebruik. Lokatie-specifieke heffingen (tol) kunnen in het netwerk worden gecodeerd en zo meegenomen, net als cordonheffingen. Voor de analyse van heffingen die variëren naar tijdstip van de dag is het van groot belang dat het LMS een submodel voor de tijdstipkeuze (vertrektijdstipkeuze) bevat, dat hiervoor gevoelig is. Veranderingen in de OV-tarieven worden gesimuleerd door de kosten van het reizen met OV in de modellen aan te passen. Maatregelen die de vaste autokosten beïnvloeden kunnen worden ingebracht in het autobezitsmodel (tegenwoordig: DYNAMO). Voor de effecten van beleid dat zich richt op de samenstelling van het autopark (bijvoorbeeld meer hybride auto's) zijn aparte autotype-keuzemodellen nodig (deels opgenomen in DYNAMO). Kwantitatieve parkeerrestricties worden weer-gegeven in aparte deelprogramma's, om het uitwijkgedrag bij overschrijding van de parkeercapaciteit in beeld te brengen. Ook heffingen waar abonnementen voor een langere termijn de mogelijkheid van korting geven, komen aan de orde in een apart submodel

voor de keuze tussen al dan niet een abonnement. Overigens zou ook voor het OV een submodel kunnen worden toegevoegd voor de abonnementenkeuze.

Benuttings- en verkeersbeheersingsmaatregelen (zoals autovrije straten, snelheidsbeperkingen, toeritdosering, weefstroken, doelgroepstroken, spitsstroken, dynamische informatievoorziening) kunnen ingebracht worden door aanpassingen in de capaciteit van verbindingen en de snelheden erop.

Het valt te verwachten dat er in de nabije en verdere toekomst beleidsmaatregelen getroffen zullen worden die zich (mede) richten op het verhogen van de betrouwbaarheid van reistijden. Het gaat hier om vermindering van de variabiliteit van de reistijden, zodat reizigers weten waar ze aan toe zijn. Het LMS kent een module (LMS-BT) om veranderingen in betrouwbaarheid (op hoofdwegen) te berekenen, maar dit is slechts bedoeld als een tijdelijke oplossing. Voor het adequaat kunnen doorrekenen van effecten van betrouwbaardere reistijden moet het model uitgebreid worden (zie verbeterpunt 19 in paragraaf 5).

Maatregelen op het gebied van ketenmobiliteit, zoals Park+Ride voorzieningen en transferia, zijn ook enigszins te simuleren door nieuwe overstapmogelijkheden tussen vervoerwijzen in de netwerken aan te brengen, maar komen meer tot hun recht als in het transportmodel expliciet aandacht wordt besteed (b.v. gebruik van een apart submodel) aan voor- en natransport van OV. In de nieuwe versie van het LMS die momenteel wordt ontwikkeld (LMS 7_2004) wordt het voor- en natransport van de trein expliciet gemodelleerd.

Veranderingen in het aantal inwoners van specifieke zones of het aantal arbeidsplaatsen (of andere attractievariabelen van zones), ook door ruimtelijk beleid, zijn eenvoudig in te brengen door de kenmerken van de zones aan te passen. Effecten van transportbeleid op ruimtegebruik worden door een transportmodel niet geleverd, hiervoor is een geïntegreerd grondgebruik-transportmodel nodig zoals het aan het LMS gekoppelde TIGRIS XL.

Beleid gericht op carpoolen is deels in te brengen omdat autopassagier als aparte vervoerwijze wordt meegenomen in het LMS. Carpoolstroken (*HOV-lanes*) kunnen met het LMS wegnen en de opgenomen vervoerwijzen gesimuleerd worden. Bevordering van de vorming van carpools zou echter om een apart submodel vragen.

Veranderingen in de mate van deeltijdwerk zijn in te brengen door een ander gewicht te geven aan deeltijdwerkers. Het effect van meer telewerken, teleshopping, e.d. kan opgenomen worden door de woon-werkfrequenties en de woon-winkelfrequenties aan te passen (en mogelijk ook frequenties voor andere verplaatsingsmotieven als substitutie-effect voor minder pendel en winkelbezoek), maar de vraag is in welke mate telewerken en teleshopping toe zullen nemen. Hiervoor zijn exogene veronderstellingen of aparte submodellen (zie [6]) nodig. De effecten van diverse andere beleidsmaatregelen (promotiecampagnes, verbeteringen voor niet-gemotoriseerde verkeer, meer comfort in het openbaar vervoer) zijn te benaderen door ze te vertalen in equivalente eenheden reiskosten en minuten reistijd voor de reizigers, en dan via deze variabelen door te rekenen..

Modelinvoer

Een typische prognosetermijn voor het LMS is 10 tot 30 jaar vooruit (bijvoorbeeld van 2004 tot 2030). In een dergelijk tijdsbestek kunnen veel zaken veranderen. In het model wordt rekening gehouden met veranderingen in ruimtelijke variabelen, netwerkvariabelen, sociaal-economische variabelen en demografische variabelen. De waarden van deze variabelen in

het basisjaar (bijvoorbeeld 2004) en een toekomstjaar (bijvoorbeeld 2030) vormen de inputs in de toepassing van het LMS.

Het LMS is gevoelig voor de volgende invoervariabelen:

- Ruimtelijke variabelen: spreiding van wonen en werken, winkels, scholen, enz..
- Netwerkvariabelen: capaciteit van wegen en spoorwegen, maximum snelheden, reiskosten, frequenties.
- Sociaal-economische factoren: inkomens, omvang en samenstelling van de beroepsbevolking, rijbewijs- en autobezit.
- Demografische variabelen: bevolkingsomvang, leeftijdopbouw, huishoudgrootte.

De inputvariabelen voor een toekomstjaar, zoals het inkomen en de bevolkingsomvang in 2030, zijn zelf prognoses. Zij worden, in verschillende scenario's, opgesteld door bijvoorbeeld het Centraal Planbureau (CPB) en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Uit simulaties met het model is gebleken dat de onzekerheid van de modeluitvoer sterker afhangt van de onzekerheid in deze invoervariabelen dan van de onzekerheid over de modelcoëfficiënten [7]. Het is in de beleidvoorbereiding van groot belang om te werken met prognoses van betrouwbaarheidsintervallen (voor bijvoorbeeld het aantal voertuigen op een weg) in plaats van een voorspelling voor enkel punt, zodat beleid geformuleerd kan worden dat niet alleen gemiddeld goed werkt, maar in vele mogelijk toekomstsituaties (robuust beleid).

Modeluitvoer

De uitvoer van het LMS betreft het verkeer en vervoer op een gemiddelde werkdag (in basisjaar of toekomstjaar). Uiteindelijk levert het LMS twee soorten uitvoer:

- mobiliteitsprognoses: ramingen van bijvoorbeeld het zonale aantal rijbewijzen en personenauto's of van het aantal reizen of kilometers per reismotief, vervoerwijze en deel van de dag (ochtendspits, avondspits, rest van de dag);
- prognoses van netwerkgebruik: ramingen van bijvoorbeeld de aantallen voertuigen op het wegennetwerk. Tot deze uitkomsten behoren ook ramingen van de mate van congestie, zoals de reissnelheden en het aantal uren verloren door files. Het model maakt geen onderscheid tussen incidentele congestie (door bijvoorbeeld ongevallen) en structurele congestie, maar levert kengetallen voor het geheel van beide soorten congestie .

Behalve als vooruitberekeningen onder een bepaald scenario kunnen beide soorten van prognoses ook dienen voor maatregel-effect analyses. Hierbij gaat het om het effect op verkeer en vervoer van afzonderlijke maatregelen (bijvoorbeeld prijsmaatregelen, infrastructuurprojecten en ruimtelijk beleid).

Deze uitkomsten van het LMS worden regelmatig gebruikt als invoer voor weer andere modellen en procedures om additionele indicatoren voor evaluatiestudies te berekenen. Zo worden de reizigerskilometers, aantallen voertuigen op de netwerken en de reistijden uit het LMS gebruikt voor het bepalen van reistijdwinsten, bereikbaarheid, verkeersgeluid, emissies, ongevallen, energieverbruik, enz..

3. Het ideale model als vanaf nul gestart kon worden

Twee modellen naast elkaar

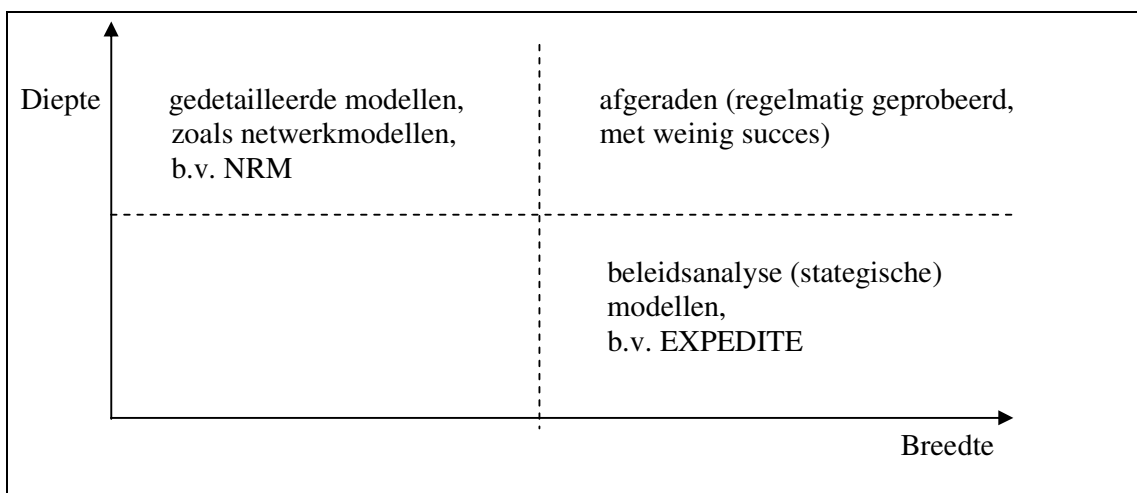
Modellen worden doorgaans in relatief kleine stappen verbeterd, omdat dat veel efficiënter is dan regelmatig een geheel nieuw model uit de grond te stampen. Ook voor het LMS geldt dat wij adviseren het op een aantal punten te verbeteren in plaats van het te vervangen door een geheel nieuw model. Aan de andere kant is het goed om na te denken over hoe een ideaal model eruit zou kunnen zien, als we geen rekening zouden hoeven te houden met reeds gedane investeringen in het LMS. Dit geeft namelijk aan waar we uiteindelijk naar toe zouden willen met het model.

Transportmodellen worden enerzijds gebruikt voor prognoses en beleidssimulaties van de mobiliteit (b.v. reizigerskilometers in Nederland per vervoerwijze) en anderzijds voor het doorrekenen van maatregelen op het niveau van netwerklinks (bijvoorbeeld aanleg van een nieuwe weg, of beprijzing naar tijd en plaats). Het eerst kan gedaan worden met veel lichtere en snellere modellen dan LMS en NRM. Wij denken dat het goed zou zijn om ook twee modellen naast elkaar te hebben:

- een eenvoudig, snel en gebruiksvriendelijk strategisch model;
- een gedetailleerd prognosemodel met een groot aantal zones en netwerklinks.

In termen van de eerste paragraaf van paragraaf 1 kan het strategische model ontwikkeld worden door het verwijderen van (voor specifieke toepassingen) ballast. Bij het tweede, gedetailleerde model gaat het om het toevoegen van allerlei zaken aan LMS en NRM om het realiteitsgehalte te verhogen.

Figuur 1. Verschillende typen modellen naar breedte en diepte



bron: [8]

In [8] wordt beschreven (zie ook Figuur 1) dat modellen waarin men tegelijk breed en diep wil gaan doorgaans tot mislukkingen leiden. Breed betekent dat vele factoren worden meegenomen, bijvoorbeeld vele sociaal-economische factoren, of ook grondgebruik, emissies en arbeidsmarkt naast transport. Diep betekent: veel detail per factor, zoals grote netwerken en veel zones. Het is beter om in een model voor breedte te kiezen (strategisch model) of voor

diepgang (gedetailleerd prognosemodel).² Beide modellen kunnen elkaar in de beleidspraktijk aanvullen. Een strategisch (beleidsanalytisch) model kan gebruikt worden voor een eerste *screening* van een groot aantal beleidsopties. De veelbelovende pakketten kunnen vervolgens in detail worden doorgerekend met het prognosemodel. Ook kan het strategische model gebruikt worden om effecten van belangrijke ontwikkelingen (voortgaande inkomensgroei, vergrijzing) globaal te onderzoeken: welke factoren dragen het meeste bij aan de groei? Een dergelijk model kan gebouwd worden op basis van uitkomsten van het gedetailleerde prognosemodel (zoals in het EXPEDITE project voor de EU). Het bevat minder zones dan het gedetailleerde prognosemodel en (in het geval van EXPEDITE) geen expliciete netwerken (mogelijk wel virtuele netwerken), zodat het veel sneller te draaien is ('repro-model'). Congestie kan bij benadering worden meegenomen in een model zonder expliciete netwerken door in 'area-wide speed-flow' curves (zie bijvoorbeeld [9]) de totale verkeersvraag in een gebied of corridor te relateren aan de totale capaciteit. Dit wordt bijvoorbeeld gebruikt in het EXPEDITE model en in de National Road Traffic Forecasts van het Verenigd Koninkrijk [10].

Het 'ideale' prognosemodel voor mobiliteit en netwerkgebruik

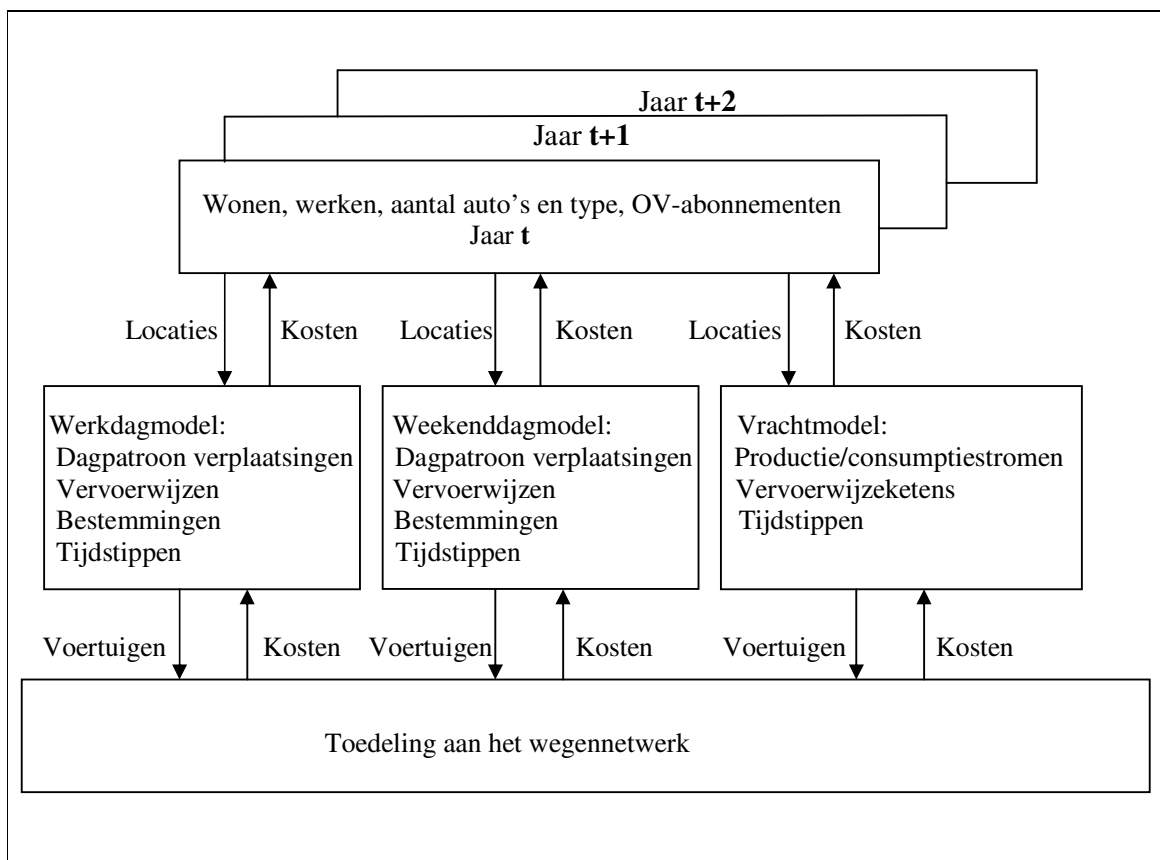
Het LMS bevindt zich enigszins onderin het vak linksboven in Figuur 1, en het NRM meer naar boven (meer detail) in hetzelfde vak. Het vervolg van deze paragraaf gaat over het gedetailleerde prognosemodel, dat dezelfde rol zou kunnen vervullen als het LMS en NRM nu. Een les uit het bovenstaande is dat we in dit model niet alles aan alles moeten willen koppelen. Dit wordt voor een belangrijk deel ondervangen door modulair te werken; binnen aparte modules hangen vele dingen samen, tussen modules zijn er veel beperktere uitwisselingen (zie Figuur 2). Dit ideaalbeeld bevat een groot aantal zones (in combinatie met Geografische Informatie Systemen, GIS) en zeer gedetailleerde netwerken.

De eerste module is die voor de structurerende keuzes: woonlocaties, werkgelegenheidslocaties, autobezit (inclusief autotypekeuze), en bezit van OV-abonnementen en kortingskaarten.³ Demografische ontwikkelingen (vergrijzing, fase in de levenscyclus) en economische ontwikkelingen zijn invloedsfactoren op deze keuzes. Bij voorkeur zou deze module ontwikkeld worden als een dynamisch model (jaar op jaar; korte termijn dynamiek), met sterke afhankelijkheid van de situatie in het voorgaande jaar, naast het zich geleidelijk ontrollen van lange termijn trends (lange termijn dynamiek).

² Een model met weinig diepte en weinig breedte is ook mogelijk, bijvoorbeeld voor didactische en communicatie doeleinden. Ook kan men denken aan prognosemodellen voor de korte termijn, die grotendeels gebaseerd zijn op waarnemingen over de huidige situatie. Wel, geldt dat als het model toch snel is, meer factoren kunnen worden toegevoegd (verbreding) dan mogelijk is in een gedetailleerd model.

³ Voor de liefhebbers: het gaat hier om Markov modellen met discrete tijdsperioden van een jaar en overgangskansen tussen diverse toestanden voor de huishoudens, of om competing hazards duurmodellen.

Figuur 2. Structuur van het ideale gedetailleerde landelijke prognosemodel



De tweede module⁴ hangt af van de uitkomsten voor een bepaald jaar van de eerste module. In feite gaat het hier om meerdere –statische- submodules voor dagelijkse keuzen:

- werkdagmodel (een activiteitenmodel met het gehele dagpatroon van de verplaatsingen op een gemiddelde werkdag, met bestemming, vervoerwijze en tijdstip voor ieder van de verplaatsingen);
- weekenddagmodel (idem, maar voor een gemiddelde weekenddag); mogelijk ook een model voor vakantieperioden (inkomend en uitgaand toerisme).
- vrachtmodel (transporten van productie naar consumptielocatie, met vervoerwijzeketen en tijdstip);
- Eventueel ook: een lange afstandsverkeersmodule voor een heel jaar (zakenreizigers, toeristen, zowel Nederland in als uit). Dit is weer te koppelen aan reizen via Schiphol, reizen met de hogesnelheidstrein en lange afstandverplaatsingen met de auto en touringcar.

Verplaatsingen met motorfietsen dienen opgenomen te worden in het werkdagmodel en zeker het weekenddagmodel (ontbreken nu in het LMS). Passagiersverplaatsingen met bestelauto's

⁴ Voor dezelfde groep: Hier gaat het om logitmodellen; indien in de toepassing mogelijk mixed logit modellen (met stochastische componenten voor variatie in smaak), anders een vorm van generalised extreme value (GEV) modellen, zoals geneste logit.

horen ook in deze beide submodellen thuis, en goederenvervoer ermee in het derde submodel (als de data het toelaten).

De derde en laatste module is die voor toedeling aan netwerken (met name voor het wegverkeer, maar er kan ook een toedeling aan het spoor netwerk zijn). Deze hangt af van de vraag uit de tweede module. Bij voorkeur is dit een dynamische toedeling, op microscopisch niveau. Dit betekent dat individuele voertuigen (personenauto's, vrachtauto's, evt. ook bussen) op het netwerk worden geladen en dat de beweging ervan binnen een bepaalde simulatieperiode in de tijd wordt gevolgd.

Naast afhankelijkheid tussen de modules van boven naar beneden, is er ook een uitwisseling van beneden naar boven: op de netwerken worden reistijden, reiskosten en de variabiliteit van reistijd bepaald, die gebruikt worden in de tweede module. In Figuur 2 wordt met kosten zowel tijdskosten, variabiliteit van reistijden als monetaire kosten bedoeld. De eerste module is ook afhankelijk van reistijden, variabiliteit en reiskosten, maar op een meer algemene manier (niet specifiek per route). Zo kan het model als geheel iteratief worden gebruikt.

De uitvoer van het bovenstaande model bestaat uit:

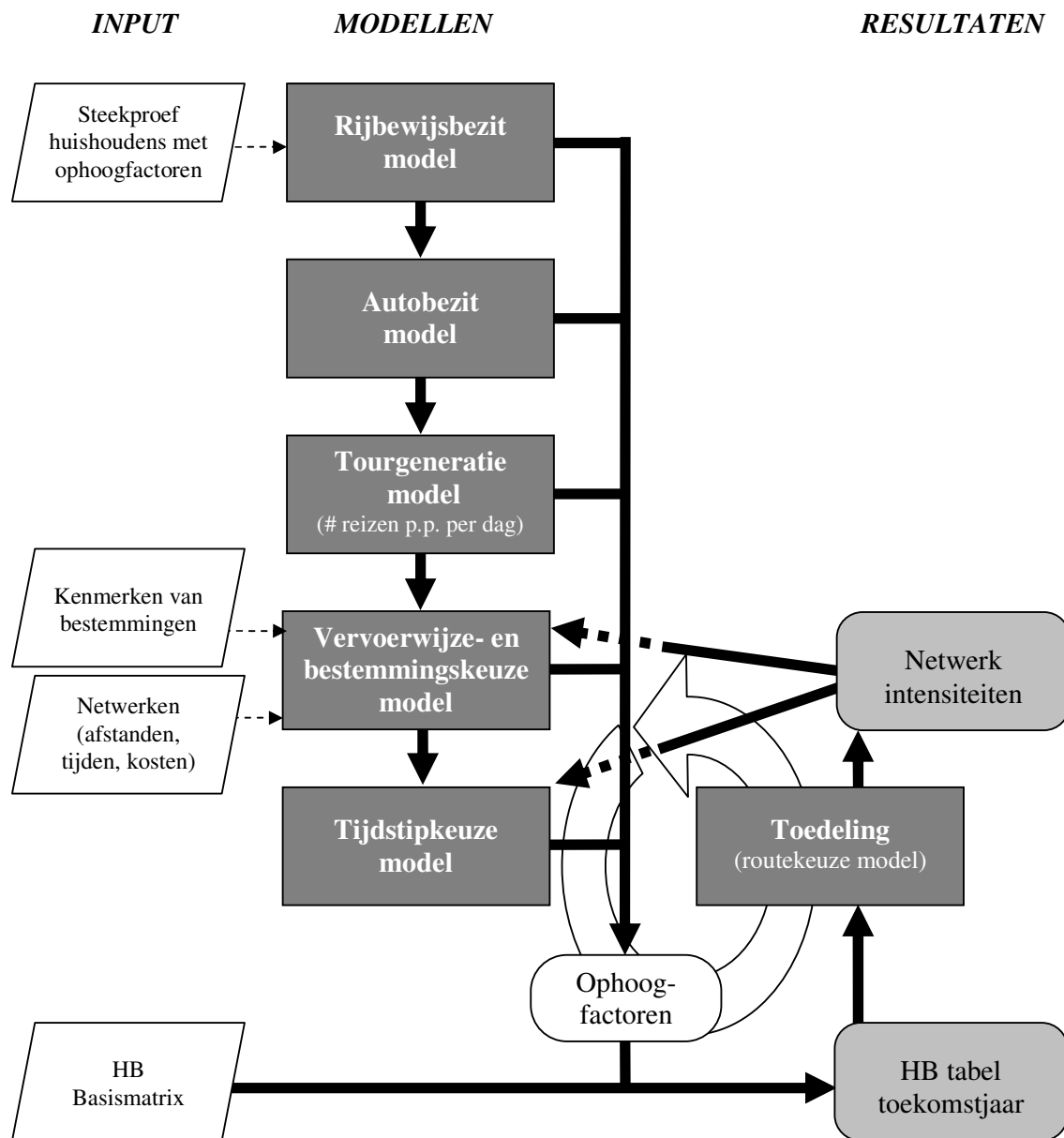
- Prognoses van waar mensen wonen en werken, en van autobezit en abonnementenbezit, per jaar over een periode van 20-30 jaar;
- Mobiliteitsprognoses;
- Netwerktoedelingen;
- Economische baten voor de reizigers (voor gebruik in kosten-baten analyses).

Ook zou het effect op deze uitvoervariabelen geleverd kunnen worden voor beleidsmaatregelen (ruimtelijk beleid, beprijzing in wegverkeer en OV, parkeerbeleid, infrastructurele maatregelen), en zouden er voor deze variabelen niet alleen individuele voorspellingen (puntprognoses) maar ook betrouwbaarheidsintervallen kunnen worden berekend.

4. De modelstructuur in het kort

Het LMS kan worden gekarakteriseerd als een ‘micro-macro-model’. De keuzes over het bezit van auto’s en rijbewijzen, het aantal reizen dat men maakt op een dag, de vervoerwijze, de bestemming en het moment waarop men reist worden gemodelleerd op het niveau van individuele huishoudens en personen (micro). Bij elkaar levert dit de transportvraag op. Deze wordt op macro-niveau (in dit geval het niveau van verkeersstromen tussen zones) geconfronteerd met de aangeboden capaciteit (bijvoorbeeld van wegen in een netwerk). Individuele reizigers komen elkaar nu eenmaal tegen op dezelfde wegen. De congestie die hier wordt berekend wordt teruggekoppeld naar de vraag (vervoerwijze, bestemming en tijdsperiode van reizen kunnen worden aangepast aan reistijden inclusief congestie).

Figuur 3. Structuur van het LMS



5. Punten van het LMS die voor verbetering vatbaar zijn

Het LMS heeft vele sterke punten, dat heeft de praktijk al ruimschoots bewezen en is onderschreven door deskundigen in binnen- en buitenland (zie o.a. [11]). Maar dat is niet waar deze notitie zich primair op richt (een kort overzicht van sterke punten is te vinden in appendix 1). Waar het hier met name om gaat is een inventarisatie van de zwakke punten van het LMS, elementen die voor verbetering vatbaar zijn.

Hieronder bespreken wij een aantal zwakke punten, met mogelijkheden om tot verbetering te komen. Het gaat hier niet alleen om de zwakke punten zoals wij die zelf zien, er worden hieronder ook punten besproken die door anderen als problematisch zijn genoemd. Als wij het daar niet mee eens zijn, zullen we dit hieronder aangeven. Het aantal punten dat wij noemen is omvangrijk. Dat betekent niet dat het model slecht is, maar geeft veeleer aan dat we de lat hoog leggen. En verder geven we ook elementen aan die door anderen worden genoemd maar waar wij het niet mee eens zijn. En we bespreken ook diverse zaken die in versie 7 van het LMS voor verbetering vatbaar zijn, maar die in versie 7_2004 waaraan momenteel wordt gewerkt, al worden geadresseerd (of die volgens de bestaande plannen voor LMS 8 verbeterd zullen worden). De verbeterpunten worden besproken in vier categorieën:

- Punten betreffende de aard van het model;
- Punten betreffende de transportvraag;
- Punten betreffende het aanbod (netwerken) en terugkoppeling naar de vraag;
- Punten betreffende de invoer en uitvoer van het model.

Punten betreffende de aard van het model:

1. Het LMS is geen activiteiten model

In de keuzemodellen van het LMS wordt gewerkt met reizen, niet met verplaatsingen. Een reis is hier gedefinieerd als een keten van verplaatsingen die thuis begint en daar ook weer eindigt, bijvoorbeeld een keten met een woon-werkverplaatsing vanaf huis naar het werk en een verplaatsing van het werk weer terug naar huis. Het aantal reizen per persoon per dag wordt geraamd in elk van zeven reismotieven. Hoewel met reizen wordt gewerkt in plaats van verplaatsingen, is het LMS geen expliciet activiteitenmodel ('*activity-based*' model). Dergelijke modellen behandelen transport als een afgeleide van de keuze om deel te nemen aan activiteiten buitenshuis. Hierbij hoort ook de keuze van een dagindeling, waarbij diverse activiteiten kunnen worden gecombineerd in dezelfde keten van verplaatsingen (b.v. winkelen op de terugweg van het werk). In het LMS worden dergelijke verplaatsingsketens niet expliciet gemodelleerd en de reisfrequenties voor de verschillende motieven zijn onafhankelijk van elkaar. Een verandering in een woon-werk reis (b.v. door flexibelere werktijden) heeft in het LMS geen invloed op een bestaande winkelreis van dezelfde persoon. In werkelijkheid kan er een ingewikkelder verplaatsingsketen ontstaan, waarbij beide reizen voortaan worden gecombineerd tot één reis. Een prijsingsysteem als dat in Londen, waarbij men betaalt voor de toegang tot een gebied voor een dag, kan leiden tot combinatie

van meer verplaatsingen binnen de reis. Bij ingewikkeldere verplaatsingsketens zal men eerder geneigd zijn voor de auto als vervoermiddel te kiezen. Activiteitenmodellen zijn de laatste jaren ontwikkeld in diverse Noord-Amerikaanse stedelijke gebieden (b.v. Portland, San Francisco, New York, Toronto) en Tel Aviv. In Nederland is er een activiteitenmodel ontwikkeld voor AVV/DVS door de TU Eindhoven, genaamd ALBATROSS, dat gebruikt kan worden in aanvulling op het LMS, met name voor specifieke maatregelen op het gebied van werk- en openingstijden.

2. Het LMS veronderstelt dat de preferenties voor wat betreft het reisgedrag van een bevolkingsgroep constant zijn in de tijd

Concreet gaat het hier om de veronderstelling dat reizigers binnen dezelfde bevolkingsgroep in hun transportkeuzen, zoals vervoerwijzekeuze, onder dezelfde omstandigheden hetzelfde reageren. Dit zegt niet dat de mobiliteit niet fors kan veranderen, dat kan wel degelijk, maar dan door veranderingen in de bevolkingssamenstelling (b.v. meer hoge inkomens) en in de omstandigheden (b.v. andere transportkosten). DVS heeft ter rechtvaardiging opgemerkt dat het aantal verplaatsingen per persoon per dag (volgens het OVG/MON 1985-2004) redelijk constant is in de tijd (zie [3]). Maar het is niet uitgesloten dat in werkelijkheid de houding van de bevolking (attitudes) zou kunnen veranderen, met name de houding ten opzichte van de meest vervuilende vervoerwijzen. Om dit in te brengen in het LMS zouden attitudes expliciet moeten worden verklaard (als functie van waargenomen variabelen, zoals opleiding en leeftijd) en gekoppeld aan het reisgedrag (bijvoorbeeld de gevoeligheid voor kenmerken van vervoerwijze). Er zijn technieken om dit te doen, maar die worden voorzover ons bekend (vooralsnog?) niet gebruikt in operationele verkeersmodellen. Bovendien kunnen er ook veranderingen in de tijd optreden in de attitudes binnen eenzelfde sociaal-economische bevolkingsgroep, die niet opgepikt zouden worden door een dergelijk attitude-model. De enige manier om hier in het LMS mee om te gaan is om gedragsparameters (bijvoorbeeld gevoeligheid voor reistijd of reiskosten) in gevoeligheidsanalyses te veranderen. Wat ook gedaan kan worden voor toekomstige jaren is om in de keuzemodellen de kostengevoeligheid te laten dalen ten opzichte van de reistijdgevoeligheid. Dit weerspiegelt de toename in de tijd van de reistijdwaardering (door inkomensgroei) en wordt zo toegepast in studies in Engeland.

3. Het LMS veronderstelt dat binnen een bevolkingsgroep iedereen dezelfde preferenties in het reisgedrag heeft

Dit klopt, onder gelijke omstandigheden (herkomstzone, reistijden en -kosten). Wel wordt er een groot aantal bevolkingsgroepen onderscheiden (335 bevolkingsgroepen in de ophoogprocedure, en nog veel meer in de reisfrequentiemodellen). Binnen een groep zou gewerkt kunnen worden met coëfficiënten voor reistijd en -kosten die ieder een kansverdeling hebben (dit wordt een model met 'variatie in smaak' genoemd, een vorm van het *mixed logit* model dat nu erg 'in' is op diverse universiteiten). Dit is in een herschatting van het LMS wel uitvoerbaar, maar zou tot veel langere *runtime* in de toepassing leiden, omdat er dan een groot aantal simulaties nodig is voor deze kansverdelingen. Wij verwachten dat het dit momenteel niet waard is.

4. Het LMS werkt niet met vaste tijdbudgetten voor reizen

De theorie van de vaste tijdbudgetten zegt dat personen een gelijk blijvende hoeveelheid tijd per dag besteden aan reizen (het tijdbudget voor reizen). Recente overzichten geven aan dat er wel enige empirische onderbouwing is, maar nopen ook tot voorzichtigheid als het gaat om harde conclusies (zie [12] en [13]). Het lijkt ons juist een voordeel dat het LMS vaste

tijdbudgetten niet als uitgangspunt heeft, maar flexibel is, en dat aan de uitkomsten in termen van totale reistijd afgelezen kan worden in hoeverre de tijdbudgetten voor reizen variëren.⁷

Interessante ontwikkelingen in het buitenland

Enkele ontwikkelingen in andere landen waar wij bij aan zouden kunnen sluiten in Nederland zijn:

- Duitsland: het gebruik van grote aantallen zones en relatief zeer gedetailleerde netwerken (ook lagere-orde wegen). Daar staat tegenover dat in Duitsland de berekening van de verkeersvraag vaak op minder gedetailleerde manier wordt uitgevoerd dan in Nederland. Het is overigens de vraag of we in Nederland net zo ver zouden moeten gaan als de modellenbouwers in Duitsland, maar dat het OWN in meer detail moet worden gerepresenteerd is duidelijk (zie paragraaf 5 punt 14);
- Zweden: net als in Nederland een systeem van regionale modellen dat aansluit op een nationaal model; en net als in Duitsland veel ruimtelijk detail: 9.000 zones in totaal, waarvan 2.700 in de regio Stockholm, met 33.000 links in die regio (zie paragraaf 5 punt 14);
- Frankrijk: het gebruik van een verdeling (bijvoorbeeld lognormale verdeling) voor de reistijdwaardering, gerelateerd aan de verdeling van de inkomens: verschillende reizigers hebben een verschillende reistijdwaardering. Op deze wijze wordt rekening gehouden met het feit dat ook binnen homogene groepen reizigers (bijvoorbeeld reizigers met hetzelfde motief, bij de toedeling) er verschillen zijn in afwegingen tussen tijd en kosten (zie punt 3 in paragraaf 5). Dit zou in het toedeelmodel opgenomen kunnen worden;
- Italië: veel specifieke aandacht voor lange-afstandverkeer en vrachtverkeer. Lange afstandverkeer heeft in Italië onder andere te maken met toerisme, waarbij ook het grensoverschrijdend verkeer en weekendverkeer van belang is (zie paragraaf 5 punt 24), en integratie van personenverkeer en vrachtverkeer (zie punt 15 in paragraaf 5);
- Engeland: de evaluatie omvat breder kader (Eddington en Stern rapporten): meer aandacht voor effecten op de nationale en regionale economie en milieu-effecten (zie ook paragraaf 5 punt 24); meer aandacht voor versterking van consistentie binnen en tussen (deel)modellen (paragraaf 5 punt 16).
- Verenigde Staten: steeds meer activiteitenmodellen (zie punt 1 in paragraaf 5).

5. Het LMS levert slechts een uitkomst voor de lange termijn (geen jaar-op-jaar prognose)

Het LMS is een prognose-instrument voor de lange en middellange termijn (10-30 jaar). Als de termijn nog langer wordt, neemt de betrouwbaarheid van het model langzaam af, omdat betrouwbare invoervariabelen niet te leveren zijn en de aanname van constante preferenties moeilijker houdbaar wordt. Prognoses voor een korte termijn, enkele jaren vooruit, zijn met het LMS ook lastig. Dit komt enerzijds door de aard van de keuzen in het model: met name de bestemmingskeuze in motieven als woon-werk, woon-zakelijk en woon-school zal zich slechts langzaam aanpassen aan veranderde omstandigheden, en ook bij de vervoerwijzekeuze is er tijd nodig voordat na een verandering van buitenaf het nieuwe evenwicht wordt bereikt. Bovendien is het model vrijwel geheel gebaseerd op een cross-sectie bestand, het Onderzoek Verplaatsingsgedrag OVG (nu het Mobiliteitsonderzoek Nederland, MON). Dit is het beste landelijke representatieve bestand dat we in Nederland hebben over verplaatsingsgedrag; een

⁷ Impliciet worden tijd- en kostenbudgetten wel meegenomen. De nutsfuncties in het LMS zijn volgens de economische theorie indirecte nutsfuncties, waarin de tijd- en kostenrestricties zijn verwerkt. Deze randvoorwaarden slaan dan neer in de tijd- en kostenparameters.

⁹ Overigens zijn er lange termijnmodellen die voor het autoverkeer wel werken met een dynamische toedeling, bijv. het IRIS2 model in België; daarbij wordt de 4-uurs ochtendspitsperiode (van 6 tot 10 uur) opgedeeld in 15-minuut periodes die dynamisch worden toegedeeld

goed paneldatabestand, wat vereist is voor een dynamisch model, ontbreekt. Om te komen tot prognoses van jaar op jaar (zoals nodig in kosten-baten analyses) moeten veronderstellingen gemaakt worden over de snelheid van het 'ingroei-effect' op nieuwe verbindingen. Dit kan deels gebaseerd worden op waargenomen ontwikkelingen, zoals bij de Zeeburgertunnel en de Wijkertunnel. Een eerste benadering van korte termijn effecten (zeg 1 jaar) is te verkrijgen als men de bestemmingskeuze voor een of meerdere verplaatsings-motieven in het LMS model vastzet (de bestemmingen veranderen dan niet), en de andere modules draait. De waargenomen korte termijn effecten van de openstelling van de Ringweg Amsterdam (A10) werden op deze manier goed voorspeld, terwijl de volledige modelrun goed spoorde met de waargenomen effecten na 5 jaar (zie [14]). Voor goede korte termijn prognoses is het ook van groot belang dat de weergave van de huidige verkeersstromen in de basismatrix van goede kwaliteit is. Dit geldt overigens ook voor de lange en middellange termijn prognoses: de kwaliteit van de basismatrix in het LMS is sterk bepalend voor de kwaliteit van de uitkomsten van het model. Het verdient aanbeveling dit onderdeel nog eens kritisch onder de loep te nemen. Een kritische evaluatie van de wijze waarop de basismatrix wordt geschat, en een inschatting van de nauwkeurigheidsmarges daarvan achten wij uiterst zinvol.

6. Het LMS is te gecompliceerd

Er wordt wel gezegd dat het LMS (of NRM) een te gecompliceerd model is, en dat daardoor de werking van het model niet altijd goed te begrijpen is. Het is inderdaad een goede stelregel dat een model niet moeilijker moet zijn dan strikt nodig is voor de verklaring van wat het verklaren moet. Wij vinden in dit geval echter dat met name voor prognoses van het netwerkgebruik en congestie in Nederland en in de regio het model wel gecompliceerd moet zijn, omdat de werkelijkheid dat ook is. Een van de complicerende factoren is het evenwichtskarakter van het model. Door de grote bevolkingsdichtheid en het hoge welvaartsniveau in Nederland zijn er veel plaatsen waar aanzienlijk meer mensen van de auto gebruik willen maken dan mogelijk is. Dit althans gedurende de spitsuren, maar ook steeds meer daarbuiten. Dat betekent dat mensen hun gedrag vaak moeten aanpassen tot er een nieuw evenwicht ontstaat. Om dit te kunnen weergeven moeten we gebruik maken van een zogenaamd evenwichtsmodel. Dit type model is inderdaad wat lastiger te begrijpen, maar het is de enige manier waarmee de effecten van de congestie op het verkeersgedrag adequaat kunnen worden weergegeven. Een simpeler model zou domweg niet in staat zijn de verschuivingen in routekeuze, tijdstip van reizen, vervoerwijzekeuze en reisbestemmingen goed weer te geven. Verder zijn er in werkelijkheid ook vele soorten reizigers en verschillende verplaatsingsmotieven (bijvoorbeeld zakelijke reizen) met een verschillend reisgedrag. Dit noopt tot het gebruik van vele onderverdelingen in het model. Reizigers zien sommige keuze-alternatieven als redelijk goede substituten voor elkaar en andere alternatieven (bijvoorbeeld vervoerwijzen) weer als slechte substituten. Ook hiermee houdt het model rekening. Om een gevoel te krijgen voor het effect van afzonderlijke invloeden in het model (autonome ontwikkelingen, zoals bevolkingsgroei, en beleidsmaatregelen), is het goed om te werken met verschillende runs, waarin steeds één van de invloedsfactoren wordt veranderd. Ook moet de draaitijd van het model niet te lang worden. Een mogelijkheid tot verkorting van de runtime is te werken met een steekproef van bestemmingen in plaats van alle bestemmingen, zoals in eerdere LMS versies, wat goed voldoet in het nieuwe model voor de West-Midlands in Engeland. Meer drastische tijdwinst is te behalen door een verdere vereenvoudiging tot een tafelmanier, wat hieronder bij punt 7 wordt beschreven.

Dit alles neemt niet weg dat er meer aan uitleg en communicatie over het model moet worden gedaan. Een geactualiseerde beschrijving, toegankelijk voor een breed publiek, is beslist gewenst. Bovendien geldt dat voor allerlei berekeningen die nu met het LMS worden

uitgevoerd (mobiliteitsprognoses, belang van invloedsfactoren op transport, verkeersvraag vergeleken met de capaciteit per regio) volstaan zou kunnen worden met een eenvoudiger en lichter ('strategisch') model, zoals beschreven in paragraaf 3 over het 'ideale model'.

7. Het LMS zou als interactief model gebruikt moeten kunnen worden

Het zou heel aantrekkelijk zijn als een simulatie met het LMS in enkele minuten voltooid zou zijn. Dan zouden de beleidsvoorbereiders het model zelf als een interactief hulpmiddel kunnen gebruiken. In werkelijkheid is dit jammer genoeg niet mogelijk, zelfs al zou de rekentijd van het model enorm worden verkort. Alleen al het klaarmaken van de invoer van een LMS simulatie is een omvangrijke klus. En de rekentijd bedraagt vele uren, vooral vanwege de bewerkelijke evenwichtsprocedure. Het zou wel mogelijk zijn om een vereenvoudigde variant van het LMS af te leiden voor strategische berekeningen (zoals bijvoorbeeld gedaan is in de Europese projecten EXPEDITE [15] en SUMMA [16] met het LMS en andere nationale modellen), maar de nauwkeurigheid daarvan zou beduidend slechter zijn. Dat zou nog geen bezwaar hoeven te zijn als het gaat om verkenningen van globale effecten, maar als meer betrouwbare resultaten nodig zijn voor de evaluatie van beleidsalternatieven (bijvoorbeeld investeringen in de infrastructuur) zal toch een beroep gedaan moeten worden op het complete LMS.

8. Het LMS modelleert het OV minder zorgvuldig

Het LMS is oorspronkelijk primair ontwikkeld voor het simuleren van autoverkeer. Daarom is de manier waarop de trein wordt gesimuleerd wat minder nauwkeurig (bijv. geen waargenomen basismatrix, geen tijdstipkeuze), terwijl bus, tram en metro (BTM) in het LMS slechts zeer globaal worden gesimuleerd. In de nabije toekomst valt in het OV een sterkere mate van tarief- en productdifferentiatie te verwachten (onder andere OV Chipkaart), en ook zouden verschillende tarieven op verschillende tijdstippen van de dag denkbaar kunnen zijn. Om dit soort maatregelen adequaat te kunnen simuleren is een verbetering van het LMS gewenst. Voor de trein zou de methodiek betrekkelijk eenvoudig kunnen worden aangepast: ook voor de Zuiderzeelijn prognoses is al een aparte versie van het LMS gemaakt die nauwkeuriger met de beschikbare gegevens over de treinreizigers (basismatrix NS) omgaat. Bovendien zullen bij de schattingen van nieuwe vertrektijdkeuzemodellen voor LMS 8 ook tijdvakkeuzen voor de trein worden berekend. Er moet wel gewaakt worden dat niet wordt geprobeerd om teveel in één model te stoppen. Naast het LMS kunnen er aparte modellen zijn die door spoorwegmaatschappijen worden gebruikt. In feite gebeurt dat momenteel ook: De NS en Prorail gebruiken het PROMISE model, een aan het LMS verwant modelsysteem met meer detail voor de spoorwegen. Wel dienen LMS en NRM multimodaal te zijn, om de mate van substitutie tussen vervoerwijzen weer te kunnen geven.

Voor BTM is verbetering een meer bewerkelijke zaak. Een begin zou kunnen zijn om op basis van de WROOV onderzoeken die (nog) beschikbaar zijn een waargenomen herkomstbestemmingsmatrix BTM te bepalen, en een meer nauwkeurige database van lijnennet en dienstregelingen. Dit laatste maakt deel uit van de reeds in gang gezette actualisatie van het LMS. De methodiek met waargenomen basismatrix kan dan ook voor BTM worden toegepast, zodat de uitkomsten nauwkeuriger worden.

Punten betreffende de transportvraag:

9. Gedragen mensen zich wel als nutsmaximaliserende wezens?

De vraagmodellen in het LMS kunnen gebaseerd worden op het Random Utility Model, met de aantrekkelijke afkorting RUM. Dit model gaat ervan uit dat de reizigers keuzen maken door het alternatief met het hoogste nut voor henzelf te kiezen. Omdat we niet alle factoren die het nut beïnvloeden (goed) kennen, bevat het model ook een stochastische component, zodat we slechts uitspraken kunnen doen over kansen dat de reizigers bepaalde alternatieven kiezen. Deze keuzetheorie is met name gebaseerd op het werk van McFadden die hier in 2000 de Nobelprijs in de economie voor kreeg. Regelmatig wordt gesteld dat mensen niet strikt rationeel kiezen, en er zijn concurrerende theorieën ontwikkeld, met name in de psychologie (waarvoor sommige onderzoekers ook de Nobelprijs in de economie hebben gekregen, zoals Kahnemann in 2002). Daarover bestaan echter veel onderlinge onenigheid en weinig succesvolle praktijktoepassingen. Door het meenemen van de stochastische component is het RUM wel veel ruimer en flexibeler dan strikte nutsmaximalisatie zou impliceren.

10. Het aantal reizen reageert niet op reistijden en reiskosten

Er is geen effect van reistijden (ook niet van congestie) of reiskosten op de reisfrequenties. Als de congestie toeneemt of het reizen duurder wordt, dan verandert men in het model wel van route, vertrektijd, vervoerwijze en bestemming, maar men gaat niet minder vaak reizen. Bij schattingen van het LMS in de jaren 80 en 90 bleek er bij sommige modelspecificaties/reismotieven wel en bij andere geen significante invloed van reistijden of reiskosten op het aantal gemaakte reizen te zijn. Besloten is toen om zo'n invloed niet in het model op te nemen. De reisfrequenties zouden tegenwoordig gevoeliger kunnen zijn, bijvoorbeeld door de toegenomen congestie. In het lopende herschattingproject wordt onderzocht of dit effect opgenomen dient te worden in het model. De draaitijd van het model zou bij opname van een terugkoppeling van reistijd naar reisfrequentie nauwelijks langer worden. Wij raden aan dit effect op te nemen als het significant blijkt te zijn en van substantiële omvang.

11. Het aantal tijdsperioden is klein (en de tijdstipkeuzemodule betreft uitsluitend personenauto's)

Zowel in de toedeling als in de tijdstipkeuzemodule wordt gewerkt met lange tijdsperioden (een ochtendspits van twee uur, een avondspits van twee uur, en de rest van de dag). Daarbinnen is er in werkelijkheid aanzienlijke variatie in de drukte, zo zijn er de 'spits van de spits' en de 'schouders van de spits'. Voor LMS versie 8 wordt een uitsplitsing in 11 perioden in plaats van 3 overwogen (de nieuwe tijdstipkeuzemodule hiervoor is reeds geschat); ook reeds in versie 7_2004 zullen de schouders van de beide spitsen worden onderscheiden. De huidige tijdstipkeuze geldt uitsluitend voor autoverkeer. In versie 8 zal dit ook voor treinreizigers worden opgenomen. Een versie van het LMS en NRM met 11 perioden in plaats van 3 zou een aanzienlijk langere draaitijd hebben. Wij denken dat verfijning van de tijdsperioden van groot belang is, omdat de congestie flink verschilt binnen ieder van de 3 lange perioden en omdat er beleidsmaatregelen overwogen worden (beprijzing naar tijd en plaats) die met kleinere tijdsintervallen zouden kunnen werken dan de 3 perioden. Ons inziens rechtvaardigt dit de langere draaitijd.

12. Locaties van bevolking en werkgelegenheid veranderen in het LMS niet als bereikbaarheid verandert

Er is in het LMS wel een keuze van bestemmingszone door de reizigers, maar de locatie van de bevolking en van bedrijven wordt door het LMS niet verklaard, en kan slechts als invoer

gevarieerd worden. In het grondgebruik-transportmodel TIGRIS-XL (zie [17]) zijn de locaties van huishoudens en bedrijven wel endogene (te verklaren) variabelen. In ons ‘ideale model’ (zie paragraaf 3) is het grondgebruik opgenomen.

13. Parkeergedrag van automobilisten wordt niet expliciet gemodelleerd

Het is mogelijk om een keuzemodellen te ontwerpen voor het zoeken naar een parkeerplaats in een zone, door automobilisten die in die zone aankomen. Dit zou de mogelijkheden tot het simuleren van beleidsmaatregelen die aangrijpen bij de prijs van parkeren en het parkeeraanbod in LMS en/of NRM kunnen verruimen.

Punten betreffende het aanbod (transportnetwerken) en terugkoppeling naar de vraag:

14. Het LMS bevat het onderliggend wegennet in te weinig detail

Het wegennet dat voor het LMS wordt gebruikt omvat alle rijkswegen (hoofdwegennet ofwel HWN) en de belangrijkste provinciale en lokale wegen (onderliggend wegennet ofwel OWN). Voor een aantal toepassingen, onder andere het doorrekenen van beprijzen, is het detailniveau van het huidige OWN waarschijnlijk niet voldoende. Het gaat er hierbij om goed te kunnen bepalen of het OWN een alternatief zou kunnen zijn voor de beprijste hoofdwegen. Het zou wenselijk zijn om meer OWN wegen op te nemen, maar vooral is het nodig dat de kenmerken van deze wegen nauwkeuriger worden weergegeven. Daarbij gaat het met name om de wegcapaciteit (ook rekening houdend met verkeerslichtenregelingen, en bijvoorbeeld afslagverboden) en de gemiddelde reistijd (ook rekening houdend met kruisende wegen en opstoppingen binnen de bebouwde kom). Overigens zijn in de regionale modellen (NRM's) wel gedetailleerdere wegennetten opgenomen. De kwaliteit van de informatie in het huidige NRM over het OWN laat te wensen over, maar wordt momenteel verbeterd in het kader van het bouwen van LMS versie 7_2004. De grootte van de zones in het model moet afgestemd zijn met de mate van netwerkdetail. Het zou te ver voeren om iedere weg en kruising in Nederland in het LMS, of zelfs het NRM, op te willen nemen; waar het om gaat is dat modellen gebruikt worden op het detailniveau waar ze voor bedoeld zijn. Voor het LMS zijn dat analyses op nationaal niveau; bijvoorbeeld de vraag in welke stadsgebieden in Nederland de grootste capaciteitsproblemen zijn te verwachten. Prijsbeleid met differentiatie naar tijd en plaats zou in de toekomst mogelijk beter doorgerekend kunnen worden met een combinatie van NRM's.

15. Het vrachtverkeer wordt niet goed behandeld in het LMS

Het vrachtautoverkeer wordt wel toegedeeld aan de netwerken, maar er is geen terugkoppeling van congestie naar de vraag in het goederenvervoer. Dit komt omdat er in Nederland een apart model is voor goederenvervoer, waarvan het LMS slechts uitvoer gebruikt in de vorm van een matrix van vrachtautoverkeer tussen herkomsten en bestemmingen. In het LMS wordt deze matrix samen met die van personenauto's toegedeeld aan de wegnetwerken. De routekeuze van vrachtauto's zit dus wel in het LMS, maar de vrachtautomatrix is vast: wat er ook gebeurt met de congestie op de weg, er wijkt geen goederenvervoer uit naar andere vervoerwijzen of tijdstippen. Het eerste zou vrij eenvoudig zijn in te brengen middels een elasticiteit van het effect van tijd en kosten van wegvervoer op het wegvervoer. Deze kan worden overgenomen uit de literatuur (bijvoorbeeld uit EXPEDITE; zie [18], of uit het gebruikte Nederlandse goederenvervoermodel). Daarmee kunnen de reistijden met congestie worden teruggekoppeld naar de vervoerwijzekeuze in het goederenvervoer (voor alle goederensoorten en herkomsten-bestemmingen met dezelfde elasticiteit: het gaat hier om een eerste benadering). Verandering van de tijdstipkeuze in het goederenvervoer (bij congestie, spitsheffing, aanpassing venstertijden) komt in bijna geen

enkel goederenvervoermodel voor. Het zou gezien de congestieproblematiek en de voorstellen over beprijzing naar tijdstip wel een belangrijke nieuwe module kunnen zijn. Om een dergelijk model op te kunnen stellen zou o.i. specifiek nieuw *Stated Preference* (SP) onderzoek nodig zijn, waarin vervoerders/verladere de keuze krijgen tussen verschillende vertrekperiodes, rekening houdend met de reistijden die in het goederenvervoer vaak veel langer zijn dan in personenverkeer en met regelgeving op het gebied van rij- en rusttijden.

Het lijkt ons geen goed idee om een compleet vrachtmodel (met verklaring van handelsstromen en bouw van multi-modale transportketens) volledig te integreren in het LMS. Dat zou tot een onnodig gecompliceerd model leiden. Er is behoefte aan een apart model of aparte module voor het goederenvervoer, naast LMS en NRM. Wat wij hierboven voorstellen is slechts om een relatief beperkte functionaliteit voor vervoerwijzekeuze en tijdstipkeuze voor goederenvervoer aan het LMS toe te voegen, om de terugkoppeling van congestie naar de transportvraag mee te nemen.

In de toedeling aan de netwerken wordt er van uitgegaan dat een vrachtwagen een beslag op het netwerk legt dat 1,9 maal zo groot is als dat van een personenauto. Verder 'gedraagt' een vrachtwagen zich op de netwerken net zo als een personenauto (bijvoorbeeld in termen van snelheid), behalve dat een vrachtwagen een relatief hoge waardering voor reistijd heeft (en dus niet zo snel voor omrijden kiest). Wij stellen voor dat specifieke (maximum) vrachtwagensnelheden in het LMS worden meegenomen (dit gebeurt ook al in LMS 2007_4).

16. Inconsistenties in de reistijd- en kostenformulering tussen vraagmodellen en toedeling

Verschillende delen van het LMS (zoals de vraagmodellen versus de toedeling aan de netwerken) gebruiken andere definities van de reiskosten en -tijden (bijvoorbeeld al dan niet logaritmische kosten) en van het relatieve belang van de deze variabelen (bijvoorbeeld verschillende reistijdwaarderingen). Een grotere mate van consistentie op dit gebied is niet alleen beter vanuit theoretisch oogpunt, maar zal ook tot plausibeler resultaten en sterkere convergentie van vraag en aanbod leiden. Een voorbeeld hiervan is het volgende. In het huidige LMS wordt bij de toedeling aan de routes door het wegnetwerk de invloed van reistijden en eventuele tolheffing op de diverse wegen meegenomen, maar niet de invloed van brandstofkosten. Deze laatste worden in de vervoerwijze- en bestemmingskeuze wel meegenomen. Het is wenselijk dat bij het toedelen voor alle wegverkeer ook rekening wordt gehouden met de brandstofkosten (denk aan mogelijk sterk stijgende prijzen). Dit wordt toegevoegd in LMS 7_2004.

17. De berekening van de congestie is onvoldoende nauwkeurig

Het berekenen van de congestie op het wegnet is een van de belangrijkste doelen van het gebruik van het LMS, maar tegelijk is het heel moeilijk om nauwkeurige resultaten te verkrijgen. Dat komt doordat er bij congestie sprake is van een delicaat evenwicht tussen vraag en aanbod. Kleine veranderingen (in vraag en/of aanbod) hebben grote gevolgen. De doorstroming stagneert daardoor de ene dag eerder dan de andere dag, ook onder invloed van bijvoorbeeld het weer (droog of regen). Om het proces voor een 'gemiddelde werkdag' (die dus feitelijk niet bestaat) te simuleren is het nodig dat er:

- a) Nauwkeurige gegevens zijn over de reistijden bij ongehinderde doorstroming (maximum snelheden) en de capaciteiten van alle wegen, zowel voor HWN als OWN;
- b) Een goede 'toedelingsmethode' is, waarmee de berekende stromen auto's van A naar B worden vertaald naar wegvakbelastingen van het netwerk;

- c) Goede kennis is van de relatie tussen de drukte op de weg (intensiteiten) en de snelheden (voor personen- en vrachtauto's) op alle typen wegen.

Daarnaast is het natuurlijk van belang dat de herkomst-bestemmingsmatrix (de aantallen auto's van A naar B) goed wordt berekend, en dat gedragsreacties zoals eerder of later van huis gaan, uitwijken naar een andere vervoerwijze, enzovoort onder invloed van de congestie goed worden weergegeven.

We gaan hieronder op alle drie de bovengenoemde punten meer in detail in.

(a) De reistijd- en capaciteitsgegevens zijn voor het HWN goed in de LMS netwerken opgenomen. Maar er zijn aanwijzingen dat die voor het OVN verbeterd zouden moeten worden, zowel in LMS als NRM. Dit punt is hierboven al besproken (zie punt 14). Naast reistijden en -kosten op de expliciet gecodeerde netwerken gebruikt het LMS ook berekeningen van reistijden en -kosten voor verkeer buiten de expliciete opgenomen netwerken. Wij raden aan om deze berekeningen eens tegen het licht te houden, om na te gaan of in voldoende mate rekening gehouden wordt met de toegenomen congestie.

(b) Het LMS gebruikt een zogenaamde evenwichtstoedeling, die rekening houdt met de congestie die optreedt op de verschillende wegen. Daardoor wordt gesimuleerd dat automobilisten gaan omrijden om bottlenecks te vermijden, althans voor zover daar mogelijkheden voor zijn. Toch bevat de huidige methode een aantal tekortkomingen, ook bij gebruik voor lange-termijn prognoses zoals bij het LMS (en NRM):

- Ten eerste is de methode in principe statisch, dat wil zeggen dat binnen de spits de verkeersvraag constant wordt verondersteld. Dit lijkt ons geen echt groot bezwaar: het is al moeilijk genoeg om de globale verkeersstroom in 2030 te voorspellen, om dan ook nog de gedetailleerde variaties binnen de spits met enige nauwkeurigheid te voorspellen lijkt ons onhaalbaar⁹. En overigens zal in de toekomst (LMS 8) door het gebruik van meer tijdvakken (11 in plaats van 3 per etmaal) dit probleem deels worden ondervangen.
- Ten tweede worden vrachtauto's toegedeeld als zijnde 1,9 personenauto's. Dit betekent dat alleen rekening wordt gehouden met de lengte van de vrachtauto, en daarmee het grotere capaciteitsbeslag, maar niet met bijvoorbeeld de lagere maximum snelheid, de tragere acceleratie in files, etc. (zie hierboven bij verbeterpunt 15).
- Ten derde is het wenselijk dat bij het toedelen voor alle autotypes ook rekening wordt gehouden met de brandstofkosten (zie hierboven bij verbeterpunt 16).
- En ten vierde moet de terugslag van files (blokkeereffecten) op een goede wijze worden gemodelleerd. In principe zijn daarvoor dynamische toedelmethodes te prefereren, maar de huidige QBLOK todelingsmethode voert een ons inziens aanvaardbare benadering uit, althans voor infrastructuurstudies op landelijk niveau. Wanneer in de ontwerpfase meer in detail wordt gekeken naar de afwikkeling op individuele wegvakken of kruispunten is een meer gedetailleerde simulatie met dynamische toedeling onontbeerlijk.

(c) De relaties tussen snelheid en intensiteit (afnemende snelheid als het drukker wordt op de weg, tot er files ontstaan) moeten het werkelijke gedrag goed weergeven. Doordat de drukte op de wegen steeds verder is toegenomen is ook het gedrag van de automobilisten veranderd. Het is wenselijk dat de functies die momenteel worden gebruikt worden geactualiseerd, waarbij ook rekening gehouden wordt met het afwijkende gedrag van vrachtauto's, en de invloed daarvan op personenauto's. Ten behoeve van LMS_2004 wordt hieraan al gewerkt.

18. De terugkoppeling van congestie naar vraag kan beter

Het LMS is een evenwichtsmodel dat rekening houdt met de invloed van congestie op routekeuze, tijdstipkeuze, vervoerwijzekeuze en bestemmingskeuze. Daartoe worden de berekende reisweerstand (reistijd, kosten) ‘teruggekoppeld’ naar de vraag (zoals beschreven in paragraaf 4). De iteratieve procedures die hierbij worden gebruikt zoeken naar een evenwichtoplossing door herhaling van de terugkoppeling net zolang tot een bij benadering stabiele uitkomst wordt verkregen. In de praktijk kan het heel veel iteraties (en dus rekentijd) vergen voordat die stabiele situatie wordt bereikt. In het LMS wordt een zogenaamde Method of Successive Averages (MSA) methode gebruikt voor de evenwichtstoedeling (in QBLOK), en de zogenaamde Fictieve Kostenmethode voor de overige terugkoppelingen (naar tijdvak-, vervoerwijze- en bestemmingskeuze). Het is denkbaar dat beide procedures in de huidige praktijk, met de sterke voorspelde congestie op het wegennet, niet tot voldoende stabiele oplossingen komen. Dat zou betekenen dat er meer iteraties uitgevoerd zouden moeten worden, met als gevolg langere rekentijden. Er zijn echter momenteel betere en snellere optimalisatie-algorithmen beschikbaar om dit soort evenwichtoplossingen te berekenen. Daarom bevelen wij aan om dit onderdeel te onderzoeken (analyse stabiliteit evenwicht) en na te gaan welke methoden er desgewenst geschikt zijn om de LMS evenwichtsberekeningen te versnellen en verbeteren.

19. Het LMS berekent geen effecten van (verbetering in) de betrouwbaarheid

De afgelopen jaren is het besef doorgedrongen dat niet alleen de gemiddelde reistijden van belang zijn, maar juist ook de spreiding in reistijden, ofwel de kans op vertraging. In de nota mobiliteit zijn daarvoor aparte criteria opgenomen. In het huidige LMS wordt hiermee niet gerekend. Wel is er een module (LMS-BT) beschikbaar waarmee een indruk kan worden verkregen van de betrouwbaarheidseffecten. Maar dit is een tijdelijk instrument. Voor een betere representatie van de betrouwbaarheidseffecten zijn (minimaal) de volgende onderdelen nodig:

- i. Een mechanisme om de variatie in reistijden (of de kans op vertragingen) te berekenen voor verschillende intensiteits/capaciteitsverhoudingen (voor basisjaar, referentiesituatie, en voor planvarianten). Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen variaties van dag tot dag, en incidenten. In het Verenigd Koninkrijk zijn hiervoor bijvoorbeeld modellen beschikbaar als INCA (voor incidenten, zie WebTag [19]) en een regressiemodel (vergelijkbaar met LMS-BT) voor dag-op-dag variaties plus incidenten [20]. Een relatie tussen betrouwbaarheid en intensiteiten wordt ook gelegd in het proefschrift van Tu [21], gebaseerd op Nederlandse data.
- ii. Een mechanisme om het effect van de variatie in reistijden (of kans op vertragingen) op het reisgedrag te simuleren (bijvoorbeeld vroeger van huis vertrekken, een meer betrouwbare route kiezen, een ander vervoermiddel gebruiken). Een dergelijk mechanisme is in principe al beschikbaar binnen het LMS in de vorm van de evenwichtsmethodiek gebaseerd op terugkoppeling van reistijden en kosten (zie paragraaf 4). Maar de wijze waarop de reacties op veranderingen in betrouwbaarheid worden ingebracht in de keuzemodellen vereist nader fundamenteel en toegepast onderzoek. In afwachting daarvan kunnen reacties in termen van veranderingen in vertrektijdkeuze en routekeuze in principe aan het LMS worden toegevoegd op basis van het SP onderzoek naar de waardering van reistijd en betrouwbaarheid voor het KiM.
- iii. Een maat voor de waardering van (on)betrouwbaarheid, vergelijkbaar met de reistijdwaardering, om de betrouwbaarheidseffecten te kunnen moneteriseren in

kosten-baten analyses (OEI). Hieraan wordt al gewerkt in het bovengenoemde SP onderzoek voor het KiM.

Punten betreffende de invoer en uitvoer van het LMS:

20. In de invoer van het LMS wordt niet voldoende rekening gehouden met afwenteling door de reizigers van kosten op werkgevers

Een deel van de werknemers zou de kosten van kilometerbeprijzing kunnen afwentelen op hun werkgevers. De vraag is dan hoe de reiskosten in het LMS moeten worden veranderd om de beprijzingsmaatregelen te simuleren. Dit is niet zozeer een kritiekpunt op het LMS als wel een praktische vraag over de invoer bij toepassing van het model. Meer in het algemeen speelt de vraag hoe de reiskosten in het LMS moeten worden geïnterpreteerd: is bij zakenreizigers en/of woon-werkverkeer ook het oogpunt van de werkgever van belang, of gaat het alleen om de kosten die op de reiziger zelf drukken?

21. De kwaliteitsborging van LMS berekeningen zou verbeterd moeten worden

De LMS berekeningen worden door verschillende bureaus uitgevoerd. Daarbij is veel communicatie nodig met verschillende partijen die benodigde invoergegevens leveren. En ook het uitvoeren van de berekeningen zelf en het interpreteren en bewerken van de uitvoer is een complexe zaak. De veelheid aan communicatie en de complexiteit van de berekeningen leiden tot een grote kans op fouten: niet zozeer binnen het model zelf, maar vooral bij de invoer, de uitvoer en de nabewerkingen. Om de kans op (menselijke) fouten in dit proces te verkleinen zou het wenselijk zijn om standaard een inhoudelijke kwaliteitsborging toe te voegen. Die zou ons inziens uitgevoerd moeten worden door een onafhankelijke partij die wel over de gewenste deskundigheid beschikt. Gestandaardiseerde controles op zaken als juistheid, plausibiliteit, reproduceerbaarheid van de hele keten van modelinvoer, uitvoering van de berekeningen, modeluitvoer en nabewerking tot evaluatie-indicatoren zouden het risico op fouten aanzienlijk verkleinen. De zwaarte van deze controles hangt af van de zwaarte van het gebruikte model: bij een strategisch model kan het een lichtere procedure zijn dan bij een gedetailleerd model als het NRM.

22. Het LMS modelleert belangrijke speciale reizigersgroepen (zoals de Luchthaven-gebruikers en de studenten met OV kaart) niet goed

Voor wat betreft de Schiphol reizigers zou betrekkelijk eenvoudig een module kunnen worden toegevoegd die deze specifieke groep reizigers afzonderlijk simuleert. Op basis van het Continu-onderzoek dat jaarlijks wordt uitgevoerd door NVLS, KLM en V&W kan een afzonderlijk deelmodel worden geschat dat de reizigersstromen nauwkeurig voorspelt. Voor het basisjaar kan een basismatrix worden geschat, voor het bepalen van prognoses kunnen de ramingen van de toekomstige aantallen luchtreizigers door DGTL worden gebruikt. In LMS 7_2004 wordt het Schiphol Continu-onderzoek ook al ingezet.

Voor de studenten geldt dat iedere 3 of 4 jaar er een grootschalig onderzoek plaatsvindt waarmee het OV reisgedrag van de Nederlandse studenten wordt vastgesteld. Uit dit materiaal moet een beschrijving van de huidige mobiliteit van deze reizigersgroep af te leiden zijn. Prognoses voor deze groep kunnen worden opgesteld door gebruik te maken van IBGroep prognoses over studentenomvang, en geraamde toekomstige veranderingen in woon- en studielocaties.

23. Het LMS berekent alleen een gemiddelde werkdag

Doordat het model alleen de situatie op een ‘gemiddelde werkdag’ uitrekent wordt geen recht gedaan aan een aantal omstandigheden: bijvoorbeeld de weekenddagen, seizoenseffecten, incidenten, wegwerkzaamheden en evenementen. Dit betekent dat slechts een beeld wordt verkregen van een deel van alle omstandigheden die zich gedurende het jaar voordoen. Of dit bezwaarlijk is hangt af van de doelstelling van het model: als het model gebruikt wordt om het wegennet te dimensioneren voor de meest voorkomende omstandigheden is er weinig aan de hand. Maar als getracht wordt om een nauwkeurig beeld te krijgen van alle omstandigheden die zich kunnen voordoen, dan is model van alleen een werkdaggemiddelde niet voldoende. Onze inschatting is dat voor de meest gangbare toepassingen van het LMS het voldoende is om alleen te werken met een werkdaggemiddelde. Er zijn echter ook beleidsmaatregelen waarbij het van belang is ook naar het effect op andere dagen dan werkdagen te kijken (vormen van beprijzing die ook in het weekend gelden, benuttingsmaatregelen zoals dynamische route-informatie panelen). In het verleden is er voor het LMS een jaartotalenmodule ontwikkeld. Een module voor weekenddagen maakt ook deel uit van ons ‘ideale model’ (paragraaf 3). Een strategisch model zou ook op jaarbasis kunnen werken.

24. Er ontbreekt een evaluatiemodule waarmee de LMS uitvoer wordt omgezet in de voor de beleidsevaluatie gebruikte indicatoren

De belangrijkste uitvoer van het LMS bestaat uit berekende verkeersintensiteiten en reistijden voor heel Nederland en voor alle in de simulatie opgenomen wegen (we beperken ons hier even tot het autoverkeer). Deze gegevens zijn op zich interessant voor het bepalen van knelpunten en het dimensioneren van de wegen, maar voor een meer integrale evaluatie van beleidsvarianten is er behoefte aan het berekenen en presenteren van veel meer indicatoren. Daarbij valt te denken aan de reistijdwinsten voor (verschillende groepen) weggebruikers, het consumentensurplus, de ongevallen, de geluidsbelastingen, de emissies van schadelijke stoffen, enzovoort. Momenteel worden deze meestal berekend door de uitvoer van het LMS te nemen, en deze in te voeren in een veelheid aan nabewerkingsprogramma's. Wij menen dat het wenselijk zou zijn om één standaard evaluatiemodule te ontwikkelen die direct de LMS uitkomsten omzet in de gewenste indicatoren, en deze door middel van GIS kaarten op heldere manier presenteert. Dit vermindert de kans op fouten, werkt sneller, maakt nauwkeurigere berekeningen mogelijk, en bevordert een goede communicatie.

6. Samenvatting en conclusies

In de onderstaande tabel worden onze bevindingen en adviezen inzake de zwakke punten van het LMS samengevat. Bij zowel de reeds in gang gezette en voorgenomen verbeteringen (7^e kolom) en de additionele door ons voorgestelde verbeteringen (kolom 10) hebben we onze prioriteitsvolgorde aangegeven voor de verbeteringen (prio 1=hoogste prioriteit, enz.). In deze tabel geven wij aan hoe LMS/NRM uitgebreid zou kunnen worden om meer recht te doen aan een aantal aspecten uit de werkelijkheid. Daarnaast zou een strategisch model ontwikkeld kunnen worden, met veel sociaal-economische variabelen, maar zonder expliciete netwerken en ook zonder een zeer gedetailleerde zonerings. De mate van congestie zou opgenomen kunnen worden op gebiedsniveau in plaats van wegvakniveau.

Binnen de reeds lopende/geplande verbeteringen lijken ons het beter omgaan met congestie en meer en betere informatie over het onderliggend wegennet (OWN) -twee gerelateerde punten- het belangrijkste, gevolgd door het opnemen van meer dan drie tijdsperiodes. Alle drie deze verbeteringen zijn nodig om de effecten van toenemende verkeersintensiteiten en van beprijzing naar tijd en plaats goed door te kunnen rekenen met LMS en/of NRM. Bij de additionele verbeterpunten (laatste kolom) zien wij het opnemen van de factor betrouwbaarheid als de belangrijkste verbetering. Daarna komen verdere verbetering van de weergave van het OWN, consistentie in de specificatie van reistijden en kosten tussen de diverse modelcomponenten en het gedrag van vrachtwagens in het LMS.

Verder nog drie aanbevelingen over activiteiten die ons inziens ook nuttig kunnen zijn voor een beter functioneren van het LMS. Wij vinden dat het wenselijk is om een betere en vooral ook meer actuele documentatie van het LMS te maken, waaronder een brochure voor een niet-technisch publiek en een overzicht van de belangrijkste effecten (elasticiteiten) die uit het model komen. En wij menen dat het heel nuttig zou zijn om routinematig, bij alle toepassingen van het LMS, te communiceren omtrent de nauwkeurigheidsmarges van de uitkomsten (een soort leeswijzer: gedetailleerd berekend, of indicatief op basis van eerder onderzoek). Onze derde aanbeveling betreft de schatting van de basismatrices voor LMS en NRM: gezien het grote belang hiervan voor de uitkomsten van de LMS berekeningen, en rekening houdend met het feit dat er enige twijfel bestaat over de gangbare schattingen, bevelen wij aan dit onderdeel nog eens goed onder de loep te nemen.

Tenslotte een gedachte die wij ter overweging aanbieden: als we de vele elementen die in dit essay aan de orde zijn geweest overzien is het wellicht geen vreemde gedachte om te denken aan een rolverschuiving en overeenkomstige aanpassing van het LMS enerzijds en de vier NRM's anderzijds. Hierbij komen we terug op de twee manieren uit de eerste paragraaf voor het verbeteren van een model: enerzijds meer detail opnemen om belangrijke aspecten realistischer weer te geven; anderzijds het verwijderen van wat voor bepaalde toepassingen niet nodig is. Dit sluit ook aan bij het onderscheid tussen een gedetailleerd netwerkmodel en een strategisch model uit de bespreking over het 'ideale model' (paragraaf 3) en bij het onderscheid tussen de twee soorten uitvoer die het huidige LMS levert: mobiliteitsprognoses en prognoses van gebruik van individuele netwerklinks (paragraaf 2). Het LMS zou kunnen worden omgevormd (vereenvoudigd) tot een model met een primair strategisch karakter; dit ligt dicht bij het oorspronkelijk doel van het model dat bijna 25 jaar geleden werd geformuleerd. Hieraan is tegenwoordig ook weer in toenemende mate behoefte is: ramingen van mobiliteit en verkeersdruk per stadsgebied. De NRM's, aan de andere kant, zouden gezamenlijk de rol van een meer operationeel prognosemodel kunnen gaan vervullen, waarbij het grotere detailniveau beleidsmakers in staat zou moeten stellen de reeds op hoofdlijnen met

Tabel 1. Overzicht van de verbeterpunten (+=beperkt; ++=groot; +++=zeer groot; prio 1=hoogste prioriteit, enz.).

Verbeterpunt	Nummer in paragraaf 5	Belang voor uitkomsten	Beleidsmatig belang	Brengt ideale model dichterbij?	Opgenomen in LMS 7_2004 of LMS 8	Onze prioritering	Benodigde inspanning	Advies	Onze prioritering
Congestie (incl. iteratieve terugkoppeling)	17+18	+++	+++	ja	deels	prio 1	groot	Verbeteren	prio 3
OWN	14	++	++	ja	deels	prio 2	groot	Verbeteren	prio 2
>3 tijdsperioden	11	++	++	ja	ja	prio 3	nvt	nvt	
Consistentie in kosten en tijden	16	+	+	ja	deels	prio 4	nvt	Verder verbeteren	prio 4
Complex model	6	Nodig voor netwerk-uitvoer	Communicatie verbeteren	nee	Nieuwe brochure gepland	prio 5	nvt	nvt	
Invloed kosten op reisfrequenties	10	+	++	ja	ja	prio 6	nvt	nvt	
Lucht/studenten	22	+	+	nee	ja/nee	prio 7	beperkt	Verbeteren,	prio 12
Betrouwbaarheid	19	++	+++	ja	nee		groot	Verbeteren	prio 1
Behandeling vrachtverkeer	15	++	++	ja	nee		groot	Verbeteren	prio 5
Afwenteling	20	+	++	nee	nee		groot	Onderzoeken	prio 6
Parkeerkeuzen	13	+	++	ja	nee		groot	Verbeteren	prio 7
OV	8	+	++	nee	nee		groot	Verbeteren	prio 8
Constant gedrag	2	++	+	nee	nee		groot	Zo laten, behalve stijging reistijdwaardering	prio 9
Borging	21	+	+	nee	nee		beperkt	Doen	prio 10
Homogeen gedrag	3	+	+	ja	nee		groot	Zo laten, behalve verdeling reistijdwaardering	prio 11
Activiteitenmodel	1	+	+	ja	nee		zeer groot	Laat het bij Albatross	
Geen budgetten	4	Is geen nadeel	Is geen nadeel	nee	nvt		nvt	nvt	
Jaar-op-jaar	5	+	++	ja	nee		groot	Zo laten	
Interactief model	7	+	++	ja	nee		beperkt	Apart ontwikkelen	
Nutsmaximalisatie	9	Is geen nadeel	Is geen nadeel	nee	nvt		nvt	nvt	
Locaties	12	+	++	ja	nee		zeer groot	Laat het bij TIGRIS-XL	
Werkdag	23	+	+	ja	nee		groot	Zo laten	
Evaluatiemodule	24	nvt	++	nee	nee		groot	Apart ontwikkelen	

het LMS verkende varianten en beleidsplannen meer in detail op hun merites en tekortkomingen te toetsen. De uitvoer hier bestaat dan uit prognoses van het gebruik van gedetailleerde netwerken, inclusief de congestie die daar ontstaat. Aan het operationele model zou dan de faciliteit om op specifieke studiegebieden in te zoomen moeten worden toegevoegd.

Referenties

[1] Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat en Hague Consulting Group (1990) Het Landelijk Model Systeem voor verkeer en vervoer, AVV, Rotterdam:

Deel A: Inleiding

Deel B: Hoofdlijnen

Deel C: Methoden en Modellen.

Hague Consulting Group (1997) Het Landelijk Model Systeem voor verkeer en vervoer: Deel D: Beschrijving programmatuur, HCG, Den Haag.

[2] Hague Consulting group (2000) Het Landelijk Model Systeem versie 7.0, Deel D.1 en Deel D.2, HCG, Den Haag.

[3] Mourik, H. van (2008) Toets op het verkeersmodel 'Landelijk Modelsysteem', KiM, Den Haag.

[4] Wee, B. Van (2007) Effecten kilometerprijs worden overschat, column in *Verkeerskunde*, nummer 2007-6, 16-17.

[5] Daly, A.J. en P. Sillaparcharn (2004) National traffic forecasting models in Europe and elsewhere; Workshop on developing a view of the future in transport: what role or the JTRC? OECD/ECMT, Paris.

[6] Jong, G.C. de, S. Algers, A. Papola en R. Burg (2007) Impact of the e-economy on traffic and traffic-related indicators in urban areas, paper gepresenteerd op de 2006 TRB 85th Annual Meeting, Washington, D.C., *Transportation Research Record*, No. 1977, 286-291.

[7] Jong, G.C. de, A.J. Daly, M. Pieters, S. Miller, R. Plasmeijer en F. Hofman (2007) Uncertainty in traffic forecasts: literature review and new results for The Netherlands, *Transportation*, 34, 375-395.

[8] Jong, G.C. de, H.F. Gunn en W. Walker (2004) National and international freight transport models: an overview and ideas for further development, *Transport Reviews*, 24-1, 103-124.

[9] May A.D., S.P. Shepherd en J.J. Bates (2000) Supply curves for urban road network, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 34 Part 3, 261-290.

[10] UK Department of Environment, Transport and Regions (1997) National road traffic forecasts: constraining forecast traffic growth to the road network: the *fitting-on* process, Working paper No. 4.

[11] Bates, J.J. en M. Dasgupta (1996) Audit of the Dutch National Model, Final report, TRRL en TNO-INRO, Londen/Delft.

[12] Schäfer, A., 2000, Regularities in Travel Demand: An International Perspective, invited paper in: *Journal of Transportation and Statistics*, Vol. 3(3), 1-32.

- [13] Wee, B. van, P. Rietveld en H. Meurs (2002) A constant travel time budget? In search for explanations for an increase in average travel, Research Memorandum 2002-31, Vrije Universiteit Amsterdam.
- [14] Jong, G.C. de, E.P. Kroes, H. van Mourik en A.I.J.M. van der Hoorn (1998) The impacts of the Amsterdam Ringroad: five years after, paper gepresenteerd op de *PTRC/AET European Transport Conference*, Loughborough University.
- [15] Jong, G.C. de, H.F. Gunn en M.E. Ben-Akiva (2004) A meta-model for passenger and freight transport in Europe”, *Transport Policy*, 11 (2004), 329-344.
- [16] Grol, R. van, W. Walker, G.C. de Jong en A. Rahman (2006) Using a meta-model to analyse sustainable transport policies for Europe: The SUMMA project’s fast simple model, paper presented at international operations research conference, Iceland.
- [17] Significance, Bureau Louter en Stratelligence (2007) Toepassen van TIGRIS-XL binnen de studie ‘Nederland Later’, Rapport voor het Milieu en Natuur Planbureau, Significance, Leiden.
- [18] Jong, G.C. de (2003) Elasticities and policy impacts in freight transport in Europe, paper gepresenteerd op de *European Transport Conference 2003*, Straatsburg.
- [19] Department for Transport (2007) TAG Unit 3.5.7 The Reliability Sub-Objective, draft, Maart 2007.
- [20] Arup (2003) Frameworks for Modelling the Variability of Journey Times on the Highway Network, Arup, Londen.
- [21] Tu, H. (2008) Monitoring travel time reliability on freeways, PhD thesis, TU Delft.
- [22] Jong, G.C. de, A.J. Daly, M. Pieters en A.I.J.M. van der Hoorn (2007) The logsum as an evaluation measure: review of the literature and new results, *Transportation Research A*, 41, 874-889.

Appendix 1. Sterke punten van het LMS

Deze notitie richtte zich op de punten in het LMS die voor verbetering vatbaar zijn, en daarmee op een aantal wat zwakkere punten. Daar staat tegenover dat het model in binnen- en buitenland bekend staat als een toonaangevend landelijk modelsysteem, met veel sterke punten. Als voorbeeld van enkele belangrijke sterke punten kunnen genoemd worden:

- Het gebruik van gedetailleerde informatie op het niveau van huishoudens en personen, waardoor allerlei mogelijke variatie, die op macro-niveau buiten beeld zou blijven, wordt meegenomen.
- De theoretische basis van de gebruikte vraagmodellen: de micro-economische nutstheorie. Dit helpt ook bij de interpretatie van de uitkomsten.
- Het gebruik van gedetailleerde gegevens over de huidige verkeersstromen op de weg middels de basismatrix.
- Er wordt in de reisfrequentie en vervoerwijze- en bestemmingskeuze gewerkt met reizen (*tours*) en niet met verplaatsingen, waardoor het feitelijke besluitvormingsproces dichter wordt benaderd. Een reis is een keten van verplaatsingen die thuis begint en thuis eindigt. Een reis kan bijvoorbeeld bestaan uit een verplaatsing vanaf huis naar de kinderopvang, dan een verplaatsing naar het werk, dan een verplaatsing naar de winkel en dan een verplaatsing naar huis.
- Het opnemen van een module voor de keuze van tijdstip van reizen (gebaseerd op *stated preference* gegevens). Dit ontbreekt in vele andere transportmodellen. Het biedt mogelijkheden voor het simuleren van reacties op congestie (het afvlakken van de spits) en op heffingen die verschillen tussen tijdsperioden.
- In de behandeling van congestie wordt rekening gehouden met de effecten van filevorming van de ene link op de andere link (als er op een link congestie ontstaat, dan kan de file zich uitbreiden naar de link ervoor). Een auto die eenmaal in de file staat wordt niet in een file ergens anders meegeteld.
- Het LMS kan een maatstaf leveren voor de effecten op de reizigers (verandering in het consumentensurplus) van een project, die direct gebruikt kan worden in projectevaluatie [22]; ook kan het onzekerheidsmarges leveren rond de puntprognoses voor het aantal reizigerskilometers of het aantal voertuigen op een verbinding [5].