

Gevoeligheidsanalyses V-MRDH versie 2.4

MRDH

Gevoeligheidsanalyses V-MRDH versie 2.4

Opdrachtgever(s)	MRDH
Titel	Gevoeligheidsanalyses hoofdrapport V-MRDH versie 2.4
Datum	Juni 2020
Status	Definitief, v7 (dd20200615)
Auteur(s)	MJR, PHM
Projectnummer	P19-0036



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Kenmerken gevoeligheidsanalyse	5
2	Watervalanalyse	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Watervalresultaten MRDH	8
2.3	Vergelijking met andere modellen	14
2.4	Vergelijking met toedeelresultaten	21
2.5	Samenvatting Watervalanalyse	24
3	Elasticiteitenstudie	25
3.1	Inleiding	25
3.2	Autokosten	26
3.3	Openbaar vervoerkosten	29
3.4	Auto reistijd	31
3.5	Openbaar vervoer reistijd (in-vehicle-time)	33
3.6	Langzaam verkeer reistijd	35
3.7	Samenvatting Elasticiteitenstudie	36
4	Conclusies & aanbevelingen	39
	Bijlagen	47
	Bijlage 1 Bronnen literatuurstudie elasticiteiten	48
	Bijlage 2 Definitie analysegebieden 25	49
	Bijlage 3 Watervalanalyses VMA, VRU, GM3	50

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Verkeersmodel Metropoolregio Rotterdam Den Haag (V-MRDH) is begin 2018 operationeel. Het model heeft 2016 als basisjaar en onderscheidt de scenario's 2023, 2030Laag en 2030Hoog. Het is een verkeersmodel voor strategische en tactische vraagstukken en beschrijft de gehele Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH). Het model differentieert de modaliteiten (auto, openbaar vervoer en fiets) en brengt de bijbehorende verplaatsingspatronen in beeld. Het verkeersmodel fungeert als beleidsondersteunende tool waarmee inzichten worden gegenereerd op het gebied van verkeer en aanpalende terreinen.

Na de oplevering van de eerste versie van het model (1.0), heeft het systeem meerdere updates ondergaan (tot en met versie 2.2). In juni 2019 is versie 2.4 opgeleverd waarin naast diverse actualisaties van genoemde scenario's ook een scenario voor 2040 is opgesteld.

In de achterliggende periode zijn bij het gebruik van het V-MRDH diverse verwonderpunten naar voren gekomen. Hierbij weken verkregen resultaten af van verwachte resultaten of andere modelsystemen. Deze verwonderpunten worden teruggevonden op zowel landsdeelniveau (gehele MRDH-regio, heel Nederland), als op (sub)regionaal en lokaal niveau (bijv. de binnenstad van Rotterdam en Den Haag). Onderstaand zijn enkele belangrijke constatering genoemd:

- ❑ *Gevoel dat het openbaar vervoer gebruik te beperkt reageert op reistijdveranderingen.*
- ❑ *Autoverkeer van en naar de binnenstad: Het model berekent een groei richting 2030 zowel in centrum Rotterdam en Den Haag. Uit tellingen blijkt dat de mobiliteitsgroei van de auto in centrum Rotterdam en centrum Den Haag sinds 2000 stabiel is. Vanaf 2010 wordt in centrum Rotterdam zelfs een kleine daling waargenomen.*
- ❑ *Groei van het fietsgebruik: Op de telpunten in Rotterdam groeit het fietsgebruik substantieel. De afgelopen jaren bedraagt deze groei gemiddeld 3% per jaar, met uitschieters tot 10%. In Den Haag en andere plekken in de MRDH zijn vergelijkbare groeicijfers gemeten. In het V-MRDH neemt bij een forse verdichting binnen de Ruit het fietsgebruik met 0,5% per jaar in toe. Dit cijfer geldt voor het MRDH gebied als geheel. In gebieden met veel programmatoevoeging ligt de groei wel hoger maar blijft nog steeds achter bij de gemeten groei. Welke elasticiteit hanteert het model voor de fiets? En de uitwisseling tussen vervoerwijzen?*
- ❑ *Het V-MRDH modelleert voor het openbaar vervoer een zeer beperkte groei (jaarlijks 1-1,5%.) De RET meldt een sterke toename van het openbaar vervoer gebruik: 8% op*

bepaalde relaties (2017) en 3% (2018). Bij de HTM is dit beeld vergelijkbaar. De berekende groei 2016-2030 van het openbaar vervoer lijkt daarmee al in 2019 behaald.

- ❑ *Het V-MRDH kent minimale veranderingen in de modal split basisjaar en prognosejaren.*

Om de (technische) werking en de modelmatige gevoeligheden van het verkeersmodel V-MRDH beter te doorgronden, heeft de MRDH aan 4cast gevraagd een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. Deze gevoeligheidsanalyse bestaat uit een tweetal componenten:

- een watervalanalyse
- een elasticiteitenstudie

De **watervalanalyse** is bedoeld om inzicht te krijgen in de invloed van de verschillende invoervariabelen op de uiteindelijke modelresultaten. Binnen voorliggende studie is in een vijftal stappen de modelinvoer van het basisjaar 2016 omgezet naar die van het scenario 2030H. Een watervalanalyse richt zich voornamelijk op de omvang van de mobiliteitsontwikkeling (zoals verplaatsingen en kilometrage) van verschillende vervoerwijzen. Dit gebeurt veelal generiek waarbij cijfers voor een relatief groot gebied worden afgeleid. In dit geval is de watervalanalyse uitgevoerd voor de gehele MRDH-regio.

Bij een **elasticiteitenstudie** worden de gevoeligheden van het modelsysteem beschouwd. In voorliggende studie zijn de elementen reistijd en kosten voor de vervoerwijzen auto, openbaar vervoer en fiets geanalyseerd. De kostengevoeligheid voor de fiets is niet onderzocht aangezien deze modaliteit zeer beperkt kostengevoelig is.

Collegabureau MuConsult, toonaangevend als het gaat om elasticiteiten-onderzoeken, heeft het projectteam ondersteund bij de beoordeling van de verkregen resultaten. Hierbij zijn verkregen modeluitkomsten vergeleken met elasticiteitswaarden uit de literatuur.

1.2 Kenmerken gevoeligheidsanalyse

Zoals gesteld zijn bij de uitvoering van deze gevoeligheidsanalyse hoofdzakelijk de verkeersbewegingen gerelateerd aan het studiegebied (van, naar, intern) bestudeerd.

In deze studie worden de drie hoofdvervoerwijzen auto(-bestuurder), openbaar vervoer en fiets onderzocht. In de rapportage wordt ook de term langzaam verkeer (of LV) gebruikt; daarmee wordt alleen de fiets bedoeld. De vervoerwijze lopen is geen hoofdvervoerwijze en kan alleen voor- en/of natransport in de OV keten zijn in het V-MRDH.

Binnen de watervalstudie zijn de analyses primair uitgevoerd op de synthetische modelresultaten. Dit zijn de modelresultaten die binnen het rekenhart van het

modesysteem worden opgesteld. Bij toepassing van het verkeersmodel vindt op deze synthetische resultaten nog een kalibratiebewerking plaats waarbij een verbeterde afstemming met waarnemingen wordt verkregen. Het product na kalibratie betreft de uiteindelijke toedeelmatrices die aan de afzonderlijke netwerken worden toegedeeld.

Door de synthetische modelresultaten te analyseren, verkrijgen we een zuiver beeld van de modelmatige gevoeligheden van het feitelijke rekenhart van het verkeersmodel. Deze gevoeligheden worden immers niet 'verstoorde' door nabewerkingen die volgen uit de kalibratiecorrectie.

In deze gevoeligheidsanalyse is gedifferentieerd naar afzonderlijke reismotieven. Ook is een vergelijking opgesteld tussen de kenmerken van de synthetische en toedeelmatrices. Tenslotte zijn verkregen resultaten afgezet ten opzichte van andere regionale verkeersmodellen.

Binnen het V-MRDH vinden verrijkingen plaats van de korte afstandsverplaatsingen voor auto en openbaar vervoer. Voor de auto vindt naast een generieke ophoging ook een specifieke ophoging van korte ritten plaats (mede als gevolg van de aanname dat het OViN het aandeel korte ritten wordt onderschat). Doordat bij de modelbouw voor de gehele MRDH regio wordt uitgegaan van een gemiddelde ritlengteverdeling van het openbaar vervoer, wordt mogelijk ook het aantal korte OV-ritten in de synthetische model onderschat. Bij de toegepaste verrijking worden voor het openbaar vervoer alle ritten <17.5 km met een district-specifieke factor gecorrigeerd. Conform de rapportage worden hierbij ruim 34.000 OV ritten toegevoegd. Deze verrijkingsmethodiek is niet nader beschouwd in deze studie.



2 Watervalanalyse

2.1 Inleiding

De watervalanalyse bestaat uit een vijftal volledige modelberekeningen met het V-MRDH (v2.4). Per berekening is de modelinvoer aangepast waarbij stapsgewijs wordt overgegaan van het basisjaar 2016 naar het scenario 2030H. Onderstaand figuur toont de opbouw van de afzonderlijke watervalstappen.

Beschrijving Waterval	Zonale data	Vrachtparams	Fietsnetwerk	Ebike-bezit	OVnetwerk	Autonetwerk	Tolkosten	P&R en P-ritten	Autokosten
0 Reprorun Basisjaar 2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
1 Waterval1: + RO 2030	2030H	2030H	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
2 Waterval 2: WVA1+ Fiets LOS	2030H	2030H	2030H	2030H	2016	2016	2016	2016	2016
3 Waterval 3: WVA2+ OV LOS	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2016	2016	2016	2016
4 Waterval 4: WVA3+ Auto LOS	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2016
5 Reprorun 2030Hoog	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H	2030H

Figuur 2-1: Overzicht modelstappen watervalanalyse V-MRDH

Waterval stap 1: basisjaar 2016 + ruimtelijke ordening 2030H

In de eerste stap is de zonale data van het basisjaar vervangen door de ruimtelijke ordening (RO) van het scenario 2030 (inclusief de toename van het autobezit). Tevens is de ontwikkeling van het vrachtverkeer naar 2030 in deze run meegenomen. Alle overige modelinvoer is conform die van het basisjaar 2016.

Waterval stap 2: waterval stap 1 + Fiets Level of service 2030H

Ten opzichte van de waterval stap 1 is het fietsnetwerk 2030 toegevoegd plus de ontwikkeling van het E-bike bezit in 2030H, waardoor fietsers zich gemiddeld sneller verplaatsen.

Waterval stap 3: waterval stap 2 + Openbaar vervoer Level of service 2030H

Ten opzichte van de waterval stap 2 is het openbaar vervoer netwerk 2030 toegevoegd. Het V-MRDH hanteert gelijke OV kosten voor het basis- als toekomstjaar. Deze variabele is daarom onveranderd gebleven.

Waterval stap 4: waterval stap 3 + Auto Level of service 2030H

Ten opzichte van de waterval stap 3 bevat deze berekening naast het autonetwerk 2030 ook de ontwikkeling van de tolkosten en de ontwikkeling van het P&R gebruik en aanpassing van de ritten naar parkeervoorzieningen voor het scenario 2030H.

Waterval stap 5: waterval stap 4 + Autokosten 2030H = reprorun 2030Hoog

Ten slotte worden in deze watervalstap de autokosten 2030H toegevoegd. Hierbij zijn alle invoerbestanden omgezet voor het 2030H scenario waardoor er feitelijk een reproductie berekening van het 2030H scenario wordt gedraaid.

2.2 Watervalresultaten MRDH

2.2.1 Verplaatsingen MRDH

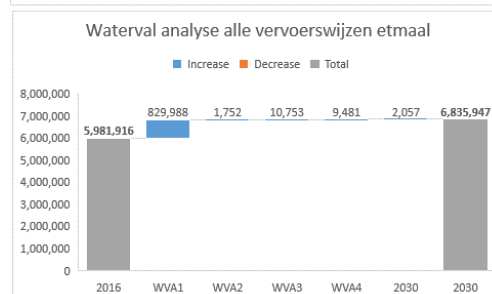
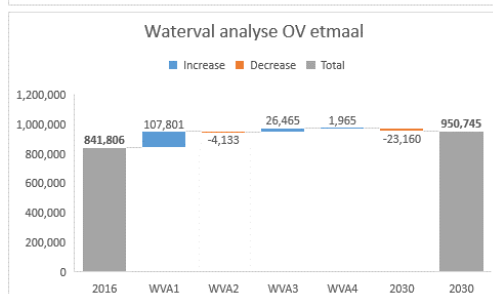
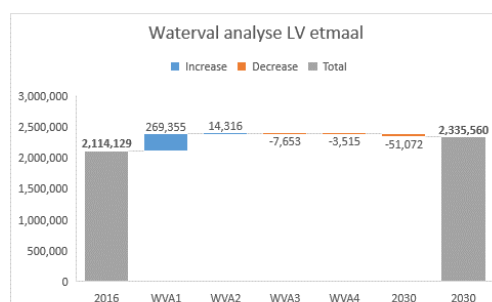
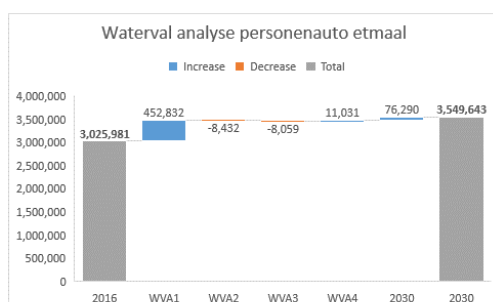
De analyses op de modeluitkomsten zijn gebaseerd op het studiegebied van het V-MRDH en betreffen de synthetische modelresultaten.

Onderstaand figuur toont de verkregen watervalresultaten. Per watervalstap zijn het aantal verplaatsingen per hoofdvervoerswijze getoond. Daarnaast zijn ook de absolute en relatieve veranderingen van het aantal verplaatsingen ten opzichte van de voorgaande watervalstap weergegeven.

Verplaatsingen	Etmaal			
	Auto	OV	LV	Totaal
2016	3.025.981	841.806	2.114.129	5.981.916
WVA1	3.478.813	949.607	2.383.484	6.811.904
WVA2	3.470.381	945.474	2.397.800	6.813.656
WVA3	3.462.322	971.939	2.390.147	6.824.409
WVA4	3.473.353	973.905	2.386.632	6.833.890
2030	3.549.643	950.745	2.335.560	6.835.947

Waterval	Etmaal			
	Auto	OV	LV	Totaal
2016	3.025.981	841.806	2.114.129	5.981.916
WVA1	452.832	107.801	269.355	829.988
WVA2	-8.432	-4.133	14.316	1.752
WVA3	-8.059	26.465	-7.653	10.753
WVA4	11.031	1.965	-3.515	9.481
2030	76.290	-23.160	-51.072	2.057
2030	3.549.643	950.745	2.335.560	6.835.947

Waterval	Etmaal			
	Auto	OV	LV	Totaal
2016	100%	100%	100%	100%
WVA1	15,0%	12,8%	12,7%	13,9%
WVA2	-0,2%	-0,4%	0,6%	0,0%
WVA3	-0,2%	2,8%	-0,3%	0,2%
WVA4	0,3%	0,2%	-0,1%	0,1%
2030	2,2%	-2,4%	-2,1%	0,0%
2030	17,0%	13,0%	10,7%	14,2%



Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: fietsritten

Figuur 2-2: Watervalresultaten -Verplaatsingen (van/naar/intern), regio MRDH

Er is voor de MRDH een groei van het aantal verplaatsingen berekend van 14,2% voor de periode 2016-2030. Benadrukt wordt dat in deze analyse enkel de hoofdvervoerwijze binnen een ketenverplaatsingen zijn beschouwd. Zo wordt bij een ketenverplaatsing met fiets (voortransport), openbaar vervoer als de hoofdvervoerwijze en lopen (natransport), enkel de openbaar vervoerverplaatsing beschouwd.

De zonale data 2030H (*waterval 1*) is, met een groei van 13,9%, veruit de belangrijkste component van de totaal berekende mobiliteitsgroei. Het aantal verplaatsingen groeit voor de auto het sterkst na toevoeging van de ruimtelijke ontwikkelingen (+15%) in relatie tot de overige modaliteiten.

De overige elementen binnen de watervalanalyse hebben een relatief beperkt aandeel in de totale mobiliteitsgroei. Hierbij reageren de modaliteiten logischerwijs verschillend binnen de afzonderlijke watervalstappen.

Na toevoeging van de 2030 Fiets-bereikbaarheidskwaliteit (*waterval 2*) is een relatieve groei van +0,6% van het aantal langzaam verkeer verplaatsingen verkregen. In absolute 14.000 verplaatsingen. Deze toename gaat ten koste van de overige modaliteiten.

Het aantal openbaar vervoer verplaatsingen stijgt met 2,8% na toevoeging van de 2030 OV-bereikbaarheidskwaliteit (*waterval 3*). Dit komt neer op een toename van ruim 26.000 verplaatsingen. Deze toename gaat deels ten koste van de modaliteiten personenauto (-0,2%) en langzaam verkeer (-0,3%). Verder laat *waterval 3* voor de gesommeerde modaliteiten een groei van bijna 11.000 verplaatsingen zien. Deze groei wordt toegeschreven aan een verbeterde bereikbaarheid van het MRDH-gebied. Hierdoor worden er meer bestemmingen gekozen binnen de MRDH-regio ten opzichte van de vorige watervalstap.

Als gevolg van de toevoeging van het 2030 wegennetwerk (*waterval 4*) nemen zowel het aantal auto als openbaar vervoer verplaatsingen licht toe (respectievelijk met +0,3% en +0,2%). Een verklaring voor de toename van het OV gebruik wordt gezocht in de downgrading van het binnenstedelijke wegennetwerk in Rotterdam en Den Haag. In deze gebieden biedt het openbaar vervoer een sterk alternatief waarmee de berekende OV-toename verklaard wordt.

Verder wordt opgemerkt dat in deze watervalanalyse het doorgaand verkeer in de MRDH niet beschouwd wordt. De resultaten bevatten immers enkel het verkeer van/naar en binnen het MRDH-gebied. De realisatie van grootschalige infrastructuur kan resulteren in een toename van het doorgaande verkeer waarmee een verdringingseffect voor het bestemmingsverkeer ontstaat.

In *waterval 5*, waarin de dalende autokosten 2030 worden toegevoegd, neemt het aantal autoverplaatsingen met 2,2% toe. Deze groei, ongeveer 77.000 autoverplaatsingen, gaat ten koste van het openbaar vervoer (afname 23.000

verplaatsingen; -2,4%) en het langzaam verkeer (afname 51.000 verplaatsingen; -2,1%). Dit betekent dat de groei voor OV en fiets in waterval 2 en 3 bij verlaging van de autokosten grotendeels (OV) of meer dan (fiets) teniet wordt gedaan.

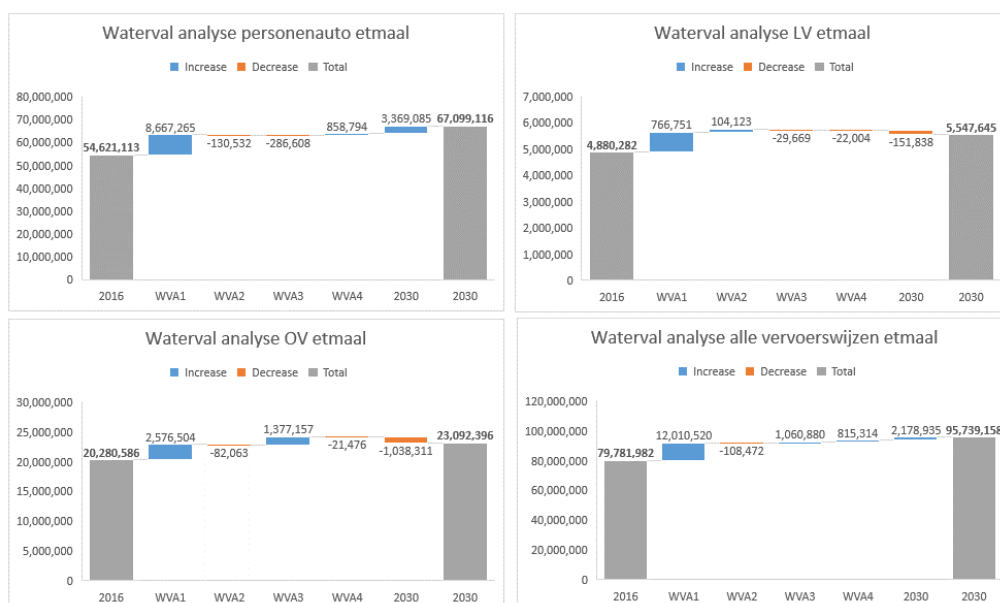
2.2.2 Kilometrages MRDH

De watervalanalyse is ook geanalyseerd voor de ontwikkeling van het afgelegde kilometrage. Hierbij zijn de berekende -synthetische- verplaatsingsmatrices vermenigvuldigd met de bijbehorende afstandenmatrix. Deze afstandenmatrices is afgeleid op basis van gecongesteerde reistijden. Ook in deze analyse is enkel de hoofdvervoerswijze van een ketenverplaatsing meegenomen en wordt doorgaand verkeer niet beschouwd.

Kilometrages	Etmaal			
	Auto	OV	LV	Totaal
2016	54.621.113	20.280.586	4.880.282	79.781.982
WVA1	63.288.378	22.857.090	5.647.034	91.792.501
WVA2	63.157.845	22.775.027	5.751.157	91.684.029
WVA3	62.871.238	24.152.184	5.721.488	92.744.909
WVA4	63.730.032	24.130.708	5.699.484	93.560.223
2030	67.099.116	23.092.396	5.547.645	95.739.158

Waterval	Etmaal			
	Auto	OV	LV	Totaal
2016	54.621.113	20.280.586	4.880.282	79.781.982
WVA1	8.667.265	2.576.504	766.751	12.010.520
WVA2	-130.532	-82.063	104.123	-108.472
WVA3	-286.608	1.377.157	-29.669	1.060.880
WVA4	858.794	-21.476	-22.004	815.314
2030	3.369.085	-1.038.311	-151.838	2.178.935
2030	67.099.116	23.092.396	5.547.645	95.739.158

Etmaal			
Auto	OV	LV	Totaal
100%	100%	100%	100%
15,9%	12,7%	15,7%	15,1%
-0,2%	-0,4%	1,8%	-0,1%
-0,5%	6,0%	-0,5%	1,2%
1,4%	-0,1%	-0,4%	0,9%
5,3%	-4,3%	-2,7%	2,3%
21,9%	14,0%	14,0%	19,3%



Auto: Autorittenkilometrages / OV: Openbaar vervoer kilometrages / LV: Fiets kilometrages

Figuur 2-3: Watervalresultaten -Kilometrages (van/naar/intern), regio MRDH

Het totaal afgelegde kilometrage neemt in de periode 2016-2030 toe met 19,3%. Hiermee neemt het totale kilometrage sterker toe dan het totaal aantal verplaatsingen

(14,2%). Dit beeld zien we generiek terug bij andere verkeersmodellen in Nederland.

Ook voor het kilometrage geldt dat de RO2030 (*waterval 1*) de belangrijkste verklarende variabele is voor de totaal berekende mobiliteitsgroei in de periode 2016-2030. Na toevoeging van de ruimtelijke ordening voor 2030 groeit het kilometrage over alle modaliteiten met 15,1%. Het ligt daarmee ruim 1% boven de groei van het aantal verplaatsingen.

In deze watervalstap groeit de kilometrage van het openbaar vervoer op vergelijkbare wijze als het aantal verplaatsingen. De gemiddelde verplaatsingsafstand met het openbaar vervoer verandert daarmee nauwelijks. Voor de auto en met name voor het langzaam verkeer is een sterkere groei van het kilometrage berekend. Hierbij is het wel belangrijk op te merken dat in absolute zin de langzaam verkeer kilometrage slechts een fractie betreft van het autokilometrage.

In *waterval 2*, waarin de 2030 bereikbaarheidskwaliteit fiets wordt toegevoegd, is een toename van bijna 2% van het langzaam verkeer kilometrage berekend. De gemiddeld afgelegde fietsverplaatsingsafstand neemt hierbij toe doordat het aantal verplaatsingen beperkter groeit (0,6%).

Deze groei voor het langzaam verkeer gaat ten koste van de ontwikkeling van de kilometrages van auto en openbaar vervoer. Over alle modaliteiten heen, heeft de toevoeging van de 2030 bereikbaarheidskwaliteit fiets nauwelijks effect op de omvang van het kilometrage.

Na toevoeging van de 2030 Bereikbaarheidskwaliteit openbaar vervoer in *waterval 3*, neemt het totale kilometrage over alle modaliteiten toe met 1,2%. Voor het openbaar vervoer bedraagt de groei 6 indexpunten. Een groei die ongeveer twee keer zo hoog is als de berekende toename van het aantal OV verplaatsingen. Daarom geldt ook hier dat de gemiddeld afgelegde afstand per OV verplaatsing toeneemt ten opzichte van de situatie met de 2016 LOS OV. Dit is verklaarbaar doordat in 2030 vooral verbeteringen in de lijnvoeringen van trein en metro zijn doorgevoerd. De kilometrages voor de auto en het langzaam verkeer dalen hierbij licht met ongeveer 0,5%.

Het autokilometrage neemt met 1,4% toe na de implementatie van de 2030 Bereikbaarheidskwaliteit auto (*waterval 4*). Dit is een aanzienlijk sterkere toename dan de berekende groei van het aantal autoverplaatsingen (+0,3%).

De gesommeerde groei van het kilometrage over alle modaliteiten groeit met ongeveer 1%. Deze groei ligt iets lager dan de berekende groei na toevoeging van de 2030 Bereikbaarheidskwaliteit openbaar vervoer.

De autokosten 2030 (*waterval 5*) hebben een relatief sterk effect op de ontwikkeling van het kilometrage. Zo neemt het autokilometrage toe met ongeveer 5,3% terwijl het totale kilometrage, gesommeerd over alle modaliteiten, groeit met 2,3%. De kilometrages van openbaar vervoer en fiets dalen: respectievelijk met -4,2% en -2,7%.



2.2.3 Samenvatting Watervalanalyse MRDH

Onderstaand is een samenvattend overzicht getoond van de relatieve impact van de afzonderlijke modelinvoer-variabelen op de ontwikkeling van het aantal verplaatsingen en het kilometrage.

	Verplaatsingen			
	Auto	OV	Fiets	Totaal
RO2030	15.0	12.8	12.7	13.9
LOS 2030 Fiets	-0.2	-0.4	0.6	0.0
LOS 2030 OV	-0.2	2.8	-0.3	0.2
LOS 2030 Auto	0.3	0.2	-0.1	0.1
Autokosten 2030	2.2	-2.4	-2.1	0.0
Totaal	17.0	13.0	10.7	14.2

	Kilometrages			
	Auto	OV	Fiets	Totaal
RO2030	15.9	12.7	15.7	15.1
LOS 2030 Fiets	-0.2	-0.4	1.8	-0.1
LOS 2030 OV	-0.5	6.0	-0.5	1.2
LOS 2030 Auto	1.4	-0.1	-0.4	0.9
Autokosten 2030	5.3	-4.3	-2.7	2.3
Totaal	21.9	14.0	14.0	19.3

Zeer sterk positief effect	>10%
Sterk positief effect	>5%
Positief effect	>1,5%
Licht positief effect	>0,5%
Minimaal effect	-0,5%-0,5%
Licht negatief effect	<-0,5%
Negatief effect	<-1,5%
Sterk negatief effect	<-5%
Zeer sterk negatief effect	<-10%

Figuur 2-4: Overzicht impact modelinvoer op ontwikkeling verplaatsingen en kilometrage, regio MRDH

De ruimtelijke ordening 2030 is, met bijna 90% aandeel, veruit de belangrijkste component binnen de totale ontwikkeling van het aantal **autoverplaatsingen** in de periode 2016-2030. Ten opzichte van het basisjaar neemt door de RO 2030 toevoeging het aantal autoverplaatsingen toe met 15%. De invloed van de 2030 netwerken Fiets, Openbaar vervoer en Auto is beperkt op het aantal autoverplaatsingen. Door de implementatie van de autokosten 2030 neemt het aantal autoritten met ruim 2% verder toe.

Door toevoeging van de ruimtelijke ordening 2030 neemt het aantal **openbaar vervoer** ritten met bijna 13% toe ten opzichte van het basisjaar 2016. Deze toename is nagenoeg gelijk aan de totale ontwikkeling van het aantal openbaar vervoer verplaatsingen in de periode 2016-2030. Implementatie van de openbaar vervoer lijnvoering 2030 resulteert in toename van 2,8% van het aantal OV verplaatsingen. Echter door de toevoeging van de autokosten 2030 wordt deze OV LOS 2030 toename weer teniet gedaan.

Voor de **vervoerwijze fiets** geldt dat de ruimtelijke ordening 2030 het merendeel van de totale fietsontwikkeling 2016-2030 genereert (12,7%). Als gevolg van de toevoeging van het 2030 fietsnetwerk (en toename aandeel e-bike) neemt het aantal fietsverplaatsingen verder toe met 6%. Toevoeging van de netwerken OV en auto zorgen ervoor dat het aantal fietsverplaatsingen weer iets afneemt. Toevoeging van de 2030 autokosten dempt de totale groei van de fietsverplaatsingen zeer sterk (-2%).

De opbouw van het waterval-verloop van het **kilometrage** is vergelijkbaar met die van het aantal verplaatsingen. Wel is het effect van de afzonderlijke watervalcomponenten voor de kilometrage sterker dan voor het aantal verplaatsingen. Opvallend zijn de grote invloed van autokosten op het autokilometrage en van de OV netwerken op het OV

kilometrage. Zo bedraagt de totale mobiliteitsgroei 2016-2030 voor de kilometrage ruim 19% en die van de verplaatsingen ruim 14%.

Het gesommeerde aantal verplaatsingen van de drie hoofdvervoerwijzen verandert nauwelijks als gevolg van toevoeging van de netwerken auto, OV en fiets. Ook het netto effect van de autokosten is over alle modaliteiten gezien nihil. Wel verandert de modal-split-verdeling van het totaal aantal verplaatsingen als gevolg van toevoeging van specifieke planjaarnetwerken.

Voor het **gesommeerde kilometrage** van alle hoofdvervoerwijzen resulteert de toevoeging van de OV en auto netwerken 2030 in een toename van 1 indexpunt. Ook de autokosten 2030 zorgen voor een sterkere groei van het kilometrage dan bij de ontwikkeling van het aantal verplaatsingen. Door de relatief lagere autokosten 2030 en de dominante positie van de auto in de modal-split in de regio worden eerder langere verplaatsingen gemaakt waardoor het sterkere effect van de kosten op het gesommeerde kilometrage verklaard wordt.



2.3 Vergelijking met andere modellen

2.3.1 Inleiding

De watervalresultaten van het V-MRDH zijn vergeleken met die van een drietal andere verkeersmodellen. Opgemerkt wordt dat de opbouw van de watervalanalyses van de afzonderlijke modellen verschilt waardoor een 1-op-1 vergelijking niet mogelijk is.

Daarnaast betreft het modellen voor verschillende regio's. Gebieden met elk een eigen karakteristiek, kenmerkende ruimtelijke ontwikkelingen en beleid. In deze analyse is daarom op hoofdlijnen gekeken naar het gedrag van de verkeersmodellen op veranderende modelinvoer.

Belangrijk is verder op te merken dat de definitie van het basisjaar van de beschouwde modellen verschilt terwijl voor alle modellen wel het zichtjaar 2030 is. De periode waarover de mobiliteitsgroei wordt berekend varieert daarmee. Het vergelijken van de gemodelleerde absolute groei is daarom arbitrair. Er is daarom gekozen om ook jaarlijkse groeicijfers te berekenen bij de vergelijking tussen de afzonderlijke modellen.

De vergelijking is uitgevoerd met de volgende modellen:

- het Verkeersmodel Amsterdam (VMA versie 1.0; basisjaar 2010; planjaar: 2030)
- het Verkeersmodel Regio Utrecht (VRU versie 2.4; basisjaar 2014; planjaar: 2030)
- het Groeimodel 3 (GM3) (NRM West-RWS; basisjaar 2010; planjaar: 2030)

Aangezien voor het VMA en het VRU de analyse is uitgevoerd voor de stedelijke studiegebieden (lees stad Amsterdam en stad Utrecht), zijn voor een zuiver vergelijk enkel de gesommeerde stedelijke gebieden van het V-MRDH (Den Haag (regio's 9-14) en Rotterdam (regio's 1-3)) beschouwd.

De Watervalanalyse van Groeimodel 3 is toegepast voor het NRM West waarmee de analyseresultaten van toepassing zijn voor het gehele landsdeel west. De NRM resultaten zijn daarom vergeleken met de MRDH-regiototalen van het V-MRDH (districten 1-20). Hierbij wordt opgemerkt dat de berekende resultaten van de gesommeerde stedelijke gebieden in relatieve zin slechts beperkt verschillen met die van de gehele MRDH-regio.

Voor de resultaten van de afzonderlijke watervalanalyses wordt verwezen naar de bijlagen van dit rapport.

2.3.2 Totale mobiliteitsgroei 2016-2030

Kijkend naar de totale mobiliteitsontwikkeling (kilometrage) 2016-2030 dan laat het V-MRDH een groei zien van 19%. Dit komt neer op een jaarlijkse toename van 1,25%.

Het VMA en GM3 modelleren een periode van 20 jaar (2010-2030). Beide modellen modelleren voor deze periode een totale mobiliteitsgroei van 26%; een jaarlijkse groei



van 1,16%. Het VRU kent relatief gezien de sterkste groei. Voor de periode 2014-2030 is een groei berekend van 24%; een jaarlijkse toename van 1,35%.

Voor het autokilometrage modelleert het V-MRDH een groei van het autokilometrage van 22%. Dit komt neer op een jaarlijkse groei van 1,4%, de laagste groei ten opzichte van de andere modellen. Het VMA en het GM3 modelleren een jaarlijkse toename van ongeveer 1.6%. Het VRU kent de sterkste toename van het autokilometrage met een jaarlijkse groei van 1,9%.

De ontwikkeling van het openbaar vervoerkilometrage verschilt tussen de beschouwde modellen sterk. Het V-MRDH kent met een jaarlijkse groei van 0,94% een relatieve sterke groei die vergelijkbaar is met die van het GM3 (1,04%) en het VMA (0,79%). Het VRU kent, met een groei van 0,37%, een substantieel lagere jaarlijkse groei van het openbaar vervoerkilometrage.

Voor het langzaam vervoerkilometrage berekent het GM3 een minimale toename. Dit verkeersmodel wordt toegepast op landsdeel niveau en kent met een relatief grove zonering een abstracte modelleringswijze van het langzaam verkeer. Voor de andere modellen zijn groeicijfers berekend die onderling wel vergelijkbaar zijn. Zo kennen het VRU en VMA een jaarlijkse groei van 1%. De jaarlijkse groei in het V-MRDH ligt met 0.95% iets onder dit niveau.

2.3.3 Toevoeging zonale data 2030

Voor alle beschouwde modellen geldt dat de zonale data 2030 de belangrijkste component is van de totaal gemodelleerde mobiliteitsgroei 2016-2030. Het V-MRDH kent met een jaarlijkse groei van 1,25% de hoogste groei van het totale kilometrage als gevolg van de toevoeging RO 2030. Voor het VMA (1,04%), het VRU (0,94%) en het GM3 (0,79%) zijn beduidend lagere groeicijfers berekend.

De autokilometrage groeit als gevolg van het toevoegen van de RO 2030 in het V-MRDH het sterkst. De jaarlijkse groei van het autokilometrage bedraagt 1,4%. Een groei die vergelijkbaar is met die van het VMA (1,3%). Voor het VRU en GM3 is een fors lager groeicijfer verkregen van 0,9%.

Voor het openbaar vervoer liggen de berekende jaarlijkse groeicijfers van het kilometrage minder ver uit elkaar. Voor het V-MRDH is een groei berekend van 0,9%. Een waarde die ligt tussen die van het VRU (1,0%) en het GM3 (0,8%). Het VMA kent met een jaarlijkse groei van 1,1% de sterkste ontwikkeling voor het openbaar vervoer.

Relatief grote verschillen zijn verkregen bij de ontwikkeling van het langzaam verkeerkilometrage. Het blijft belangrijk te beseffen dat in deze cijfers enkel de hoofdvervoerswijze beschouwd wordt. Het fietsverkeer kent binnen het mobiliteitssysteem een belangrijke rol als voor- en natransportmiddel.



Voor het V-MRDH geldt een jaarlijkse groei van 0,9% van het langzaam verkeerkilometrage. Een percentage dat vergelijkbaar is met het VRU (1.0%). De groei in het VMA blijft met 0.4% sterk achter. Het GM3 modelleert, zoals eerder bij de totale mobiliteitsgroei gemeld, een minimale ontwikkeling van het langzaam verkeerkilometrage.

2.3.4 Toevoeging Fiets Level of service 2030

De wijze waarop de fietsontwikkeling 2030 in de afzonderlijke modellen is opgenomen, verschilt sterk. Een zuivere vergelijking is daarmee lastig op te stellen.

Zo definieert het V-MRDH voor 2030 enkele nieuwe snelfietscorridors. Een algehele snelheidsverhogingen voor de fiets wordt in het V-MRDH niet geïmplementeerd; wel wijzigt de e-bike/fiets verhouding. Veronderstelling hierbij is dat de e-bike 25% sneller rijdt. Voor het prognosejaar 2030 is het aandeel e-bike per afstandsklasse opgehoogd (<2.5km van 5.0% naar 6.1%; 2.5km-7.5km van 10% naar 12.2%; >7.5km van 25% naar 30.2%).

In het VMA is de trend van het toenemende aantal elektrische fietsen (leidend tot meer fietsgebruik over langere afstanden) modelmatig geïmplementeerd via een factor 0.9 op de fietstijd in 2030. Binnen de uitgevoerde watervalanalyse van het VMA is deze specifieke maatregel onderdeel van de watervalstap '2030 Beleid' waarin meerdere beleidsmaatregelen zijn opgenomen. Hierdoor is het lastig het effect van het fietsbeleid te isoleren.

De fietsversnelling in het VRU is toegepast via een algemene versnelling van de fietsverplaatsingen met een index van 102.5 (verplaatsingen 2.5-5km) en index 105 (verplaatsingen >5km).

In GM3 wordt ook een generieke fiets versnelling gemodelleerd.

In het V-MRDH reageert het fietsgebruik beperkt op de introductie van het 2030 fietsnetwerk en de E-bike (*waterval 2*). Het fietskilometrage neemt toe met ongeveer 2%. Een jaarlijkse groei van 0,1%.

In het VMA neemt in watervalstap '2030 Beleid' het fietskilometrage toe met 17%, een jaarlijkse groei 0,8%. Het VRU reageert minder sterk na toevoeging van de fietsversnelling. Het fietskilometrage groeit met bijna 9 indexpunten; jaarlijks 0,5%.

Het GM3 kent, gelijk aan het V-MRDH een beperkte ontwikkeling van de fietskilometrage. De geïmplementeerde generieke fietsversnelling resulteert in een toename van de fietskilometrage met bijna 5 indexpunten. Dit komt neer op een jaarlijkse toename van 0,2%.



2.3.5 Toevoeging Openbaar vervoer Level of service 2030

De jaarlijkse groei van het OV-kilometrage verschilt beperkt tussen het V-MRDH, VRU en VMA. Zo neemt in het V-MRDH het OV-kilometrage toe met 6% als gevolg de toevoeging van de OVLOS 2030. Een jaarlijkse groei van 0,4%. De overige modaliteiten kennen hierbij allen een lichte daling als gevolg van de 2030 OV LOS toevoeging.

Het VMA maakt onderscheidt naar trein en BTM. Toevoeging van de OV LOS 2030 leidt daarbij tot een toename van het treinkilometrage van 7% wat neerkomt op een jaarlijkse groei van 0,3%. De gemodelleerde groei, over een periode van 20 jaar, is voor het BTM beperkt (+1%). Het effect op de overige modaliteiten is minimaal.

Toevoeging van de OV LOS 2030 resulteert in het VRU in een toename van 4,5% van het OV-kilometrage. Dit komt neer op een jaarlijkse groei van 0,3%.

Als gevolg van de implementatie van de LOS OV 2030 in GM3 stijgt het treinkilometrage substantieel met 29% (jaarlijkse 1,3%). Voor het BTM-kilometrage geldt dat de groei van 2% sterk achterblijft op die van de trein. Het gesommeerde OV-effect op het kilometrage bedraagt ongeveer 16% als gevolg van het toevoegen van de OV LOS 2030 en ligt daarmee substantieel hoger dan bij de overige modellen.

2.3.6 Toevoeging Auto Level of service 2030

Een algemeen aandachtspunt bij de beoordeling van de effecten van de LOS autonetwerk 2030 is dat in de geanalyseerde resultaten geen doorgaand verkeer beschouwd wordt. De landelijke trend kan daarmee sterk afwijken van het regionale beeld.

Het V-MRDH reageert zeer beperkt op de toevoeging van het autonetwerk 2030. Het aantal verplaatsingen en kilometrage stijgt respectievelijk met 0,3% en ruim 1% voor de periode tot 2030. Kortom, een minimale jaarlijkse groei (circa 0,1% per jaar voor kilometrages).

Toevoegen van het autonetwerk 2030 resulteert in het VMA in een sterkere stijging van het kilometrage van de autobestuurder/passagier (11 indexpunten; jaarlijks +0,5%). Het totaal afgelegde kilometrage (over alle modaliteiten) neemt daarmee met 4% toe. De effecten op het kilometrages voor het openbaar vervoer en het langzaam verkeer zijn beperkt. Binnen de waterval van het VMA is aparte stap opgenomen waarin ook rekening gehouden wordt met de congestieterugkoppeling. Hierdoor wordt de initiële groei van het autokilometrage gereduceerd tot een groei van 6%. Toch blijft hiermee een sterkere jaarlijkse groei (+0,3%) van het autokilometrage over ten opzichte van het V-MRDH.

Het VRU laat een minimale daling van het autokilometrage zien wanneer het 2030 wegennetwerk wordt opgenomen. Hierdoor neemt het openbaar vervoer en langzaam verkeer gebruik iets toe. Vergelijkbaar met het V-MRDH levert de toevoeging van het



2030 wegennetwerk nauwelijks een bijdrage aan de totale mobiliteitsontwikkeling 2016-2030.

Toevoegen van het wegennetwerk 2030 resulteert in GM3 in een groei van het kilometrage van bijna 8%. De bijbehorende jaarlijkse groei van 0,4% ligt daarmee fors boven het niveau van het V-MRDH.

2.3.7 Toevoeging Autokosten 2030

Implementatie van de autokosten (*waterval 5*) resulteert in het V-MRDH in een groei van 2% van de totaal gemodelleerde mobiliteitsontwikkeling. Het autokilometrage neemt met 5% toe terwijl het kilometrage openbaar vervoer (-4%) en langzaam verkeer (-3%) daalt. Daarmee groeit op jaarbasis het autokilometrage met ongeveer 0,4%.

In het VMA wordt binnen de *waterval beleid 2030* een pakket van beleidsmaatregelen toegevoegd. Hierdoor is het lastig om het afzonderlijke effect van de autokosten in te schatten. Het toevoegen van o.a. de auto- en OV-kosten 2030 resulteert in het VMA in een lichte toename van het autobestuurder kilometrage van +2% (jaarlijkse 0,1%), terwijl die voor de autopassagier juist afnemen. Verder is een forse afname (-8%, jaarlijks -0,4%) van het OV gebruik te zien. Het kilometrage van het fietsgebruik neemt juist sterk toe (+15%, jaarlijks +0,7%) als gevolg van de beleidsmaatregelen (oa. fietsversnelling) toe.

Toevoegen van de autokosten 2030 heeft in een VRU een groter effect op de totale omvang van het kilometrage. Deze neemt voor de gesommeerde modaliteiten toe met 9 indexpunten. Het kilometrage autobestuurder groei hierbij zeer sterk met 21% (jaarlijks 1,2%) terwijl voor het openbaar vervoer en het langzaam verkeer een daling van het kilometrage van ongeveer 10% (jaarlijkse -0,7%) wordt berekend. Het aantal autoreizen stijgt met 10 indexpunten waardoor de gemiddelde reisafstand met de auto ook toeneemt.

In het GM3 resulteert de implementatie van de brandstofkosten in een toename van 15 indexpunten van het autokilometrage. De gemiddelde reisafstand met de auto neemt hierbij toe. Het aantal reizen en afgelegde kilometrage van de overige vervoerwijzen daalt. Berekende effecten zijn sterker dan in het V-MRDH.

Een aandachtspunt bij de beoordeling van de resultaten is dat de terugkoppeling van congestie niet afzonderlijk beschouwd wordt in deze waterval-analyse.



2.3.8 Samenvatting vergelijking andere modellen

Onderstaand is een overzicht opgenomen met de berekende jaarlijkse groeicijfers kilometrage per modaliteit van de beschouwde modellen.

Kilometrages	V-MRDH	VMA	GM3	VRU
Auto	1.4%	1.6%	1.6%	1.9%
OV	0.95%	0.8%	1.05%	0.35%
LV	0.95%	1.0%	0.1%	1.0%
Totaal	1.25%	1.15%	1.15%	1.35%

Figuur 2-5: Overzicht jaarlijkse groeicijfers kilometrages verkeersmodellen.

De jaarlijkse groei van het overall gemodelleerde kilometrage ligt voor het V-MRDH (met 1.25%) tussen die van de overige modellen (VMA/GM3: 1.15% en VRU: 1.35%).

Het V-MRDH kent met een jaarlijkse groei van 1,4% voor het autokilometrage een iets lagere groei ten opzichte van de andere modellen (VMA/GM3: 1.6% en VRU: 1.9%). De jaarlijks gemodelleerde groei van het openbaar vervoerkilometrage in het V-MRDH (0.95%) is vergelijkbaar met die van het VMA en GM3 (0.8%-1.05%) . Het VRU laat hier een substantieel lagere jaarlijkse groei (0.35%) zien.

De ontwikkeling van de fietskilometrage tussen de regionale modellen V-MRDH, VMA en VRU vergelijkbaar. De gemodelleerde groei van de fietskilometrage in het GM3 blijft hierbij achter.

De **ruimtelijke ontwikkeling 2030** is in alle modellen de belangrijkste component voor de totaal gemodelleerde groei van het kilometrage. Hierbij kent het V-MRDH een jaarlijkse groei (1.25%) die boven het niveau ligt van de andere modellen (VMA: 1.04%; GM3: 0.94% en VRU: 0.79%). Deze sterkere groei wordt voornamelijk veroorzaakt doordat in het V-MRDH het kilometrage voor auto en fiets relatief sterk groeien ten opzichte van de andere modellen.

Wanneer enkel het *autokilometrage* wordt beschouwd dan modelleren het V-MRDH en VMA vergelijkbare jaarlijkse groeicijfers (1.4% en 1.3%) die duidelijk boven het niveau van het GM3 (0.9%) en het VRU (0.8%) liggen.

Het *openbaarvervoerkilometrage* neemt na toevoeging van de RO2030 in alle modellen met een vergelijkbare jaarlijkse groei toe (0.8%-1.1%).

Na toevoeging van de RO 2030 kennen het V-MRDH en het VRU de hoogste jaarlijkse groeicijfers (respectievelijk 0.9% en 1.0%) wanneer het *fietskilometrage* wordt beschouwd. Voor het VMA ligt het jaarlijkse groeicijfer op 0.4% terwijl het GM3 nauwelijks een groei modelleert voor de fietskilometrage na toevoeging van de RO 2030.

De impact van de **LOS Fiets 2030** implementatie is beperkt op de ontwikkeling van de kilometrages.

Het V-MRDH kent hierbij een minimale groei (jaarlijks 0.1%) van het gereden aantal

fietskilometers. De groeicijfers van het fietskilometrage door de LOS Fiets 2030 voor de overige regionale modellen zijn hoger (VMA:0.8% en VRU: 0.5%). Het meer generieke GM3 kent hier ook een laag jaarlijks groeipercentage.

Toevoeging van de **OV LOS 2030** genereert voor de drie regionale modellen een vergelijkbare groeiontwikkeling van het OV-kilometrage (0.3%-0.4%). GM3 maakt onderscheid naar trein en BTM. Het jaarlijkse groeicijfer voor de treinkilometrage ligt daarbij met 1.3% substantieel hoger dan voor het BTM (0.2%).

Implementatie van de **LOS auto 2030** resulteert zowel in het V-MRDH als het VRU nauwelijks in een verandering van het autokilometrage. Het VMA en GM3 laten wel hogere jaarlijkse groeicijfers zien (respectievelijk 0.5% en 0.4%) van het autokilometrage na toevoeging van het LOS auto 2030.

Na de implementatie van de **autokosten 2030** groeit het autokilometrage in het V-MRDH jaarlijks met 0.4%. Binnen het VMA en het VRU zijn de autokosten onderdeel van de watervalstap 2030 Beleid. Hierdoor is de component van de autokosten lastig te identificeren. In GM3 neemt de autokilometrage jaarlijks met 0.9% toe na toevoeging van de autokosten 2030.



2.4 Vergelijking met toedeelresultaten

Voor het MRDH gebied is ook een analyse opgesteld waarbij de omvang van het aantal verplaatsingen en kilometrages in de synthetische matrices is vergeleken met die van de toedeelmatrices. In deze toedeelmatrices zijn de kalibratie effecten van het modelsysteem verwerkt. Deze vergelijking is bedoeld om de invloed van de modelkalibratie op de berekende watervalresultaten in de schatten. Onderstaande tabellen laten de verkregen resultaten van de vergelijking zien.

Waterval	Auto	OV	LV	Totaal	Auto	OV	LV	Totaal
2016	3,025,981	841,806	2,114,129	5,981,916	3,604,368	908,442	2,114,020	6,626,830
WVA1	452,832	107,801	269,355	829,988	451,993	116,853	269,464	838,310
WVA2	-8,432	-4,133	14,316	1,752	-9,629	-4,004	14,316	683
WVA3	-8,059	26,465	-7,653	10,753	-8,568	32,777	-7,653	16,555
WVA4	11,031	1,965	-3,515	9,481	4,497	2,223	-3,515	3,205
2030	76,290	-23,160	-51,072	2,057	80,009	-24,682	-51,072	4,254
2030	3,549,643	950,745	2,335,560	6,835,947	4,122,669	1,031,609	2,335,560	7,489,837

Waterval	Auto	OV	LV	Totaal	Auto	OV	LV	Totaal
2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
WVA1	15.0%	12.8%	12.7%	13.9%	12.5%	12.9%	12.7%	12.7%
WVA2	-0.2%	-0.4%	0.6%	0.0%	-0.2%	-0.4%	0.6%	0.0%
WVA3	-0.2%	2.8%	-0.3%	0.2%	-0.2%	3.2%	-0.3%	0.2%
WVA4	0.3%	0.2%	-0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	-0.1%	0.0%
2030	2.2%	-2.4%	-2.1%	0.0%	2.0%	-2.3%	-2.1%	0.1%
2030	17.0%	13.0%	10.7%	14.2%	14.2%	13.6%	10.7%	13.0%

Figuur 2-6: Verplaatsingen (van/naar/intern), regio MRDH (links: synthetische matrices, rechts: toedeelmatrices)

In relatieve zin laten de berekende watervalresultaten beperkte verschillen zien tussen de synthetische en toedeelmatrices. In beide sets resulteert de toevoeging van de RO 2030 in de sterkste toename. Deze toename is in de toedeelmatrix gelijkmatiger verdeeld over de verschillende vervoerwijzen. De totaal gemodelleerde groei van het aantal autoverplaatsingen ligt met 14,2% in de toedeelmatrices enkele procentpunten lager dan in de synthetische matrix-set (17,0%). Voor de overige modaliteiten zijn aanzienlijk kleinere verschillen verkregen.

In absolute zin zijn wel enkele veranderingen tussen beide matrixsets terug te vinden. Zo neemt als gevolg van de kalibratie het aantal MRDH-autoverplaatsingen toe met 20% (3,0 miljoen naar 3,6 miljoen). Als gevolg van de kalibratie worden aan de verrijkte synthetische OV matrices ongeveer 16% extra ritten toegevoegd (842.000 versus 908.000). Doordat het langzaam verkeer niet is gekalibreerd zijn de berekende resultaten voor deze vervoerwijze identiek tussen beide matrixsets.

Toevoegen van de RO 2030 (*waterval 1*) resulteert voor beide sets van matrices in een absolute toename van ongeveer 450.000 autoritten. Hierdoor ligt de relatieve groei in de toedeelmatrices als gevolg van de RO2030 toevoeging 2.5% lager ten opzichte van de synthetische matrices. Voor het openbaar vervoer zijn de effecten in deze watervalstap

vergelijkbaar. In beide situaties is een groei van 13% (ongeveer 110.000 OV-verplaatsingen) berekend.

Voor watervalstap 2 (LOS Langzaam verkeer) en watervalstap 5 (autokosten 2030) zijn voor alle modaliteiten over het algemeen beperkte verschillen berekend. Zowel in absolute als relatieve zin zijn de berekende aantallen verplaatsingen tussen beide sets van matrices vergelijkbaar.

Implementatie van de 2030 LOS openbaar vervoer (*waterval 3*) laat wel een beperkt verschil zien in de ontwikkeling van het aantal OV-verplaatsingen. Zo neemt in de toedeelmatrix het aantal OV verplaatsingen met 32.500 toe. Dit zijn ongeveer 6.000 verplaatsingen meer dan berekend in de synthetische matrices. Een duidelijke verklaring voor dit verschil is niet gevonden.

Ook bij de toevoeging van 2030 Auto LOS (*waterval 4*) worden verschillen zichtbaar in de ontwikkeling van het aantal verplaatsingen. Zo groeit het aantal autoritten in de synthetische matrix substantieel sterker dan in de toedeelmatrices (+11.000 versus +5.500). Een duidelijke verklaring van dit verschil is niet gevonden. Mogelijk vlakken de kalibratiebewerkingen de eerder berekende synthetische groei af.

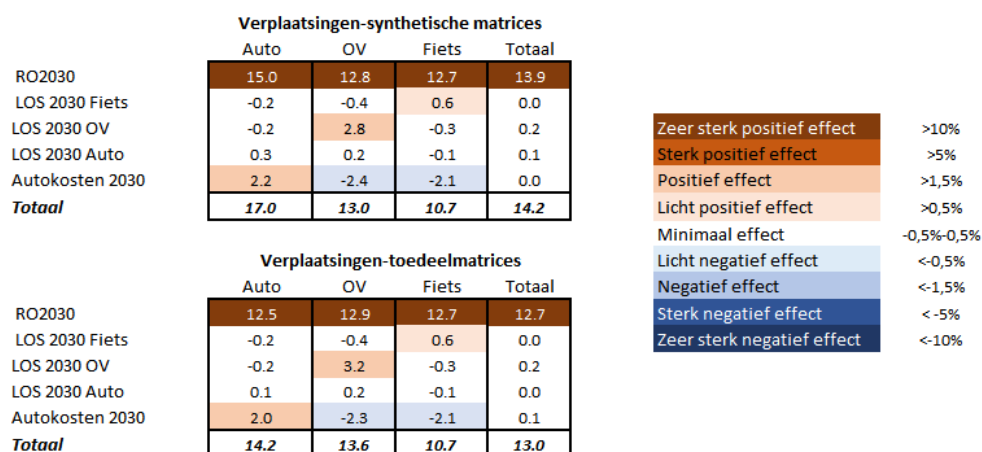
De opbouw van het kilometrages binnen de waterval-analyse laat voor de toedeelmatrices een vergelijkbaar beeld zien met die van de synthetische matrices. Opnieuw wordt de grootste afwijking teruggevonden bij de ontwikkeling van het autokilometrages bij *waterval 4* (toevoegen 2030 LOS auto).

Waterval	Auto				OV				LV				Totaal			
	Auto	OV	LV	Totaal	Auto	OV	LV	Totaal	Auto	OV	LV	Totaal	Auto	OV	LV	Totaal
2016	54,621,113	20,280,586	4,880,282	79,781,982	56,913,728	23,658,319	4,880,365	85,452,412	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
WVA1	8,667,265	2,576,504	766,751	12,010,520	8,528,647	2,906,079	766,668	12,201,395	15.9%	12.7%	15.7%	15.1%	15.0%	12.3%	15.7%	14.3%
WVA2	-130,532	-82,063	104,123	-108,472	-138,260	-90,559	104,123	-124,696	-0.2%	-0.4%	1.8%	-0.1%	-0.2%	-0.3%	1.8%	-0.1%
WVA3	-286,608	1,377,157	-29,669	1,060,880	-277,065	1,617,843	-29,669	1,311,109	-0.5%	6.0%	-0.5%	1.2%	-0.4%	6.1%	-0.5%	1.3%
WVA4	858,794	-21,476	-22,004	815,314	746,434	-20,119	-22,004	704,311	1.4%	-0.1%	-0.4%	0.9%	1.1%	-0.1%	-0.4%	0.7%
2030	3,369,085	-1,038,311	-151,838	2,178,935	3,328,933	-1,154,658	-151,838	2,022,436	5.3%	-4.3%	-2.7%	2.3%	5.1%	-4.1%	-2.7%	2.0%
2030	67,099,116	23,092,396	5,547,645	95,739,158	69,102,417	26,916,905	5,547,645	101,566,968	21.9%	14.0%	14.0%	19.3%	20.6%	13.9%	14.0%	18.2%

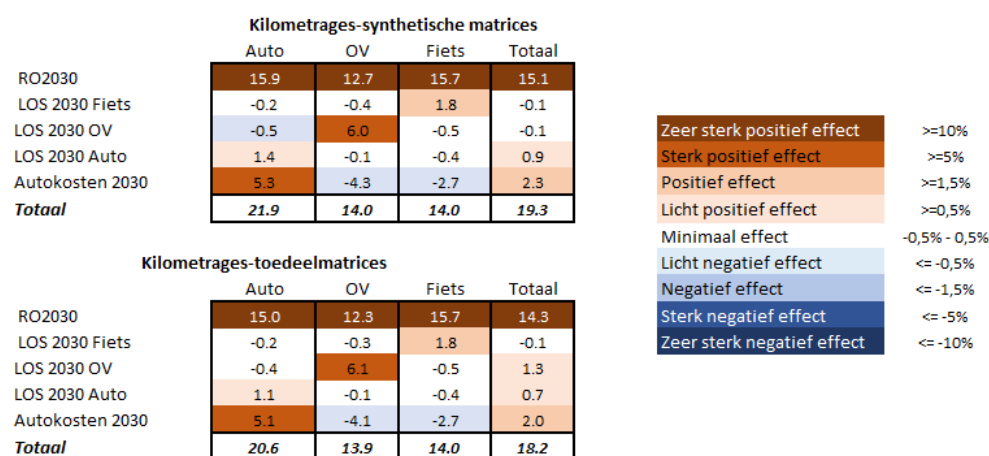
Figuur 2-7: Kilometrage (van/naar/intern), regio MRDH (links: synthetische matrices, rechts: toedeelmatrices)

2.4.1 Samenvatting vergelijking toedeelmatrices

Samengevat wordt geconcludeerd dat er beperkte verschillen bestaan tussen de synthetische en toedeelmatrices binnen de afzonderlijke watervalstappen. Onderstaand zijn de kenmerken voor zowel het aantal verplaatsingen als het kilometrage tussen beide sets van matrices ook nog grafisch gevisualiseerd.



Figuur 2-8: Overzicht impact modelinvoer op ontwikkeling verplaatsingen tussen synthetische en toedeelmatrices, regio MRDH



Figuur 2-9: Overzicht impact modelinvoer op ontwikkeling kilometrages tussen synthetische en toedeelmatrices, regio MRDH

2.5 Samenvatting Watervalanalyse

Algemeen beeld mobiliteitsgroei V-MRDH plausibel. Geconcludeerd wordt dat de verkregen V-MRDH waterval resultaten, waarbij enkel de hoofdvervoerwijzen van verplaatsingen binnen MRDH-regio zijn geanalyseerd, plausibel zijn.

Ruimtelijke Ordening 2030 zwaarste component van mobiliteitsgroei. De zonale data 2030 vormt de belangrijkste component van de gemodelleerde mobiliteitsgroei 2016-2030H. Bijna 80% van de totale groei van het berekende kilometrage wordt gerealiseerd door de zonale data 2030. Hieronder valt ook de ontwikkeling van het rijbewijs- en autobezit 2030.

Autokosten 2030 ook belangrijke component mobiliteitsgroei. De autokosten hebben in het V-MRDH een aandeel van ongeveer 12% op de totale mobiliteitsontwikkeling. De daling van de autokosten heeft per modaliteit een ander effect en leidt tot meer autokilometers en minder fiets- en OV kilometers.

Invloed van de afzonderlijke (Level of Service) netwerken is beperkt. De 2030 LOS bestanden auto en openbaar vervoer hebben een aandeel van ongeveer 5% op de totale mobiliteitsgroei in de MRDH. Toevoegen van de 2030 LOS fiets heeft minimaal effect op de totaal gemodelleerde groei van het kilometrage.

Kilometrage groeit sterker dan aantal verplaatsingen. De ontwikkeling van het kilometrage is sterker dan die van het aantal verplaatsingen. Gemiddeld neemt daarmee de afgelegde verplaatsingsafstand toe. Een trend die ook bij andere modellen wordt teruggevonden.

In hoofdlijnen vergelijkbare resultaten watervalanalyse andere modellen. Ondanks de verschillende uitgangspunten (definitie basisjaar), laten de beschouwde modellen een vergelijkbare ontwikkeling van de mobiliteitsgroei zien. In tegenstelling tot de andere modellen laat het V-MRDH hierbij voor alle modaliteiten vergelijkbare groeicijfers van de kilometrages zien. Het VMA en het VRU kennen een relatief sterke doorgroei van het autokilometrage terwijl in het GM3 nauwelijks groei van het langzaam verkeer wordt gemodelleerd.

Beperkte invloed kalibratie-effect op modelresultaten. Uit de vergelijking van de synthetische en gekalibreerde matrices volgt dat de watervalresultaten, zeker in relatieve zin, onderling vergelijkbaar zijn. In algemene zin ligt de gemodelleerde groei van de kilometrages in de gekalibreerde matrices iets onder het niveau van de synthetische matrices. Mogelijk dat het toegepaste verrijkingsproces van korte ritten auto en openbaar vervoer hierin een rol speelt. Naast een generieke ophoging vindt een specifieke verrijking plaats van korte autoritten. Voor het OV wordt bij de modelbouw uitgegaan van een gemiddelde ritlengteverdeling waardoor mogelijk een synthetische onderschatting van het aantal korte ritten plaatsvindt. Deze verrijkingsmethodieken zijn niet nader onderzocht in deze studie.

3 Elasticiteitenstudie

3.1 Inleiding

Het uitgevoerde elasticiteitenonderzoek richt zich op de gevoeligheden van de gemodelleerde distributieverdeling en modaliteitkeuze. Hierbij is gevarieerd met de definitie van specifieke modelparameters. De verkregen inzichten zijn relatief generiek van aard en afgeleid voor de gehele MRDH-regio.

Binnen de studie zijn specifiek de gevoeligheden voor kosten en reistijd beschouwd. De elementen reistijd en kosten zijn voor zowel de auto als het openbaar vervoer belangrijke componenten. Het fietsverkeer is beperkt kostengevoelig zodat voor deze vervoerwijze enkel een reistijd geanalyseerd is. In totaal zijn daarmee een vijftal elasticiteiten berekend (kosten: auto, openbaar vervoer; reistijd: auto, openbaar en langzaam verkeer).

De elasticiteiten studie is uitgevoerd voor het basisjaarmodel 2016 waarbij per geanalyseerde elasticiteit naast het basismodel 2016 een drietal modelruns zijn gedraaid met aangepaste (reistijd of kostenparameters). Hierbij zijn de synthetische modelresultaten beschouwd. Bij de beoordeling van de elasticiteiten wordt opgetekend dat er nog sprake is van veel lacunes in kennis, grote marges in de gevoeligheden tussen regio's, situaties en reizigerssegmenten/motieven.

Per elasticiteit zijn achtereenvolgens de volgende analyses uitgevoerd:

- beoordeling van de elasticiteit voor het studiegebied MRDH regio voor de gesommeerde motieven
- beoordeling van de elasticiteit voor het studiegebied MRDH regio motief-specifiek
- beoordeling van de verkregen elasticiteiten met beschikbare literatuur

*Alle in dit hoofdstuk getoonde elasticiteits-waarden zijn **gestandaardiseerd** en daarmee teruggebracht tot een procentuele verandering van het aantal verplaatsingen of kilometrages bij een verandering van de reiskosten of reistijd van 1%. In onderstaande tabel zijn de resultaten van een drietal berekeningen getoond waarbij gevarieerd is met de autokosten (+10%, -10% en -20%). Zo bedraagt in onderstaande tabel de autokosten-elasticiteit in de berekening met een 10% autokostenstijging, -0.21. Dit betekent dat bij een stijging van 1% van de autokosten een daling van 0,21% in het aantal autoverplaatsingen is verkregen. Daarmee daalt bij een toename van 10% van de autokosten het aantal autoverplaatsingen met $10 \times 0,21 = 2,1\%$.*

(Kruis)elasticiteiten	GA1 Autokosten +10%			GA2 Autokosten -10%			GA3 Autokosten -20%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	-0.21	0.23	0.21	-0.22	0.23	0.22	-0.22	0.24	0.22

3.2 Autokosten

Elasticiteit 1: Autokosten

- Modelberekening GA1: Verhoging van de autokosten met 10%
- Modelberekening GA2: Verlaging van de autokosten met 10%
- Modelberekening GA3: Verlaging van de autokosten met 20%

Onderstaand zijn de berekende (kruis)elasticiteiten getoond voor de autokosten.

Verplaatsingen									
(Kruis)elasticiteiten	GA3 Autokosten -20%			GA2 Autokosten -10%			GA1 Autokosten +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	-0.22	0.24	0.22	-0.22	0.23	0.22	-0.21	0.23	0.21
Kilometrages									
(Kruis)elasticiteiten	GA3 Autokosten -20%			GA2 Autokosten -10%			GA1 Autokosten +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	-0.57	0.40	0.27	-0.54	0.40	0.27	-0.49	0.39	0.26

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-1: Elasticiteitswaarden autokosten, regio MRDH

Voor de gehele MRDH-regio geldt dat het aantal autoverplaatsingen met ruim 0.2% daalt als gevolg van een stijging van de autokosten met 1%. Het model genereert daarmee een plausibel beeld waarbij een stijging van de autokosten leidt tot een daling (negatieve elasticiteit) van het aantal autoverplaatsingen. Het model laat hierbij een lineair verband zien waarbij een vergelijkbare elasticiteitswaarde is berekend voor zowel toenemende (run GA1) als dalende autokosten (runs GA2 en GA3).

De berekende hogere elasticiteitswaarde voor het kilometrage is plausibel aangezien er naast de vervoerwijze ook een bestemmingskeuze beschouwd wordt. De kruiselasticiteiten voor het openbaar vervoerkilometrage liggen hoger dan bij het langzaam verkeer. Dit is verklaarbaar doordat het openbaar vervoer ook voor de langere afstandsverplaatsingen een alternatief voor het autoverkeer is.

Onderstaande figuur 3.2. toont de berekende (kruis)elasticiteiten voor de afzonderlijke motieven.

(Kruis)elasticiteiten	Verplaatsingen			Kilometrages		
	GA1 Autokosten +10%			GA1 Autokosten +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Woon werk	-0.26	0.23	0.22	-0.53	0.36	0.25
Zakelijk	0.01	-0.02	-0.01	0.02	-0.02	-0.01
Winkel	-0.26	0.32	0.25	-0.67	1.03	0.34
Educatie	-0.50	0.12	0.02	-0.93	0.28	0.06
Overig	-0.19	0.31	0.31	-0.60	0.48	0.34
Totaal	-0.21	0.23	0.21	-0.49	0.39	0.26

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-2: Elasticiteitswaarden autokosten motief-specifiek, regio MRDH

Deze elasticiteiten vertonen over de motieven een wisselend verloop waarbij de waarden, conform de literatuur, voor het kilometrage hoger zijn dan voor het aantal verplaatsingen. Met uitzondering van het motief zakelijk kennen alle motieven een, verwachte, negatieve elasticiteitswaarde. Motief zakelijk kent een (zeer) kleine positieve elasticiteitswaarde. Dit is verklaarbaar omdat dit motief meer tijdsgevoelig dan prijsgevoelig is als gevolg van de onkostenvergoedings-regelingen. Bij een stijging van de autokosten reageren andere motieven sterker (via een alternatieve vervoerwijze of kortere verplaatsingen) waardoor er meer ruimte beschikbaar komt voor het minder kosten gevoelige zakelijke verkeer.

Met name motief *Overig* (en in mindere mate *Winkel*), laat een relatief sterkere gevoeligheid zien voor het kilometrage in vergelijking met verplaatsingen. Bij een stijging van de autokosten zullen dus naast een verandering van de vervoerwijze ook kortere afstandsverplaatsingen afgelegd worden.

Onderstaand, zijn in Figuur 3-3, elasticiteitswaarden kilometrages uit de literatuur getoond.

		Literatuur				Literatuur		
		Audit 2012	Wardman	Dunkerley	LMS-NRM	Bestuurder	Trein	BTM
		Elasticiteiten				Kruiselasticiteiten		
Autokosten	Opleiding	-0,4			-0,16			
	Wo-we	-0,2			-0,4			
	Zakelijk	-0,2			-0,22			
	Winkelen	-0,3			-0,84			
	Overig	-0,3			-0,76			
	Totaal	-0,2 tot -0,5	-0,3		-0,49	nvt	0,21-0,32	0,13-0,20

Figuur 3-3: (Kruis)elasticiteitswaarden kilometrage autokosten uit de literatuur

De kostenelasticiteitswaarden uit de literatuur zijn aangeleverd door MuConsult en laten relatief grote bandbreedtes zien. MuConsult geeft hierbij aan de elasticiteitswaarden voor de BTM en Trein kosten bij LMS en NRM aan de lage kant te vinden en de elasticiteit van het LMS audit 2012 meer betrouwbaar te vinden.

Bij de auto stelt MuConsult dat de gevonden kosten-elasticiteitswaarden LMS-NRM juist aan de hoge kant zijn en verwacht dat de praktijk beter aansluit bij de elasticiteiten LMS audit 2012.

MuConsult geeft aan geen duidelijke verklaring te hebben voor deze relatief grote verschillen.

Op basis van de literatuurbron LMS audit 2012 is de berekende V-MRDH kilometrage elasticiteit autokosten (-0,5) voor de autokilometers aan de hoge kant van de bandbreedte, maar vallen nog wel binnen de grenzen (-0.2 tot -0.5) . Hierbij merken we op dat het om een grootstedelijke omgeving gaat waarbij veel alternatieven beschikbaar zijn voor de auto. Reizigers zijn dan gevoeliger voor prijsveranderingen wat tot uitdrukking komend in hogere elasticiteiten. Het beeld dat de gevoeligheid voor kilometers groter is dan voor verplaatsingen vinden we consistent terug in de literatuur.

Beschouwen we de gevoeligheden van autokosten naar motief, dan zien we dat zakelijk verkeer minder en onderwijs meer kostengevoelig zijn, hetgeen overeenkomt met de literatuur. Wel is het opvallend dat de gevoeligheid voor autokosten in het woon-werkverkeer nogal hoog is (in relatie tot (gedeeltelijke) vergoeding van woon-werkers voor reiskosten die daarmee eerder minder prijsgevoelig zouden zijn). Bij de bouw van het model is echter geen rekening gehouden met een gedeeltelijk vergoeding van de kosten voor het woon-werkverkeer. Hierdoor is de gemodelleerde gevoeligheid voor autokosten in het woon-werkverkeer te hoog.

De kruiselasticiteiten (gemiddeld over alle motieven) hebben een vergelijkbare orde grootte als in de literatuur. De kruiselasticiteit verplaatsingen van autokosten op het totale OV gebruik (0,23) ligt ongeveer in het midden van de gevonden bandbreedtes voor BTM en trein afzonderlijk.



3.3 Openbaar vervoerkosten

Elasticiteit 2: Openbaar vervoer kosten

- Modelberekening GA4: Verhoging van de OV kosten met 20%
- Modelberekening GA5: Verhoging van de OV kosten met 10%
- Modelberekening GA6: Verlaging van de OV kosten met 10%

Onderstaand zijn de berekende elasticiteiten getoond voor de openbaar vervoerkosten.

Verplaatsingen									
(Kruis)elasticiteiten	GA6 OV kosten -10%			GA5 OV kosten +10%			GA4 OV kosten +20%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	0.07	-0.76	0.12	0.06	-0.67	0.11	0.06	-0.63	0.10
Kilometrages									
(Kruis)elasticiteiten	GA6 OV kosten -10%			GA5 OV kosten +10%			GA4 OV kosten +20%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	0.09	-1.00	0.14	0.08	-0.85	0.13	0.08	-0.79	0.12

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-4: Elasticiteitswaarden OV, regio MRDH

Voor de gehele MRDH resulteert een kostenstijging van 10% van het openbaar vervoer min een daling van ongeveer 7% van het aantal openbaar vervoer verplaatsingen. De openbaar vervoer kostengevoeligheid ligt daarmee ruim hoger dan die van de autokosten (ruim 2%). Ook hier volgt dat de gevoeligheid voor kilometers groter is dan voor verplaatsingen.

Figuur 3-5 toont de motief specifieke (kruis)elasticiteiten OV-kosten.

Verplaatsingen									
(Kruis)elasticiteiten	GA5 OV kosten +10%			GA5 OV kosten +10%					
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV			
Woon werk	0.10	-0.71	0.22	0.11	-1.05	0.22			
Zakelijk	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00			
Winkel	0.10	-1.15	0.14	0.27	-1.85	0.17			
Educatie	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00			
Overig	0.05	-1.01	0.11	0.07	-1.17	0.10			
Totaal	0.06	-0.67	0.11	0.08	-0.85	0.13			

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-5: Elasticiteitswaarden OV-kosten motief-specifiek, regio MRDH

Tussen de motieven bestaat een relatief grote bandbreedte in de berekende elasticiteiten. Motieven zakelijk en educatie blijken nagenoeg ongevoelig voor veranderingen in de openbaar vervoerkosten. De OV-studentenkaart en vergoedingsregelingen voor de reiskosten van zakelijk verkeer zijn hiervoor plausibele verklarende factoren.

Motief *Winkel* is het meest gevoelig voor een OV kostenstijging. De berekende elasticiteitswaarde ligt voor het kilometrage hierbij hoger dan voor het aantal

verplaatsingen. Naast een verschuiving van modaliteit worden zeker voor dit motief ook dichterbij gelegen bestemmingen gekozen.

Verder valt de hoge kostengevoeligheid voor het motief *Woon-werk* op. De berekende waarde ligt hoger dan die van het gesommeerde motieffeffect (-0,71 versus -0,67). Het V-MRDH houdt geen rekening met een vergoeding van de woon-werk kosten waardoor de relatief hoge elasticiteitswaarde reken technisch verklaard kan worden. Een dergelijke vergoeding is wel gemodelleerd voor het zakelijk motief, resulterend is een fors lagere elasticiteitswaarde.

Onderstaand zijn de literatuur waarden voor de openbaar vervoer kosten (kilometrages) getoond.

		Literatuur				Literatuur		
		Audit 2012	Wardman	Dunkerley	LMS-NRM	Bestuurder	Trein	BTM
		Elasticiteiten				Kruiselasticiteiten		
Trein kosten	Opleiding				-0,09			
	Wo-we				-0,54			
	Zakelijk				-0,44			
	Winkelen				-0,69			
	Overig				-0,8			
	Totaal	-0,6 tot -1,2	-0,9		-0,47	0,03-0,05	nvt	0,15-0,22
BTM kosten	Opleiding				-0,08			
	Wo-we				-0,35			
	Zakelijk				-0,16			
	Winkelen				-0,91			
	Overig				-0,47			
	Totaal	-0,4 to -1,0	-0,5	-0,7 tot -0,9	-0,32	0,03-0,05	0,17-0,26	nvt

Figuur 3-6: (Kruis)elasticiteitswaarden kilometrages openbaar vervoerkosten uit de literatuur

De kostenelasticiteitswaarden uit de literatuur zijn aangeleverd door MuConsult en laten relatief grote bandbreedtes zien. MuConsult geeft hierbij aan de elasticiteitswaarden voor de BTM en Trein kosten bij LMS en NRM aan de lage kant te vinden en de elasticiteit van het LMS audit 2012 meer betrouwbaar te vinden.

Bij de auto stelt MuConsult dat de gevonden kosten-elasticiteitswaarden LMS-NRM juist aan de hoge kant zijn en verwacht dat de praktijk beter aansluit bij de elasticiteiten LMS audit 2012.

MuConsult geeft aan geen duidelijke verklaring te hebben voor deze relatief grote verschillen.

In vergelijking met de literatuur (LMS audit 2012) lijkt de berekende elasticiteit kilometrage voor de openbaar vervoer kosten (-0,85) aan de hoge kant van de bandbreedte (-0,4 tot -1,0). Hierbij dient bedacht te worden dat het hier gaat om een grootstedelijk milieu met, zeker ten opzichte van het buitenland, veel alternatieven, vooral de fiets. De kruiselasticiteiten (gemiddeld over alle motieven) hebben een vergelijkbare orde grootte als in de literatuur. Hierbij ligt de berekende kruiselasticiteit op het auto gebruik net iets buiten de gevonden bandbreedte in de literatuur

3.4 Auto reistijd

Elasticiteit 3: Auto reistijd (zie paragraaf 3.4)

- Modelberekening GA13: Versnelling van de autoreistijd met 10%
- Modelberekening GA14: Versnelling van de autoreistijd met 20%
- Modelberekening GA15: Vertraging van de autoreistijd met 10%

Onderstaand zijn de berekende elasticiteiten getoond voor de auto reistijd.

Verplaatsingen									
(Kruis)elasticiteiten	GA14 AutoReistijd -20%			GA13 AutoReistijd -10%			GA15 AutoReistijd +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	-0.41	0.46	0.49	-0.44	0.50	0.54	-0.52	0.59	0.64
Kilometrages									
(Kruis)elasticiteiten	GA14 AutoReistijd -20%			GA13 AutoReistijd -10%			GA15 AutoReistijd +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	-0.58	0.67	0.56	-0.61	0.73	0.61	-0.70	0.90	0.74

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-7: Elasticiteitswaarden auto-reistijd, regio MRDH

Voor de gehele MRDH-regio is een autoreistijdelasticiteit berekend van -0,4 tot -0,5. Een versnelling van de autoreistijd met 1% resulteert daarmee in een toename van het aantal autoverplaatsingen met 0,5%. De berekende kruiselasticiteiten openbaar vervoer en langzaam verkeer fiets zijn onderling vergelijkbaar. Ook voor de reistijd auto geldt dat de gevoeligheid voor het kilometrage groter is dan voor het aantal verplaatsingen.

In Figuur 3-8 zijn de motief-specifieke elasticiteiten voor de auto-reistijd weergegeven.

(Kruis)elasticiteiten	Verplaatsingen			Kilometrages		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Woon werk	-0.35	0.40	0.40	-0.44	0.56	0.44
Zakelijk	-0.49	1.06	1.17	-0.74	1.40	1.19
Winkel	-0.79	0.72	0.81	-0.87	1.34	0.99
Educatie	-1.09	0.23	0.06	-1.25	0.41	0.14
Overig	-0.37	0.68	0.70	-0.69	0.92	0.76
Totaal	-0.44	0.50	0.54	-0.61	0.73	0.61

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-8: Elasticiteitswaarden auto-reistijd, motief-specifiek, regio MRDH

Motieven *educatie* en *winkel* kennen hierbij de hoogste elasticiteit en zijn daarmee het meest gevoelig voor veranderingen in de auto-reistijd. Dit is plausibel omdat voor deze motieven veelal alternatieve vervoerssystemen beschikbaar zijn. Het motief *zakelijk* kent een hogere reistijd elasticiteit dan motief *woon-werk*. Ook ligt de berekende elasticiteitswaarde voor motief *zakelijk* boven de elasticiteitswaarde van de gesommeerde motieven.

Onderstaande Figuur 3-9 toont de (kruis)elasticiteitswaarden kilometrage voor de reistijd-auto uit de literatuur.

		Literatuur				Literatuur		
		Audit 2012	Wardman	Dunkerley	LMS-NRM	Bestuurder	Trein	BTM
		Elasticiteiten				Kruiselasticiteiten		
Autoreistijd	Opleiding	-0,8			-1,74			
	Wo-we	-0,6			-1,04			
	Zakelijk	-0,6			-0,64			
	Winkelen	-0,9			-0,86			
	Overig	-0,9			-0,63			
	Totaal	-0,3 to -0,7	-0,3		-0,92	nvt	0,65-0,93	0,41-0,58

Figuur 3-9: (Kruis)elasticiteitswaarden reistijd-auto uit de literatuur

In het algemeen concluderen we dat de berekende kilometrage-elasticiteit (-0.61) voor de autoreistijd binnen de bandbreedtes liggen zoals aangetroffen in de literatuur (-0.3 tot -0.7).

Voor het openbaar vervoer onderscheidt de literatuur de modaliteiten trein en BTM. De kruiselasticiteiten Trein en BTM laten hierbij sterk verschillende bandbreedtes zien. Doordat het V-MRDH het OV als geheel beschouwd, is een rechtstreekse vergelijking met de literatuur lastig.

De kruiselasticiteit kilometrage OV van de auto-reistijden bedraagt in het VMRDH 0.73. Uitgaande van een 50/50 verdeling over de vervoerwijzen trein en BTM wordt de bandbreedte van de kruiselasticiteiten bepaald door 0.53 en 0.75.

[ondergrens $(0.65+0.41)/2=0.53$; bovengrens $(0.93+0.58)/2=0.75$] De berekende kruiselasticiteit kilometrage OV van de auto-reistijden van het V-MRDH ligt daarmee aan de bovengrens van de literatuur.

3.5 Openbaar vervoer reistijd (in-vehicle-time)

Elasticiteit 4: Openbaar vervoer reistijd (*)

- Modelberekening GA7: Versnelling van de OV reistijd met 10%
- Modelberekening GA8: Versnelling van de OV reistijd met 20%
- Modelberekening GA9: Vertraging van de OV reistijd met 10%

Onderstaand zijn de berekende elasticiteiten getoond voor de openbaar vervoer reistijd. Hierbij is enkel de component 'in-vehicle-time' van de totale OV reis gewijzigd en zijn de overige reistijd-componenten (voor/natransport, wacht- en overstaptijd) constant gehouden.

Voor de gehele MRDH-regio is voor het openbaar vervoer een elasticiteit van ongeveer -0,45 berekend. Daarmee resulteert een 10%-versnelling van de 'in-vehicle-reistijd OV' in een toename van 4,5% van het aantal openbaar vervoer verplaatsingen. De berekende kruiselasticiteiten kennen een verwachte positieve waarde waarbij een toename van de OV reistijd resulteert in een toename van zowel het auto als langzaam verkeer gebruik.

Verplaatsingen

(Kruis)elasticiteiten	GA8 OVReistijd -20% (*)			GA7 OVReistijd -10% (*)			GA9 OVReistijd +10% (*)			(*) in vehicle time
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	
Totaal	0.03	-0.43	0.06	0.03	-0.45	0.06	0.04	-0.52	0.07	Elasticiteit
										Kruiselasticiteit

Kilometrages

(Kruis)elasticiteiten	GA8 OVReistijd -20% (*)			GA7 OVReistijd -10% (*)			GA9 OVReistijd +10% (*)			(*) in vehicle time
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	
Totaal	0.06	-1.08	0.09	0.07	-1.08	0.10	0.08	-1.15	0.12	

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-10: Elasticiteitswaarden openbaar-reistijd, motief-specifiek, regio MRDH

Voor de motieven zakelijk, winkel en educatie zijn de hoge elasticiteiten berekend waarbij een OV-versnelling van 1% resulteert in een toename van het openbaar vervoer-kilometrage die substantieel boven de 1% ligt.

Opvallend is de hoge kruiselasticiteit auto voor het motief educatie (0,93). Studenten en scholieren die beschikken over een auto (dit is wel een kleine groep) blijken gevoelig voor een OV-overstap bij een versnelling van het openbaar vervoer. Dit geldt ook in mindere mate voor de fietsende scholieren. De overige motieven laten een duidelijk lagere kruiselasticiteit zien en zijn daarmee minder gevoelig voor een OV-versnelling.

(Kruis)elasticiteiten	Verplaatsingen			Kilometrages			(*) in vehicle time
	GA7 OVReistijd -10% (*)			GA7 OVReistijd -10% (*)			
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	
Woon werk	0.08	-0.38	0.12	0.08	-1.00	0.13	Elasticiteit
Zakelijk	0.13	-1.04	0.19	0.07	-1.42	0.12	Kruiselasticiteit
Winkel	0.04	-0.17	-0.03	0.17	-1.33	0.01	
Educatie	0.38	-0.62	0.16	0.93	-1.38	0.31	
Overig	0.01	-0.30	0.03	0.02	-0.89	0.03	
Totaal	0.04	-0.40	0.06	0.07	-1.08	0.10	

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Fietsritten

Figuur 3-11: Elasticiteitswaarden openbaar-reistijd, motief-specifiek, regio MRDH

In de literatuur wordt onderscheid gemaakt naar elasticiteiten voor trein en BTM afzonderlijk. Hierbij valt in algemene zin op dat de elasticiteiten voor het BTM hoger zijn dan voor de trein. Dit wordt verklaard doordat de BTM voor relatief kortere afstandsverplaatsingen gebruikt wordt. Hier geldt de fiets als een concurrerende alternatieve vervoerwijze. Bij een OV versnelling zal de fiets daarom sneller ingeruild worden voor een reis met het BTM. De langere afstandsverplaatsingen met de trein kennen in de fiets nauwelijks een concurrent en zijn daarmee minder gevoelig voor een OV-versnelling.

Onderstaand zijn de (kruis)elasticiteiten voor de reistijd van het openbaar vervoer kilometrage getoond. Het gaat hier om de in-vehicle-reistijden. Dus de elementen voor- en natransport en wachttijd zijn ook hier constant verondersteld.

		Literatuur				Literatuur		
		Audit 2012	Wardman	Dunkerley	LMS-NRM	Bestuurder	Trein	BTM
		Elasticiteiten				Kruiselasticiteiten		
Trein reistijd	Opleiding				-0,76			
	Wo-we				-0,88			
	Zakelijk				-0,74			
	Winkelen				-0,99			
	Overig				-0,48			
	Totaal	-0,5 to -0,7	-0,7		-0,79	0,05-0,07	nvt	0,24-0,35
BTM reistijd	Opleiding				-1,07			
	Wo-we				-0,93			
	Zakelijk				-1,01			
	Winkelen				-0,66			
	Overig				-0,58			
	Totaal	-0,6 to -1,3	-0,6	-0,6	-0,89	0,05-0,08	0,28-0,40	nvt

Figuur 3-12: (Kruis)elasticiteitswaarden reistijd-openbaar vervoer uit de literatuur

Uitgaande van een 50/50 verdeling over de vervoerwijzen Trein en BTM volgt een bandbreedte van -0.55 tot -1.0 voor de kilometrage elasticiteit OV-reistijd van de LMS audit 2012. $[(-0.5 + -0.6)/2 = -0.55; (-0.7 + -1.3)/2 = -1.0]$. De bijbehorende elasticiteit in V-MRDH ligt met een waarde van -1.09 aan de bovengrens van/net buiten de literatuur.

De kruiselasticiteit voor de OV-reistijd op het autogebruik (kilometrages) ligt met een waarde van 0,07 binnen de literatuur range van 0,05-0,08.

3.6 Langzaam verkeer reistijd

Elasticiteit 5: Langzaam verkeer reistijd

- Modelberekening GA10: Versnelling van de langzaam verkeer reistijd met -10%
- Modelberekening GA11: Versnelling van de langzaam verkeer reistijd met -20%
- Modelberekening GA12: Vertraging van de langzaam verkeer met +10%

Onderstaand zijn de berekende elasticiteiten getoond voor de langzaam verkeer reistijd.

Verplaatsingen									
(Kruis)elasticiteiten	GA11 FietsReistijd -20%			GA10 FietsReistijd -10%			GA12 FietsReistijd +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	0.37	0.31	-0.76	0.38	0.33	-0.78	0.40	0.37	-0.83
Kilometrages									
(Kruis)elasticiteiten	GA11 FietsReistijd -20%			GA10 FietsReistijd -10%			GA12 FietsReistijd +10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Totaal	0.31	0.23	-1.96	0.32	0.23	-1.90	0.33	0.23	-1.77

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-13: Elasticiteitswaarden fiets-reistijd, regio MRDH

Hierbij zijn in de analyse de hoofdvervoerwijzen van verplaatsingen beschouwd. Implementatie van een fietsversnelling resulteert in een elasticiteitswaarde voor het aantal fietsverplaatsingen van -0.8. De berekende elasticiteit voor het kilometrage ligt met een waarde van -1.9 hoger.

In onderstaande figuur zijn de motief-specifieke (kruis)elasticiteitswaarden voor de fiets-reistijd getoond.

(Kruis)elasticiteiten	Verplaatsingen			Kilometrages		
	GA10 FietsReistijd -10%			GA10 FietsReistijd -10%		
	Auto	OV	LV	Auto	OV	LV
Woon werk	0.37	0.34	-0.99	0.30	0.30	-2.06
Zakelijk	0.24	0.04	-1.15	0.15	-0.01	-2.32
Winkel	0.65	0.38	-0.88	0.53	0.09	-1.83
Educatie	0.88	0.53	-0.27	0.65	0.33	-1.07
Overig	0.34	0.19	-0.93	0.36	0.15	-2.08
Totaal	0.38	0.33	-0.78	0.32	0.23	-1.90

Elasticiteit
Kruiselasticiteit

Auto: Autoritten / OV: Openbaar vervoer ritten / LV: Langzaam verkeer ritten

Figuur 3-14: Elasticiteitswaarden fiets-reistijd, motief-specifiek, regio MRDH

Het motief educatie blijkt niet gevoelig voor een versnelling van het langzaam verkeer. Dit is plausibel aangezien de fietsgebruiker veelal beperkte alternatieven kent (scholieren zonder auto- en rijbewijsbezit). Voor de overige motieven is een onderling vergelijkbare elasticiteit berekend (0.8-1.0) waarbij motief zakelijk het meest gevoelig reageert op een snelheidsverandering. Ook dit is plausibel aangezien dit motief een relatief hoge reistijdwaardering kent).

Vanuit de literatuur zijn er geen (kruis)elasticiteiten beschikbaar voor de fietsreistijd. Via de gemeente Amsterdam zijn wel fiets-elasticiteiten aangeleverd van het VMA. Het VMA kent voor de fiets-kilometrage een elasticiteitswaarde van -1.25. Het V-MRDH kent met een waarde van -1.9 daarmee een substantieel hogere elasticiteit voor het fietskilometrage.

3.7 Samenvatting Elasticiteitenstudie

Onderstaand is een overzicht opgenomen van de berekende V-MRDH v2.4 elasticiteitswaarden en de bijbehorende waarden uit de literatuur. Alle waarden zijn gebaseerd op de kilometrage-berekeningen.

Variabele	Motief	Literatuur		VMRDH
		Audit 2012	LMS-NRM	MRDH
Elasticiteiten				
Autokosten	Totaal	-0,2 tot -0,5	-0,49	-0,49 tot -0,57
Trein kosten	Totaal	-0,6 tot -1,2	-0,47	
BTM kosten	Totaal	-0,4 to -1,0	-0,32	
OV kosten	Totaal			-0,73 tot -0,8
Autoreistijd	Totaal	-0,3 to -0,7	-0,92	-0,58 tot -0,7
Trein reistijd	Totaal	-0,5 to -0,7	-0,79	
BTM reistijd	Totaal	-0,6 to -1,3	-0,89	
OV reistijd	Totaal			-1,08 tot -1,15
Fietsreistijd	Totaal			-1,77 tot -1,96

Figuur 3-15: Vergelijking Elasticiteitswaarden kilometrages literatuur versus V-MRDH

Getoonde literatuurwaarden laten forse bandbreedtes zien. MuConsult geeft hierbij aan dat er veel onderzoek is gedaan naar de verklaring van deze bandbreedtes. Een duidelijke verklaring is echter niet gevonden. Hierbij vermeldt MuConsult dat de berekende elasticiteiten BTM en Trein kosten bij het LMS-NRM gevoelsmatig aan de lage kant zijn. De waarden van het LMS audit 2012 liggen meer in de lijn met de verwachtingen. Voor de auto geldt het omgekeerde: deze lijken in het LMS-NRM juist aan de hoge kant en beter bij de LMS audit 2012 cijfers te passen.

Voor de analyse naar (kruis)elasticiteiten hebben we ons beperkt tot de literatuurbronnen van Nederlandse verkeersmodellen (LMS audit 2012 en LMS-NRM). Hierbij dient bedacht te worden dat deze bandbreedtes betrekking hebben op geheel Nederland. In de MRDH zal, in een sterk-stedelijk gebied, sprake zijn van wat grotere gevoeligheden omdat het aantal alternatieven (vervoerwijzen en bestemmingen) groter is en derhalve substitutie naar alternatieven makkelijker is. Tevens moet bedacht worden dat de Nederlandse situatie (OV studentenkaart en fiets vaker een alternatief voor zowel auto als OV) vaak verschilt van die in het buitenland. De literatuur differentieert hierbij naar BTM en Trein, terwijl in het V-MRDH het OV-systeem als geheel beschouwd wordt.

Op basis van de uitkomsten komt het volgende beeld voor de berekende V-MRDH elasticiteiten naar voren:

Overall berekende elasticiteiten V-MRDH: Wisselend beeld berekende elasticiteiten met literatuur.

De **kostengevoeligheden** van auto en OV lijken wat aan de hoge kant ten opzichte van de literatuur. In het V-MRDH kent enkel zakelijk verkeer een reiskosten vergoeding terwijl in het NRM (en dus de literatuurbronnen) ook een woon-werk vergoeding wordt toegepast. Dit betekent dat het model dus relatief gevoelig zal zijn voor reiskosten. Veel zal hierbij afhangen van de vraag hoe de reiskostenvergoedingen zijn opgenomen in het model. De verhouding in gevoeligheden voor verplaatsingen en kilometers lijkt plausibel.

De **reistijdgevoeligheden** voor auto en OV daarentegen lijken beter binnen de bekende bandbreedtes te passen, waarbij de OV reistijd zich net buiten de bandbreedte bevindt. Ten aanzien van de **fietselasticiteiten** reistijd is het lastig om uitspraken te doen door het gebrek aan goede literatuurbronnen, maar in vergelijking met VMA kent het V-MRDH een hoge fiets-elasticiteit voor het kilometrage.

Motief-specifieke elasticiteiten V-MRDH: Verschillen tussen verkregen motief elasticiteiten verklaarbaar

Het *reismotief zakelijk* kent relatief lage kosten-elasticiteitswaarden. Dit is verklaarbaar omdat dit motief meer tijdsgevoelig dan prijsgevoelig is als gevolg van de onkostenvergoedings-regelingen. Binnen het OV blijkt ook *motief educatie* slechts beperkt gevoelig voor kostenveranderingen. De OV-studentenkaart is hiervoor een verklarende factor.

Motieven Overig en in mindere mate *Winkel*, laten een relatief sterkere kosten-gevoeligheid zien voor het kilometrage in vergelijking met de verplaatsingen. Dit betekent dat bij een stijging van de autokosten naast veranderingen in de vervoerwijze-keuze ook meer kortere afstandsverplaatsingen afgelegd zullen worden.

Kruiselasticiteiten V-MRDH

Binnen deze studie zijn ook de kruiselasticiteiten beschouwd en vergeleken met de literatuurwaarden. De kruiselasticiteit laat de gevoeligheid zien van veranderingen in de reistijd en kosten van een specifieke modaliteit op het gebruik van andere modaliteiten. In de literatuur zijn overigens geen kruiselasticiteiten voor de fiets beschikbaar. Hierdoor is geen verdere analyse op de berekende elasticiteiten van de fiets gemaakt. Onderstaand is een overzicht opgenomen van deze kruiselasticiteiten.

		Literatuur			V-MRDH		
Variabele	Motief	Auto	Trein	BTM	Auto	OV	LV
		Kruiselasticiteiten			Kruiselasticiteiten		
Autokosten	Totaal	nvt	0,21-0,32	0,13-0,20	nvt	0,39	0,27
Trein kosten	Totaal	0,03-0,05	nvt	0,15-0,22			
BTM kosten	Totaal	0,03-0,05	0,17-0,26	nvt			
OV kosten	Totaal				0,08	nvt	0,13
Autoreistijd	Totaal	nvt	0,65-0,93	0,41-0,58	nvt	0,67 - 0,9	0,56 - 0,74
Trein reistijd	Totaal	0,05-0,07	nvt	0,24-0,35			
BTM reistijd	Totaal	0,05-0,08	0,28-0,40	nvt			
OV reistijd	Totaal				0,06 - 0,08	nvt	0,09 - 0,12
Fietsreistijd	Totaal				0,31 tot 0,33	0,23	nvt

Figuur 3-16: Vergelijking Kruis-elasticiteitswaarden literatuur versus V-MRDH

Gevoeligheid openbaar vervoergebruik voor autokosten aan hoge kant

De kruiselasticiteit van autokosten op het totale OV gebruik (0,39) ligt net boven de bandbreedte van de trein. Voor het BTM geldt dat de modelwaarde fors boven het niveau van de literatuur ligt (0,13-0,20).

Gevoeligheid OV kosten voor autogebruik hoger dan literatuur

De kruiselasticiteiten voor de openbaar vervoerkosten voor het autogebruik is laag. Bij een vergelijking met de literatuur zien we wel dat de model elasticiteitswaarde hoger ligt. Daarmee is het model relatief gevoelig voor veranderende OV kosten. Zo geldt voor de kruiselasticiteit van de OV-kosten op het autogebruik dat deze buiten de gevonden bandbreedte in de literatuur valt (0,08 bij een bandbreedte van 0,03 – 0,05).

Gevoeligheid autoreistijd voor totale OV gebruik aan de bovengrens literatuur;

De kruiselasticiteit kilometrage OV van de auto-reistijden bedraagt in het VMRDH 0.73. Uitgaande van een 50/50 verdeling over de vervoerwijzen trein en BTM wordt de bandbreedte van de kruiselasticiteiten bepaald door 0.53 en 0.75.

[ondergrens $(0.65+0.41)/2=0.53$; bovengrens $(0.93+0.58)/2=0.75$] De berekende kruiselasticiteit kilometrage OV van de auto-reistijden van het V-MRDH ligt daarmee aan de bovengrens van de literatuur.

Gevoeligheid OV reistijd voor autogebruik conform literatuur.

Ook de kruiselasticiteit voor de OV-tijd op het autogebruik ligt met een waarde van 0,07 binnen de literatuur range van 0,05-0,08.

4 Conclusies & aanbevelingen

4.1.1 Watervalanalyse

Watervalresultaten MRDH In hoofdlijnen wordt geconcludeerd dat de verkregen waterval resultaten voor de gehele MRDH plausibel zijn. Doordat het kilometrage sterker toeneemt dan het aantal verplaatsingen neemt de gemiddelde verplaatsingsafstand voor 2030H toe ten opzichte van het basisjaar.

De toename van de mobiliteit tussen basis- en planjaar wordt voor het overgrote deel bepaald door de zonale data. We zien deze groei terug over alle modaliteiten waarbij het autogebruik het sterkst toeneemt.

De brandstof-kosten zijn ook een belangrijke component voor de mobiliteitsontwikkeling voor de auto. De groei van het openbaar vervoer en het fietsgebruik (als hoofdvervoerswijze) wordt hoofdzakelijk bepaald door de zonale data en in mindere mate door de bijbehorende vervoersnetwerken 2030.

Vergelijking met andere modellen Uit de vergelijking van de waterval resultaten met andere modellen volgt dat de opzet van de waterval analyses verschilt. Een 1-op-1 vergelijking waarmee de impact van specifieke modelinvoer wordt beoordeeld, is daarmee zeer lastig op te stellen. Verder is het modelleringsgebied van het V-MRDH substantieel kleiner dan die van het GM3 (landsdeel west) en kent de MRDH een relatieve grote RO-ontwikkeling. Vergelijking met de GM3 resultaten zijn daarmee lastig te maken.

De totale kilometrageontwikkeling, gesommeerd over alle modaliteiten, ligt in het V-MRDH substantieel lager dan de overige modellen (19% versus 24%-26%). De lagere groei van het autokilometrage in het V-MRDH ten opzichte van de andere modellen is hiervoor een belangrijke verklaring.

De totaal gemodelleerde groei van het openbaar vervoer blijft in het VRU sterk achter in vergelijking met het VMA en GM3 en (in mindere mate) met die van het V-MRDH. Verder kent het V-MRDH een beperkte groei van het langzaam verkeer t.o.v. het VRU en VMA. In deze laatste twee modellen wordt een algehele fietsversnelling doorgevoerd terwijl dat in het V-MRDH niet gebeurt.

Vergelijking met de toedeelresultaten In het algemeen concluderen we dat als gevolg van de toevoeging van de kalibratie-effecten de gemodelleerde groei 2016-2030 van de autoverplaatsingen sterker afvlakt dan het autokilometrage. Een duidelijke verklaring voor dit effect hebben we niet kunnen vinden. Een verdere analyse van de ligging van telpunten binnen het kalibratie-proces en de wijze waarop de matrices verrijkt zijn kan hierbij meer inzicht opleveren.



De synthetische openbaar vervoer matrices worden afgeleid op basis van een gemiddelde ritlengteverdeling voor de gehele regio. Als gevolg van deze aanpak vindt een district-specifieke verrijking plaats van, met name de binnenstedelijke, korte openbaar vervoer ritten in de MRDH regio. Binnen deze gevoeligheidsstudie is geen nader onderzoek gedaan naar dit verrijkingsproces en de wijze waarop dit op lokaal niveau uitwerkt.

4.1.2 Elasticiteitenstudie

Binnen de studie zijn specifiek de gevoeligheden voor kosten en reistijd beschouwd. De verkregen modelelasticiteiten laten een wisselend beeld zien in vergelijking met gangbare elasticiteiten die in de literatuur terug te vinden zijn.

De verhouding van de gemodelleerde gevoeligheden voor verplaatsingen en kilometers lijkt plausibel.

Autokosten en OV kosten gevoeligheden De kostengevoeligheden van auto en OV zijn in het V-MRDH aan de hoge kant ten opzichte van de literatuur. Deze hoge kostengevoeligheid wordt o.a. verklaard doordat in het NRM rekening wordt gehouden met een vergoeding voor zowel zakelijke als woon-werk reizen. Het V-MRDH kent enkel een vergoeding voor het zakelijke autoverkeer. Voor het OV geldt dit voor de motieven zakelijk en onderwijs.

Fietskosten gevoeligheid In de literatuur is weinig bekend over elasticiteiten voor de fiets. Daarmee is het lastig uitspraken te doen op de verkregen modelelasticiteiten van het V-MRDH. Omdat de modaliteit fiets relatief kostenongevoelig is, is dit aspect in voorliggende studie niet nader beschouwd.

Analyse van de motief-specifieke elasticiteiten laat in het V-MRDH verklaarbare verschillen zien. Zo kennen de *reismotieven zakelijk* en *educatie* een relatief lage kostengevoeligheid die wordt verklaard door de geïmplementeerde onkostenvergoedings-regelingen en de OV-studentenkaart.

Verder zijn de *motieven Overig* en in mindere mate *Winkel*, kostengevoeliger voor het kilometrage dan de verplaatsingen. Een stijging van de autokosten resulteert daardoor, naast veranderingen in de vervoerwijzekeuze, in kortere afstandsverplaatsingen.

Autoreistijd en OV-reistijd gevoeligheden De reistijdgevoeligheden van auto en OV passen binnen de bandbreedtes in de literatuur. Hierbij ligt de gevoeligheid van de OV-reistijd voor het OV gebruik net buiten de bandbreedte.

Fietsreistijd gevoeligheid Ondanks het ontbreken van fietselasticiteiten in de literatuur, wordt gesteld dat het V-MRDH in vergelijking met andere beschouwde modellen een relatief hoge reistijdgevoeligheid kent.

Bij de analyse van **kruiselasticiteiten** wordt de modelgevoeligheid beschouwd van veranderingen in de reistijd en kosten van een specifieke modaliteit op het gebruik van de andere modaliteiten.

Het openbaar vervoer kent een autokosten gevoeligheid die aan de hoge kant is ten opzichte van de literatuur. In het algemeen geldt dat de gevoeligheid van de openbaarvervoer kosten op het autogebruik laag is. Het V-MRDH laat in vergelijking met deze literatuur een relatief hogere gevoeligheid zien.

De gemodelleerde gevoeligheid van de autoreistijd op het OV gebruik is conform de literatuurwaarde voor de trein. De literatuur geeft ook een waarde voor BTM en toont daarbij wel duidelijke afwijkende kruis-elasticiteitswaarden van de waarde in het V-MRDH model. Binnen het V-MRDH wordt het OV als geheel gemodelleerd waardoor een verschil in gevoeligheid tussen trein en BTM niet onderscheiden kan worden.

De kruiselasticiteit van de openbaar vervoerreistijd op het autogebruik is conform de literatuur.

Doordat er in literatuur geen kruiselasticiteiten voor de fiets beschikbaar zijn, is de gevoeligheid op de andere modaliteiten niet nader geanalyseerd.

Onderstaand is een overzicht opgenomen van de berekende (kruis)elasticiteiten voor zowel het aantal verplaatsingen als het kilometrage binnen het V-MRDH 2.4

Verplaatsingen	Autokosten	OV-kosten	Autoreistijd	OV-reistijd	LV-reistijd
Auto	-0.21	+0.06	-0.52	+0.04	+0.40
OV	+0.23	-0.67	+0.59	-0.52	+0.37
Fiets	+0.21	+0.11	+0.64	+0.07	-0.83
Kilometrages	Autokosten	OV-kosten	Autoreistijd	OV-reistijd	LV-reistijd
Auto	-0.49	+0.08	-0.70	+0.08	+0.33
OV	+0.39	-0.85	+0.90	-1.15	+0.23
Fiets	+0.26	+0.13	+0.74	+0.12	-1.77

Elasticiteit

Kruiselasticiteit

Figuur 4-1: Overzicht (kruis)elasticiteiten V-MRDH 2.4

4.1.3 Beantwoording onderzoeksvragen gevoeligheidsanalyse

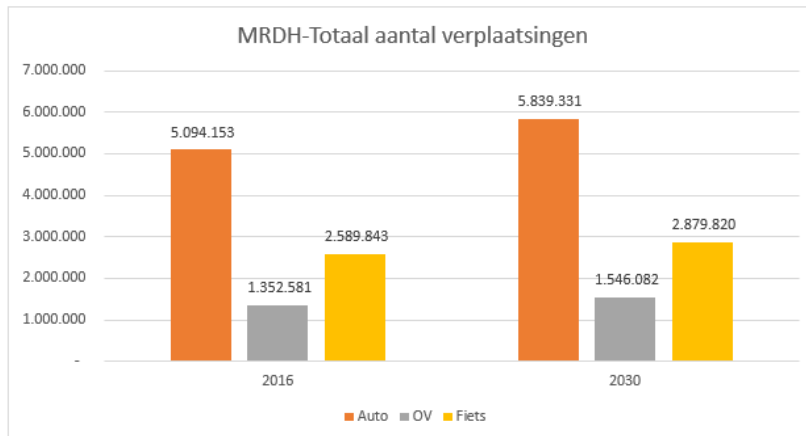
Bij aanvang van deze studie zijn een aantal verwonderpunten benoemd die zijn opgedaan bij de toepassing van het V-MRDH (zie hoofdstuk 1 Inleiding). Onderstaand zijn deze punten opnieuw benoemd en aangevuld met de opgedane bevindingen uit voorliggende gevoeligheidsanalyse.

- ❑ Gevoel dat het openbaar vervoer gebruik te beperkt reageert op reistijdveranderingen.
 Reistijdveranderingen in het openbaar vervoer hebben een groot effect op het aantal OV-reizigerskilometers. Dat effect is groter dan op basis van de literatuur verwacht mag worden. De invloed op verplaatsingen is veel kleiner (minder dan de helft), maar hier is geen informatie over beschikbaar uit de literatuur. De gevoeligheid van de OV reistijd op auto- en fietsgebruik heeft een lage waarde. Voor de auto ligt die waarde binnen de bandbreedte van literatuur en LMS-NRM. Hierbij moet bedacht dat de waarden voor het hele MRDH gebied zijn vergeleken met landelijke waarden uit literatuur en andere modellen. Ook speelt de modal split een rol. Een lage waarde voor kruiselasticiteit is in absolute aantallen al snel substantieel, omdat het aandeel autoritten hoger is dan OV.
 Doordat het OV-gebruik behoorlijk gevoelig is voor autokosten, heeft dit een groot effect op het OV-gebruik. In de prognose voor 2030 doen lagere autokosten het effect van reistijdveranderingen t.o.v. 2016 teniet, blijkt uit de watervalanalyse.
- ❑ Autoverkeer van en naar de binnenstad: Het model berekent een groei richting 2030 zowel in centrum Rotterdam en Den Haag. Uit tellingen blijkt dat de mobiliteitsgroei van de auto in centrum Rotterdam en centrum Den Haag sinds 2000 stabiel is. Vanaf 2010 wordt in centrum Rotterdam zelfs een kleine daling waargenomen.
 De groei van het autoverkeer in het model is vooral afhankelijk van de ruimtelijke ontwikkeling blijkt uit de watervalanalyse. Dit effect treedt ook op in binnensteden waar veel wordt verdicht. Dit betekent dat ook hier groei van autoverkeer wordt berekend. Deze groei wordt ook nog versterkt door daling van de autokosten. Doordat het V-MRDH nauwelijks binnenstedelijke (parkeer-)restricties (zoals beschikbare parkeercapaciteit en -kosten) hanteert, bestaat er -modelmatig- geen beperking op het aantal auto-aankomsten en -vertrekken.
- ❑ Groei van het fietsgebruik: Op de telpunten in Rotterdam groeit het fietsgebruik substantieel. De afgelopen jaren bedraagt deze groei gemiddeld 3% per jaar, met uitschieters tot 10%. In Den Haag en andere plekken in de MRDH zijn vergelijkbare groeicijfers gemeten. In het V-MRDH neemt bij een forse verdichting binnen de Ruit het fietsgebruik met 0,5% per jaar in toe. Dit cijfer geldt voor het MRDH gebied als geheel. In gebieden met veel programmatoevoeging ligt de groei wel hoger maar blijft nog steeds achter bij de gemeten groei. Welke elasticiteit hanteert het model voor de fiets? En de uitwisseling tussen vervoerwijzen?
 De groei van het fietsverkeer in het model is vooral afhankelijk van de ruimtelijke ontwikkeling. Dit effect treedt ook op in binnensteden waar veel wordt verdicht. Dit

betekent dat ook hier groei van fietsverkeer wordt berekend. Deze wordt in het model sterk afgeremd door een daling van de autokosten. Het V-MRDH houdt wel rekening met stijging van het fietsgebruik door toename van de e-fiets en enkele verbeteringen in het fietsnetwerk. De e-fiets en netwerkverbeteringen leiden tot een beperkte stijging in fietsverplaatsingen (1%) en beperkte stijging in afgelegde fietskilometers (2%).

- ❑ Binnen het V-MRDH wordt, in tegenstelling tot veel andere modellen, niet gerekend met een generieke fietsversnelling in het prognosejaar 2030. Het model houdt wel rekening met de stijging van het aandeel E-bike. In de schatting wordt meegenomen dat deze 20% sneller is dan een gewone fiets. Dit leidt ook tot gemiddeld lagere reistijd voor de fiets in de toekomst. Hierbij moet wel bedacht dat het V-MRDH wel gevoeliger is dan andere modellen bij snelheidsverhogingen van de fiets.
Daarnaast drukt de stijging van de autokosten de groei van het fietsgebruik en zijn er andere factoren die niet in het model zitten die de groei van het fietsgebruik positief zouden kunnen beïnvloeden. Denk hierbij aan capaciteitsbeperking van autoverkeer en algemene verbeteringen van het fietssysteem. Voorbeelden van systeemverbeteringen zijn: meer en betere stallingen, tegels of klinkers vervangen door asfalt en meer groen bij verkeerslichten. Ook kan een andere houding ten opzichte van fietsen tot uitdrukking komen tot groei van het fietsverkeer, bijvoorbeeld gemotiveerd uit oogpunt van duurzaamheid of gezondheid.
- ❑ Het V-MRDH modelleert voor het openbaar vervoer een zeer beperkte groei (jaarlijks 1-1,5%). De RET meldt een sterke toename van het openbaar vervoer gebruik: 8% op bepaalde relaties (2017) en 3% (2018). Bij de HTM is dit beeld vergelijkbaar. De berekende groei 2016-2030 van het openbaar vervoer lijkt daarmee al in 2019 behaald.

Het V-MRDH modelleert een groei van het aantal openbaar vervoer verplaatsingen binnen de regio van ruim 1.35 miljoen naar 1.55 miljoen in de periode 2016-2030. Dit komt neer op een groei van ongeveer 14% en daarmee op een jaarlijkse toename van ongeveer 1%. De constatering dat de gemodelleerde groei van het openbaar vervoer gebruik achterblijft bij de RET en HTM-cijfers klopt. Wel wordt opgemerkt dat in de analyse enkel de verplaatsingen van de hoofdvervoermwijze van een ketenverplaatsing is beschouwd. Voor- en natransport zijn in de modelanalyses niet beschouwd maar maken wel onderdeel uit van de cijfers van de RET en HTM.



De groei van het OV in het model is vooral afhankelijk van de ruimtelijke ontwikkeling. Deze wordt in het model afgeremd door een daling van de autokosten. Er zijn daarnaast andere factoren die niet in het model zitten die de groei van het OV-gebruik beïnvloeden. Denk hierbij aan capaciteitsbeperking van autoverkeer in centrumgebieden en het verbeteren comfort van voertuigen, haltes en overstappunten in het OV als factor om het OV meer te gebruiken. Zo blijkt uit klanttevredenheidsonderzoeken van diverse OV-bedrijven en KpVV de waardering voor het OV toe te nemen, wat een deel van de groei zou kunnen verklaren.

□ Het V-MRDH kent minimale veranderingen in de modalsplit tussen basisjaar en prognosejaren.

Deze constatering is juist. Voor zowel de gehele MRDH regio als voor de stedelijke kernen wijzigt de modal-split verdeling nauwelijks tussen het basisjaar 2016 en het prognosejaar 2030.

Doordat de ruimtelijk ontwikkeling een belangrijke factor is van de groei bij alle modaliteiten, betekent dit dat de modal-split hierdoor nauwelijks verandert. Verbeteringen van openbaar vervoer en fiets leidt tot een kleine toename van het OV- en fietsgebruik, maar deze wordt tenietgedaan door de daling van de autokosten in het model voor 2030. In het model worden beperking van de autocapaciteit en parkeernormen in binnensteden niet meegenomen in het model. Daarnaast worden andere factoren zoals verandering van type inwoners van binnensteden en hun attitudes niet meegenomen, waardoor we de modal-splitveranderingen met name in binnensteden niet terug zien in het model.

4.1.3. Aanbevelingen

Er is onderscheid tussen methodische aanbevelingen en aanbevelingen naar aanleiding van de resultaten.

Algemene aanbevelingen t.a.v. de gevoeligheidsanalyse:

- Deze gevoeligheidsanalyse is op een geaggregeerd niveau uitgevoerd. Bij de interpretatie van de modelmatige gevoeligheden kan in een vervolgstudie ook op specifieke locaties en gebieden ingezoomd worden. Hiermee worden aanvullende inzichten verkregen in de modelmatige uitwerking van geïmplementeerde veranderingen in de RO, infrastructuur en kosten.
- Voor de interpretatie van de resultaten is het zinvol om meer concreet inzicht te hebben in het toegepaste verrijkingsprocessen bij OV en auto. Er zijn nu verschillende methoden om tot verrijkte synthetische matrices te komen. Bovendien wijkt de methode ook weer af van de werkwijze bij een vergelijkbaar model in bijvoorbeeld Noord-Brabant. Hierdoor is het lastig om een goed beeld te verkrijgen van de kalibratie-effecten, te meer daar documentatie hiervan summier is.
- Advies om landelijk tot standaardisatie van watervalanalyses/gevoeligheidsanalyse in het land te komen. Daarbij adviseren we ook om afspraken te maken met andere overheden over de volgorde van de watervalanalyse.

Aanbevelingen t.a.v. de werking en doorontwikkeling van het V-MRDH:

- Het elasticiteitenonderzoek en de watervalanalyse heeft waardevolle informatie opgeleverd voor werking van het model: de sterke punten en de onvolkomenheden in vergelijking met de literatuur en andere modellen zijn zichtbaar geworden. We adviseren om dit standaard op te nemen als instrument bij de update/bouw/oplevering van een nieuw model.
- We adviseren om te onderzoeken op welke wijze de parkeermodellering (parkeernormen en parkeercapaciteit) op kortere termijn (huidig model) en op de langere termijn (nieuwe model) meegenomen kan worden in het verkeersmodel.
- Doe onderzoek naar andere factoren die groei OV en fiets veroorzaken en die nu nog niet in model zijn opgenomen en gaan na hoe deze op de korte termijn in het huidige model en op de wat langere termijn in een nieuw model kunnen worden meegenomen.
- Onderzoek of er bronnen zijn waarmee de gevoeligheid van fietsreistijd kan worden onderzocht, omdat de gevonden elasticiteiten uit dit onderzoek niet konden worden getoetst aan waarden uit de literatuur.
- Bij de modelbouw is uitgegaan van een schatting van de gemiddelde ritlengteverdeling van het openbaar vervoer voor de gehele MRDH-regio. Het verdient aanbeveling om na te gaan of een differentiatie naar stedelijkheidsgraad (met name het hoogstedelijke/metropolitane vs niet stedelijke openbaar vervoer) resulteert in een modelmatige kwaliteitsimpuls.



- We bevelen aan om bij de elasticiteiten die afwijken in vergelijking met de literatuurwaarden een advies op te stellen hoe hier in projecten mee kan worden omgegaan en om te onderzoeken of er mogelijkheden zijn om hierin verbeteringen aan te brengen in de huidige wijze van opstellen van prognoses.
- Bij de bouw van een nieuwe verkeersmodel als eis of wens op te nemen dat het nieuwe model ook rekening houdt met vergoedingen woon-werkverkeer (vergelijkbaar zoals dat ook al gebeurt bij zakelijke verkeer).



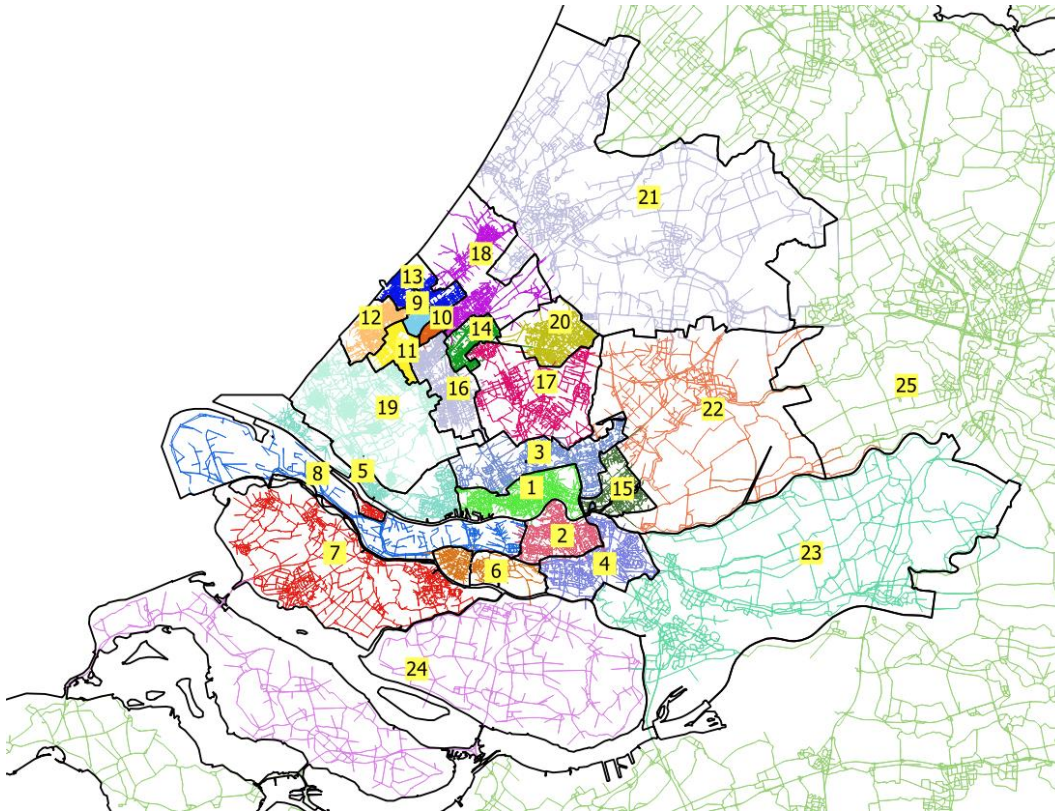
Bijlagen



Bijlage 1 Bronnen literatuurstudie elasticiteiten

- Bakker, P. (2018) Prijsgevoeligheid diensten personenvervoer, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag.
- Dunkerley, F. et al (2018) Bus fare and journey time elasticities and diversion factors for all modes, a rapid evidence assessment, RAND Europe en Systra, Cambridge.
- Jong, G. de (2019) Bandwidths for elasticities and values of time based on a review of the literature, July/August 2019. Significance, The Hague.
- Litman, T. (2019) Understanding transport demands and elasticities. How prices and other factors affect travel behavior, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada.
- MuConsult (2015) Literatuurstudie tijd- en convenience gevoeligheden openbaar vervoer, Eindrapport. Amersfoort: MuConsult.
- Tillema, T. et al (2018). Effecten van prijsprikkels in de mobiliteit: een literatuurscan. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- TNO, MuConsult, TU Delft and Twijnstra Gudde (2012) *Audit LMS en NRM, Eindrapport stap 2*. TNO, MuConsult, TU Delft, Twijnstra Gudde, Delft.
- Wardman, Mark (2012) Review and meta-analysis of UK time elasticities of travel demand, *Transportation*, 39-3, 465–490.
- Wardman, Mark (2014), Price elasticities of surface travel demand – A meta-analysis of UK evidence, *Journal of Transport Economics and Policy*, 48-3, 367–384.
- Wardman, Mark et al. (2016) European wide meta-analysis of values of travel time, *Transportation Research A*, 94, 93–111.
- Wardman, Mark, et al (2018) Review and meta-analysis of inter-modal cross-elasticity evidence, *Transportation Research A*, 118, 662-681.

Bijlage 2 Definitie analysegebieden 25



- | | |
|----|---|
| 1 | Rotterdamdam Noord binnen Ring (incl Schiedam binnen) |
| 2 | Rotterdam Zuid binnen Ring |
| 3 | Rotterdam Noord buiten Ring + schiedam (buiten) |
| 4 | Barendrecht, Ridderkerk en IJsselmonde (bui) |
| 5 | Vlaardingen, Maasluis, Hoek van Holland (Langs Hoekse lijn) |
| 6 | Hoogvliet + Albrandswaard (langs metro/zuiden van Ring) |
| 7 | Rozenburg + Voorne Putten |
| 8 | Havengebied Rotterdam |
| 9 | Den Haag Centrum |
| 10 | Laak |
| 11 | Escamp |
| 12 | Segbroek Loosduinen |
| 13 | Scheveningsen Haagse Hout |
| 14 | Leidschenveen-Ypenburg |
| 15 | Capelle Krimpen |
| 16 | Delft Rijswijk |
| 17 | Lansingerland Pijnacker |
| 18 | Leidschendam-Voorburg Wassenaar |
| 19 | Midden Delfland Westland |
| 20 | Zoetermeer |
| 21 | Duin- en Bollenstreek + Leiden + Alphen |
| 22 | Gouda Krimpenerwaard |
| 23 | Alblasserwaard/Vijfheerenlanden+ Dordrecht+ overig Drechtsteden |
| 24 | Hoekse Waard Goeree Overflakkee |
| 25 | Buitengebied |

Bijlage 3 Watervalanalyses VMA, VRU, GM3



VMA (versie 1.0)

Voor het VMA is een watervalanalyse uitgevoerd bestaande uit een 5-tal tussenstappen. De getoonde resultaten betreffen de synthetische resultaten voor het studiegebied (=stad Amsterdam). Opgemerkt wordt dat het VMA een basisjaar 2010 kent waardoor de mobiliteitsontwikkeling voor een periode van 20 jaar naar 2030 wordt berekend. Het V-MRDH kent een basissituatie 2016 en beschouwd derhalve een periode van 14 jaar tot het planjaar 2030. Verder tonen de synthetische resultaten de mobiliteitsontwikkeling van de hoofdvervoerwijze van een reis. Groei van het voor- en natransport (onder andere een belangrijke component voor het langzaam verkeer) wordt in deze analyse dus niet meegenomen.

Het VMA hanteert de volgende opbouw van de waterval:

- Basismodel 2010;
- Waterval 1: Basis model 2010 + sociaal-economische gegevens (inclusief inkomen en parkeertarieven) en autobezit (naar landelijk target) voor 2030AR;
- Waterval 2: Waterval 1 + beleidsinstellingen (onder andere auto- en OV-kosten) voor 2030AR;
- Waterval 3: Waterval 2 + OV level-of-service 2030AR;
- Waterval 4: Waterval 3+ auto level-of-service 2030AR;
- Waterval 5: Als Waterval 4 na 3 iteraties, dus inclusief congestie-terugkoppeling. (= 2030AR)

Onderstaand zijn de verkregen resultaten (ontwikkeling van de reizen en kilometrage) van de VMA waterval getoond.

Studiegebied VMA							
Reizen							
	Totaal	Autobestuurder	Autopassagier	Trein	BTM	Fietsen	Lopen
2010	100	100	100	100	100	100	100
SEGs en autobezit 2030	114	120	111	122	120	107	109
Beleid 2030	114	121	107	115	112	115	105
OV LOS 2030	114	121	107	118	113	115	105
Auto LOS 2030	114	123	110	117	112	115	105
Incl Congestie terugkoppeling	114	120	107	120	114	115	105
2030 AR	114	120	107	120	114	115	105

Studiegebied VMA							
Kilometrages							
	Totaal	Autobestuurder	Autopassagier	Trein	BTM	Fietsen	Lopen
2010	100	100	100	100	100	100	100
SEGs en autobezit 2030	123	130	116	123	124	109	106
Beleid 2030	123	132	114	115	115	126	106
OV LOS 2030	124	132	114	122	116	126	106
Auto LOS 2030	128	143	124	120	115	125	106
Incl Congestie terugkoppeling	126	136	115	123	116	125	106
2030 AR	126	136	115	123	116	125	106

Figuur 0-1: Resultaten waterval analyse VMA 1.0

VRU (versie 3.4)

De beschikbaar gestelde waterval van het VRU definieert een 10tal stappen.

Onderstaand zijn de verkregen resultaten getoond waarbij wordt opgemerkt dat het VRU een basisjaar 2014 kent.

Stap	Beschrijving	Totaal	Reizen			
			Autobestuurder	Autopassagier	OV	fietsen
0	2014	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	Seg's	117.4	117.4	116.5	118.8	117.3
2	Autobezit	117.8	119.1	117.8	117.6	116.2
3	Rijbewijsbezit	117.8	119.1	117.8	117.6	116.2
4	Inkomen	117.8	119.1	117.8	117.6	116.2
5	Beleid auto/vracht	117.8	128.7	117.2	110.2	108.3
6	Beleid OV	117.8	128.9	117.4	108.2	108.7
7	LOS Auto	117.8	127.2	115.4	108.6	111.3
8	LOS OV	117.9	126.8	115.1	111.9	110.7
9	Fietsversnelling	117.9	125.6	113.8	109.7	113.3
10	2030H	116.8	124.1	113.6	108.2	112.4

Stap	Beschrijving	Totaal	Kilometrages			
			Autobestuurder	Autopassagier	OV	fietsen
0	2014	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	Seg's	115.6	114.9	114.4	116.6	117.5
2	Autobezit	116.4	116.9	115.8	115.6	116.5
3	Rijbewijsbezit	116.4	116.9	115.8	115.6	116.5
4	Inkomen	116.4	116.9	115.8	115.6	116.5
5	Beleid auto/vracht	125.6	138.2	125.8	107.5	107.8
6	Beleid OV	125.2	138.6	126.2	105.3	108.4
7	LOS Auto	125.5	138.5	126.0	105.5	111.2
8	LOS OV	126.2	137.9	125.5	109.9	110.2
9	Fietsversnelling	125.7	136.6	124.0	107.9	119.0
10	2030H	123.6	134.1	123.4	105.8	117.6

Figuur 0-2: Resultaten watervalanalyse VRU (3.4)

GM3

Groeimodel3 kent een waterval analyse bestaande uit een achttal stappen om van het basisjaar 2010 naar het 2030H scenario te komen. GM3 is toegepast voor NRM West waarmee de analyse is uitgevoerd voor landsdeel west.

Onderstaand is de watervalopbouw van Groeimodel3 getoond.

Kenmerken Watervalstappen GM3	
0	2010 – de basisrun
1	Inkomensgroei naar het niveau van 2030 Hoog
2	SEG + autobezit aangepast naar het niveau van 2030 Hoog (inclusief luchtreizigers Schiphol)
3	Beleidsmaatregelen voor het scenario 2030 Hoog2 : OV-kostenindices, vaste autokosten en grensoverschrijdend autoverkeer
4	Fietsversnelling (GM2.7) of e-bike (GM3) volgens het 2030 Hoog scenario
5	OV-LOS vervangen door die van het 2030 Hoog scenario
6	Vracht-matrices vervangen door die van het 2030 Hoog scenario, in zowel GM2 als GM3 worden dezelfde vrachtmatrixes gebruikt
7	Auto-LOS vervangen door die van het 2030 Hoog scenario
8	Brandstofkosten aangepast naar die van het 2030 Hoog scenario, waarmee we aangekomen zijn bij het 2030 Hoog scenario

Figuur 0-3: Opbouw watervalanalyse GM3 (NRM West)

Voor landsdeel west zijn vervolgens de volgende mobiliteits-indices per waterval stap en hoofdvervoerswijze verkregen.

Reizen		Totaal	Autobestuurder	Autopassagier	trein	BTM	Fietsen	Lopen
Stap	Beschrijving							
0	2010	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	inkomensgroei	100.0	105.0	97.0	106.3	107.3	96.2	96.7
2	SEG + autobezit	108.1	116.1	107.1	116.1	121.6	100.1	105.0
3	beleidsmaatregelen	108.1	116.1	107.3	115.0	119.3	100.3	105.2
4	fietsversnelling of e-bike	108.1	115.5	106.7	113.5	118.5	101.4	104.8
5	OV-LOS	108.1	115.1	106.2	127.7	117.8	100.8	104.6
6	vrachtmatrixes	108.1	114.4	105.4	129.3	118.4	101.4	105.0
7	auto-LOS	108.1	115.0	106.2	127.6	117.9	100.9	104.7
8	brandstofkosten	108.1	119.5	105.6	124.5	116.4	98.2	101.8

Kilometrages		Totaal	Autobestuurder	Autopassagier	trein	BTM	Fietsen	Lopen
Stap	Beschrijving							
0	2010	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	inkomensgroei	105.9	109.9	95.9	107.4	107.5	95.9	96.7
2	SEG + autobezit	116.5	121.4	109.9	117.1	118.1	98.8	103.5
3	beleidsmaatregelen	116.3	121.4	110.0	115.4	115.3	99.0	103.7
4	fietsversnelling of e-bike	116.1	120.7	109.3	114.1	114.5	103.6	103.3
5	OV-LOS	117.7	120.0	108.2	133.0	116.7	102.8	103.1
6	vrachtmatrixes	115.0	115.6	104.7	134.6	117.5	103.7	103.4
7	auto-LOS	119.7	123.0	110.1	132.8	116.7	102.8	103.2
8	brandstofkosten	126.7	137.1	106.2	129.7	115.2	100.0	100.2

Figuur 0-4: Resultaten watervalanalyse GM3 (NRM West)