

Toets op het verkeersmodel Landelijk Model Systeem



Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Toets op het verkeersmodel Landelijk Model Systeem

**Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
Februari 2008**

Henk van Mourik

Meer weten over mobiliteit. Dat is waar het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) zich mee bezig houdt. Het KiM is opgericht op 1 september 2006.

Als zelfstandig instituut binnen het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) maakt het KiM verkenningen en beleidsanalyses voor mobiliteitsbeleid waarmee de strategische basis voor dat beleid wordt versterkt.

© 2008, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Tekst:
Henk van Mourik

Verzorging omslag: 2D3D, Den Haag/Arnhem
Verzorging binnenwerk: SSO Repro Ministerie van Verkeer en Waterstaat
ISBN: 978-90-8902-020-8

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
Jan van Nassastraat 125
2596 BS Den Haag

Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Telefoon : 070 351 1965
Fax : 070 351 7576

Website : www.kimnet.nl
E-mail : info@kimnet.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting 5

- 1. Aanleiding 7**
- 2. Toets op het gebruik van het LMS 9**
 - 2.1 Toets LMS in LMCA-Weg 9
 - 2.2 Toets op de LMS-spoorprognoses 1995-2005 10
 - 2.3 LMS-toets in Anders Betalen voor Mobiliteit 11
- 3. Onderzoeksvragen LMS 15**
 - 3.1 Lopende herschatting LMS 15
 - 3.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek 16

Summary 19

- Bijlage A Toets op de LMS-spoorprognoses 1995-2005 21**
- Bijlage B De werking van het LMS 27**
- Bijlage C Overzicht van de invoer van het LMS 31**

Samenvatting

Het Landelijk Model Systeem (LMS) is een strategisch verkeers- en vervoermodel voor personenvervoer. Het LMS is eigendom van de Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat (RWS-DVS). In opdracht van directoraat-generaal Personenvervoer (DGP) heeft het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) in 2007 in drie projecten de toepassingen van het LMS getoetst. In die projecten zijn verschillende beperkingen van het model geïdentificeerd.

Geen enkel model kan de toekomst op alle onderdelen perfect voorspellen, ook het LMS niet. Het model is echter wel waardevol, omdat het een integraal beeld geeft van de (toekomstige) Nederlandse mobiliteit en de effecten van beleid daarop.

In 2008 maakt RWS-DVS een herschatting van het LMS. Volgens de analyse in dit rapport zal een deel van de beperkingen van het model na de herschatting blijven bestaan. Voor een deel betreft dit beperkingen die nu eenmaal bij een model als het LMS horen. Voor andere beperkingen stellen we in 2008 nader onderzoek voor:

- Hoe adequaat modelleert het LMS na de herschatting congestie en de effecten van beleidsmaatregelen op de congestie? Om deze vraag te beantwoorden, is een project opgenomen in het werkprogramma van het KiM voor 2008.
- In het werkprogramma van 2008 staat ook een verkennende studie van het KiM naar de vraag hoe betrouwbaarheid in de modellen opgenomen kan worden.
- De uitkomsten uit het LMS blijven soms lastig te verklaren. Enerzijds wordt dit deels opgelost met het elasticiteitenhandboek (werkprogramma 2008), dat het KiM opstelt in samenwerking met de Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat (RWS-DVS). Met de uitvoer van het LMS kunnen we elasticiteiten berekenen en vergelijken met elasticiteiten uit de (inter)nationale literatuur.
- Anderzijds zullen de transparantie en kwaliteit van modellen in Nederland worden onderzocht door het KiM. Kan de beleidsontwikkeling worden ondersteund met eenvoudiger modellen? Met andere modellen? Hoe zou je de langetermijn beleidsondersteuning vormgeven als er in het geheel geen modellen waren geweest in Nederland?

1.Aanleiding

Het LMS is een strategisch verkeers- en vervoermodel voor personenvervoer, in eigendom van de Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat (RWS-DVS). Het model is bedoeld voor ex-ante evaluatie (evaluatie vooraf) van beleidsmaatregelen voor de middellange en langetermijn. Het LMS stelt mobiliteitsprognoses op voor het personenvervoer over de weg en het spoor.

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) heeft in 2007 in drie projecten de toepassingen van het Landelijk Model Systeem (LMS) getoetst. Dit gebeurde in opdracht van directoraat-generaal Personenvervoer (DGP). Het LMS is getoetst in de volgende drie projecten:

1. Toets op het gebruik van het LMS in de Landelijke Markt en Capaciteit Analyse Weg (LMCA-Weg).
2. Toets op de LMS-spoorprognoses 1995-2005.
3. Analyse van onzekerheden in de verkeerskundige en wagenparkeffecten van de eerste stap Anders Betalen voor Mobiliteit (ABvM).

In deze notitie vatten we de toetsen samen. We zetten de sterke punten en de beperkingen van het LMS op een rij. We gaan na welke beperkingen worden opgelost door de lopende herschatting van het model door RWS-DVS. Daarna stellen we onderzoek voor om oplossingen te vinden voor de belangrijkste beperkingen van het LMS die na de herschatting blijven bestaan.

Omdat modellen een cruciaal instrument vormen voor verkenningen en beleidsanalyses van het KiM, doen wij uitspraken over het bestaande modelinstrumentarium. Voor een deel betreft dit het signaleren van witte vlekken, de zogenoemde vraagarticulatie naar modellen. Voor een ander deel betreft het een toetsende rol op de kwaliteit van de modellen. Deze notitie bevat een toetsing van het LMS in drie praktijksituaties en voorziet in een deel van de vraagarticulatie. De werking van het LMS beschrijven we in bijlage B.

2.Toets op het gebruik van het LMS

2.1 Toets LMS in LMCA-Weg

Voor de Nota Mobiliteit heeft DGP in 2005 een knelpuntenanalyse voor het hoofdwegennet gemaakt. Met een capaciteitsuitbreiding van circa 14,5 miljard euro tot 2020 wordt volgens de nota overal voldaan aan de streefwaarden voor reissnelheden. In de uitvoeringsagenda van de Nota Mobiliteit is afgesproken deze analyse regelmatig te herijken. DGP voerde in 2007 een herijkingsstudie uit onder de naam Landelijke Markt en Capaciteit Analyse Weg (LMCA-Weg).

RWS-DVS voerde de berekeningen en mobiliteitsanalyses uit. DGP heeft het KiM een toetsende rol gevraagd op de uitgangspunten in het LMS¹, voorafgaand aan de berekeningen.

Het KiM is van oordeel dat het LMS een geschikt instrument is in de LMCA-Weg. Geen enkel model kan de toekomst op alle onderdelen perfect voorspellen, ook het LMS niet. Het LMS geeft een integraal beeld van de (toekomstige) Nederlandse mobiliteit en de effecten van beleid daarop. De beleidsvragen van DGP in de LMCA-Weg kunnen, op de betrouwbaarheid van reistijden na, met het LMS beantwoord worden. Daarnaast levert het LMS de ingrediënten aan het KiM om op de investeringspakketten een welvaartseconomische toets² te kunnen uitvoeren.

Het KiM heeft de volgende negen beperkingen van het LMS vastgesteld. Daarbij geven we een aantal handvatten om in de LMCA-Weg met die beperkingen om te gaan.

1. *De uitkomsten zijn soms moeilijk te verklaren.* In het model treden verschillende effecten simultaan op. Het is daardoor soms lastig om de uitkomsten te verklaren. Dit is enigszins te verhelpen door experts de uitkomsten te laten verklaren. Een elasticiteitenhandboek van het LMS kan ook een positieve bijdrage leveren.
2. *Het LMS berekent alleen een gemiddelde werkdag.* De omvang en de effecten voor het overige verkeer dienen voor een kosten-batenanalyse conform OEI bijgeschat te worden.

¹ Toets op het gebruik van het LMS in de Landelijke Markt en Capaciteitsanalyse Weg, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, KiM-2007/33, maart 2007.

² Welvaartseconomische toets investeringspakketten hoofdwegen, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, november 2007.

-
3. *Het LMS beperkt zich tot het personenvervoer.* Voor het autobezit kan het Dynamo-model³ gebruikt worden. De mogelijkheden voor goederenvervoer zijn beperkt.
 4. *Het LMS geeft een beperkt beeld van netwerkeffecten buiten de spitsuren.* Het LMS brengt de situatie, en daarmee de effecten van beleidsmaatregelen, in de schouders van de spits beperkt in beeld.
 5. *Het onderliggend wegennet in de toekomst is niet accuraat in het LMS.* Dit probleem geldt voor alle vergelijkbare modellen. De informatie over het onderliggend wegennet is gefragmenteerd aanwezig. In de LMCA-Weg is een slag gemaakt om de meest recente informatie over het onderliggend wegennet te verzamelen. De reïssnelheden op het onderliggend wegennet worden echter hoog ingeschat in het LMS. De invloed hiervan op de effecten van beleidsmaatregelen is onbekend, maar kan groot zijn.
 6. *Effect van differentiatie naar tijd en plaats wordt in het LMS overschat.* De toedeling van verkeer aan het netwerk vindt plaats op basis van kortste routes in tijd en niet gewogen naar alle verplaatsingskosten. Dit probleem wordt vooral manifest bij het evalueren van tollocaties⁴.
 7. *Het LMS modelleert geen incidenten en betrouwbaarheid.* Incidentele congestie en de variatie van het verkeer van dag tot dag blijven buiten beschouwing. Betrouwbaarheid van reistijden en de effecten van maatregelen daarop zijn grotendeels een witte vlek.
 8. *Het LMS is niet dynamisch in de tijd.* Dit probleem wordt manifest bij de planning van individuele projecten en de combinatie van prijsbeleid. Om mobiliteitseffecten van beide maatregelen goed te kunnen inschatten, is de dynamiek van de aanpassingen in verplaatsingsgedrag belangrijk.
 9. *Het basisjaar van de huidige versie van het LMS is 1995.* Een langetermijn evenwichtsmodel als het LMS is hier, qua modellering van het verplaatsingsgedrag, redelijk robuust voor. De *pivot point*-methode binnen het LMS, waarbij toekomstige mobiliteit beschrijven wordt op basis van veranderingen ten opzichte van de huidige mobiliteit, vraagt om een accurate beschrijving van recente mobiliteit. Dat kun je van 1995 niet meer zeggen.

2.2 Toets op de LMS-spoorprognoses 1995-2005

Voor het project Landelijke Markt en Capaciteitsanalyse Spoor (LMCA-Spoor) van DGP is inzicht gewenst in de kwaliteit van de spoorprognoses, onder andere in de Nota Mobiliteit en de studie

³ Dynamo is een autobezitsmodel waarmee de omvang en de samenstelling van het toekomstige autopark in Nederland kan worden berekend. Het is eigendom van Rijkswaterstaat DVS en het Milieu en Natuurplanbureau.

⁴ Tol in het Nieuw Regionaal Model, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, november 2006.

'Welvaart en Leefomgeving' van de planbureaus. Deze spoorprognoses zijn gemaakt met het LMS. Het KiM heeft de kwaliteit van het LMS getoetst aan de hand van daadwerkelijke ontwikkelingen op het spoor over de periode 1995-2005. Voor dezelfde periode hebben we de LMS-spoorprognoses hiermee op macroniveau vergeleken⁵. Het betreft overigens geen uitgebreide studie, maar slechts een korte reflectie op het LMS.

Door de ooghalen heen zijn de LMS-prognoses in lijn met de gerealiseerde ontwikkeling zoals gerapporteerd in de ProRail Monitor. Ook de analyse per onderscheiden corridor voldoet.

In zijn rapport over de LMCA-Spoor stelt het KiM wel voor om de prognoses van het LMS op te hogen ten opzichte van de studie 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO); niet vanwege modelproblemen, maar omdat in de WLO-scenario's onvoldoende rekening is gehouden met de groei van het gebruik van de OV-studentenkaart, de effecten van kwaliteitsverbeteringen op het spoor en de beprijzing van het wegverkeer⁶.

2.3 LMS-toets in Anders Betalen voor Mobiliteit

In 2007 studeerde het team Anders Betalen voor Mobiliteit (ABvM) van DGP op een eerste stap in de kilometerheffing. De berekeningen hiervoor zijn uitgevoerd met het LMS. Tegelijkertijd schreef Van Wee in een column in Verkeerskunde⁷ dat de mobiliteits- en congestie-effecten van prijsbeleid door de aard van het LMS naar zijn mening worden overschat.

Onder andere naar aanleiding van deze discussie hebben het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) en het KiM aanbevelingen gedaan aan het team ABvM om met gevoeligheidsanalyses de effecten van het LMS voor de tussenfase (eerste stap ABvM) te toetsen⁸. In twee expertsessies zijn ten aanzien van de kwaliteit van het LMS een aantal onderzoeksvragen opgesteld. Hieronder noemen we de belangrijkste.

1. Modelling van congestie

Het LMS heeft een relatief grove wijze van congestiemodelling. Nader onderzoek moet antwoord geven op de vraag: hoe adequaat schat het LMS congestie-effecten van mobiliteitsontwikkelingen in? Daarnaast kan ook aandacht worden besteed aan de modellering van incidentele files en technologische ontwikkelingen, zoals *on-board* routekeuzeinformatie (TomTom e.d.).

⁵ Zie bijlage 1.

⁶ Marktontwikkelingen in het personenvervoer per spoor 1991-2020, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, november 2007

⁷ Wee, B. van (2007). Effecten van kilometerprijs worden overschat. Verkeerskunde (6),

⁸ Analyse van onzekerheden in de verkeerskundige en wagenparkeffecten van de Eerste stap Anders Betalen voor Mobiliteit, Milieu- en Natuurplanbureau Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, november 2007.

2. Verbetering van de modellering van tijdstipkeuzen

In het LMS is een tijdstipkeuzemodel opgenomen dat onderscheid maakt naar (slechts) drie dagperioden. Daardoor is het mogelijk dat de huidige versie van het LMS de mogelijkheden voor wijzigingen van vertrektijdstippen onderschat. Omdat wijzigingen in tijdstipkeuzen een belangrijke gedragsreactie van automobilisten zijn, kunnen die wijzigingen aanzienlijke effecten op congestie hebben. Nader onderzoek kan zich richten op de vraag of op basis van beschikbaar *stated preference* onderzoek inschattingen zijn te geven in welke mate de congestie-effecten van kilometerbeprijzing met de huidige versie van het LMS worden over- of onderschat. De nieuwe versie van het LMS, die nog in ontwikkeling is, houdt rekening met een verbetering van het tijdstipkeuzemodel.

3. Verbetering modellering van het provinciale en stedelijke wegennet

Er is nog geen model dat kan voorspellen welke consequenties beprijzing op het hoofdwegennet heeft op het provinciale en stedelijke wegennet. Dit komt zowel door kenmerken van de modellen als door een gebrek aan data (rijksnelheden, investeringen in onderliggend wegennet). Momenteel werkt RWS-DVSAan nieuwe versies van het LMS en de NRM's⁹ (oplevering voorzien in 2008). Daarin zullen onder andere de modellering van het onderliggend wegennet en de berekening van reistijden verbeterd zijn. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen in welke mate deze nieuwe versies in staat zijn de verkeerskundige effecten van beprijzing op het provinciale en stedelijke wegennet goed in kaart te brengen.

3. Modellering van betrouwbaarheid

Het is wenselijk om onderzoek te doen naar het effect van beleidsmaatregelen op de betrouwbaarheid van reistijden enerzijds, en naar de invloed van betrouwbaarheid op de verkeersvraag anderzijds. Voor de beantwoording van de eerste vraag zijn al instrumenten beschikbaar die deels in combinatie met LMS- of NRM-berekeningen gebruikt kunnen worden, maar die nog wel beperkingen hebben. Nader onderzoek kan uitwijzen of doorontwikkeling daarvan gewenst en mogelijk is. Om de tweede vraag te kunnen beantwoorden, zijn allereerst gegevens nodig over gedragswijzigingen als gevolg van wijzigingen in de betrouwbaarheid.

4. Samenhang ruimtelijke en transportontwikkelingen

Het LMS houdt vrij beperkt rekening met de effecten van kilometerbeprijzing op de ruimtelijke wijzigingen in woon- en werklocatiekeuzen of andere bestemmingskeuzen. In het LMS staan woonlocaties 'vast' en worden geen wijzigingen in locaties van bedrijven verondersteld. In modeltermen: het aantal inwoners en arbeidsplaatsen per zone is exogeen. Uit onderzoek (zie Arentze en

⁹ Regionale opsplitsingen van het LMS.

Timmermans, 2007; Tillema, 2007¹⁰) blijkt echter dat een deel van de werkende bevolking overweegt om als gevolg van de kilometerheffing op zoek te gaan naar een andere woonlocatie (dichterbij het werk) of naar een andere werkplek (dichterbij de woonlocatie). Ook zou een deel van de bedrijven, vooral bedrijven die al geneigd zijn te verhuizen, door een kilometerheffing een nieuwe vestigingslocatie gaan zoeken. De mobiliteitsgevolgen van gewijzigde locatiekeuzen zijn echter niet af te leiden uit deze onderzoeken. Deze gevolgen zijn wel af te leiden uit modellen die rekening houden met de interactie tussen ruimtelijke ontwikkelingen en transport, de zogenoemde grondgebruik-transportinteractiemodellen. Een voorbeeld daarvan is het model TIGRIS XL van RWS-DVS, waarin het LMS als verkeersmodel is opgenomen. Dit model kan globale landelijke analyses in kaart brengen van de mobiliteitsconsequenties van het meenemen van de interactie tussen ruimtelijke ontwikkelingen en transport (en visa versa).

¹⁰ Arentze, Theo en Timmermans, Harry (2007). Congestion pricing scenarios and change of job or residential location: Results of a stated adaptation experiment. *Journal of Transport Geography*, 15 (1), 56-61. Tillema, T. (2007). Road pricing: a transport geographical perspective. Geographical accessibility and short and long-term behavioural effects. PhD thesis. Utrecht University, Utrecht.

3. Onderzoeksvragen LMS

3.1 Lopende herschatting LMS

Dit jaar, 2008, rondt RWS-DVS de herschatting van het LMS en de Nieuw Regionale Modellen (NRM's) af. Het gaat enerzijds om een meer accurate beschrijving van de huidige mobiliteit; het oude basisjaar van het LMS is 1995, het nieuwe basisjaar wordt 2004. Anderzijds gaat het om een herschatting van de theoretische modellen zelf. LMS en de NRM's worden gecoördineerd naar het nieuwe basisjaar gebracht. De achterliggende modellen zullen inhoudelijk aan elkaar gelijk zijn en de benodigde basisgegevens worden met gelijke methoden en bronnen verkregen. De vraagmodellen van het LMS en de NRM's (reisfrequentiemodellen, vervoerwijze- en bestemmingskeuzemodellen en het vertrektijdstipkeuzemodel) zullen worden herschat op actuele gegevens over het verplaatsingsgedrag.

Een onderdeel van de herschattingen is de ontwikkeling van een nieuwe versie van het toedelingmodel Qblok. Daarbij wordt onder andere het verband tussen wegcapaciteit, verkeersintensiteit en snelheid, ook op wegvakken van het onderliggend wegennet, verbeterd.

In de herschatting van het LMS en de NRM's krijgen de randen van de spits een speciale behandeling. De modelnetwerken worden gebaseerd op het Nationaal Wegen Bestand (NWB), wat de uitvoering van berekeningen met betrekking tot luchtkwaliteit en geluid vereenvoudigt. Daarnaast worden een treinkeuzemodel en een stationskeuzemodel in het LMS en de NRM's opgenomen: een model voor de keuze van voor – en natransport van de trein. Deze vernieuwingen zorgen voor verbeteringen van de modellering van het treinvervoer en voor een betere aansluiting op het instrumentarium van de spoorsector. RWS-DVS verwacht de kwaliteit van het LMS en de NRM's verder te verbeteren door aan te sluiten bij de informatie over overig openbaar vervoer uit het WROOV-onderzoek..

De beperkingen van het LMS worden voor een deel opgelost door de lopende herschatting. Onderstaande tabel 3.1 geeft een overzicht van de beperkingen en of ze door de herschatting worden opgelost.

.....
 Tabel 3.1 Beperkingen van het LMS en of ze worden opgelost door de herschatting van het model

Beperking van het LMS	Opgelost door herschatting	Toelichting
1. Overschatting kortetermijneffecten	Nee	LMS blijft een langetermijn model
2. Congestie-effecten onzeker (o.a. onderliggend wegennet)	Deels	Nieuwe versie Qblok: reissnelheid onderliggend wegennet beter
3. Mogelijk inertie van gedrag	Nee	
4. Belang van betrouwbaarheid en incidenten	Nee	
5. Moeilijk te verklaren uitkomsten	Nee	
6. Alleen gemiddelde werkdag	Nee	
7. Beperkt tot personenvervoer	Nee	
8. Beperkte netwerkeffecten buiten de spits	Deels	Nieuwe Qblok is beter in de randen van de spits
9. Overschatting effect differentiatie tijd en plaats	Ja	Toedeling o.b.v. gegeneraliseerde kosten
10. Basisjaar uit 1995	Ja	Nieuw basisjaar wordt 2004

3.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek

De herschatting neemt een aantal beperkingen van het LMS niet weg. Voor een deel betreft dit zaken die nu eenmaal bij een modelsysteem als het LMS horen:

- Het LMS is een langetermijn evenwichtsmodel. Met behulp van gevoeligheidsanalyses kan het LMS wel antwoord geven op sommige beleidsvragen met de focus op de kortere termijn. Een bekend voorbeeld hiervan is de analyse van de ingroei-effecten van prijsbeleid in de eerste stap van ABvM, zoals voorgesteld door MNP en KiM.
- Het LMS modelleert alleen een gemiddelde werkdag. Voor een kosten-batenanalyse van maatregelen die met behulp van het LMS worden geanalyseerd, moet een aparte inschatting gemaakt worden van de effecten buiten die gemiddelde werkdagen (vakanties en weekenden). Een andere consequentie is het structurele karakter van een gemiddelde werkdag. Incidentele congestie vormt circa 30% van de totale congestie. Als het LMS berekent dat een bepaalde maatregel de structurele congestie met 50% vermindert, dan is het effect op de totale congestie lager, namelijk 35%. Het is van belang dit in beleidsanalyses te beseffen.
- Het LMS beperkt zicht tot het personenvervoer. De effecten van maatregelen op het gebied van goederenvervoer of autobezit moeten met andere modellen geanalyseerd worden en vervolgens als invoer aan het LMS gekoppeld worden.

-
- Het LMS houdt vrij beperkt rekening met de effecten van beleid (onder andere prijsbeleid) op de ruimtelijke wijzigingen in woon- en werklocatiekeuzen of andere bestemmingskeuzen. Zogenaemde grondgebruik-transportinteractiemodellen houden wel rekening met de interactie tussen ruimtelijke ontwikkelingen en transport. Een voorbeeld daarvan is het model TIGRIS XL.

Over andere beperkingen van het LMS blijft onzekerheid bestaan, ook na de herschatting van het model. In 2008 is volgens KiM nader onderzoek nodig naar:

- Congestie-effecten. Hoe adequaat modelleert LMS na de herschatting congestie-effecten?
- Betrouwbaarheid. Een verkennende studie hoe betrouwbaarheid in de modellen opgenomen kan worden.
- De uitkomsten uit het LMS blijven soms lastig te verklaren. Enerzijds wordt dit gedeeltelijk opgelost met het zogenoemde elasticiteitenhandboek, dat in 2008 wordt opgesteld door het KiM, in samenwerking met RWS-DVS. Met de uitvoer van het LMS kunnen we elasticiteiten berekenen en vergelijken met elasticiteiten uit de (inter)nationale literatuur. Anderzijds zullen de transparantie en kwaliteit van modellen in Nederland (vraag van DGP) worden onderzocht door het KiM. Kan de beleidsontwikkeling worden ondersteund met eenvoudigere modellen? Met andere modellen? Hoe zou je de langetermijn beleidsondersteuning vormgeven als er in het geheel geen modellen waren geweest in Nederland?

Summary

Owned by the Transport Research Centre of the Directorate-General for Public Works and Water Management (RWS-DVS), the National Model System (*Landelijk Model Systeem*, LMS) is a strategic model for passenger traffic/transport. In 2007, the Directorate-General for Passenger Transport (DGP) commissioned the Netherlands Institute for Transport Policy Analysis (KiM) to assess the application of the LMS as part of three projects, during which several limitations were identified. No model can predict every possible aspect with 100% certainty, and the LMS is no exception. The LMS remains nonetheless valuable as it offers a complete view of current and future transport circumstances in the Netherlands, as well as the impact of policy.

RWS-DVS will fine-tune the LMS in 2008. According to the analysis in this report, however, some of the model's limitations will remain after fine-tuning. Some simply cannot be avoided in models such as the LMS. With regard to other limitations, we suggest further research in 2008:

- After being fine-tuned, how accurately will the LMS model congestion and the impact of policy on congestion? To respond to this question, a project has been included in the KiM work programme for 2008.
- The KiM 2008 work programme also contains an exploratory study into how the element of reliability can be incorporated into the models.
- It is sometimes difficult to interpret the results produced by the LMS. This issue will in part be resolved by the 'elasticity handbook' (included in the 2008 work programme) produced by KiM in association with RWS-DVS. LMS output will allow us to calculate elasticities and compare them against elasticities in other national and international literature.
- KiM will also investigate the transparency and quality of various models in the Netherlands. Can simpler or perhaps different models support policy development? How would long-term policy support in the Netherlands be organised in the complete absence of any models?

Bijlage A Toets op de LMS-spoorprognoses 1995-2005

Inleiding

Voor het project Landelijke Markt en Capaciteitsanalyse Spoor (LMCA-Spoor) van directoraat-generaal Personenvervoer (DGP) is inzicht gewenst in de kwaliteit van de prognoses voor het spoorvervoer. Het gaat om de prognoses die gemaakt zijn voor de Nota Mobiliteit. De verwachting is dat het personenvervoer per spoor tot 2020 met zo'n 18% in reizigerskilometers groeit ten opzichte van 2000¹¹.

De prognoses voor de Nota Mobiliteit zijn gemaakt met het Landelijk Model Systeem (LMS) voor verkeer en vervoer van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat (RWS-AVV). Inzicht in de kwaliteit van de prognoses van het LMS is mogelijk door ze te vergelijken met daadwerkelijke ontwikkelingen in het treingebruik. Met de huidige versie van het LMS (versie 7) met basisjaar 1995 is een prognose voor 2005 gemaakt, op basis van de gerealiseerde ontwikkelingen op het gebied van demografie, economie en overige modelinstellingen¹².

Daarnaast is het mogelijk om met behulp van het model de daadwerkelijke ontwikkelingen af te pellen. Hiermee kunnen we de ontwikkelingen in het spoorvervoer verklaren naar achterliggende oorzaken; wat wordt waardoor veroorzaakt?

In deze notitie gaan we eerst kort in op de LMS-prognoses voor de Nota Mobiliteit. Daarna toetsen we de prognoses met het LMS voor 2005 aan gerealiseerde ontwikkelingen in het treingebruik, zowel landelijk als op de in de LMCA-Spoor onderscheiden corridors. Ten slotte worden de ontwikkelingen met behulp van het model uiteengegrafd naar achterliggende oorzaken.

LMS-prognoses voor de Nota Mobiliteit

In onderstaande tabel staan de LMS-prognoses voor verschillende varianten uit de Nota Mobiliteit. Daarbij hanteren we steeds de cijfers voor het jaar 2000 als index (=100). De referentie voor het jaar 2020 wordt als eerste weergegeven (0.). Dit stelt de situatie voor in het jaar 2020 zonder aanvullend beleid. Als achtergrondscenario hanteren we het European Coordination scenario van het Centraal Planbureau voor 2020. We veronderstellen dat alleen vastgestelde projecten van categorie 0 en 1 uit het Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport (MIT)¹³, in 2020 zijn gerealiseerd. Deze zogenoemde beleidsarme variant voor het jaar 2020 geeft de beleidsopgave weer voor de Nota Mobiliteit.

¹¹ Nota Mobiliteit deel III, Kabinetsstandpunt, 2 september 2005.

¹² LMS evaluatie spoorprognoses 1995-2005, 4cast, september 2007.

¹³ Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport 2005, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

LMS-prognoses spoorvervoer voor de Nota Mobiliteit deel III ¹⁴						
	Reizen			Reizigerskilometers		
	Nederland	Randstad	Rest NL	Nederland	Randstad	Rest NL
2000 (index)	100	100	100	100	100	100
2020						
0. Beleidsarm (RF8)	119	129	107	116	129	107
1. Bouwpakket weg € 14,5 mld.	118	128	107	116	128	107
2. Prijsbeleid conform Nouwen	124	136	111	122	136	111
3. Bouwpakket en Prijsbeleid	123	133	111	121	134	111

Vervolgens geeft de tabel de door het LMS voorspelde ontwikkelingen op het spoor in de drie belangrijkste beleidspakketten weer, namelijk:

1. Bouwen met een totaalpakket van 14,5 miljard euro voor de weg, en Benutten volgens de Zichtbaar Slim Meetbaar (ZSM) pakketten 1 en 2;
2. Prijsbeleid voor de weg, conform het voorstel van de commissie Nouwen, met een kilometerprijs (variabilisatie van vaste autobelastingen in een bedrag per kilometer) en een differentiatie naar tijd en plaats (congestieheffing);
3. De combinatie van Bouwen, Benutten en Beprijzen voor de weg.

De genoemde beleidspakketten zijn primair voor het overheidsbeleid op de weg bedoeld. Voor het spoor veronderstellen we dat de geplande (ook de nog niet vastgestelde) ontwikkelingen tot 2020 in alle 2020-varianten zijn gerealiseerd. Het betreft het zogenoemde ProRail 2010-pakket uit 2005, inclusief Haarlemmermeer-Almere verbeteringen. Zonder aanvullend beleid groeit het aantal reizigerskilometers per trein in 2020 met circa 16% ten opzichte van het jaar 2000.

De invoering van Prijsbeleid op de weg verhoogt het spoorvervoer naar verwachting 4% tot 5%. Het al dan niet realiseren van weginfrastructuur heeft nauwelijks invloed op het spoorvervoer. Alleen in de Randstad is de afname van de congestie op de weg van geringe invloed.

Toetsing LMS-prognoses voor 2005

De vergelijking van de treinprognose van het LMS voor 2005, op basis van daadwerkelijke ontwikkelingen met het gerealiseerde treingebruik voor 2005, geeft inzicht in de kwaliteit van het model. Het is niet de bedoeling hier in deze notitie uitgebreid bij stil te staan. LMS-prognoses in deze vorm zijn namelijk niet de cijfers waarop investeringsbeslissingen bij het spoor op gebaseerd worden. We volstaan met een korte reflectie.

¹⁴ 4Cast, Beleidsvarianten voor de Nota Mobiliteit deel III, juni 2005

De analyse vindt plaats voor de prognose voor heel Nederland. We maken onderscheid naar vijf corridors:

- Den Haag-Leiden-Schiphol-Amsterdam zuid-Almere-Lelystad (SAAL)
- Alkmaar-Amsterdam-Utrecht-Eindhoven
- Utrecht-Arnhem-Nijmegen
- Den Haag-Rotterdam-Eindhoven
- Den Haag/Rotterdam-Gouda-Utrecht

Daarnaast maken we onderscheid naar twee tijdstappen: 1995-2000 en 2000-2005 en naar de ochtendspits en etmaaltotalen.

LMS-prognoses 2000 en 2005 vergeleken met de reizigerskilometrages uit de ProRail Monitor, in reizigerskilometers op werkdagen per etmaal, geïndiceerd (1995/1996 = 100)					
	1995/1996	2000		2005	
		LMS	ProRail ¹⁵	LMS	ProRail
Nederland totaal	100	107	111	113	113

LMS-prognoses 2005 (per corridor en dagdeel) vergeleken met de reizigerskilometrages uit de ProRail Monitor, in reizigerskilometers op werkdagen, geïndiceerd (1995/1996 = 100)					
	1995/1996	2005 ochtendspits		2005 etmaal	
		LMS	ProRail	LMS	ProRail
Nederland totaal	100	121	114	113	113
Den Haag-Schiphol-Almere-Lelystad	100	129	125-150+	125	125-150+
Alkmaar-Amsterdam-Utrecht-Eindhoven	100	133	105-125+	122	105-125
Utrecht-Arnhem-Nijmegen	100	136	105-125	126	105-125
Den Haag-Rotterdam-Eindhoven	100	104	95-104	96	95-105
Den Haag/Rotterdam-Gouda-Utrecht	100	113	105-125	104	105-125

De vergelijking wordt enigszins belemmerd doordat de ProRail-cijfers geïndiceerd zijn op 1996 en het LMS op 1995. De corridoranalyse wordt belemmerd door het verschil in definitie. In de LMS-prognoses per corridor wordt één cijfer gehanteerd, terwijl de ProRail Monitor per onderscheiden baanvak groei-intervallen weergeeft. Hieruit is in de tabellen steeds het belangrijkste, meest centraal gelegen baanvak als representatief verondersteld.

Door de oogharen heen zijn de LMS-prognoses in lijn met de gerealiseerde ontwikkeling in de reizigerskilometers zoals gerapporteerd in de ProRail Monitor. In de tussenstap voor het jaar 2000 ligt het LMS lager, voor het jaar 2005 zijn de uitkomsten gelijk voor Nederland totaal. Per corridor kan de lage uitschieter Den-Haag-Rotterdam-Eindhoven in beide cijfers teruggevonden worden. Voor de

¹⁵ Monitoring Spoorgebruik 2005, Ontwikkelingen in de afgelopen tien jaar, ProRail Spoorontwikkeling, 28 november 2006, geïndiceerd op 1996 = 100

ochtendspits in 2005 ligt het LMS hoger, ook voor de onderscheiden corridors.

Het model prognosticeert niet precies wat de daadwerkelijke ontwikkelingen op het spoor waren. Verschillen kunnen veroorzaakt worden door onvoorziene ontwikkelingen in prijzen of marketingstrategieën van de Nederlandse Spoorwegen. Soms vallen deze ontwikkelingen buiten de scope van het vervoermodel, terwijl ze wel veel invloed kunnen hebben op het gebruik van de trein¹⁶. Een voorbeeld hiervan is de invoering van de OV-studentenkaart in 1991. In de loop van de tijd is de geldigheid van deze kaart vaak aangepast¹⁷:

- 1991 invoering OV/studentenkaart (weekkaart);
- 1994 keuze tussen week of weekend kaart;
- 1996 alleen nog voor studenten van 18 jaar en ouder;
- 1999 was de waarde van een kaart een lening, en pas een gift als de studie tijdig afgerond was;
- 2003 uitbreiding geldigheid week- en weekendkaarten.

Uiteenrafeling ontwikkelingen 1995-2005

We kunnen de verklaarde groei - of krimp - van het treingebruik opsplitsen naar de belangrijkste *drivers* van het treingebruik. We kunnen de prognose als het ware afpellen door steeds een verklarende variabele constant te veronderstellen.

Elasticiteiten uit het LMS op basis van modeluitvoer	
Verklarende variabele	LMS uitvoerelasticiteit
1. Toename bevolking	+1,1
2. Stijging kosten treinverplaatsing	-0,5
3. Stijging brandstofprijns auto	+0,1
4. Frequentieverhoging trein en snelheidsverhoging bus/tram/metro	+1,1
5. Toename autopark	-0,7
6. Congestie hoofdwegennet	nvt

Kwantificering drivers spoorvervoer op groei 1995-2000-2005		
	Ontwikkeling 1995-2005	Verklaarde groei reizigerskms.
1. Toename bevolking	+5,7%	+6,3%
2. Stijging kosten treinverplaatsing (reëel)	+4%	-2%
3. Stijging brandstofprijns auto	+32%	+3%
4. Toename autopark	+23%	-16%
5. Congestie hoofdwegennet	+50%	pm
6. Frequentieverhoging trein en snelheidsverhoging b/t/m	pm	pm
7. pm	pm	pm

¹⁶ Gunn, H. en Van der Hoorn, T. (1996). The predictive power of operational demand models, a case study.

¹⁷ Wikipedia, OV-studentenkaart, januari 2007

Onverklaard (totaal groei werkdagen 1995-2005 +13%)		+22%
---	--	------

Colofon

Met medewerking van:

- Rijkswaterstaat DVS (Frank Hofman)
- ProRail (Govert-Jan Strang van Hees)

Berekeningen uitgevoerd door:

Bureau 4cast, rapportnummer P07-0013, in opdracht van KiM

Bijlage B De werking van het LMS

De werking van het LMS

Het LMS is een strategisch verkeers- en vervoermodel voor personenvervoer. Het is bedoeld voor ex-ante evaluatie (evaluatie vooraf) van beleidsmaatregelen voor de middellange en lange termijn. Het LMS stelt mobiliteitsprognoses op voor het personenvervoer over de weg en het spoor. Deze prognoses laten zien wat het effect is van relevante, meetbare en samenhangende invloeden op het toekomstige personenvervoer.

De achterliggende theorie in het LMS is die van de economische nutsmaximalisatie van huishoudens¹⁸. Deze theorie in het gebruik van microdata is ontwikkeld door McFadden, waarvoor hij in het jaar 2000 de Nobelprijs voor de economie kreeg. De theorie wordt nog steeds verder ontwikkeld¹⁹. Het systeem, bestaande uit discrete keuzemodellen, is gebaseerd op waargenomen gedrag van mensen.

De belangrijkste bron voor dat gedrag is het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON), dat sinds 2004 wordt uitgevoerd door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat (RWS-AVV). MON is de opvolger van het Onderzoek Verplaatsing Gedrag (OVG), dat sinds 1978 door het CBS werd uitgevoerd. Jaarlijks worden ongeveer vijftig- tot zestigduizend mensen geïnterviewd over hun verplaatsingsgedrag op één dag. Daarnaast worden allerlei kenmerken van deze mensen geïnventariseerd, waaronder leeftijd, geslacht, samenstelling van het huishouden, opleiding, inkomen en autobezit.

In 2004 hebben ruim 66.000 personen hun verplaatsingsgedrag bijgehouden²⁰. Bij het schatten van het model worden zowel de meetbare invloeden van de kenmerken van personen en huishoudens als de kenmerken van verkeers- en vervoerssystemen gekoppeld aan het verplaatsingsgedrag van huishoudens. Kenmerken van personen vormen op deze manier een verklaring voor hun verplaatsingsgedrag.

Deze theoretische benadering wordt in het LMS toegepast met een zogenoemde pivot point-methode. Het model wordt zowel voor de toekomst toegepast als het voor het basisjaar van de berekeningen. Door beide toepassingen op elkaar te delen, worden groeifactoren voor de mobiliteit berekend.

Daarnaast worden in het LMS de verkeersstromen in het basisjaar beschreven. Deze zogenoemde basismatrices worden opgebouwd uit kwantitatieve gegevens uit verkeerstellingen, enquêtes en dergelijke. Het vermenigvuldigen van de groeifactoren met basismatrices levert toekomstmatrices op. De mobiliteitsprognoses worden dus opgebouwd

¹⁸ Ben-Akiva and Lerman, *Discrete Choice Analysis*, The Massachusetts Institute of Technology, 1985.

¹⁹ *Innovative Methods in Transport Planning, Analysis and Appraisal*, ETC (AET), 2005.

²⁰ *Mobiliteit in cijfers 2004*, Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer, juni 2005.

uit een berekening van de veranderingen in de mobiliteit ten opzichte van een geconstrueerd beeld van het heden.

Een laatste belangrijke techniek bij het LMS om de onzekerheid in de mobiliteitsprognose te verkleinen, is het relatieve gebruik ervan. Er bestaat geen zekere toekomst. De beste manier om het LMS te gebruiken, is een analyse van het verschil van de mobiliteitsprognoses voor een toekomst met en zonder de maatregel. Het toepassen van meerdere, verschillende, toekomstscenario's vergroot het inzicht in het effect en de robuustheid van beleidsmaatregelen.

Externe effecten van het verkeer, zoals berekeningen voor de luchtkwaliteit, verkeersveiligheid en omvang van de geluidhinder, vereisen vaak absolute uitvoer van modellen. Met het LMS kan dit alleen maar op strategisch niveau gedaan worden.

Gaat het om een concrete projectstudie, waarin wegvakintensiteiten benodigd zijn en er detailanalyses van de externe effecten gemaakt moeten worden, dan is het Nieuw Regionaal Model (NRM) beter geschikt.

De invoer van het model en wat eruit komt

Mobiliteitsprognoses uit het LMS zijn gebaseerd op toekomstscenario's. De meetbare invloeden op het personenvervoer worden hiervoor opgesplitst en ondergebracht in omgevings- en beleidsscenario's.

Omgevingsscenario's, opgesteld door de planbureaus, laten zien wat de ontwikkelingen kunnen zijn van belangrijke demografische en sociaaleconomische factoren, inclusief de ontwikkeling van prijzen. In het LMS worden gegevens met betrekking tot deze factoren ruimtelijk ingedeeld in ongeveer dertienhonderd zones, die geheel Nederland en aangrenzende stukjes buitenland bestrijken. Met het LMS kunnen we ramen welke invloed deze ontwikkelingen op het personenvervoer hebben. De Nota Mobiliteit is gebaseerd op het European Coordination scenario van het Centraal Planbureau. Recentelijk zijn vier nieuwe toekomstscenario's voor de jaren 2020, 2030 en 2040 ontwikkeld in de WLO-studie.

Beleidsscenario's geven aan hoe het toekomstig verkeers- en vervoerbeleid er uit kan komen te zien. Met het LMS kunnen we bepalen hoe het toekomstige beleid het verkeerssysteem kan beïnvloeden. Bij een beleidsscenario kunnen we twee vormen onderscheiden.

Allereerst is er de referentiesituatie; dat is toekomstige situatie zonder nieuw beleid. Hierin is alleen het vastgestelde beleid opgenomen, onder andere de projecten uit de categorie 0 en 1 uit het Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport (MIT). Het MIT is een jaarlijks vastgesteld document als verdiepingsbijlage bij het Infrastructuurfonds. Het geeft de actuele stand van zaken weer rond de

verschillende infrastructuurprojecten waarbij Verkeer en Waterstaat tot en met 2020 betrokken is²¹.

De tweede vorm van een beleidsscenario kan een bepaalde beleidsoptie zijn. Ten opzichte van het referentiescenario krijgt het scenario er dan een of meer beleidsmaatregelen bij.

In Bijlage C is weergegeven wat de totale invoer van het LMS inhoudt.

De uitvoer van het LMS is de mobiliteit van de inwoners van Nederland op een gemiddelde werkdag. Het LMS geeft aan hoeveel verplaatsingen er gemaakt worden, hoe lang deze zijn en hoe lang ze duren. Er zijn verschillende onderverdelingen mogelijk. Alle belangrijke vervoerwijzen en verplaatsingsmotieven worden onderscheiden: van autobestuurder tot buspassagier en langzaam verkeer, en van woon-werkverkeer tot sociaalrecreatief verkeer. Daarnaast is het autoverkeer per dagdeel toe te delen aan het autonetwerk. Zodoende kan een tabel of een kaart de omvang van de stromen, de reistijden voor het autoverkeer of de optredende congestie weergeven.

Sterke punten van de berekeningen

1. Het LMS geeft een integraal beeld van mobiliteitseffecten

Het LMS geeft inzicht in alle mogelijke gedragsreacties in de mobiliteit van mensen. De meeste keuzen van mensen bij het zich verplaatsen zijn gemodelleerd:

- routekeuze
- vertrektijdstipkeuze
- vervoerwijzekeuze
- bestemmingskeuze

In een iteratief (herhalend) proces wordt deze gelaagdheid in keuzen in evenwicht gebracht.

Het verbreden van een autosnelweg waar dagelijks congestie voorkomt, beïnvloedt bijvoorbeeld de reistijden op dat traject. De route wordt aantrekkelijker waardoor meer mensen voor die route kiezen. Als een soort dakpaneffect zullen ook routes in de omgeving ontlast worden, waardoor weer andere mensen andere keuzen kunnen maken. De verminderde congestie in de spits zorgt er weer voor dat verplaatsingen in de spits aantrekkelijker worden, waardoor er een terug-naar-de-spits-effect zal optreden. De auto wordt tevens weer een iets aantrekkelijker alternatief dan de trein of ander openbaar vervoer, waardoor het autogebruik toeneemt op die relaties. Ten slotte leidt de verbeterde bereikbaarheid tot het kiezen van verder weg gelegen bestemmingen. Al deze keuzen zijn onderdeel van de berekeningen in het LMS.

2. Het LMS is een betrouwbaar prognose-instrument

In 1996 heeft het instituut Transport Research Laboratory, gelieerd aan het Britse Ministerie van Transport, de kwaliteit van het LMS getoetst in

²¹ Ministerie van Verkeer en Waterstaat, MIT/SNIP-projectenboek 2007, september 2006.

een audit²². De conclusie was dat het LMS volgens de laatste wetenschappelijke inzichten is gemaakt en dat de omvang van de effecten van een aantal maatregelen die het LMS voorspelt, redelijk in lijn zijn met kennis uit andere bronnen.

Een aantal jaar geleden vergeleken de makers van het model een in 1986 gemaakte prognose van het LMS voor het jaar 1996 met de werkelijke ontwikkelingen in die periode. Na correctie voor exogene ontwikkelingen, zoals onder meer de bevolkingsgroei, bleek de kwaliteit van de gemaakte voorspelling redelijk te zijn²³. De groei van het sociaal-recreatieve verkeer wordt door het model onderschat. Die constatering heeft geleid tot een nieuwe versie van het model (versie 7), waarin het inkomen als verklarende factor is meegenomen. Daarnaast was de conclusie dat het LMS effecten van grote systeemwijzigingen als de invoering van de OV-studentenkaart niet goed kon inschatten.

3. De aanname van constant verplaatsingsgedrag is valide

Uit diverse onderzoeken in binnen- en buitenland blijkt dat het verplaatsingsgedrag redelijk constant is in de tijd. Analyses uit het OVG en MON²⁴ laten zien dat het aantal verplaatsingen per persoon per dag tussen 1985 en 2004 constant is tussen de 3,1 en 3,2. Ook is duidelijk dat de toename van de bevolking en het gebruik van snellere vervoerwijzen verklaringen zijn voor de toename van mobiliteit. Deze conclusies worden gedeeld in een studie van het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP), in samenwerking met AVV²⁵. Daarin wordt tevens aangehaald dat Brög de conclusies in 1993 bevestigde voor een groot aantal Duitse steden. Hij stelde vast dat er tussen 1976 en 1990 nauwelijks verandering was opgetreden in het activiteitenpatroon van reizigers: het aantal verplaatsingen per persoon bleef gelijk, het aantal activiteiten per persoon bleef gelijk en de totale hoeveelheid reistijd eveneens. Het voordeel van deze constatering werkt twee kanten op. In de huidige versie van het LMS (versie 7) worden de analyses gebaseerd op gegevens van het jaar 1995, het basisjaar van de berekeningen. Dat het basisjaar meer dan tien jaar van de actuele situatie ligt, is dus niet zo'n groot probleem voor het theoretische model. De toekomstverkenningen voor 2010, 2020 en verder zijn redelijk robuust voor het veronderstelde verplaatsingsgedrag. Voorwaarde is wel dat het aantal klassen waarin de kenmerken van personen worden onderscheiden, voldoende groot en ook in die toekomst nog onderscheidend is. Nadeel van het twaalf jaar oude basisjaar is dat de beschrijving van de mobiliteit uit 1995 niet meer zo accuraat is, maar met de pivot point-methode van het LMS wel de basis vormt voor de beschrijving van de verkeersprognoses.

²² Bates, Dasgupta e.a., Audit of the Dutch National Model Final Report, Transport Research Laboratory, TNO Institute of Infrastructure, Transport and Regional Development, December 1996.

²³ Gunn en Van der Hoorn, The Predictive Power of Operational Demand Models, A Case Study, PTRC (AET) 1998.

²⁴ Mobiliteit in cijfers 2004, Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer, juni 2005

²⁵ Steg en Kalfs, Altijd weer die auto! Sociaal- en gedragswetenschappelijk onderzoek en het verkeers- en vervoerbeleid, SCP en AVV, december 2000, pagina 15.

Bijlage C Overzicht van de invoer van het LMS

1. Sociaaleconomische gegevens:
 - aantal inwoners naar geslacht en vier leeftijdsklassen:
 - o 0-14 jaar
 - o 15-34 jaar
 - o 34-64 jaar
 - o 65+
 - aantal huishoudens naar vijf inkomensklassen:
 - o < € 11.350
 - o € 11.350 - 18.150
 - o € 18.150 - 27.220
 - o € 27.220 - 38.570
 - o > € 38.570
 - aantal arbeidsplaatsen in drie klassen:
 - o landbouw
 - o overheid/diensten
 - o detailhandel
 - aantallen beroepsbevolking naar geslacht en dienstverband (parttime/fulltime)
 - aantal leerlingen naar drie schooltypen:
 - o basisonderwijs
 - o vo t/m mbo
 - o hbo/wo
 2. Netwerken:
 - autonetwerk
 - o capaciteit en snelheid van autoverbindingen
 - o capaciteitsfactor voor autonome verhoging van de capaciteit per rijstrook
 - trein
 - overig openbaar vervoer
 - fiets/langzaam verkeer
 3. Prijzen
 - parkeerprijs en areaal betaald parkeren
 - brandstofprijs
 - brandstofefficiency
 - kosten stad-/streekvervoer
 - treinkosten totaal en specifiek woon-werk gerelateerd
 - prijsbeleid (tolheffing, congestieheffing per dagdeel)
 4. Aantal auto's
 5. Werkdagkarakteristieken:
 - omvang vakantiedagen
 - uren per werkdag
 6. Aantal contracturen
 7. Parkeerrestricties, ABC-locatienormering
 8. Reëel besteedbaar inkomen
 9. Extern geprognosticeerde Vrachtautomatrices voor basis- en toekomstjaren
- Punt 1, 7 en onderdelen van punt 3 worden voor 1308 zones van het LMS ingevoerd.
