



**significance**  
quantitative research

# Backcast LMS

**Vergelijking prognose en  
waargenomen ontwikkeling**

Eindrapport | december 2021

# Backcast LMS

## Vergelijking prognose en waargenomen ontwikkeling

Eindrapport | 15 december 2021

**Auteurs:**

Marco Kouwenhoven, Gijs van Eck, Kim Ruijs

**Projectnummer:**

21027

# Samenvatting

Het maken van een backcast met het LMS is een goede manier om te bezien wat de kwaliteit is van de prognoses, en om vast te stellen waar nog mogelijke verbeterpunten liggen voor verdere ontwikkeling. Bij een dergelijke backcast wordt een “prognose” gemaakt voor een zichtjaar in het verleden. Hierbij worden de omgekeerde ontwikkeling van alle verklarende variabelen over de periode tussen het zichtjaar en nu als invoer gebruikt: het LMS rekent een scenario door waarin in de komende jaren de bevolking, de economie, de netwerken zich precies omgekeerd ontwikkelen als ze in de afgelopen jaren hebben gedaan. Komt de prognose dan overeen met de situatie zoals we die in het verleden hebben gezien?

Op deze manier is een backcast-prognose gemaakt voor 2004, 2010 en 2014 en de resultaten zijn vergeleken met andere bronnen die de verkeer- en vervoersituatie in die jaren hebben beschreven, zoals MON, OViN, CBS etc. Er zijn onder meer vergelijkingen gemaakt voor het aantal tours per persoon, de verdeling over de verschillende vervoerwijzen, de gemiddelde afstand per tour, en de totaal afgelegde afstand.

Uit deze vergelijking volgt dat het LMS de ontwikkeling van de totale afstand per vervoerwijze in het algemeen 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.

In dit onderzoek is in detail gekeken naar de werking van een aantal belangrijke modules van het GM. De eerste module (QUAD) bepaalt de zone-specifieke ophoogfactoren van de steekproef van huishoudens waar het GM intern mee rekent. Een analyse laat zien dat de zichtjaar-op-zichtjaar ontwikkeling van deze ophoogfactoren onrealistisch grote sprongen laat zien. Het lijkt erop dat QUAD bepaalde huishoudcategorieën leegtrekt en andere juist enorm opblaast om aan de targets te kunnen voldoen. 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 sprongen een (deel van de) verklaring zijn voor afwijkingen die in latere modules zijn geconstateerd.

De tweede module (CARMOD) zorgt voor de verdeling van het totale autobezit over de zones en de huishoudens binnen die zones. Deze module overschat de groei van het autobezit in hoog-stedelijke gebieden met 5 tot 10%. Voor de landelijke prognose van de mobiliteit maakt dat nauwelijks uit, maar regionaal leidt dat wel tot een overschatting van het autoverkeer in deze gebieden met 2 tot 7%.

In de derde module (SES) wordt de tours gemodelleerd en wordt bepaald met welke vervoerwijze en naar welke bestemming deze worden uitgevoerd. De waargenomen daling van het gemiddeld aantal tours per persoon per dag wordt door het GM niet gereproduceerd. Voor diverse vervoerwijzen is de prognose van de totale afstand zich wel conform de andere databronnen, omdat de afwijking in de ontwikkeling van het aantal tours per persoon gecompenseerd wordt door hetzij een afwijking in de

ontwikkeling van het marktaandeel van de vervoerwijze, of in de ontwikkeling van de gemiddelde afgelegde afstand per tour voor die vervoerwijze.

Ten slotte zijn de resultaten van de module waarin de trein-PIVOT wordt uitgevoerd, geanalyseerd. Het blijkt dat de groei van het treinverkeer na deze pivot minder goed overeenkomt met de geobserveerde groei dan ervoor. Echter, er is geen aanwijzing gevonden dat er iets mis gaat in de PIVOT-procedure. Wel is het verschil tussen de groei voor en na pivot een aanwijzing dat de omvang van de gemodelleerde stromen treinreizigers in het basisjaar niet goed overeenkomen met de waargenomen stromen. Dit is al langer bekend : bij de ontwikkeling van GM4 is geconstateerd dat het gemodelleerde aantal in-/uitstappers op grote stations in het basisjaar wordt onderschat, terwijl dit aantal op kleine stations wordt overschat.

Het verdient aanbeveling om de impact van de geconstateerde afwijking in QUAD nader te onderzoeken, evenals de afwijkingen in SES voor de ontwikkeling van het gemiddeld aantal tours per persoon, van de marktaandelen van de vervoerwijzen en van de gemiddelde afstand per tour.

Voor de verdere ontwikkeling van het LMS is het raadzaam om QUAD te verbeteren zodat de (niet-plausibele) scheve ontwikkeling tussen de verschillende ophoogfactoren niet meer kan optreden. Ook is het aan te bevelen om data van meerdere jaren mee te nemen in een volgende schattingsronde zodat trends in het aantal tours per persoon per dag en de vervoerwijzekeuze beter kunnen worden meegenomen. Ten slotte verdienen de zonale verdeling van het autobezit, de vervoerwijze autopassagier en een correcte modellering van het aantal in-/uitstappers per station aandacht.



# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Achtergrond	8
1.2 Doel	9
1.3 Leeswijzer	9
<b>2. Aanpak en proces</b>	<b>10</b>
2.1 Instellingen en invoerbestanden	10
2.2 LMS-runs	11
2.3 Waargenomen ontwikkeling o.b.v. andere bronnen	11
2.4 Analyse	12
<b>3. Bevindingen op LMS-niveau</b>	<b>14</b>
3.1 Ontwikkeling totale afstand per vervoerwijze	14
3.1.1 Autobestuurder	14
3.1.2 Fietsen	15
3.1.3 Trein	15
3.1.4 BTM	15
3.1.5 Autopassagier	16
3.1.6 Lopen	16
3.2 Ontwikkeling verkeersprestatie op het Nederlandse autowegennet	17
3.2.1 Totale wegennet	17
3.2.2 Hoofdwegennet	18
3.3 Ontwikkeling congestie op het hoofdwegennet	19
3.4 Ontwikkeling mobiliteit in de hoogstedelijke gebieden rond de G4	19
<b>4. Bevindingen op module-niveau</b>	<b>21</b>
4.1 Inleiding	21
4.2 QUAD	22
4.2.1 Targets	22
4.2.2 Ophoogfactoren	22
4.2.3 General welfare index	24
4.3 CARMOD	25
4.4 SES	28
4.4.1 Aantal personen	28
4.4.2 SES-TOURS	29
4.4.3 SES-MDTOD	30
4.4.4 Autobestuurder	31
4.4.5 Autopassagier	32
4.4.6 Trein	32
4.4.7 Bus, tram en metro	33

4.4.8	Fietsen	33
4.4.9	Lopen	34
4.5	Middellangetermijnprognose	34
4.6	Stations-PIVOT	35
<b>5.</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>38</b>
5.1	Conclusie	38
5.2	Aanbeveling voor nader onderzoek	38
5.3	Aanbeveling voor ontwikkeling	39
<b>6.</b>	<b>Literatuur</b>	<b>42</b>
	<b>Appendices</b>	<b>43</b>
Appendix A:	Vergelijking LMS en waargenomen ontwikkeling	44
A.1.1	Ontwikkeling aantal personen - Totaal	45
A.1.2	Ontwikkeling aantal personen - Geslacht	46
A.1.3	Ontwikkeling aantal personen - Leeftijd	47
A.1.4	Ontwikkeling aantal personen - Opleidingsniveau	48
A.1.5	Ontwikkeling aantal personen - Occupatie	49
A.1.6	Ontwikkeling aantal personen - Stedelijkheidsgraad	49
A.1.7	Ontwikkeling aantal personen - Autobeschikbaarheid en rijbewijsbezit	50
A.1.8	Ontwikkeling aantal personen - Inkomen	51
A.2.1	Ontwikkeling aantal tours per persoon per dag - Totaal	52
A.2.2	Ontwikkeling aantal tours per persoon per dag - Motief	53
A.3	Ontwikkeling vervoerwijze-marktaandeel per motief	55
A.4	Ontwikkeling gemiddelde afstand per tour per vervoerwijze / motief-combinatie	56
A.5	Totale afstand per vervoerwijze	57
Appendix B:	Verwonderpunten	62
Appendix C:	Ontwikkeling QUAD-weegfactoren	63
Appendix D:	Verdiepende CARMOD-analyse	68
Inleiding		68
Omvang verschillen in aantal auto's en verdelingen		68
Effect op het aantal personen uitgesplitst naar autobeschikbaarheid / rijbewijsklasse		75
Effect op tourfrequenties		75
Effect op modal split		76
Effect op totaal afgelegde afstand		77
Effect op het gebruik HWN		77
Effect op voertuigverliesuren		78
Conclusies		78
Appendix E:	Instellingen LMS-backcast-runs	80
Inleiding		80
Rijbewijsbezit		80
Aantal auto's en autokosten		81
Instelling CARMOD		81
Aantal auto's		81
Autokosten		82
Kosten vracht- en bestelverkeer		84

Trendmatige toename thuiswerken	84
Geavanceerde scenario-instellingen	84
Internationaal personen verkeer	85
Openbaar vervoer	85
MaaS 88	
Prijsbeleid	88
Overige maatregelen en instellingen	90
Invoerbestanden	90
Algemene invoer –Werkgeversvergoedingen	90
Algemene invoer –Treinbestanden	90
Algemene invoer – Stationsdata	91
Algemene invoer – Luchthaven data	91
Algemene invoer – E-bike fracties	92
Model-specifieke invoer – Zonale data	93
Model-specifieke invoer – Autonetwerk	95
Model-specifieke invoer – ROV LOS hoofdtransport	96
Model-specifieke invoer – Basismatrices	99
Model-specifieke invoer – Vrachtmatrices	100
Model-specifieke invoer – Langzaam verkeer	102
Model-specifieke invoer – Parkeervergunningen	103
Model-specifieke invoer – Opleidingsniveau	103

# 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. Recentelijk zijn nieuwe versies van deze modellen opgeleverd, die het einde vormen van een grootschalige actualisatieronde die eens in de vier jaar wordt uitgevoerd. 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 ontwikkeling op basis van een groot aantal mobiliteit- en verkeerscijfers.

## 1.1 Achtergrond

Het LMS en de NRM's zijn al vele jaren in gebruik en deze modellen worden regelmatig geactualiseerd en verbeterd. De laatste tijd gebeurt dat in een vaste vierjarige cyclus. Onderdeel van elke cyclus zijn uitgebreide kwaliteitscontroles, waarbij veel aandacht is voor de correctheid van de invoer, voor de waarden van de gedragsparameters, voor de gevoeligheden bij veranderingen en voor de plausibiliteit van de uitvoer. Met recht kan gezegd worden dat het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat beschikt over actuele en state-of-the-art modellen die hun waarde in de praktijk hebben bewezen.

Om het hoge kwaliteitsniveau te behalen zijn de modellen zelf 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, en dat er een groot aantal invoerbestanden nodig is. En 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 nu de voorspellende waarde is van deze modellen.

In 2018 is dit onderzocht voor de toenmalige versie van het LMS (waarbij inbegrepen groeimodel versie GM3, met basisjaar 2014). Destijds is een backcast uitgevoerd 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. Tevens 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.



## 1.2 Doel

Het doel van dit project is het uitvoeren van een prognose voor enkele jaren in het verleden en de uitkomsten te vergelijken met de waargenomen ontwikkeling op basis van andere bronnen, teneinde de kwaliteit van het LMS te kunnen beoordelen en daarmee tot verbetervoorstellen te kunnen komen voor de verdere ontwikkeling van dit modelsysteem.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt een toelichting gegeven op de werkwijze binnen dit project: hoe zijn de prognoses opgesteld en welke vergelijkingen met waargenomen ontwikkelingen zijn er uitgevoerd. In de twee daaropvolgende hoofdstukken staan de bevindingen van de vergelijkingen: eerst op totaal niveau (hoofdstuk 3) en daarna op module-niveau (hoofdstuk 4). Het laatste hoofdstuk bevat de conclusies en aanbevelingen.

Aangezien er veel meer analyses zijn uitgevoerd dan in de hoofdtekst van dit rapport besproken kunnen worden, zijn er diverse appendices opgenomen met meer en gedetailleerdere informatie ter ondersteuning van de bevindingen in het rapport.

## 2. Aanpak en proces

In dit project is met het LMS een prognose gemaakt voor enkele jaren in het verleden. De groeimodule van de huidige versie van het LMS is GM4 en deze heeft als basisjaar 2018. In dit project is GM4 gebruikt om een “prognose” te maken van de jaren 2004, 2010 en 2014, waarbij steeds de daadwerkelijke ontwikkeling tussen 2018 en deze jaren (dus “terug in de tijd”) als invoer is gebruikt.

Als eerste stap in dit project zijn alle instellingen en alle invoerbestanden opgesteld die voor de LMS-runs nodig waren (zie §2.1). Vervolgens zijn de runs uitgevoerd (§2.2) en zijn de resultaten systematisch vergeleken met de ontwikkeling van de mobiliteit en van het verkeer op grond van andere bronnen (§2.3).

### 2.1 Instellingen en invoerbestanden

Voor een LMS GM4-run moeten zowel een serie parameters als een set invoerbestanden worden gespecificeerd. In veel gevallen kon gebruik gemaakt worden van dezelfde instellingen en dezelfde invoerbestanden als bij de vorige backcast gebruikt zijn. Echter, door verschillen tussen GM3 en GM4, en door nieuwe inzichten was het nodig om diverse instellingen en bestanden toe te voegen of aan te passen.

Alle instellingen en bestanden zijn vastgelegd in een instellingendocument (zie Appendix E).

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 was het niet mogelijk om tot een betere invoer te komen. In die gevallen moet bij de interpretatie van de resultaten rekening gehouden worden met deze mogelijke afwijkingen. Dit geldt onder meer voor:

- De ontwikkeling van de OV-kosten: voor treinkosten is de ontwikkeling van de NS-opbrengst per kilometer gebruikt. Deze wijkt af van de CBS-index voor deze kosten met een verschil oplopend tot 14 indexpunten in 2004. Voor BTM-kosten is 50% van de ontwikkeling van de CBS-index voor deze kosten gebruikt (zie Appendix E – Openbaar Vervoer).
- De ontwikkeling van het BTM-netwerk: voor 2014 is de 2018-level-of-service gebruikt. Hierdoor is er geen effect van de opening van de Noord-Zuidlijn meegenomen, en ook niet van andere veranderingen in het netwerk tussen deze twee jaren. Voor 2010 is ook uitgegaan van de 2018-level-of-service en is het verschil tussen de bestaande 2010- en 2014-level-of-service uit GM3 overgezet naar het 2018-GM4-netwerk, waarbij voor deze veranderingen geen onderscheid gemaakt is tussen B en TM. Dus de ontwikkeling van het netwerk tussen deze jaren wordt op deze manier wel meegenomen. Analoog voor 2004<sup>1</sup> (zie Appendix E - Model-specifieke invoer – ROV LOS hoofdtransport).
- In de 2018 is gebruik gemaakt van de verbeterde kruispuntmodellering in de autonetwerken, voor de backcastjaren niet (zie Appendix E - Model-specifieke invoer – Autonetwerk).

---

<sup>1</sup> Dit geldt dus niet voor het trein-netwerk, daar is wel voor elk zichtjaar een goede level-of-service ingevoerd.

- Voor de backcastjaren is gebruik gemaakt van een niet-motief-specifieke trein-level-of-service (zie Appendix E - Algemene invoer — Treinbestanden).
- Voor de backcastjaren is uitgegaan van de 2018-vrachtmatrices die geschaald zijn op basis van de door het CBS gerapporteerde verkeersprestaties van bestelauto's en vrachtwagens. Met andere woorden: het herkomst-bestemmingspatroon is per vrachtmatrix constant verondersteld (zie Appendix E - Model-specifieke invoer — Vrachtmatrix).
- Voor de backcastjaren is uitgegaan van hetzelfde niveau van parkeervergunningen als in 2018 verondersteld (zie Appendix E - Model-specifieke invoer — Parkeervergunningen).
- Voor de backcastjaren is er enige onzekerheid omtrent het opleidingsniveau, zowel van de populatie als van de banen. Bij de populatie moet er rekening mee gehouden worden dat deze afgeleid zijn van CBS-cijfers waarbij sprake is van enige onzekerheid/incompleteheid, met name bij het opleidingsniveau van oudere volwassenen. Bij de banen moet er rekening mee gehouden worden dat er per sector/zone combinatie is verondersteld dat per baantype de verdeling van de banen over de opleidingsniveaus constant is gebleven (zie Appendix E - Model-specifieke invoer — Opleidingsniveau).

## 2.2 LMS-runs

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.)

Bij een middellangetermijnprognose wordt de bestemmingskeuze uit het basisjaar vastgehouden en wordt alleen de vervoerwijzekeuze aangepast. Het idee hierachter is dat voor de genoemde motieven de bestemmingskeuze niet op deze termijn flexibel is en dus veel langer nodig heeft om tot een evenwicht te komen.

Na afloop is geverifieerd dat de toedelingsmodule (QBLOK) goed is geconvergeerd en zijn er diverse controles uitgevoerd om vast te stellen dat de uitkomsten van de runs plausibel zijn.

## 2.3 Waargenomen ontwikkeling o.b.v. andere bronnen

Aan het begin van het project hebben we databronnen verzameld waarmee de uitkomsten van de LMS-prognoses vergeleken konden worden.

De belangrijkste bron vormen de MON-OViN-databestanden over de periode 2004- 2017, aangevuld met trendlijnen (doorgetrokken naar 2018) en onzekerheidsmarges. Deze data zijn gebaseerd op de microdata van MON/OViN-onderzoeken. Deze zijn reeds in een ander project bewerkt (onder meer de formatie van tours uit de geregistreerde verplaatsingen). Voor de afstanden zijn de door de respondent gerapporteerde afstanden gebruikt. Bovendien zijn er correcties aangebracht voor de trendbreuk tussen de MON- en OViN-onderzoeken en zijn er trendlijnen bepaald.<sup>2</sup>

Daarnaast wordt gebruik gemaakt van:

- Diverse publieksrapportages over het rijkswegennet, waarin de informatie over de verkeersprestatie en congestie op het HWN opgenomen is.

<sup>2</sup> Significance (2021b) Toelichting MON/OViN-databestanden backcast, memo 21018-M01 versie v2

- Stationsrelatiematrix (SRM) van ProRail. Dit zijn herkomst-bestemmingsmatrix voor treinreizen op stationsniveau. Hieruit zijn gerealiseerde aantallen reizen en kilometers af te leiden.
- CBS-Statline, voor nationale statistieken voor de bevolking, uitgesplitst naar geslacht, leeftijdsklasse, etc, en voor nationale statistieken voor het totaal aantal gereden kilometers per auto (o.b.v. de RDW-kilometertellerregistratie).
- De basismatrix (BasMAT) van de backcastjaren voor de gemiddelde afstand per autobestuurder-tour en de totale afgelegde afstand voor autobestuurder.
- De sociaaleconomische gegevensbestanden (SEGs) van de backcastjaren. Deze bevatten per zone het aantal personen / huishoudens uitgesplitst in diverse dimensies en deze informatie wordt als invoer gebruikt. Maar de landelijke totalen worden ook als vergelijking gebruikt voor de uitkomsten (waarbij opgemerkt dat er een afhankelijkheid is tussen de SEGs en de LMS-uitkomsten).
- het rapport “Mobiliteit in stedelijk Nederland” van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2019).
- De “Staat van het OV”-rapportage van CROW (2019) bevat gegevens over de ontwikkeling van het aantal reizigerskilometers voor BTM en regionaal spoor over de periode van 2014 tot 2018.

## 2.4 Analyse

Met behulp van een analysetool is een systematische vergelijking gemaakt tussen LMS-prognose van de mobiliteits- en verkeersontwikkeling met de in de praktijk waargenomen ontwikkeling. In de eerste analysefase is in 12 stappen een vergelijking gemaakt tussen model en waarneming, zoals weergegeven in Tabel 1.

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

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			√					

De meest relevante uitkomsten van deze analyses staan beschreven in de volgende hoofdstukken van dit rapport. Hoofdstuk 3 kijkt naar de uitkomsten op niveau van het gehele LMS. In het bijzonder wordt in dit hoofdstuk gekeken naar de totale afstand per vervoerwijze (analyse 5 in de tabel hierboven), de vervoersprestatie en de congestie op het autowegennet (analyse 7-8) en de ontwikkeling van de mobiliteit in de G4-regio's (analyse 6). Hoofdstuk 4 kijkt naar de uitkomsten van de vergelijking op een meer gedetailleerd niveau (analyses 1-4, en 9-12). Deze analyses zijn per LMS-module gegroepeerd. Een compleet overzicht van alle uitkomsten staat in Appendix A.

Op basis van tussentijdse bevindingen is een lijst opgesteld met zeven zogenaamde verwonderpunten. Dit zijn de meest opvallende verschillen tussen de LMS-prognoses en de waargenomen ontwikkeling op basis van andere bronnen. Deze verschillen zijn gekoppeld aan specifieke modules binnen het LMS en zijn daarom meegenomen in de gedetailleerde analyses in hoofdstuk 4. Enkele van deze punten zijn diepgaand uitgezocht, en andere zijn op een globaler niveau geanalyseerd. De lijst van zeven verwonderpunten en een verantwoording hoe deze zijn verwerkt in dit rapport kan teruggevonden worden in Appendix B.

### 3. Bevindingen op LMS-niveau

Allereerst is op een heel geaggregeerd niveau gekeken naar de LMS-prognoses 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.

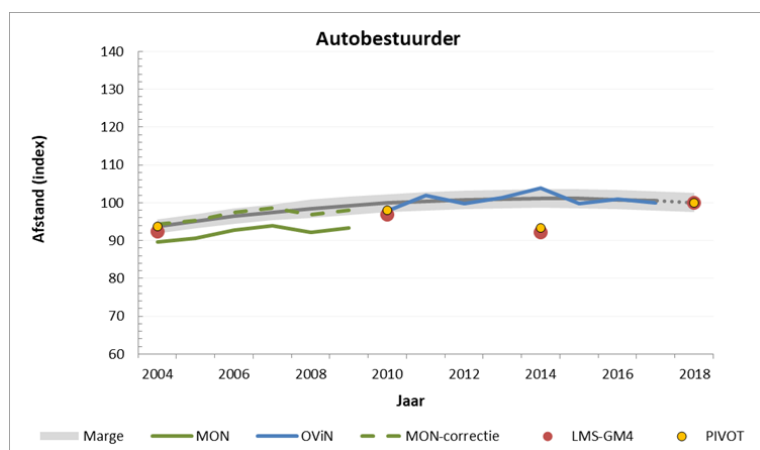
Bij de totstandkoming van deze LMS-prognoses spelen meerdere modules een belangrijke rol. Eventuele overeenkomsten en verschillen kunnen dus niet worden toegeschreven aan een specifiek onderdeel van het LMS en daarom zijn deze analyses minder geschikt voor het doen van specifieke aanbevelingen voor verdere verbetering. Daarom volgt in het volgende hoofdstuk een meer gedetailleerdere analyse op het niveau van de modules.

#### 3.1 Ontwikkeling totale afstand per vervoerwijze

De ontwikkeling van de totale afstand per vervoerwijze wordt in het algemeen goed gemodelleerd. Wel zien we verschillen per vervoerwijze.

##### 3.1.1 Autobestuurder

De ontwikkeling van de totale afstand door autobestuurders wordt over de periode 2004 – 2018 goed gemodelleerd, zoals blijkt uit Figuur 1. De synthetische (i.e. de door het LMS gemodelleerde) groei over deze periode is 8 indexpunten en de groei na pivot (i.e. na correctie voor afwijkingen in het verkeerspatroon in het basisjaar) is 6 indexpunten. Dit is consistent met de groei van  $6 \pm 2$  indexpunten<sup>3</sup> zoals waargenomen op basis van MON/OViN.



Figuur 1 - Ontwikkeling totale afstand afgelegd door autobestuurders (2018=100)

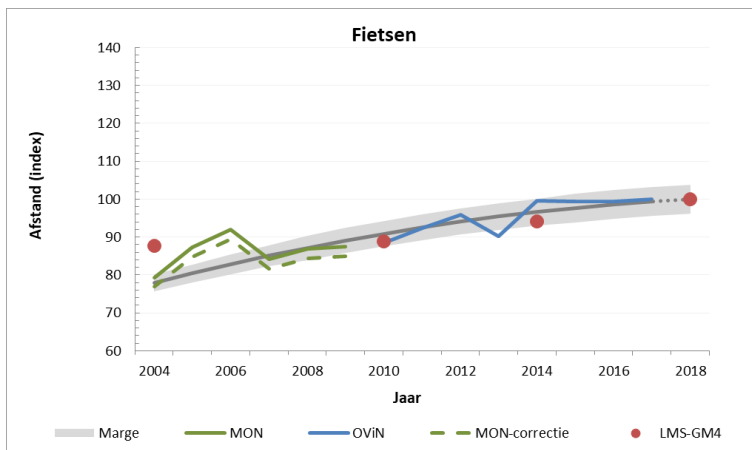
Echter, LMS laat een daling van 5 indexpunten zien tussen 2010 en 2014 (zowel synthetisch als na pivot) en deze daling is niet zichtbaar in de MON/OViN-trend. Deze daling wordt in het LMS gecompenseerd door een groei van ca. 7-8 indexpunten tussen 2014 en 2018. Ook deze snelle stijging is niet zichtbaar

<sup>3</sup> De opgegeven onzekerheidsmarge bij de MON/OViN-trendlijn betreft altijd het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

in MON/OViN. De 2014-prognose lijkt dus een onderschatting te geven van het aantal gereden autokilometers.

### 3.1.2 Fietsen

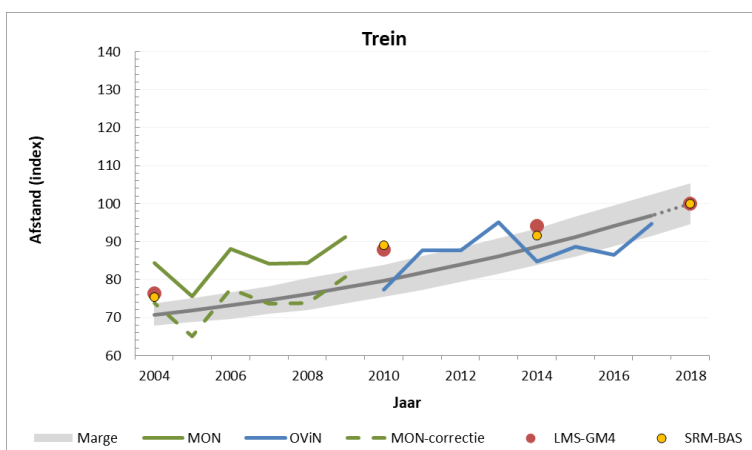
Het LMS modelleert de ontwikkeling van de totale fietsafstand sinds 2010 goed (Figuur 2). De groei tussen 2010 en 2018 is 11 indexpunten terwijl de MON/OViN-trend een daarmee consistente groei van  $9 \pm 3$  punten geeft. Echter, de in MON/OViN waargenomen groei tussen 2004 en 2010 van  $13 \pm 3$  punten wordt door het LMS niet berekend. Hierbij dient opgemerkt te worden dat voor de prognosejaren dezelfde fiets level-of-service is gebruikt als voor 2018.



Figuur 2 - Ontwikkeling totale afstand afgelegd per fiets (2018=100)

### 3.1.3 Trein

De totale treinafstand is volgens de MON/OViN-trend tussen 2004 en 2018 sterk gegroeid met  $29 \pm 5$  punten. Volgens de stationsrelatiematrices van ProRail is groei over die periode 25 indexpunten geweest (gele punten in Figuur 3). De synthetische groei die door het LMS wordt berekend is 24 indexpunten en is dus consistent met de door andere bronnen waargenomen groei. Wel wordt de groei in het LMS enigszins gedempt door de pivot-procedure. Na de trein-pivot op stationsniveau daalt de groei naar 19 punten. Deze afname van de groei door de pivot is nader onderzocht (zie §4.5).



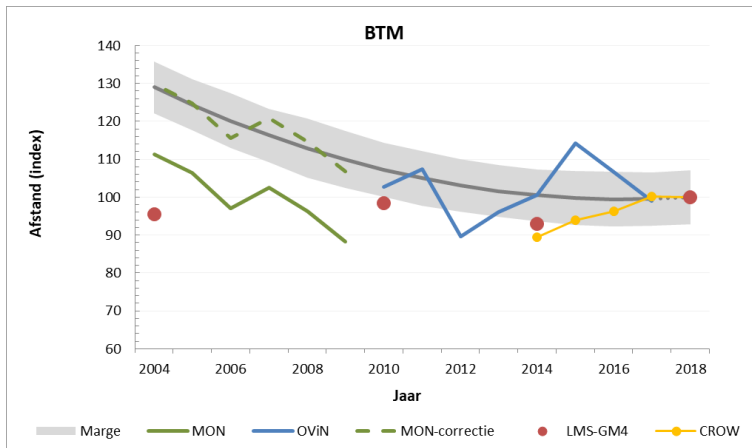
Figuur 3 - Ontwikkeling totale afstand afgelegd per trein (2018=100)

### 3.1.4 BTM

Het LMS modelleert de ontwikkeling van de afgelegde afstand per bus, tram en metro vanaf 2010 goed, zowel in vergelijking met OViN als met CROW. Het LMS geeft een daling van 5 punten tussen 2010 en 2014, gevolgd door een stijging van 7 punten tussen 2014 en 2018. De trendlijn MON/OViN geeft over

deze periodes een ontwikkeling van  $-7 \pm 7$  en  $0 \pm 7$  indexpunten. Over de laatste periode geeft het CROW een stijging van 11 punten. Deze laatste bron lijkt niet helemaal consistent met MON/OViN, maar mogelijk worden de foutmarges in MON/OViN onderschat. Bij dit onderzoek staat een disclaimer: “Reizigerskilometers met de trein en met de bus, tram en metro op basis van OViN zijn, vanwege grote betrouwbaarheidsmarges, indicatieve cijfers.” (CBS, 2018).

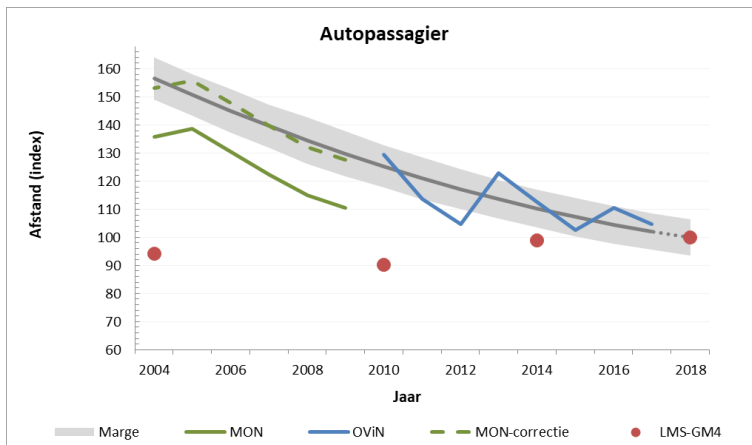
De daling van het aantal BTM-kilometers tussen 2004 en 2010 die door MON/OViN wordt gezien, wordt niet door het LMS berekend.



Figuur 4 - Ontwikkeling totale afstand afgelegd per bus, tram en metro (2018=100)

### 3.1.5 Autopassagier

In MON/OViN is over de hele periode tussen 2004 en 2018 een duidelijke daling zichtbaar (Figuur 5). Deze daling bedraagt  $57 \pm 8$  indexpunten over de periode van 14 jaar, terwijl het LMS over diezelfde periode een groei van 6 indexpunten modelleert. Het LMS reproduceert de sterke daling van de autopassagier-afstand dus niet.



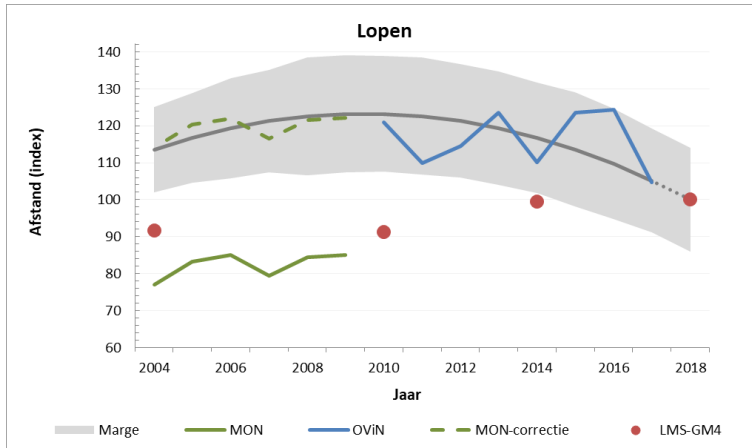
Figuur 5 - Ontwikkeling totale afstand afgelegd door autopassagiers (2018=100)

### 3.1.6 Lopen

Het LMS geeft een groei van de loopafstand van 8 indexpunten over de periode 2004 – 2018 (zie Figuur 6), terwijl de MON/OViN-trendlijn een daling van  $13 \pm 15$  indexpunten laat zien. Echter, door de grote



onzekerheid in MON/OViN-trend is het lastig conclusies trekken. Het gebruikte algoritme<sup>4</sup> laat een trend zien die eerst oploopt en daarna afloopt, met een sterke methodesprong tussen MON en OViN. Wanneer alleen naar de MON- of alleen naar de OViN-waarnemingen wordt gekeken, dan is dit patroon van stijgen en dalen niet zichtbaar, en lijkt een min of meer constante afstand ook passend bij de data. De LMS-ontwikkeling tussen 2004 en 2010 lijkt consistent met MON, en de LMS-ontwikkeling tussen 2010 en 2018 lijkt consistent met OViN (binnen de onzekerheidsmarges).

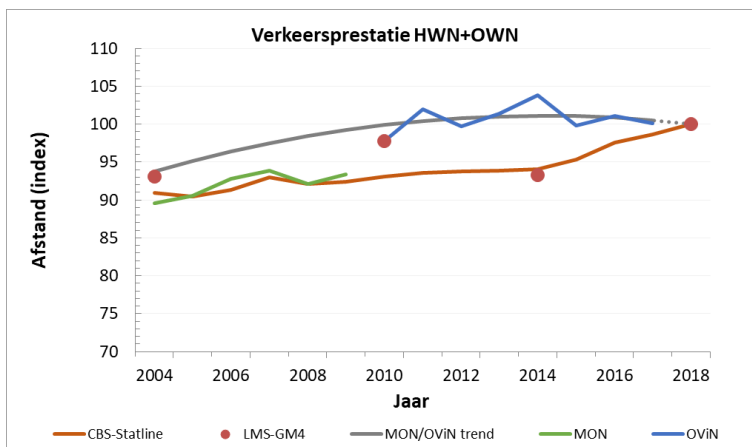


Figuur 6 - Ontwikkeling totale afstand afgelegd door te lopen (2018=100)

## 3.2 Ontwikkeling verkeersprestatie op het Nederlandse autowegennet

### 3.2.1 Totale wegennet

De verkeersprestatie op het totale wegennet (i.e. HWN + OVN) kan worden afgeleid uit MON/OViN-data, maar ook uit een analyse van de door Nederlandse personenvoertuigen gereden kilometers zoals het CBS en RDW die registreren op basis van de kilometerteller-standen van deze voertuigen. Figuur 7 laat zien dat de ontwikkeling over de hele periode redelijk vergelijkbaar is voor alle datasets (CBS: +9, MON/OViN-trendlijn: +6, LMS: + 7).



Figuur 7 - Ontwikkeling verkeersprestatie op het Nederlandse wegennet (2018 = 100)

<sup>4</sup> Dit algoritme doet een lineaire regressie op de jaar-op-jaarveranderingen van de MON/OViN-observaties met weglating van de overgang 2009-2010 in verband met de methodebreuk tussen MON en OViN. Zie Significance (2021b) voor een uitgebreidere beschrijving van deze berekeningen.

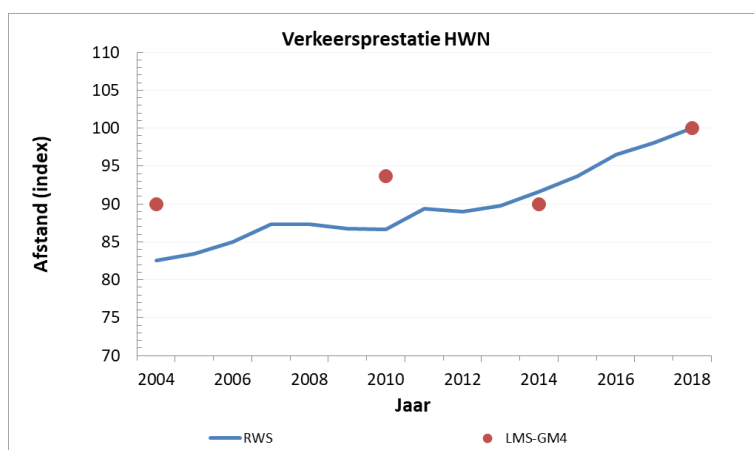
Verder valt op in Figuur 7 dat de GM4-prognose voor 2014 afwijkend is in vergelijking met MON/OViN. In §3.1.1 al geconstateerd dat het aantal gereden autokilometers in 2014 door het LMS onderschat wordt. Daar liet het LMS een daling zien tussen 2010 en 2014, en een stijging tussen 2014 en 2018 en die beide ontwikkelingen waren niet gezien in de MON/OViN-data. In deze analyse laat het LMS een daling zien tussen 2010 en 2014 die niet zichtbaar is in de MON/OViN-data en ook niet in de CBS-data, maar de stijging tussen 2014 en 2018 is wel aanwezig in de CBS-data.

De oorzaak van deze afwijking in 2014 is niet verder onderzocht. Wel valt op dat deze dip samenvalt met de dip in de ontwikkeling van het gemiddelde inkomen (zie Appendix E - Model-specifieke invoer – Zonale data). Mogelijk dat het effect van deze inkomensdaling door het GM wordt overschat of dat deze daling niet bij de juiste huishoudtypen is terecht gekomen (zie ook §4.2.3).

### 3.2.2 Hoofdwegennet

Een van de belangrijke indicatoren die het LMS oplevert is de verkeersprestatie op het Nederlandse wegennet, i.e. het aantal gereden kilometers op Nederlandse wegen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen het hoofdwegennet (HWN) en het onderliggende wegennet (OWN). De verkeersprestatie op het HWN wordt ook gemonitord door Rijkswaterstaat en elke vier maanden gepresenteerd in de publieksrapportage Rijkswegennet (Rijkswegennet 2021). Deze monitor laat een stijging zien van deze verkeersprestatie van 17 indexpunten tussen 2004 en 2018. Het LMS laat over diezelfde periode een kleinere stijging zien van 10 indexpunten (zie Figuur 8). Hierbij valt op dat de ontwikkeling tussen 2004 en 2010 en de ontwikkeling tussen 2014 en 2018 in beide datasets wel zeer vergelijkbaar is, en dat het grote verschil zit tussen 2010 en 2014. De RWS-monitor laat hier een stijging zien van 54 indexpunten, terwijl het LMS een daling van 4 punten geeft.

In dit project zijn de oorzaken van deze afwijking niet expliciet onderzocht. Uit Figuur 1 blijkt dat de totale afstand afgelegd door automobilisten over de periode 2004 – 2018 goed wordt gemodelleerd, maar verderop in dit rapport wordt geconstateerd dat over dezelfde periode de toename van de gemiddelde afstand per autotour wordt onderschat (zie §4.4.4). Aangezien langere tours onevenredig veel op het HWN worden uitgevoerd, resulteert het missen van deze toename ook tot het missen van een toename van het gebruik van het HWN.<sup>5</sup> Deze mogelijke verschuiving tussen OWN en HWN past ook bij het beeld uit de vorige paragraaf dat de ontwikkeling op het totale netwerk over deze periode goed wordt gemodelleerd. De dip in 2014 in Figuur 8 bij 2014 wordt wel ook in Figuur 7 gezien, dus dit is waarschijnlijk niet gerelateerd aan de gemiste toename van langere tours.



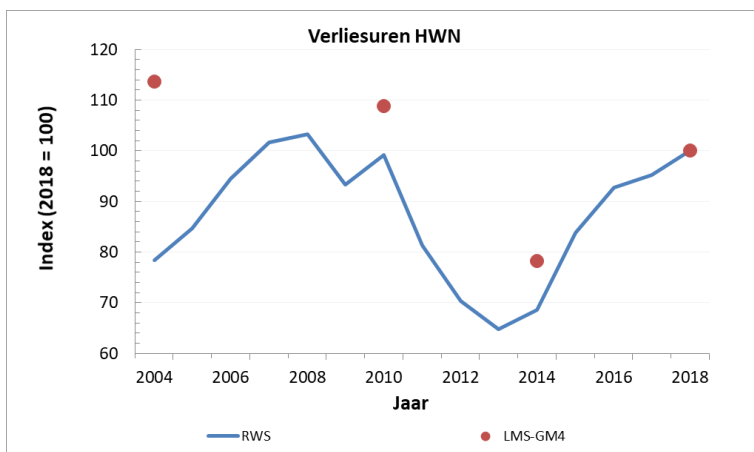
Figuur 8 - Ontwikkeling verkeersprestatie op het hoofdwegennet (2018 = 100)

<sup>5</sup> Omdat deze analyse als backcast is uitgevoerd (dus er is een prognose voor 2004 gemaakt vanuit het basisjaar 2018) betekent het onderschatten van de groei van het HWN-gebruik tussen 2004 en 2018 dat het HWN-gebruik in 2004 wordt overschat.

### 3.3 Ontwikkeling congestie op het hoofdwegennet

Een andere belangrijke indicator van het LMS is de ontwikkeling van de congestie. Deze kan worden uitgedrukt in het aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet en deze wordt ook gemonitord door Rijkswaterstaat. Wanneer deze monitor vergeleken wordt met de LMS-prognoses dan valt op dat de LMS-2014-prognose goed pas bij de RWS-data. Zowel de daling over de periode 2010-2014 als de stijging tussen 2014 en 2018 wordt in beide datasets geobserveerd. Echter, nu is juist de ontwikkeling tussen 2004 en 2010 afwijkend. De RWS-monitor registreert een stijging van 21 indexpunten, terwijl het LMS een daling van 5 punten modelleert.<sup>6</sup>

Voor de afwijking in 2004 is niet expliciet gezocht naar een oorzaak, maar het ligt voor de hand dat het te hoge gebruik van het HWN in 2004, zoals gezien in Figuur 8, ook leidt tot een te hoog congestieniveau in 2004.



Figuur 9 - Ontwikkeling van de voertuigverliesuren op het hoofdwegennet (2018 = 100)

### 3.4 Ontwikkeling mobiliteit in de hoogstedelijke gebieden rond de G4

Gezien de gewenste verbetering van de leefbaarheid en bereikbaarheid in Nederlandse steden heeft het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van mobiliteit in de hoogstedelijke gebieden rond de vier grote steden (G4) in Nederland. Deze analyse is uitgevoerd over de periode 2005 – 2015 op basis van MON- en OViN-data waarbij rekening gehouden is met de methode-breek tussen beide datasets.

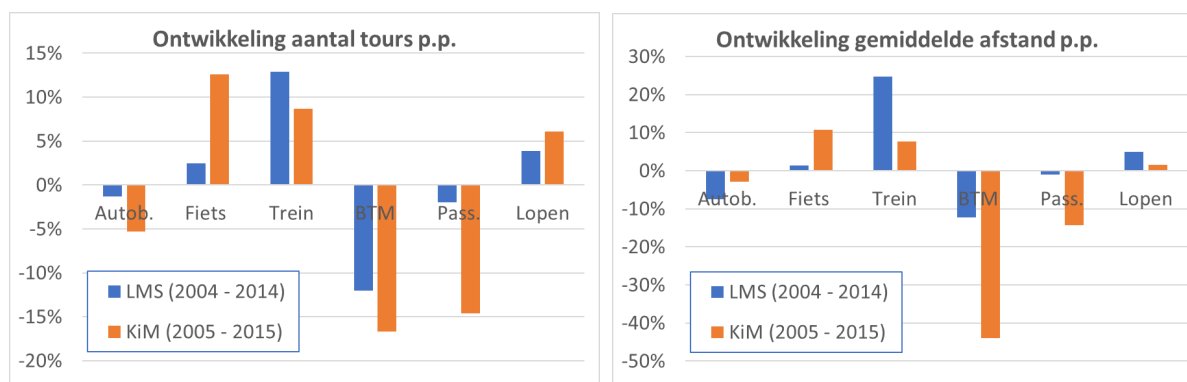
Door naar de ontwikkeling van de mobiliteit in dezelfde hoogstedelijke zones in het LMS te kijken over de periode 2004 – 2014 kan een redelijk goede vergelijking gemaakt worden met de resultaten van het KiM (Tabel 2 en Figuur 10). Voor het aantal tours per persoon is te zien dat de ontwikkeling bij beide databronnen altijd dezelfde kant op is (i.e. bij beide een stijging of bij beide een daling). Bij het KiM is de ontwikkeling wel altijd relatief groter, vooral bij fietsen en autopassagier. Maar dit past ook bij de eerdere bevindingen dat de ontwikkeling voor deze vervoerwijzen en voor deze periodes minder groot is in het LMS dan in MON/OViN.

Wanneer naar de gemiddelde afstand per persoon wordt gekeken, dan is ook te zien dat het teken van de ontwikkeling bij beide databronnen gelijk is, maar dat de omvang kan verschillen. De ontwikkeling is soms bij LMS sterker, en soms bij KiM. Bij het KiM valt met name de enorm sterke daling bij BTM op. Dit is eerder ook al gezien bij de MON/OViN-trendlijn in §3.1.4, maar daar is ook al gewezen op de grote onzekerheid van deze daling.

<sup>6</sup> Er is geconstateerd dat de gebruikte link-capaciteiten in het 2004-netwerk niet overal overeenkomen met de standaardwaarden, maar is soms een overschatting en soms een onderschatting. Bovendien is hetzelfde netwerk bij de vorige backcast gebruikt. Dit is dus waarschijnlijk niet de verklaring voor deze issue.

Tabel 2 - Ontwikkeling index voor aantal tours per persoon en afgelegde afstand per persoon voor personen die woonachtig zijn in de hoogstedelijke zones rond de vier grote steden, volgens LMS en KiM (2014 = 100, 2015 = 100 respectievelijk)

	Aantal tours/persoon		Afstand/persoon	
	LMS (2004 - 2014)	KiM (2005 - 2015)	LMS (2004 - 2014)	KiM (2005 - 2015)
<b>Autobestuurder</b>	-1,3	-5,3	-7,5	-2,9
<b>Fietsen</b>	+2,5	+12,6	+1,4	+10,7
<b>Trein</b>	+12,9	+8,7	+24,7	+7,6
<b>BTM</b>	-12,0	-16,7	-12,3	-43,9
<b>Autopassagier</b>	-2,0	-14,6	-1,1	-14,3
<b>Lopen</b>	+3,9	+6,1	+4,9	+1,5



Figuur 10 - Relatieve ontwikkeling aantal tours per persoon (links) en afgelegde afstand per persoon (rechts) voor personen die woonachtig zijn in de hoogstedelijke zones rond de vier grote steden, volgens LMS en KiM.

# 4. Bevindingen op module-niveau

## 4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn de bevindingen op het gehele LMS-niveau besproken. In dit hoofdstuk worden bevindingen besproken die op een specifieke module van toepassing zijn.

De bespreking van de verschillen gebeurt aan de hand van de structuur van het GM. Deze structuur staat beschreven in het volgende tekstblok.

### Module-structuur GM4

De huidige versie van het GroeiModel (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:

- Bevolkingsmodule, met daarin opgenomen
  - QUAD – populatiemodel;
  - CARMOD – autobezitsmodel;
- Bereikbaarheidsmodule
- Buitenlandverkeermodule, met daarin opgenomen
  - AIRACC – luchthavenverkeermodel;
  - FOREIGN – buitenlandverkeermodel;
- Groeifactormodule, met daarin opgenomen
  - SES – bepalen van de vervoersvraag, met daarin opgenomen:
    - SES-TOURS reisfrequentiekeuzemodel;
    - SES-MDTOD vervoerwijze-dagdeel-bestemmingskeuzemodel;
  - SECDEST – Het bepalen van de secundaire niet-woninggebonden verplaatsingen;
  - NHBTRIPS – Het bepalen van de tertiaire en quataire niet-woninggebonden verplaatsingen;
  - PIVOT – toepassen van groeifactoren op basismatrices;
  - QBLOK – toedelingsmodel voor wegverkeer\*;

Deze modellen vormen samen de uiteindelijke verkeers- en vervoersprognose, maar het is ook mogelijk om op enkele punten tussentijds de uitkomsten van een model of een groep van modellen te analyseren.

*\* Toedeling van OV-reizen gebeurt buiten het GM.*

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 prognose, te weten:

1. QUAD (populatie- en huishoudsamenstelling)
2. CARMOD (verdeling van het autobezit)
3. SES-TOURS (tourfrequenties)
4. SES-MDTOD (vervoerwijze-dagdeel-bestemmingskeuze)
5. PIVOT (toepassen van groeifactoren op basismatrices). Hierbij is vooral gekeken naar de trein-pivot.

Ook de toedelingsmodule QBLOK heeft een belangrijke bijdrage aan de totale prognose, maar het resultaat van deze procedure is al aan de orde geweest in §3.2 en §3.3.

De resultaten van deze onderzoeken staan in de volgende paragrafen. Daarnaast is er ook nog gekeken naar het verschil tussen een uitkomsten van een standaard LMS-run en die van een run in de middellangetermijnprognose-stand (§4.5).

## 4.2 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 a-priori huishouddistributie (i.e. de gemiddelde distributie van huishoudcategorieën voor het studiegebied). Er zijn 28 targets per zone (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).<sup>7</sup>

### 4.2.1 Targets

In de logfile van QUAD wordt de afwijking per target op geaggregeerd niveau gerapporteerd (totaal over alle zones per stedelijkheidsklasse). Op dat niveau is te zien dat de targets goed worden gehaald. Typische is de afwijking van de targets ca. 0,1 – 0,4%, met uitzondering van de targets per opleidingsklasse en voor het inkomen die typisch ca. 1 – 3% zijn. Aangezien deze targets gebaseerd zijn op SEGs-invoer en aangezien deze invoer gebaseerd is op het CBS, mag dus geconcludeerd worden dat de aantallen personen, en de verdelingen van deze personen over de meest relevante persoons- en huishouddimensies in GM4 consistent is met CBS.

Bij de ontwikkeling van GM4 is speciaal aandacht besteed aan het opleidingsniveau van reizigers. Dit is een verklarende variabele in onder meer de tourfrequentie-modellen, maar dit was geen target in QUAD. Als gevolg hiervan steeg het aantal mensen met een laag opleidingsniveau tussen 2004 en 2014 in de (vorige) backcast met GM3, en ging het aantal mensen met een hoog opleidingsniveau slechts weinig omhoog. Beide ontwikkelingen klopten niet met de trends die door andere bronnen waren gezien. In GM4 is het opleidingsniveau wel een target en in deze backcast komt de relatieve groei in deze opleidingsniveaus wel overeen met de in MON/OViN waargenomen ontwikkeling. Details kunnen gevonden worden in Appendix A.1.4, waar ook uitgelegd staat waarom de absolute niveaus verschillend zijn.

### 4.2.2 Ophoogfactoren

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

<sup>7</sup> De zinnen uit deze paragraaf zijn met minimale bewerking overgenomen uit Documentatie van GM4 – Deel D4-1 – QUAD (Significance 2021a).

huishouden. QUAD bepaalt voor elk van de 1406 zones in het LMS hoeveel huishoudens in die zone tot elk van deze categorieën behoren. 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 Tabel 3.<sup>8</sup> 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.

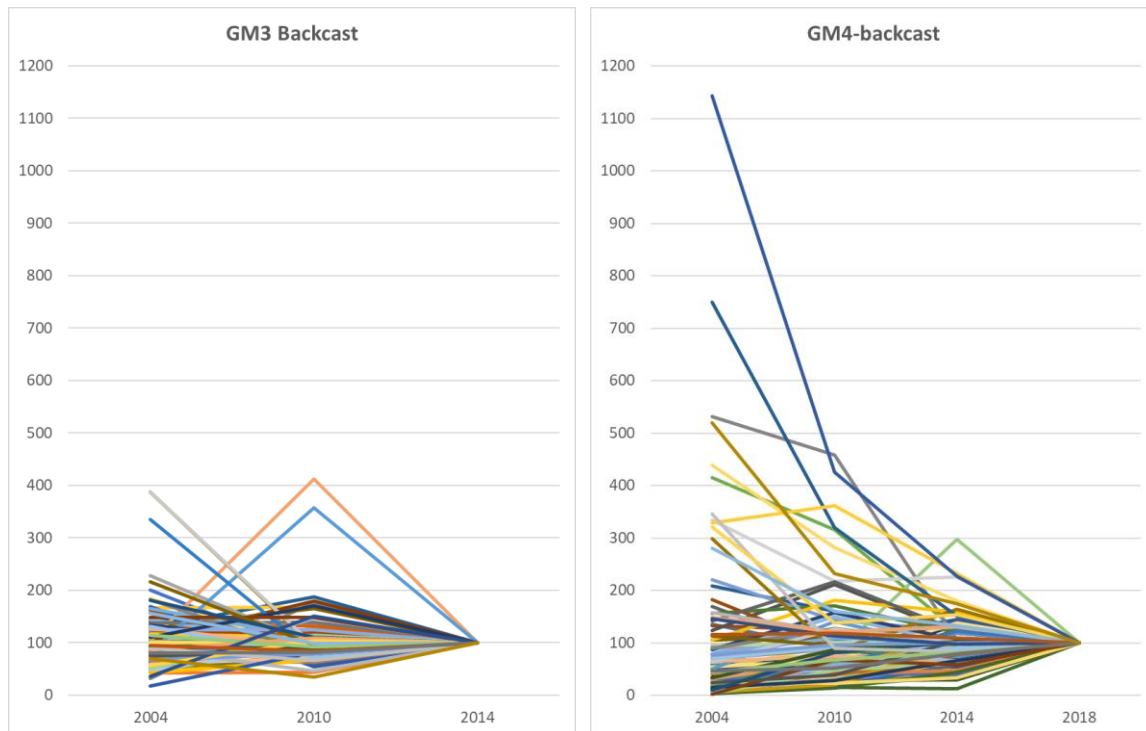
De voorbeelden uit Tabel 3 zijn geen uitzondering. De helft van de huishoudcategorieën heeft een omvang in 2004 die 33% of minder is dan in 2018, terwijl er 12 huishoudcategorieën zijn met een omvang van 800% of hoger. De ontwikkeling is dus zeer scheef.

Tabel 3 - Aantal huishoudens per huishoudcategorie volgens QUAD

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

Ook in de vorige backcast is geconstateerd dat de ontwikkeling per huishoudcategorie tussen de backcastjaren niet geleidelijk verloopt. Figuur 11 (links) toont deze ontwikkeling voor de 100 grootste huishoudcategorieën (als index met 2018 = 100). Deze index voor 2004 (i.e. 10 jaar eerder dan het basisjaar) varieert tussen 17 en 388 in 2004. Het rechterdeel van de figuur toont hetzelfde voor de GM4-backcast. De index voor 2004 (i.e. 14 jaar eerder dan het basisjaar) varieert tussen 1 en 1143.

<sup>8</sup> Een volledig overzicht van de ontwikkeling van de aantallen huishoudens voor alle huishoudcategorieën is te vinden in Appendix C.



Figuur 11 - Ontwikkeling van het aantal huishoudens per huishoudcategorie voor de 100 grootste huishoudcategorieën als index (links: 2014=100, rechts: 2018 = 100) in de GM3-backcast (links) en de GM4-backcast (rechts).

Wat is hier 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:

- Dit gebeurt niet alleen bij categorieën die (mede) op basis van opleidingsniveau zijn gedefinieerd, zoals blijkt uit Tabel 3 en uit de GM3-backcast. 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.
- In QUAD wordt ook geprobeerd om de uiteindelijke verdelingen over de categorieën niet teveel 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.
- 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% (zie de laatste kolom in Appendix C).

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 latere modules (zoals CARMOD, SES-TOURS en SES-MDTOD) zijn geconstateerd.

### 4.2.3 General welfare index

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

- Samenstellingseffect (ook wel: cross-sectie effect): door verschuivingen tussen de huishoudcategorieën 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. In een van de stappen binnen de QUAD-procedure wordt het intrinsiek effect (de GWI: general welfare index) bepaald. Tabel 4 toont hoe groot deze effecten zijn in de verschillende backcastjaren voor GM3 en GM4. Deze tabel toont dat tussen 2004 en 2018 de inkomens in reële termen 5,6% zijn gestegen (conform de invoer). Het samenstellingseffect is 23,0%. Daarom ontstaat een negatief 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 plausible 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). Huishoudens waar verder niets gebeurt, 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 onderstreept wederom dat deze QUAD-issue een (deel van de) verklaring kan zijn voor afwijkingen die in latere modules zijn geconstateerd.

Tabel 4 - Verandering van inkomens via samenstellings- en general welfare effect (ten opzichte van het basisjaar, i.e. 2014 voor GM3 en 2018 voor GM4)

Jaar	GM3-backcast			GM4-backcast		
	via samenstellings-effect	via general welfare effect	Totale inkomensverandering (invoer o.b.v. CBS)	via samenstellings-effect	via general welfare effect	Totale inkomensverandering (invoer o.b.v. CBS)
2004	+0,9%	-2,2%	-1,3%	-23,0%	+17,4%	-5,6%
2010	+0,1%	+2,9%	+3,0%	-17,2%	+15,6%	-1,6%
2014	0	0	0	-6,6%	+2,1%	-4,5%
2018	-	-	-	0	0	0

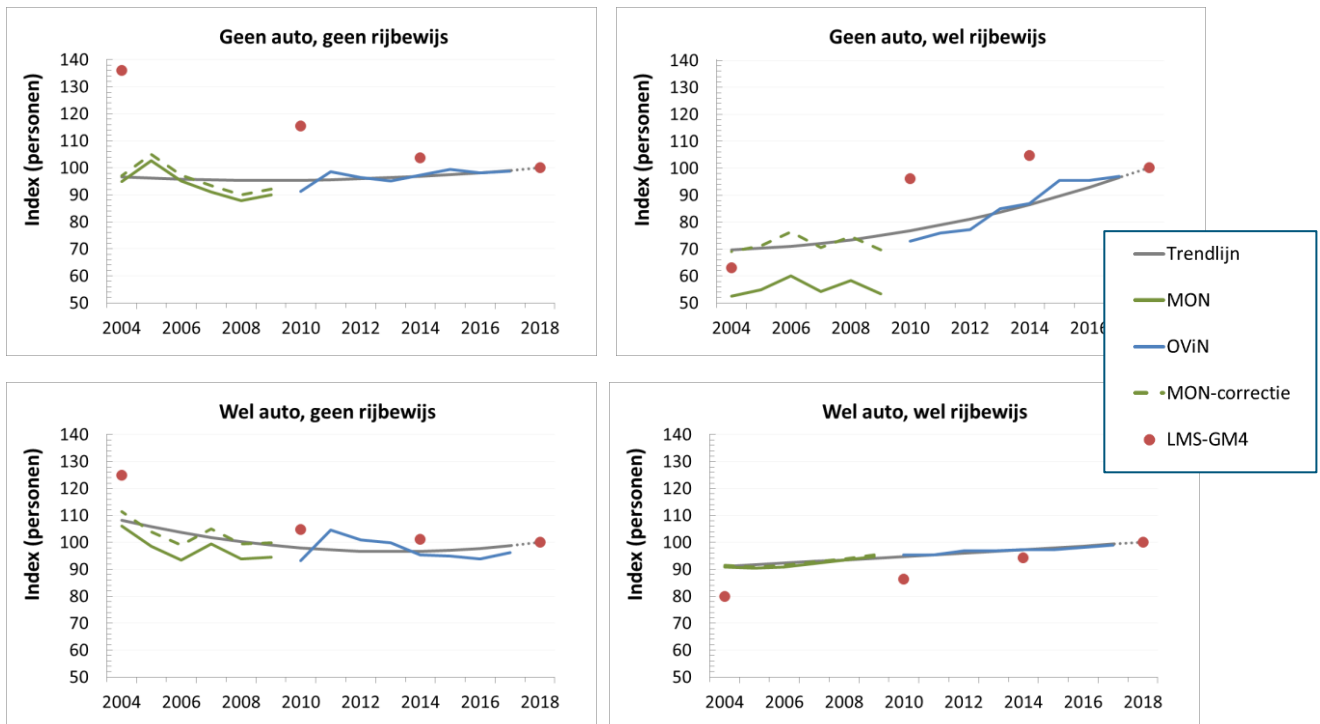
### 4.3 CARMOD

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 12). Ook zijn er verschillen in het absolute niveau, maar die zijn verklaarbaar (zie Appendix A.1.7). Het is goed denkbaar dat de oorzaak van deze afwijking ligt aan de QUAD-issue die eerder is geconstateerd, maar dit is niet verder onderzocht.

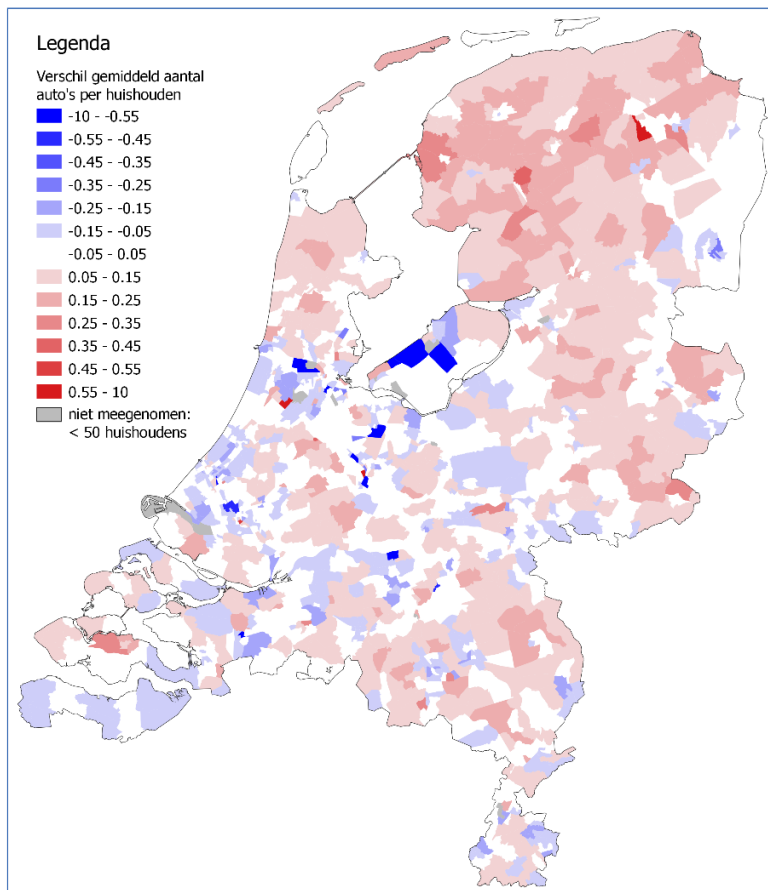
Echter, dit is niet de enige afwijking van het autobezit. In een verdiepende analyse (zie ook Appendix D) zijn de LMS-prognoses voor het autobezit vergeleken met die van een GM4-run waarbij CARMOD in de basisjaar-stand is gedraaid. In deze stand wordt de verdeling van het totale autobezit over de zones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

Uit deze analyse is gebleken dat de ontwikkeling van het totaal aantal auto's in GM4 overeenkomt met de werkelijke ontwikkeling. Dit is echter niet verwonderlijk omdat het totale autobezit een invoerparameter is. 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. Uit deze figuur blijkt:

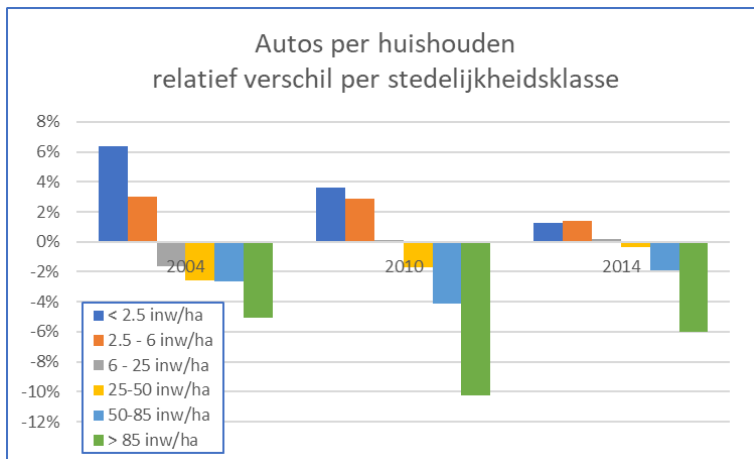
- Er is veel variatie tussen prognose en realisatie op zone-niveau (tussen -40% en +50%, typische afwijking is +/- 7%) .
- De groei van het autobezit in hoog-stedelijke gebieden wordt overschat (zie ook Figuur 14).



Figuur 12 - Ontwikkeling aantal personen per autobeschikbaarheid/rijbewijsbezitscategorie (2018=100).



Figuur 13 - Afwijking van het gemiddeld aantal auto's per huishouden voor 2004. Blauw geeft aan dat CARMOD in de prognosestand een te laag aantal auto's voor een zone berekent in vergelijking met CARMOD in de basisjaarstand, zodat dit aantal tussen 2004 en 2018 harder moet groeien om op het 2018-niveau uit te komen. Rood is andersom.



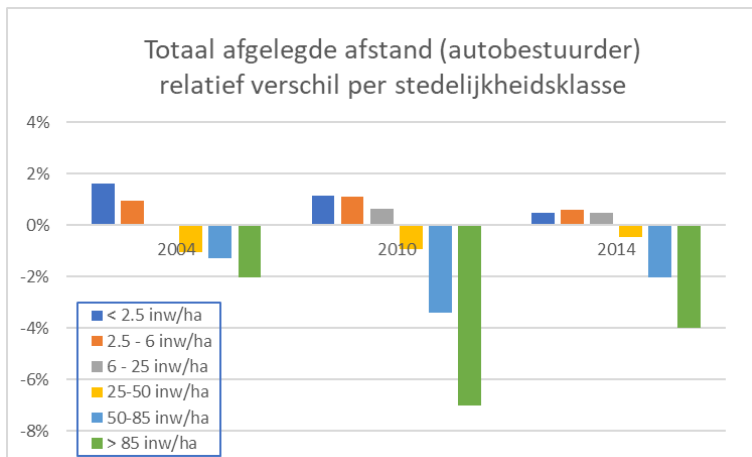
Figuur 14 – Relatieve afwijking van het gemiddeld autobezit per huishouden uitgesplitst naar stedelijkheidsklasse. Negatieve waarden geven aan dat CARMOD in de prognosestand een te laag aantal auto's berekent in vergelijking tot CARMOD in de basisjaar-stand, zodat dit aantal in de jaren tot 2018 harder moet groeien om op het 2018-niveau uit te komen.

Het is denkbaar dat de zonale verschillen die we hier zien het gevolg zijn van de aanname dat in de backcastjaren hetzelfde niveau van parkeervergunningen als in 2018 van toepassing is (zie §2.1). 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 auto-toedeling. 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 verdeleffect 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 15). 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. Deze zonale afwijking van het autobezit kan dus niet de afwijkende ontwikkeling van de congestie (zie §3.3) verklaren. 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 15 - 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.

## 4.4 SES

### 4.4.1 Aantal personen

Het aantal personen waar de SES-module mee rekent ligt ca. 1,5% hoger dan wat er uit de QUAD-module komt, zoals blijkt uit Tabel 5. Het QUAD-resultaat ligt heel dicht bij de targets van QUAD die uit de SEGs volgen. Dit is een opvallende constatering, want hoe kan het dat uit QUAD wel het juiste aantal personen komt, maar uit SES niet?

Tabel 5 - Aantal personen per module

Aantal personen	SEGs	QUAD	SES	Vershil SES t.o.v. QUAD
<b>2004</b>	16.257.925	16.251.191	16.490.501	+1.47%
<b>2010</b>	16.257.227	16.268.063	16.495.602	+1.40%
<b>2014</b>	16.900.726	16.911.702	17.146.474	+1.39%
<b>2018</b>	17.295.015	17.295.015	17.550.180	+1.48%

Zowel QUAD als SES maken gebruik van de Prototype Steekproef. Deze is in GM4 gebaseerd op het gestapelde OViN 2015-2016-2017, en in GM3 op het gestapelde MON 2007-2008-2009. Zowel het MON als het OViN bevat voor elk waargenomen huishouden een ophoogfactor. In QUAD wordt bij de berekening van gemiddelde parameterwaarden altijd rekening gehouden met deze ophoogfactor, maar in SES wordt hier geen rekening mee gehouden<sup>9,10</sup>. Dit leidt tot kleine verschillen in bijvoorbeeld het

<sup>9</sup> Voorbeeld: voor de berekening van het gemiddeld aantal kinderen in een huishoudtype neemt QUAD het gemiddelde van het aantal kinderen van alle records in de Prototype Steekproef waarbij elk record gewogen wordt met een CBS-ophoogfactor (technisch detail: deze gemiddeldes staan een invoerfile van QUAD, dus deze gewogen middeling gebeurt buiten QUAD). Vervolgens bepaalt QUAD een ophoogfactor die aangeeft hoe vaak dit huishouden voorkomt in een bepaalde zone, uitgaande van dit gewogen aantal gemiddelde kinderen per huishouden. Deze QUAD-ophoogfactor wordt in SES toegepast op alle records van dat huishoudtype. Echter, in SES tellen alle records even zwaar mee. Dus hier wordt geen rekening meer gehouden met de CBS-ophoogfactor. Daardoor rekent SES met het ongewogen gemiddelde aantal kinderen binnen een huishoudtype, terwijl QUAD met het gewogen gemiddelde aantal kinderen binnen een huishoudtype werkt.

<sup>10</sup> In CARMOD wordt er ook geen rekening mee gehouden.

gemiddeld aantal personen per huishouden. Deze verschillen kunnen verwaarloosd worden bij een voldoende grote steekproef en bij afwezigheid van bias.

Het MON is gebaseerd op een steekproef van huishoudens: elk huishouden had een even grote kans om geselecteerd te worden, ongeacht de grootte. Echter, het OViN is gebaseerd op een steekproef van personen. Dat betekent dat grotere huishoudens een grotere kans hadden om opgenomen te worden in de steekproef. Met andere woorden: grotere huishoudens zijn structureel oververtegenwoordigd in OViN. Dit wordt gecorrigeerd met de huishoud-ophoogfactor die gemiddeld kleiner is voor grotere huishoudens. Maar als deze factor niet wordt meegenomen, dan ontstaat er een bias.

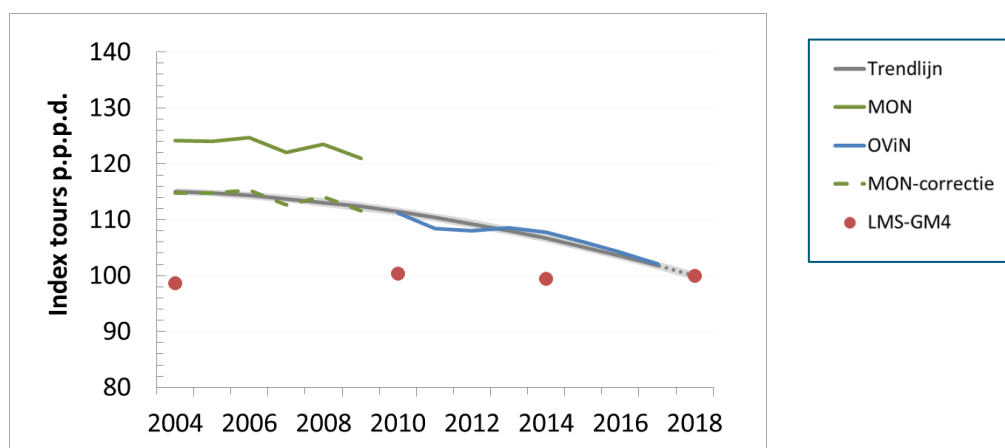
Inderdaad blijkt uit de analyse van de backcast-runs dat het gemiddeld aantal personen per huishouden in zowel het basisjaar als het zichtjaar in QUAD uitkomt op dezelfde waarden als in de SEGs staan (en deze komen overeen met de CBS-statistieken). Echter, het gemiddeld aantal personen per huishouden in SES ligt in alle runs ca. 1,4% te hoog. Omdat het aantal huishoudens hierdoor niet beïnvloed wordt, rekent SES in GM4 landelijk met 1,4% te veel personen. Uit een test is gebleken dat de gevonden afwijking volledig verklaard kan worden door het wel en niet meenemen van de huishoud-ophoogfactor in respectievelijk QUAD en SES.

Ook in GM3 zat deze inconsistentie tussen QUAD en SES/CARMOD, en ook hier leidde dat tot een kleine afwijking in het totaal aantal personen waar SES mee rekent. Hier was het verschil -0,5%: dus kleiner en omgekeerd teken. Echter, dit kon destijds niet geconstateerd worden omdat uit de toenmalige output alleen het totaal aantal personen na QUAD gehaald kon worden (en niet na SES).

Het effect van deze afwijking is niet nader onderzocht. Het vermoeden is dat het effect ervan beperkt is. Immers: de afwijking is in alle jaren constant. De diverse groeifactoren die GM4 berekent (op niveau van tours en afstanden) worden hier niet rechtstreeks door beïnvloed. Wel zullen de grotere huishoudens uit fractioneel te veel personen bestaan, hetgeen mogelijk leidt tot een onderschatting van de autobeschikbaarheid, maar dit kan nooit een heel groot effect hebben.<sup>11</sup> Wel is er een gevolg voor het totaal aantal tours en het totale afgelegde aantal kilometers dat SES berekent, maar omdat het GM4 een pivot op de basismatrix uitvoert, heeft dat geen gevolgen voor de uiteindelijke OD-matrices, of voor de (teruggekoppelde) auto-reistijden.

#### 4.4.2 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 16.

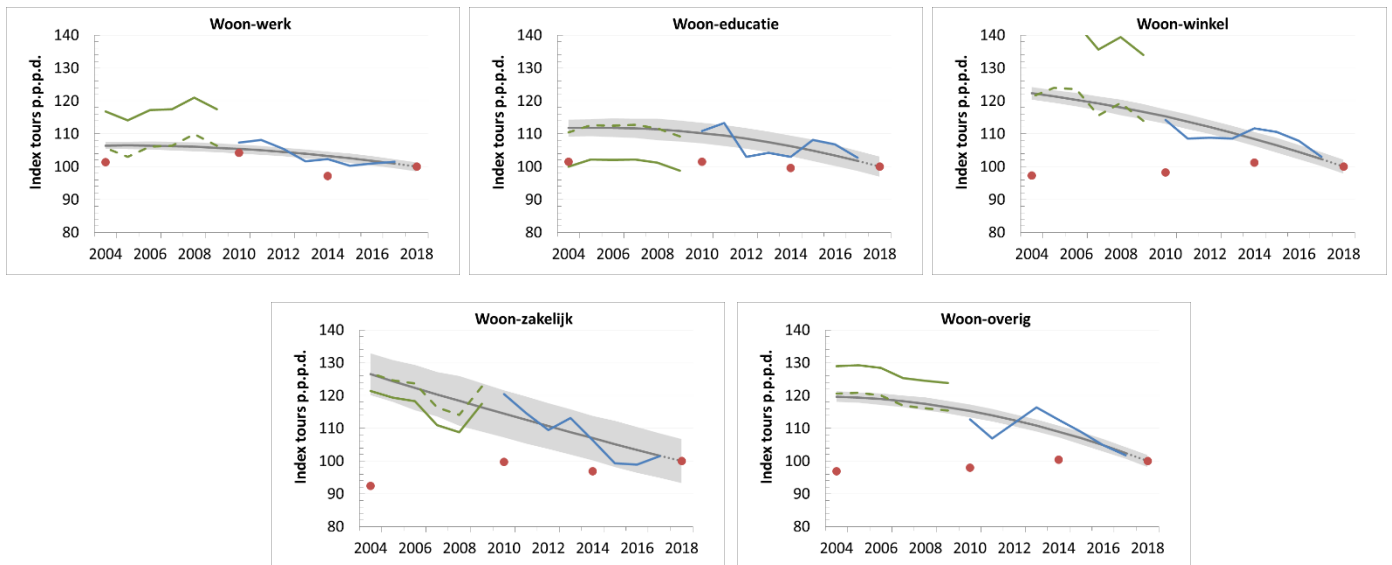


Figuur 16 - Ontwikkeling gemiddeld aantal tours per persoon per dag (2018 = 100)

<sup>11</sup> De afwijking is overigens niet constant over bv. de leeftijdsklassen (18-34 is bijna 3%, terwijl voor 75+ de afwijking omgekeerd is). Dit werkt mogelijk ook door in de vraagmodellen waar deze (en andere) persoonskenmerken worden meegenomen.

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 17). 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.

Uit nader onderzoek (zie Appendix A.2) blijkt dat de daling in MON/OViN in absolute zin vooral bij de motieven woon-winkel en woon-overig optreedt, en in beperktere mate bij woon-werk. Dit verschil in ontwikkeling is ook bij de vorige backcast gezien.



Figuur 17 - Ontwikkeling gemiddeld aantal tours per persoon per dag, uitgesplitst per motief (2018 = 100)

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 (§4.3). 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 (zie §4.2.2) en in het bijzonder hoe dit doorwerkt op de inkomens (zie §4.2.3) kunnen een rol hierbij spelen.

#### 4.4.3 SES-MDTOD

In de MDTOD-module worden meerdere keuzes gemodelleerd waarbij inbegrepen de vervoerwijze (M=mode) en bestemming (D=destination). In de analyse gebruiken we hiervoor twee indicatoren: het marktaandeel per vervoerwijze en de gemiddelde lengte per tour. Deze afstand hangt immers nauw samen met de bestemmingskeuze. Deze beide indicatoren kunnen (uitgesplitst per motief) teruggevonden worden in respectievelijk Appendix A.3 en A.4. Enkele bevindingen hiervan komen terug

in de volgende subparagrafen waarin we het resultaat van de hele SES-module per vervoerwijze beschrijven.

Er zijn duidelijke verschillen in de gemiddelde afstand per tour en de modal split tussen SES en MON/OViN in het basisjaar (2018). Dit is opvallend omdat de gedragsfuncties wel op 2018-data zijn geschat en in het GM4-ontwikkelingstraject controles hebben plaatsgevonden op dit punt en de resulterende verschillen als acceptabel zijn beschouwd. Het vermoeden is dan ook dat verschillen in definities een rol spelen (denk hierbij bijvoorbeeld aan de wijze waarop voor/na-transport worden meegeteld in de berekeningen van deze vervoerwijzefracties / afstanden etc.). Om die reden is dit niet verder uitgezocht.

#### 4.4.4 Autobestuurder

Figuur 1 in §3.1.1 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. In deze paragraaf wordt hier dieper op ingegaan en bekeken of deze prognoses ook op een meer gedetailleerd niveau overeenkomen. Hiervoor gebruiken we de volgende formule:

$$\begin{aligned}
 \text{GroeiFac}_{\text{Totale\_Afgelegde\_Afstand}}(\text{vervoerwijze}) &= \text{GroeiFac}_{\text{Aantal\_Personen}} \\
 &\times \text{GroeiFac}_{\text{Aantal\_tours\_per\_persoon}} \\
 &\times \text{GroeiFac}_{\text{Marktaandeel}}(\text{vervoerwijze}) \\
 &\times \text{GroeiFac}_{\text{Afstand\_per\_tour}}(\text{vervoerwijze})
 \end{aligned}$$

Waarbij *GroeiFac* altijd de relatieve groei aangeeft.<sup>12</sup> Deze groeifactoren kunnen worden afgeleid uit de gedetailleerde output van SES. De ontwikkeling van de totale afgelegde afstand staat ook beschreven in Appendix A.5, en de ontwikkeling van het aantal personen, het aantal tours per persoon, het marktaandeel en de afstand per tour staan in respectievelijk Appendix A.1, A.2, A.3 en A.4.

Tabel 6 toont deze groeifactoren voor de vervoerwijze autobestuurder. Het gaat altijd om de verhouding in het backcastjaar ten opzichte van basisjaar 2018. Een factor 92 wil zeggen dat een parameter in 2004 0,92 x zo groot was als in 2018, oftewel dat deze parameter over de hele periode 8 indexpunten is toegenomen.<sup>13</sup> Uit de laatste kolom kan afgeleid worden dat de totale afstand afgelegd als autobestuurder tussen 2004 en 2018 met 8 indexpunten is toegenomen. Dit is consistent met de groei van 6 indexpunten van de MON/OViN-trend (rekening houdend met de onzekerheid van 2 indexpunten). Maar als naar de componenten wordt gekeken, is duidelijk dat GM4 de gemiste daling in het aantal tours per persoon (zie ook Figuur 16)<sup>14</sup> compenseert door gemiste stijging in de afstand per tour (zie ook Appendix A.4, figuur linksboven). Voor de totaal afgelegde afstand komt dit goed uit, maar in de onderliggende SES-modellen zit wel een afwijking.

<sup>12</sup> Dit geldt dus ook voor het marktaandeel. Stel dat het marktaandeel in het referentiejaar 40% is, en in het zichtjaar 44%, dan is de groeifactor 1,1.

<sup>13</sup> De waardes kunnen dus ook geïnterpreteerd worden als de relatieve waarde van de parameter in 2004 (met 2018 = 100).

<sup>14</sup> Merk op dat deze gemiste daling onafhankelijk van de vervoerwijze is, dus in alle volgende paragrafen ook terugkomt.

Tabel 6 - Decompositie van de groei van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze autobestuurder over de periode 2004 -2018. Waardes kunnen ook geïnterpreteerd worden als relatieve omvang in 2004 (2018=100).

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

#### 4.4.5 Autopassagier

In Figuur 5 is te zien dat de MON/OViN-trendlijn een daling van  $57 \pm 8$  indexpunten laat zien voor de afgelegde afstand als autopassagier over de periode 2004 – 2018. In deze figuur is ook te zien dat GM4 juist een stijging laat zien voor deze totale afstand. Tabel 7 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 (zie wederom Figuur 16).

Tabel 7 - Decompositie van de groei van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze autopassagier over de periode 2004 -2018. Waardes kunnen ook geïnterpreteerd worden als relatieve omvang in 2004 (2018=100).

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

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.

#### 4.4.6 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 (i.e. een groei van 24 en  $29 \pm 3$  indexpunten). Uit Tabel 8 blijkt dat de door GM4 gemiste daling in het aantal tours per persoon (die al besproken is in §4.4.2) precies gecompenseerd is door een niet volledig opgepikte groei van het marktaandeel van de trein (11 indexpunten in plaats van 29 indexpunten).



Tabel 8 - Decompositie van de groei van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze trein over de periode 2004 -2018. Waardes kunnen ook geïnterpreteerd worden als relatieve omvang in 2004 (2018=100).

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

#### 4.4.7 Bus, tram en metro

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 4. Uit Tabel 9 blijkt dat de modellering van de ontwikkeling van het marktaandeel BTM goed gaat, maar dat MON/OViN bovenop de daling van het aantal tours per persoon ook een daling ziet van de gemiddelde afstand per BTM-tour die GM4 niet meeneemt.

Tabel 9 - Decompositie van de groei van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze bus, tram en metro over de periode 2004 -2018. Waardes kunnen ook geïnterpreteerd worden als relatieve omvang in 2004 (2018=100).

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

#### 4.4.8 Fietsen

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 (groei is respectievelijk 12 en  $22 \pm 4$  indexpunten). Uit Tabel 10 blijkt dat vooral de groei van de afstand per tour door GM4 wordt gemist (20 indexpunten in MON/OViN, 1 indexpunt in GM4), maar ook dat een toename van 8 indexpunten in het marktaandeel van de fiets wordt gemist.<sup>15</sup> Uit een nadere uitsplitsing naar motief blijkt dat de grootste afwijking voor de gemiddelde afstand/tour zit in de motieven woon-werk en woon-zakelijk, en in iets mindere mate bij woon-winkel (zie appendix A.4).

Tabel 10 - Decompositie van de groei van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze fiets over de periode 2004 -2018. Waardes kunnen ook geïnterpreteerd worden als relatieve omvang in 2004 (2018=100).

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

<sup>15</sup> Hier wordt bedoeld dat het marktaandeel fiets een factor 1,08 groter is geworden, en dus niet dit marktaandeel 8 procentpunten is gestegen.

#### 4.4.9 Lopen

De ontwikkeling van de MON/OViN-trendlijn is erg onzeker, zoals gebleken is uit de discussie in §3.1.6. Voor de volledigheid wordt ook voor deze vervoerwijze de opbouw van de groei in componenten getoond (Tabel 11) maar het is niet mogelijk om hier conclusies uit te trekken.

Tabel 11 – Decompositie van de groei van de totale afgelegde afstand voor de vervoerwijze lopen over de periode 2004 -2018. Waardes kunnen ook geïnterpreteerd worden als relatieve omvang in 2004 (2018=100).

Groefactor (2004 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
GM4	91	99	101	101	92
MON/OViN-trend	93	115	112	94	113
Verskil (GM4 – MON/OViN)	-1	-16	-12	6	-22

#### 4.5 Middellangetermijnprognose

Het LMS is voor de zichtjaren 2010 en 2014 ook gedraaid in de middellangetermijnprognosestand voor de motieven woon-werk en woon-educatie. Dat betekent dat voor die motieven de bestemmingskeuze is vastgezet (i.e gelijk aan het basisjaar) en alleen de vervoerwijzekeuze is uitgevoerd. Het idee is dat de bestemmingskeuze zich minder snel aanpast aan veranderingen doordat bijv. de woon-, werk- en schoollocatie voor langere periode vastligt. Dat zou betekenen dat de prognoses voor deze jaren met deze LMS-runs beter overeen zouden moeten komen met de waargenomen ontwikkeling dan de standaard LMS-runs.

Om dit te analyseren is gekeken naar motief woon-werk voor de periode 2014-2018. Dit wordt getoond in dezelfde soort tabel als in de vorige paragrafen (Tabel 12). De getalswaarde geeft aan wat het verschil is van de groefactor van de middellangetermijn (MLT) prognoserun ten opzichte van de standaardrun. De kleur geeft aan of deze verandering de prognose dichter (groen) of verder van de MON/OViN-trendlijn brengt. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden.

- De MLT-prognose is qua aantal personen en tours per persoon niet anders dan de standaardprognose. Dit ligt voor de hand, aangezien er alleen iets bij de vervoerwijzekeuze verandert.
- Er zijn kleine veranderingen voor het aandeel per vervoerwijze. Alleen bij BTM is deze fractioneel groter, en gaat deze verandering in de richting van MON/OViN.
- Er zijn ook veranderingen in de gemiddelde afstand per tour. Weliswaar blijft de bestemmingskeuze hetzelfde, maar door verschuivingen tussen de vervoerwijzen, verandert er wel iets in de gemiddelde afstand voor deze vervoerwijzen. Deze veranderingen zijn groter dan bij de verandering van de marktaandelen, maar deze gaan niet altijd in de richting van de MON/OViN-ontwikkeling.
- Het effect op de totale afstand is tussen de 0 en 1,5 indexpunt. Afgezien van trein gaat dit altijd in de richting van de MON/OViN-ontwikkeling.

Het effect van de middellangetermijnprognosestand is net zo vaak positief als negatief, en daarom kan hieruit niet geconcludeerd worden dat deze prognose beter overeenkomt met de MON/OViN-ontwikkeling dan de standaardprognose.

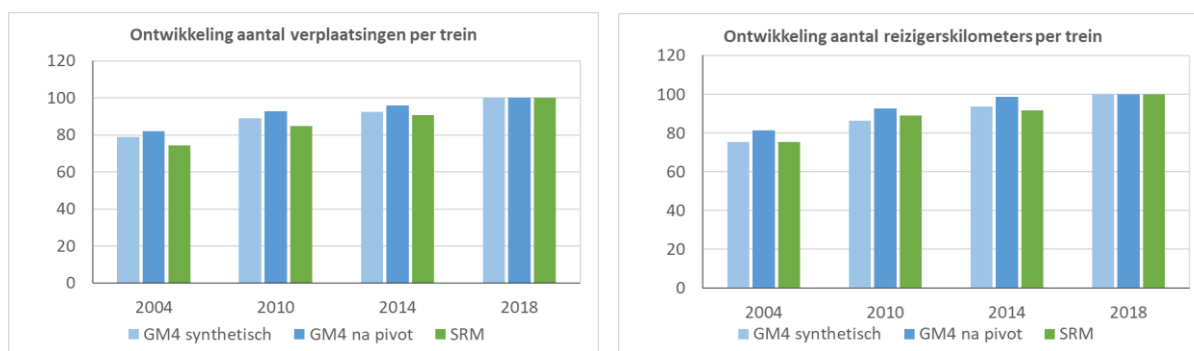
Tabel 12 – Effect van de middellangetermijnprognose ten opzichte van de standaardprognose. De kleur geeft aan of deze verandering de prognose dichter (groen) of verder van de MON/OViN-trendlijn brengt.

Effect MLT op groefactor (2014 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
Autobestuurder	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9

Effect MLT op groefactor (2014 t.o.v. 2018, x 100)	Aantal personen	Tours per persoon	Aandeel per vervoerwijze	Afstand per tour	Totale afstand
Autopassagier	0.0	0.0	-0.1	0.4	0.3
Trein	0.0	0.0	0.1	1.1	1.2
BTM	0.0	0.0	0.6	1.0	1.5
Fiets	0.0	0.0	-0.2	0.1	0.0
Lopen	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.1

## 4.6 Stations-PIVOT

In §3.1.3 is vastgesteld dat de groei voor de vervoerwijze trein na pivot minder goed overeenkomt met de geobserveerde groei dan voor pivot. Ook in Figuur 18 is te zien dat de synthetische ontwikkeling van totaal aantal treinreizigers, en de gereisde afstand per trein redelijk goed consistent met de waargenomen ontwikkeling op grond van de stationsrelatiematrix (SRM) van ProRail, en dat de GM4-ontwikkeling na pivot minder goed overeenkomt.



Figuur 18 - 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 groefactor 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<sup>16</sup>). Wanneer reizigersstromen van verschillende herkomstbestemmingsparen met verschillende pivot-ophoogfactoren worden gecombineerd, dan kan op het geaggregeerde niveau wel degelijk de groei veranderen. Dat is dus dan niet noodzakelijkerwijs een aanwijzing dat er iets mis gaat in de pivot. Dit wordt geïllustreerd in Tabel 13. Stel er zijn twee stromen:

- In de Randstad groeit de omvang van de stroom synthetisch van 48 naar 60 tussen 2004 en 2018. Dit is een groei van 20% (ten opzichte van 2018<sup>17</sup>). Echter, de omvang van deze stroom wordt in 2018 onderschat: volgens de SRM moet deze stroom een omvang van 80 hebben. Dit wordt in de pivot gecorrigeerd. De groei van 20% blijft behouden, zodat deze stroom in 2004 een omvang van 64 krijgt.

<sup>16</sup> Dit is in generieke zin juist, maar bij de stationspivot werkt dit iets complexer.

<sup>17</sup> Aangezien 2018 het basisjaar is en 2004 het zichtjaar in deze backcast, is het technisch gesproken een daling van 20%.

- Buiten de Randstad groeit de omvang van de stroom van 36 naar 40 (+10%). Echter, volgens de SRM wordt deze stroom overschat en moet hij in de pivot gecorrigeerd worden naar 20 in 2018.
- De omvang van beide stromen samen is in het synthetische model in 2018 (voor pivot) 100 en er is een groei tussen 2004 en 2018 van 16%. Na de pivot blijft de omvang van de totale stroom gelijk, maar is de groei toegenomen naar 18%. Het groeicijfer is dus door de pivot veranderd omdat de beide stromen een andere groei kennen, en een andere correctiefactor in de pivot hebben: hun relatieve grootte ten opzichte van elkaar verandert als gevolg van de pivot en daarmee ook de groei.

Tabel 13 - Voorbeeld combinatie van twee reizigersstromen met verschillende pivot-factoren

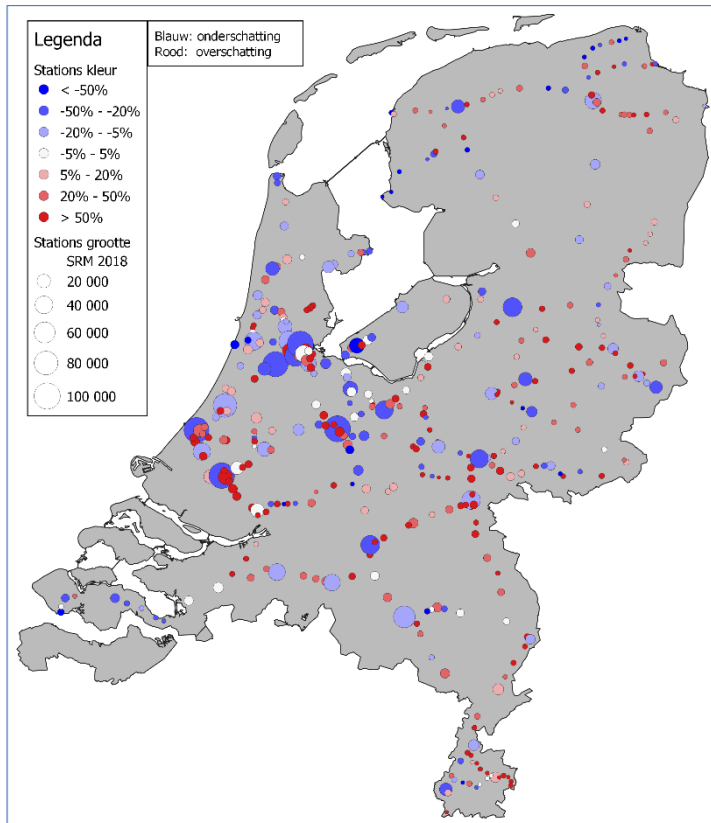
Stroom	2004 GM4 synthetisch	2018 GM4 synthetisch	Groei synthetisch (2004 t.o.v. 2018)	2018 SRM = 2018 GM4 na pivot	2004 GM4	na pivot
Randstad	48	60	-20%	80	80	$80 \times (1 - 0.20) = 64$
Buiten Randstad	36	40	-10%	20	20	$20 \times (1 - 0.10) = 18$
<b>Totaal</b>	<b>84</b>	<b>100</b>	<b>-16%</b>	<b>100</b>	<b>82</b>	<b>-18%</b>

Daarom vormt Figuur 18 geen aanwijzing dat er iets mis gaat in de PIVOT-procedure. Wel zijn er binnen deze procedure uitzonderingsregels om te voorkomen dat kleine stromen enorm opgeblazen worden. Deze kunnen ook een dempend effect hebben op de totale groei. De logfile van de gebruikte procedure geeft echter geen informatie over hoe vaak deze uitzonderingssituaties optreden.

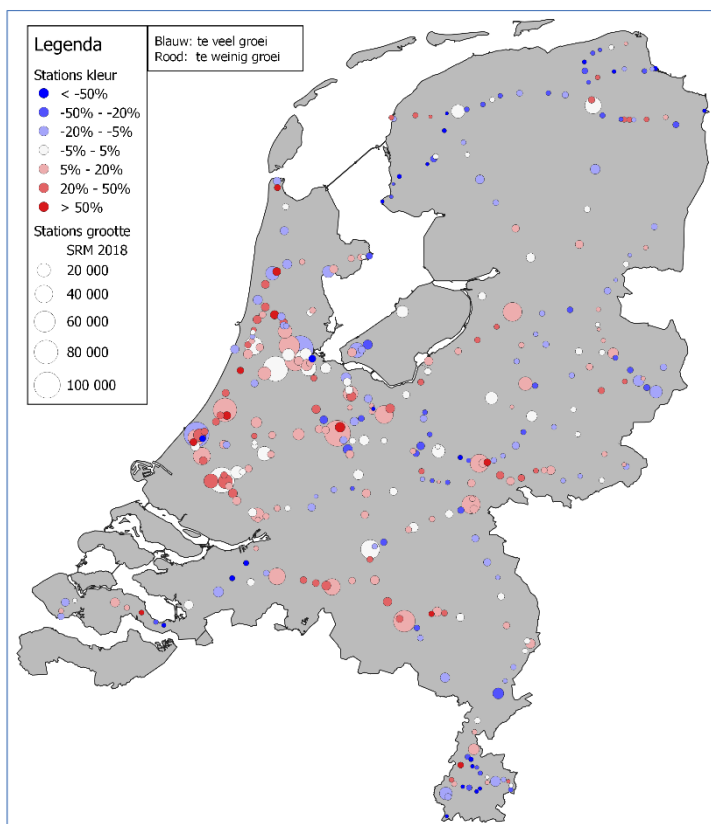
Wel is het verschil tussen de groei voor en na pivot in Figuur 18 een aanwijzing dat de omvang van de synthetische stromen in het basisjaar niet overeenkomen met de SRM. Dit is al langer bekend<sup>18</sup>: bij de ontwikkeling van GM4 is geconstateerd dat het synthetische aantal in-/uitstappers op grote stations in het basisjaar wordt onderschat, terwijl dit aantal op kleine stations wordt overschat. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 19, waar het verschil tussen grote en kleine stations duidelijk zichtbaar is. Door uitgebreid specificatieonderzoek op cross-sectie data is de afwijking tussen het synthetische aantal reizigers per station en de SRM wel 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 20. Dit is duidelijk een ander patroon dan de vorige figuur. 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.

<sup>18</sup> Dit is ook de reden waarom er gebruik gemaakt wordt van een pivot-procedure.ge



Figuur 19 - Relatieve afwijking van het synthetische aantal in/uitstappers per station in basisjaar 2018 in GM4 ten opzichte van de SRM



Figuur 20 - Relatieve afwijking van de groei van het aantal in/uitstappers per station over de periode 2004 - 2018 in GM4 ten opzichte van de SRM

# 5. Conclusie en aanbevelingen

## 5.1 Conclusie

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.

Op module-niveau is geconstateerd:

- QUAD trekt de ontwikkeling van de huishoudtype-weegfactoren op een niet-plausibele manier scheef. Dit leidt ook tot grote inkomensveranderingen die op een niet-plausibele manier moeten worden gecompenseerd.
- CARMOD overschat de groei van het autobezit in hoog-stedelijke gebieden met 5 tot 10%. Voor de landelijke prognose van de mobiliteit maakt dat nauwelijks uit, maar regionaal leidt dat wel tot een overschatting van het autoverkeer in deze gebieden met 2 tot 7%.
- SES reproduceert de waargenomen daling van het gemiddeld aantal tours per persoon per dag wordt niet goed. Dit speelt vooral bij de motieven woon-winkel en woon-overig. Voor diverse vervoerwijzen is de prognose van de totale afstand zich wel conform de andere databronnen, omdat de afwijking in de ontwikkeling van het aantal tours per persoon gecompenseerd wordt door hetzij een afwijking in de ontwikkeling van het marktaandeel van de vervoerwijze, of in de ontwikkeling van de gemiddelde afgelegde afstand per tour voor die vervoerwijze.
- De groei van het treinverkeer na de pivot komt minder goed overeen met de geobserveerde groei dan ervoor. Er is geen aanwijzing gevonden dat er iets mis gaat in de PIVOT-procedure. Wel is het verschil tussen de groei voor en na pivot een aanwijzing dat de omvang van de synthetische stromen treinreizigers in het basisjaar niet goed overeenkomen met de waargenomen stromen. Dit is al langer bekend : bij de ontwikkeling van GM4 is geconstateerd dat het gemodelleerde aantal in-/uitstappers op grote stations in het basisjaar wordt onderschat, terwijl dit aantal op kleine stations wordt overschat.

## 5.2 Aanbeveling voor nader onderzoek

Het verdient aanbeveling om de impact van het scheeftrekken van de weegfactoren te onderzoeken om vast te stellen hoe erg deze issue is. Daarbij moet speciaal gelet worden op:

- De impact die de toevoeging van opleidingsniveautargets in GM4 heeft gehad op deze issue

- Het effect op de andere issues die in dit project zijn geconstateerd, in het bijzonder op de ontwikkeling van het aantal tours, de ontwikkeling van de marktaandeelen per vervoerwijze, de ontwikkeling van gemiddelde tourafstand per vervoerwijze, het gebruik van het HWN, de congestie op het HWN en het tekort aan aantal in-/uitstappers op grote stations.

Er zijn nog twee relevante verwonderpunten (zie Appendix B) die we in dit project niet diepgaand hebben kunnen onderzoeken

- Verschil in ontwikkeling aantal tours p.p.p.d. per motief (zie §4.4.2)
- Verschil in ontwikkeling afstand- / vervoerwijzekeuze (2004 – 2018) (zie §4.4.4 - §4.4.9)

Dit zijn belangrijke verwonderpunten die de kern van het GM raken. Het zou goed zijn die op een later moment alsnog dieper te analyseren. Daarnaast is het raadzaam om daarbij ook te kijken naar het effect van deze verwonderpunten op de gevonden afwijkingen in de toedeling (gebruik HWN, congestie).

### 5.3 Aanbeveling voor ontwikkeling

Op basis van de bevindingen in dit onderzoek, doen de onderzoekers de volgende aanbevelingen voor de verdere optimalisatie van het LMS. Hierbij worden twee prioriteitsklassen onderscheiden: need-to-have en nice-to-have. De volgorde van de aanbevelingen binnen deze klassen heeft geen verdere betekenis.

#### *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. Leg meer nadruk op de eis dat verdeling over huishoudtypes niet te veel afwijkt van deze apriori-verdeling. Hierdoor wordt er voor gezorgd dat de uiteindelijke omvang van de huishoudtypes op zonaal niveau relatief niet teveel kan afwijken van omvang in het basisjaar.
  - 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 nog best 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 basisjaar een apriori-verdeling per zone (afgeleid uit CBS-microdata)
    - Maar: door bijv. vergrijzing en trend naar meer hoger-opgeleiden kan de eis dat de prognose-verdeling over huishoudtypes niet te veel afwijkt van de apriori-verdeling, niet te hard zijn
    - Wel kan er geëist worden dat de mate waarin afgeweken wordt van de apriori-verdeling afhangt van het aantal jaar dat de prognose vooruit (of terug) kijkt.
    - Echter, QUAD kan nooit garanderen dat alle verschuivingen consistent zijn (tussen huishoudtypes, tussen zones en tussen zichtjaren)
  - Verrijk QUAD met een huishoudsimulator.
    - Een huishoudsimulator gaat uit van (een steekproef van) huishoudens in het basisjaar. Op basis van kansen op verandering wordt jaar-op-jaar de samenstelling van de individuele huishoudens gesimuleerd. Deze overgangskansen kunnen bepaald worden aan de hand van historische microdata bij het CBS. Zo wordt op een realistische en consistente manier de samenstelling van toekomstige huishoudens gemodelleerd.

- Deze simulator kan gebruikt worden voor een plausibele verschuiving van de apriori-verdeling waarmee veel meer consistentie wordt gegarandeerd.
- Op deze manier kun je gebruik maken van de nieuwste innovaties op dit punt, zonder dat je direct de hele QUAD-aanpak hoeft te veranderen (bedenk dat QUAD een oude techniek is die tegen zijn grenzen aanloopt: er is nauwelijks meer ruimte om nieuwe targets toe te voegen)
- Begin volgend jaar komen eerste ervaringen met de huishoudsimulator van het nieuwe landelijke autoparkmodel (SPARK) beschikbaar die kunnen helpen bij deze afweging. De SPARK-huishoudsimulator is ruimtelijk niet zo gedetailleerd als voor een QUAD-huishoudsimulator nodig is, en heeft iets minder variabelen, maar kan zeker een goede basis vormen en zou gemakkelijk uitbreidbaar zijn.
- 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.
  - Dit wordt mogelijk veroorzaakt door langetermijntrends in de mobiliteitskeuzes van mensen. Zo is het denkbaar dat winkelactiviteiten tegenwoordig vaker als nevenactiviteit bij andere tours worden 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).
  - Schatting op longitudinale data kan uitsluitel geven of dit ligt aan veranderingen van de nutscoëfficiënten of aan het niet goed kunnen bepalen van gevoeligheden (zoals bijv. inkomen) op cross-sectionele data alleen. Bij longitudinale data kan gedacht worden aan paneldata (bijv. het MPN), maar ook aan herhaalde cross-sectiedata (MON/OViN/ODiN) die dan als pseudo-paneldata worden geïnterpreteerd.
  - Als er sprake is van veranderende nutscoëfficiënten dan kan op een later moment besloten worden hoe daar mee omgegaan wordt bij de implementatie: wordt deze alsnog constant verondersteld (zoals nu ook impliciet gedaan wordt), wordt de trend doorgetrokken, of moeten hiervoor scenario's ontwikkeld worden. Bij deze beslissing kan dan worden meegenomen of er voor de gevonden trend een plausibele verklaring gevonden kan worden (van factoren die niet in het model zijn meegenomen). Maar ook als de coëfficiënten constant worden verondersteld, heeft het betrekken van longitudinale data een positieve bijdrage aan het beter schatten van de gevoeligheden.
  - Een verdiepend onderzoek naar het verschil in ontwikkeling van het aantal tours p.p.p.d. per motief (zoals aanbevolen in §5.2) kan hierbij zeer helpen

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.

### *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.<sup>19</sup>

- Gebruik de informatie over verdeling van autobezit over stedelijkheidklassen en regio's die het nieuwe model SPARK gaat leveren.
  - o 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.
  - o Dit vereist een nieuwe definitie van de bestanden die worden uitgewisseld en een aanpassing van CARMOD
  - o Uiteraard moet de kwaliteit van de geografische verdeling van SPARK eerst nog wel worden vastgesteld.
- Doe een **uitbreider 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.
  - Betera modellering 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.
  - Uitgebreid specificatieonderzoek op cross-sectie data bij de ontwikkeling van GM4 heeft al tot verbetering geleid.
  - Echter, verdere verbetering is nodig. Immers, de trein-PIVOT hoeft dan minder te corrigeren
  - Omdat de mogelijkheden van verdere specificatieverbetering o.b.v. cross-sectiedata zijn uitgeput, is het raadzaam om longitudinale data te gaan gebruiken. Hierbij kan zowel gedacht worden aan herhaalde cross-sectiedata (bijv. MON/OViN/ODiN) om de mobiliteit van/naar zones met grote stations te verbeteren, als ook tijdreeksen van in/uitstappers per station om de stationskeuze te verbeteren.
  - Onderzoek of lijn-specifieke aantrekkelijkheden kunnen worden meegenomen. Dit kunnen algemene dummy's zijn voor regionaal spoor versus kernnet (i.e. kenmerken die over lange tijd constant blijven), maar ook meer specifieke dummy's kunnen die ook een positief effect kunnen hebben op de nauwkeurigheid waarmee de andere coëfficiënten kunnen worden geschat. Ook kan gedacht worden aan variabelen die weliswaar lijnspecifiek zijn, maar wel samenhangen met observeerbare grootheden (bijv. gerelateerd aan kwaliteit), zodat er ook prognoses mee gemaakt kunnen worden.
  - Geef meer informatie over het verloop van de PIVOT-procedure in logfile.

---

<sup>19</sup> Zondag, B., Lere, E., de Jong, G. (2019) Car ownership modelling in the Ile de France region, paper presented at the European Transport Conference 2019, available via [https://aetransport.org/private/downloads/kCISCEMSUmW52f1vZX6lsnam9zs/ETC\\_2019\\_Zondag\\_Ile%20de%20France.pdf](https://aetransport.org/private/downloads/kCISCEMSUmW52f1vZX6lsnam9zs/ETC_2019_Zondag_Ile%20de%20France.pdf)

## 6. Literatuur

- CBS (2018) Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2017 – Onderzoeksbeschrijving, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/onderzoeksomschrijvingen/aanvullende-onderzoeksbeschrijvingen/onderzoeksbeschrijving-ovin-2017>
- CROW (2019) Staat van het regionale openbaar vervoer 2018, beschikbaar via <https://www.crow.nl/staat-van-het-ov/jaargangen/2018>
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2019) Mobiliteit in stedelijk Nederland, beschikbaar via <https://www.kimnet.nl/binaries/kimnet/documenten/rapporten/2019/06/04/mobiliteit-instedelijk-nederland/Mobiliteit+in+stedelijk+Nederland.pdf>
- Rijkswaterstaat (2021) Rapportage Rijkswegennet. Beschikbaar via <https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wegbeheer/onderzoek/rapportage-rijkswegennet>
- Significance (2019a) Backcast LMS, rapport voor Rijkswaterstaat WVL, eindrapport, oktober 2019. Documentnaam “Rapport backcast LMS v6.pdf”.
- Significance (2019b) Backcast LMS – Appendix D, rapport voor Rijkswaterstaat WVL, oktober 2019. Documentnaam “Appendix rapport backcast LMS v8.pdf”.
- Significance (2021a) Documentatie van GM4 – Deel D4-1 – QUAD, 26 mei 2021
- Significance (2021b) Toelichting MON/OViN-databestanden backcast, memo 21018-M01 versie v2. Documentnaam “M01 - Toelichting MON-OViN-databestanden backcast v2.pdf”

**significance**  
quantitative research

**Backcast LMS**

**Appendices**

# Appendix A: Vergelijking LMS en waargenomen ontwikkeling

Deze appendix presenteert het resultaat van de twaalf stappen waarin de LMS-prognoses zijn vergeleken met de waargenomen ontwikkeling op basis van andere bronnen.

De twaalf stappen zijn:

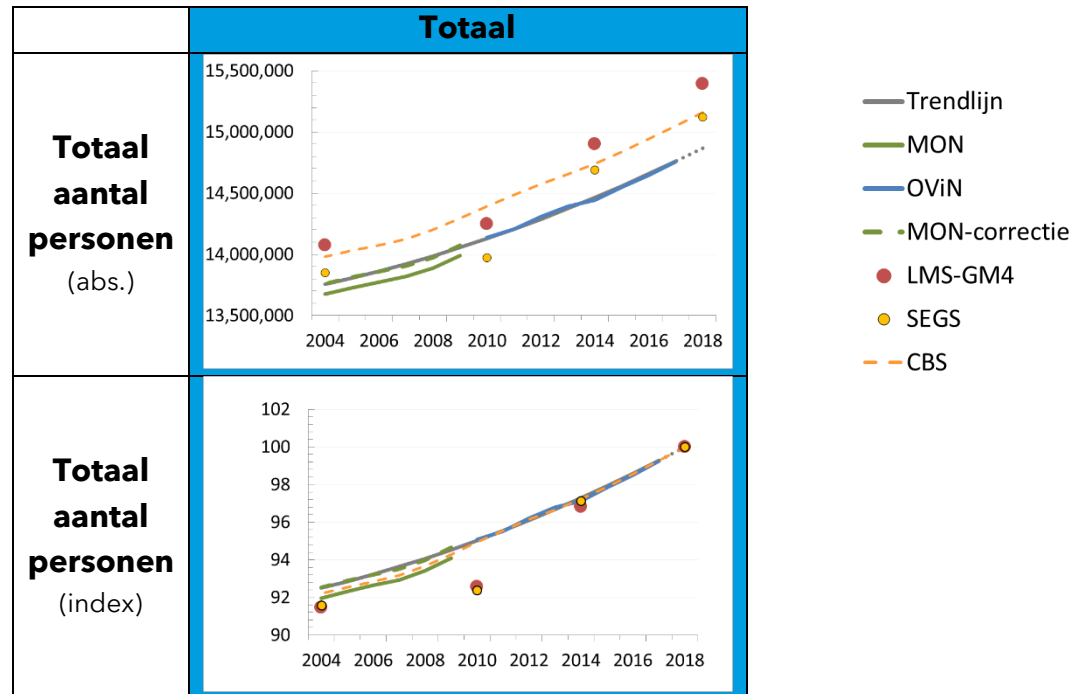
Vergelijking	
A.1	Aantal personen (totaal, en uitgesplitst in 7 dimensies)
A.2	Aantal tours per persoon per motief (totaal, en uitgesplitst in 7 dimensies)
A.3	Aandeel vervoerwijze per motief
A.4	Gemiddelde afstand per tour per vervoerwijze / motief-combinatie
A.5	Totale afstand per vervoerwijze
A.6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

## A.1.1 Ontwikkeling aantal personen - Totaal

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het totaal aantal personen, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100). De gele punten zijn op basis van de SEGS. De oranje onderbroken lijn is op basis van CBS-registerdata (verkregen via StatLine).

Geconstateerd kan worden:

- De GM4-punten liggen in de figuren met absolute aantallen altijd iets hoger dan de SEGS-punten. Uit nader onderzoek is gebleken dat dit veroorzaakt wordt omdat in SES de ophoging van de (op het OViN-gebaseerde) prototype-steekproef niet helemaal correct gebeurt.
- De SEGS-punten zijn consistent met de CBS-registerdata, met uitzondering van de SEGS van 2010 waarin de kolom van het totaal aantal personen per zone wel optelt tot het CBS-aantal, maar de kolommen van de geslachts-leeftijdsklassen per zone niet.
- MON/OViN wijkt iets af van CBS-registerdata.

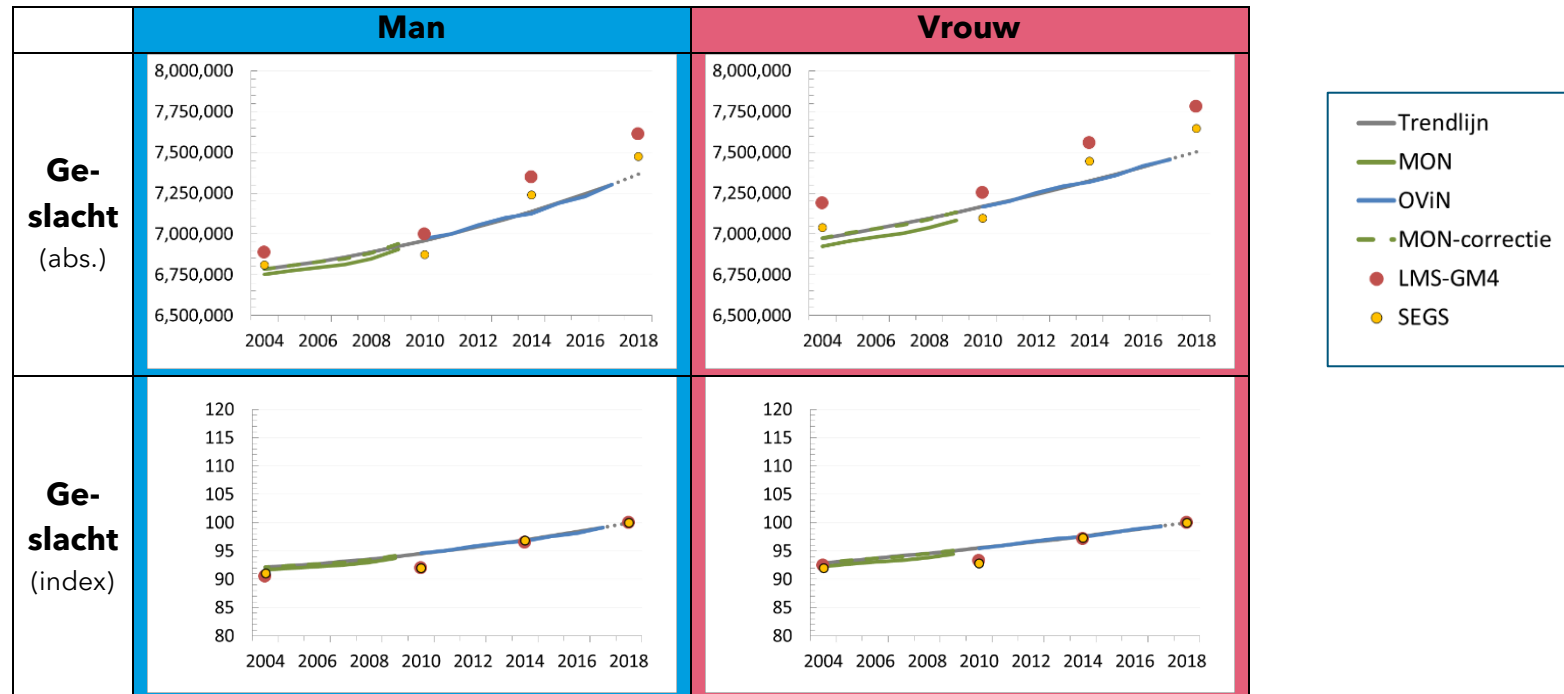


## A.1.2 Ontwikkeling aantal personen - Geslacht

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het aantal personen uitgesplitst naar geslacht, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100). De gele punten zijn op basis van de SEGS.

Geconstateerd kan worden:

- De GM4-punten liggen in de figuren met absolute aantallen altijd iets hoger dan de SEGS-punten. Dit komt door hetzelfde effect als bij de vergelijking van de ontwikkeling van het totaal aantal personen (zie A.1.1) besproken is.
- Het SEGS-datapunt voor 2010 lijkt relatief iets te laag te liggen, hetgeen ook al besproken is bij de bespreking van het totaal aantal personen (zie A.1.1).
- De MON/OViN-trend is in grote lijnen consistent met de SEGS-punten, maar wijkt soms een klein beetje af. Aangezien de SEGS gebaseerd zijn op CBS-registerdata, lijken deze kleine verschillen veroorzaakt te worden door kleine afwijkingen in de MON/OViN-ophoogfactoren.



### A.1.3 Ontwikkeling aantal personen - Leeftijd

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het aantal personen uitgesplitst naar leeftijdsklasse, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100). De gele punten zijn op basis van de SEGS.

Geconstateerd kan worden:

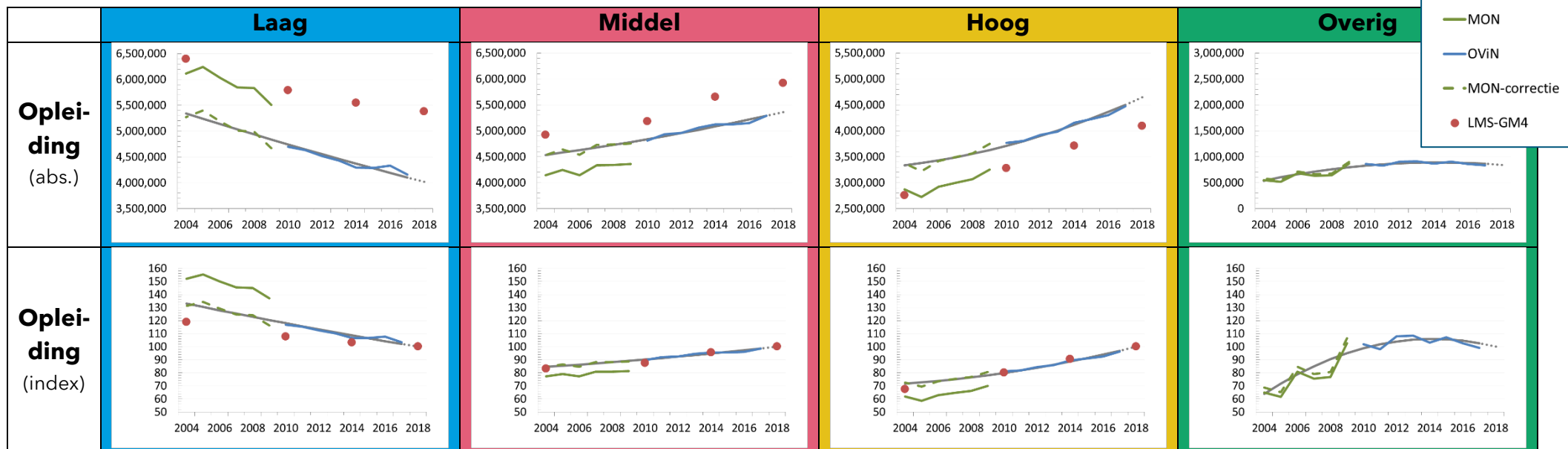
- De GM4-punten liggen in de figuren met absolute aantallen altijd iets hoger dan de SEGS-punten. Dit komt door hetzelfde effect als bij de vergelijking van de ontwikkeling van het totaal aantal personen besproken is.
- De MON/OViN-trend is in grote lijnen consistent met de SEGS-punten, maar wijkt soms een klein beetje af. Aangezien de SEGS gebaseerd zijn op CBS-registerdata, lijken deze kleine verschillen veroorzaakt te worden door kleine afwijkingen in de MON/OViN-ophoogfactoren.



## A.1.4 Ontwikkeling aantal personen - Opleidingsniveau

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het aantal personen uitgesplitst naar opleidingsniveau, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100). Het absolute niveau van de GM4-punten en van MON/OViN is verschillend, de relatieve ontwikkeling komt veel beter overeen. Redenen voor de afwijking zijn:

- In de prototype steekproef zijn niet alleen de OViN-respondenten opgenomen, maar ook de huishoudleden van de respondent
  - Voor de OViN-respondent is het opleidingsniveau het door hem/haar zelf ingevulde niveau, met missende waarden waar mogelijk opgevuld met het bij het CBS-geregistreerde opleidingsniveau
  - Voor de huishoudleden van de OViN-respondent is gebruik gemaakt van het bij het CBS-geregistreerde opleidingsniveau
  - Het CBS-opleidingsniveau kent 3 alternatieven (laag/middel/hoog), bij OViN was er nog een vierde niveau (overig).
  - Het CBS-opleidingsniveau week regelmatig af van de ingevulde gegevens (bij laag/middel/hoog). Dit kan invulruis zijn geweest of ontbrekende opleidingen in de CBS-registerdata; de definities tussen OViN- en CBS-registerdata zijn gelijk.
  - Als een OViN-respondent opleidingsniveau overig had ingevuld of er voor hem/haar geen opleidingsniveau bekend is, dan is er modelmatig op basis van andere persoonsgegevens (en indien bekend het opleidingsniveau van een andere volwassene in het huishouden) een opleidingsniveau bepaald.
  - Als voor een huishoudlid van een OViN-respondent het CBS-opleidingsniveau onbekend was, dan is modelmatig o.b.v. andere persoonsgegevens (en indien bekend het opleidingsniveau van een andere volwassene in het huishouden) een opleidingsniveau bepaald. Dit speelde vooral bij ouderen.
- Om tot een landelijk totaal te komen bij de MON/OViN-data is gebruik gemaakt van de MON en OViN persoonsweegfactoren. Bij het opstellen van de prototype steekproef zijn eerst per huishouden de opleidingsniveaus van de huisgenoten van de OViN-respondent erbij gezocht. Indien onbekend zijn deze weer modelmatig bijgeschat. Vervolgens is opgehoogd met een huishoudweegfactor.

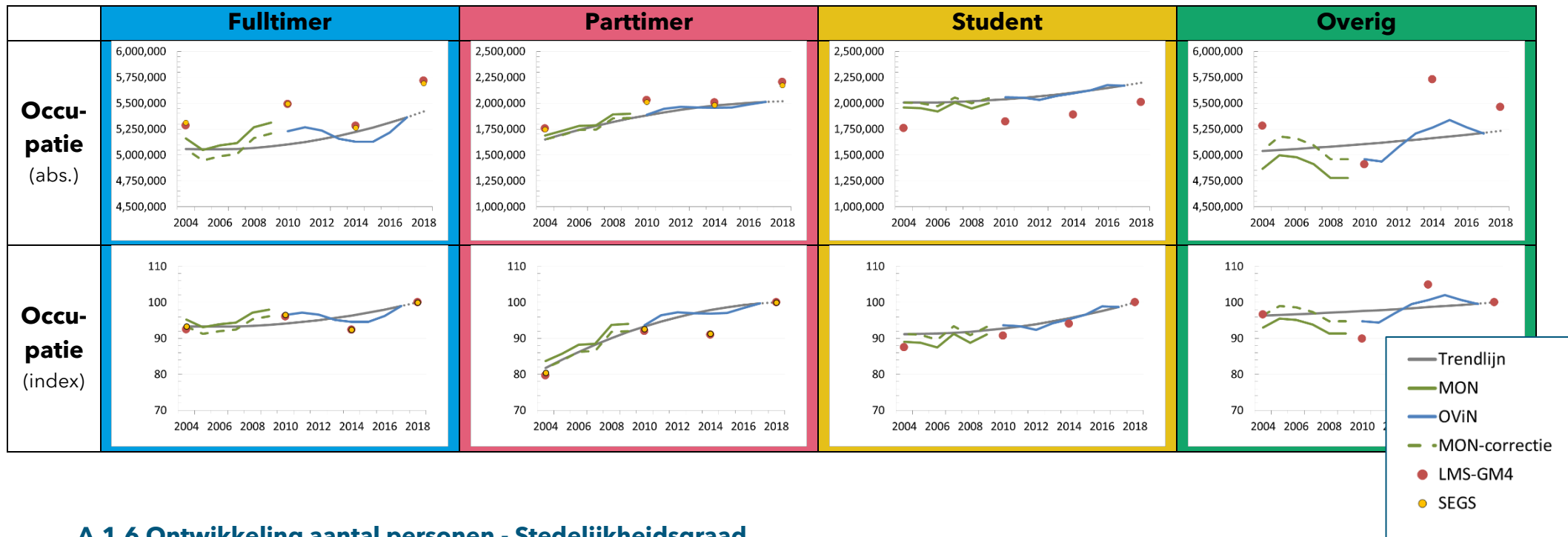




### A.1.5 Ontwikkeling aantal personen - Occupatie

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het aantal personen uitgesplitst naar occupatie, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100). Geconstateerd kan worden:

- De ontwikkeling per categorie in GM4 is consistent met de MON en OViN-lijnen. De tweede-orde MON/OViN-trendlijn lijkt niet alle variatie die in MON en OViN zit goed op te pakken, dus logischerwijs is een wat grotere afwijking tussen GM4 en deze trendlijn.
- Er zijn wel verschillen tussen de absolute niveaus, maar aangezien GM4 consistent is met de SEGs die op CBS-registerdata is gebaseerd, is dit waarschijnlijk een afwijking van MON/OViN.



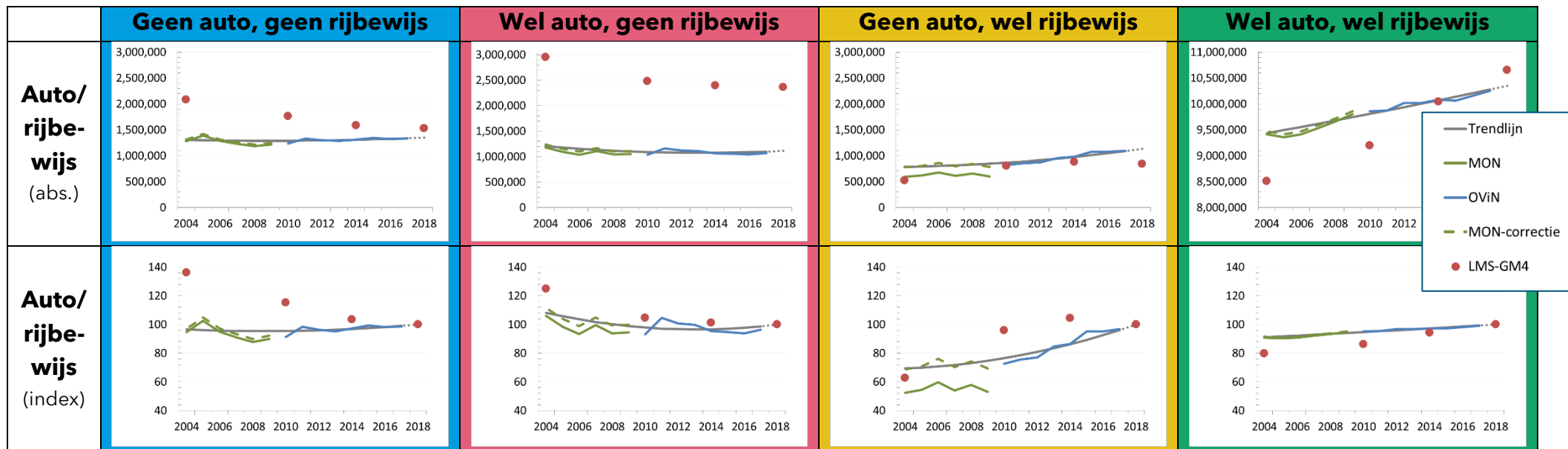
### A.1.6 Ontwikkeling aantal personen - Stedelijkheidsgraad

Een vergelijking van de ontwikkeling van het aantal personen per stedelijkheidsklasse tussen GM4 en MON/OViN is niet zinvol. In MON/OViN is de stedelijkheidsklasse niet bekend voor respondenten die geen verplaatsing hebben gemaakt, en daarom is er geen compleet beeld mogelijk.

## A.1.7 Ontwikkeling aantal personen - Autobeschikbaarheid en rijbewijsbezit

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het aantal personen uitgesplitst naar autobeschikbaarheid en rijbewijsbezit, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100). Geconstateerd kan worden:

- Er is een duidelijk verschil in het absolute niveau per categorie tussen GM4 en MON/OViN in het basisjaar 2018. Dit is met name zichtbaar bij de categorie “wel auto / geen rijbewijs”. Dit heeft te maken met de groep 12-17 jarigen in MON/OViN waarvoor het rijbewijsbezit niet gevraagd is, en een groep respondenten waar het rijbewijs-bezit niet bekend is. Met name de eerste groep zal voornamelijk in de categorie “wel auto/geen rijbewijs” thuishoren.
- Er is een duidelijk verschil in ontwikkeling per categorie 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.

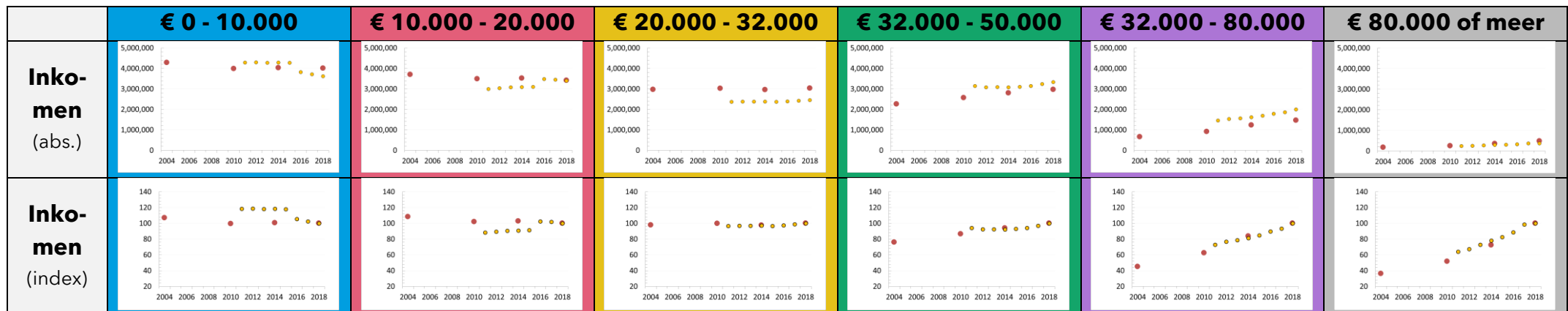


## A.1.8 Ontwikkeling aantal personen - Inkomen

Een vergelijking van de ontwikkeling van het aantal personen per inkomensklasse tussen GM4 en MON/OViN is niet zinvol. De GM-inkomensklassen betreffen persoonlijk netto inkomen en de OViN-inkomensklassen betreft besteedbaar huishoudinkomen. Er lijkt geen goede manier om de ene op een zinvolle manier naar de andere te converteren.

Wel is een vergelijking mogelijk tussen GM4 en algemene CBS-statistieken over de verdeling van personen over inkomensklassen. Hierbij moet bedacht worden dat:

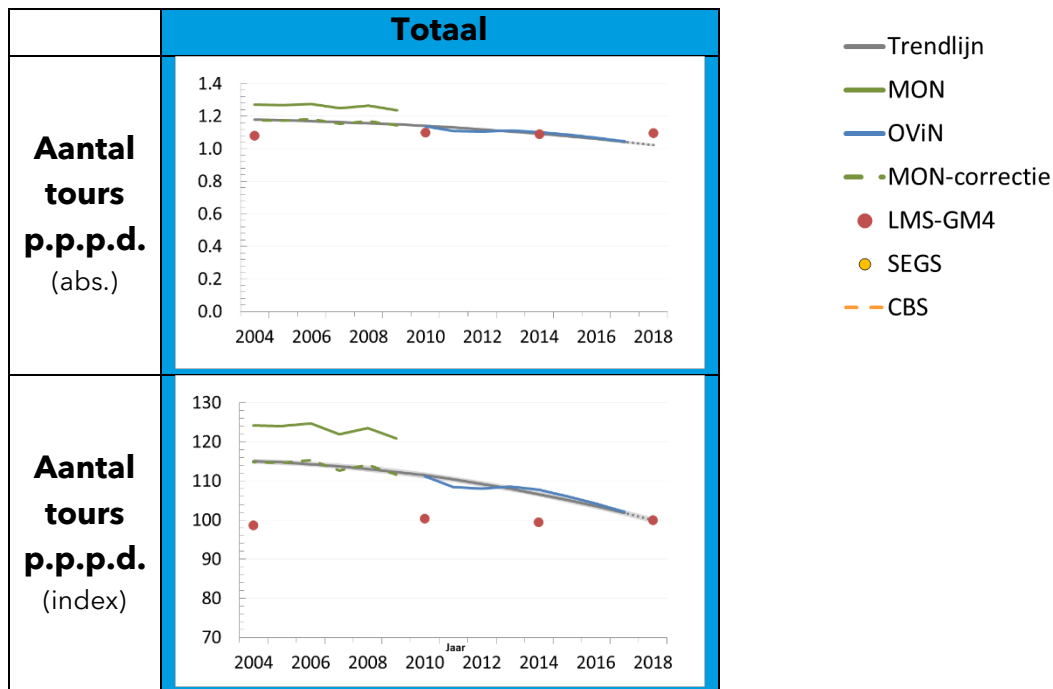
- CBS-data alleen beschikbaar is vanaf 2011
- In de CBS-data een sprong zit tussen 2016 en 2017 i.v.m. overgang op een andere reeks. Hier heeft geen correctie plaatsgevonden
- De derde inkomensklasse loopt bij CBS tot € 30.000 in plaats van tot € 32.000. De CBS-data bevatten dus minder personen in deze categorie dan GM4.
- De vierde inkomensklasse loopt bij CBS vanaf € 30.000 in plaats van vanaf € 32.000. De CBS-data bevatten dus meer personen in deze categorie dan GM4.
- De vijfde inkomensklasse loopt bij CBS tot € 100.000 in plaats van tot € 80.000. De CBS-data bevatten dus meer personen in deze categorie dan GM4.
- De zesde inkomensklasse loopt bij CBS vanaf € 100.000 in plaats van vanaf € 80.000. De CBS-data bevatten dus minder personen in deze categorie dan GM4.



## A.2.1 Ontwikkeling aantal tours per persoon per dag - Totaal

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het totaal aantal tours per persoon per dag (gesommeerd over alle motieven), zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100).

- In het basisjaar 2018 geeft GM4 gemiddeld 1.095 tours per persoon per dag, terwijl de trendlijn van MON/OViN op 1.024 uitkomt, een afwijking van 7%.
- GM4 geeft een stijging van het aantal tours per persoon per dag tussen 2004 en 2018 van 1 indexpunt, terwijl de trendlijn van MON/OViN een daling van  $15 \pm 1$  punten geeft.



## A.2.2 Ontwikkeling aantal tours per persoon per dag - Motief

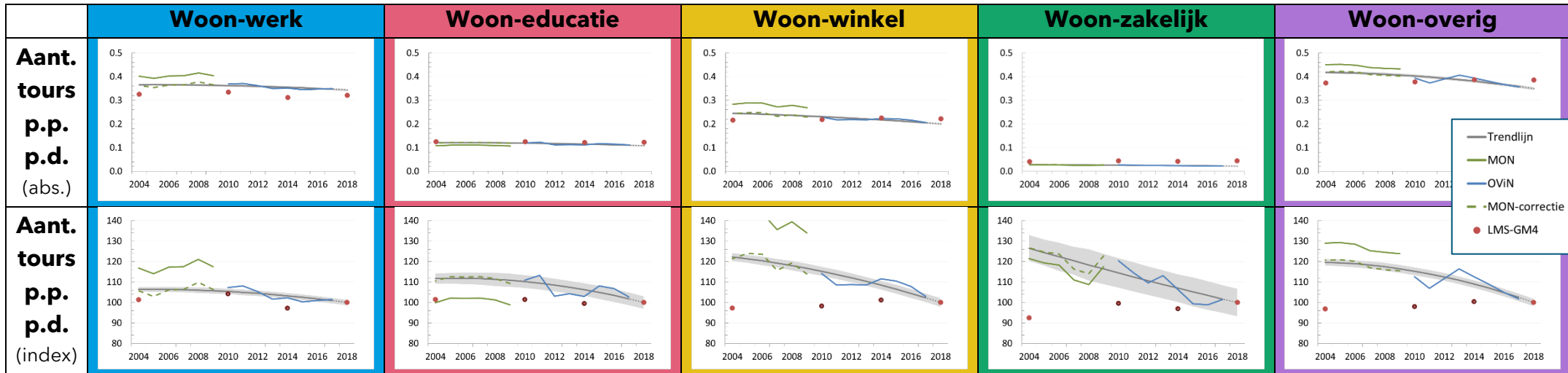
De tabel hieronder toont het absolute aantal tours per persoon per dag voor het basisjaar 2018 uitgesplitst naar motief.

	<b>GM4 (2018)</b>	<b>Trendlijn MON/OViN (2018)</b>	<b>Vershil (GM4 t.o.v. trend)</b>
<b>woon-werk</b>	0.321	0.344	-6.7%
<b>woon-educatie</b>	0.123	0.108	13.9%
<b>woon-winkel</b>	0.222	0.200	11.0%
<b>woon-zakelijk</b>	0.044	0.022	100.0%
<b>woon-overig</b>	0.385	0.349	10.3%
<b>Alle motieven</b>	1.095	1.024	6.9%

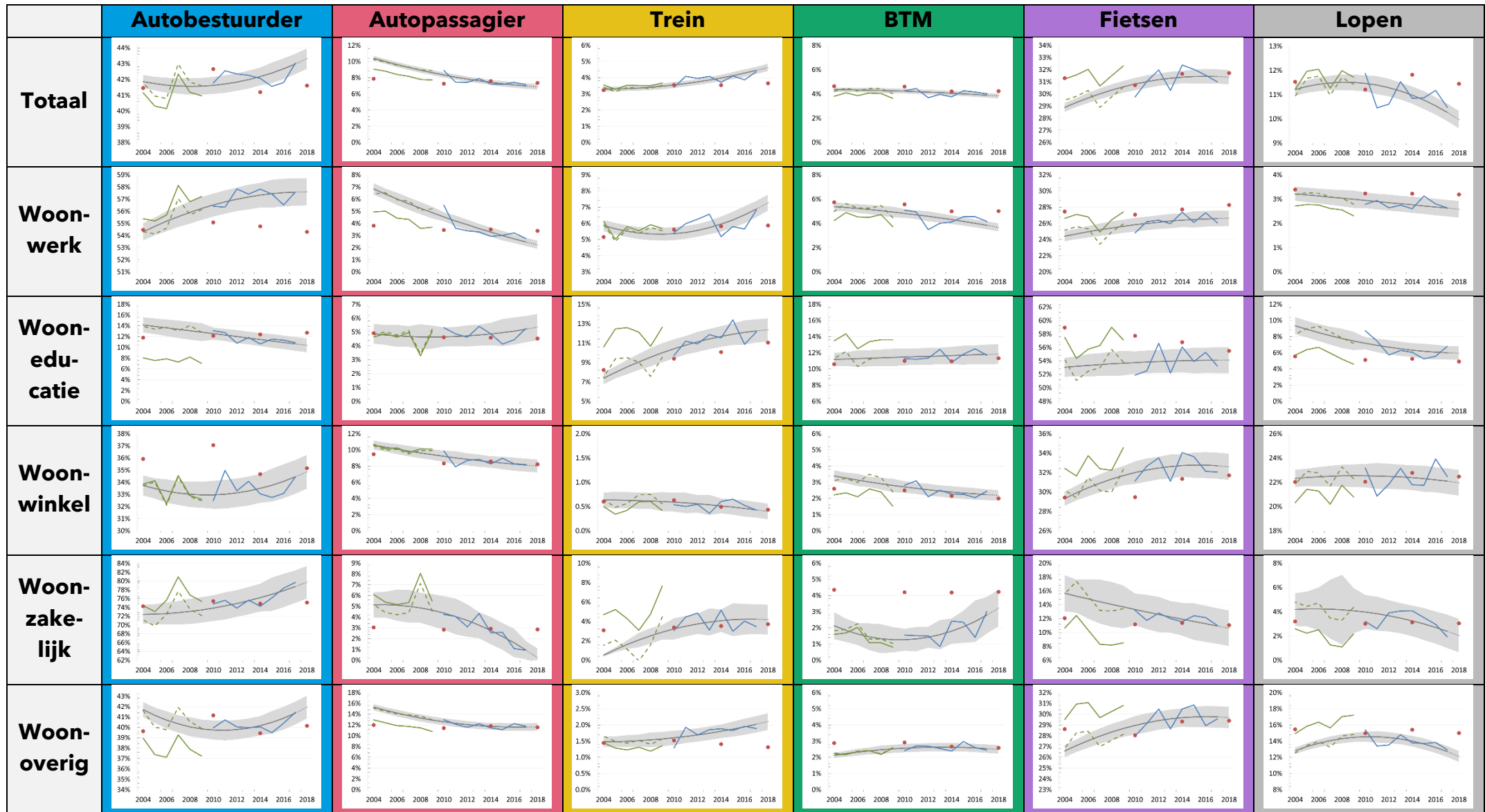
- De afwijking voor woon-zakelijk is verklaarbaar: in OViN zijn er veel zakelijke tours met meerdere bestemmingen. Deze tours worden wel meegenomen in de TOURFREQ-schatting, maar ze zitten niet in de MODEST-schattingen en (mede daarom) ook niet in de MON-OViN-trendlijnen.
- Voor de overige motieven zijn de absolute verschillen klein. Toch is het vreemd dat GM4 niet het exacte aantal tours reproduceert, aangezien het op dezelfde data is geschat. Redenen voor de afwijking kunnen zijn:
  - GM4 is geschat op het gestapelde OViN 2015-2017, dus een kleine afwijking met doorgetrokken MON/OViN-trendlijn naar 2018 is te verwachten acceptabel.
  - De afwijkingen die bij de aantallen personen uitgesplitst per dimensie hebben geconstateerd (zie Appendix A.1.1 – A.1.8), waarbij inbegrepen de afwijking bij de autobeschikbaarheid / rijbewijsbezitscategorieën. Autobeschikbaarheid speelt een grote rol in de TOURFREQ-modellen, dus een afwijking daar, kan impact hebben op het aantal tours p.p.p.d.
  - De afwijking tussen de distributie over de huishoudcategorieën in het GM4-basisjaar en de (waargenomen) apriori-distributie (zie §4.2.2 en Appendix C)
- Deze vergelijking is ook bij de ontwikkeling van GM4 uitgevoerd. Toen waren de verschillen soms iets kleiner, maar zijn ze wel acceptabel bevonden.

De figuren hieronder tonen de ontwikkeling van het aantal tours per persoon per dag uitgesplitst naar motief, zowel absoluut als relatief (index, 2018 = 100).

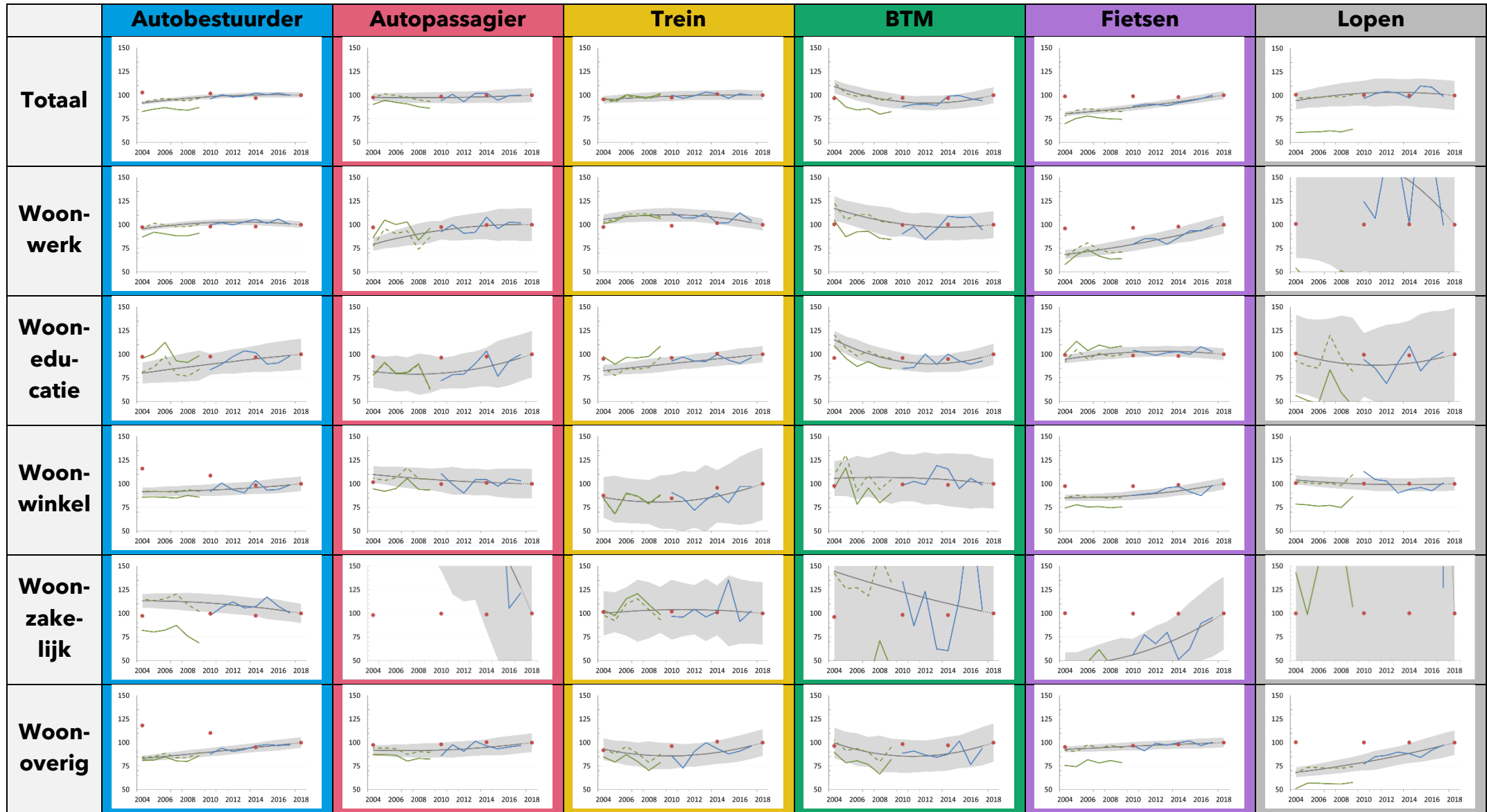
- Bij alle motieven laat de MON/OViN-trendlijn een daling zien over de periode 2004-2018, terwijl bij GM4 het aantal tours per persoon per dag ongeveer gelijk blijft, of een lichte stijging vertoont.
- De grootste afwijkingen vinden we bij de motieven winkel en overig, en in beperktere mate bij woon-werk.



## A.3 Ontwikkeling vervoerwijze-marktaandeel per motief

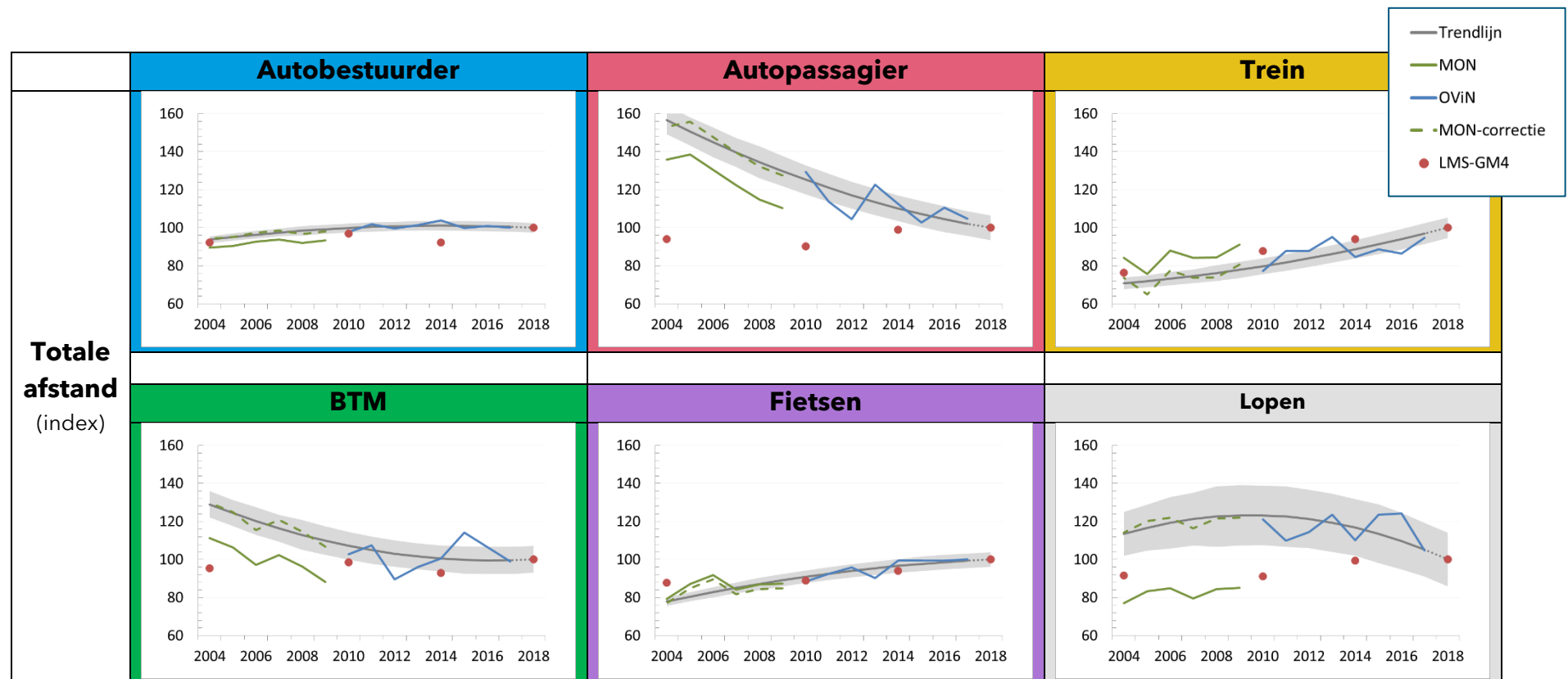


## A.4 Ontwikkeling gemiddelde afstand per tour per vervoerwijze / motief-combinatie

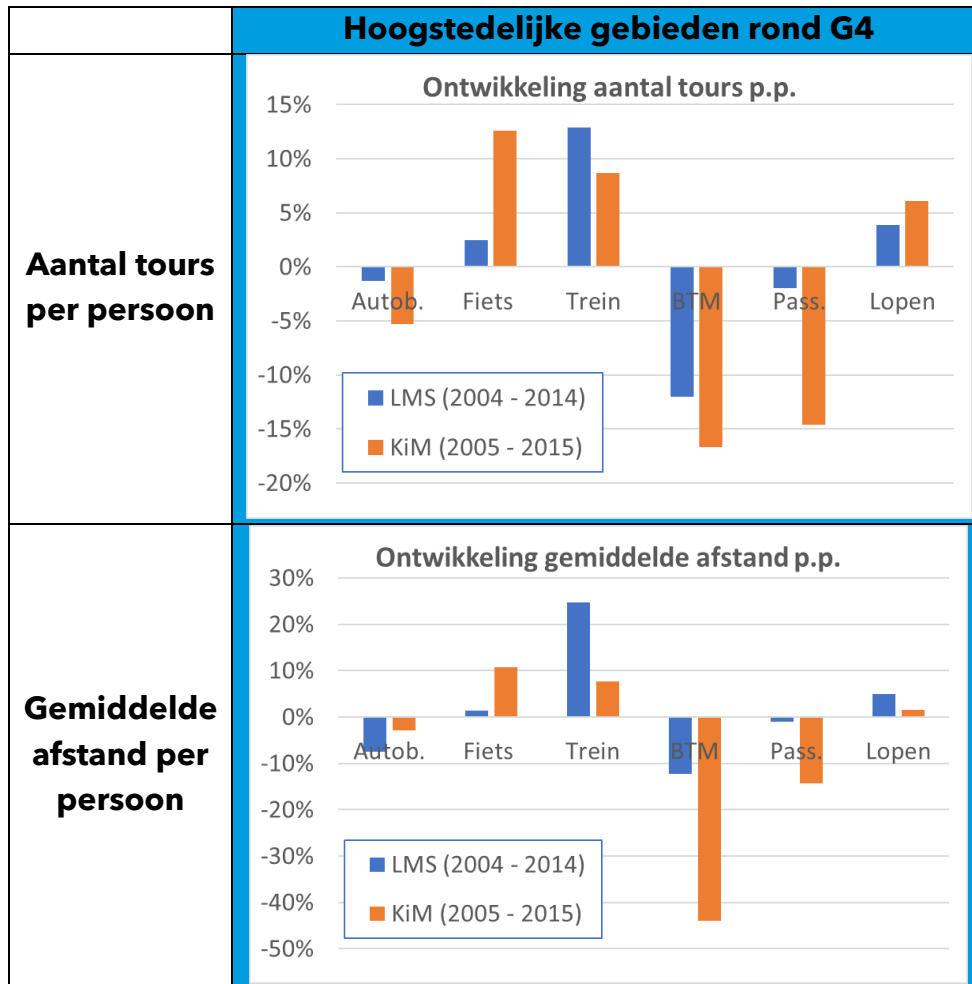




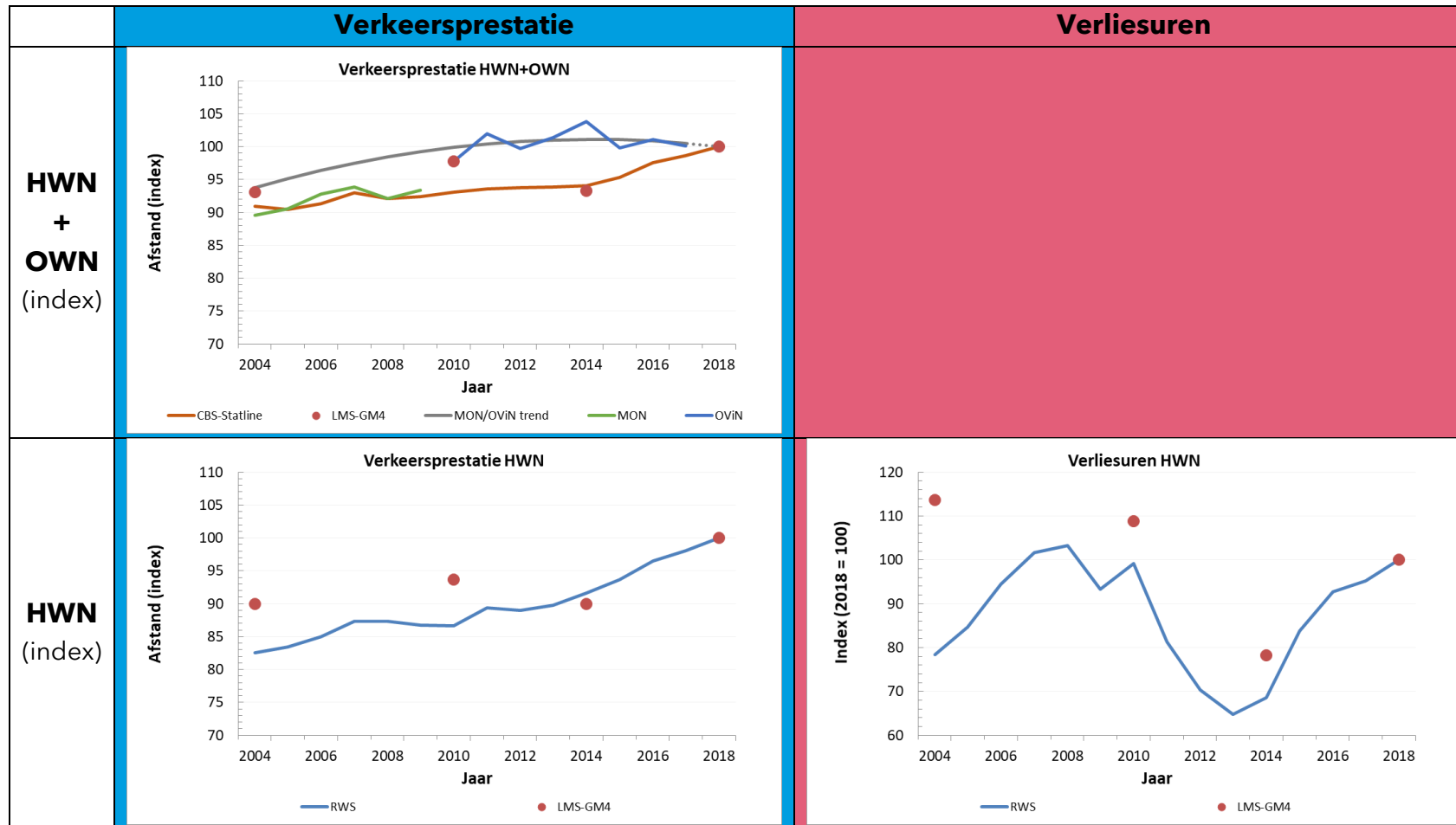
## A.5 Totale afstand per vervoerwijze



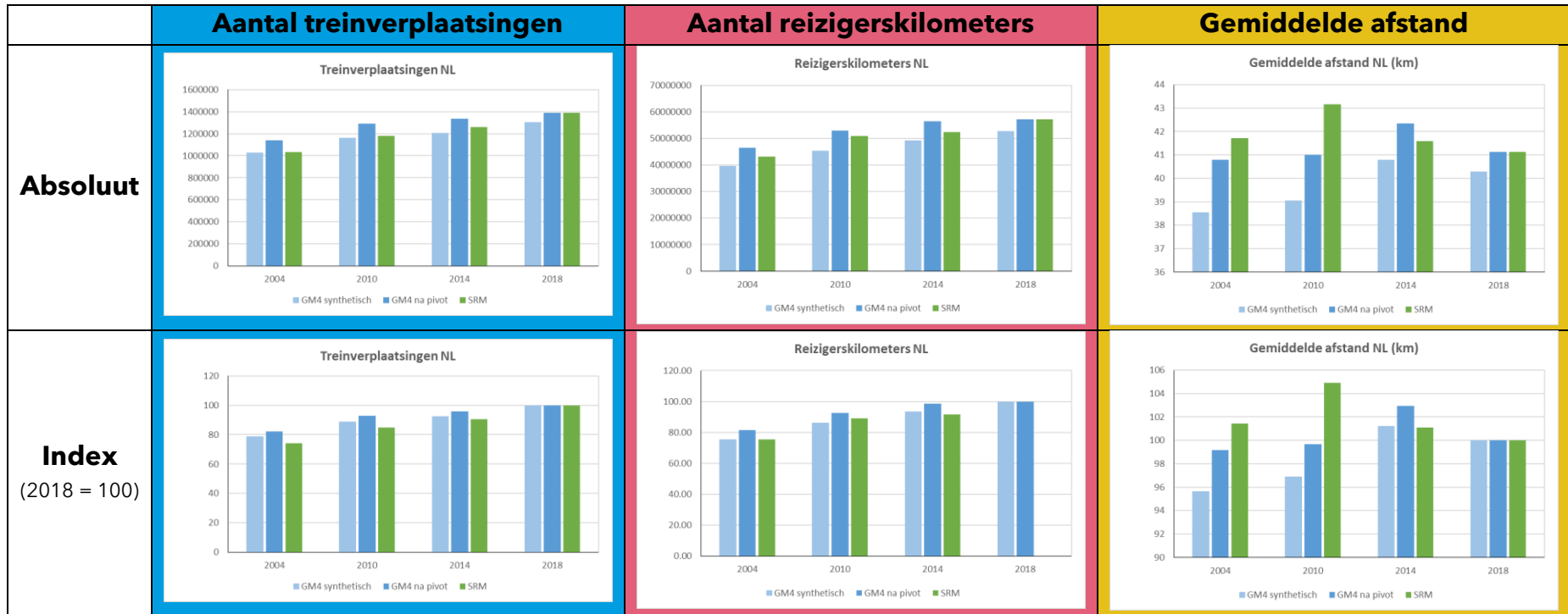
## A.6 Aantal tours per persoon en gemiddelde afstand per persoon in hoogstedelijke gebieden rond G4



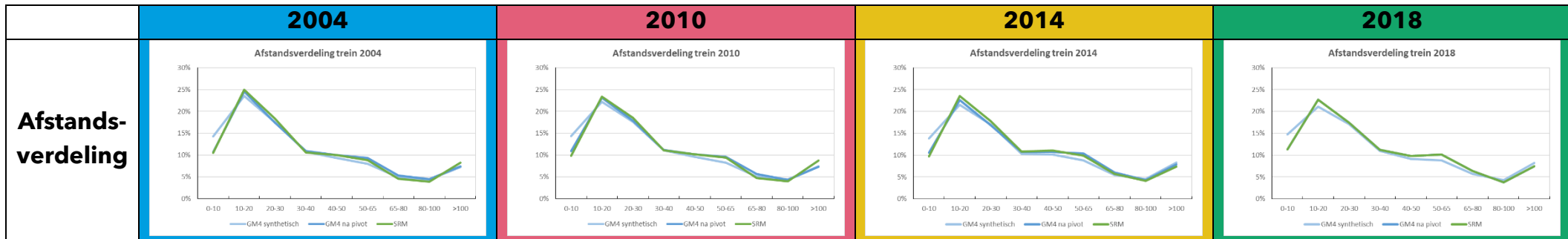
## A.7 / A.8 Aantal afgelegde kilometers en aantal verliesuren voor het wegverkeer



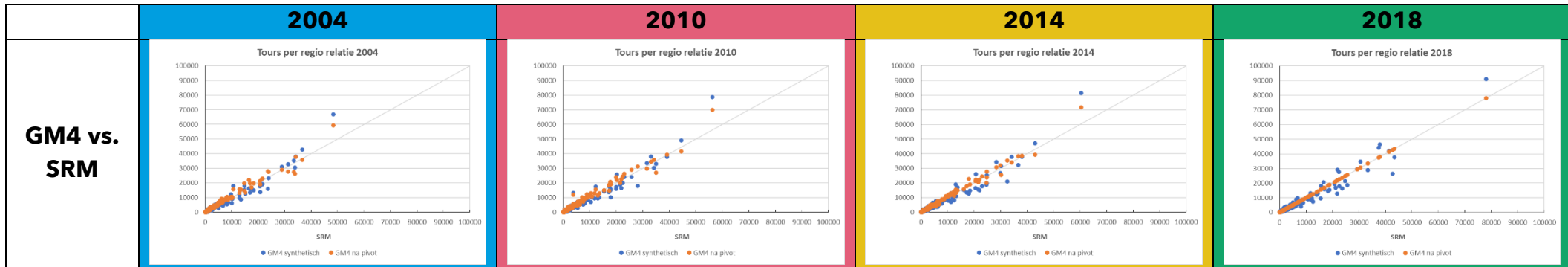
## A.9 Aantal afgelegde kilometers voor reizigers in de trein



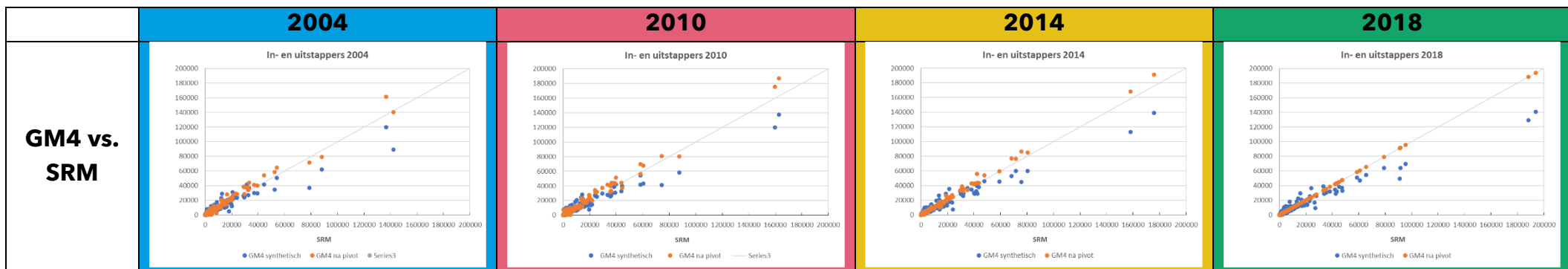
## A.10 Afstandsverdeling reizen per trein



## A.11 Omvang regio-regiostromen



## A.12 Aantal in-/uitstappers



# Appendix B: Verwonderpunten

In de eerste analysefase van dit onderzoek zijn lijsten opgesteld van overeenkomsten en van opvallende verschillen tussen prognose en de waargenomen ontwikkeling op basis van andere bronnen. Zeven opvallende verschillen zijn aangemerkt als “verwonderpunt”. Twee hiervan zijn diepgaand onderzocht (i.e. CARMOD en trein-PIVOT). De andere vijf zijn op een globaler niveau uitgezocht.

Hieronder staat de lijst met zeven verwonderpunten en een verantwoording hoe deze zijn verwerkt in dit rapport.

## **I. Verdeling auto's over huishoudens**

Dit verwonderpunt is gerelateerd aan de CARMOD-module. Dit punt is diepgaand onderzocht. De belangrijkste resultaten van deze analyse staan beschreven in §4.3. Een complete beschrijving van alle analyses staat in Appendix D.

## **II. Verschil in ontwikkeling aantal tours p.p.p.d. per motief**

Dit verwonderpunt is gerelateerd aan de SES-TOURS-module en is beschreven in §4.4.2. De data zijn terug te vinden in Appendix A.2. Dit punt is niet diepgaand onderzocht. Maar omdat het wel een zeer relevante bevinding is, wordt aanbevolen dit punt op een later moment nader te onderzoeken.

## **III. Verschil in afstand- / vervoerwijzekeuze in het basisjaar**

Dit verwonderpunt is gerelateerd aan de SES-MDTOD-module en staat beschreven in §4.4.3. Omdat dit punt ook onderzocht is bij de ontwikkeling van GM4 en er toen geen problemen zijn gevonden, is het waarschijnlijk dat dit een definitiekwestie is. Daarom is besloten dit niet verder te onderzoeken.

## **IV. Verschil in ontwikkeling afstand- / vervoerwijzekeuze (2004 - 2018)**

Dit verwonderpunt is gerelateerd aan de SES-MDTOD-module en staat beschreven in §4.4.4 - §4.4.9. De data zijn terug te vinden in Appendix A.3 en A.4. Dit punt is niet diepgaand onderzocht, maar omdat het vermoeden bestaat dat er een relatie is met QUAD en specifiek met de manier waarop inkomensveranderingen doorwerken is QUAD diepgaand onderzocht. Dat onderzoek is beschreven in §4.2 en Appendix C.

Desalniettemin blijft dit verwonderpunt een zeer relevante bevinding en wordt aanbevolen dit punt op een later moment nader te onderzoeken. Wel is aan te raden om eerst te bezien in hoeverre dit verwonderpunt is toe te schrijven aan de problemen die bij QUAD zijn gevonden.

## **V. Effect van stations-PIVOT**

Dit verwonderpunt is gerelateerd aan de PIVOT-module. Dit punt is diepgaand onderzocht. De belangrijkste resultaten van deze analyse staan beschreven in §4.6.

## **VI. Verschil in ontwikkeling van aantal kilometers op het wegennet**

## **VII. Verschil in ontwikkeling van congestie**

Deze beide verwonderpunten zijn gerelateerd aan QBLOK, maar worden sterk beïnvloed door alle voorgaande modules. Het is dus denkbaar dat de oorzaken van deze verwonderpunten in die eerdere modules liggen. In het bijzonder kunnen dit effecten zijn van de hierboven genoemde verwonderpunten. Daarom is het aan te raden eerst die punten nader te onderzoeken en dan te bezien of nader onderzoek naar deze verwonderpunten nodig is.

# Appendix C: Ontwikkeling QUAD-weegfactoren

In de volgende tabellen staat voor elk van de 378 huishoudcategorieën die het LMS onderscheidt:

- Het aantal huishoudens conform de apriori-verdeling (i.e. de verdeling in de prototype steekproef).
- Het aantal huishoudens conform de uitkomst van QUAD (absoluut) in de verschillende GM4-backcast-runs (i.e. voor 2004, 2010, 2014 en 2018).
- De ontwikkeling van dit aantal huishoudens, weergegeven als index met 2018 = 100.

1 Volwassene, 0 kinderen						APRIORI 2018	ABSOLUUT				INDEX				
HHType	Geslacht Hoofd	Leeft Hoofd	Arbpart Hoofd	Rijbewijs	Opl Hoofd		Inkomensband	2004	2010	2014	2018	2004	2010	2014	2018
1	Man	<35	Full timer		Middel/Laag	1-4	63699	66599	95457	75540	74724	89.13	127.75	101.09	100.00
2					5-10	41272	70267	61132	56587	54904	127.98	111.34	103.06	100.00	
3					1-4	34541	87151	93040	49831	49169	177.25	189.23	101.35	100.00	
4					5-10	52855	111934	86037	53411	53830	207.94	159.83	99.22	100.00	
5					Part timer	1-2	24152	3748	8918	12116	29244	12.82	30.50	41.43	100.00
6						3-10	19991	839	1196	3178	8745	9.60	13.68	36.34	100.00
7			Overig	1	66486	13261	42259	66478	95880	13.83	44.08	69.34	100.00		
8				2	35777	10003	7236	19002	16233	61.62	44.58	117.06	100.00		
9				3-10	20626	3145	3745	12876	10501	29.95	35.66	122.61	100.00		
10				1-3	7716	39232	35678	16110	16388	239.40	217.71	98.31	100.00		
11				4-5	16320	6428	17103	12163	17065	37.66	100.22	71.28	100.00		
12				6-10	6893	3332	4298	4816	6519	51.12	65.93	73.88	100.00		
13		Full timer	Nee		Middel/Laag	1-5	108518	108936	142885	118413	116745	93.31	122.39	101.43	100.00
14						6-10	41318	1312	15179	36556	46711	2.81	32.49	78.26	100.00
15						1-5	24852	31233	58570	39261	39176	79.73	149.51	100.22	100.00
16			Hoog	6-10	62463	16526	48803	45904	51258	32.24	95.21	89.55	100.00		
17				1-2	13379	4756	10585	8586	12305	38.65	86.01	69.77	100.00		
18				3-4	16908	1080	1516	3964	9437	11.44	16.06	42.00	100.00		
19		Part timer	5-10	4047	1590	1521	2005	2732	58.19	55.68	73.39	100.00			
20			Overig	Nee	1-2	34180	34457	28145	30360	23198	148.53	121.32	130.87	100.00	
21					3-10	14840	4053	3934	8485	6769	59.87	58.12	125.35	100.00	
22					1-2	44059	65240	65960	62319	44446	146.79	148.40	140.21	100.00	
23			Ja	3-4	27740	8255	24785	37811	26118	31.61	94.90	144.77	100.00		
24				5-10	4942	3681	4551	9313	6745	54.57	67.48	138.08	100.00		
25		1-4		7314	73984	66319	24265	24018	308.04	276.12	101.03	100.00			
26		Full timer	Nee		Middel/Laag	5-10	5451	772	2027	2193	7347	10.51	27.59	29.84	100.00
27						1-5	35602	25688	72112	33560	34627	74.18	208.25	96.92	100.00
28						6-10	15330	191	942	2548	9105	2.10	10.35	27.98	100.00
29			Hoog	1-5	9534	9069	22260	20581	25850	35.08	86.11	79.62	100.00		
30				6-10	26173	3114	7131	12247	17826	17.47	40.00	68.70	100.00		
31				1-3	12200	169	596	1460	8104	2.09	7.36	18.01	100.00		
32		Part timer	4-5	11719	37	126	142	2246	1.66	5.63	6.32	100.00			
33			6-10	5532	193	338	408	769	25.04	43.99	53.04	100.00			
34			1-2	19929	1192	2086	14251	16375	7.28	12.74	87.03	100.00			
35			Overig	Nee	3-4	29256	702	9006	18149	17879	3.93	50.37	101.51	100.00	
36					5-10	6686	154	347	483	1045	14.70	33.18	46.24	100.00	
37					1-2	38296	2683	29486	41320	35009	7.66	84.22	118.02	100.00	
38		Full timer	Ja		Middel/Laag	3-4	84957	12966	66814	70529	63898	20.29	104.56	110.38	100.00
39						5-6	51480	755	3580	33528	40050	1.89	8.94	83.72	100.00
40						7-8	5913	841	1407	2809	3298	25.51	42.66	85.16	100.00
41			9-10	3627	1885	2752	3792	7389	25.51	37.24	51.32	100.00			
42			Nee	1-2	6055	9084	12703	9006	11339	80.11	112.03	79.42	100.00		
43				3-4	32799	2036	13943	17074	25248	8.06	55.22	67.62	100.00		
44		5-10		11988	894	1720	1627	2591	34.50	66.41	62.79	100.00			
45		1-3		29705	6112	21567	21418	34223	17.86	63.02	62.58	100.00			
46		Ja	4-5	47464	1390	19976	25811	42323	3.28	47.20	60.98	100.00			
47			6-7	20848	1054	1911	2087	8642	12.20	22.11	24.14	100.00			
48			8-10	4047	4221	4915	3885	6582	64.13	74.68	59.02	100.00			











# Appendix D: Verdiepende CARMOD-analyse

## Inleiding

De LMS-runs voor de backcastjaren 2004, 2010 en 2014 zijn tweemaal uitgevoerd: een keer met CARMOD in de prognosestand (zoals gebruikelijk is bij een prognose) en een keer in de basisjaarstand. In deze laatste 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). Vervolgens zijn de uitkomsten van de runs in beide standen met elkaar vergeleken.

## Omvang verschillen in aantal auto's en verdelingen

Allereerst wordt gekwantificeerd hoe groot de verschillen zijn. Hiervoor wordt een vergelijking gemaakt van de uitkomsten van CARMOD op zone-niveau tussen de runs in basisjaar- en prognosejaarstand.

### 1. Vergelijking 1: Totaal

De volgende tabel toont het totaal aantal auto's over alle zones. Het verschil tussen de beide CARMOD-runs is verwaarloosbaar, hetgeen ook verwacht mocht worden aangezien dit aantal een inputparameter van het model is. Er is wel een iets groter verschil tussen de CARMOD-runs en de input vanuit de SEGs (maximum = 0,15% voor de 2004-runs), maar ook dat verschil is verwaarloosbaar.

Tabel 14 – Totaal aantal auto's uit CARMOD in prognosejaar- en basisjaarstand

	SEGs	CARMOD in prognosejaarstand	CARMOD in basisjaarstand	CARMOD verschil absoluut (prognose – basis)	CARMOD verschil relatief (prognose – basis)
2004	7,038,605	7,049,498	7,046,418	3,080	0.04%
2010	7,765,463	7,766,177	7,766,120	57	0.00%
2014	8,081,219	8,081,847	8,081,595	252	0.00%

### 2. Vergelijking 2: verdeling over huishoudens

De volgende tabel toont het aantal huishoudens per autobezitsniveau, opgeteld over alle zones. Bij vergelijking 1 was al gezien dat in de CARMOD-in-prognosestand-run voor 2004 het aantal auto's 0,04% hoger uitvalt dan in de CARMOD-in-basisjaarstand-run. De tabel hieronder laat zien dat dat verschil ontstaat door het aantal huishoudens zonder auto iets te onderschatten, en het aantal huishoudens met 2 of 3+ auto's iets te overschatten. Maar de verschillen blijven verwaarloosbaar, hetgeen ook verwacht mocht worden aangezien deze aantallen inputparameters van het model zijn.

Tabel 15 – Aantal huishoudens per autobezitsniveau uit CARMOD in prognosejaar- en basisjaarstand

Autobezit	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2004	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2010	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2014
Huishoudens zonder auto	-0.05%	-0.01%	-0.01%
Huishoudens met 1 auto	-0.01%	0.00%	0.00%
Huishoudens met 2 auto's	0.10%	0.00%	0.00%
Huishoudens met 3+ auto's	0.17%	0.00%	-0.01%

### 3. Vergelijking 3: aantal auto's per zone

De volgende tabel toont het aantal auto's per huishouden gemiddeld over alle zones.<sup>20</sup> Hier zijn kleine verschillen waarneembaar, die relatief nog niet zo groot zijn. Maar aan de standaarddeviatie van deze verschillen per zone kan gezien worden dat de variatie groot is, met name voor 2004. Dat geeft aan dat er aanzienlijke verschillen kunnen zijn.

Tabel 16 - Aantal auto's per huishouden, gemiddeld over alle zones, uit CARMOD in prognosejaar- en basisjaarstand

	SEGs	CARMOD prog.stand	CARMOD basis.stand	CARMOD verschil absoluut (prognose-basis)	Standaard deviatie CARMOD verschil absoluut	CARMOD verschil relatief (prognose-basis)	Standaard deviatie CARMOD verschil relatief
<b>2004</b>	1.1560	1.1503	1.1518	-0.0015	0.1708	-0.13%	14.84%
<b>2010</b>	1.2067	1.2182	1.2046	0.0136	0.0919	1.12%	7.54%
<b>2014</b>	1.2332	1.2349	1.2313	0.0037	0.0775	0.30%	6.28%

Merk op dat het verschil in de standaarddeviatie tussen de runs van 2010 en 2014 beperkt is, maar dat ligt vooral aan een paar zones met grote verschillen. In de volgende histogrammen is duidelijk te zien dat de spreiding tussen de resultaten van beide CARMOD-runs toeneemt naar mate het backcastjaar verder weg ligt van het basisjaar.

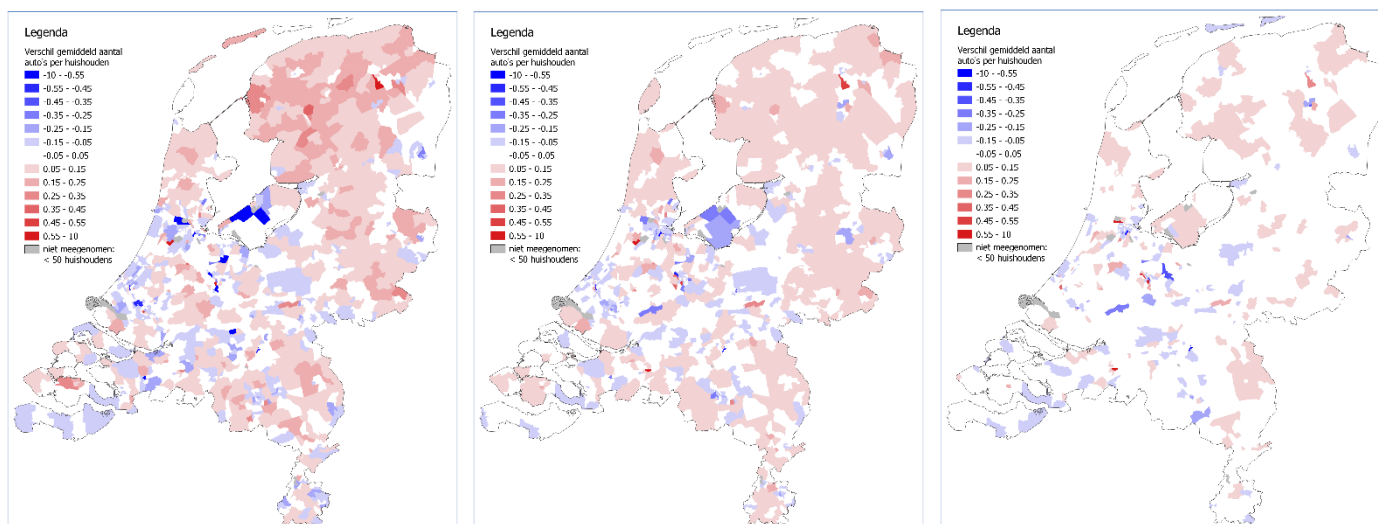


Figuur 21 - Verdeling van het relatieve verschil in het aantal auto's per huishouden per zone tussen CARMOD in de prognosejaarstand en in de basisjaarstand voor de verschillende backcastjaren.

<sup>20</sup> Zones 87, 183, 414, 621, 675-677, 688, 952, 957- 959. 1189, 1364, 1370, 1377, 1380, 1400 zijn uitgesloten van de analyse omdat die (ten minste in één van de backcastjaren) minder dan 50 huishoudens bevatten.

Merk verder op dat in deze berekening van het gemiddelde elke zone even zwaar telt. Landelijk stijgt het aantal auto's per huishouden volgens de SEGs van 1,00 in 2004, via 1,04 in 2010 naar 1,05 in 2014. In 2018 heeft een huishouden gemiddeld 1,08 auto's ter beschikking.

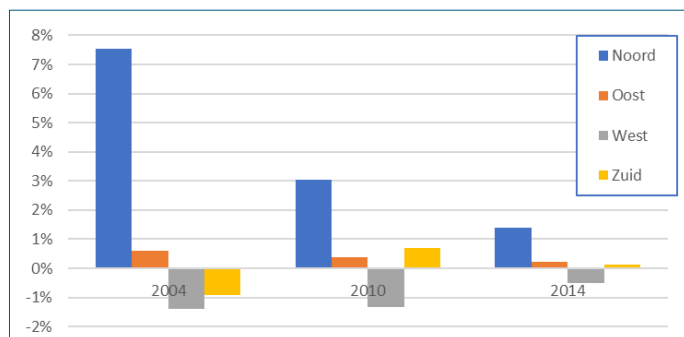
Figuur 22 toont de afwijking van het aantal auto's per huishouden. In deze figuur is een duidelijk patroon zichtbaar: in de regio Noord wordt het aantal auto's per huishouden door CARMOD in de prognosejaarstand overschat, en in de hoog stedelijke gebieden juist onderschat. Om dit te kwantificeren staat in de volgende tabellen en figuren de verschillen per regio en per stedelijkheidsklasse.



Figuur 22 - Afwijking aantal auto's per huishouden voor 2004 (links), 2010 (midden) en 2014 (rechts)

Tabel 17 - Verschil in gemiddeld aantal auto's per huishouden per zone tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar regio

Regio	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2004	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2010	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2014
Noord	7.53%	3.04%	1.38%
Oost	0.59%	0.39%	0.23%
West	-1.40%	-1.34%	-0.51%
Zuid	-0.92%	0.70%	0.12%



Figuur 23 - Verschil in gemiddeld aantal auto's per huishouden per zone tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar regio

Tabel 18 - Verschil in gemiddeld aantal auto's per huishouden per zone tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar stedelijkheidsklasse

Stedelijkheidsklasse	CARMOD verschil	CARMOD verschil	CARMOD verschil
	relatief (prognose – basis) 2004	relatief (prognose – basis) 2010	relatief (prognose – basis) 2014
1	6.39%	3.63%	1.23%
2	3.03%	2.89%	1.39%
3	-1.62%	0.09%	0.15%
4	-2.59%	-1.73%	-0.34%
5	-2.67%	-4.09%	-1.88%
6	-5.03%	-10.24%	-6.02%



Figuur 24 - Verschil in gemiddeld aantal auto's per huishouden per zone tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar regio

Voor de verschillen die we hier constateren, zijn meerdere mogelijke oorzaken:

**a.** Oorzaken gerelateerd aan het CARMOD-model zelf:

- i. de manier waarop CARMOD het landelijke target voor het totale aantal auto's probeert te halen (zie vergelijking 4)
- ii. bepaalde verklarende variabelen ontbreken nog in het model. Merk op dat dit niet heel waarschijnlijk is, aangezien CARMOD al veel verklarende variabelen heeft, en dat er ook in de literatuur geen of nauwelijks andere verklarende variabelen genoemd worden.
- iii. de (cross-sectioneel) geschatte coëfficiënten pakken niet alle longitudinale veranderingen goed op.
- iv. de geschatte gedragscoëfficiënten zijn goed geschat maar het keuzegedrag is door de tijd veranderd, i.e. de coëfficiënten veranderen door de tijd.

**b.** Oorzaken gerelateerd aan de input van het CARMOD-model, i.e. de huishoudtype- weegfactoren uit QUAD

- i. We zien grote verschuivingen in deze aantallen huishoudens per categorie (zie §4.2). Maar de vraag is of dit veel uitmaakt. Aan de ene kant worden alle targets in QUAD gehaald, zodat de totalen per (verklarende) variabele kloppen. Maar aan de andere kant controleert QUAD niet voor alle verklarende variabelen in CARMOD, of controleert QUAD op een net iets andere manier dan hoe de verklarende variabele in CARMOD werkt

(zie de tabel hierna). Daarmee is het goed denkbaar dat de verschuivingen in de weegfactoren tot ongewenste verschuivingen in het autobezit hebben geleid.

Tabel 19 - Overzicht verklarende variabelen in CARMOD en bijbehorende targets in QUAD

Categorie	Verklarende variabele in CARMOD	Target in QUAD
<i>Gerelateerd aan huishoudsamenstelling</i>		
<b>Rijbewijsbezit</b>	Dummy voor huishouden met 2 rijbewijzen, Dummy voor huishouden met 3 rijbewijzen Dummy als alle rijbewijzen in huishouden in bezit van vrouwen zijn	Aantal rijbewijzen per leeftijdsklasse/geslacht
<b>Inkomen</b>	Log(inkomen)	Gemiddeld inkomen
<b>Personen</b>	Aantal personen in huishouden zonder rijbewijs	Aantal personen per leeftijdsklasse/geslacht, Aantal rijbewijzen per leeftijdsklasse/geslacht
<b>Kinderen</b>	Dummy als huishouden een kind heeft	Aantal personen per leeftijdsklasse
<b>Student</b>	Dummy als hoofd huishouden een student is	Aantal SOV-kaarthouders
<b>Werkenden</b>	Dummy als er één of meer werkenden in het huishouden zijn Aantal FT-werkenden in huishouden Aantal PT-werkenden in huishouden	Aantal FT- en PT-werkenden per geslacht
<b>Leeftijd</b>	Dummy per leeftijdscategorie van het hoofd huishouden	Aantal rijbewijzen per leeftijdsklasse/geslacht
<i>Gerelateerd aan algemene zonale kenmerken. Deze worden afgeleid uit de SEGs</i>		
<b>Populatie</b>	Bevolkingsdichtheid	(niet relevant)
<b>Werkgelegenheid</b>	Banendichtheid Fractie agricultuur-banen	(niet relevant)
<b>Parkeren</b>	Parkeertarief per uur Dummy's als er (g)een restrictie is op aantal parkeervergunningen per huishouden Gemiddeld maximum aantal parkeervergunningen per huishouden	(niet relevant)
<b>Stedelijkheid</b>	Dummy als huishouden in landelijke zone woont Dummy als huishouden in stedelijke zone woont Dummy als huishouden in hoogstedelijke zone woont	(niet relevant)

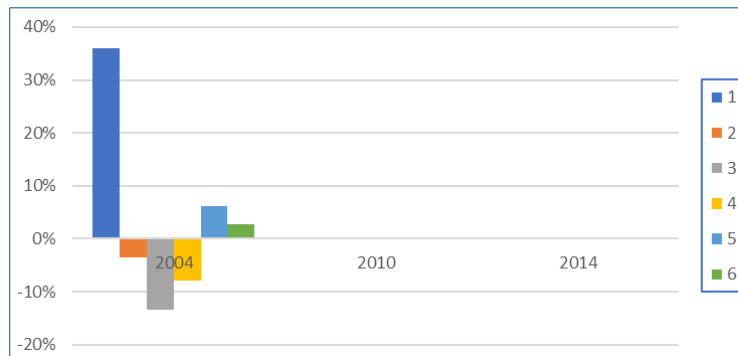
- ii. We zien grote verschuivingen in de inkomens. Door de grote verschuivingen tussen huishoudcategorieën veranderen ook de inkomens, maar die veranderingen zijn op zonaal niveau groter dan in de SEGs staan, dus vindt er een (negatieve) algemene correctie op de inkomens plaats via de general welfare index (GWI). Deze verschuiving is veel groter dan in de vorige backcast, zoals ook blijkt uit Tabel 4.

We hebben een test voor 2004 uitgevoerd waarbij we QUAD hebben gedwongen met een general welfare index van 1 te rekenen<sup>21</sup>. Als we kijken naar het relatief verschil in autobezit per stedelijkheidsklasse, dan krijgen we de volgende figuur. Als deze vergeleken wordt met de backcast-run dan zien we dat de afwijkingen veel groter zijn geworden (merk op dat de verticale as nu een andere schaal heeft). Een andere GWI heeft dus

<sup>21</sup> Dit is gedaan door de eerste ronde van QUAD (i.e. WELFARE), waarin de GWI wordt bepaald, over te slaan. In de QUAD control-file voor de tweede ronde (PRIOR) en de derde ronde (ZONAL) is de GWI handmatig op 1 gezet.



indirect veel impact op het autobezit, maar dit lijkt geen verklaring te geven voor de waargenomen verschillen.



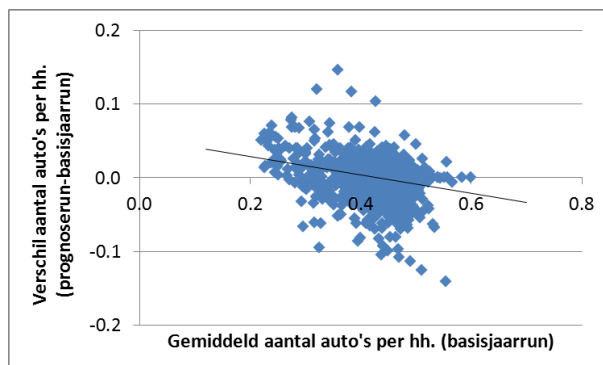
Figuur 25 - Verschil in gemiddeld aantal auto's per huishouden per zone tussen CARMOD in de prognosejaarstand (met opgelegde GWI=1 in QUAD)- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar regio. Deze run is alleen voor 2004 uitgevoerd.

iii. We zien ook dat zones van stedelijkheidsklassen veranderen. Omdat de stedelijkheidsklassen als dummy in CARMOD zitten, kan een dergelijke overgang leiden tot een sprong in het gemodelleerde autobezit, waardoor de afwijking van het waargenomen autobezit ook kan toenemen.

Echter, uit analyse blijkt dat slechts 106 van de 1406 zones in 2004 een andere stedelijkheidsgraad hebben dan in 2018 (91 zones hebben een hogere stedelijkheidsgraad, en 15 hebben een lagere stedelijkheidsgraad). Bovendien lijkt de afwijking van de gemodelleerde stedelijkheidsgraad in deze zones niet substantieel anders dan bij de zones met gelijkblijvende stedelijkheidsgraad. Dit verklaart de gevonden afwijkingen dus niet.

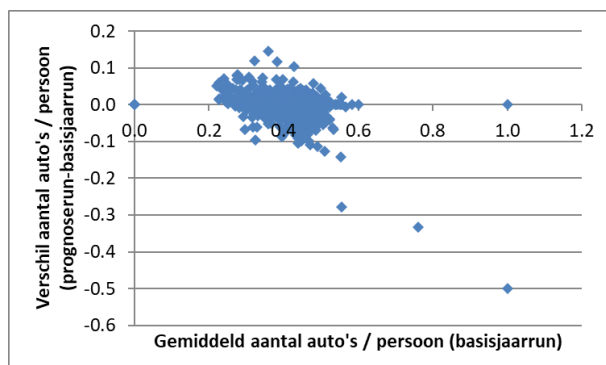
#### 4. Vergelijking 4: analyse uit de vorige backcast

In de vorige backcast is ook een vergelijking gedaan tussen runs met CARMOD in de prognose- en basisjaarstand. Deze vergelijking was veel beknopter. Een van de bevindingen van die analyse was dat er een relatie was tussen het effect van de CARMOD-stand en het absolute aantal auto's per huishouden per zone, zoals te zien is in de volgende figuur voor de GM3-backcast van 2004:



Figuur 26 - Verschil van het gemiddeld aantal auto's per persoon per zone (in de 2004-run van de GM3-backcast) tussen CARMOD in de prognosejaar- en basisjaarstand, als functie van het gemiddeld aantal auto's per persoon. Merk op dat in de as-bijchriften foutief staat dat het aantal auto's per huishouden betreft. Figuur overgenomen uit Significance (2019b), p. 23.

Merk op dat op de horizontale as “Gemiddeld aantal auto’s per hh.” staat, maar dat dit “Gemiddeld aantal auto’s per persoon” moet zijn. Merk ook op dat in deze figuur enkele outliers zijn weggelaten (zoals ook in het rapport vermeld stond). Deze outliers zijn destijds niet meegenomen bij de gevonden relatie. De complete figuur is:



Figuur 27 - Zelfde figuur als hiervoor met alle datapunten en correcte asbijschriften

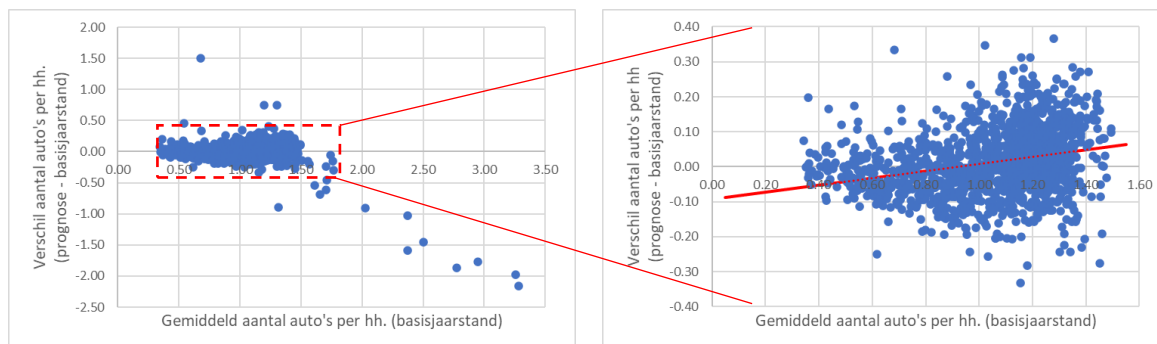
Over de oorzaak van deze relatie werd gezegd “Een mogelijke oorzaak hiervoor zit in de manier waarop het CARMOD-algoritme het landelijke target voor het aantal auto’s probeert te halen wanneer in de prognosestand wordt gedraaid. Er vindt dan effectief een correctie plaats op de aantrekkelijkheid (het nut) van het 0-auto alternatief. Hierdoor worden de marktaandelen van de andere twee alternatieven evenredig gecorrigeerd, hetgeen voor het 2-auto en het 3+-auto alternatief eigenlijk te veel is. Vooral in zones waar veel huishoudens 2 of 3+ auto’s hebben, wordt dan te veel gecorrigeerd.” (Significance 2019b, p. 51)

Als gevolg van deze bevinding is in de GM4-versie van CARMOD een aanpassing gedaan die ervoor zorgt dat de genoemde “over-correctie” niet meer gebeurt.

De volgende figuur toont dezelfde vergelijking voor de GM4-backcastrun voor 2004. In deze figuur zijn veel meer outliers te zien ten opzichte van de vorige GM3-figuur.<sup>22</sup> Wanneer ingezoomd wordt op het centrale deel, dan lijkt er geen relatie meer direct zichtbaar tussen het gemiddeld aantal auto’s en het verschil door de CARMOD-stand. Maar een regressie-analyse laat zien dat die relatie er nog steeds wel is: hoe hoger het aantal auto’s per huishouden, hoe groter de afwijking van de prognosestand (alleen de afwijking is nu de andere kant op). Dat is ook al in het getoonde kaartje bij vergelijking 3 te zien: de landelijke gebieden (met gemiddeld een hoger autobezit) zijn vaak roodgekleurd, hetgeen wijst op een overschatting van het autobezit.

Het lijkt er dus op dat de verdeling van het aantal auto’s over de zones nog niet optimaal gaat: de over-correctie die in de vorige backcast is geconstateerd is nu verbeterd, maar de verbeterde versie heeft nu een systematische afwijking de andere kant op. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat deze afwijking slechts een (klein) deel van de gevonden spreiding van de afwijkingen kan verklaren (de puntenwolk is veel breder dan deze trendlijn).

<sup>22</sup> Merk op dat het basisjaar van GM3 2014 was, dus de 2004-run was een backcast over een periode van 10 jaar. Met GM4 maken we een backcast over een periode van 14 jaar.



Figuur 28 - Verschil van het gemiddeld aantal auto's per huishouden per zone (in de 2004-run van de GM4-backcast) tussen CARMOD in de prognosejaar- en basisjaarstand, als functie van het gemiddeld aantal auto's per huishouden.

### Effect op het aantal personen uitgesplitst naar autobeschikbaarheid / rijbewijsklasse

Eerder is gezien dat de verdeling van het aantal personen over autobeschikbaarheids-/rijbewijsbezitsklassen in de backcastjaren afwijkt van wat in MON/OViN wordt gezien. Een hypothese hierbij was dat dit gerelateerd was aan de keuze tussen CARMOD in de prognose- of basisjaarstand.

De volgende tabel toont het relatieve effect van deze keuze op het aantal personen uitgesplitst per klasse. Het is duidelijk dat de verschillen klein zijn en dus niet de eerder genoemde afwijking met MON/OViN kunnen verklaren.

Tabel 20 - Verschil in het aantal personen per autobeschikbaarheids-/rijbewijsbezitsklasse tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand

Aantal personen	CARMOD verschil	CARMOD verschil	CARMOD verschil
	relatief (prognose – basis) 2004	relatief (prognose – basis) 2010	relatief (prognose – basis) 2014
Geen auto beschikbaar; geen rijbewijs	0.12%	0.04%	-0.19%
Wel auto beschikbaar; geen rijbewijs	-0.08%	-0.03%	0.12%
Geen auto beschikbaar; wel rijbewijs	-0.23%	0.51%	0.42%
Wel auto beschikbaar; wel rijbewijs	0.01%	-0.05%	-0.04%

### Effect op tourfrequenties

De volgende tabel toont het effect van de keuze tussen CARMOD in de prognose- of basisjaarstand op het aantal tours per persoon per motief. Dit aantal neemt dus in totaal met ca. 0.01-0.02% toe, waarbij de toename bij woon-zakelijk iets hoger is (maximum = 0.18% voor de 2004-run) en nagenoeg nul is voor woon-werk (alle runs). Wederom moet dus geconcludeerd worden dat de verschillen erg klein zijn.

Tabel 21 - Verschil in het aantal tours per persoon tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar reismotief

Aantal tours per persoon, alle vervoerwijzen	CARMOD verschil	CARMOD verschil	CARMOD verschil
	relatief (prognose – basis) 2004	relatief (prognose – basis) 2010	relatief (prognose – basis) 2014
Woon-werk	0.00%	0.00%	0.00%
Woon-zakelijk	0.18%	0.10%	0.03%
Woon-educatie	0.01%	0.01%	0.01%
Woon-winkel	0.01%	0.02%	0.01%

<b>Aantal tours per persoon, alle vervoerwijzen</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2004</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2010</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2014</b>
<b>Woon-overig</b>	0.02%	0.03%	0.01%
<b>Totaal</b>	0.02%	0.02%	0.01%

In de volgende tabel wordt nogmaals gekeken naar het effect op het aantal tours per persoon per motief, maar dan alleen voor de vervoerwijze autobestuurder. Zoals verwacht mag worden is het effect hier iets groter, maar zijn de verschillen nog steeds verwaarloosbaar. Nu kan wel duidelijk gezien worden dat de kleine toename van het autobezit, die bij de eerste vergelijking is geconstateerd, ook leidt tot een kleine toename van het aantal autobestuurder-tours zoals verwacht mag worden.

Tabel 22 - Verschil in het aantal autobestuurder-tours per persoon tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar reismotief

<b>Aantal tours per persoon, vervoerwijze = autobestuurder</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2004</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2010</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2014</b>
<b>Woon-werk</b>	0.02%	-0.16%	-0.10%
<b>Woon-zakelijk</b>	0.30%	0.17%	0.04%
<b>Woon-educatie</b>	0.03%	-0.14%	-0.10%
<b>Woon-winkel</b>	0.19%	0.19%	0.08%
<b>Woon-overig</b>	0.16%	0.13%	0.04%
<b>Totaal</b>	0.11%	0.02%	-0.01%

### Effect op modal split

De volgende tabel toont het effect van de keuze tussen CARMOD in de prognose- of basisjaarstand op de modal split. We zien dat vooral trein en BTM iets toenemen, en autopassagier en fiets iets afnemen. Hierbij moet bedacht worden dat CARMOD in de prognosejaarstand (i.p.v. basisjaarstand) voor de backcastjaren het autobezit in de hoogstedelijke gebieden onderschat (waar dan meer OV zal worden gekozen).

Tabel 23 - Verschil in het marktaandeel per vervoerwijze tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand

<b>Modal split</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2004</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2010</b>	<b>CARMOD verschil</b> relatief <i>(prognose – basis)</i> <b>2014</b>
<b>Trein</b>	0.15%	0.28%	0.18%
<b>BTM</b>	0.25%	0.77%	0.41%
<b>Autobestuurder</b>	0.10%	0.00%	-0.02%
<b>Autopassagier</b>	-0.24%	-0.20%	-0.05%
<b>Fiets</b>	-0.12%	-0.12%	-0.05%
<b>Lopen</b>	0.01%	0.04%	0.02%

## Effect op totaal afgelegde afstand

In de volgende tabel met het effect op de totaal afgelegde afstand is te zien dat ook hier de verschillen tussen de runs met CARMOD in een van beide standen zeer klein zijn.

Tabel 24 - Verschil in de totaal afgelegde afstand per vervoerwijze tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand

Totaal afgelegde afstand	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2004	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2010	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2014
Trein	0.00%	0.21%	0.16%
BTM	-0.03%	0.09%	0.01%
Autobestuurder	0.27%	0.21%	0.08%
Autopassagier	-0.29%	-0.18%	-0.06%
Fiets	-0.22%	-0.21%	-0.07%
Lopen	-0.21%	-0.19%	-0.07%

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 zoals blijkt uit de volgende tabel. Dit komt vooral doordat de verschuiving in vervoerwijzekeuze per stedelijkheidsgraad anders is als gevolg van de afwijkende zonale verdeling van het autobezit. De gemiddelde afstand per tour wijzigt nauwelijks als gevolg van deze afwijking.

Tabel 25 - Verschil in de totaal afgelegde afstand per auto tussen CARMOD in de prognosejaar- en in de basisjaarstand, uitgesplitst naar stedelijkheidsklasse

Totaal afgelegde afstand	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2004	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2010	CARMOD verschil relatief (prognose – basis) 2014
<b>Stedelijkheidsklasse</b>			
Klasse 1 : dichtheid < 2.5 inw/ha	1.63%	1.13%	0.47%
Klasse 2 : dichtheid 2.5 - 6 inw/ha	0.96%	1.11%	0.58%
Klasse 3 : dichtheid 6 - 25 inw/ha	-0.01%	0.62%	0.46%
Klasse 4 : dichtheid 25-50 inw/ha	-1.05%	-0.94%	-0.46%
Klasse 5 : dichtheid 50-85 inw/ha	-1.27%	-3.40%	-2.04%
Klasse 6 : dichtheid > 85 inw/ha	-2.01%	-7.02%	-3.97%
Totaal	0.27%	0.21%	0.08%

## Effect op het gebruik HWN

De volgende tabel toont de index van het aantal afgelegde kilometers op het HWN (met 2018 = 100) voor de LMS-runs met CARMOD in prognosejaar- en basisjaarstand. Het verschil is wederom verwaarloosbaar.

Tabel 26 - Index van het aantal afgelegde kilometers op het HWN (2018 = 100)

	CARMOD in prognosejaar-stand	CARMOD in basisjaar-stand	CARMOD verschil absoluut (prognose-basis)
2004	89.9	89.8	0.1

	CARMOD in prognosejaar-stand	CARMOD in basisjaar-stand	CARMOD verschil absoluut (prognose-basis)
2010	93.7	93.6	0.1
2014	90.0	90.0	0.0
2018	100.0		-

### Effect op voertuigverliesuren

De volgende tabel toont de index van het aantal verliesuren op het HWN (met 2018 = 100) voor de LMS-runs met CARMOD in prognosejaar- en basisjaarstand. De verschillen hier zijn groter dan bij de vorige tabel. Het is aannemelijk dat dit te maken heeft met de ruimtelijke verdeling. Al eerder is gezien dat CARMOD in de prognosejaarstand (i.p.v. basisjaarstand) ervoor zorgt dat het autobezit in de regio Noord toeneemt en in de regio West (waar veel meer congestie is) afneemt. Het is daarom logisch dat de congestie hierdoor ook afneemt.

Het gevolg hiervan is wel dat bij de run met CARMOD in de basisjaarstand de daling van de congestie tussen 2004 en 2010 nog groter wordt, terwijl op grond van RWS-monitor een stijging werd verwacht. De keuze voor de stand van CARMOD verklaart dus niet deze afwijking tussen de LMS-backcastruns en de ontwikkeling van de voertuigverliesuren zoals waargenomen bij de RWS-monitor.

Tabel 27 - Index van het aantal verliesuren op het HWN (2018 = 100)

	CARMOD in prognosejaar-stand	CARMOD in basisjaar-stand	CARMOD verschil absoluut (prognose-basis)
2004	113.7	114.3	-0.6
2010	108.8	108.6	0.2
2014	78.2	78.5	-0.3
2018	100.0	100.0	-

### Conclusies

- Effect van de CARMOD-stand (i.e. in prognose- of basisjaarstand) op het totaal aantal auto's is verwaarloosbaar, hetgeen verwacht mocht worden.
- Effect van de CARMOD-stand op de verdeling van huishoudens over autobezitsklassen (0, 1, 2, 3+) is verwaarloosbaar, hetgeen verwacht mocht worden.
- Effect van de CARMOD-stand op de verdeling van het aantal auto's over de LMS-zones is niet verwaarloosbaar: in de regio Noord wordt het aantal auto's per huishouden door CARMOD in de prognosejaarstand overschat (tot wel 7.5% in de 2004-run), en in de hoog stedelijke gebieden juist onderschat (tot wel 10.2% in de 2010-run). Mogelijke oorzaken zijn:
  - de manier waarop CARMOD het landelijke target voor het totale aantal auto's probeert te halen.
    - We zien dat hoe hoger het zonale gemiddelde aantal auto's per huishouden, hoe groter de afwijking tussen de CARMOD-prognose en het geobserveerde aantal auto's
    - Bij de vorige backcast is ook al een dergelijke afwijking gevonden, maar die werkte toen de andere kant op. De aangebrachte verbetering lijkt dus meer dan nodig te compenseren.
    - Echter, deze systematische afwijking kan maar een deel van de variatie in de afwijkingen verklaren.

- de (cross-sectioneel) geschatte coëfficiënten van CARMOD pakken niet alle longitudinale veranderingen goed op.
- de geschatte gedragscoëfficiënten van CARMOD zijn goed geschat maar het keuzegedrag is door de tijd veranderd, i.e. de coëfficiënten veranderen door de tijd
- de invoer, i.e. de (verschuivingen in) huishoudtype-weegfactoren zoals die uit QUAD komen

Het lijkt raadzaam om eerst het effect van de verschuiving in huishoudtype-weegfactoren te onderzoeken (is onderdeel van verwonderpunt 5). Als dat geen afdoende verklaring geeft, dan is het aan te raden om bij een volgende update van het GM een schatting van het autobezit te doen op meerdere jaren data om zo de longitudinale effecten goed mee te kunnen nemen.

- Effect van de CARMOD-stand op het aantal personen per autobeschikbaarheids-/rijbewijsbezitsklasse is verwaarloosbaar. De CARMOD-stand kan dus niet de afwijking in de ontwikkeling van het aantal personen over autobeschikbaarheids-/rijbewijsbezitsklassen ten opzichte van de MON/OViN-trends verklaren.
- Effect van de CARMOD-stand op het aantal tours per persoon per motief, op de modal split en op de totaal afgelegde afstand is verwaarloosbaar.
- Effect van de CARMOD-stand op het aantal afgelegde kilometers op het HWN is verwaarloosbaar. Het effect op het aantal voertuigverliesuren is iets groter (maximum = -0.6 indexpunten voor de 2004-run). Dit is begrijpelijk vanuit de eerder genoemde effecten op de ruimtelijke verdeling van het autobezit. Verder is duidelijk dat de CARMOD-stand niet de afwijking in de ontwikkeling van de voertuigverliesuren ten opzichte van de trend uit de RWS-monitor kan verklaren.

# Appendix E: Instellingen LMS-backcast-runs

## Inleiding

In deze appendix staat de invoer omschreven voor de uitvoering van de runs voor de Backcast LMS GM4. De instellingendocumenten van de prognoses RP2021 (19009 M31 RP2021 instellingen notitie v2.0.pdf) en van de vorige backcast (Bijlage A van Significance (2019a)) gelden als basis voor deze instellingen.

Voor een LMS GM4-run moeten zowel een serie parameters als een set invoerbestanden worden gespecificeerd. De parameters worden in eerstvolgende paragrafen beschreven, de invoerbestanden staan in de paragraaf daarna.

In de blauwe tabellen worden steeds de waarden van parameters of de data van bestanden aangeduid die in de GM schil moeten worden ingevoerd. De grijze tabellen dienen hierbij ter ondersteuning, maar wordt niet gebruikt in het GM.

De uitgevoerde runs zijn allen gedraaid met GM versie 4.2.7.

## Rijbewijsbezit

De geslacht/leeftijdsklasse-specifieke percentages rijbewijsbezit voor 2018 zijn afkomstig van RP2021. De percentages voor 2014 en eerder kunnen niet worden overgenomen uit de vorige backcast omdat er in GM4 andere leeftijdscategorieën gebruikt worden. Deze zijn daarom als volgt worden bepaald:

Het rijbewijsbezit 2018 is naar het verleden gecorrigeerd op basis van de historische ontwikkeling van het rijbewijsbezit per jaar in OViN en MON. Hierbij is een correctie toegepast voor de trendbreuk tussen MON en OViN.

Parameter	2004	2010	2014	2018
M, 0 t/m 17	0,00	0,00	0,38	0,78
M, 18 t/m 34	84,01	81,12	80,50	80,00
M, 35 t/m 54	93,93	94,12	93,75	93,80
M, 55 t/m 74	90,76	92,48	93,45	93,40
M, 75+	68,21	78,04	79,38	80,80
V, 0 t/m 17	0,00	0,00	0,36	0,52
V, 18 t/m 34	75,89	74,97	77,62	77,80
V, 35 t/m 54	85,48	88,77	88,05	88,30
V, 55 t/m 74	65,10	73,20	77,38	80,50
V, 75+	19,75	28,74	36,88	41,70



## Aantal auto's en autokosten

### Instelling CARMOD

In een normale LMS-GM4 run wordt voor een zichtjaar CARMOD in de zogenaamde “prognose-stand” gedraaid, waarbij een prognose wordt gemaakt van de zonale verdeling van het totale aantal auto's (dit totaal aantal auto's is een invoerparameter, zie §0). Omdat we in dit project een backcast doen, kunnen we er ook voor kiezen om de waargenomen zonale verdeling te gebruiken en CARMOD in de “basisjaar-stand” te draaien. Beide methodes hebben hun eigen voordelen:

#### Argumenten voor prognosejaar-stand

- CARMOD is onderdeel van het LMS en wordt voor standaardprognoses ook in de prognosejaar-stand gedraaid. Om een compleet beeld te krijgen van de werking van het LMS als geheel moet dat ook zo voor de backcast-jaren worden gedaan.

#### Argumenten voor basisjaar-stand

- Scheiden van effecten van de verschillende modules. Door in de basisjaar-stand te draaien voorkom je dat je niet weet aan welke module het nu ligt als je een bepaalde afwijking constateert in bijvoorbeeld SES-MDTOD. Ook voorkom je dat je een issue mist omdat CARMOD een afwijking de ene kant op heeft, en bijv. SES-MDTOD een afwijking de andere kant op en deze twee afwijkingen elkaar compenseren zodat het lijkt of alles goed gaat. Met een basisjaar-stand worden de analyses eenduidiger en de conclusies scherper.
- De toekomstjaar-stand van CARMOD vereist invoer over het maximum aantal parkeervergunningen per huishouden per zone. Dit is een nieuw invoerbestand dat nog niet in GM3 bestond. Voor de backcast-jaren is dit bestand niet beschikbaar en het is wegens gebrek aan informatie niet mogelijk om dit historisch nog goed te bepalen. De enige mogelijkheid lijkt om voor de backcastjaren hetzelfde invoerbestand als voor het basisjaar te gebruiken. Deze vertroebeling van de resultaten en de conclusies voorkom je door in de basisjaarstand te draaien.
- CARMOD zal naar alle waarschijnlijkheid bij GM5 opnieuw ontwikkeld gaan worden om de koppeling met het nieuwe autoparkmodel SPARK mogelijk te maken. SPARK zal reeds op een veel gedetailleerder niveau prognoses over het autobezit doen dan DYNAMO. Conclusies en aanbevelingen over de werking van de huidige versie van CARMOD zijn daarom straks niet direct toepasbaar.
- Consistentie met de vorige backcast (destijds is CARMOD altijd in basisjaar-stand gedraaid)

Besloten is om de CARMOD in toekomstjaar-stand te draaien.

Het is uiteraard mogelijk om in Fase 4 van het backcastproject te beslissen dat er een verdiepende analyse wordt gedaan naar het effect van het draaien van CARMOD in de basisjaar- of prognosejaar-stand, bijvoorbeeld door een bepaalde runs te herhalen in de andere stand.

### Aantal auto's

Het aantal auto's voor 2018 is afkomstig van RP2021, de cijfers van 2004, 2010 en 2014 komen in eerste instantie uit het instellingendocument van de vorige backcast. Deze cijfers zijn overgenomen uit respectievelijk de Basisprognoses 2013, de Proeftuin-fase van LMS-Integraal en de Basisprognoses 2017. Deze cijfers zijn in de bovenste rijen van de volgende tabel te vinden.

Vervolgens zijn het totaal aantal auto's van CBS Statline ernaast gezet om deze ter vergelijken met de Dynamo cijfers. We zien kleine verschillen tussen deze cijfers. De 2018 run hebben we niet aangepast, aangezien dit een officieel RP2021 resultaat is. Daarom zijn eerst de CBS Statline cijfers aangepast om aan te sluiten bij het niveau van 2018. Met deze correctiefactor zijn de aantallen huishoudens en het totaal aantal auto's geschaald om uit de komen op de CBS Statline cijfers na 2018 schaling.

Autobezit - aantal huishoudens met	2004	2010	2014	2018
1 auto	3.905.530	3.849.492	4.163.727	4.214.127

<b>2 auto's</b>	1.320.569	1.649.764	1.437.991	1.599.590
<b>3+ auto's</b>	154.173	180.588	247.431	284.161
<b>Totaal aantal auto's o.b.v. Dynamo</b>	7.009.187	7.690.785	7.979.099	8.530.452
<b>CBS Statline</b>	6.908.890	7.622.353	7.932.290	8.373.244
<b>CBS Statline geschaald naar niveau 2018</b>	7.038.605	7.765.463	8.081.219	8.530.452
<b>Schalingsfactor</b>	1,004197	1,009710	1,012798	1,000000
<b>1 auto na correctie</b>	3.921.922	3.886.871	4.217.016	4.214.127
<b>2 auto's na correctie</b>	1.326.111	1.665.783	1.456.395	1.599.590
<b>3+ auto's na correctie</b>	154.820	182.342	250.598	284.161
<b>Totaal aantal auto's na correctie</b>	7.038.605	7.765.463	8.081.219	8.530.452

Echter, het verloop van deze indices lijkt niet erg plausibel. Daarom is geprobeerd deze reeks uit andere bronnen af te leiden.

We hebben eerst geprobeerd om het aantal huishoudens per autobezitsniveau af te leiden uit MON/OViN/ODiN, na correctie voor de methodesprongen en na het smoothen van de tijdreeks (om te corrigeren voor steekproefruis). De resulterende reeksen voor de ontwikkeling van het aantal huishoudens met 1/2/3+ auto's hebben we gebruikt om te kijken welke ontwikkeling van het totaal aantal auto's hierbij hoort (door aan te nemen dat een huishouden met 3+ auto's gemiddeld 3,3 auto's heeft). Helaas bleek dat op deze manier het aantal auto's tussen 2004 en 2018 veel minder snel stijgt dan in werkelijkheid is waargenomen. Dus deze methode lijkt niet bruikbaar.

Vervolgens hebben we geprobeerd om de CBS-Statline gegevens (beschikbaar voor periode 2010-2015) te extrapoleren naar 2004-2018. Ook hiervoor hebben we de controle gedaan op de ontwikkeling van het totaal aantal auto's en ook dit pakte niet goed uit.

WVL heeft een analyse uitgevoerd op de bronbestanden van Dynamo voor de verschillende basisjaren van dit model. Dit gaf een meer geleidelijke ontwikkeling van het aantal huishoudens per autobezitscategorie dan in de tabel hierboven staat en de controle op de ontwikkeling van het totaal aantal auto's was plausibel.

Daarom zijn de Dynamo-bronbestanden gebruikt voor de bepaling van de invoer (inclusief een kleine correctie om ervoor te zorgen dat de ontwikkeling van het totaal aantal auto's in Nederland exact overeenkomt met de waargenomen ontwikkeling). Dit resulteert in de volgende aantallen en indices:

<b>Autobezit - aantal huishoudens met</b>	<b>2004</b>	<b>2010</b>	<b>2014</b>	<b>2018</b>
<b>1 auto</b>	3.865.531	3.832.277	4.076.435	4.214.127
<b>2 auto's</b>	1.172.837	1.468.554	1.491.138	1.599.590
<b>3+ auto's</b>	206.709	252.536	258.665	284.161
<b>1 auto (index, 2018 = 100)</b>	91.7	90.9	96.7	100.0
<b>2 auto's (index, 2018 = 100)</b>	73.3	91.8	93.2	100.0
<b>3+ auto's (index, 2018 = 100)</b>	72.7	88.9	91.0	100.0

## Autokosten

De volgende tabel geeft de indexcijfers voor de autokosten die in de vorige backcast met GM3 zijn gebruikt.

Beleidsinstellingen	2004	2010	2014
Index vaste autokosten	107,6	107,6	100,0
Index Brandstofkosten per km	86,2	96,9	100,0
Index Brandstofkosten vracht per km	80,3	92,7	100,0
Index overige variabele autokosten	100,0	100,0	100,0

Deze indicex zijn destijds bepaald op basis van gegevens van PBL, waarbij aangesloten werd bij de brandstofkosten die ten grondslag lagen aan Dynamo en aansloten bij de berekeningen voor de NEV.

PBL leverde gegevens voor de 3 zichtjaren (2004/2010/2014) over:

- de gemiddelde brandstofefficiency van auto's in kilometers per liter brandstof (apart voor benzine, diesel, LPG)
- de gemiddelde pompprijs per liter brandstof (gemiddeld over een jaar)

Deze gegevens zijn afkomstig van verschillende projecten van PBL (Emissieregistratie, NEV, Dynamo). Vervolgens zijn per brandstofsoort de kosten per kilometer berekend, en zijn deze vervolgens gewogen met het aantal gereden kilometers in Nederland per brandstofsoort.

Er spelen hier twee issues voor het nieuwe backcast-project:

- Deze indices moeten worden omgezet naar prijspeil 2018=100
- Inhoudelijk zijn de indices aangepast.

Voor de ontwikkeling tussen 2014 en 2018 gebruiken we als bron een Dynamo tijdreeks (afkomstig van het PBL voor het RP2021 project) die loopt van 2012 tot en met 2050. De 2014 indices uit onderstaande tabel zijn rechtstreeks afkomstig uit die tijdreeks.

Om de cijfers voor 2004 en 2010 af te leiden zijn de indices uit de vorige backcast gebruikt. De indices voor 2014 zijn met behulp van indices uit de vorige backcast (met 2014=100) omgezet naar 2004 en 2010 indices. Hierbij moet worden opgemerkt dat elk van de GM3 indices uit de vorige backcast inhoudelijk licht afwijken van de GM4 indices. Er is alleen één afwijking: in de Dynamo-bronbestanden voor de verschillende basisjaren kon ook informatie gevonden over de ontwikkeling van de vaste autokosten. Voor de jaren 2010 en 2014 kwamen deze exact overeen met die uit het de vorige backcast. Echter, voor 2004 is een andere waarde gevonden. In de vorige backcast was de index voor 2004 gelijk gezet aan die van 2008, maar de waardes voor 2004 en 2008 uit de Dynamo-bronbestanden zijn wel verschillend (op een plausibele manier). Daarom is dit voor de invoer van de nieuwe backcast gecorrigeerd.

In onderstaande tabel staan de parameters weergegeven zoals ze in GM4 dienen te worden ingevoerd.

Kostenindex 2018=100	2004	2010	2014	2018
Vaste autokosten (incl AFT's)	115,8	107,2	99,6	100
Brandstofkosten/km auto	96,3	108,3	111,8	100
ROB-kosten/km auto	99,3	99,3	99,3	100

Vervolgens is er nog een extra controle uitgevoerd voor de brandstofkosten per kilometer: op basis van de bronbestanden van de diverse Dynamo-basisjaren kon ook een index-serie afgeleid worden voor de hele periode 2004-2018 (in aanvulling op de periode 2014-2018 die hierboven al genoemd is). De volgende tabel toont zowel de invoer voor de backcast als de Dynamo index-serie. Het is duidelijk dat het verschil beperkt is en verklaarbaar aangezien in de analyse van de Dynamo bronbestanden een kleine correctie nodig was om de verschillende basisjaren van Dynamo aan elkaar te krijgen. Dit is een extra

bevestiging dat de eerder afgeleide invoer voor de ontwikkeling voor de brandstofkosten per kilometer plausibel is.

	2004	2010	2014	2018
Index Brandstofkosten per km, uit vorige tabel	96,3	108,3	111,8	100,0
Index Brandstofkosten per km, Dynamo index-serie	94,7	109,6	111,8	100,0

## Kosten vracht- en bestelverkeer

In GM3 waren de kosten voor vracht- en bestelverkeer niet uitgesplitst naar de vier categorieën uit de tabel hieronder. De bestelauto's uit de L1 klasse waren in GM3 een onderdeel van het personenverkeer en de overige drie categorieën (bestel L2 en vracht L2 en L3) vormden samen het vrachtverkeer. Om tot de indices voor de vracht- en bestelkosten te komen zijn diverse bronnen gebruikt.

Ten eerste is aangenomen dat de overige variabele km-kosten reëel constant blijven. Alleen de brandstofkosten zijn dus variabel. De Dynamo tijdreeks (genoemd in §0) bevat ook kosten per brandstoftype (benzine, diesel, LPG, etc). En uit eerdere studie voor PBL (MLT prognoses KEV 2019) heeft PBL voor bestelauto's en vrachtauto's een verdeling over de brandstoftypes geleverd.<sup>23</sup> Hieruit zijn indices voor 2014 voor bestel- en vrachtauto's afgeleid, dus zonder verschil tussen L1 en L2. Maar wordt er bij vracht rekening gehouden met een andere brandstoffenmix dan bij personen.

Daarna zijn met de brandstofindices uit de vorige backcast (destijds afgeleid door PBL) de indices voor 2004 en 2010 afgeleid. Hier zijn de kostenindices voor brandstofkosten personenverkeer voor bestelauto's L1 gebruikt en kostenindices brandstofkosten vrachtverkeer voor de overige categorieën. Dit resulteert in de kostenindices in onderstaande tabel.

Kostenindex 2018=100	2004	2010	2014	2018
KM-kostenindex bestel L1 (brandstofkosten)	95,9	107,8	111,3	100
KM-kostenindex bestel L2 (brandstofkosten + overige variabele km-kosten)	89,4	103,2	111,3	100
KM-kostenindex vracht L2 (brandstofkosten + overige variabele km-kosten)	89,3	103,1	111,2	100
KM-kostenindex vracht L3 (brandstofkosten + overige variabele km-kosten)	89,3	103,1	111,2	100

## Trendmatige toename thuiswerken

Deze instellingen worden conform de vorige backcast op 100 gezet.

Index 2018=100	2004	2010	2014	2018
Reisfrequenties woon-werk	100	100	100	100

## Geavanceerde scenario-instellingen

De geavanceerde scenario-instellingen kunnen worden gebruikt om de reistijden per modaliteit met parameters te kunnen beïnvloeden en staan default op 100.

Index 2018=100	2004	2010	2014	2014
Index IVT trein	100,0	100,0	100,0	100,0

<sup>23</sup> We hebben toestemming van PBL verkregen om de gegevens uit deze studie te gebruiken.

Index 2018=100	2004	2010	2014	2014
Index IVT BTM	100,0	100,0	100,0	100,0

## Internationaal personen verkeer

In de vorige Backcast zijn de volgende indices gebruikt. Deze zijn destijds overgenomen uit de Basisprognoses 2013 voor 2004, de Proeftuin-fase van LMS Integraal voor 2010 en de Basisprognoses 2017 voor 2014.

Scenario-instellingen	2004	2010	2014
Index grensoverschrijdend verkeer	81	95	100

In het RP2021 project is in het kader van de kalibratie van de basismatrices een prognoserun 2018 gemaakt met GM3 (en daarmee 2014 als basisjaar). Toen is een indexwaarde van 105,6 voor 2018 (2014=100) afgeleid door de grenscijfers uit de tellingen met elkaar te vergelijken. Deze indexwaarde is nu gebruikt om de indices uit de vorige backcast om te zetten naar indices met 2018=100, zie onderstaande tabel.

Index 2018=100	2004	2010	2014	2018
Groei internationaal personenverkeer	76,7	90,0	94,7	100

## Openbaar vervoer

Voor de bepaling van de OV-kostenontwikkeling kan gebruik gemaakt worden van CBS-prijsindices (zie box “CBS-cijfers” op volgende pagina voor details) of van de ontwikkeling van de gemiddelde kosten per gereisde kilometer zoals afgeleid kan worden uit de NS-jaarverslagen (zie box “NS-cijfers en vergelijking” voor details). Uit redenen van consistentie met eerdere KiM-onderzoeken is bij de vorige backcast gekozen voor het gebruik van CBS-prijsindices<sup>24</sup>, maar deze hebben als nadeel dat deze geen rekening houden met verschuivingen tussen kaartsoorten, waardoor de prijsontwikkeling die gebruikers ervaren beperkter zou kunnen zijn dan op grond van de CBS lijkt. Gezien het verschil tussen beide methodes (zie box “NS-cijfers en vergelijking”) lijkt er in de afgelopen 15 jaar een groot effect te zijn geweest van deze verschuivingen.

ProRail heeft de NS gevraagd welke methode volgens hen het beste gebruikt kan worden. Volgens de NS gaat de CBS index gaat over het ‘mandje’, waarin een aantal afgesproken kaartsoorten zit. Verschuiving tussen kaartsoorten worden daar niet in meegenomen. Ook zit een aantal kaartsoorten, zover de NS weet, niet in het mandje, zoals actiekaartjes. De NS stelt dat de opbrengst per km een betere inschatting van wat de reiziger betaalt, en daarmee een betere maat als reisgedrag voorspeld moet worden.

Op basis van deze informatie is besloten om voor deze backcast gebruik te maken van de NS-cijfers voor de ontwikkeling van de treinkosten.

Voor de BTM-kosten speelt hetzelfde probleem, alleen is er geen vergelijkbare NS-index beschikbaar. Om toch aan te blijven haken bij de methodiek die voor trein gebruikt wordt, is er voor gekozen om de CBS-index te gebruiken, maar deze enigszins te dempen (door de aanname dat een deel van het prijseffect gedempt wordt door verschuivingen tussen producten). Als dempingsfactor wordt 50%

<sup>24</sup> Bij het vorige backcastproject moest wel rekening gehouden worden met een prijsindex van 97,0 die al in de toenmalige LOS-bestanden van ProRail verwerkt zat. De LOS-bestanden die in dit project gebruikt worden gebruiken de tarieven van 2018, dus is er geen aanvullende correctie nodig.

gebruikt. Zo is de ontwikkeling wel op onderzoek van CBS gebaseerd, maar is er wel rekening gehouden met dezelfde mechanismen als die in de trein waargenomen zijn.

## CBS-cijfers

CBS-prijsindices kunnen worden gebruikt als proxy voor de ontwikkeling van de trein- en BTM-kosten. De volgende tabel geeft deze prijsindices voor de relevante jaren zoals ze gevonden kunnen worden op StatLine. Voor de berekening van de prijsindex BTM is een verhouding tram/metro en bus van 4 : 6 gebruikt. Deze factor is ook in de vorige backcast gebruikt en destijds plausibel bevonden. Er is geen reden om nu een andere verhouding te veronderstellen.

		CPI 000000 Alle bestedingen (= inflatie)	CPI 073110 Personenverv. per trein	CPI 073120 Personenverv. per tram/metro	CPI 073210 Personenverv. per bus
Originele data (2015=100)	2004	83,48	73,97	64,97	70,72
	2010	91,59	89,43	80,64	83,45
	2014	99,4	98,49	97,95	97,08
	2018	103,44	103,39	102,52	104,02
			} <b>Personenvervoer per BTM</b>		
Bewerkte data (2018=100, gecorrigeerd voor inflatie)	2004		88,65	81,96	
	2010		97,69	89,90	
	2014		99,13	98,04	
	2018		100,00	100,00	

In het kader van het vorige backcastonderzoek is er contact geweest met het CBS over hoe hun prijsindices tot stand komen.

Voor de prijsindex “personenvervoer per trein” geldt:

- CBS stelt de tariefverandering oftewel de prijsindex voor een aantal NS producten vast.
- Van de NS krijgt het CBS weegfactoren voor de betreffende producten
- Op basis hiervan stellen ze een gewogen gemiddelde van de prijsindices van de individuele producten vast. Hieruit volgt de prijsindex voor deze productgroep.
- Aangezien NS ruim 90% van het marktaandeel personenvervoer per trein heeft, kijkt het CBS niet naar andere vervoerders (deze werkwijze is vergelijkbaar met andere productcategorieën: er wordt alleen gekeken naar producten met de grootste marktaandelen).
- De weegfactoren worden jaarlijks bijgewerkt

Het is belangrijk dat het CBS een gewogen gemiddelde van prijsindices van individuele producten bepalen. Dit is niet hetzelfde als de prijsindex van het gewogen gemiddelde van alle tarieven. Immers, een (relatieve) verschuiving tussen losse kaartjes en abonnementen zorgt voor een verandering van het gewogen gemiddelde van tarieven, maar hoeft niet een verandering op te leveren in het gewogen gemiddelde van de tariefveranderingen (bijv. als losse kaartjes en abonnementen met 1% stijgen, dan is het gewogen gemiddelde van de tariefverandering ook 1%, maar het gewogen gemiddelde van tarieven kan wel met een ander percentage veranderen). Dat betekent ook dat als bijv. de Kruidvatkaartjes populairder worden, dat dit wel leidt tot een gemiddeld lagere prijs per kilometer, maar dit niet tot uitdrukking komt in het CBS-prijsindexcijfer.

Voor de prijsindex “personenvervoer per tram/metro en per bus” geldt:

- Voor een (groot?) aantal concessies houdt het CBS bij wat de ontwikkeling is van het basistarief, het kilometertarief, prijs maandabonnement, prijs jaarabonnement
- Ook hier bepaalt het CBS jaarlijks weer weegfactoren voor (hetgeen een uitgebreide opgave is)
- Zo wordt wederom een gewogen gemiddelde van tariefveranderingen / prijsindices bepaald.
- Er is speciale aandacht geweest voor herzoneringen. Hiervoor is een zogenaamde kwaliteitscorrectie doorgevoerd.
- Verschil tussen prijsindex tram/metro en prijsindex bus hangt er ook mee samen dat de prijsontwikkeling in het streekvervoer anders is geweest dan in het stadsvervoer. Daar bovenop komt ook nog een effect van de herzoneringen, hetgeen voor bus en tram/metro anders doorwerkt.

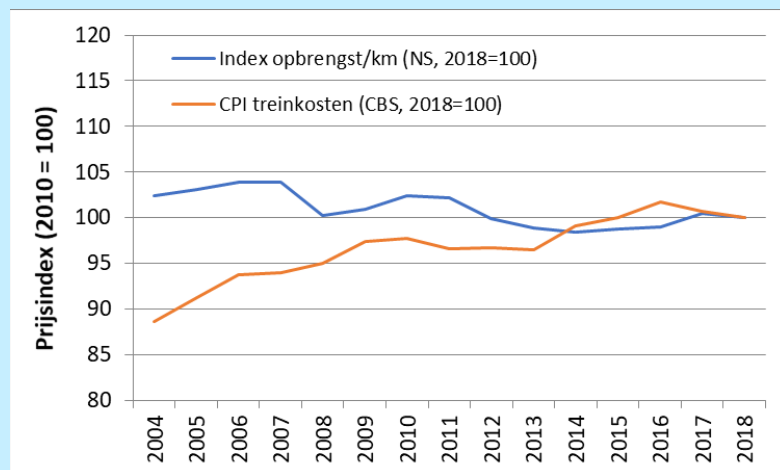
De CBS-cijfers zijn een bruikbare maat voor de prijsontwikkeling in trein en BTM. Ze bevatten een pure prijsverandering inclusief de effecten van de herzoneringen, en geen prijsveranderingen als gevolg van een andere mix van bijv. losse kaartjes en abonnementen. Echter, een verschuiving in de kaartsoortenmix kan er wel voor zorgen dat de consument effectief een andere prijs per kilometer gaat betalen. Een dergelijke verschuiving zit dus niet in de CBS-cijfers.

## NS-cijfers en vergelijking

In het NS-jaarverslag van 2011, 2012 en 2013 geeft de NS een historische tijdreeks (10 jaar) voor zowel de afgelegde reizigersreisafstand en de bijbehorende opbrengsten (inclusief kilometers en opbrengsten uit grootcontracten, zoals het studentenkaartcontract). Hieruit kan een ontwikkeling van de prijs per kilometer worden afgeleid over de periode 2004 - 2013. Voor de jaren erna hebben we de desbetreffende jaarverslagen nagezocht en daar steeds de relevante cijfers uit gehaald.

Index 2018=100	2004	2010	2014	2018
Gemiddelde opbrengst per kilometer	102,42	102,43	98,38	100,00

De volgende figuur toont zowel de kostenontwikkeling op basis van de CBS-cijfers als op basis van de NS-cijfers:



Uit deze figuur blijkt dat er een groot verschil zit tussen de prijsontwikkeling volgens het CBS en volgens de NS. Tussen 2004 en 2014 is de CBS prijsindex ca. 10 procentpunten harder gestegen dan inflatie, en zijn de opbrengsten per kilometer voor NS met ca. 4 procentpunten gedaald. In de periode tussen 2014 en 2018 zijn de verschillen kleiner.

De vraag is in hoeverre beide indicatoren met elkaar vergeleken mogen worden.

- De CBS-prijsindex gaat over wat consumenten daadwerkelijk betalen. Dit is inclusief BTW. De opbrengsten die NS in haar jaarverslag rapporteert zijn (waarschijnlijk) zonder BTW. Echter, het BTW-tarief voor treinkaartjes is in deze hele periode onveranderd gebleven, dus dat geeft geen verschil in de ontwikkeling van de indicatoren.
- De CBS-prijsindex gaat niet over de reizen die studenten maken, de NS-opbrengsten zijn inclusief de opbrengsten van het studentenkaartcontract met het Ministerie van OCW. De omvang van dit segment is substantieel (volgens het jaarverslag van de NS gaat het hier om ca. 25% van de totale reizigersopbrengsten). Echter, deze contractopbrengsten worden geregeld geïndexeerd. Elke drie jaar wordt bekeken of studenten substantieel meer of minder zijn gaan reizen met de trein en indien nodig wordt het contractbedrag bijgesteld. Dit betekent dat op een lange termijn de reële opbrengst per kilometer voor dit segment niet heel erg kan variëren. Het is dus niet plausibel dat dit het grote verschil tussen beide indicatoren kan verklaren.
- Aan de CBS-prijsindex kun je niet zien dat er verschuivingen zijn tussen de verschillen NS-kaartsoorten, bijvoorbeeld tussen reizen met en zonder abonnement, of tussen reizen in en buiten de spits, of de invoering van goedkope kaartsoorten zoals de Kruidvatkaartjes. Voor de reizigers is dit wel een reële prijsverandering en dit zit dus ook in de gemiddelde opbrengst per kilometer die NS rapporteert.

Voor de ontwikkeling van de OV-kosten zullen in dit project de volgende indices worden gebruikt:

Index 2018=100	2004	2010	2014	2018
Trein tarieven woon-werk	102,42	102,43	98,38	100,00
Trein tarieven overig	102,42	102,43	98,38	100,00
BTM tarieven	90,98	94,95	99,02	100,00

## MaaS

Deze instellingen worden allemaal gelijk gehouden aan default instellingen.

	2004	2010	2014	2018
<b>Kosten deelfiets (OV-fiets)</b>	3,95	3,95	3,95	3,95
<b>Km-kosten deelauto</b>	0	0	0	0
<b>Km-kosten deelauto MaaS</b>	0	0	0	0
<b>Index vaste kosten deelauto</b>	100	100	100	100
<b>Index vaste kosten deelauto MaaS</b>	100	100	100	100
<b>Kosten deelfiets MaaS</b>	0	0	0	0
<b>Km-kosten ride sourcing</b>	0	0	0	0
<b>Comfortfactor ride sourcing</b>	1	1	1	1
<b>Carpooling passagier bonus</b>	0	0	0	0

## Prijsbeleid

De verschillende tolpassages en kilometerheffingen zijn uitgesplitst naar tien linkgroepen, namelijk:

1. Westerscheldetunnel
2. Liefkenshoektunnel
3. Kiltunnel
4. Blankenburgtunnel
5. Verlengde A15
6. Vlaanderen en autosnelweg Brussel
7. Overig Brussel
8. Wallonië
9. Duitsland
10. Heffingsnetwerk Vrachtwagenheffing Nederland

Voor de passages (1 t/m 5) zijn de toltarieven op dezelfde manier als in de vorige Backcast ingevoerd, behalve dat het prijspeil nu 2018 is.

Wat betreft de vrachtwagenheffingen, in geen van deze jaren was er vrachtwagenheffing in Nederland van toepassing. De vrachtwagenheffing in Duitsland (MAUT) is in 2005 ingevoerd en in België in 2016. Op basis daarvan zijn prijsbeleidinstellingen voor de oudere jaren ingevuld.



**2004**

Linkgroep	Type invoer	Vracht L3	Vracht L2	Bestel L2	Bestel L1	Werk	Zakelijk	Overig
1	Passage	18,34	12,57	3,83	3,83	2,85	3,83	3,83
2	Passage	15,66	15,66	4,57	4,57	3,56	4,57	4,57
3	Passage	4,18	4,18	1,65	1,65	1,45	1,65	1,65
4	Passage	0	0	0	0	0	0	0
5	Passage	0	0	0	0	0	0	0
6	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
7	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
8	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
9	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
10	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0

**2010/2014**

Linkgroep	Type invoer	Vracht L3	Vracht L2	Bestel L2	Bestel L1	Werk	Zakelijk	Overig
1	Passage	18,34	12,57	3,83	3,83	2,85	3,83	3,83
2	Passage	15,66	15,66	4,57	4,57	3,56	4,57	4,57
3	Passage	4,18	4,18	1,65	1,65	1,45	1,65	1,65
4	Passage	0	0	0	0	0	0	0
5	Passage	0	0	0	0	0	0	0
6	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
7	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
8	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0
9	KM heffing	0,145	0,112	0	0	0	0	0
10	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0

**2018**

Linkgroep	Type invoer	Vracht L3	Vracht L2	Bestel L2	Bestel L1	Werk	Zakelijk	Overig
1	Passage	18,34	12,57	3,83	3,83	2,85	3,83	3,83
2	Passage	15,66	15,66	4,57	4,57	3,56	4,57	4,57
3	Passage	4,18	4,18	1,65	1,65	1,45	1,65	1,65
4	Passage	0	0	0	0	0	0	0
5	Passage	0	0	0	0	0	0	0
6	KM heffing	0,137	0,135	0	0	0	0	0
7	KM heffing	0,217	0,205	0	0	0	0	0
8	KM heffing	0,134	0,133	0	0	0	0	0
9	KM heffing	0,145	0,112	0	0	0	0	0
10	KM heffing	0	0	0	0	0	0	0

## Overige maatregelen en instellingen

Het gaat hier om fiscaal beleid: Dit wordt ingevoerd door bestanden met vergoedingskosten per afstandsklasse (reis) voor woon-werk en woon-zakelijk in euro/km. De volgende instellingen worden gebruikt om het vergoedings en belasting beleid op werkgeverskosten te modeleren.

Parameters of modelinstellingen	Type invoer	Waarde
Percentage vergoeding woon-werkverkeer OV	%	100
Vergoeding woon-werk verkeer auto belast	aan / uit	uit
Vergoeding woon-werk verkeer OV belast	aan / uit	uit
Vergoeding zakelijk verkeer auto belast	aan / uit	uit
Vergoeding zakelijk verkeer OV belast	aan / uit	uit
Percentage invloed kosten belasting op werkgeversvergoeding auto	%	0
Percentage invloed kosten belasting werkgeversvergoeding trein	%	0
Percentage invloed kosten belasting werkgeversvergoeding BTM	%	0

## Invoerbestanden

### Algemene invoer –Werkgeversvergoedingen

Deze invoerbestanden zijn gelijk voor 2004, 2010, 2014 en 2018

Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
FUNDING1 .dat	3107	7-2-2014	Woon-werk
FUNDING2 .dat	3107	7-2-2014	Zakelijk

### Algemene invoer –Treinbestanden

Voor 2018 kunnen de treinbestanden uit RP2021 worden overgenomen. Voor de backcastjaren zijn bestanden van ProRail ontvangen. Maar voordat deze treinbestanden helemaal gereed kunnen worden gemaakt, moet eerst een keuze worden gemaakt of deze level-of-servicebestanden (LOS) wel of niet motief-specifiek moeten worden gemaakt.

Argumenten voor motief-specifiek

- Dit is een betere representatie van de situatie in het verleden, en consistent met het basisjaar. Daardoor zullen we groeicijfers beter bepaald kunnen worden.

Argumenten voor niet-motief-specifiek

- In standaardprognoses wordt de trein-LOS voor het toekomstjaar altijd niet-motief-specifiek ingevoerd. Om een compleet beeld te krijgen van de werking van het LMS als geheel moet dat ook zo voor de backcast-jaren worden gedaan.

Wel of niet motief-specifiek maakt vooral uit voor de keuze voor de hogesnelheidslijn, dus voor een beperkte deel van het netwerk. Ook speelt het niet voor alle jaren (in 2004 was deze lijn nog niet actief).

Er is besloten om de trein-LOS niet-motief-specifiek af te leiden.

De 2018 bestanden zijn overgenomen uit RP2021.

Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
	LOS_GRT_OSP_We.txt	17079570	6-2-2020	Motief werk – ochtendspits
	LOS_GRT_OSP_Za.txt	17079572	6-2-2020	Motief zakelijk – ochtendspits
	LOS_GRT_OSP_Ov.txt	17079445	6-2-2020	Motief overig – ochtendspits
	LOS_GRT_DAL_We.txt	17083999	6-2-2020	Motief werk – restdag
<b>2018</b>	LOS_GRT_DAL_Za.txt	17084292	6-2-2020	Motief zakelijk – restdag
	LOS_GRT_DAL_Ov.txt	17083922	6-2-2020	Motief overig – restdag
	LOS_GRT_ASP_We.txt	17079494	6-2-2020	Motief werk – avondspits
	LOS_GRT_ASP_Za.txt	17079775	6-2-2020	Motief zakelijk – avondspits
	LOS_GRT_ASP_Ov.txt	17079428	6-2-2020	Motief overig – avondspits
	LOS_GRT_OSP_2014.txt	17599596	17-9-2021	-
<b>2014</b>	LOS_GRT_DAL_2014.txt	17609081	10-9-2021	-
	LOS_GRT_ASP_2014.txt	17600175	10-9-2021	-
	LOS_GRT_OSP_2010.txt	15428652	10-9-2021	-
<b>2010</b>	LOS_GRT_DAL_2010.txt	15425640	10-9-2021	-
	LOS_GRT_ASP_2010.txt	15430290	10-9-2021	-
	LOS_GRT_OSP_2004.txt	14174695	31-8-2021	-
<b>2004</b>	LOS_GRT_DAL_2004.txt	14259922	31-8-2021	-
	LOS_GRT_ASP_2004.txt	14173055	31-8-2021	-

### Algemene invoer – Stationsdata

Het 2018 bestand overgenomen uit RP2021, de bestanden van de overige jaren zijn door ProRail aangeleverd en door Significance omgezet naar een .txt bestand.

Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
<b>2018</b>	stations2018.txt	21303	14-1-2021	-
<b>2014</b>	stations2014.txt	21306	3-9-2021	-
<b>2010</b>	stations2010.txt	29467	3-9-2021	-
<b>2004</b>	stations2004.txt	29552	3-9-2021	-

### Algemene invoer – Luchthaven data

Dit bestand AIR\_ACC bevat het aantal OD-reizigers per luchthaven, uitgesplitst naar motief (zakelijk en overig) en naar richting (originating / destinating, losjes vertaald komt dat neer op Nederlanders die de luchthaven als vertrekpunt van hun vliegtoger hebben, en buitenlanders die de luchthaven als bestemming van hun vliegtoger hebben). Deze bestanden kunnen in principe overgenomen worden uit RP2021 voor 2018 en uit de eerdere backcast voor de overige jaren.

Echter, uit een vergelijking met CBS Statline data zijn verschillen tevoorschijn gekomen in het totaal aantal passagiers, die vooral voor de kleine luchthavens procentueel groot lijken, maar voor de grotere luchthavens in absolute zin groter zijn (zie de tabel hieronder). Dit lijkt te komen omdat in het verleden

gebruik gemaakt is van de parameter “Passenger on board” uit de Eurostat-statistiek, terwijl CBS Statline overeenkomt met de parameter “Passenger carried” uit de Eurostat-statistiek. Bij de laatste parameter worden passagiers die bij een tussenlanding al in een vliegtuig zitten en na de stop nog steeds in dat vlieg zitten (i.e. de zogenaamde “transit”-reizigers) slechts éénmaal geteld, terwijl ze bij de eerste parameter tweemaal geteld worden. Voor het gebruik in het LMS is de laatste parameter relevanter en daarom gebruikt de nieuwste versie van AEOLUS ook die laatste parameter.

Teruggerekend naar aantal reizigers per dag gaat het om maximaal enkele tientallen per uur, maar desalniettemin is besloten om deze oudere bestanden te corrigeren.

Procentueel verschil AIR_ACC en CBS Statline	2004	2010	2014	2018
AMS	0,5%	0,3%	0,2%	0,0%
RTM	7,5%	6,8%	3,3%	0,0%
EIN	1,0%	0,3%	0,1%	0,0%
MST	27,5%	13,5%	11,6%	0,0%
GRQ	22,4%	32,9%	25,0%	0,0%

Daarnaast speelt nog de issue over de verhouding originating / destinating. Voor Schiphol is deze gebaseerd op Schiphol-enquetedata en is deze plausibel. Voor regionale luchthavens is deze modelmatig bepaald en deze lijkt niet optimaal: gemiddeld ca. 60-65% originating, terwijl ca. 80% verwacht wordt (hoewel daar nauwelijks harde cijfers voor beschikbaar zijn). Het AEOLUS-model wordt mogelijk op dit punt aangepast, maar de discussie hierover loopt nog. Omdat hier nog geen definitief besluit over genomen is, wordt de AIR\_ACC-bestanden op dit punt niet aangepast. Overigens is het effect hiervan op de prognoses zeer beperkt. Immers, het totaal aantal reizigers wijzigt niet, alleen de verhouding tussen originating en destinating. Deze twee type reizigers hebben elke een iets andere vervoerwijzekeuze. Maar op het totaal aantal verplaatsingen in de zones rondom de regionale luchthavens is dit slechts een heel beperkt effect.

Het 2018-bestand is overgenomen uit RP2021.

Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
2018	AIR____2018.dat	466	28-10-2020	
2014	AIR____14_new2.txt	437	17-9-2021	-
2010	AIR____10_new2.txt	431	17-9-2021	-
2004	AIR____04_new2.txt	429	17-9-2021	-

### Algemene invoer – E-bike fracties

Dit is een nieuw invoerbestand dat nog niet in GM3 bestond. Het bevat percentages van de bevolking dat een e-bike bezit uitgesplitst naar leeftijdsklasse, geslacht en drie stedelijkheidsklassen (geaggregeerd naar landelijk niveau).

Het 2018 bestand is overgenomen uit RP2021

Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
EBK____2018.dat	299	14-8-2020	

Voor 2014, 2010 en 2004 is op basis van bestaande statistieken een eenvoudige inschatting gemaakt van percentage van de bevolking dat een e-bike bezit. Hierbij is geen onderscheid gemaakt naar leeftijdsklasse, geslacht en stedelijkheidsgraad.

- Stap 1 – Voor de jaren 2004 t/m 2018 is het cumulatieve aantal verkochte e-bikes bepaald o.b.v. de verkoopcijfers van BOVAG/RAI Vereniging. Er is aangenomen dat er vóór 2004 geen e-bikes zijn verkocht. Tot aan 2018 zijn er 2,66 miljoen e-bikes verkocht in Nederland.
- Stap 2 – Uit OViN is afgeleid dat in 2018 (feitelijk 2017) het aandeel personen met een e-bike 11,89% bedraagt. Gezien de bevolkingsomvang betekent dit dat er 2,04 miljoen e-bikes in gebruik zijn.
- Stap 3 – Op basis van bovenstaande cijfers bedraagt het aandeel verkochte e-bikes dat nog in gebruik is in 2018 ongeveer 77%. Er is aangenomen dat dit in 2004 nog 100% bedroeg omdat de verkoop net gestart was. Voor de tussenliggende jaren is geïnterpoleerd. Voor 2010 komt dit uit op 90% en voor 2014 op 83,4%.
- Stap 4 – Voor 2004, 2010 en 2014 is het berekende aandeel verkochte e-bikes nog in gebruik vermenigvuldigd met het cumulatieve aantal verkochte e-bikes. Dit geeft het aantal e-bikes in gebruik. Door te delen door de bevolkingsomvang wordt het aandeel personen met een e-bike verkregen.

Op basis hiervan zijn index-cijfers afgeleid t.o.v. 2018. Deze zijn toegepast op de fracties e-bike bezit in 2018. Dit is een uniforme schaling zonder onderscheid naar leeftijdsklasse, geslacht en stedelijkheidsgraad. Deze afleiding is samengevat in onderstaande tabel.

Jaar	Bevolking	# verkochte e-bikes (cumul.)	% e-bikes nog in gebruik	# e-bikes in gebruik	% personen met e-bike	Index t.o.v. 2018
2004	16.260.000	22.000	100,0%	22.000	0,14%	1,1
2010	16.580.000	642.000	90,0%	577.910	3,49%	29,3
2014	16.,830.000	1.413.000	83,4%	1.177.905	7,00%	58,9
2018	17.180.000	2.663.000	76,7%	2.042.702	11,89%	100,0

Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
2014	EBK____2014.dat	301	02-09-2021	
2010	EBK____2010.dat	301	02-09-2021	
2004	EBK____2004.dat	301	02-09-2021	

### Model-specifieke invoer – Zonale data

Als eerste is er een vergelijking gemaakt tussen de variabelen die zijn meegenomen in het SEG 2018 bestand uit RP2021 en de SEG bestanden uit de vorige backcast van 2004, 2010 en 2014 en volgende variabelen zijn sinds GM4 aan de SEG toegevoegd:

- Vestiging
- Distributi
- Opp\_termi

Dit zijn alle variabelen die gerelateerd zijn aan vracht. En aangezien deze variabelen zijn niet gemakkelijk voor het verleden te achterhalen, stellen we voor om deze variabelen voor alle jaren gelijk te houden aan de waarden van 2018.

De sociaal-economische gegevens voor het jaar 2014 werden rechtstreeks overgenomen uit de BP2017, die van 2010 uit de Proeftuinfase van het project LMS Integraal overgenomen. Voor 2004 zijn de SEG

uit BP2013 als basis gebruikt, waarna ze zijn omgezet met behulp van Statline data naar de structuur van de SEG bestanden van GM3.

We hebben voor de belangrijkste variabelen in onderstaande tabel een vergelijking gemaakt van de totalen (of een gewogen gemiddelde in het geval van het gemiddelde inkomen, na correctie voor inflatie) voor de verschillende SEG bestanden. Links de index op basis van CBS Statline en rechts de index op basis van de SEG (met 2018=100) voor de waardes binnen Nederland. De verschillen zijn klein. Het grootste verschil wordt gevonden bij het totaal aantal banen, maar dat kan verklaard worden door een verschil in definitie tussen Statline en SEG.

NL	index statline (2018=100)				index SEG (2018=100)			
	INWONERS	HUISH	BANENTOT	INK_GEM (gem)	INWONERS	HUISH	BANENTOT	INK_GEM (gem)
<b>2004</b>	94,6	89,7	83,8	84,6	94,1	89,0	81,1	84,2
<b>2010</b>	96,5	94,0	91,3	88,2	96,3	94,5	93,1	87,9
<b>2014</b>	98,0	96,6	92,1	85,7	97,8	96,7	91,8	85,4
<b>2018</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Daarom worden de drie missende kolommen aan de 2004, 2010 en 2014 bestanden toegevoegd en zouden de overige SEG variabelen in eerste instantie gelijk gehouden worden aan de vorige backcast. Echter, de inkomensgroei van bijna 15 indexpunten tussen 2014 en 2018 was reden voor nader onderzoek. Uit detailanalyse van de CBS-data (zie box "Inkomensontwikkeling" op de volgende pagina) bleek dat de verschillende inkomenspunten uit de tabel hierboven uit verschillende tijdseries kwamen die niet goed op elkaar aansloten. Daarom is besloten de inkomens aan te passen zodanig dat de inkomensontwikkeling overeenkomt met de volgende indices:

Index 2018=100	2004	2010	2014	2018
<b>Inkomensontwikkeling</b>	94,378	98,352	95,494	100,000

Het 2018 bestand is overgenomen uit RP2021

Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum
<b>2018</b>	ZON_18_LMS_versie_23_nov_2020.dbf	955199	23-11-2020
<b>2014</b>	LMS14_versie_08_07_2016_GM4.dbf	801829	17-9-2021
<b>2010</b>	ZON__10_LMS_versie_07_07_2016_corrlft_ink_GM4.dbf	631244	17-9-2021
<b>2004</b>	LMS_2004_GM3formaat_corrlft_ink_GM4.dbf	2343354	17-9-2021

## Inkomensontwikkeling

Het CBS heeft twee relevante tijdseries gepubliceerd over de ontwikkeling van het besteedbaar inkomen van huishoudens:

1. “Gemiddeld inkomen particuliere huishoudens, kenmerken” over de periode 2000-2014
2. “Inkomen van huishoudens, inkomensklassen, huishoudkenmerken” over de periode 2011-2019

In de toelichting bij de tweede tijdserie staat “Voor de periode 1990-2000 en 2000-2014 zijn soortgelijke gegevens beschikbaar. Wegens verschillen in de wijze van samenstelling zijn deze niet geheel vergelijkbaar met uitkomsten van latere jaren”.

De volgende tabel toont de geobserveerde gemiddelde besteedbare inkomens van huishoudens volgens deze tabellen, en consumentenprijsindex (CPI). De gecombineerde reeks is ontstaan door de inkomens van de eerste reeks te corrigeren met de gemiddelde ratio tussen de twee reeksen over de overlappende periode (2011-2014), en een kleine verschuiving om ervoor te zorgen dat de reeksen continu op elkaar aansluiten.

Merk op dat de economische crisis tussen de periode 2008-2013 zorgt voor een terugval van ca. 9 indexpunten, die in de jaren daarna weer worden ingelopen. Merk ook dat de gemiddelde huishoudgrootte in de periode 2004-2018 is gedaald met 6% van 2.31 naar 2.19.

	Reeks1	Reeks2	Gecombineerde reeks	CPI	Gecombineerde reeks na inflatie correctie	Index (2018 = 100)
2000	25.3		28.28257	75.06	38.97614	91.709
2001	27.5		30.71333	78.17	40.64202	95.628
2002	28.3		31.59724	80.74	40.48078	95.249
2003	28.3		31.59724	82.43	39.65084	93.296
2004	29.0		32.37066	83.48	40.11046	94.378
2005	29.4		32.81262	84.88	39.98748	94.088
2006	30.6		34.13849	85.82	41.14758	96.818
2007	32.6		36.34827	87.20	43.11771	101.453
2008	33.1		36.90071	89.37	42.71019	100.495
2009	33.3		37.12169	90.44	42.45762	99.900
2010	33.2		37.0112	91.59	41.79974	98.352
2011	33.3	36.6	37.12169	93.73	40.96733	96.394
2012	33.3	36.8	37.12169	96.04	39.98196	94.075
2013	33.6	37.0	37.45315	98.44	39.35549	92.601
2014	35.0	39.0	39.0	99.40	40.58511	95.494
2015		38.6	38.6	100.00	39.92784	93.948
2016		40.2	40.2	100.32	41.45024	97.530
2017		41.6	41.6	101.70	42.31174	99.557
2018		42.5	42.5	103.44	42.5	100.000

### Model-specifieke invoer – Autonetwerk

In de vorige backcast zijn autonetwerken opgesteld voor de jaren 2004, 2010 en 2014. Er zijn echter een aantal verschillen tussen GM4 en GM3 met betrekking tot de autonetwerken:

#### 1. Fijnere kruispuntmodellering

In de autonetwerken voor GM4 zijn een groot aantal kruisingen bij aansluitingen van het HWN op het OWN opengeplooid. Dat wil zeggen dat de afslagen en opstelstroken met grotere nauwkeurigheid zijn opgenomen dan in de netwerken die bij de vorige backcast zijn gebruikt. Het is zeer arbeidsintensief om dit detailniveau ook toe te voegen aan de oude netwerken. Daarom zullen de oude netwerken zonder kruispuntmodellering worden gebruikt. In de offerte is toegelicht dat dit maar een zeer beperkte invloed heeft op het toedeelresultaat. Bij de interpretatie van de resultaten zal hier wel rekening mee worden gehouden.

#### 2. Weefvakmodellering op autowegen

In QBLOK4 wordt behalve op autosnelwegen ook weefvakmodellering op autowegen toegepast. Hiervoor is in de invoer (de linkbestandjes per dagdeel) een extra variabele opgenomen. Door de

oude netwerkbestanden door het nieuwe NETCONV te halen, wordt deze variabele ook toegevoegd aan de QBLOK-invoer voor 2004, 2010 en 2014. Hiermee kan de weefvakmodellering op autowegen ook voor de prognosejaren meegenomen worden.

### 3. Uitbreiding wegsoorten

Naast de wegsoorten 6 t/m 8 voor linksaf-, rechtdoor- en rechtsafverbindingen in de opengeplooid kruispunten zijn ook de wegsoorten 4 (rangeerbanen) en 5 (weg met vertragende elementen) aan het autonetwerk voor 2018 toegevoegd. Het handboek autonetwerken geeft aan dat wegvakken met de volgende eigenschappen wegsoort 5 krijgen: linktype = 3 of 4, geb\_code = 1, afstand < 1500 en wegsoort (voor aanpassing) = 0. Deze rekenregel kan ook toegepast worden voor de netwerken van 2004, 2010 en 2014. Wegsoort 4 is een afsplitsing van wegsoort 2. in het handboek ontbreekt echter een duidelijke definitie. Daarnaast blijkt het voor de modellering niet uit te maken of een link wegtype 2 of 4 heeft. Daarom is er besloten dat het niet nodig is in de oudere netwerken linktype 4 af te splitsen.

Op basis hiervan is daarom de volgende procedure gevolgd. De netwerken zoals gebruikt in de vorige backcast zijn door het nieuwe NETCONV gehaald. Hierdoor was het mogelijk weefvakmodellering op autowegen toe te passen. Vervolgens is aan de linkbestandjes die invoer zijn voor QBLOK handmatig wegsoort 5 (en afhankelijk van bovenstaand uitzoekpunt wegsoort 4) toegevoegd. Het toevoegen van wegsoort 5 is gebeurd op basis van de hierboven genoemde rekenregel.

De 2018-bestanden zijn overgenomen uit RP2021. De autonetwerkbestanden bestaan uit LNK, NOD en FRM bestanden, ieder voor drie dagdelen.

Run	Bestandsnaam	Datum	Toelichting
2018	LNK/NOD/FRM	23-2-2021	
	Turnpenalties	17-12-2020	
	Shapefiles	23-2-2021	
2014	LNK/NOD/FRM	17-9-2021	
	Turnpenalties	22-12-2016	
	Shapefiles	23-2-2021	
2010	LNK/NOD/FRM	17-9-2021	
	Turnpenalties	15-1-2016	
	Shapefiles	23-2-2021	
2004	LNK/NOD/FRM	17-9-2021	
	Turnpenalties	7-2-2012	
	Shapefiles	23-2-2021	

### Model-specifieke invoer – ROV LOS hoofdtransport

Binnen BTM wordt in GM4 een onderscheid gemaakt tussen bus en tram/metro. Dat betekent dat alle BTM-netwerken (inclusief die voor het voor- en natransport van trein) level-of-service informatie bevatten voor busreizen en voor tram/metro-reizen (waarbij de bus wel gebruikt kan worden als voor-/natriansport van tram en metro). De oude GM3-netwerken kennen dit onderscheid niet en kunnen dus daarom niet in GM4 worden gebruikt.

In principe is het mogelijk om voor 2018 weer één level-of-service voor BTM af te leiden en dat als het bus-LOS te beschouwen en alle tram/metro-verbindingen op onmogelijk te zetten. Op deze manier zouden wel de oude GM3-netwerken gebruikt kunnen worden, maar dat lijkt geen acceptabele oplossing.



Dit levert een andere basisjaarrun op en een van de belangrijke verbeteringen in het nieuwe LMS wordt daarmee ongedaan gemaakt. Het lijkt daarom noodzakelijk om ook voor de 2004, 2010 en 2014 BTM-netwerken een uitsplitsing te maken tussen B en TM.

In de offerte schreven we dat dit op zich mogelijk is. Immers, in een voorstudie die we hebben uitgevoerd voor de ontwikkeling van het huidige LMS heeft Significance al iets dergelijks gedaan. Omdat de originele BTM-netwerken voor 2010 en 2014 beschikbaar zijn voor dit project, is het mogelijk om voor die jaren nieuwe B- en TM-level-of-servicefiles af te leiden. Voor 2004 kan dit niet. In de offerte hadden we voorgesteld om voor 2004 ook het 2010 netwerk te gebruiken (met mogelijk een kleine schaalfactor).

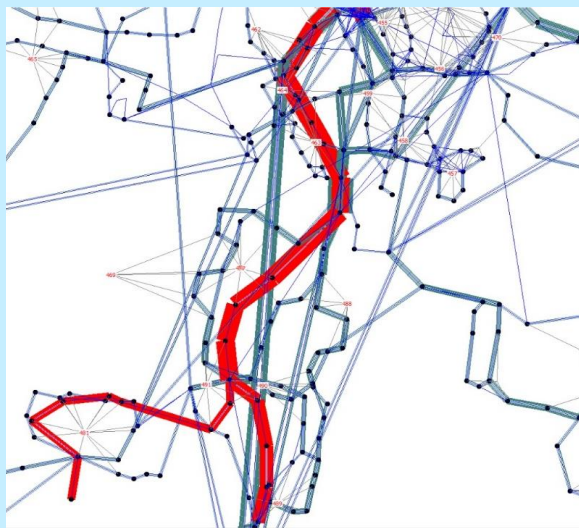
Echter, het is gebleken dat deze methodiek tot veel nieuwe problemen leidt, zie box voor een toelichting.

## Level-of-service voor B en TM

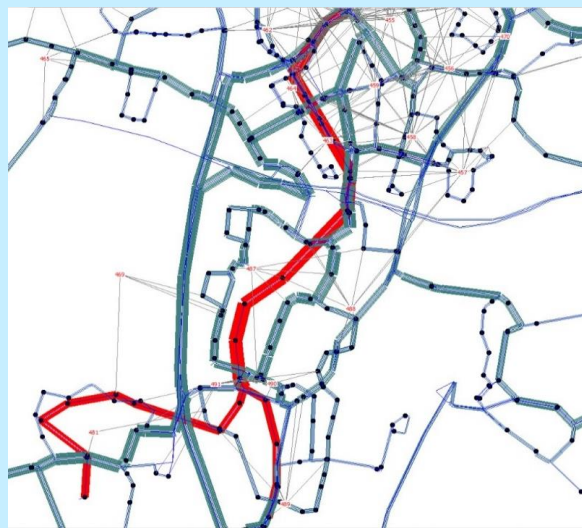
In dit project hebben we nieuwe B- en TM-level-of-servicefiles afgeleid van de originele BTM-netwerken. Voor 2014 hebben we het technisch werkend gekregen. In de eerste testruns zagen we zeer grote verschillen tussen de nieuwe 2014-LOS en de oude 2014-LOS, maar ook tussen de nieuwe 2014-LOS en de bestaande 2018-LOS. Het blijkt dat er grote verschillen zitten in de manier waarop het netwerk van 2018 is gebouwd en de manier waarop de netwerken van 2010 en 2014 zijn gebouwd. Een belangrijk verschil zit in de voedingslinks.

Hieronder staat als voorbeeld het BTM netwerk tussen Utrecht en Nieuwegein. De rode lijn is de sneltram, groen/blauw is het overige OV. De rode nummers zijn de LMS zones. Deze zijn met grijze dunne lijnen (voedingslinks) verbonden met haltes (zwarte punten).

**2014 BTM netwerk**



**2018 BTM netwerk**



Duidelijk is dat de voedingslinks in het 2014 GM3 netwerk vaak stervorming rond het zonecentrum zijn neergelegd (zie bijvoorbeeld zone 481), hierbij wordt een zone vaak meerdere malen op dezelfde OV lijn aangesloten. Daarnaast zijn de voedingslinks in het 2018 GM4 netwerk vaker aangesloten op haltes verder weg, aangezien daar regels zijn toegepast die langere aansluitingen naar HOV-haltes mogelijk maken.

Voorts vallen de lange buslinks in het 2014 netwerk op, er zijn nl. enige OV lijnen die meer schetsmatig zijn weergegeven. Het 2018 netwerk is immers op het GFTS lijnvoering gebaseerd, terwijl het 2014 netwerk meer handmatig is bepaald: het is een update van het 2010 netwerk.

Bij vergelijking van de beide netwerken valt ook op dat de coördinaten van zones en haltes van elkaar afwijken. Aangezien er vaak met lage snelheden wordt gerekend voor de voedingslinks (4 km/u voor lopen en 15 km/u voor fietsen) zal een verschil van bijvoorbeeld 200 m op een (hemelsbreed bepaalde) voedingslink al een verschil van 3 minuten looptijd opleveren.

Dit alles heeft grote impact op de reistijden. Reistijden van OV bestaan uit meerdere componenten. Deze geven we weer met verschillende variabelen zoals in de volgende tabel (allen in minuten). Er zijn overigens ook nog andere variabelen zoals afstanden, aantallen overstappen en reiskosten, maar voor de eenvoud van de vergelijking laten we die hier achterwege.

## Level-of-service voor B en TM (vervolg)

We kijken hier naar de LOS van zones 457 (Lunetten in Utrecht), 458 (Hoograven) en 459 (Rivierenwijk) naar zone 481 (Nieuwegein) en maken weer een vergelijking tussen

- de 2014-LOS voor BTM zoals gebruikt in GM3
- de gesplitste 2014-LOS (B / TM) zoals met ons script gemaakt op basis van het GM3 2014-BTM netwerk
- de gesplitste 2018-LOS (B / TM) uit RP2021 op basis van het GM4 2018-BTM netwerk

De vergelijking maken we voor de ochtendspits van beide jaren.

Naam	Uitleg
H	Herkomstzone
B	Bestemmingszone
TIMEIL	looptijd op de voedingslink van de herkomst
TIMEJL	looptijd op de voedingslink van de bestemming
TIMEB	tijd in de BUS
TIMETM	tijd in de TRAM en METRO
TIMEBTM	tijd in de BUS, TRAM en METRO
IWAIT	Initial wait time
TIMEOSTAP	totale tijd bij overstappen: wachten en lopen
TOTTIME	totaal van alle tijden

### Oorspronkelijke 2014-LOS voor BTM zoals gebruikt in GM3

		BTM					
H	B	TIMEIL	TIMEJL	TIMEBTM	IWAIT	TIMEOSTAP	TOTTIME
457	481	3,8	6,9	32,9	7	8,5	59,1
458	481	4,7	6,9	24,7	4,3	6,8	47,4
459	481	2,9	6,9	26,8	1,4	6,8	44,8

### Gesplitste 2014-LOS (B / TM) gemaakt op basis van het GM3 2014-BTM netwerk

		BUS						TRAM/METRO							
H	B	TIMEIL	TIMEJL	TIMEB	TIMETM	IWAIT	TIMEOSTAP	TOTTIME	TIMEIL	TIMEJL	TIMEB	TIMETM	IWAIT	TIMEOSTAP	TOTTIME
457	481	4,3	7,7	34	0	3,8	9,4	59,2	5,6	7,8	8	14,6	8,9	9,6	54,5
458	481	8	7,7	26,6	0	3,2	6,2	51,7	5,8	7,8	3,5	13,6	4,1	7,5	42,3
459	481	3,5	7,7	23,6	0	2,9	6,3	44	3,5	7,8	7,2	12,9	1,7	7,8	40,9

### Gesplitste 2018-LOS (B / TM) uit RP2021 op basis van het GM4 2018-BTM netwerk

		BUS						TRAM/METRO							
H	B	TIMEIL	TIMEJL	TIMEB	TIMETM	IWAIT	TIMEOSTAP	TOTTIME	TIMEIL	TIMEJL	TIMEB	TIMETM	IWAIT	TIMEOSTAP	TOTTIME
457	481	13,2	13,1	16	0	7,5	0	49,8	13,1	5,8	0	22	7,5	0	48,4
458	481	10,3	9,7	17,6	0	9,6	0	47,2	9,6	5,8	0	22	7,5	0	44,9
459	481	7,8	8	18,2	0	10,7	0	44,7	9,4	5,8	0	26	7,5	0	48,7

De BTM-tijden uit de oorspronkelijke 2014-LOS lijken nog wel enigszins op de Bus-tijden uit de gesplitste 2014-LOS, maar in alle gevallen zijn de TM-tijden dan sneller (soms zelfs veel sneller) en zullen die in domineren. Maar de verschillen tussen B en TM zijn in de nieuwe 2014-LOS veel groter (en soms tegengesteld) dan de verschillen in 2018. Dat zou te maken kunnen hebben met veranderingen in het netwerk en de netwerkstructuur, maar dat is niet erg waarschijnlijk.

Potentieel kan dit grote gevolgen hebben voor vervoerwijzeverdeling. Dus voordat we daaraan zouden beginnen, zouden we eerst bovengenoemde verschillen verder moeten uitdiepen: waar komen ze door, hoe vaak komt dit voor, wat zijn de gevolgen etc. Dit is lang proces met onzekere afloop, want mogelijk zijn deze problemen niet op te lossen.

Daarom is besloten om voor een pragmatische alternatieve oplossing te kiezen:

- Voor 2014 wordt de bestaande 2018-LOS gebruikt. Dat betekent dat we veronderstellen dat de kwaliteit van het OV tussen 2014 en 2018 niet is veranderd.
- Voor 2010 is de 2014-LOS (die dus gelijk is aan de 2018-LOS) gecorrigeerd met de verschillen tussen de oude GM3-LOS voor 2010 en 2014. Dat betekent dat de ontwikkeling van het BTM-netwerk tussen 2010 en 2014 wel meegenomen zal worden in de analyse, alleen zal deze ontwikkeling zowel op het B als op het TM-deel van de LOS moeten worden toegepast.
- Voor 2004 is de (hiervoor gemaakte) 2010-LOS gecorrigeerd met de verschillen tussen de oude GM3-LOS voor 2004 en 2010, wederom zowel op het B als op het TM-deel.

Deze methode is een praktische oplossing die ervoor zorgt dat er geen grote verschuivingen in de vervoerwijzekeuze kunnen ontstaan als gevolg van de methode-breuk bij het ontwikkelen van de BTM-netwerken. Nadeel is dat de BTM-netwerkontwikkeling tussen 2014 en 2018 niet kan worden meegenomen (waarbij inbegrepen de opening van de Noord-Zuidlijn). Een ander nadeel is dat de BTM-veranderingen tussen 2004, 2010 en 2014 op zowel bus als op tram-metro worden gezet, terwijl ze mogelijk maar voor één van de twee zouden gelden. Beide nadelen zijn niet te voorkomen, maar zijn te verkiezen boven de grote en problematische nadelen van de oorspronkelijk beoogde methode.

De 2018-bestanden zijn overgenomen uit RP2021.

Run	Bestandsnaam	Datum	Toelichting
2018	ROV Hoofdtransport	11-12-2020	(asp 12-12-2020)
	ROV Voortransport	11-12-2020	(asp 12-12-2020)
	ROV Natransport	11-12-2020	(asp 12-12-2020)
2014	ROV Hoofdtransport	11-12-2020	(asp 12-12-2020)
	ROV Voortransport	17-9-2021	
	ROV Natransport	17-9-2021	
2010	ROV Hoofdtransport	17-9-2021	
	ROV Voortransport	17-9-2021	
	ROV Natransport	17-9-2021	
2004	ROV Hoofdtransport	17-9-2021	
	ROV Voortransport	17-9-2021	
	ROV Natransport	17-9-2021	

### Model-specifieke invoer – Basismatrices

De basismatrices auto/trein/ROV kunnen worden overgenomen uit RP2021. Deze zijn niet nodig voor de zichtjaren.

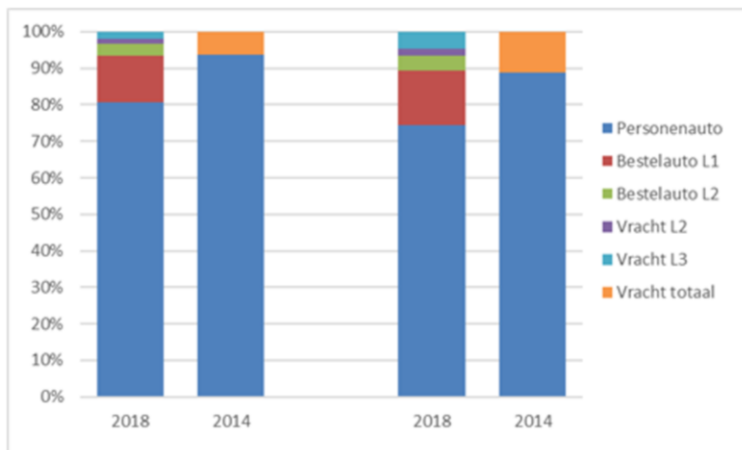
Vvw	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
Auto	BM12@motief@_@dagdeel@18_@perceel@.bin Voorbeeld BM122118	3805264	22-12-2020	Update netconv dec' 20
Trein	TLS_zonematrix_dagdelen.csv	1200520608	12-11-2020	
ROV	BTMhvw_@dagdeel@.txt Voorbeeld ochtendspits	1710346	8-3-2021	

## Model-specifieke invoer – Vrachtmatrixes

Het LMS (en met name QBLOK) gebruikt een herkomst-bestemmingsmatrix voor de hoeveelheid vrachtverkeer. In de nieuwe versie van het LMS is deze matrix vervangen door vier matrices, namelijk apart voor middelzware (L2) en zware (L3) vracht, en lange (L2) en korte (L1) bestelauto's. De vraag is hoe deze gesplitste vrachtbasismatrixes voor de backcastjaren kunnen worden bepaald.

Het eerste idee is om deze af te leiden uit de vrachtbasismatrixes die bij de vorige backcast zijn gebruikt, bijvoorbeeld door de verhouding tussen de matrices uit 2018 te gebruiken om de oude vrachtmatrixes te splitsen. Een belangrijke vraag daarbij is in hoeverre de oude vrachtmatrixes consistent zijn met de vier nieuwe matrices. Na overleg met de BasGoed-experts binnen Significance (Bart Wesseling en Michiel de Bok) kunnen we stellen dat een groot deel van de bestelautoverplaatsingen verplaatsingen betreft met bestelauto's korter dan 5,2 meter. Deze bestelauto's worden samen met de personenauto's in de verkeerstelling tot de L1 tellingen gerekend. De korte bestelauto's (L1) zijn daardoor geen onderdeel van de oude vrachtmatrix maar een onderdeel van de oude (personen)automatrix.

Dit wordt ook ondersteund wanneer naar de hoektotaal van de diverse matrices wordt gekeken. De volgende figuur kijkt naar het percentage van het totaal aantal verplaatsingen (links) en totaal afgelegde afstand (rechts) van de vracht- en personenautomatrixes samen. In 2018 zijn er dus 5 matrices (personenauto + 4 vrachtmatrixes, waarbij de personenautomatrix eigenlijk 3 matrices betreft voor de 3 dagdelen. deze zijn in deze analyse bij elkaar opgeteld tot een dagtotaal-matrix). in 2014 zijn er 2 matrices (personenauto en vracht totaal). Zowel op trip- als op afstandsniveau geldt dat het aandeel van de personenauto + bestelauto L1-matrix in 2018 ongeveer gelijk is aan het aandeel personenauto in 2014. Dit maakt het een plausibele aanname dat alle bestelauto L1-trips in 2014 in de personenauto-matrix zaten.



Om de bestelauto L1-matrix voor de backcastjaren te maken kan het beste de 2018 bestelauto L1-matrix geschaald worden met een landelijke groeifactor. Een andere aanpak (bijv. proberen de bestelauto's uit de historische personenauto-basismatrixes af te splitsen) lijkt een veel minder nauwkeurige optie vanwege de wijze waarop die destijds "erbij" zijn gekalibreerd.

Dan is nog de vraag hoe de andere drie vrachtmatrixes voor de backcastjaren moeten worden afgeleid. Dit kan op twee manieren: (1) uitgaande van de bestaande (gesommeerde) vrachtmatrix voor de backcastjaren en die splitsen met factoren die uit de matrices van 2018 worden bepaald, of (2) uitgaande van de bestaande (reeds gesplitste) vrachtmatrixes voor 2018 en die met landelijke groeifactoren terugschalen naar een jaar in het verleden. In het eerste geval neemt het oude OD-patroon als startpunt, in het tweede geval het OD-patroon uit 2018 als startpunt van de bewerking gebruikt.

Bij de eerste methode moet tevens bedacht worden dat de splitsingsfactoren niet voor elke OD-relatie kunnen worden bepaald, omdat veel cellen in de matrix van 2018 leeg zijn die in 2014 gevuld waren en andersom. Dit komt door de beperkte omvang van de steekproef waarop deze matrices worden gebaseerd. Daarom moeten die splitsingsfactoren op bijv. COROP-COROP-niveau bepaald en toegepast

worden. Hierdoor, en door de toch al relatief grote steekproefruis, heeft het weinig toegevoegde waarde om het oude OD-patroon te behouden en kan beter gekozen worden om uit te gaan van het 2018 OD-patroon. Dit zal een stabiel beeld geven en een zuiverder resultaat in de backcast.

Om de landelijke groeifactoren voor de verschillende voertuigtypes te bepalen, kan gebruik gemaakt worden van CBS Statline gegevens (Tabel “Verkeersprestaties motorvoertuigen. kilometers, voertuigsoort, grondgebied”). Het CBS deelt voertuigen in naar type op een manier die niet helemaal overeenkomt met de definities van L2 en L3. Echter, de huidige categorisering van “Vrachtwagens” en “Speciale voertuigen” als L2 en “Trekker opleggers” als L3 is wel een behoorlijke goede benadering:

- Speciale voertuigen zijn bijna altijd kleiner dan 12 meter dus vallen binnen de categorie L2. Deze worden in de vertaling van BasGoed naar LMS altijd tot L2 gerekend.
- In een beperkt aantal gevallen kunnen trekkers kleiner dan 12 meter zijn, in het geval de trekker zonder oplegger rijdt en in sommige gevallen waar de oplegger zeer kort is. In deze studie lijkt een eenvoudige aanname dat alle trekker opleggers tot de categorie L3 horen gerechtvaardigd.

Deze verschillen zijn zodanig beperkt dat ze verwaarloosd mogen worden.

Er wordt dus gebruik gemaakt van de door CBS gerapporteerde ontwikkeling van het aantal voertuigkilometers, en niet van het aantal voertuigrritten. Het argument hiervoor is dat de vrachtmatrixen worden gebruikt om in de toedeling een goede weergave te geven van het gebruik van bestel- en vrachtauto's op de weg, zodat de drukte per wegvak goed kan worden ingeschat. De afgelegde kilometers zijn hiervoor relevanter dan het aantal ritten.

Normaal gesproken kan de ontwikkeling in het aantal ritten anders zijn dan de ontwikkeling in kilometers, bijvoorbeeld omdat door verschuivingen tussen herkomst-bestemmingsparen de gemiddelde ritlengte wijzigt. Echter, eerder in deze paragraaf is uitgelegd dat de structuur in de HB-vrachtmatrixen gelijk gehouden wordt tussen het basisjaar en de backcastjaren. Dat betekent dat de gemiddelde ritlengte constant wordt verondersteld. Als we dan de vrachtmatrixen alleen schalen met een factor op basis van de ontwikkeling van aantal ritten, dan krijgen we geen goede belasting van het autonetwerk. Daarom is het beter om te schalen met een factor op basis van afgelegde kilometers.

Dit alles leidt tot de indexcijfers in de volgende tabel. Ter duiding: de ontwikkeling van gereden kilometers met vrachtwagens en bestelauto's is sterk afhankelijk van de economische groei. De sterke stijging van de economische groei tussen 2014 en 2018 en de minder sterke groei tussen 2010 en 2014 zijn terug te vinden in de indexcijfers. Al jarenlang is er een trend gaande waarbij vrachtwagens (L2) marktaandeel verliezen ten koste van trekker opleggers (L3) deze trend is ook terug te vinden in de indexcijfers. De initiële daling in het gebruik van bestelauto's na 2004 kan (mede) verklaard worden door het afschaffen van het grijskenteken, en de daarbij behorende fiscale voordelen.

	<b>Bestelauto</b>	<b>Vrachtauto</b>	<b>Vrachtauto</b>
	<b>L1+L2</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
<b>2004</b>	97,28	122,54	72,72
<b>2010</b>	94,90	114,40	88,00
<b>2014</b>	89,45	97,15	85,13
<b>2018</b>	100,00	100,00	100,00

Er is overwogen om na het toepassen van deze indexcijfers per voertuigtype nog een correctie uit te voeren zodanig dat het totaal afgelegde afstand van de nieuwe vrachtmatrixen (gesommeerd over bestelauto L2, vrachtauto L2 en vrachtauto L3) overeenkomt met de totaal afgelegde afstand van de oude vrachtmatrixen. Echter, er is besloten dit niet te doen. De totaal afgelegde afstand zoals vastgelegd

in de oude vrachtmatrix stijgt met meer dan 50% tussen 2004 en 2010, terwijl deze volgens de nieuwe methode ongeveer gelijk blijft. Dit laatste lijkt veel plausibeler.

Mocht het nodig zijn om in de backcast een vergelijking te maken tussen een prognose OD-matrix voor een backcastjaar en een al bestaande basismatrix voor dat prognosejaar, dan is het beter om de prognosematrix voor personenauto's en bestelauto's L1 bij elkaar op te tellen voordat deze vergelijking wordt gemaakt.

Ten overvloede vermelden we dat op deze wijze BasGoed en RGM niet betrokken worden in deze backcast (conform offerteaanvraag en offerte, en ook consistent met de vorige backcast). Wellicht kunnen die onderdelen van het LMS wel in een toekomstige backcast project meegenomen worden.

Vrachtmatrix voor 2018 worden gevormd voor de basismatrix uit RP2021.

Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
2018	Bestelauto	771002	22-12-2020	
	Vracht	1676610	22-12-2020	
2014	Bestelauto	767112	23-9-2021	
	Vracht	167565	23-9-2021	
2010	Bestelauto	769336	23-9-2021	
	Vracht	1679677	23-9-2021	
2004	Bestelauto	770154	23-9-2021	
	Vracht	1683035	23-9-2021	

### Model-specifieke invoer – Langzaam verkeer

De netwerken voor langzaam verkeer zijn in GM4 opnieuw opgesteld en daarmee anders ten opzichte van de netwerken in GM3. Aangezien in werkelijkheid de reistijden per fiets/lopen door de tijd niet veel veranderen, kunnen de 2018-netwerken ook voor 2004, 2010 en 2014 gebruikt worden. Dit is beter dan het gebruiken van de oude GM3-netwerken vanwege de methodologische veranderingen bij de opstelling van het 2018-netwerk.

Er is echter een kleine uitzondering: in de lopen- en fiets-voor/natransportbestanden moet de reismogelijkheid naar stations die in het betreffende jaar nog niet open waren op niet-beschikbaar worden gezet. Dit om te voorkomen dat er problemen in de software ontstaan. Dit probleem bestond nog niet bij het vorige backcastproject.

De 2018-bestanden zijn overgenomen uit RP2021. De hoofdtransportbestanden voor de zichtjaren worden uit 2018 overgenomen. De voor/natransportbestanden voor de zichtjaren zijn aangepast, aangezien niet alle stations uit 2018 beschikbaar zijn in de betreffende jaren.

Run	Onderdeel	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
2018	Fiets hoofdtransport	LOS6__18LMSbin	8922060	31-1-2020	
	Lopen hoofdtransport	LOS8__18LMSbin	3964416	31-1-2020	
	Fiets voortransport	ACC6_18LMSasc	14552100	31-1-2020	
	Fiets natransport	EGR6_18LMSasc	14552100	31-1-2020	
	Lopen voor/natransport	ACC8_18LMSasc	11059596	31-1-2020	
2014	Fiets voortransport	ACC6_18LMSasc	13954550	17-9-2021	
	Fiets natransport	EGR6_18LMSasc	13954550	17-9-2021	
	Lopen voor/natransport	ACC8_18LMSasc	10605458	17-9-2021	
2010	Fiets voortransport	ACC6_18LMSasc	13392150	17-9-2021	
	Fiets natransport	EGR6_18LMSasc	13392150	17-9-2021	
	Lopen voor/natransport	ACC8_18LMSasc	10178034	17-9-2021	
2004	Fiets voortransport	ACC6_18LMSasc	12724300	17-9-2021	
	Fiets natransport	EGR6_18LMSasc	12724300	17-9-2021	
	Lopen voor/natransport	ACC8_18LMSasc	9670468	17-9-2021	

### Model-specifieke invoer – Parkeervergunningen

Dit is een nieuw invoerbestand dat nog niet in GM3 bestond. Het bevat informatie over het maximum aantal vergunning per huishouden per zone. Ook deze bestanden zullen voor de eerdere jaren moeten worden opgesteld. Bij gebrek aan historische informatie is het waarschijnlijk het beste om deze invoer voor alle zichtjaren gelijk aan het basisjaar te maken.

De 2018-bestanden zijn overgenomen uit RP2021. Voor de zichtjaren wordt hetzelfde bestand als voor 2018 gebruikt.

Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
PRK_lms.dat	11492	7-5-2020	

### Model-specifieke invoer – Opleidingsniveau

Dit zijn nieuwe invoerbestanden die nog niet in GM3 bestonden. Deze bevatten per zone het percentage mensen respectievelijk banen per sector met een laag/middel/hog opleidingsniveau. Het meenemen van het opleidingsniveau in het LMS is een van de belangrijke verbeteringen van GM4 geweest<sup>25</sup> en het heeft een significante bijdrage aan de nutsfuncties in het GM. Het is daarom belangrijk om deze bestanden zo goed mogelijk ook voor de zichtjaren beschikbaar te hebben. Gezien de ontwikkeling van het opleidingsniveau kun je deze percentages niet in het verleden gelijk aan de huidige veronderstellen.

Op basis van bestaande CBS-statistieken is een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van deze percentages in het verleden. Hierbij is er rekening mee gehouden dat ook bij de CBS-cijfers sprake is van

<sup>25</sup> Dit verbeterpunt is ook geïdentificeerd in het vorige backcastproject.

enige onzekerheid/incompleteid, met name bij het opleidingsniveau van oudere volwassenen. Dit probleem is voor de eerdere jaren (2004, 2010) groter dan voor de recentere jaren.

De 2018-bestanden zijn overgenomen uit RP2021.

Voor het banenbestand van 2014, 2010 en 2004 geldt: bij het bepalen van het aantal banen per opleidingsniveau voor 2004, 2010 en 2014 is dezelfde methode toegepast als in de referentieprognoses voor 2030 en 2050. Voor het basisjaar is bij de ontwikkeling van GM4 per sector het aandeel banen per opleidingsniveau afgeleid voor iedere zone (19012-M24 Education level of jobs at the destination v1.0). Er is aangenomen dat deze aandelen voor een bepaalde zone constant zijn over de tijd. Wel is het aantal banen en de verdeling hiervan over de sectoren anders in prognosejaren. Daarom zijn voor de prognosejaren 2004, 2010 en 2014 per sector de (constante) aandelen banen per opleidingsniveau opnieuw toegepast op het aantal banen uit de SEGS. Vervolgens is gesommeerd over de sectoren en is de geaggregeerde verdeling naar opleidingsniveau over alle sectoren bepaald.

Voor het populatiebestand van 2014, 2010 en 2004 geldt: Populatiebestand: uit het OViN en MON is de historische ontwikkeling van het landelijke aantal personen per opleidingsniveau bepaald. Hierbij is ook een correctie toegepast voor de trendbreuk tussen MON en OViN.

Voor het vertalen van landelijke ontwikkelingen naar een bestand met zonale opleidingsniveaus is in een voorgaand project (ontwikkeling GM4) een script geschreven. In dit script worden de zonale percentages per opleidingsniveau in drie iteraties geschaald naar een landelijke ontwikkeling, rekening houdend met de verschillen die er zijn tussen de CBS- en OViN-data voor het basisjaar op landelijk niveau. Ditzelfde script is toegepast voor de historische jaren 2004, 2010 en 2014.

Type	Run	Bestandsnaam	Grootte (bytes)	Datum	Toelichting
<b>Banen</b>	2018	JOB__18_LMS.dat	36365	20-1-2021	
	2014	JOB__14_LMS.dat	36858	2-9-2021	
	2010	JOB__10_LMS.dat	36861	2-9-2021	
	2004	JOB__04_LMS.dat	36855	2-9-2021	
<b>Populatie</b>	2018	EDU__18_LMS.dat	34894	21-1-2021	
	2014	EDU__14_LMS.dat	34975	16-9-2021	
	2010	EDU__10_LMS.dat	34972	16-9-2021	
	2004	EDU__04_LMS.dat	34930	16-9-2021	



# significance

quantitative research

Grote Marktstraat 47  
2511 BH Den Haag  
Nederland

[info@significance.nl](mailto:info@significance.nl)  
+31 70 312 1530