

Prognoses van het Landelijk Model Systeem: komen ze uit?

Gerard de Jong
Significance, NEA en ITS Leeds
dejong@significance.nl

Jan Gerrit Tuinenga
Significance
tuinenga@significance.nl

Marco Kouwenhoven
Significance
kouwenhoven@significance.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
20 en 21 november 2008, Santpoort**

Samenvatting

Prognoses van het Landelijk Model Systeem: komen ze uit?

Exact juiste mobiliteitsprognoses bestaan niet. Deze zijn ook niet nodig, want het gaat in de eerste plaats om te komen tot verstandig transportbeleid; beleid dat een goed antwoord biedt op wat de toekomst ons kan brengen. Daarvoor is het wel belangrijk dat de richting en de orde van grootte van de berekende effecten juist zijn.

In deze paper wordt gekeken naar prognoses van verkeersintensiteiten op bepaalde verbindingen en reizigerskilometrages per vervoerwijze die in de loop der jaren gemaakt zijn met het Landelijk Model Systeem (LMS). Deze worden vergeleken met gegevens over wat zich werkelijk heeft voorgedaan. We richten ons hierbij op prognoses (en realisaties) van de procentuele veranderingen tussen basisjaar en toekomstjaar: sporen de relatieve veranderingen volgens het LMS met de realiteit?

Voor het maken van mobiliteitsprognoses gebruikt een transportmodel invoervariabelen (betreffende de toekomst) die zelf weer prognoses zijn uit andere bronnen of veronderstellingen. Voorbeelden van zulke variabelen zijn bevolkingsomvang en inkomensgroei. Verschillen tussen de prognoses van transportmodellen en de waargenomen ontwikkelingen kunnen veroorzaakt worden door het model zelf, maar ook doordat de invoervariabelen zich anders hebben ontwikkeld dan gedacht.

Deze paper bevat een vergelijking tussen de LMS prognoses uit 1986 voor het jaar 1996 enerzijds en waargenomen ontwikkelingen in de periode 1986-1996 anderzijds. Ook zijn er in het verleden 'backcasting' projecten met het LMS uitgevoerd waarin het model gebaseerd op gegevens uit 1995 toegepast werd op 1986, waarna deze modelberekeningen werden vergeleken met de waarnemingsgegevens voor de mobiliteitsontwikkeling 1986-1995. Verder worden LMS prognoses uit 1990 uit het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer voor de periode 1986-2010 vergeleken met de waargenomen ontwikkelingen in de periode 1986-2007.

Een andere confrontatie tussen voorspelling en realisatie vond plaats in het kader van de studies naar de effecten van de opening van de ringweg Amsterdam (Zeeburgertunnel) en van de Wijkertunnel.

Recentelijk zijn er met het LMS bandbreedtes berekend (95% betrouwbaarheidsintervallen) van de prognoses voor de wegvakvolumes en het aantal reizigerskilometers en reizen. Deze worden ook samengevat in deze paper. Dergelijke intervallen kunnen gebruikt worden bij het formuleren van robuust transportbeleid.

We vinden dat de in Nederland met het LMS gemaakte prognoses van mobiliteit in de praktijk vaak dicht in de buurt komen van de realisaties. Een groot deel van de fouten in prognoses met LMS is het gevolg van fouten in de invoergegevens van de prognoses, en kunnen het modelsysteem niet worden aangerekend. Anderzijds is hierbij ook sprake van tegengestelde effecten, die elkaar bij benadering compenseren, zodat per saldo de fout toch weer gering is.

1. Inleiding: we streven naar realistische prognoses

Er wordt wel gesteld dat wiskundige prognosemodellen in het algemeen vooral van belang zijn voor het structureren van informatie en het objectiveren van het debat, en niet zozeer voor het leveren van prognoses die ook werkelijk uitkomen. Dit is een belangrijk principieel en praktisch punt. Als we echter kijken naar de toepassingen van wiskundige prognosemodellen in de wereld van verkeer en vervoer, dan betreft het vraagstukken als nut en noodzaak van bepaalde verbindingen (b.v. weg of spoor), dimensionering van nieuwe infrastructuur (b.v. aantal rijstroken) en het effect van beleidsmaatregelen (b.v. beprijzen). Hierbij gaat het niet alleen om een ordelijk besluitvormingsproces, maar wel degelijk ook om prognoses met een zekere realiteitswaarde. Berekeningen van kosten en baten, en daarmee (deels) de politieke beslissing, worden hier immers op gebaseerd. Dit verklaart ook de aandacht die de publicaties van Flyvbjerg over verschillen tussen verkeersprognoses en uitkomsten hebben gekregen: transportmodellen zijn ook bedoeld om de toekomstige verkeersvolumes te ramen, en als de ramingen vaak niet uitkomen, dan kan de professie dat niet naast zich neerleggen.

In Flyvbjerg et al. (2006) worden de prognoses van het aantal reizigers en de realisaties vergeleken voor 210 rail- en weginfrastructuurprojecten in 14 landen (Nederland zit er niet bij) in de periode 1969-1998. Voor wegprojecten werd een aanzienlijke afwijking gevonden (50% van de prognoses was 20% te hoog of te laag), waarbij er ongeveer even vaak sprake was van overschattingen als van onderschattingen. Er was dus geen sprake van systematische afwijking, maar wel relatief veel onzekerheid. Bij railprojecten was de onnauwkeurigheid groter maar was er bij 9 van de 10 projecten sprake van een overschatting van de vraag van reizigers naar reizen met die treinverbinding. Voor 84% van de railprojecten was er een overschatting van meer dan 20% (en geen enkele met een onderschatting van 20% of meer). In de verklaring van de verschillen voor met name de railprojecten wijzen de auteurs met name op politieke manipulatie.

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 op landelijke schaal. Het LMS wordt veelvuldig gebruikt bij de voorbereiding van beleidsdocumenten (zoals het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer uit 1990 en meer recentelijk de Nota Mobiliteit) en om invoer te leveren voor kosten-baten analyses. 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.

In deze paper wordt gekeken naar prognoses van verkeersintensiteiten en reizigerskilometrages per vervoerwijze die in de loop de jaren gemaakt zijn met het Landelijk Model Systeem (LMS). Deze worden vergeleken met gegevens over wat zich werkelijk heeft voorgedaan. We richten ons hierbij op prognoses (en realisaties) van de procentuele veranderingen tussen basisjaar en toekomstjaar: sporen de relatieve veranderingen volgens het LMS met de realiteit? De vraag of de weergave van het

basisjaar (met name de basismatrices) in het LMS de werkelijkheid goed representeert, -hoe belangrijk deze vraag ook is- komt in deze paper niet aan de orde. Andere belangrijke onderscheiden bij het vergelijken van modelberekeningen en realisaties zijn tussen de korte en lange termijn, en het onderscheid tussen invoerfouten en modelfouten. Het LMS is bedoeld voor prognoses op middellange en lange termijn, dus is een vergelijking tussen prognose en realisatie over bijvoorbeeld een horizon van één jaar niet zonder meer mogelijk. Verder geldt dat een transportmodel invoervariabelen gebruikt (betreffende de toekomst) die zelf weer prognoses zijn uit andere bronnen of veronderstellingen. Voorbeelden van zulke variabelen zijn bevolkingsomvang en – samenstelling, werkgelegenheid, inkomens en autobezit. Verschillen tussen de prognoses van transportmodellen en de waargenomen ontwikkelingen kunnen veroorzaakt worden door het model zelf, maar ook doordat de invoervariabelen zich anders hebben ontwikkeld dan gedacht. Dat laatste kan het verkeersprognosemodel, en daarmee de professie, niet aangerekend worden.

In hoofdstuk 2 van deze paper worden uitkomsten beschreven van een eerdere vergelijking tussen de LMS prognoses uit 1986 voor het jaar 1996 enerzijds en waargenomen ontwikkelingen in de periode 1986-1996 anderzijds. Ook zijn er in het verleden '*backcasting*' projecten met het LMS uitgevoerd waarin het model gebaseerd op gegevens uit 1995 toegepast werd op 1986 (voorspellen van het verleden dus), waarna deze modelberekeningen werden vergeleken met de waarnemingsgegevens voor de mobiliteitsontwikkeling 1986-1995. De uitkomsten van deze *backcasting* projecten worden kort samengevat in hoofdstuk 3.

Een andere confrontatie tussen voorspelling en realisatie vond plaats in het kader van de studies naar de effecten van de opening van de ringweg Amsterdam (Zeeburgertunnel) en van de Wijkertunnel. Hoofdstuk 4 beschrijft de belangrijkste conclusies.

In hoofdstuk 5 worden LMS prognoses uit 1990 uit het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV-II) voor de periode 1986-2010 vergeleken met de waargenomen ontwikkelingen in de periode 1986-2007.

Meer recent zijn er met het LMS bandbreedtes berekend (95% betrouwbaarheidsintervallen) van de prognoses voor de wegvakvolumes en het aantal reizigerskilometers en reizen, waarbij onderscheid gemaakt werd tussen modelonzekerheid en invoeronzekerheid. Uitkomsten hiervan komen aan de orde in het zesde hoofdstuk van deze paper.

Hoofdstuk 7 tenslotte bevat een samenvatting van het geheel en een aantal conclusies.

2. Prognoses en realisaties voor het jaar 1996

In 1988 werden de eerste SVV-II berekeningen voor de toekomstjaren 1996 en 2010 gemaakt met de toenmalige mainframe versie van het LMS met basisjaar 1986. Hierbij werden verschillende scenario's onderscheiden ten aanzien van de invoergegevens voor economie, bevolking, werkgelegenheid, prijsbeleid, autobezit, infrastructuur en dergelijke. Eén van de scenario's was het zogenaamde CPB middenscenario bij

“ongewijzigd beleid” en dat scenario is 10 jaar later gebruikt voor een vergelijking van prognose met realisatie voor 1996 (Gunn en van der Hoorn, 1998).

Bij deze vergelijking werd gecorrigeerd voor verschillen tussen de aannames voor de modelinvoer en de daadwerkelijke realisatie. Deze verschillen betroffen sociaal-economische gegevens, autobezit, prijzen, reistijden en de introductie van de studentenkaart, Hierbij werd de modeluitvoer gecorrigeerd middels het gebruik van elasticiteiten op deze verschillen in invoeraannames.

Na het uitvoeren van deze correctie op de modelinvoer werd een goede fit gevonden tussen het gemodelleerde en het ‘gemeten’ kilometrage. Het belangrijkste verschil dat werd gevonden was de onderschatting van het kilometrage voor autoverplaatsingen voor het sociaal-recreatief-overig motief: het aantal afgelegde kilometers voor dit motief steeg in werkelijkheid veel sneller dan de ongecorrigeerde prognose. En aangezien het autobezit in 1996 lager lag dan was aangenomen (fout in de invoervariabele) werd de afwijking door de correctie procedure nog groter. De onderschatting werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat directe inkomens- en welvaartseffecten niet in het model werden meegenomen (dit is later gecorrigeerd: tegenwoordig worden deze effecten wel meegenomen). Tevens werd een belangrijke onderschatting van het treinverkeer aangetroffen, in een recente versie van het LMS zijn mede daarom substantiële modelverbeteringen voor de modellering van de trein in het LMS doorgevoerd (de zgn. ZuiderZeeLijn LMS-variant).

3. Voorspellen van het verleden ('backcasting')

Na deze eerste check op de resultaten van een prognose vanuit 1986 naar 1996 zijn verschillende *backcasting* en *forecasting* exercities uitgevoerd (RAND Europe, 2002):

1. met LMS6 (basisjaar 1990) *backcast* naar 1986 en prognose naar 1994
2. met LMS7 (basisjaar 1995) *backcast* naar 1986
3. met LMS7 (basisjaar 1995) *forecast* naar 1998.

Bij deze modelberekeningen is gepoogd zoveel mogelijk de prognoses te vergelijken met daadwerkelijke ontwikkelingen zoals door het Onderzoek Verplaatsingsgedrag (OVG) gegeven. Hierbij moeten we ons wel realiseren dat de foutmarge van het OVG voor 1986 veel groter zal zijn dan tegenwoordig gezien de relatief beperkte steekproef in de jaren '80.

Bij de eerste set prognoses werd een *backcast* van 1990 naar 1986 gecombineerd met een *forecast* van 1990 naar 1994. Op deze wijze kon dus een prognose van 1986 naar 1994 geconstrueerd worden met een tussenstap. Bij vergelijking van de fit van deze gecombineerde prognose (1986 via 1990 naar 1994) met de rechtstreekse prognose (1986 naar 1996; zoals besproken in het vorige hoofdstuk) bleek dat de gecombineerde prognose weliswaar iets beter de daadwerkelijke ontwikkelingen reproduceerde, maar de belangrijkste verschillen die voor de rechtstreekse prognose waren gesignaleerd waren ook zichtbaar in de gecombineerde prognose. Hierbij bleek ook dat de te lage treinprognoses niet alleen door de introductie van de Studentenkaart werden veroorzaakt (deze invoering leverde een structurele wijziging op in het reisgedrag van studenten die in het model niet was meegenomen).

Deze berekeningen worden uiteraard gedaan om nieuwe ontwikkelrichtingen van het model te identificeren. Daarom is vervolgens met de op dat moment meest recente versie van het model (LMS7 met basisjaar 1995) een *backcast* gedaan naar 1986 en een *forecast* naar 1998. Vervolgens zijn die model resultaten vergeleken met de 'realisatie' volgens het OVG van 1986 en 1998 (1998 is het laatste OVG dat niet middels de *Neu Kontiv*-methode was afgenomen). De volgende tabel geeft een illustratie van de gevonden verschillen ten opzichte van het OVG.

Tabel 1. Vergelijking van de voorspelling van het LMS ten opzichte van het OVG voor tours in 1986 en 1998

		Frequentie		Vervoerwijzeverdeling				
		Totaal		Auto- bestuurder	Auto- passagier	Trein	BTM	Langzaam
Woonwerk	1986	+		o	o	--	+	o
	1998	o		o	++	--	--	o
Zakelijk	1986	++		o	++	--	--	++
	1998	++		++	++	--	--	--
Onderwijs	1986	o		o	o	--	--	+
	1998	o		++	--	-	++	-
Winkelen	1986	o		o	o	o	+	o
	1998	o		-	-	--	--	+
Overig	1986	-		o	o	--	++	o
	1998	o		-	o	--	o	+
Totaal	1986	o		o	o	--	+	o
	1998	o		-	+	--	o	+

Onderstaande tekens geven de afwijking aan van de groeicijfers van het LMS t.o.v. het OVG. De groeicijfers zijn indexcijfers met 1986 en 1995 als basisjaar voor 1995 resp. 1998.

++	>5%
+	2% tot 5%
o	-2% tot +2%
-	-2% tot -5%
--	<-5%

In beide jaren lijken de resultaten van het LMS-**frequentiemodel** (het model dat een prognose geeft voor het *aantal* tours dat per motief wordt gemaakt, zie linkerkolom) goed overeen te komen met het OVG, behalve in de volgende drie gevallen:

1. Het model schat de groei van het **woon-zakelijk** verkeer veel hoger in dan het OVG. Het model lijkt echter veel plausibeler dan het OVG, dat over de periode 1986-1995 een forse daling in het woon-zakelijke segment geeft (-23%) en over de hoogconjunctuur-periode 1995-1998 een lichte stijging (+3%). Het model geeft hiervoor de veel plausibelere groeicijfers van +35%, respectievelijk +12%.
2. Voor 1986 is een overschatting van de groei van het motief '**woon-werk**' te zien, een gevolg van de afwijking tussen LMS en OVG van de beroepsbevolking voor dat jaar. Dit zal ook effect hebben op het woon-zakelijke verkeer.
3. Voor 1986 is een onderschatting van de groei van het motief '**Overig**' te zien, waarschijnlijk een gevolg van (A) veranderingen in ontbrekende 'taste' variabelen, (B) de afwijking tussen LMS en OVG van de beroepsbevolking voor dat jaar en (C) de gehanteerde instellingen van de werkurencorrectiemodule.

Kijken we naar de vervoerwijzeverdeling per motief dan valt duidelijk op, dat er voor beide jaren een consistente onderschatting van het **trein**-aandeel is te zien. Ook bij vergelijking met cijfers aangeleverd door NS-Reizigers (NSR) bleek het LMS duidelijk te lage groeicijfers voor de trein aan te geven. De verschillen vallen buiten de foutmarges voor het OVG en verdienen daarom de aandacht. In RAND Europe (2002) zijn vervolgens een aantal oorzaken en mogelijke onderzoeksrichtingen geïdentificeerd om dit probleem op te lossen. Voor de overige vervoerwijzen is het beeld minder duidelijk. Veelal zijn de foutmarges van het OVG dermate groot dat de LMS prognose binnen de foutenmarge van het OVG valt. Dit geldt vooral voor 1986, maar voor 1995 geldt dit vaak ook, met name bij motief x vervoerwijze combinaties. De in de verschillende *backcasting* toepassingen geïdentificeerde verschillen hebben geleid tot diverse verdere onderzoeken en verbeteringen in het huidige modelsysteem en de aankomende nieuwe versie van LMS 7 (LMS7_2004).

4. Effecten openstelling Zeeburger en Wijkertunnel

In 1990 werd de Zeeburgertunnel opengesteld, waarmee de ringweg Amsterdam (A10) werd gecompleteerd. Om de effecten van deze majeure wijziging in de weginfrastructuur in het Noordzeekanaalgebied vast te stellen werd een uitgebreid onderzoek uitgevoerd met diverse voor- en nastudies (zie Bovy et al., 1992). Hiermee werden de waargenomen effecten op korte termijn (tot een jaar) vastgesteld. In 1996 werd een andere oeververbinding van het Noordzeekanaal opengesteld. De voorstudies van dit project zijn ook gebruikt om de effecten van de opening van de Zeeburgertunnel na 5 jaar te meten (de Jong et al., 1998). Ook het LMS werd ingezet om modelberekeningen van de effecten na 1 en 5 jaar te geven. Het LMS is bedoeld voor prognoses voor de middellange tot lange 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 gerepresenteerde 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). Een eerste benadering van korte termijn effecten (zeg 1 jaar) is te verkrijgen als men de bestemmingskeuze voor een of meerdere verplaatsingsmotieven in het LMS vastzet (de bestemmingen veranderen dan niet), en de andere modules draait. Deze methode is ook toegepast in de Ringwegstudie; de uitkomsten staan in de rij voor de effecten na 1 jaar in Tabel 2.

Tabel 2. Effect van openstelling van de Zeeburgertunnel op het aantal voertuigen dat het Noordzeekanaal kruist: LMS prognose versus waarnemingen

	LMS prognoses	verkeerstellingen
Na 1 jaar	+6% Waarvan: 4% door routekeuze 2% door vervoerwijzekeuze	+5%
Na 5 jaar	+8% Waarvan: 4% door routekeuze 2% door vervoerwijzekeuze 2% bestemmingskeuze	+7%

De waargenomen korte termijn effecten van de openstelling van de Ringweg Amsterdam (A10) werden op deze manier goed voorspeld, terwijl de volledige modelrun (in de rij voor de effecten na 5 jaar in Tabel 2) goed spoorde met de waargenomen effecten na 5 jaar.

5. Komen de SVV-II prognoses uit?

In 1990 kwam het SVV-II, het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (deel d: regeringsbeslissing), uit. Voor de mobiliteitsprognoses hierin, en in eerdere fasen van het SVV-II project, was het LMS ingezet. Deze prognoses betreffen het jaar 2010, vergeleken met het basisjaar 1986. Hoewel de periode 1986-2010 nog niet geheel verlopen is, is het interessant om te kijken in hoeverre deze prognoses zijn uitgekomen. Daarbij kijken we niet zo zeer naar de prognoses bij ongewijzigd beleid, maar vooral naar die bij het SVV-II-d beleidspakket, bij het CPB 'middenscenario' voor 2010.

Tabel 3. Ontwikkeling in het aantal reizigerskilometers (1986=100)

	LMS prognose voor ongewijzigd beleid 1986-2010	LMS prognose voor SVV-II-d pakket 1986-2010	Realisatie volgens OVG/MON 1986-2007
Autobestuurder	170	147	152
Auto-passagier	85	95	107
Trein	109	139	152
Bus/tram/metro	94	117	
Fiets/lopen	89	97	115
Totaal	131	127	126

Bronnen: CBS (2008), Rijkswaterstaat (2008), Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990)

Bij de vergelijking in Tabel 3 moeten we allereerst in de gaten houden dat de realisatie loopt tot 2007; de jaren 2008, 2009 en 2010 kunnen nog tot veranderingen in de realisatie leiden. Dan valt allereerst op dat de totale mobiliteitsgroei in de LMS prognoses en de realisatie zeer goed met elkaar sporen. Het LMS heeft ook correct opgepikt dat de auto relatief snel zou groeien, niet alleen bij ongewijzigd beleid, maar ook bij al de push

en pull maatregelen van SVV-II-d. De waargenomen groei van het aantal autokilometers gaat iets uit boven de prognose voor het SVV-II-d pakket. Hierbij kan worden aangetekend dat in SVV-II-d voorziene maatregelen gericht op de vermindering van de groei van het autogebruik niet zijn uitgevoerd (o.a. beprijzing wegverkeer). De mobiliteit als autopassagier en met niet-gemotoriseerde vervoerwijzen heeft zich positiever ontwikkeld dan volgens het LMS, maar is veel minder hard gegroeid dan het autokilometrage. Het OV is ook sneller gegroeid dan in de oorspronkelijke LMS prognoses. Echter de waargenomen stijging is voor een belangrijk deel te danken aan de OV-studentenkaart, die nog niet was meegenomen in het SVV-II-d pakket.

De LMS prognoses uit Tabel 3 gelden voor een gemiddelde werkdag; die uit het OVG zijn op jaarbasis. Uit Rijkswaterstaat (2008) blijkt dat de mobiliteit in de periode 1986-2007 op zaterdagen en zondagen iets harder is gegroeid dan op werkdagen. Dus voor de vergelijkbaarheid zouden we in tabel 2 de LMS prognoses enkele procenten moeten verhogen of de realisatie enkele procenten moeten verlagen. Ook geldt dat het OVG in 1999 is overgestapt op een andere design (*Neu Kontiv*), wat met name geleid heeft tot nauwkeuriger registreren van personen die nauwelijks of geen verplaatsingen maken op een bepaalde dag. De correctie voor deze verandering is verwerkt in de hierboven gebruikte OVG/MON cijfers.

In de periode 1986-2007 is de bevolking van Nederland met 13% gegroeid. Dit is aanmerkelijk sneller dan voorzien was in het CPB middenscenario voor (+4% voor 1986-2010). Hetzelfde geldt voor de het aantal werkenden: het aantal werkzame personen is tussen 1986 en 2007 gestegen met 42% (32% gemeten in arbeidsjaren), waar het middenscenario uitging van een stijging met 29% voor 1986-2010. Voor de groei van het aantal huishoudens in de periode 1986-2010 werd in 1990 uitgegaan van 18%, maar in feite is het tot 2007 al met 29% toegenomen. Als we de werkelijke aantallen personen, werkenden en huishoudens van 2010 zouden hebben gebruikt in de prognoses van SVV-II, dan zou dit tot een hogere voorspelde mobiliteit hebben geleid, die nog iets dichter bij de realisaties zou hebben gelegen. Anderzijds is de groei van het reële inkomen per huishouden achtergebleven bij de prognoses uit 1990 (prognose: +85%; realisatie tot en met 2007: +45%). In 1990 werd een groei verwacht van het personenautobezit van 4,5 mln in 1986 naar 7,9 mln in 2010 (+74%). Deze prognose (oorspronkelijk van Van den Broecke, 1987) deed destijds nogal wat stof opwaaien en droeg zelfs bij tot een 'bekering' van een minister van Verkeer en Waterstaat van een vraagvolgend tot een vraagsturend beleid. In 2007 hadden we in Nederland 7,3 mln personenauto's (bij natuurlijke personen en rechtspersonen), dus deze prognose lijkt redelijk uit te komen (waarschijnlijk een lichte overschatting). Andere prognoses uit dezelfde tijd kwamen voor 2010 op 7,1 mln (de Jong, 1989) en 7,3 mln (NEI, 1987) personenauto's, bij hetzelfde CPB middenscenario. De lagere huishoudinkomens en het lagere autobezit (vergeleken met de invoerprognoses uit 1990) zouden weer tot lagere mobiliteitsprognoses hebben geleid.

Concluderend kunnen we stellen dat de mobiliteitsprognoses per vervoerwijze uit 1990 redelijk lijken uit te komen, hoewel de werkelijke ontwikkelingen in de mobiliteitsbepalende factoren aanzienlijk afwijken van wat destijds als modelinvoer werd gebruikt. Sommige mobiliteitsbepalende factoren (bijvoorbeeld bevolking) zijn duidelijk sneller gegroeid dan verwacht, andere iets minder snel dan verwacht (bijvoorbeeld

autobezit). Een deel van het voorgenomen beleid is niet uitgevoerd, maar de destijds niet voorziene OV-studentenkaart, die een groot effect had op het OV-gebruik, is er juist wel gekomen. Voor een belangrijk deel compenseren deze afwijkingen (vergeleken met de verwachtingen van destijds) in de invoervariabelen van het model elkaar, maar als rekening gehouden zou zijn met de werkelijke ontwikkelingen in de mobiliteitsbepalende factoren, zou het LMS de feitelijke mobiliteitsgroei waarschijnlijk nog iets beter hebben voorspeld.

6. Betrouwbaarheidsintervallen voor verkeersprognoses

Normaal zijn de uitkomsten van modelprognoses puntschattingen. Dat wil zeggen: er is maar ruimte voor één waarde van een grootte in de toekomst. Een prognose voor het autopark is bijvoorbeeld 9 miljoen auto's in 2020. Deze prognoses geven, zelfs bij het gebruik van meerdere scenario's, geen inzicht in de onzekerheidsmarge, die rond deze puntschatting bestaat. Rijkswaterstaat (AVV) wil meer inzicht in die onzekerheidsmarges en zette daartoe het project 'onzekerheid in verkeersprognoses' (voor details zie de Jong en van der Hoorn, 2006, en de Jong et al., 2007) op, met als doel:

- de ontwikkeling van een methodologie om de onzekerheid te kwantificeren in prognoses voor nieuwe infrastructuur (speciaal wegen);
- de implementatie en test van deze methodologie in twee case studies (met gebruik van LMS en het Nieuw Regionaal Model, NRM).

Bij onzekerheid is het van belang om onderscheid te maken tussen input onzekerheid (bijvoorbeeld over de verwachte inkomensontwikkeling) en model onzekerheid (specificatiefouten door onjuiste of onvolledige modelbeschrijving en schattingsfouten in parameters). De literatuur over onzekerheid in prognoses blijkt vrij beperkt te zijn, vooral ten aanzien van model onzekerheid.

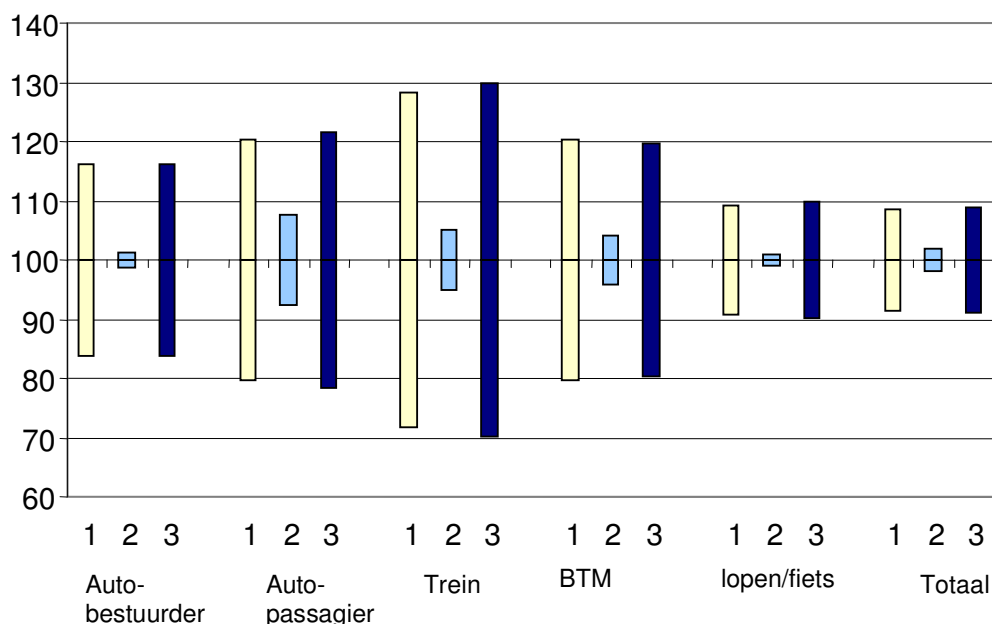
Om de *input onzekerheid* in het LMS te kwantificeren werden historische tijdreeksen over een zeer lange periode (1960-2000) geanalyseerd voor inkomen, autobezit, autokosten, werkende bevolking, bevolking naar leeftijdsgroepen, huishoudgrootte, en aantal leerlingen per schooltype. Alle variabelen werden uitgedrukt als jaarlijkse groeipercentages. Op basis van de tijdreeksen werden gemiddelden, minima, maxima, en standaarddeviaties berekend en werd een correlatiematrix bepaald. In de jaarlijkse groeipercentages van de modelinvoervariabelen zit een flinke spreiding als gevolg van conjunctuurcycli. Daarom zijn 20-jaars voortschrijdende gemiddelden van deze groeipercentages berekend. Hierdoor zijn de uitschieters veel kleiner gemaakt. De gedachte is dat bij een evaluatie van infrastructuurprojecten over een periode van 20-30 jaar hoog- en laagconjunctuur elkaar afwisselen. Op deze wijze is voor de invoervariabelen een multivariate normale verdeling opgesteld.

Om de *model onzekerheid* te kwantificeren werd op basis van de literatuurstudie gekozen voor de Jackknife en Bootstrap methode om voor specificatiefouten te corrigeren en voor Monte Carlo simulatie om de onzekerheid als gevolg van schatting in beeld te brengen. Zo is ook voor de modelparameterwaarden (bijvoorbeeld de coëfficiënt voor de gevoeligheid van de keuze van vervoerwijze en bestemming voor de verandering in de reistijd met de auto) een multivariate normale verdeling opgesteld. De modelonzekerheid die hierdoor wordt weergegeven betreft de onzekerheid door schatting op een steekproef

en specificatiefouten in de storingsstructuur van het model. Wat niet wordt meegenomen is dat er ook geheel anders gespecificeerde modellen mogelijk zijn (andere variabelen, andere functionele verbanden).

Als project voor de case studie werd bij het LMS gekozen voor de verlenging van de A16 in Rotterdam ten noorden van het Terbregtseplein richting A13 en bij het NRM voor de completering van de Oostelijke Randweg Eindhoven. Zowel met LMS als NRM werden 100 modelruns uitgevoerd: 20 voor input onzekerheid (bij iedere run worden nieuwe waarden voor de invoervariabelen getrokken uit de opgestelde multivariate normale verdeling), 20 voor model onzekerheid (steeds nieuwe trekkingen voor de parameterwaarden uit de opgestelde multivariate normale verdeling) en 10 voor gecombineerde onzekerheid. Dit vond plaats zowel in de referentie situatie (50 runs) als in de situatie met infraproject (50 runs). De onzekerheidsmarges voor de modeluitvoer werden berekend uit de uitkomsten van de diverse modelruns.

Voor de prognose van het LMS voor de referentie situatie voor 2020 is de standaarddeviatie rond het gemiddelde (dat als het resultaat van een "puntschatting" beschouwd kan worden) als gevolg van de *input onzekerheid* van het totaal kilometers als autobestuurder 8 procent. De standaarddeviatie (rond de puntschatting) als gevolg van *onzekerheid in het model* is veel kleiner: 0,7 procent voor de kilometers als autobestuurder. De standaarddeviatie als gevolg van *beide onzekerheden tezamen* is 8 procent.



Figuur 1. 95% betrouwbaarheidsinterval voor kilometers per vervoerwijze in het LMS studiegebied in 2020 (gemiddelde=100): 1 = input onzekerheid; 2 = model onzekerheid; 3 = gecombineerde onzekerheid.

Voor de andere vervoerwijzen liggen de standaarddeviaties tussen de 4 en 16 procent van de gemiddelden, in het geval van combinatie van beide bronnen van onzekerheid. De

95% betrouwbaarheidsintervallen in Figuur 1 werden berekend als 1.96 maal de standaarddeviatie. De bandbreedtes zijn het kleinst voor autobestuurder en langzame vervoerwijzen en het grootst voor trein en bus/tram/metro (BTM). De bandbreedtes als gevolg van model onzekerheid (de tweede balk voor iedere vervoerwijze) zijn veel kleiner dan die als gevolg van input onzekerheid (de eerste balk). De derde balk is voor de onzekerheid als gevolg van de combinatie.

Op het *wegvakniveau* liggen de standaarddeviaties van de wegvakintensiteiten in de LMS-runs tussen de 4 en 9 procent voor input onzekerheid en rond de 1 procent voor model onzekerheid. Voor nieuwe wegvakken is in het LMS de onzekerheid aanzienlijk groter (tot zo'n 15%). Het aantal *voertuigverliesuren* (Q-hours) heeft in veel gevallen een veel grotere onzekerheid (voor bepaalde wegvakken tot 50% aan toe), speciaal wanneer het absolute aantal laag is.

De uitkomsten voor onzekerheid in het NRM waren vergelijkbaar met die voor het LMS.

Bovengenoemde resultaten voor onzekerheid in modelprognoses hebben betrekking op de variatie in de meeste inputvariabelen van de LMS en NRM modules voor reisfrequentie en keuze van vervoerwijze/bestemming en ook op de modelonzekerheid. Een aantal bronnen van variatie is echter niet meegenomen. Het betreft hier:

- Onzekerheid in de basismatrices.
- Fouten in de modellen voor rijbewijsbezit en autobezit, die in het LMS en NRM gebruikt worden (onzekerheid in het totale aantal auto's is echter wél opgenomen in input variatie).
- Onzekerheden in de procedures voor toedeling en in de vertrektijdkeuze modules.
- Onzekerheden bij verschillende distributies over zones. In de simulaties gaan zonale variabelen (bijvoorbeeld de bevolking) voor alle zones met hetzelfde percentage op en neer.

Wanneer de bovenstaande bronnen van variatie wél in de studie meegenomen zouden worden, dan zou de bandbreedte vermoedelijk groter worden, maar zeker is dit niet. Het kan zijn dat bepaalde bronnen van onzekerheid elkaar neutraliseren.

7. Samenvatting en conclusies

Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid en zal dus zelfs de periode waarop het geschat is niet perfect representeren. Voor toekomstprognoses komt daar bij dat de waarden die modelinvoervariabelen zullen aannemen onbekend is zijn en dat er allerlei onverwachte gebeurtenissen en ontwikkelingen kunnen plaatsvinden (variërend van terroristische aanslagen tot beleidsbeslissingen zoals destijds de invoering van de OV-studentenkaart). Exact juiste mobiliteitsprognoses bestaan dan ook niet. Deze zijn ook niet nodig, het gaat in de eerste plaats om te komen tot verstandig transportbeleid; beleid dat een goed antwoord biedt op wat de toekomst ons kan brengen. Daarvoor is het wel belangrijk dat de richting en de orde van grootte van de berekende effecten juist zijn.

In deze paper hebben we gevonden dat de in Nederland met het LMS gemaakte prognoses van mobiliteit in de praktijk vaak dicht in de buurt komen van de realisaties.

De realisaties in de ontwikkeling van het aantal reizigerskilometers in de periode 1986-2010 per vervoerwijze lijken voor alle vervoerwijzen binnen de bandbreedte van de prognoses te gaan passen (zij het dat de realisatie dikwijls net onder de bovengrens komt), met uitzondering van de vervoerwijze fiets/lopen. Daarmee voldoen de prognoses aan de bovengenoemde behoefte. Een groot deel van de fouten in prognoses met LMS is het gevolg van fouten in de invoergegevens van de prognoses, en kunnen het modelsysteem niet worden aangerekend. Anderzijds is hierbij ook sprake van tegengestelde effecten, die elkaar bij benadering compenseren, zodat per saldo de fout toch weer gering is.

Verbetering van de invoergegevens, zoals demografische en economische prognoses, zou van groot belang zijn voor de kwaliteit van de mobiliteitsprognoses. Mogelijk kunnen transportonderzoekers hier een bijdrage aan leveren, maar waarschijnlijk hebben we in deze velden weinig expertise toe te voegen en gaat het om inherente moeilijk te voorspellen grootheden. In dat geval is het beter om in de voorbereiding van transportbeleid rekening te houden met de onzekerheid in de belangrijkste invoervariabelen (zoals inkomen en bevolkingsomvang). Dit gebeurt nu al tot op zekere hoogte door te werken met verschillende scenario's. Een stap verder gaat het formuleren van kansverdelingen in de invoervariabelen, zodat via trekkingen daaruit en herhaalde modelruns betrouwbaarheidsintervallen in de mobiliteitsprognoses kunnen worden berekend. Dit kan bijdragen aan het formuleren van robuust transportbeleid: maatregelen die positief uitwerken in vele mogelijke toekomst.

Prognoses maken is geen 100% exacte wetenschap, maar wel een manier om een verregaande mate van analytisch en gestructureerd denken los te laten op het denken over de toekomst. Indien geen prognoses zouden worden gemaakt zou de publieke besluitvorming meer door gewenste uitkomsten worden geleid dan door rationele analyses. Dat lijkt ons zeker geen verbetering.

Dankwoord

Deze paper is deels gebaseerd op de presentatie 'Validatie van planningsmodellen' die Eric Kroes (toen van RAND Europe, nu Significance) hield op het PLATOS colloquium op 23 maart 2006 in Utrecht.

Literatuur

Bovy, P.H.L., A.L. Loos en G.C. de Jong (1992) *Effecten van de openstelling Ringweg Amsterdam, Integraal Eindrapport*, Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2008) StatLine, <http://statline.cbs.nl/statweb/>.

Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M.K. en S.L. Buhl (2006) Inaccuracy in traffic forecasts, *Transport Reviews*, Vol. 26, No. 1, blz. 1-24.

Gunn, H.F., en A.I.J.M. van der Hoorn (1998) The Predictive Power of Operational Demand Models, paper gepresenteerd op de *PTRC/AET European Transport Conference*, Loughborough University.

Jong, G.C. de (1989) Some joint models of car ownership and car use, proefschrift, Universiteit van Amsterdam, Faculteit der economische wetenschappen en econometrie.

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.

Jong, G.C. de, en A.I.J.M. van der Hoorn (2006) Betrouwbaardere mobiliteitsprognoses: nieuwe methodiek berekent de onzekerheidsmarge in toekomstmodellering, *Verkeerskunde* 5, blz. 37-41.

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, blz. 375-395.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990) Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer, deel d: regeringsbeslissing, SDU, Den Haag.

NEI (1989) Autobezit, autogebruik en emissies; toekomstverkenningen met het GEBAK-model, NEI, Rotterdam.

RAND Europe (2002) Backcasting met het LMS versie 7, eindrapport, rapport voor AVV, RAND Europe, Leiden.

Van den Broecke/Social Research (1987) De mogelijke groei van het personenautobezit tot 2010, rapport voor het Projectbureau Integrale Verkeers- en Vervoersstudies, BSR, Amsterdam.