

Backcast LMS: Vergelijking van prognoses en waargenomen ontwikkelingen

Robert Cellissen – Rijkswaterstaat WVL – robert.cellissen@rws.nl
Marco Kouwenhoven – Significance – kouwenhoven@significance.nl
Justin Hogenberg – ProRail – justin.hogenberg@prorail.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
13 en 14 oktober 2022, Utrecht**

Samenvatting

Bij een backcast wordt een “prognose” gemaakt voor een zichtjaar in het verleden. Dit is een geschikte manier om te bezien wat de kwaliteit is van modelprognoses. In een backcast worden de omgekeerde ontwikkelingen van alle verklarende variabelen over de periode tussen een zichtjaar in het verleden en nu als invoer gebruikt. Vervolgens wordt gekeken of de modelprognoses dan overeenkomen met realisatiecijfers.

In dit paper wordt uitgelegd hoe met het LMS een prognose gemaakt is voor drie jaren in het verleden (2004, 2010 en 2014). Door een vergelijking te maken met de gerealiseerde ontwikkelingen in deze jaren, op basis van verschillende waarnemingen, ontstaat inzicht in de voorspellende waarde van het LMS.

Het groeimodel (GM) is het rekenhart van het LMS en bevat 4 modules: een bevolkingsmodule, een bereikbaarheidsmodule, een buitenlandverkeermodule en een groeifactor module. Deze modules werken sequentieel en in deze backcast zijn na uitvoering van elke module de tussenresultaten geanalyseerd.

Op basis van deze backcast kan geconcludeerd worden dat het LMS in het algemeen de ontwikkeling van de totale afstand per vervoerwijze goed modelleert. De gemiddelde ontwikkeling voor de auto tussen 2004 en 2018 wordt goed gemodelleerd. De ontwikkeling op het hoofdwegennet wordt licht onderschat. De ontwikkeling van de trein van 2004 wordt goed gemodelleerd. Dat geldt ook voor de fiets en het vervoer met Bus-Tram-Metro (BTM). De dalende trend van de kilometers als autopassagier wordt niet als zodanig gepresenteerd in het LMS.

Uit een meer gedetailleerde analyse van de ontwikkeling per vervoerwijze komt een aantal verbeterpunten naar voren. Zo verdient het aanbeveling de wijze waarop het LMS de ontwikkeling van de aantallen huishoudens per huishoudtype modelleert onder de loep te nemen. De ontwikkeling van de ophoogfactoren per huishoudtype laat onrealistisch hoge sprongen zien. Het is aannemelijk dat dit een significant effect heeft op de prognoses. Daarnaast is gebleken dat het autobezit in de grote steden wordt overschat en in de rurale gebieden wordt onderschat. Hoewel dit weinig impact heeft op de landelijke prognoses is het, gezien het gebruik van NRM bij regionale vraagstukken, aan te bevelen dit verder te verbeteren. Ook blijken er verschillen op te treden in de omvang van de gemodelleerde en waargenomen stromen treinreizigers. Hoewel het LMS in een procedure voorziet om met deze verschillen om te gaan (‘PIVOT-procedure’), verdient het aanbeveling dit nader te onderzoeken. Ten slotte verdient de modellering van de modaliteit ‘autopassagier’ extra aandacht.

1. Inleiding

Het Landelijk Modelsysteem (LMS) en de vier Nederlandse Regionale Modellen (NRM's) zijn belangrijke instrumenten van Rijkswaterstaat voor het maken van verkeer- en vervoerprognoses. Deze prognoses worden gebruikt voor de onderbouwing van investeringsbeslissingen en voor het uitvoeren van beleidsverkenningen.

Het LMS en de NRM's zijn state-of-the-art modellen die hun waarde in de praktijk hebben bewezen. Om het hoge kwaliteitsniveau te behalen zijn de modellen complex: het verplaatsingsgedrag van mensen wordt van de bodem af opgebouwd en er wordt met zeer veel factoren rekening gehouden die van invloed zijn op dit gedrag. Dat heeft ertoe geleid dat het LMS en de NRM's bestaan uit een groot aantal modules die allemaal met elkaar samenhangen. Er zijn daarvoor ook een groot aantal invoerbestanden nodig. Deze complexiteit neemt bij elke actualisatie verder toe. Het is daarom verstandig om geregeld een stap achteruit te doen en de vraag te stellen wat de voorspellende waarde is van deze modellen.

In het voorjaar van 2021 zijn nieuwe versies van de modellen opgeleverd, die het einde vormen van een grootschalige actualisatieronde. In deze ronde zijn onder meer de gedragsparameters herschat op basis van recente data en zijn nieuwe functionaliteiten toegevoegd. Om te bezien wat de kwaliteit is van de prognoses die met het nieuwe LMS worden gemaakt, en om vast te stellen waar nog mogelijke verbeterpunten liggen voor verdere ontwikkeling, is een backcast-project uitgevoerd. In dit project is een vergelijking gemaakt tussen de prognoses en de werkelijke ontwikkelingen op basis van een groot aantal mobiliteit- en verkeerscijfers.

In 2018 is een backcast gedaan met de toenmalige versie van het LMS voor de jaren 2004 en 2010. Op basis van de werkelijke ontwikkeling van alle invoervariabelen die gebruikt worden in de gedragsmodellen (zoals bijvoorbeeld de sociaaldemografische variabelen) is een "prognose" van het verplaatsingsgedrag en het verkeersbeeld gemaakt voor deze jaren in het verleden. Door deze prognoses te vergelijken met de werkelijke ontwikkelingen kon onder meer geconcludeerd worden dat het LMS de ontwikkeling voor het gebruik van auto en trein goed voorspelde, en dat het LMS de ontwikkeling voor het gebruik van de fiets nog onderschatte. Ook konden enkele concrete punten worden aangedragen ter verbetering van het model. Diverse van deze punten zijn in de recente grootschalige actualisatie meegenomen.

Bij de overgang van versie GM3 naar versie GM4 van het groeimodel, zijn alle gedragsparameters herschat en is het basisjaar van 2014 naar 2018 verlegd. Daarnaast zijn ook meer verklarende factoren meegenomen en is het detailniveau van de modellering van het openbaar vervoer flink toegenomen. Dit alles was een goede reden om de backcast-exercitie te herhalen met de nieuwe versie van het LMS.

Bovendien staat Rijkswaterstaat weer aan het begin van een nieuwe ontwikkelcyclus van het LMS waarin de uitkomsten en aanbevelingen van een backcastproject kunnen worden meegenomen.

Daarom hebben Rijkswaterstaat en ProRail besloten om een backcast te laten uitvoeren met de nieuwe GM4 versie van het groeimodel. Deze backcast is uitgevoerd door Significance.

2. Werkwijze

Voor een LMS GM4-run moeten zowel een serie parameters als een set invoerbestanden worden gespecificeerd. In veel gevallen kan gebruik gemaakt worden van dezelfde instellingen en dezelfde invoerbestanden die ook bij de vorige backcast gebruikt zijn. Echter, door verschillen tussen GM3 en GM4, en door nieuwe inzichten is het nodig om diverse instellingen en bestanden toe te voegen of aan te passen. Alle invoer is zodanig opgesteld dat deze zo goed mogelijk overeenkomen met de realisatie in de betreffende jaren. Echter, in enkele gevallen kan er een afwijking zitten tussen de gebruikte invoer voor een bepaald backcast-jaar en de werkelijke ontwikkeling, maar is het niet mogelijk om tot een betere invoer te komen. In die gevallen moet bij de interpretatie van de resultatenrekening gehouden worden met deze mogelijke afwijkingen.

Vervolgens zijn er vijf LMS-runs uitgevoerd:

- 2004, standaardprognose-run
- 2010 (standaardrun en run met de middellangetermijnprognosestand, waarbij voor woon-werk en woon-educatie de bestemmingskeuze niet verandert.)
- 2014 (standaardrun en run met de middellangetermijnprognosestand, waarbij voor woon-werk en woon-educatie de bestemmingskeuze niet verandert.)

Aan het begin van het project zijn databronnen verzameld waarmee de uitkomsten van de LMS-prognoses vergeleken konden worden (zie tabel 1). In de analysefase is in 12 stappen een vergelijking gemaakt tussen uitkomsten uit de modules van het groeiemodel en de databronnen.

Analyse	Grootheid	Vergelijkingsbron							
		MON/OVIN	RWS.	SRM	CBS	BasMAT	SEGs	KIM	CROW
1	Aantal personen (totaal, en uitgesplitst in 7 dimensies)	√			√		√		
2	Aantal tours per persoon per motief (totaal, en uitgesplitst in 7 dimensies)	√				√			
3	Aandeel vervoerwijze per motief	√							
4	Gemiddelde afstand per tour per vervoerwijze / motief-combinatie	√				√			
5	Totale afstand per vervoerwijze	√			√	√			√
6	Aantal tours per persoon en afgelegde afstand per persoon in de G4-regio's (totaal en uitgesplitst naar hoog- en laagstedelijk gebied)							√	
7	Aantal afgelegde kilometers voor het wegverkeer op het HWN		√						
8	Aantal voertuigverliesuren voor het wegverkeer op het HWN		√						
9	Aantal afgelegde kilometers voor reizigers in de trein			√					
10	Afstandsverdeling reizen per trein			√					
11	Regionale verdeling reizen per trein			√					
12	Aantal in- en uitstappers per station			√					

Tabel 1: De twaalf stappen waarin een vergelijking is gemaakt tussen LMS-prognose en waargenomen ontwikkeling

3. Bevindingen op module-niveau

3.1 Module-structuur GM4

GM4 vormt het rekenhart van het LMS en van de NRM's. GM4 bestaat uit vier modules, die elk bestaan uit één of meerdere modellen en procedures:

- 1. Bevolkingsmodule, met daarin opgenomen**
 - QUAD – populatiemodel;
 - CARMOD – autobezitsmodel;
- 2. Bereikbaarheidsmodule**
- 3. Buitenlandverkeermodule, met daarin opgenomen**
 - Luchthavenverkeermodel;
 - Buitenlandverkeermodel;
- 4. Groeifactormodule, met daarin opgenomen**
 - SES – bepalen van de vervoersvraag, met daarin opgenomen:
 - Reisfrequentiekeuzemodel;
 - Vervoerwijze-dagdeel-bestemmingskeuzemodel;
 - SECDEST
 - NHBTRIPS
 - PIVOT
 - QBLOK

De modules zijn sequentieel en gebruiken de input die gegenereerd wordt door bovenliggende modules. Samen vormen ze de uiteindelijke verkeers- en vervoersprognose, maar het is mogelijk om op enkele punten tussentijds de uitkomsten van een module of een groep van modellen te analyseren.

Niet alle modellen en modules zijn in deze backcast onderzocht. Er is prioriteit gegeven aan de GM-onderdelen die de belangrijkste bijdragen leveren aan de totale prognoses, te weten:

1. QUAD (populatie- en huishoudsamenstelling)
2. CARMOD (verdeling van het autobezit)
3. SES (vervoervraag)
 - a. SES-TOURS (tourfrequenties)
 - b. SES-MDTOD (vervoerwijze-dagdeel-bestemmingskeuze)

3.2 QUAD

Het doel van het programma QUAD is het bepalen van zonespecifieke ophoogfactoren. Deze ophoogfactoren —voor iedere huishoudcategorie één— dienen voor het bepalen van de persoons- en huishoudkenmerken voor iedere zone. De persoons- en huishoudkenmerken worden elders in het GM onder andere gebruikt voor het bepalen van het reisgedrag vanuit iedere zone. De kern van de methode in QUAD is om voor iedere zone een distributie te genereren die zo goed mogelijk overeenkomt met de targets voor die zone, maar anderzijds zo min mogelijk afwijkt van de apriori huishoudistributie die volgt uit bevolkingsonderzoek (i.e. de gemiddelde distributie van huishoudcategorieën voor het studiegebied). Er zijn 28 targets per zone op basis van het aantal personen per leeftijds-/geslachtscategorie, aantal werkenden per geslacht, aantal parttime werkenden per geslacht, netto besteedbaar huishoudinkomen, aantal huishoudens, aantal studenten met OV-weekkaart, opleidingsniveau en het rijbewijsbezit per leeftijds-/geslachtscategorie.

GM4 onderscheidt 378 huishoudcategorieën op basis van het aantal volwassenen, het aantal kinderen, het aantal werkenden, het rijbewijsbezit binnen het huishouden, het

huishoudinkomen en de leeftijd, het geslacht, het opleidingsniveau en de maatschappelijke participatie van het hoofd van het huishouden. QUAD bepaalt voor elk van de 1406 zones in het LMS hoeveel huishoudens in die zone tot elk van deze 378 categorieën behoren, waarbij de 28 targets de randvoorwaarden zijn. Deze ophoogfactoren worden in de daaropvolgende modules (onder meer CARMOD en SES) gebruikt.

Voor deze backcast is geanalyseerd hoe de QUAD-uitkomsten van het basisjaar en van de verschillende backcastjaren zich tot elkaar verhouden. Hiervoor zijn de aantallen huishoudens per huishoudcategorie over alle zones opgeteld. Hierbij valt op dat er hele grote verschillen in deze aantallen zitten tussen de verschillende jaren. In sommige categorieën stijgt dit aantal heel sterk, terwijl in andere categorieën dit aantal juist heel erg daalt. Dit gebeurt ook bij categorieën die qua samenstelling heel erg op elkaar lijken zoals blijkt uit enkele voorbeelden in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**Tabel 2.

Huish. cat.	Omschrijving:	Aantal huishoudens				
		2004	2010	2014	2018	Index 2004 (2018=100)
	2+ volwassenen zonder kinderen / 2+ FT-werkers, 0 PT-werkers					
124	leeftijd <35 / 0+ rijbewijzen / inkomenscat. 1-6	30.904	45.593	65.456	62.101	50
125	leeftijd <35 / 0+ rijbewijzen / inkomenscat. 7	28.315	23.501	44.274	41.960	67
126	leeftijd <35 / 0+ rijbewijzen / inkomenscat. 8	81.462	39.561	47.738	44.811	182
127	leeftijd <35 / 0+ rijbewijzen / inkomenscat. 9	77.042	21.235	27.599	27.634	279
159	leeftijd 35-55 / 2+ rijbewijzen / inkomenscat. 1-6	156.141	92.716	41.202	30.554	511
160	leeftijd 35-55 / 2+ rijbewijzen / inkomenscat. 7-8	38.078	57.999	66.818	63.504	60
210	leeftijd 55-75 / 2+ rijbewijzen / inkomenscat. 1-5	35.087	73.498	54.580	47.494	74
211	leeftijd 55-75 / 2+ rijbewijzen / inkomenscat. 6-8	1.679	50.680	55.113	64.700	3

Tabel 2: Aantal huishoudens per huishoudcategorie volgens QUAD (selectie)

Merk op dat dit categorieën zijn die alleen qua leeftijd van het hoofd van het huishouden en qua inkomenscategorie van elkaar verschillen en die qua omvang in 2018 dezelfde orde van grootte hebben. Ondanks deze kleine verschillen in definitie tussen deze categorieën is de ontwikkeling zeer verschillend. De omvang in 2004 (als index met 2018 = 100) varieert tussen 3 en 511. Dit is niet plausibel.

De voorbeelden uit Tabel 3 zijn geen uitzondering. De helft van de huishoudcategorieën heeft een omvang in 2004 die 33% of minder is dan in 2018, terwijl er 12 huishoudcategorieën zijn met een omvang van 800% of hoger. De ontwikkeling is dus zeer scheef.

Wat is hier nu aan de hand? Het lijkt erop dat QUAD bepaalde huishoudcategorieën 'leegtrekt' en andere juist enorm opblaast om aan de targets te kunnen voldoen. Uit nader onderzoek is gebleken dat:

- In QUAD wordt ook geprobeerd om de uiteindelijke verdelingen over de categorieën niet te veel te laten afwijken van de apriori-verdeling. Maar dit blijkt een veel minder zware doelstelling dan het halen van de targets: ook met een geheel andere apriori-verdeling komt er ongeveer hetzelfde resultaat uit.
- Dit gebeurt niet alleen bij categorieën die (mede) op basis van opleidingsniveau zijn gedefinieerd. Het toevoegen van een target per opleidingsniveau in GM4 is dus niet de oorzaak van het probleem, maar dit heeft het mogelijk wel versterkt.

- Dit gebeurt niet alleen om de (ingevoerde) inkomensontwikkeling te realiseren. Ook met andere aannames over deze inkomensontwikkeling treedt dit probleem op.
- Zelfs in het basisjaar (2018) wijkt het aantal huishoudens per huishoudcategorie (gesommeerd over alle zones) af van de apriori-verdeling met verschillen tot wel -93% en +2067%.

Deze sterke verschuivingen tussen huishoudtypes lijken niet plausibel en het is aannemelijk dat deze een significant effect hebben op de prognoses. Hoe groot deze effecten zijn, is niet onderzocht, maar het is goed denkbaar dat deze QUAD-issue een (deel van de) verklaring is voor afwijkingen die in de latere modules nog worden geconstateerd.

General welfare index

Het gemiddelde inkomen kan in het GM op twee manieren veranderen:

- Samenstellingseffect (ook wel: cross-sectie effect): door verschuivingen tussen de huishoud-categorieën zoals die door QUAD worden berekend, veranderen de inkomens.
- Intrinsiek effect (ook wel: longitudinaal effect, general welfare-effect): door een verandering van het inkomen per huishoudtype verandert het gemiddelde inkomen over alle huishoudens.

In het GM wordt de totale verandering van het inkomen (dus van de twee effecten samen) via de invoer bepaald (SEGs). In QUAD wordt de omvang van het samenstellingseffect bepaald. Het intrinsieke effect is dus het verschil tussen de totale verandering en het samenstellingseffect. Tabel 4 toont hoe groot deze effecten zijn in de verschillende backcastjaren voor GM4.

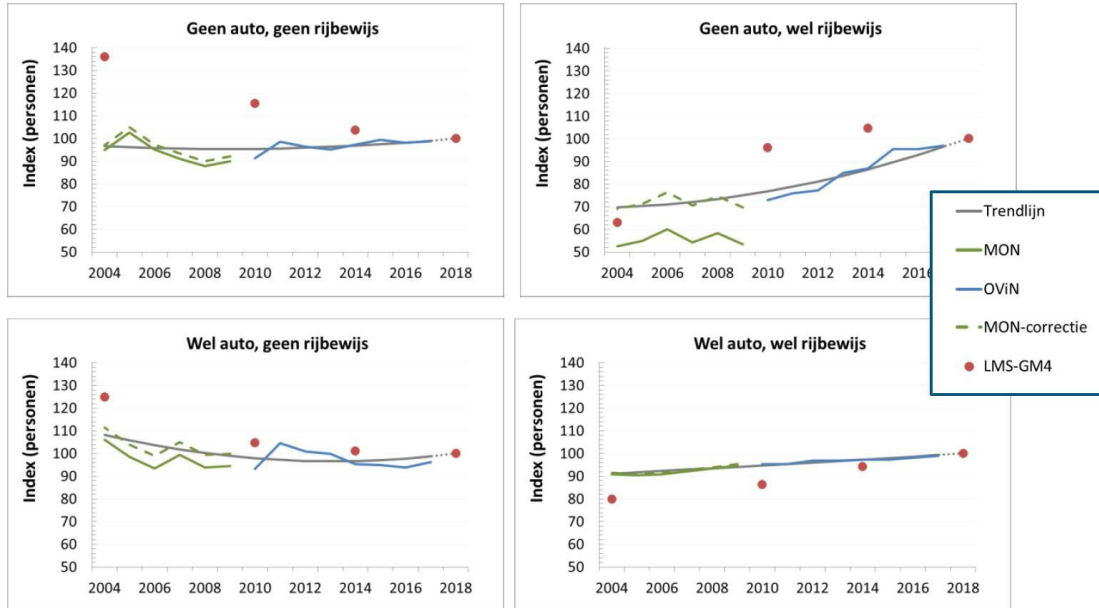
Jaar	via samen- stellings- effect	via general welfare effect	Totale inkomens- verandering (invoer o.b.v. CBS)
2004	-23,0%	+17,4%	-5,6%
2010	-17,2%	+15,6%	-1,6%
2014	-6,6%	+2,1%	-4,5%

Tabel 3: Verandering van inkomens via samenstellings- en general welfare effect (t.o.v. het basisjaar)

Deze tabel toont dat tussen 2004 en 2018 de inkomens in reële termen 5,6% zijn gestegen (in overeenstemming met de invoer). Het samenstellingseffect is 23,0%. Daarom ontstaat een GWI-effect van -17,4%. Dat betekent dat voor elke huishoudcategorie het gemiddeld inkomen in 2018 een factor 17,4% lager ligt dan in 2004. Dit laatste lijkt geen plausibele uitkomst. Het suggereert dat de inkomens in Nederland weliswaar gestegen zijn, maar dat dat vooral gebeurd is door verandering van huishoudcategorie (onder meer: meer werkenden, meer hoger-opgeleiden). Niet gewijzigde huishoudens, zouden een sterke inkomensdaling gehad hebben. Dit klopt niet met het algemeen aanvaarde beeld over hoe inkomens zich over die periode hebben ontwikkeld. Aangezien inkomen een van de verklarende variabelen in de andere modules, kan deze niet-plausibele ontwikkeling een significant effect hebben. Dit benadrukt wederom dat deze QUAD-issue een (deel van de) verklaring kan zijn voor afwijkingen die in latere modules zijn geconstateerd.

3.3 CARMOD

Er is een duidelijk verschil in ontwikkeling per autobeschikbaarheids-/rijbewijsbezitscategorie tussen GM4 en MON/OViN: de omvang van categorie "geen auto/geen rijbewijs" daalt in GM4 over de periode 2004-2018 veel sneller dan in MON/OViN. Hetzelfde patroon is zichtbaar voor de categorie "wel auto/geen rijbewijs" over de periode 2004-2010. Voor de categorie "wel auto/wel rijbewijs" is het tegenovergestelde patroon zichtbaar (zie Figuur 1).

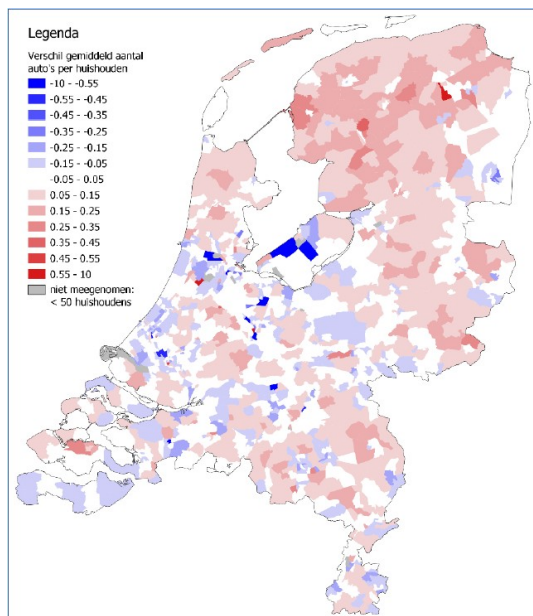


Figuur 1: Ontwikkeling aantal personen per autobeschikbaarheid/rijbewijscategorie (2018=100)

Het is mogelijk dat de oorzaak van deze afwijking te maken heeft met de QUAD-issues die eerder zijn geconstateerd, maar dit is niet verder onderzocht.

Echter, dit is niet de enige afwijking van het autobezit. In een verdiepende analyse zijn de LMS-prognoses voor het autobezit vergeleken met die van een GM4-run waarbij CARMOD in de basisjaar-stand is gedraaid. In deze stand wordt de verdeling van het totale autobezit over de zones niet door CARMOD berekend, maar wordt deze overgenomen uit de invoer (i.e. uit de SEGs).

Uit deze analyse is de ontwikkeling van het totaal aantal auto's in GM4 dus gelijk aan de werkelijke ontwikkeling, echter, de zonale verdeling wordt niet optimaal gemodelleerd. Figuur 13 toont voor 2004 de afwijking van het gemiddeld aantal auto's per huishouden op zone-niveau.



Figuur 2: Afwijking van het gemiddeld aantal auto's per huishouden voor 2004.

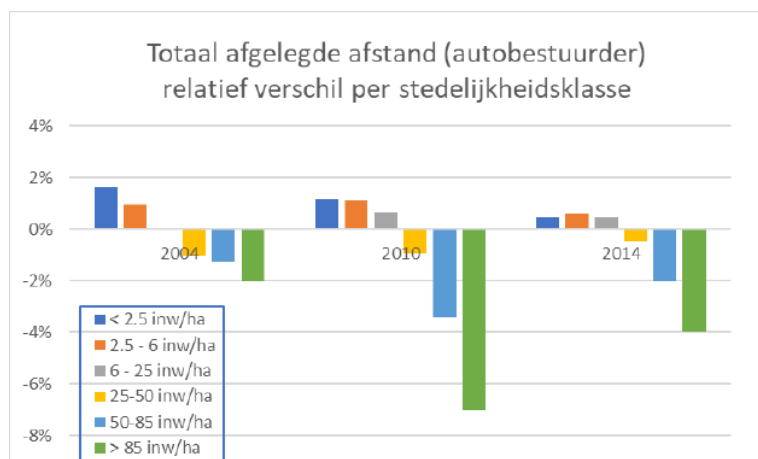
In blauwe zones berekent CARMOD in de prognosestand een te laag aantal auto's voor een zone in vergelijking met CARMOD in de basisjaarstand. Hierdoor moet dit aantal tussen 2004 en 2018 harder groeien om op het 2018-niveau uit te komen. Rood is andersom. De groei van het autobezit in hoog-stedelijke gebieden wordt dus veelal overschat door GM4, terwijl deze in dunbevolkte gebieden wordt onderschat. Ofwel, GM4 kent meer extra auto's toe aan blauwe zones en minder aan rode zones, dan uit de werkelijke ontwikkeling blijkt. Er blijkt een variatie van -40% tot 50% tussen prognose en realisatie op zone-niveau, met een typische afwijking van +/- 7%.

De zonale verschillen kunnen een gevolg zijn van de aanname dat in de backcastjaren hetzelfde niveau van parkeervergunningen als in 2018 van toepassing is. Echter, dit is niet heel waarschijnlijk omdat het aantal zones waar parkeervergunningen belangrijk zijn, beperkt is.

Een andere mogelijkheid is dat de afwijkingen veroorzaakt worden door de eerder beschreven QUAD-issue (met name via het effect hiervan op het inkomen), maar het is ook goed denkbaar dat het algoritme in CARMOD dat voor de verdeling over de zones zorgt, niet optimaal functioneert. In de nutsfuncties hangen zowel de alternatief-specifieke constanten als de inkomenscoëfficiënten af van de stedelijkheidsgraad van een zone, maar interacties tussen andere verklarende variabelen en stedelijkheidsgraad zijn niet meegenomen. Ook is het mogelijk dat de cross-sectionele verschillen tussen zones deels veroorzaakt worden door variabelen die niet in het model zijn meegenomen. Wanneer de coëfficiënten van het model geschat worden op basis van één jaar data, dan is het mogelijk dat deze verschillen vanuit andere variabelen, die wel in het model zijn meegenomen en die toevallig enigszins correleren met de niet-meegenomen variabele, worden verklaard. Dit levert een afwijking in de cross-sectionele coëfficiënten op die de langetermijntrends niet goed kunnen verklaren.

Vervolgens is onderzocht wat het effect van deze zonale afwijking van het autobezit is op de rest van de prognoses, en met name op de tourfrequenties, de vervoerwijze- en bestemmingskeuze en de autotoedeling. Het blijkt dat dit effect op landelijk niveau verwaarloosbaar is. De verschillen zijn typisch 0,1% of minder. Het grootste verschil (ca. 0,5%) is gevonden bij omvang van de congestie. Dit komt omdat het alleen om een verdeel-effect gaat en het landelijk totaal autobezit wel correct wordt meegenomen. Echter, wanneer de totaal afgelegde afstand per auto wordt uitgesplitst naar stedelijkheidsgraad, dan zijn wel grotere verschillen zichtbaar, oplopend tot 2 – 7% in

hoogstedelijke gebieden (Figuur 3). Dit komt vooral doordat de vervoerwijzekeuze per stedelijkheidsgraad verandert als gevolg van de afwijkende zonale verdeling van het autobezit. De gemiddelde afstand per tour wijzigt nauwelijks als gevolg van deze afwijking. Desondanks hebben we hierboven al geconstateerd dat het effect op de congestie zeer beperkt is. De implicatie van de gevonden afwijking bij de totaal afgelegde afstand per auto is wel dat het autogebruik in de hoogstedelijke gebieden in de prognoses te hard stijgt.



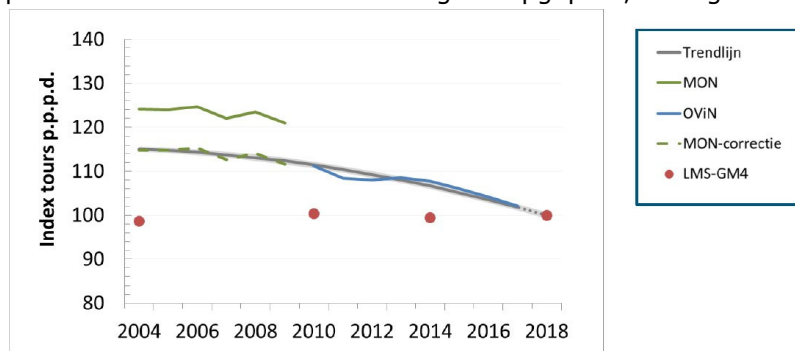
Figuur 3: Relatieve afwijking van totaal afgelegde afstand als autobestuurder uitgesplitst naar stedelijkheidsklasse. Negatieve waarden geven aan dat CARMOD in de prognosestand een lager totaal afgelegde afstand voor autobestuurders berekent in vergelijking tot CARMOD in de basisjaar-stand, zodat deze totale afstand in de jaren tot 2018 harder moet groeien om op het 2018-niveau uit te komen.

3.4 SES

In de SES-module worden de tours gemodelleerd en wordt bepaald met welke vervoerwijze en naar welke bestemming de tours worden uitgevoerd.

SES tours

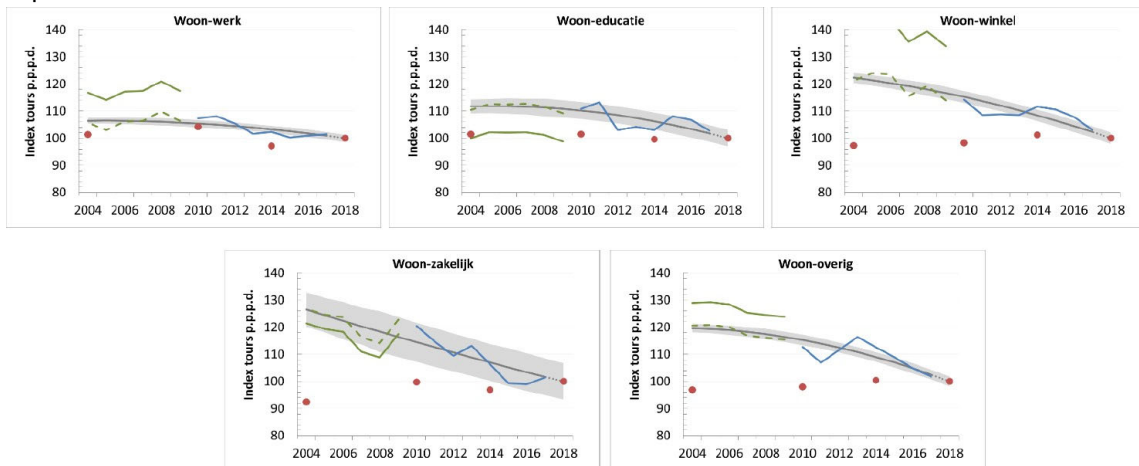
In GM4 blijft het gemiddelde aantal tours per persoon per dag tussen 2004 en 2018 ongeveer constant. De in MON/OViN geobserveerde daling in het aantal tours per persoon wordt dus door GM4 niet goed opgepakt, zie Figuur 4.



Figuur 4: Ontwikkeling gemiddeld aantal tours per persoon per dag

Uit nader onderzoek blijkt dat de daling in MON/OViN bij alle motieven optreedt en dat GM4 dit bij geen van de motieven ziet, hoewel het patroon van daling gevolgd door een stijging over de periode 2010-2014-2018 in GM4 wel past bij de OViN-data (Figuur 4). In absolute zin wordt de daling in het totaal aantal tours p.p.p.d. vooral door de motieven woon-winkel en woon-overig veroorzaakt. De daling bij woon-zakelijk is in MON/OViN

ook sterk, maar omdat het aantal woon-zakelijke tours per persoon veel kleiner is dan bij andere motieven, is de impact hiervan op de ontwikkeling van het totaal aantal tours beperkt.



Figuur 5: Ontwikkeling gemiddeld aantal tours per persoon per dag, uitgesplitst per motief

Wat zijn de mogelijke oorzaken van dit verschil in ontwikkeling?

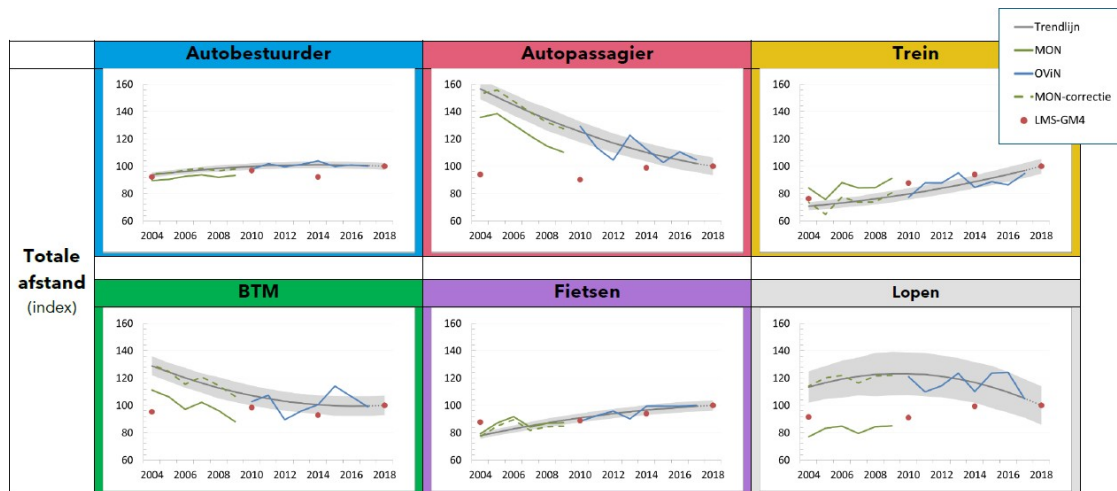
- Bij de vorige backcast is geopperd dat het veroorzaakt kan zijn door langetermijntrends in de mobiliteitskeuzes van mensen. Mogelijk worden bijvoorbeeld winkelactiviteiten tegenwoordig vaker als nevenactiviteit bij andere tours uitgevoerd (bijv. door andere locaties van de winkels) of op andere dagen van de week (bijv. zondag als gevolg van de uitbreiding van het aantal koopzondagen).
- Een andere mogelijkheid is dat de gevoeligheden van de verklarende variabelen niet helemaal goed zijn, omdat ze op cross-sectionele data zijn geschat. Het is denkbaar dat de cross-sectionele gevoeligheid anders is dan de longitudinale gevoeligheid, zoals ook al bij de bespreking van CARMOD is toegelicht. Met name voor inkomen is bekend dat de cross-sectionele en de longitudinale gevoeligheid verschillend kan zijn, omdat de cross-sectionele gevoeligheid ook de effecten van andere variabelen oppakt die niet (of niet goed) in het model zijn opgenomen.
- Ook de problemen met de QUAD-ophoogfactoren en in het bijzonder hoe dit doorwerkt op de inkomens kunnen een rol hierbij spelen.

SES vervoerwijzekeuze en bestemming

In de MDTOD-module worden meerdere keuzes gemodelleerd, waarbij inbegrepen de vervoerwijze (M=mode) en bestemming (D=destination). Allereerst is op geaggregeerd niveau gekeken naar de LMS-prognose en zijn deze vergeleken met de waargenomen ontwikkeling op basis van andere bronnen. Er is gekeken naar de ontwikkeling van de totaal afgelegde afstand per vervoerwijze (in heel Nederland en in de G4). Deze bevindingen geven een goed beeld van de totale werking van het LMS.

3.5 Totale afstand per vervoerwijze

In Figuur 5 is per modaliteit de totale afstand per vervoerwijze weergegeven.



Figuur 6: Totale afstand per vervoerwijze

De ontwikkeling van de totale afstand per vervoerwijze wordt in het algemeen door GM4 goed gemodelleerd. Wel zijn verschillen per vervoerwijze zichtbaar:

- Auto: de gemiddelde ontwikkeling over de hele periode 2004 – 2018 wordt goed gemodelleerd. Wel wordt de ontwikkeling van het gebruik van het hoofdwegennet onderschat, waardoor waarschijnlijk ook de toename van de congestie wordt onderschat, met name over de periode 2004 – 2010.
- Fiets: de ontwikkeling vanaf 2010 wordt goed gemodelleerd. Aan de fietsmodellering is bij de ontwikkeling van GM4 (de huidige versie van het rekenhart van het LMS) ook extra aandacht besteed en dat lijkt goed te werken.
- Trein: de ontwikkeling vanaf 2004 wordt goed gemodelleerd, zeker in vergelijking met de ontwikkeling van de treinafstand op basis van de stationsrelatiematrix
- BTM: de ontwikkeling vanaf 2010 wordt goed gemodelleerd, zowel in vergelijking met OViN als met CROW.
- Autopassagier: MON en OViN zien een sterke daling van de afgelegde afstand als autopassagier, maar deze trend wordt niet door het LMS gezien.
- Voor de vervoerwijze lopen kan geen uitspraak worden gedaan door de grote onzekerheid in de data.

De totale afstand per vervoerwijze komt tot stand door:

- Het aantal tours dat per persoon gemaakt wordt
- Het marktaandeel van de vervoerwijze
- De gereisde afstand per tour

In onderstaande tabel is per modaliteit inzichtelijk gemaakt hoe de groei tussen 2004 en 2018 tot stand komt als sommatie van deze drie variabelen, voor zowel het GM4 als uit MON/OViN.

Autobestuurder

Figuur 3 heeft laten zien dat de ontwikkeling van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze autobestuurder (i.e. de synthetische groei van 8 indexpunten) consistent is met de groei zoals waargenomen door MON/OViN. Als echter naar de componenten wordt gekeken, is duidelijk dat GM4 de gemiste daling in het aantal tours per compenseert door gemiste stijging in de afstand per tour. Voor de totaal afgelegde afstand komt dit goed uit, maar in de onderliggende SES-modellen zit wel een afwijking.

Groefactor (2004 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
GM4	91	99	100	103	92
MON/OViN-trend	93	115	97	92	94
Vershil (GM4 – MON/OViN)	-1	-16	3	11	-1

Tabel 4: Decompositie groei afgelegde afstand auto

Trein

In Figuur 3 is te zien dat de groei van het aantal gereisde kilometers per trein in GM4 goed overeenkomt met de MON/OViN-trendlijn). Uit onderstaande tabel blijkt dat de door GM4 gemiste daling in het aantal tours per persoon precies gecompenseerd is door een niet volledig opgepikte groei van het marktaandeel van de trein.

Groefactor (2004 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
GM4	91	99	89	96	76
MON/OViN-trend	93	115	71	95	71
Vershil (GM4 – MON/OViN)	-1	-16	17	1	6

Tabel 5: Decompositie groei afgelegde afstand trein

Fiets

Hoewel GM4 de groei van de afgelegde afstand per fiets over de periode 2010-2018 goed modelleert, is er over de hele periode vanaf 2004 wel een verschil met de MON/OViN-trendlijn. Uit Tabel 10 blijkt dat vooral de groei van de afstand per tour door GM4 wordt gemist, maar ook dat een toename van 8 indexpunten in het marktaandeel van de fiets wordt gemist.

Groefactor (2004 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
GM4	91	99	99	99	88
MON/OViN-trend	93	115	92	80	78
Vershil (GM4 – MON/OViN)	-1	-16	7	18	10

Tabel 6: Decompositie groei afgelegde afstand fiets

BTM

De enorm sterke (en onzekere) daling die MON/OViN registreert over de periode 2004-2018 wordt niet door GM4 gezien, zoals al gebleken is uit Figuur 3. Uit onderstaande tabel blijkt dat de modellering van de ontwikkeling van het marktaandeel BTM goed gaat, maar dat MON/OViN boven op de daling van het aantal tours per persoon ook een daling ziet van de gemiddelde afstand per BTM-tour die GM4 niet meeneemt.

Groefactor (2004 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
GM4	91	99	110	97	95
MON/OViN-trend	93	115	114	109	129
Vershil (GM4 – MON/OViN)	-1	-16	-4	-13	-34

Tabel 7: Decompositie groei afgelegde afstand BTM

Autopassagier

In Figuur 3 is te zien dat de MON/OViN-trendlijn een forse daling laat zien voor de afgelegde afstand als autopassagier over de periode 2004 – 2018, terwijl GM4 juist een stijging laat zien voor deze. Onderstaande tabel toont de opbouw van deze ontwikkeling uit de modelcomponenten. Hieruit is af te leiden dat het grootste verschil tussen de MON/OViN-trend en GM4 vooral wordt veroorzaakt door een andere ontwikkeling van het marktaandeel van deze vervoerwijze, en (in mindere mate) door de door GM4 gemiste daling in het aantal tours per persoon.

Groefactor (2004 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
GM4	91	99	107	97	94
MON/OViN-trend	93	115	151	98	157
Vershil (GM4 – MON/OViN)	-1	-16	-44	0	-63

Tabel 8: Decompositie groei afgelegde afstand BTM

Hierbij moet opgemerkt worden dat bij de ontwikkeling van GM4 en eerdere versies deze vervoerwijze altijd minder aandacht gekregen dan voor andere vervoerwijzen. Dat betekent ook dat er minder verklarende factoren voor zijn opgenomen. Het is daarom best denkbaar dat bepaalde ontwikkelingen die deze daling kunnen verklaren (zoals de groei van het autobezit en de afname van de gemiddelde huishoudgrootte) niet optimaal worden meegenomen in GM4. Wanneer hier een uitgebreider specificatieonderzoek naar zou worden gedaan, dan mag hier wel enige verbetering in verwacht worden. Maar het is ook denkbaar dat hier sprake is van een langetermijnverschuiving in de voorkeuren van reizigers. In dat geval is het wenselijk om ook longitudinale data te betrekken bij de schatting van de gedragscoëfficiënten.

3.6 Stations-PIVOT

Figuur 7 laat zien dat de synthetische ontwikkeling van totaal aantal treinreizigers, en de gereisde afstand per trein redelijk goed consistent zijn met de waargenomen ontwikkeling op grond van de stationsrelatiematrices (SRM) van ProRail, maar deze figuur laat ook zien dat de GM4-ontwikkeling na pivot minder goed overeenkomt.



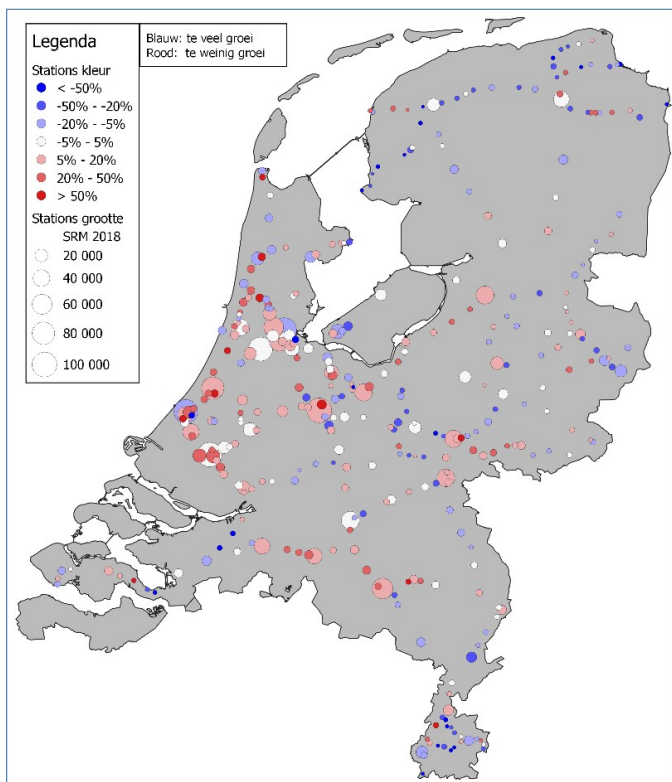
Figuur 7 – Relatieve ontwikkeling aantal reizigerskilometers per trein (2018 = 100)

Dit roept de vraag op of de pivot-procedure goed werkt. Immers, bij de pivotprocedure moet op iedere individuele herkomst-bestemmingsrelatie de synthetische groeifactor worden overgezet, en alleen de omvang van het aantal reizigers in het basisjaar moet worden aangepast. De groei zou dus door de pivotprocedure behouden moeten blijven. Echter, dit geldt alleen op het laagste aggregatieniveau (i.e. op niveau van herkomst-bestemmingsparen). Wanneer reizigersstromen van verschillende

herkomstbestemmingsparen met verschillende pivot-ophoogfactoren worden gecombineerd, dan kan op het geaggregeerde niveau wel degelijk de groei veranderen. Figuur 7 is dus niet noodzakelijkerwijs een aanwijzing dat er iets mis gaat in de pivot.

Wel is het verschil tussen de groei voor en na pivot in Figuur 7 een aanwijzing dat de omvang van de synthetische stromen in het basisjaar niet overeenkomen met de SRM, maar dit is al langer bekend en het verschil is kleiner geworden ten opzichte van GM3.

Dat synthetische groei op landelijk totaal-niveau consistent is met de werkelijkheid maskeert dat de groei op gedetailleerder niveau nog best afwijkend kan zijn. Daarom is een analyse uitgevoerd waarbij de GM4-groei op stationsniveau (voor pivot) is vergeleken met de groei uit het SRM. Het resultaat is te zien in Figuur 8. De groei op grote stations kan zowel onderschat worden (e.g. Utrecht Centraal) als overschat worden (e.g. Den Haag Centraal). De figuur laat ook zien dat de prognose voor een hele lijn te hoog of te laag is. De groei op het kernnet lijkt vaak onderschat te zijn, terwijl op de regionale lijnen de groei overschat lijkt te zijn (hoewel er ook regionale lijnen zijn waar de groei overschat wordt, zoals op de lijn Arnhem Centraal – Doetichem). Mogelijk wordt de (ontwikkeling van de) lijn-specifieke aantrekkelijkheid niet goed meegenomen in het GM4.



Figuur 8 – Relatieve afwijking van de groei van het aantal in/uitstappers per station over de periode 2004 – 2018 in GM4 ten opzichte van de SRM

4. Aanbeveling voor ontwikkeling

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen voor de verdere optimalisatie van het LMS gedaan. Hierbij worden twee prioriteitsklassen onderscheiden: need-to-have en nice-to-have.

4.1 Need-to-have

Verbeter QUAD zodat de (niet-plausibele) scheve ontwikkeling tussen de verschillende huishoudcategorieën niet meer kan optreden

- Verbeter de balans tussen het halen van de targets en het niet-afwijken van de zogenaamde apriori-verdeling. Dit kan door meer nadruk te leggen op de eis dat verdeling over huishoudtypes niet te veel afwijkt van deze apriori-verdeling.
- Eis dat in het basisjaar de verdeling over huishoudtypes overeenkomt met de landelijke apriori-verdeling. Door de verbetering uit het vorige punt zijn op zonaal niveau de verschillen klein, maar op landelijk niveau kan dit optellen tot grote verschillen. Door ook een landelijke eis te stellen wordt ervoor gezorgd dat een kleine afwijking in de ene zone gecompenseerd moet worden in een andere zone.
- Gebruik in het basisjaar een apriori-verdeling per zone (afgeleid uit CBS-microdata).
- Verrijk QUAD met een huishoudsimulator. Deze simulator kan gebruikt worden voor een plausibele verschuiving van de apriori-verdeling waarmee veel meer consistentie wordt gegarandeerd.
- Zorg ervoor dat SES en CARMOD met hetzelfde aantal personen als QUAD rekenen door in SES en CARMOD de huishoudens in de Prototype Steekproef binnen een huishoudcategorie te wegen met de huishoudophoogfactor uit OViN.

Neem ook **longitudinale data** mee in een volgende schattingsronde (naast de bestaande cross-sectionele data) zodat trends in tour-frequentie, maar ook in (stedelijk) autobezit en in de vervoerwijzekeuze beter kunnen worden meegenomen. Ook bij transportmodellen in andere landen zijn problemen geconstateerd met de ontwikkeling van autobezit in hoog-stedelijke gebieden. Deze zijn opgelost door het meenemen van longitudinale ontwikkelingen in de steden op het punt van parkeren, netwerken, wegcapaciteiten en/of OV-bereikbaarheid.

4.2 Nice-to-have

Verbeter de zonale verdeling van autobezit in CARMOD

- Gebruik data van meerdere jaren (2004, 2010, 2014, etc.) voor de schatting van CARMOD. Op deze manier kunnen longitudinale en cohort-effecten beter onderscheiden en meegenomen worden. Bijvoorbeeld: door het meenemen van longitudinale ontwikkelingen in Parijs op het punt van parkeren, netwerken, wegcapaciteiten en OV-bereikbaarheid zijn de problemen met de ontwikkeling van het autobezit in het transportmodel aldaar opgelost.
- Gebruik de informatie over verdeling van autobezit over stedelijkheidklassen en regio's die het nieuwe model SPARK gaat leveren. SPARK levert prognoses op een fijner geografisch detailniveau dan DYNAMO. Door gebruik te maken van deze informatie, is een deel van deze zonale verdeling al uitgevoerd en hoeft CARMOD minder stappen te zetten. Uiteraard moet de kwaliteit van de geografische verdeling van SPARK eerst nog wel worden vastgesteld.

Doe een **uitgebreider specificatie-onderzoek voor** de vervoerwijze **autopassagier**

- Het marktaandeel van de vervoerwijze autopassagier is sterk gedaald in de afgelopen jaren. Deze reizigers zullen nu waarschijnlijk met een andere vervoerwijze reizen. Beter modelleren van deze vervoerwijze zal daardoor ook de uitkomsten voor de andere vervoerwijzen verbeteren.

Verbeter de modellering van **het aantal in-/uitstappers op de grote stations** in het basisjaar zodat de structuur van de synthetische matrices beter overeenkomt met de waargenomen basismatrix.

Referenties

Kouwenhoven et al, Backcast LMS -Vergelijking prognose en waargenomen ontwikkeling. Significance, december 2021.