

Provincie Noord-Brabant
Eindrapport

Bouw Brabantbreed verkeersmodel

Modelbasis

Omdat we ons verplaatsen

adviseurs
mobiliteit
**Goudappel
Coffeng**

Provincie Noord-Brabant
Eindrapport

Bouw Brabantbreed verkeers- model

Modelbasis

Datum	3 september 2014
Kenmerk	NBA247/Kpr/2266.03
Eerste versie	10 juni 2014

Documentatiepagina

Opdrachtgever(s)	Provincie Noord-Brabant Eindrapport
Titel rapport	Bouw Brabantbreed verkeersmodel Modelbasis
Kenmerk	NBA247/Kpr/2266.03
Datum publicatie	3 september 2014
Projectteam opdrachtgever(s)	Martijn Heynickx, Michael van Egeraat
Projectteam Goudappel Coffeng	Carlo Bernards, Rogier Koopal, Olaf Seinen, Hans van Herwijnen, Arjan v/d Werken, Stefan de Graaf

	Inhoud	Pagina
1	Inleiding	1
2	Bouw Basismatrix	3
2.1	Inleiding	3
2.2	BBMA structuur	3
2.3	BBMB modelkenmerken	6
2.4	NRM 'prognose' run 2010	7
2.5	Opsplitsing naar submotieven en dagdelen	9
2.6	Kalibratie basismatrices 2010	12
2.6.1	Werkwijze	12
2.6.2	Modeltoetsing basismatrices	15
3	Transportmodel 2010	20
3.1	Inleiding	20
3.2	Zwaartekrachtmodel en toetsing voor 2010	20
3.2.1	Ritgeneratie	21
3.2.2	Weerstandsberekeningen	24
3.2.3	Distributie- en vervoerwijzekeuzemodel (distributiefuncties)	29
3.3	Vrachtmodel	34
3.4	Afleiden dagdeelmodellen	34
3.5	Overnemen doorgaand verkeer uit NRM 2010	36
3.6	Terugkoppelmechanisme in matrixschatting auto/OV/fiets	36
3.7	Toedelingstechnieken	36
4	Transportmodel 2020/2030	40
4.1	Inleiding	40
4.2	Sociaal-economische gegevens 2020 en 2030	40
4.3	Beleidsinstellingen voor 2020 en 2030	42
4.4	Overnemen doorgaand verkeer uit NRM 2020/2030	45
4.5	Resultaten modelbasis (BBMB) 2020/2030	45
5	Testcase	52
5.1	Proces	52
5.1.1	Stap 1: Dataextractie	53
5.1.2	Stap 2: Verfijnen matrix en distributie implementeren	55
5.1.3	Stap 3: Prognoses	57
5.2	Conclusie en aandachtspunten	57
6	Referentielijst	59

Bijlagen

- 1 Autobeschikbaarheid
- 2 Ritgeneratiefactoren
- 3 Matrixschatting vrachtverkeer
- 4 Marginaal model
- 5 Structuur BBMB in OmniTRANS
- 6 Analysedocument

1

Inleiding

De provincie Noord-Brabant maakt ter ondersteuning van het verkeer- en vervoerbeleid al ruim 20 jaar gebruik van verkeersmodellen. Dit gebeurt op verschillende schaalniveaus en met verschillende modelsystemen. Deze systemen kunnen grofweg in twee categorieën worden ingedeeld:

- Het NRM Zuid (Nederlands Regionaal Model) voor de gehele provincie Noord-Brabant, Limburg en Zeeland, met name bedoeld voor het hoofdwegennet.
- Verschillende lokale modellen binnen de provincie Noord-Brabant die binnen de zogenaamde GGA-gebieden (Gebiedsgerichte Aanpak) en het SRE (Samenwerkingsverband Regio Eindhoven) worden toegepast, hebben vooral betrekking op het onderliggende wegennet.

Deze modellen, die per regio hun nut hebben bewezen, zijn in het verleden onafhankelijk tot stand gekomen. Dit had soms als gevolg dat op de 'randen' van twee aansluitende modellen aanzienlijke verschillen optraden. Vaak kwam dit door onvoldoende afstemming. Daarnaast werd door deze werkwijze vaak dubbel werk verricht als het gaat om dataverzameling en moesten inhoudelijke zaken vaak twee keer worden uitgevonden.

Om tot meer, onderlinge afstemming, eenheid en efficiëntie te komen, heeft de provincie Brabant besloten tot een 'Brabantbrede Modelaanpak' (BBMA).

Dit houdt in: één afgestemde methode voor het gebruik en definitie van gegevens (modelinput) en één modelopzet voor alle modellen binnen Noord-Brabant die zo goed mogelijk aansluit bij het vigerende NRM en de modellen voor de GGA-gebieden.

Deze Brabantbrede Modelaanpak (BBMA) is door de provincie opgezet in de drie fasen:

- **voorbereidingsfase:** opstellen handboeken, dataverzameling, dataorganisatie en ontwikkelen van de 'Brabantbrede' modelbasis;
- **bouwfase:** bouw van de regionale modellen;
- **beheerfase:** toepassing BBMA en operationeel houden.

De definitie van de benodigde data (deel 1: handboek BBMA-database), de modelopzet (deel 2: handboek verkeersmodel) en de implementatie (deel 3: handboek implementatieplan 2012) zijn afgerond (Panteia/Significance, 2013ab & Panteia/Significance, 2012).

Goudappel Coffeng BV heeft in de voorbereidingsfase voor de provincie Noord-Brabant de dataverzameling (database) en het opstellen van de modelbasis voor zijn rekening genomen. De totstandkoming van de database en de modelbasis zijn separaat gerapporteerd. Deze rapportage gaat in op de totstandkoming van de Brabantbrede Modelbasis (BBMB).

De Brabantbrede Modelbasis (BBMB) modelleert het verplaatsingsgedrag in de gehele provincie Noord-Brabant die de basis vormt voor de regionale modellen. Het doel van de BrabantBrede Modelbasis is om onderlinge afstemming in de regionale verkeersmodellen te verkrijgen.

Leeswijzer

In dit rapport komen de volgende onderdelen aan bod:

- de bouw van de basismatrix 2010 (hoofdstuk 2);
- de bouw van de modelbasis 2010 (hoofdstuk 3);
- de bouw van de modelbasis 2020, 2030 (hoofdstuk 4);
- de testcase (hoofdstuk 5).

2

Bouw basismatrix

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen de volgende onderdelen aan bod:

- BBMA-structuur;
- BBMB-modelkenmerken;
- NRM 'prognose' run 2010;
- opsplitsing naar submotieven en dagdelen;
- kalibratie basismatrices 2010.

2.2 BBMA-structuur

In figuur 2.1 is weergegeven hoe de modelbasis 2010 en modelbasis 2020/2030 binnen de BBMA tot stand is gekomen. Hierbij zijn de rechthoeken (eind)producten en elipsen processen binnen de BBMB-systematiek om tot de eindproducten te komen. De diverse onderdelen worden in deze paragraaf toegelicht.

1. BBMA-database 2010, 2020 en 2030

Binnen de BBMA is een database (BBMA-database) beschikbaar met een verkeersmodel invoergegevens voor 2010, 2020 en 2030. De database bestaat uit postcode 6-punten met daaraan gekoppeld sociaal-economische gegevens, gebiedsindelingen op postcode 4-niveau (NRM-zonering) en fijn niveau (zonering regionale modellen), multimodale netwerken (auto, vracht, OV en fiets), zones en zone-aansluitingen op zowel 'NRM'- als 'regio'-niveau, tellingen, parkeertarieven en speciale functies voor het basisjaar 2010 en prognosejaren 2020 en 2030 (Goudappel Coffeng, 2014a).

Op basis van de BBMA-database is de Brabantbrede modelbasis (BBMB) gebouwd. Alle modules in het 4-stapsmodel zijn gebouwd, conform het Handboek Verkeersmodellen (Panteia/Significance, 2013b).

2. Brabantbrede modelbasis (BBMB) 2010

Voor de totstandkoming van de basismatrix 2010 voor het autoverkeer is met het NRM Zuid eerst een modelrun gedraaid met het groei-model om de mobiliteitsgroei tussen 2004 (basisjaar NRM Zuid) en 2010 te bepalen. De resulterende dagdeelautomatrices 2010 (ochtendspits, avondspits, restdag) zijn gecorrigeerd voor de wensvraag (in het NRM wordt gerekend met de wensvraag in de spitsen en in de BBMB niet). Het motief onderscheid is conform de eisen van de BBMA-systematiek ingebracht (woon-werk, zakelijk, winkel, onderwijs, overig). Deze matrices ('NRM-matrices 2010 op postcode 4-niveau') zijn conform de BBMA-systematiek toegedeeld op de netwerken uit de BBMA-database om gecongesteerde reistijden te verkrijgen voor het schattingsproces van het Zwaartekrachtmodel 2010. Het schattingsproces is iteratief (drie iteraties) voor de weerstanden van de vervoerswijze auto. Voor de fiets en het OV worden de weerstanden tussen relaties constant verondersteld.

Voorafgaand aan de kalibratie zijn de totale vertrekken en aankomsten in de voor de wensvraag gecorrigeerde NRM-matrices in overeenstemming gebracht met de vertrekken en aankomsten uit het Zwaartekrachtmodel 2010. Vervolgens is gekalibreerd op een selectie van tellingen uit de database (circa 2.000 telpunten op het hoofdwegennet en de stadsontsluitingswegen in Brabant). Als laatste actie is een nieuwe run met het Zwaartekrachtmodel 2010 gedraaid, waarbij de gekalibreerde matrices gebruikt zijn als voorloopmatrices om de weerstanden te bepalen voor de auto in het schattingsproces.

Hiermee is een koppeling tot stand gebracht tussen de 'NRM-lijn' en de BBMB-rekenmethode. Door deze afstemming kan het marginale model zuiverder¹ worden toegepast.

De (gekalibreerde) basismatrices 2010 zijn voor openbaar vervoer en vracht tot stand gekomen door de matrices uit de zwaartekrachtmodellen 2010 rechtstreeks te kalibreren op tellingen (en bij het openbaar vervoer heeft vooraf nog een verrijking met de NS Stationsrelatiematrix plaatsgevonden²). Voor de vervoerswijze fiets heeft geen kalibratie op tellingen plaatsgevonden³. De fietsmatrix uit het zwaartekrachtmodel 2010 is direct ook de basismatrix voor 2010.

¹ In eerste instantie worden de GM2010-matrices gebruikt als voorloopmatrices om congestie te bepalen. In de kalibratie zijn de relaties en wegvakintensiteiten op niveau gebracht. Deze gekalibreerde matrices geven betere reistijden dan de startmatrices van de GM run. Hierdoor zal eerder het gewenste evenwicht bereikt worden en het marginale model zuiverder reageren.

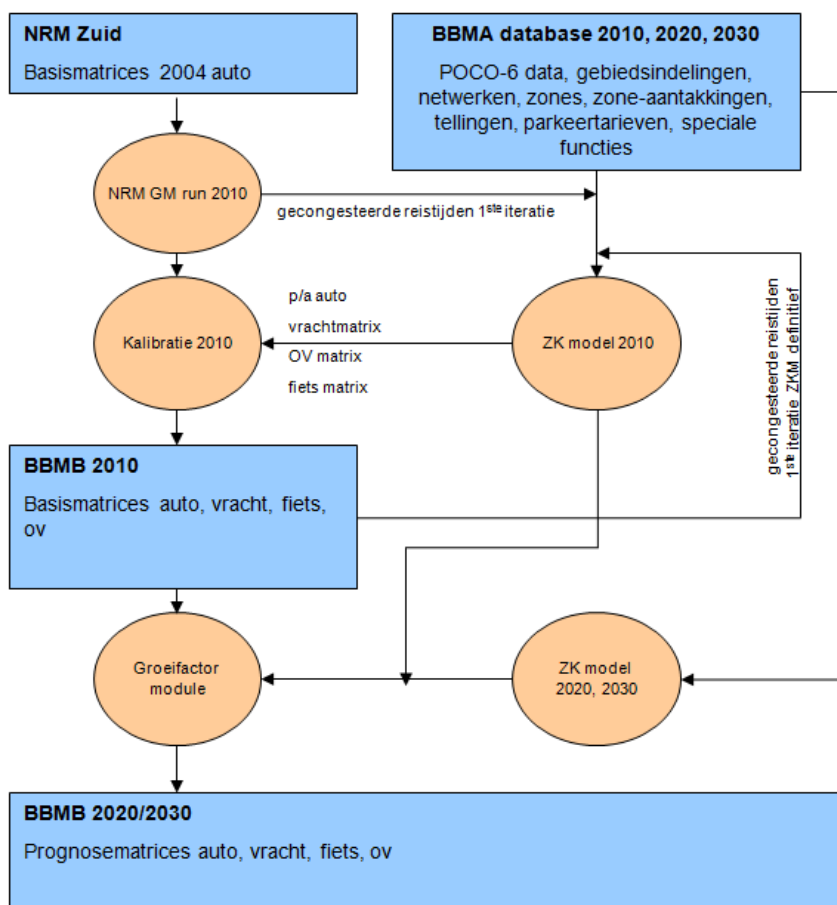
² Voor de verrijking van de openbaar-vervoermatrix is een vergelijking gemaakt van het aantal reizigers tussen de grote stations in het verkeersmodel en in de Stationsrelatiematrix. Hierbij zijn de reizigers, waarbij de kans hoger is dan 90% dat gebruik wordt gemaakt van de reis tussen beide stations gecorrigeerd met de factor die is vastgesteld in de vergelijking. De gegevens uit de NS Stationsrelatiematrix zijn niet openbaar en zijn derhalve niet opgenomen in de database en rapportages.

³ Er is geen dekkend net met fietstellingen. Het kalibreren op de beschikbare fietstellingen zou de suggestie kunnen wekken dat dit fietsmodel getoetst is op routes en belastingen terwijl dit dan in zeer beperkte mate zou zijn gedaan.

3. Brabantbrede modelbasis (BBMB) 2020, 2030

Op basis van de BBMA-database zijn zwaartekrachtmodellen (ZKM) gebouwd (zie hoofdstuk 3 voor de uitgebreide beschrijving). Ten eerste een simultaan ZKM voor het schatten van de vervoerswijzen auto, OV en fiets en ten tweede een zwaartekrachtmodel voor het schatten van de vervoerswijze vracht. In de zwaartekrachtmodellen vindt een complete 4-staps berekening plaats van het verkeer: ritgeneratie, distributie en vervoerswijzekeuze, toedeling. Het verkeersgedrag in de zwaartekrachtmodellen (functies, parameters) is afgestemd op het MON (Mobiliteitsonderzoek Nederland) voor de provincie Noord-Brabant. In de prognose zwaartekrachtmodellen voor 2020 en 2030 wordt gewerkt met dezelfde functies en parameters maar met gewijzigde beleidsinstellingen (autobezit, brandstofprijzen, OV-tarieven). En natuurlijk worden de prognose zwaartekrachtmodellen toegepast op gewijzigde toekomstige netwerken.

Op basis van de basismatrices (gekalibreerde matrices 2010), het synthetische ZKM 2010 én het synthetische ZKM 2020 (of 2030) worden met behulp van een marginaal model toekomst basismatrices berekend voor alle vervoerswijzen. Het marginale model vertaalt rekenkundige veranderingen op celniveau (mobiliteitsgroei tussen ZKMI 2010 en ZKMI 2020) vanuit de basismatrices door naar de prognosematrices.



Figuur 2.1: Modelstructuur op basis van de BBMA-systematiek

2.3 BBMB modelkenmerken

De Brabantbrede Modelbasis gaat uit van het detailniveau van het NRM Zuid (versie 2012) met betrekking tot de modelzoning. Wat betreft de netwerken is gebruik gemaakt van de netwerken, zoals tot stand gekomen in de database (verknoping van regionale GGA-/SRE-modelnetwerken binnen het studiegebied, NRM Zuid 2010-netwerk buiten het studiegebied met daarbinnen verfijning van netwerkschakels in het invloedsgebied) (Panteia/Significance, 2013a). Het model kent samenvattend de kenmerken zoals weergegeven in tabel 2.1.

onderdeel	modelaspect	invulling
modeldimensies	studiegebied	- provincie Noord-Brabant
	invloedsgebied	- conform NRM Zuid
	buitengebied	- rest van Nederland en deel buitenland
	basisjaar	- 2010
	prognosejaren	- 2020 en 2030
	vervoerswijzen	- personenauto, autopassagier, openbaar vervoer, fiets - vrachtauto (zwaar en middelzwaar)
	tijdspannen	- ochtendspits 07.00-09.00 uur, gemiddelde werkdag - avondspits 16.00-18.00 uur, gemiddelde werkdag - restdagperiode, gemiddelde werkdag - samen 24-uurs etmaalperiode, gemiddelde werkdag
	motieven	- woon-werk, zakelijk, winkel, onderwijs, overig in matrices - woon-werk, zakelijk, overig in toedeling (winkel, onderwijs en overig opgeteld)
	gebiedsindeling	- 3.321 zones
modeltechniek	ritgeneratie	op basis van de sociaal-economische gegevens worden (personen)ritten geschat. Daarbij is getoetst aan gewogen OViN/MON-data. Voor het vrachtverkeer wordt onderscheid gemaakt tussen middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. De ritgeneratie van grote publiekstrekkingen (musea, pretparken, ziekenhuizen, vliegvelden en IKEA) worden exogeen ingevoerd
	matrixschatting	een simultaan zwaartekrachtmodel voor drie vervoerswijzen waarbij rekening wordt gehouden met de effecten van reistijdvertraging op de modal split en distributie. De modal split en distributieberekening vinden simultaan plaats. Daarnaast wordt een solitaire zwaartekrachtmodule voor het schatten van vrachtverkeer (zwaar en middelzwaar) toegepast
	matrixkalibratie	- simultane matrixkalibratie over de dagdelen en auto- en vrachtverkeer (afstemming matrices op tellingen) - simultane matrixkalibratie over de dagdelen voor het openbaar vervoer (afstemming op OV-chipdata en NS baanvakbelastingen)
	toedelingstechniek	- fiets: op basis van kortste afstand ('alles of niets') - personenauto en vracht: multi user class (met motieven vracht, werk, zakelijk, overig), 'volume averaging' op basis van gegeneraliseerde reistijd inclusief kruispuntmodellering - openbaar vervoer: op basis van multirouting, haltekeuze en lijnkeuzemodel ('Zenith')
	parkeren	parkeergebieden worden op basis van de gebiedsindeling gedefinieerd en voorzien van parkeertarieven om normaliter de modal share van het autoverkeer te verminderen
software	OmniTRANS	OmniTRANS 6.1.2 gebruik makend van alle nieuwe functionaliteiten

Tabel 2.1: Kenmerken Brabantbrede Modelbasis op hoofdlijn

2.4 NRM-‘prognose’ run 2010

Op basis van het NRM Zuid (versie 2012) is een GroeiModel (GM) run opgesteld voor het jaar 2010, waarbij vanuit de basismatrices 2004 NRM Zuid prognosematrices 2010 zijn berekend. Bij de GM run is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Er is op basis van beschikbare moedernetwerken binnen het NRM Zuid (2004, 2020) een mutatiernetwerk afgeleid voor 2010. Hierbij is de GIS-applicatie ‘netbeheer’ gebruikt die Goudappel Coffeng voor DVS voor het beheer van NRM-netwerken heeft opgesteld. Binnen netbeheer zijn alle projecten gecodeerd met een ‘jaar van opening’, waardoor eenvoudig een netwerk voor 2010 kan worden afgeleid.
- De scenario- en beleidsinstellingen 2010 zijn ontleend aan het LMS 2010 (een LMS modelrun 2010 is in het kader van TIGRIS XL opgesteld). De instellingen zijn opgenomen in Tabel 2.2.
- De sociaal-economische gegevens voor 2010 op NRM Zuid-niveau zijn opgesteld door de sociaal-economische gegevens tussen 2004 en 2020 (Global Economy) te interpoleren en vervolgens te schalen naar 2010 op LMS subzoneniveau (op basis van de LMS 2010 set). De sociaal-economische gegevens zijn opgenomen in Tabel 2.3.
- De benodigde vrachtmatrix binnen GM zijn opgesteld door de vrachtmatrix uit het NRM Zuid tussen 2004 en 2020 (Global Economy) te interpoleren en vervolgens te schalen naar 2010 op LMS subzoneniveau (op basis van de LMS 2010-vrachtmatrix).
- Alle overige invoerinstellingen zijn constant gehouden ten opzichte van het basisjaar 2004. Het gaat hierbij om de stationsdata, luchthavendata, werkgeversvergoedingen, TPI-bestanden, Level of service (LOS), voor- en natransport LOS en stationsbasismatrices.

instellingen 2010	onderdeel	waarde
scenarioinstellingen	rijbewijsbezit man 15-34	68.9%
	rijbewijsbezit man 35-64	93.7%
	rijbewijsbezit man 65+	86.2%
	rijbewijsbezit vrouw 15-34	64.3%
	rijbewijsbezit vrouw 35-64	85.7%
	rijbewijsbezit vrouw 65+	49%
	aantal huishoudens met 1 auto	3.791.171
	aantal huishoudens met 2 auto's	1.617.032
	aantal huishoudens met 3+ auto's	261.390
	index grensoverschrijdend verkeer (2004=100)	118
beleidsinstellingen	beleidsinstellingen (2004=100)	
	index vaste autokosten (2004=100)	100
	index brandstofkosten per kilometer (2004=100)	105,5
	index overige variabele autokosten (2004=100)	100
	index treinkosten woon-werk (2004=100)	109,8
	index treinkosten overig (2004=100)	106,8
	index BTM-kosten (2004=100)	108,9
	index fietssnelheid 2,5-5 km (2004=100)	100
	index fietssnelheid > 5 km (2004=100)	100

Tabel 2.2: Scenario en beleidsinstellingen NRM prognoserun 2010

	NRM	arbeidsplaatsen	huishoudens	inwoners
NL	NRM Zuid 2004	7.017.076	7.049.264	16.257.991
	NRM Zuid 2020 (GE)	8.042.730	8.633.670	17.882.369
	NRM Zuid 2010	7.437.534	7.383.997	16.571.971
	index 2010 t.o.v. 2004	106	105	102
Noord-Brabant	NRM Zuid 2004	1.063.708	1.001.401	2.406.982
	NRM Zuid 2020 (GE)	1.263.597	1.267.981	2.690.508
	NRM Zuid 2010	1.125.879	1.057.927	2.443.791
	index 2010 t.o.v. 2004	106	106	102

Tabel 2.3: Afgeleide NRM SEG 2010 voor Nederland en provincie Noord-Brabant

Het resultaat van de NRM-prognoserun is door middel van een matrixindikking van het personenautoverkeer voor de etmaalperiode vergeleken met de NRM Zuid-matrices 2004 en 2020 GE (zie Tabel 2.4 en Tabel 2.5). De berekende groei ten opzichte van 2004 is plausibel en bedraagt voor alle Noord-Brabant gerelateerde autoritten gemiddeld 8,7%. Dat is wat hoger dan de groei in sociaal-economische gegevens en dat wordt verklaard door uitbreidingen in de auto-infrastructuur, relatief sterker toenemende openbaar- vervoertarieven en een toenemend auto- (en rijbewijs)bezit.

NRM 2004	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	rest NL	buitenland	totaal
Zeeland	342.388	22.963	95	11.458	16.981	393.885
Noord-Brabant	23.521	2.348.475	64.753	196.073	55.153	2.687.975
Limburg	81	63.981	1.135.150	22.497	109.719	1.331.428
rest NL	11.583	197.819	24.055	12.432.036	41.441	12.706.934
buitenland	16.199	54.158	112.337	37.925	42.467.420	42.688.039
totaal	393.772	2.687.396	1.336.390	12.699.989	42.690.714	59.808.261
NRM 2010	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	rest NL	buitenland	totaal
Zeeland	368.962	25.136	94	12.016	19.093	425.301
Noord-Brabant	25.873	2.539.421	68.388	215.829	65.729	2.915.240
Limburg	79	67.591	1.186.871	23.369	127.289	1.405.199
rest NL	12.056	217.462	24.883	13.555.688	50.467	13.860.556
buitenland	18.143	65.050	130.525	46.767	42.467.640	42.728.125
totaal	425.113	2.914.660	1.410.761	13.853.669	42.730.218	61.334.421
NRM 2020 (GE)	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	rest NL	buitenland	totaal
Zeeland	418.287	31.543	106	15.059	27.464	492.459
Noord-Brabant	32.551	3.002.437	87.217	270.474	90.617	3.483.296
Limburg	93	86.032	1.298.835	28.862	161.964	1.575.786
rest NL	15.099	273.640	30.705	15.979.502	65.421	16.364.367
buitenland	26.213	89.660	165.063	60.088	42.471.876	42.812.900
totaal	492.243	3.483.312	1.581.926	16.353.985	42.817.342	64.728.808

Tabel 2.4: Matrixindikking personenauto per etmaal NRM Zuid 2004, 2010, 2020 (GE)

NRM 2004	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	rest NL	buitenland	totaal
Zeeland	100	100	100	100	100	100
Noord-Brabant	100	100	100	100	100	100
Limburg	100	100	100	100	100	100
rest NL	100	100	100	100	100	100
buitenland	100	100	100	100	100	100
totaal	100	100	100	100	100	100

NRM 2010	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	rest NL	buitenland	totaal
Zeeland	108	109	99	105	112	108
Noord-Brabant	110	108	106	110	119	108
Limburg	98	106	105	104	116	106
rest NL	104	110	103	109	122	109
buitenland	112	120	116	123	100	100
totaal	108	108	106	109	100	103

NRM 2020 (GE)	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	rest NL	buitenland	totaal
Zeeland	113	125	113	125	144	116
Noord-Brabant	126	118	128	125	138	119
Limburg	118	127	109	124	127	112
rest NL	125	126	123	118	130	118
buitenland	144	138	126	128	100	100
totaal	116	120	112	118	100	106

Tabel 2.5: Matrixindikking personenauto per etmaal NRM Zuid ten opzichte van 2004 (indices)

2.5 Opsplitsing naar submotieven en dagdelen



In het NRM wordt standaard gerekend met de wensvraag⁴. Binnen de kalibratie van de basismatrices is gekalibreerd op 'wensvraagstellingen'. In de BBMB wordt gerekend zonder wensvraag. De matrices die met de NRM-prognoserun 2010 zijn bepaald, zijn dus eigenlijk alleen bruikbaar op etmaalniveau (per motief). Op basis van de volgende werkwijze zijn de dagdelen en submotieven afgeleid.

Binnen het eindresultaat van de NRM-prognoserun 2010 ('PROGMAT') zijn de hierna-volgende motiefmatrices beschikbaar voor de etmaalperiode:

- woon-werk;
- woon-zakelijk;
- woon-overig.

⁴ Indien een lampje in de kantlijn is opgenomen betekent dit dat er een aanpassing of aanvulling is ten opzichte van de methodiek is beschreven in het handboek verkeersmodel (Panteia/Significance 2013b).

Door Significance is een aangepaste SES-module voor binnen het GM geleverd, waarmee synthetische dagdeelmatrices per motief kunnen worden weggeschreven. Binnen het GM is de aangepaste SES-module voor de prognoserun 2010 gedraaid en zijn de volgende dagdeelmatrices per motief verkregen:

- woon-werk;
- woon-zakelijk;
- woon-onderwijs;
- woon-winkel;
- woon-overig.

De dagdeelmatrices uit SES zijn per motief gedeeld door de etmaalmatrix uit SES, om zodoende per motief matrices met dagdeel fracties per zone te creëren. Deze dagdeel fracties zijn (per motief) vermenigvuldigd met de etmaal-motiefmatrices uit PROGMAT, om zodoende nieuwe dagdeelmatrices zonder wensvraag te creëren. Bij het opsplitsen van het motief 'overig' uit PROGMAT in de motieven onderwijs, winkel en overig is de relatieve verdeling uit SES toegepast.

Resultaat van deze werkwijze zijn dagdeelmatrices zonder wensvraag die ook direct met betrekking tot de motiefindeling (vijf motieven) conform de BBMB-motiefindeling zijn afgeleid.

Controle correctie wensvraag en afleiding motieven

In Tabel 2.6 zijn de matrices weergegeven die direct uit de (ongecorrigeerde) NRM prognoserun komen. In Tabel 2.7 zijn de matrices weergegeven die zijn berekend op basis van de beschreven methodiek (ter vergelijking zijn de motieven onderwijs, winkel en overig hierbij opgeteld tot overig). In Tabel 2.8 zijn de matrixtotalen vergeleken.

	woon werk	zakelijk	overig	totaal
ochtendspits	7.897.737	1.256.756	4.085.246	13.239.739
restdag	8.825.986	2.575.211	19.822.633	31.223.830
avondspits	6.997.577	1.222.370	8.650.904	16.870.851
etmaal	23.721.300	5.054.337	32.558.782	61.334.420

Tabel 2.6: Matrixtotalen 'PROGMAT' direct uit NRM prognoserun 2010 (inclusief wensvraag)

	woon werk	zakelijk	overig	totaal
ochtendspits	7.883.435	1.302.479	3.820.972	13.006.886
restdag	9.036.154	2.544.911	20.560.144	32.141.210
avondspits	6.801.711	1.206.948	8.365.666	16.374.324
etmaal	23.721.300	5.054.337	32.746.782	61.522.419

Tabel 2.7: Matrixtotalen 'PROGMAT' berekend op basis van SES-dagdeel fracties (exclusief wensvraag)

	woon werk	zakelijk	overig	totaal
ochtendspits	99,8	103,6	93,5	98,2
restdag	102,4	98,8	103,7	102,9
avondspits	97,2	98,7	96,7	97,1
etmaal	100,0	100,0	100,6	100,3

Tabel 2.8: Matrixtotalen exclusief wensvraag vergeleken met matrices inclusief wensvraag (indices)⁵

De matrices woon-werk en zakelijk zijn op etmaalniveau na wensvraagcorrectie exact gelijk aan de situatie voor wensvraagcorrectie. In de motieven woon-werk en overig is een verschuiving van de spitsen naar de restdag zichtbaar. De zakelijke matrix heeft een afname in de avondspits en restdag en een toename in de ochtendspits. Op totaalniveau vindt logischerwijs een verschuiving naar de restdagperiode plaats.

De motiefaandelen onderwijs, winkel en overig zijn afgeleid uit de synthetisch SES-matrices (zonder wensvraag). In Tabel 2.9 zijn de relatieve aandelen in SES vergeleken met de uiteindelijke relatieve aandelen na opsplitsing van het motief overig uit 'PROGMAT' (Tabel 2.10). Conclusie is dat deze aandelen correct zijn overgenomen. In Tabel 2.11 zijn de matrixtotalen voor onderwijs, winkel en overig weergegeven.

	onderwijs	winkel	overig	totaal overig
ochtendspits	0,080	0,158	0,762	1,000
restdag	0,033	0,345	0,623	1,000
avondspits	0,032	0,380	0,588	1,000

Tabel 2.9: Aandelen onderwijs, winkel en overig uit SES (exclusief wensvraag)

	onderwijs	winkel	overig	totaal overig
ochtendspits	0,084	0,154	0,761	1,000
restdag	0,036	0,330	0,634	1,000
avondspits	0,034	0,373	0,592	1,000

Tabel 2.10: Aandelen onderwijs, winkel en overig toegepast in PROGMAT (exclusief wensvraag)

⁵ Het motief zakelijk laat een afwijkend beeld zien ten opzichte van de andere motieven, hier is geen verklaring voor gevonden.

	onderwijs	winkel	overig	totaal overig
ochtendspits	322.470	589.811	2.908.690	3.820.972
restdag	744.528	6.787.635	13.027.981	20.560.144
avondspits	287.287	3.124.455	4.953.924	8.365.666
etmaal	1.354.285	10.501.901	20.890.595	32.746.782

Tabel 2.11: Matrixtotalen onderwijs, winkel, overig

2.6 Kalibratie basismatrices 2010

2.6.1 Werkwijze

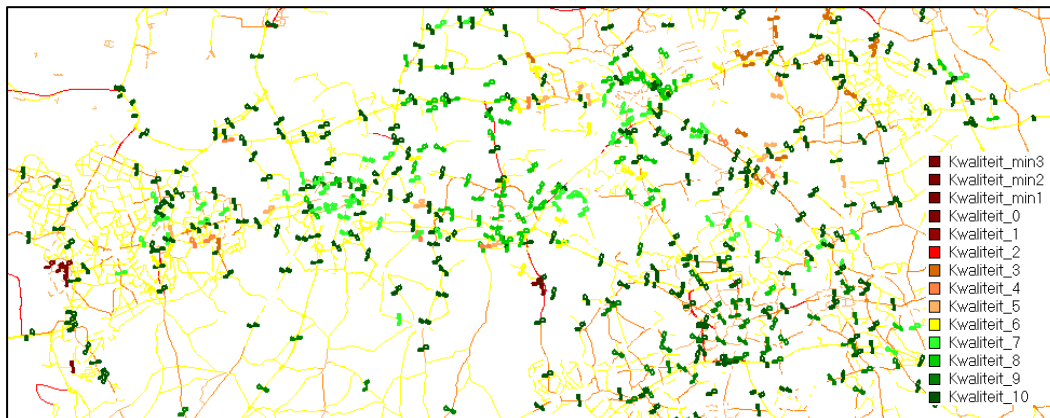
De automatrices uit de GM prognoserun 2010 zijn conform de BBMA-systematiek toegeedeeld op de netwerken uit de BBMA-database en gekalibreerd op een selectie van tellingen op het hoofdwegennet en de stadsontsluitingswegen in Brabant uit de database. Deze selectie heeft plaatsgevonden op basis van de volgende criteria:

- hoofdwegennet RWS (waarbij schattingen, op- en afrit en boogtellingen niet zijn meegenomen);
- provinciale tellingen (hierbij is een selectie gemaakt van tellingen met de hoogste kwaliteit⁶ om de hoeveelheid tellingen op aaneensluitende wegvakken te beperken);
- ontsluitingswegen stedelijk wegennet (met kwaliteitswaarde van minimaal 7).

Lagere categorie tellingen en tellingen met een lagere kwaliteit zijn in principe niet meegenomen, gezien de aard van deze kalibratie (waarbij het doel is om op relatieniveau te conformeren aan de tellingen) en het detailniveau van het verkeersmodel. In het geval dat vorenstaande selectiecriteria geen bruikbare tellingen in een bepaald gebied opleverden, zijn toch tellingen van een lagere kwalitatieve waarde meegenomen om in elk gebied zicht te krijgen in de betrouwbaarheid van de relatiepatronen van het verkeersmodel⁷. In Figuur 2.2 is een overzicht weergegeven van de telpunten die zijn meegenomen in de kalibratie met de bijbehorende kwaliteit. Hierbij is donkergroen de hoogste kwaliteit en donkerbruin de laagste kwaliteit (zie legenda).

⁶ Zie Goudappel Coffeng, 2014a voor bepaling kwaliteit van telpunten.

⁷ Voor het opstellen van een goede telset is naast een set van regels inzicht vereist van de modelbouwer, waardoor er een handmatige component in zit. Binnen de methodiek van de BBMB is door middel van controle en afstemming met een expertteam een zo objectief mogelijke goede telset opgesteld.



Figuur 2.2: Telset die is meegenomen in de kalibratie met kwaliteitswaarde per telpunt

Voor het openbaar vervoer is de telset gebaseerd op diverse bronnen. Om de reizigers via de trein te kalibreren, is gebruik gemaakt van baanvakbelastingen en in- en uitstappers 2010⁸. Voor de bus is op basis van OV-chipcarddata en NVS data een telset opgesteld (zie Goudappel Coffeng, 2014a).

Voorafgaand aan de kalibratie zijn de totale vertrekken en aankomsten in de matrix in overeenstemming gebracht met vertrekken en aankomsten uit het Zwaartekrachtmodel 2010 (zie paragraaf 3.2). Hiermee is een koppeling tot stand gebracht tussen de 'NRM-lijn' en de BBMB-rekenmethodiek. Door deze afstemming kan later het marginaal model zuiverder worden toegepast.

De BBMB-matrices 2010 zijn voor openbaar vervoer⁹ en vracht tot stand gekomen door de matrices uit de zwaartekrachtmodellen 2010 rechtstreeks te kalibreren op tellingen. Voor de vervoerswijze fiets heeft geen kalibratie op tellingen plaatsgevonden. De fietsmatrix uit het ZKM 2010 is direct ook de BBMB-matrix voor 2010.

Het aantal gehanteerde tellingen per vervoerswijze is weergegeven in Tabel 2.12. Tevens is het aantal iteraties dat is uitgevoerd, toegevoegd.

vervoerswijze	aantal tellingen	iteraties	routekeuze
motorvoertuigen	1169	2 fasen 3 iteraties	capaciteitafhankelijk
vrachtauto	812	2 fasen 3 iteraties	capaciteitafhankelijk
personenauto	808	2 fasen 3 iteraties	capaciteitafhankelijk
openbaar vervoer	703	2 fasen 2 iteraties	multirouting

Tabel 2.12: Aantal gehanteerde tellingen en kenmerken kalibratie per vervoerswijze

⁸ Deze data is niet openbaar en is met toestemming van NS alleen gebruikt om het model te ijken.

⁹ Zie paragraaf BBMA-structuur2.2 voor tussenstap verrijking matrix met de NS Stationsrelatiematrix.

De simultane auto en vrachtkalibratie is uitgevoerd in twee gelijke fasen¹⁰. Deze kalibratie heeft betrekking op zo'n 1.300 afzonderlijke tellingen.

Voor het openbaar vervoer is de kalibratie uitgevoerd in twee verschillende fasen. In fase 1 is gekalibreerd op de NS baanvakbelastingen en in-/uitstappers. In fase 2 is gekalibreerd op de OV chipcarddata en de baanvakbelastingen.

Bij de kalibratie is uitgegaan van de volgende weegfactoren¹¹:

- matrixranden (auto, OV, fiets en vracht): 0.8;
- tellingen (auto, OV, fiets en vracht): 1.0.

Het proces van kalibreren is simultaan, aangezien in het proces meerdere vervoerswijzen en dagdelen tegelijk gekalibreerd worden. Binnen het proces worden de randvoorwaarden sequentieel behandeld (OmniTRANS International, 2014). Dit betekent dat de volgorde van de randvoorwaarden bepalend is voor welke randvoorwaarden het beste gehaald worden. In de matrixkalibratie van de BBMB zijn de matrixranden als laatste in het proces als voorwaarde gehanteerd, hierdoor worden beperkte aanpassingen op de randen toegestaan om beter aan te sluiten bij de tellingen.

Daarnaast is het van belang om binnen de gestelde randvoorwaarden een volgorde op te geven. De volgorde van de tellingen wordt bepaald door:

- van laag naar hoog;
- kwaliteitsnorm.

Om de criteria te combineren is een rekenmethodiek opgesteld. In Tabel 2.13 zijn 4 fictieve tellingen opgenomen om de rekenmethodiek toe te lichten. Per telpunt zijn de beschikbare gegevens weergegeven. De kwaliteitswaarde van de telgegevens wordt voor een groot deel bepaald door de onderverdeling in vervoerwijze en dagdelen. Hoe meer er beschikbaar is des te hoger de kwaliteit (zie Goudappel Coffeng, 2014a). Om de volgorde van laag naar hoog te verrijken worden alle telwaarden bij elkaar opgeteld en dat is de totaalwaarde van een telpunt (zie laatste kolom Tabel 2.13). Op basis van deze totaalwaarden wordt de lijst met tellingen opnieuw gesorteerd van laag naar hoog. In het rekenvoorbeeld is dus niet telling 1 het belangrijkste, maar zal de volgorde 1,3,4,2 zijn waarbij de laatste in de lijst het belangrijkste is.

telpuntnr	mvt etm	auto etm	vracht etm	mvt os	mvt as	mvt rd	totaalwaarde
1	2.000						2.000
2	1.000	800	200	150	250	600	3.000
3	1.200			300	100	800	2.400
4	1.500	1000	500				3.000

Tabel 2.13: Rekenvoorbeeld voorbepaling volgorde tellingen

¹⁰ In het kalibratieproces worden door het aanpassen van de matrices nieuwe routes gevormd. Om rekening te houden met veranderende routes wordt het kalibratieproces opgedeeld in een tweetal fasen, waarbij nieuwe 'selected link'-matrices worden berekend.

¹¹ Weegfactoren geven de mate van elasticiteit aan dat een voorwaarde mag afwijken ten opzichte van de startwaarde. Hierbij geldt dat bij een waarde van 1.0 geen afwijking wordt getolereerd. Echter bepaald de volgorde van de randvoorwaarden in grote mate de uiteindelijke afwijking ten opzichte van de randvoorwaarden.

2.6.2 Modeltoetsing basismatrices

In deze rapportage zijn niet alle controles van de resultaten beschreven. Een uitgebreide controle van de resultaten zijn opgenomen in bijlage 6. De hoofdtekst van de rapportage beperkt zich tot een beschrijving van de volgende controles:

- Vergelijking tel- en modelwaarden:
 - T-waarden;
 - totaal modelwaarden t.o.v. totaal modelwaarden.
- Controleren of de kalibratie de structuur van de matrices niet (teveel) heeft aangepast. De volgende onderdelen worden hierbij in beschouwing genomen:
 - kalibratie effect;
 - symmetrie;
 - nulcellen.

T-waarden

Ter vergelijking van de modelwaarde (toedeling) met de telwaarden wordt conform het NRM gebruik gemaakt van de zogenaamde T-waarde. Essentie van deze toets is dat bij de beoordeling rekening wordt gehouden met zowel de absolute als de relatieve verschillen tussen model- en telwaarde. De T-waarde wordt als volgt bepaald.

$$T = Ln\left(\frac{(X_b - X_w)^2}{X_w}\right)$$

waarin:

T = afwijking

X_w = het waargenomen aantal

X_b = het berekende aantal

Hierbij worden de grenswaarden gehanteerde zoals weergegeven in Tabel 2.14:

T-waarde	T < 3,5	3,5 < T < 4,5	T > 4,5
beoordeling	geen relevante afwijking	grensgebied	relevante afwijking
voor auto, vracht en OV voor ieder dagdeel	80% van de randvoorwaarden dient een T-waarde te hebben van < 3,5	95% van de randvoorwaarden dient een T-waarde te hebben < 4,5	maximaal 5% van de randvoorwaarden mag een T-waarde te hebben > 4,5

Tabel 2.14: Te hanteren T-waarden

Op basis van voorgaande normen is in Tabel 2.15 weergegeven wat de T-waarden zijn voor het autoverkeer voor de verschillende dagdelen met onderscheid naar personenautoverkeer, vrachtverkeer en motorvoertuigen (MVT). Deze laatste categorie is toegevoegd omdat het onderscheid tussen vrachtverkeer en personenautoverkeer niet altijd bij de tellingen aanwezig is.

T-waarde: autoverkeer	personenauto		vracht		motorvoertuigen	
ochtendspits						
aantal:	747		749		1066	
T<3,5 : geen relevante afwijking	700	94%	735	98%	984	92%
3,5<T<4,5 : grensgebied	29	4%	11	1%	59	6%
T>4,5 : relevante afwijking	18	2%	3	0%	23	2%
avondspits						
aantal:	747		749		1066	
T<3,5 : geen relevante afwijking	680	91%	741	99%	975	91%
3,5<T<4,5 : grensgebied	46	6%	6	1%	61	6%
T>4,5 : relevante afwijking	21	3%	2	0%	30	3%
restdag						
aantal:	849		856		1070	
T<3,5 : geen relevante afwijking	845	97%	856	100%	1032	96%
3,5<T<4,5 : grensgebied	4	2%	0	0%	35	3%
T>4,5 : relevante afwijking	0	0%	0	0%	3	0%
etmaal						
aantal:	808		812		1169	
T<3,5 : geen relevante afwijking	788	98%	108	100%	1126	96%
3,5<T<4,5 : grensgebied	15	2%	3	0%	38	3%
T>4,5 : relevante afwijking	5	1%	0	0%	5	0%

Tabel 2.15: Toets (vracht)autoverkeer tussen model- en telwaarde

Op basis van deze toets kan gesteld worden dat het model overal binnen de gehanteerde normen blijft. Hierdoor kan gesteld worden dat het (vracht)autoverkeer in de regio door het model goed tot zeer goed wordt beschreven¹².

Tevens is een analyse uitgevoerd om inzicht te krijgen in het totale niveau van de intensiteiten ten opzichte van de telwaarden. De waarden en afwijkingen staan weergegeven in Tabel 2.16. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het model goed aansluit bij de telgegevens.

T-waarde:	Pa_etmaal	Vracht_etmaal	Mvt_Etmaal
aantal	808	812	1,169
modelwaarde	5.986.327	1.033.561	14.897.430
telwaarde	6.044.092	1.103.754	15.023.412
afwijking	99.04%	93.64%	99.16%

Tabel 2.16: Toets (vracht)autoverkeer tussen alle model- en telwaarden

¹² In het proces zijn in de pre fase alle slecht scorende punten gecontroleerd op clustering, netwerkfouten, inconsistentie en fouten in de telgegevens. De afwijkingen die over zijn gebleven zijn dan ook geaccepteerd in en door het proces.

In Tabel 2.17 zijn de T-waarden weergegeven van het openbaar vervoer. De normen ten aanzien van de T-waarden worden voor de het openbaar vervoer op de avondspits na prima gehaald. De avondspits zit voor het grensgebied op de rand van de norm. Er is geen eenduidige reden waarom de avondspits minder goed voldoet aan de telgegevens dan de andere dagdelen.

T-waarde: openbaar vervoer		
ochtendspits		
aantal:	555	
T<3,5 : geen relevante afwijking	483	95%
3,5<T<4,5 : grensgebied	41	4%
T>4,5 : relevante afwijking	31	1%
avondspits		
aantal:	555	
T<3,5 : geen relevante afwijking	503	87%
3,5<T<4,5 : grensgebied	34	7%
T>4,5 : relevante afwijking	18	6%
restdag		
aantal:	555	
T<3,5 : geen relevante afwijking	529	91%
3,5<T<4,5 : grensgebied	23	6%
T>4,5 : relevante afwijking	3	3%
etmaal		
aantal:	703	
T<3,5 : geen relevante afwijking	669	95%
3,5<T<4,5 : grensgebied	25	4%
T>4,5 : relevante afwijking	9	1%

Tabel 2.17: Toets openbaar vervoer tussen model- en telwaarde

Procentuele afwijking tussen model- en telwaarden (auto, vracht en OV)

Indien er grote verschillen zijn tussen model- en telwaarden kunnen er significante aanpassingen gedaan worden in de ritgeneratie van bepaalde zones. Hierbij zijn afwijkingen van meer dan 10% significant te noemen. De afwijkingen staan weergegeven in Tabel 2.18.

afwijking	Auto			Vracht		OV	
	os	rd	as	os	rd	as	etmaal
<2,5%	97.2	99.9	99.3	79.7	96.4	82.6	68.6
2,5-5,0%	2.2	0.1	0.6	13.2	2.8	10.2	8.5
5,0-10,0%	0.5	0.0	0.1	5.1	0.7	5.5	9.1
>10,0%	0.1	0.0	0.0	1.9	0.1	1.7	13.8

Tabel 2.18: Toets tussen model- en telwaarde

Deze analyse laat zien dat de ritgeneratie voor auto en vracht niet tot nauwelijks significant wordt aangepast. Voor het openbaar vervoer heeft bijna 14% meer dan 10% afwijking. Dit komt voornamelijk door het lagere aantal reizigers. Indien aanpassingen gedaan worden in de aantallen van de producties en attracties (P/A) om tellingen te halen betekent relatief gezien meer correctie omdat het volume en potentiële relaties lager zijn dan voor bijvoorbeeld de auto. Hiermee rekening houdend zijn de aanpassingen alleszins redelijk.

Symmetrie

Als gevolg van de afzonderlijke matrixschatting per dagdeel en het kalibratieproces is het mogelijk dat op etmaalniveau er asymmetrie ontstaat tussen het aantal herkomsten en bestemmingen per zone. In theorie moet het aantal vertrekken en aankomsten gedurende een etmaal nagenoeg gelijk zijn. Per vervoerwijze is dit nagegaan. Hierbij is de procentuele afwijking per richting bepaald en onderverdeeld in een aantal klassen. In Tabel 2.19 is dit weergegeven.

symmetrie totaal etmaal in % (totale matrix)				
% afwijking	auto	OV	fiets	vracht
< 2,5%	95%	60%	91%	71%
2,5-5,0%	4%	27%	7%	20%
5,0-10,0%	1%	12%	2%	8%
> 10,0%	0%	2%	0%	1%
totaal	100%	100%	100%	100%

Tabel 2.19: Asymmetrie a priori en basismatrices

Voor de auto en fiets zijn de matrices op etmaalniveau prima symmetrisch. Voor deze vervoerwijzen zijn er geen afwijkingen van meer dan 10 procent. Voor de vracht en openbaar vervoer is er sprake van asymmetrie. Gezien het feit dat vrachtritten vaak ketenritten betreffen waarbij meerdere locaties per dag worden bezocht en het beginpunt per definitie ook niet het eindpunt hoeft te betekenen wordt asymmetrie hier geaccepteerd.

Een deel van de asymmetrie in het openbaar vervoer wordt veroorzaakt door het verschil in netwerken (bijvoorbeeld spitslijnen 1-kant op) en lage hoeveelheden reizigers. Voor het openbaar vervoer zijn afwijkingen tot 5 procent hierdoor niet significant te noemen¹³. De toename van asymmetrie in het openbaar vervoer wordt veroorzaakt door het kalibratie proces. Door de lage aantallen in de matrix, de lage telwaarden en beperkte toetredingsmogelijkheden tot het netwerk wordt bij scheefheid in tellingen¹⁴ dit effect versterkt.

¹³ Synthetisch valt ruim 94% in de categorie < 5% (bron: analyses Goudappel Coffeng behorende bij de BBMB).

¹⁴ Scheefheid in tellingen kan ontstaan door hoe de data is opgesteld. Zie Goudappel Coffeng 2014a voor methodiek met globale ophogingsfactoren. Daarnaast blijkt in de praktijk dat meegereden wordt in een ochtendspits met een collega, of een scholier met vader of moeder en dat de terugweg gebruik gemaakt wordt van het openbaar vervoer.

Nulcellen

Er is ook gecontroleerd op het aantal nulcellen voor en na kalibratie. Hierbij wordt de waarde kleiner dan 0.000001 gezien als nulwaarde.

nulcellen totaal etmaalmatrices in % (totale matrices vrachtverkeer)			
HB-niveau	a priori	basismatrix	verschil
werk	58,3%	58,4%	0,1%
zakelijk	50,4%	50,5%	0,1%
winkel	48,6%	48,7%	0,1%
onderwijs	48,6%	48,7%	0,1%
overig	48,6%	48,7%	0,1%
nulcellen totaal etmaalmatrices in % (totale matrices vrachtverkeer)			
HB-niveau	a priori	basismatrix	verschil
% nulcellen	42,0%	42,2%	0,2%

Tabel 2.20: Aandeel nulcellen a priori en basismatrices

Gezien het aantal zones en het daarmee samenhangende aantal HB-paren (ruim 11 miljoen) is het aantal nulcellen in de a priori matrices al aanzienlijk. Als gevolg van de kalibratie neemt dit aantal niet significant toe. Gesteld kan worden dat het kalibratieproces niet leidt tot een toename van nulcellen in de matrices.

3

Transportmodel 2010

3.1 Inleiding

De kern van de BrabantBrede ModelBasis (BBMB) wordt gevormd door de zwaartekrachtmodellen die zijn gebouwd op basis van de BBMA database. Ten eerste een simultaan zwaartekrachtmodel voor het schatten van de vervoerswijzen auto, OV en fiets en ten tweede een zwaartekrachtmodel voor het schatten van de vervoerswijze vracht.

In dit hoofdstuk komen de volgende onderdelen aan bod:

- zwaartekrachtmodel en toetsing voor 2010;
- vrachtmodel en toetsing voor 2010;
- afleiden dagdeel modellen;
- overnemen doorgaand verkeer uit NRM 2010;
- terugkoppelmechanisme in matrixschatting auto/OV/fiets;
- toedeeltechnieken.

3.2 Zwaartekrachtmodel en toetsing voor 2010

In het zwaartekrachtmodel vindt een complete 4-staps berekening plaats van het verkeer: ritgeneratie, distributie en vervoerswijzekeuze, toedeling. Het verkeersgedrag in de zwaartekrachtmodellen (functies, parameters) is afgestemd op het MON (Mobiliteits Onderzoek Nederland) voor de provincie Noord-Brabant. De methodieken die zijn gehanteerd (voor ritgeneratie, bereikbaarheid, distributie en vervoerswijzekeuze, tijdstipkeuze, toedelingen) zijn overgenomen uit het handboek verkeersmodel (Panteia/Significance, 2013b) en daarin helder beschreven.

Simultaan zwaartekrachtmodel

Het zwaartekrachtmodel is gebaseerd op het principe van Newtons zwaartekrachtwet: hoe groter de weerstand tussen twee punten, des te kleiner is de kans dat een verplaatsing tussen deze punten zal plaatsvinden. In een *simultaan* zwaartekrachtmodel wordt gelijktijdig met de keuze van de bestemming, de bereikbaarheid van de bestemming met de beschikbare vervoersmogelijkheden in beschouwing genomen. Het distributie-

en vervoerwijzekeuzemodel worden gebruikt om het aantal ritten per matrixcel te voor-
spellen. Hierbij spelen de volgende aspecten een rol:

- hoeveelheid aankomsten en vertrekken per zone (**riteindengeneratie**);
- kwaliteit van de bereikbaarheid (**weerstandsberekeningen**);
- verplaatsingsgedrag (**distributiefuncties**).



Autobeschikbaarheid

De matrixschatting vindt gelijktijdig plaats voor vervoerwijze- en bestemmingskeuze. De keuze met welke vervoerwijze men naar een bepaalde bestemming gaat hangt mede af van het feit of men een auto tot zijn beschikking heeft. In het handboek verkeersmodel (Panteia/Significance, 2013b) wordt dit in algemene zin meegenomen maar niet specifiek voor ieder herkomst- bestemmingspaar. Het handboek verkeersmodel van BBMA gaat uit van één kostenfunctie waarin autobeschikbaarheid als variabele wordt meegenomen. Daarmee wordt de (zone) gemiddelde autobeschikbaarheid gebruikt (bijvoorbeeld 53%) in de kostenfunctie. Per motief zijn twee aparte zwaartekrachtmodellen geschat: één voor mensen met een auto tot hun beschikking en één voor mensen zonder een auto tot hun beschikking. Dit levert een beschrijving van het effect van autobeschikbaarheid op de vervoerwijze en bestemmingskeuze op. In bijlage 1 is een uitgebreide beschrijving van de manier waarop omgegaan wordt met autobeschikbaarheid.



Autobezetting

De automatrices hebben conform het BBMA handboek (Panteia/Significance, 2013b) betrekking op de autobestuurder. In het zwaartekrachtmodel is uitgegaan van het aantal personenverplaatsingen met de auto (autobestuurder plus autopassagier)¹⁵. Dit geeft namelijk de mogelijkheid om voor de toekomst rekening te houden met een gewijzigde autobezetting als gevolg van bijvoorbeeld het toenemende autobezit, het kleiner worden van huishoudens, of maatregelen die het carpoolen gaan bevorderen. Deze aanpak geeft meer flexibiliteit bij het opstellen van prognoses. De bezettingsgraden zijn bepaald aan de hand van het OVIN en weergegeven in Tabel 3.1. In de prognoses zijn de bezettingsgraden constant verondersteld.

motief	bezettingsgraad
werk	1.08
zakelijk	1.08
winkel	1.47
onderwijs	1.40
overig	1.54

Tabel 3.1: Bezettingsgraden per motief (bron: MON analyse 2006-2010, Goudappel Coffeng)

3.2.1 Ritgeneratie

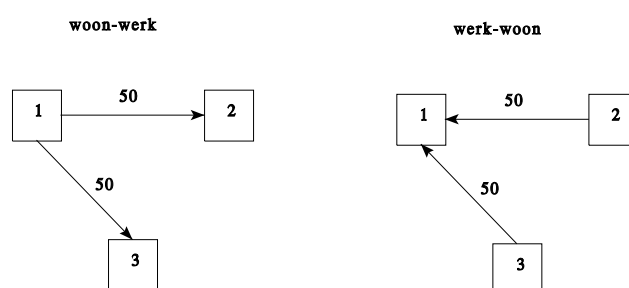
Op basis van de sociaal-economische gegevens wordt bepaald hoeveel aankomsten en vertrekken door een modelzone worden gegenereerd gedurende een periode. Hierbij

¹⁵ De BBMB-matrix bevat alleen aantal autoverplaatsingen. Dit betekent dat hier geen onderscheid is tussen autobestuurder en autopassagier.

wordt onderscheid gemaakt naar vijf motieven en de mate van autobeschikbaarheid. De riteindberekeningen in het model geven inzicht in de totale vervoersvraag (verplaatsingsbehoefte).

Onderscheid per richting

De verplaatsingsmotieven zijn richtingsafhankelijk. De richtingen zijn namelijk in het matrixschattingsproces niet zonder meer samen te nemen. De reden hiervoor is dat de polariteiten per richting per zone niet samengevoegd mogen worden, omdat anders verplaatsingen ontstaan die in werkelijkheid niet voorkomen. Om dit te illustreren, is in Figuur 3.1 een voorbeeld gegeven met drie zones.



Figuur 3.1: Richtingsafhankelijke woon-werkverplaatsingen

Zone 1 is een woonlocatie, de zones 2 en 3 zijn werklocaties. Vanuit zone 1 gaan 's ochtends 50 personen werken in zone 2 en 50 personen in zone 3. 's Avonds gaan deze personen weer terug naar huis. Tussen de zones 2 en 3 komen geen woon-werk-/werk-woonverplaatsingen voor. In Tabel 3.2 zijn de producties en attracties opgenomen.

zone	woning -> werk		werk -> woning		woon-werk (richtingsonafhankelijk)	
	productie	attractie	productie	attractie	productie	attractie
1	100	0	0	100	100	100
2	0	50	50	0	50	50
3	0	50	50	0	50	50

Tabel 3.2: Voorbeeld berekening productie en attractie

Indien de producties en attracties zonder richting (laatste twee kolommen) in het motief aan het matrixschattingsproces worden voorgelegd, zullen in het matrixschattingsmodel verplaatsingen ontstaan tussen de zones 2 en 3. In werkelijkheid zijn er echter geen verplaatsingen tussen de zones 2 en 3 met het motief woon-werk. Indien de richtingsafhankelijke producties en attracties aan het matrixschattingsmodel worden voorgelegd (respectievelijk de kolommen 2+3 en 4+5), herkent het model wel de goede relatiepatronen; er zijn immers geen ritten mogelijk van 2 naar 3 of omgekeerd.

Ritgeneratiefactoren uit MON

Voor de riteindberekening is gebruik gemaakt van de riteindparameters die zijn verkregen uit het MON. Hierbij is per motiefrichting rekening gehouden met de verklarende waarde van de verschillende sociaal-economische gegevens. In Tabel 3.3 is aangegeven welke verklarende sociaal-economische gegevens zijn gehanteerd om het aantal personenverplaatsingen per motief vast te stellen (Panteia/Significance, 2013b).

motieven omschrijvingen		productie (vertrekken)	attractie (aankomst)
woning	werk	totale werkzame beroepsbevolking	totale aantal arbeidsplaatsen
werk	woning	totale aantal arbeidsplaatsen	totale werkzame beroepsbevolking
woning	zakelijk	totale werkzame beroepsbevolking	totale aantal arbeidsplaatsen
zakelijk	woning	totale aantal arbeidsplaatsen	totale werkzame beroepsbevolking
zakelijk	zakelijk	totale aantal arbeidsplaatsen	totale aantal arbeidsplaatsen
woning	schoolbezoek	aantal inwoners tot 34 jaar	aantal leerlingplaatsen voortgezet onderwijs (> 12 jaar) ¹⁶
schoolbezoek	woning	aantal leerlingplaatsen voortgezet onderwijs (> 12 jaar)	aantal inwoners tot 34 jaar
woning	winkelbezoek	aantal inwoners	aantal arbeidsplaatsen detailhandel
winkelbezoek	woning	aantal arbeidsplaatsen detailhandel	aantal inwoners
sociaal recreatief	sociaal recreatief	aantal huishoudens	aantal huishoudens
overig	overig	aantal inwoners	aantal inwoners

Tabel 3.3: Verklarende variablenstructuur productie-/attractieberekening (Panteia/Significance, 2013b)

Uit het MON (2006-2010) is afgeleid wat het totale aantal vertrekken en aankomsten zijn per motief (met onderscheid naar auto-beschikbaar of niet-autobeschikbaar) voor de provincie Noord-Brabant. Op basis van deze data en de sociaal-economische gegevens zijn de riteindparameters bepaald. Hierbij is dus één set afgeleid voor auto-beschikbaar en één set voor niet-autobeschikbaar (zie bijlage 2). Na toepassing van de riteindparameters op de sociaal-economische gegevens leidt dit tot logischerwijs gelijke vertrekken en aankomsten als in het MON (zie Tabel 3.4).

¹⁶ Het betreft hier verkeer naar het basisonderwijs. Het aantal openbaarvervoerreizigers en autopassagiers in deze categorie zijn zeer beperkt en betreft of ritten binnen 30 km/h-gebieden en daardoor minder relevant voor het model, of ketenritten waarbij men of winkel- of werk-ritten combineert. Deze ritten zijn wel opgenomen in het verkeersmodel. Voor fiets betreft het voornamelijk ritten binnen de wijk. Theoretisch gezien is er een onderschatting betreft laatstgenoemde categorie.

	OVIN Noord-Brabant (vertrekken en aankomsten)				riteindberekening ZKM (vertrekken en aankomsten)				
	V AB	A AB	V NB	A NB	V AB	A AB	V NB	A NB	
wo-we	700.626	694.915	254.844	254.287	wo-we	700.626	694.915	254.844	254.287
we-wo	625.406	623.463	236.588	238.742	we-wo	625.406	623.463	236.588	238.742
wo-za	61.933	53.035	7.263	6.968	wo-za	61.933	53.035	7.263	6.968
za-wo	71.901	80.934	9.823	9.145	za-wo	71.901	80.934	9.823	9.145
za, nwg	210.703	211.452	31.132	31.164	za, nwg	210.703	211.452	31.132	31.164
wo-sc	31.745	30.999	230.959	235.364	wo-sc	31.745	30.999	230.959	235.364
sc-wo	29.082	30.478	215.232	212.000	sc-wo	29.082	30.478	215.232	212.000
wo-wi	374.559	375.934	278.037	279.634	wo-wi	374.559	375.934	278.037	279.634
wi-wo	417.400	414.754	305.522	302.092	wi-wo	417.400	414.754	305.522	302.092
socrec	901.894	899.741	860.506	862.647	socrec	901.894	899.741	860.506	862.647
rest overig	1.016.819	1.022.117	753.606	749.939	rest overig	1.001.050	1.006.529	749.044	745.356
totaal	4.442.068	4.437.822	3.183.512	3.181.982	totaal	4.426.299	4.422.234	3.178.950	3.177.399

Tabel 3.4: Vertrekken en aankomsten in Noord-Brabant uit riteindberekening zwaartekrachtmodel (ZKM)¹⁷

3.2.2 Weerstandsberoeeningen

De netwerken vertegenwoordigen de aanbodzijde. Met andere woorden: de netwerken voorzien in de verplaatsingsbehoefte van mensen. De netwerken dienen als invoer voor de weerstandsberoeeningen. De weerstand (of kwaliteit van de bereikbaarheid) wordt uitgedrukt in gegeneraliseerde reistijd en is opgebouwd uit een reistijd-, afstand en kostencomponent. In de netwerken kan met behulp van het routealgoritme voor elke vervoerswijze en voor elk herkomst- en bestemmingspaar een route bepaald worden. Op basis van deze route wordt de gegeneraliseerde reistijd weggeschreven (per vervoerswijze en voor ieder herkomst- en bestemmingspaar). Op basis van de reistijdkosten per motief ('value of time'-waarden) en de variabele afstandskosten per vervoerswijze (brandstofprijzen, openbaar-vervoertarieven) worden de reistijd en de afstand beide uitgedrukt in reistijd en bij elkaar opgeteld (zie ook Panteia/Significance, 2013b). Op deze manier wordt voor ieder herkomst- en bestemmingspaar de gegeneraliseerde reistijd per vervoerswijze (en per motief) bepaald. Voor het autoverkeer worden de parkeerkosten (uitgedrukt in reistijd) aan de weerstanden toegevoegd.

Brandstofprijzen, openbaar-vervoertarieven en value of time waarden, bezettingsgraden

Brandstofprijzen personenautoverkeer

De gemiddelde brandstofprijs is voor het basisjaar herberekend op basis van gegeven bronnen in Tabel 3.5. Hieruit kan een (naar aantal auto's met type brandstof) gewogen gemiddelde brandstofprijs worden berekend conform de formule:

$$\begin{aligned} & ((\text{Prijs_benzine}/\text{verbruik_benzine}) \times \text{aantal_auto's_benzine}) + \\ & ((\text{Prijs_diesel}/\text{verbruik_diesel}) \times \text{aantal_auto's_diesel}) + \\ & ((\text{Prijs_gas}/\text{verbruik_gas}) \times \text{aantal_auto's_gas}) / \text{totaal_aantal_auto's} \end{aligned}$$

¹⁷ In de matrixschatting worden de richtingen bij elkaar opgeteld tot het totaal motief. Voor overig worden sociaal-recreatief en rest overig bij elkaar opgeteld tot motief overig. Zakelijk bestaat bij wo-za, za-za en za-wo.

	aantal auto's 2010 (CBS, 2014a)	brandstofprijs 2010 (CBS,2014b) (€ / 100 liter)	brandstofverbruik 2010 (PBL/TNO/CBS,2011) (kilometer/liter)
benzine	6.070.432	150,3	12,4
diesel	1.289.544	117,1	15,0
gas	222.137	64,4	9,3

Tabel 3.5: Onderliggende bronnen voor berekening gemiddelde brandstofprijs 2010

De formule leidt tot een gewogen gemiddelde brandstofprijs van € 0,112/kilometer voor personenautoverkeer.

Brandstofprijs per kilometer voor vrachtautoverkeer

De gemiddelde brandstofprijs is voor het basisjaar herberekend op basis van de brandstofprijs voor diesel (€ 1,17/liter, zie Tabel 3.5) en een gemiddeld verbruik van 3,333 km/liter (Burgwal et al,2004). Deze cijfers leiden tot een gemiddelde brandstofprijs van € 0,351/kilometer voor het vrachtautoverkeer.

Openbaar vervoer afstandskosten

Binnen het openbaar vervoer wordt onderscheid gemaakt naar BTM en trein. Voor BTM geldt een opstaptarief van € 0,70 en een kilometertarief van € 0,10/kilometer. Voor trein wordt gewerkt met een tarief per afstandsklasse (zie Tabel 3.6).

afstand	kosten	afstand	kosten	afstand	kosten	afstand	kosten
0	€ 2,20	65	€ 10,40	130	€ 18,30	195	€ 23,50
5	€ 2,20	70	€ 11,10	135	€ 18,80	200	€ 23,80
9	€ 2,30	75	€ 11,90	140	€ 19,90	205	€ 24,10
10	€ 2,40	80	€ 12,60	145	€ 19,70	210	€ 24,30
15	€ 3,20	85	€ 13,20	150	€ 20,20	215	€ 24,50
20	€ 3,90	90	€ 12,80	155	€ 20,60	220	€ 24,80
25	€ 4,80	95	€ 14,50	160	€ 20,90	225	€ 25,10
30	€ 5,40	100	€ 15,10	165	€ 21,30	230	€ 25,30
35	€ 6,10	105	€ 15,60	170	€ 21,70	235	€ 25,50
40	€ 6,80	110	€ 16,20	175	€ 22,10	240	€ 25,80
45	€ 7,50	115	€ 16,80	180	€ 22,40	245	€ 26,00
50	€ 8,30	120	€ 17,40	185	€ 22,70	250	€ 26,20
55	€ 9,00	125	€ 17,90	190	€ 23,10	500	€ 99,99
60	€ 9,70						

Tabel 3.6: Afstandskosten trein

Value of time waarden (reistijdwaardering)

Er zijn value of time waarden beschikbaar voor alle vier WLO scenario's. Omdat deze waarden in 2006 zijn bepaald verschillen ze per WLO scenario voor 2010 (geringe verschillen). Voor het basisjaar 2010 is gebruik gemaakt van het TM scenario¹⁸. De gehanteerde VOT waarden zijn weergegeven in Tabel 3.7.

	werk (euro/uur)	zakelijk (euro/uur)	winkel/onderwijs/overig (euro/uur)
auto (en fiets)	8,98	31,09	6,20
BTM	8,39	14,62	5,31
trein	9,02	19,08	5,55
vracht	44,22 (geen motiefonderscheid)		

Tabel 3.7: Gehanteerde VOT waarden (AVV, 1998; AVV, 2004; Min V&W en EZ, 2004; RAND Europe, SEO, Veldkamp/NIPO, 2004; CPB, 2004; CPB, 2007)

Bezettingsgraden personenauto

Binnen het zwaartekrachtmodel wordt gewerkt met personen per auto (autobestuurder + autopassagier). Na matrixschatting worden de matrices naar personenauto omgerekend met de in Tabel 3.8 weergegeven bezettingsgraden die afgeleid zijn uit het MON voor de provincie Noord-Brabant (2006-2010).

bezettingsgraden 2010	woon-werk	zakelijk	winkel	onderwijs	overig
auto etmaalperiode	1,08	1,08	1,47	1,4	1,54

Tabel 3.8: Bezettingsgraden personenauto (bron: analyse Goudappel Coffeng op MON2006-2010)

Parkeerkosten

In Tabel 3.9 zijn de in het model opgenomen parkeerkosten opgenomen. Een uitgebreide beschrijving van de totstandkoming van de parkeerkosten is opgenomen in de technische documentatie van de BBMA Database (Goudappel Coffeng, 2014a). Het uurtarief is omgerekend naar een tarief per motief¹⁹ waarbij voor werk is uitgegaan van een gemiddelde parkeerduur van 8 uur en voor winkel en overig van 2 uur. Voor werk is daarnaast uitgegaan van de volgende aannames:

- 20% in een modelzone betaalt werkelijk het dagtarief;
- 35% parkeert op eigen grond;
- 45% heeft een maandkaart (met vergoeding werkgever).

¹⁸ De beleidsinstellingen en LMS2010 data zijn aangeleverd door DVS en eerder gebruikt in de LMS 2010 in het kader van Tigris XL.

¹⁹ In de weerstandsmatrices worden de parkeerkosten gedeeld door 2 en zowel voor het vertrek als de aankomst toegevoegd. Dit wordt verdeeld, aangezien er anders voor één kant kosten meegenomen worden en in de matrixschatting asymmetrie kan optreden.

Het tarief voor werk is dus berekend door: uurtarief x 8 (uur) x 0,2 (aandeel). Bij onderwijs is verondersteld dat scholieren die parkeren als nihil kan worden beschouwd. Ook wordt verondersteld dat parkeerkosten voor zakelijke parkeerders niet van invloed zijn.

zone	gemeente	uurtarief	werk	zakelijk	winkel	onderwijs	overig
281	Bergen op Zoom	1,26	2,92	0,00	2,52	0,00	2,52
282	Bergen op Zoom	1,14	1,82	0,00	2,28	0,00	2,28
287	Bergen op Zoom	1,14	1,82	0,00	2,28	0,00	2,28
291	Bergen op Zoom	1,14	1,82	0,00	2,28	0,00	2,28
295	Bergen op Zoom	0,53	0,85	0,00	1,06	0,00	1,06
318	Roosendaal	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
319	Roosendaal	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
320	Roosendaal	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
322	Roosendaal	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
334	Roosendaal	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
404	Etten-Leur	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
406	Etten-Leur	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
409	Etten-Leur	1,20	1,92	0,00	0,00	0,00	2,40
411	Etten-Leur	1,40	2,24	0,00	2,80	0,00	2,80
415	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
416	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
417	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
418	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
419	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
431	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
432	Breda	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
474	Oosterhout	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
476	Oosterhout	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
481	Oosterhout	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
546	Tilburg	2,00	3,20	0,00	4,00	0,00	4,00
548	Tilburg	2,00	3,20	0,00	0,00	0,00	4,00
563	Tilburg	2,00	3,20	0,00	4,00	0,00	4,00
564	Tilburg	2,00	3,20	0,00	4,00	0,00	4,00
565	Tilburg	2,00	3,20	0,00	4,00	0,00	4,00
608	Waalwijk	1,10	1,76	0,00	2,20	0,00	2,20
655	Oisterwijk	1,60	2,56	0,00	3,20	0,00	3,20
656	Oisterwijk	1,00	1,60	0,00	2,00	0,00	2,00
688	Heusden	1,00	1,60	0,00	2,00	0,00	2,00
694	Boxtel	1,00	1,60	0,00	2,00	0,00	2,00
717	s-Hertogenbosch	2,50	4,00	0,00	5,00	0,00	5,00
718	s-Hertogenbosch	1,50	2,40	0,00	3,00	0,00	3,00

zone	gemeente	uurtarief	werk	zakelijk	winkel	onderwijs	overig
722	s-Hertogenbosch	1,50	2,40	0,00	3,00	0,00	3,00
731	s-Hertogenbosch	1,50	2,40	0,00	3,00	0,00	3,00
812	Oss	1,30	2,08	0,00	0,00	0,00	2,60
814	Oss	1,30	2,08	0,00	2,60	0,00	2,60
815	Oss	1,30	2,08	0,00	2,60	0,00	2,60
822	Oss	1,30	2,08	0,00	2,60	0,00	2,60
834	Veghel	0,75	1,20	0,00	1,50	0,00	1,50
851	Uden	0,80	1,28	0,00	1,60	0,00	1,60
890	Cuijk	0,50	0,80	0,00	1,00	0,00	1,00
956	Veldhoven	1,00	1,60	0,00	2,00	0,00	2,00
981	Valkenswaard	1,00	1,60	0,00	2,00	0,00	2,00
982	Valkenswaard	1,00	1,60	0,00	2,00	0,00	2,00
990	Eindhoven	2,20	3,52	0,00	4,40	0,00	4,40
996	Eindhoven	2,20	3,52	0,00	4,40	0,00	4,40
1002	Eindhoven	1,20	1,92	0,00	2,40	0,00	2,40
1066	Geldrop-Mierlo	0,70	1,12	0,00	0,00	0,00	1,40
1090	Helmond	1,33	2,13	0,00	2,66	0,00	2,66
1102	Helmond	1,33	2,13	0,00	2,66	0,00	2,66
1103	Helmond	1,33	2,13	0,00	2,66	0,00	2,66
1126	Deurne	0,80	1,28	0,00	1,60	0,00	1,60

Tabel 3.9: Parkeerkosten per modelzone/gemeente

Modelinstellingen 2010

In Tabel 3.10 zijn alle instellingen binnen de weerstandsberekeningen samengevat. In de tabel is ook te zien dat voor zakelijk geen afstandskosten (en parkeerkosten) zijn ingevoerd (er wordt uitgegaan van declaratie door werkgever) en dat voor studenten is uitgegaan van een gratis OV studentenkaart.

	bron	woon-werk	zakelijk	winkel	onderwijs	overig
brandstofprijs auto (euro's/km/auto)	CBS 2010	0,112	- (declaratie)	0,112	0,112	0,112
afstandskosten TREIN (euro's/km/persoon)	OV chipkaart	km tarief tabel 4.5	- (declaratie)	km tarief tabel 4.5	- (OV stud.kaart)	km tarief tabel 4.5
afstandskosten BTM (euro's/km/persoon)	OV chipkaart	€ 0,70 + € 0,10/km	- (declaratie)	€ 0,70 + € 0,10/km	- (OV stud.kaart)	€ 0,70 + € 0,10/km
value of time auto, fiets (euro's/h)	CPB (basisjaar 2006, prognose 2010 TM)	8,98	31,09	6,20	6,20	6,20
value of time trein (euro's/h)	CPB (basisjaar 2006, prognose 2010 TM)	9,02	19,08	5,55	5,55	5,55
value of time BTM (euro's/h)	CPB (basisjaar 2006, prognose 2010 TM)	8,39	14,62	5,31	5,31	5,31
value of time vracht (euro's/h)	CPB (basisjaar 2006, prognose 2010 TM)	44,22 (geen motiefonderscheid)				
bezettingsgraden (personen/auto)	OVIN 2006-2010	1,08	1,08	1,47	1,4	1,54
parkeerkosten auto	inventarisatie (database)	tarieven tabel 4.8	- (declaratie)	tarieven tabel 4.8	-	tarieven tabel 4.8

Tabel 3.10: Beleidsinstellingen 2010 ZKM samengevat (AVV, 1998; AVV, 2004; Min V&W en EZ, 2004; RAND Europe, SEO, Veldkamp/NIPO, 2004; CPB, 2004; CPB, 2007)

3.2.3 Distributie- en vervoerwijzekeuzemodel (distributiefuncties)

Het laatste aspect binnen het zwaartekrachtmodel is het verplaatsingsgedrag. Het verplaatsingsgedrag wordt middels een wiskundige beschrijving vastgelegd en beschrijft het verband tussen de 'bereidheid' om een bepaalde verplaatsing te maken en de weerstand (kosten) van die verplaatsing, oftewel de distributiefunctie beschrijft het verplaatsingsgedrag (Immers & Stada, 2010). De distributiefuncties zijn tevens ontleend aan het MON voor de provincie Noord-Brabant (2006-2010). Deze functie wijkt af van de functie zoals beschreven in het Handboek verkeersmodel (Panteia/Significance, 2013b) omdat de log vorm in deze functie het verplaatsingsgedrag theoretisch gezien beter beschrijft. Het relatieve effect van de kostenverandering is bij hogere afstanden geringer dan bij lagere afstanden (kosten)(Immers & Strada, 2010).

De distributiefunctie (log normaal) is als volgt gedefinieerd:

$$F_v(Z_{ijv}) = \alpha_v \cdot \exp(\beta_v \cdot \ln^2(Z_{ijv} + 1))$$

Waarin:

- F_v = distributie functie voor vervoerwijze v ;
- Z_{ijv} = de weerstand tussen zone i en j voor vervoerwijze v ;
- α = parameter die van invloed is op de verhouding van de kosten tussen vervoerwijzen;
- β = parameter die van invloed is op de verhouding van de kosten binnen een vervoerwijze (ritlengteverdeling) en tussen vervoerwijzen.

De parameters van de gehanteerde (simultane) distributiefunctie zijn weergegeven in Tabel 3.11.

autobeschikbaar			
werk	auto	175	-0,38
	OV	17	-0,31
	fiets	155	-0,39
zakelijk	auto	174	-0,45
	OV	5	-0,28
	fiets	82	-0,42
winkel	auto	566	-0,61
	OV	10	-0,37
	fiets	763	-0,55
onderwijs	auto	90	-0,54
	OV	265	-0,46
	fiets	110	-0,45
overig	auto	180	-0,44
	OV	3	-0,25
	fiets	177	-0,41
niet-autobeschikbaar			
werk	auto	124	-0,38
	OV	161	-0,31
	fiets	1.611	-0,39
zakelijk	auto	224	-0,45
	OV	41	-0,28
	fiets	1.625	-0,42
winkel	auto	2.273	-0,61
	OV	467	-0,37
	fiets	10.179	-0,55
onderwijs	auto	9	-0,54
	OV	511	-0,46
	fiets	362	-0,45
overig	auto	154	-0,44
	OV	15	-0,25
	fiets	486	-0,41

Tabel 3.11: Gehanteerde parameters voor de distributiefuncties

Het resultaat van de simultane matrixschatting zijn herkomst-bestemmingsmatrices per vervoerswijze die aan de netwerken kunnen worden toegedeeld. De distributiefuncties zijn zo ingesteld dat de resultaat matrices met betrekking tot de ritlengtefrequentieverdeling, het aantal verplaatsingen en vervoerswijzekeuze zo goed mogelijk overeenkomen met het MON²⁰.

Vervoerswijzekeuze

Op basis van het aantal verplaatsingen is Tabel 3.12 en Tabel 3.13 voor de etmaalperiode per motief de vervoerswijze weergegeven.

motief	MON			modelresultaten		
	auto	OV	fiets	auto	OV	fiets
werk	0.83	0.03	0.14	0.83	0.03	0.15
zakelijk	0.94	0.02	0.04	0.93	0.02	0.04
winkel	0.72	0.00	0.27	0.72	0.00	0.27
onderwijs	0.67	0.11	0.22	0.67	0.11	0.22
overig	0.78	0.01	0.20	0.79	0.01	0.20

Tabel 3.12: Vergelijking aandelen per vervoerswijze model t.o.v. MON autobeschikbaar

motief	MON			modelresultaten		
	auto	OV	fiets	auto	OV	fiets
werk	0.27	0.11	0.62	0.26	0.11	0.62
zakelijk	0.57	0.09	0.34	0.57	0.09	0.34
winkel	0.43	0.03	0.54	0.43	0.03	0.54
onderwijs	0.08	0.23	0.69	0.08	0.25	0.68
overig	0.52	0.04	0.43	0.52	0.04	0.43

Tabel 3.13: Vergelijking aandelen per vervoerswijze model t.o.v. MON niet autobeschikbaar

Uit voorgaande vergelijking blijkt dat de verhouding tussen de vervoerswijzen in het zwaartekrachtmodel goed wordt benaderd. Met betrekking tot de modal split zijn geen kwaliteitsnormen gespecificeerd. Dit wordt opgevangen door de normen die gehanteerd worden bij het aantal verplaatsingen per vervoerswijze.

Aantal verplaatsingen

Tabel 3.14 geeft een overzicht van het aantal verplaatsingen in respectievelijk de MON-data en het zwaartekrachtmodel per motief. Het betreft alle verplaatsingen van/naar en binnen het studiegebied.

²⁰ Het fitten van parameters wordt handmatig en iteratief uitgevoerd. Hierbij wordt een best match nagestreefd tussen de MON-gegevens en het model. Daarbij zijn de ritlengteverdelingen voor autobeschikbaar en niet-autobeschikbaar gelijk verondersteld, aangezien het aantal waarnemingen per categorie niet voldoet aan het minimumaantal om voor een betrouwbare functie te kunnen fitten.

etmaal				
provincie gebonden	vervoerwijze	MON	ZKM	%-verschil
werk	autopersonen	1,376,021	1,371,795	0%
	OV	96,951	99,992	3%
	fiets	537,422	555,922	3%
	totaal	2,010,394	2,027,708	1%
zakelijk	autopersonen	421,612	427,250	1%
	OV	14,617	15,763	8%
	fiets	35,015	36,079	3%
	totaal	471,244	479,092	2%
winkel	autopersonen	840,666	831,848	-1%
	OV	21,136	20,908	-1%
	fiets	546,886	540,113	-1%
	totaal	1,408,688	1,392,869	-1%
onderwijs	autopersonen	81,895	83,060	1%
	OV	118,350	124,808	5%
	fiets	342,509	335,314	-2%
	totaal	542,754	543,182	0%
overig	autopersonen	2,499,189	2,499,622	0%
	OV	94,168	92,190	-2%
	fiets	1,157,708	1,158,149	0%
	totaal	3,751,065	3,749,961	0%
totaal	autopersonen	5,219,383	5,213,575	0%
	OV	345,222	353,661	2%
	fiets	2,619,540	2,625,576	0%
	totaal	8,184,145	8,192,813	0%

Tabel 3.14: Personenverplaatsingen etmaal BBMB in vergelijking met het MON

Als kwaliteitsnorm geldt dat het zwaartekrachtmodel (etmaal) ten opzichte van het MON niet meer dan 5% (totaal) of 10% per motief mag afwijken. Aan deze voorwaarden wordt ruimschoots voldaan. Het model scoort hier dus zeer goed op deze voorwaarde.

Ritlengten

Om een nog beter beeld te krijgen van de kwaliteit van het zwaartekrachtmodel is er meer in detail gekeken naar het distributiepatroon van het verkeersmodel door de ritlengtefrequentieverdelingen van het zwaartekrachtmodel te vergelijken met het MON. In Tabel 3.15 zijn deze vergelijkingen weergegeven.

ritlengteverdeling	auto			openbaar vervoer			fiets		
	afstandsklassen	% MON	% model	verschil	% MON	% model	verschil	% MON	% model
0-2.5 km	20,20	29,90	9,70	1,50	3,60	2,10	56,70	65,50	8,80
2.5-7.5 km	31,10	22,70	-8,40	11,00	14,90	3,90	33,70	23,60	-10,10
7.5-17.5 km	21,40	18,50	-2,90	16,50	16,90	0,40	8,50	7,90	-0,60
17.5-27.5 km	8,20	8,70	0,50	14,20	10,40	-3,80	0,80	1,80	1,00
27.5-37.5 km	4,60	5,50	0,90	9,30	8,40	-0,90	0,20	0,70	0,50
37.5-52.5 km	4,90	5,40	0,50	13,10	9,60	-3,50	0,10	0,40	0,30
>52.5 km	9,60	9,30	-0,30	34,30	36,20	1,90	0,10	0,10	0,00
totaal	100	100		100	100		100	100	

Tabel 3.15: Ritlengteverdeling (etmaal) per vervoerwijze (verschil ZKM t.o.v. MON)

Op basis van deze resultaten blijkt dat het zwaartekrachtmodel goed overeenkomt met de ritlengteverdeling zoals waargenomen binnen het MON. Als kwaliteitsnorm geldt dat het model ten opzichte van het MON niet meer dan 10% mag afwijken. Hier wordt in een geval niet aan voldaan (deze is in rood weergegeven). De waarden tussen 8 en 10 zijn geel gearceerd. In Tabel 3.15 valt op dat tussen de afstandscategorieën 0-2.5 km en 2.5-7.5 km in het zwaartekrachtmodel uitwisseling plaatsvindt. Dit is enerzijds te verklaren door het detailniveau (lees:grofheid) van het verkeersmodel. Zones liggen verder van elkaar verwijderd en de intrazonale weerstand wordt berekend op basis van een algemene rekenregel gebaseerd op oppervlakte. Hierdoor is het zeer lastig om op de korte afstandsklassen te fitten. Daarnaast laat het MON een structurele onderschatting zien in de korte afstandsklasse. De afwijking is daarom voor het zwaartekrachtmodel acceptabel²¹.

Om een beeld te krijgen van het effect op de kwaliteit is er naast een ritlengte frequentieverdeling tevens gekeken naar de gemiddelde ritlengte per vervoerwijze en per motief. De vergelijking hiervan met het MON is weergegeven in Tabel 3.16.

gemiddelde ritlengte	auto			openbaar vervoer			fiets		
	MOTIEVEN	MON	model	verschil	MON	model	verschil	MON	model
werk	25.4	24.8	-3%	48.3	47.8	-1%	4.3	4.3	-1%
zakelijk	36.7	36.5	0%	77.4	76.0	-2%	2.9	2.9	1%
winkel	7.2	7.2	0%	31.5	31.9	1%	2.0	2.1	4%
onderwijs	23.3	23.3	0%	36.8	37.3	1%	4.8	4.7	-2%
overig	15.1	15.1	0%	50.7	51.0	1%	3.0	3.4	10%

Tabel 3.16: Gemiddelde ritlengte in kilometers per motief

²¹ In de verfijnde regionale modellen zal specifiek gekeken moeten worden wat het effect op het lokale wegennet is.

Als kwaliteitsnorm geldt voor het model dat het ten opzichte van het MON niet meer dan 10% mag afwijken. Voor de auto en het openbaar vervoer zijn geen significante afwijkingen. Voor de fiets is de grootste afwijking bij het motief overig. Ten opzichte van het MON is er sprake van een overschatting van de gemiddelde ritlengte. Dit komt door de lage gemiddelde waarden voor de fiets²² en door het detailniveau van het model waardoor de gemiddelde ritlengte moeilijker te sturen is naarmate de afstand afneemt. Gezien de geringe absolute afwijking van 0.4 km is dit acceptabel te noemen.

Conclusie

Op basis van de modal split, aantal verplaatsingen, de ritlengtefrequentieverdeling en de gemiddelde ritlengte kan geconcludeerd worden dat de 'structuur' van de matrices redelijk tot goed overeenkomen met het verplaatsingsgedrag zoals waargenomen in het MON.

3.3 Vrachtmiddel



De BBMB kent een eigen zwaartekrachtmodel voor de vracht. Per verklarende variabele zijn ritgeneratiefactoren met onderscheid voor middelzwaar en zwaar verkeer bepaald. Deze factoren zijn ontleend aan bestaande GGA modellen en aangepast aan waarnemingen in het studiegebied (telgegevens en studie noordelijke randweg Zevenbergen) en de ritgeneratie van het NRM²³. Voor middelzwaar en zwaar verkeer apart zijn distributiefuncties opgesteld waarbij de gemiddelde ritlengte voor vracht is afgestemd op het NRM Zuid versie 2012. De met het zwaartekrachtmodel bepaalde vrachtmatrices voor 2010 zijn rechtstreeks input voor de kalibratie tot basismatrices 2010. Zie voor een uitgebreide beschrijving van het vrachtmiddel bijlage 3.

3.4 Afleiden dagdeelmodellen

Het simultaan zwaartekrachtmodel schat matrices voor de etmaalperiode. De opsplitsing naar dagdelen (ochtendspits, avondspits, restdag) vindt plaats met vaste fracties die zijn ontleend aan de MON analyse voor Noord-Brabant (2006-2010). De fracties zijn weergegeven in Tabel 3.17 tot en met Tabel 3.19.

²² Indien de waarden laag zijn, is een kleine afwijking relatief gezien groter dan ten opzichte van hoge waarden.

²³ Hierbij is een correctiefactor van 0,7 bepaald ten opzichte van de standaard ritgeneratiefactoren.

ochtendspits	auto	OV	fiets
woon - werk	0,614	0,728	0,590
werk - woon	0,001	0,000	0,009
woon - zakelijk	0,403	0,513	0,176
zakelijk - woon	0,010	0,000	0,020
zakelijk niet woning gebonden	0,104	0,245	0,092
woon - school	0,378	0,716	0,746
school - woon	0,034	0,000	0,013
woon - winkel	0,044	0,047	0,038
winkel - woon	0,012	0,000	0,014
overig (sociaal recreatief + overig)	0,101	0,073	0,088

Tabel 3.17: Ochtendspitsfracties per motief en per vervoerswijze (bron: MON analyse 2006-2010, Goudappel Coffeng)

restdag	auto	OV	fiets
woon - werk	0,370	0,243	0,375
werk - woon	0,496	0,365	0,538
woon - zakelijk	0,568	0,487	0,813
zakelijk - woon	0,631	0,565	0,738
zakelijk niet woning gebonden	0,771	0,569	0,831
woon - school	0,570	0,282	0,250
school - woon	0,739	0,608	0,807
woon - winkel	0,839	0,953	0,835
winkel - woon	0,761	0,373	0,781
overig (sociaal recreatief + overig)	0,749	0,741	0,762

Tabel 3.18: Restdagfracties per motief en per vervoerswijze (bron: MON analyse 2006-2010, Goudappel Coffeng)

avondspits	auto	OV	fiets
woon - werk	0,016	0,029	0,034
werk - woon	0,502	0,635	0,454
woon - zakelijk	0,030	0,000	0,012
zakelijk - woon	0,359	0,435	0,242
zakelijk niet woning gebonden	0,125	0,186	0,077
woon - school	0,052	0,002	0,005
school - woon	0,227	0,392	0,180
woon - winkel	0,116	0,000	0,126
winkel - woon	0,228	0,627	0,206
overig (sociaal recreatief + overig)	0,149	0,185	0,150

Tabel 3.19: Avondspitsfracties per motief en per vervoerswijze (bron: MON analyse 2006-2010, Goudappel Coffeng)

3.5 Overnemen doorgaand verkeer uit NRM 2010

Met het zwaartekrachtmodel wordt het verkeer voor heel Nederland (en een deel voor buitenland) geschat. Maar alle parameters (ritgeneratiefactoren, distributiefuncties) zijn afgestemd op de provincie Noord-Brabant. Daarom wordt al het doorgaand verkeer (zonder herkomst of bestemming in Noord-Brabant) vervangen door verplaatsingen die zijn bepaald in de NRM 2010 prognoserun. Voor het basisjaar 2010 is hiervoor de vastgestelde (gekalibreerde) BBMB-matrix 2010 gebruikt.

3.6 Terugkoppelmechanisme in matrixschatting auto/OV/fiets

In het zwaartekrachtmodel vindt een terugkoppeling plaats van optredende congestie uit de toedeling naar de distributie en vervoerswijze keuze. Na de matrixschatting van de etmaalmatrices, afsplitsing van dagdelen en toedeling van de dagdelen op het netwerk wordt de vertraging meegenomen in de weerstandsberekeningen en vindt een nieuwe matrixschatting plaats voor de huidige situatie (zie figuur 2.1). De matrixschatting vindt in drie iteraties plaats. In de eerste iteratie wordt (om een 'free flow' start te voorkomen) het netwerk toegedeeld met de (gekalibreerde) basismatrices 2010 uit de BBMB.

Noot: Dit impliceert dat er sprake is van een iteratief proces. Enerzijds zijn de zwaartekrachtmodellen invoer voor de kalibratie van de basismatrices (randen uit het zwaartekrachtmodel zijn invoer bij de kalibratie van de basismatrices) en anderzijds zijn de basismatrices dus invoer bij het zwaartekrachtmodel (weerstanden bepalen in eerste iteratie). Om het model reproduceerbaar te houden is met de uiteindelijk vastgestelde gekalibreerde BBMB-matrix 2010 nog één keer het zwaartekrachtmodel voor 2010 gedraaid. Dit vormt de basis voor het marginaal model in de prognoses.

3.7 Toedelingstechnieken

De alles-of-nietstechniek wordt toegepast voor situaties waarbij routekeuze effecten als gevolg van congestie beperkt zijn en is de hiernavolgende vervoerswijzen c.q. perioden toegepast:

- fiets: ochtend-, avondspits, restdag;
- openbaar vervoer: ochtend-, avondspits, restdag.

Voor het openbaar vervoer wordt de alles-of-nietstechniek gecombineerd met multi routing²⁴. De reizigers worden hierdoor verdeeld over alternatieve (combinaties van) lijnen. De verdeling geschiedt naar rato van de frequentie van de in aanmerking komende lijnen (logit model). De kortste route wordt bepaald op basis van tijd. De tijd is de gewogen som van alle onderdelen, zoals de loop-, wacht-, reis- en overstaptijd (zie Panteia/Significance, 2013b).

²⁴ Voor uitgebreide informatie wordt verwezen naar de handleiding van Zenith (Omnitrans international, 2013b).

Verder is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

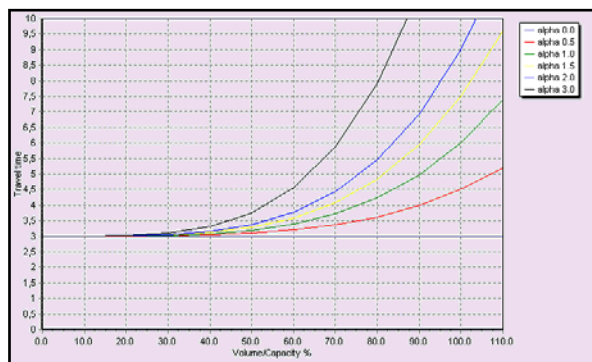
- het maximaal toegestane overstappen is ingesteld op 4;
- opstap: maximale wachttijd is 7 minuten, minimale wachttijd is 0.5 minuut;
- overstap: maximale wachttijd is 20 minuten, minimale wachttijd is 0.5 minuut;
- wachttijd overstap: per openbaarvervoer overstap wordt een penalty gehanteerd van 5 minuten.

Multiclass capaciteitsafhankelijk toedelen

Een beperkte capaciteit op een bepaald deel in het netwerk heeft tot gevolg dat automobilisten andere (op dat moment snellere) routes gaan zoeken. Om dit effect te beschrijven, wordt het personenautoverkeer tijdens de spitsperioden toegedeeld met een capaciteitsafhankelijke techniek (volume averaging). De 'volume averaging'-methode (VA-methode) deelt het personenautoverkeer toe in een iteratief proces. Het algoritme houdt rekening met congestie op wegvakken en past op basis van de intensiteit/capaciteitsverhouding (I/C-verhouding) in vorige iteraties de reistijden aan van individuele wegvakken. Op basis van deze nieuwe reistijden worden vervolgens een nieuwe route gezocht en wordt opnieuw toegedeeld in een volgende iteratie (tot er evenwicht ontstaat of tot het maximum aantal iteraties is bereikt). Resultaat van deze methode is dat het verkeer, per HB-paar, afhankelijk van de congestie over verschillende routes is toegedeeld.

Deze reistijden worden per motief en per vervoerwijze anders gewaardeerd. Zakelijke autoritten en vrachtverkeer zullen altijd voornamelijk kijken naar de snelste route terwijl autoritten in het motief overig een combinatie van snelste en voordeligste route zal kiezen. Tevens geldt voor vracht dat er andere snelheden gereden worden dan voor de auto. Om dit te combineren wordt een multi-class²⁵ toedeling toegepast waarbij per motief en vervoerwijze per iteratie andere kosten berekend.

Om deze kosten te berekenen zijn naast capaciteiten 'speed flow'-curven van belang om het verband te geven tussen de I/C-verhouding en de verandering in snelheid. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van zogenaamde BPR-curven (Bureau of Public Roads, 1938). De BPR-functie is een veel gebruikte functie die de relatie tussen reistijd en intensiteit weergeeft (zie Figuur 3.2).



Figuur 3.2: BPR-functies (bron: Bureau of Public Roads, 1938)

²⁵ Zie voor uitgebreide informatie toedeele technieken de handleiding van OmniTRANS International (2014).

De functie is als volgt weer te geven:

$$T = T_o \left(1 + \alpha (V/Q)^\beta\right)$$

waarin:

- T = reistijd
- Q = capaciteit
- V = intensiteit
- T_o = 'free flow'-reistijd
- α β zijn parameters

De waarde voor Beta (β) is standaard op 10 ingesteld. De waarde voor Alpha (α) geeft de kromming van de curve aan. Kortweg komt het erop neer dat een kleine waarde voor Alpha ervoor zorgt dat de reistijd bij het benaderen van de capaciteit met een relatief kleine waarde toeneemt. Een hoge waarde voor Alpha zorgt ervoor dat ruim voor het overschrijden van de capaciteit al behoorlijke vertragingen optreden. Hogere waarden worden dan ook vooral toegepast bij lagere orde wegen. Gedurende een VA-toedeling wordt voor elke link in het netwerk de vertraging berekend op basis van de intensiteit, capaciteit en BPR-curve.

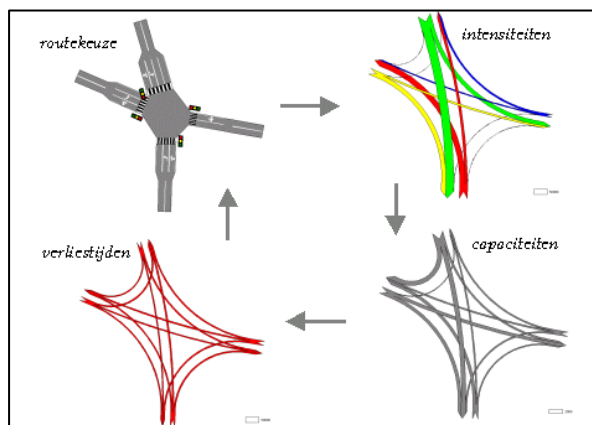
In de BBMB wordt per linktype verschillende curven gebruikt. In Tabel 3.20 zijn deze weergegeven. De waarden zijn gebaseerd op het principe dat de capaciteit op lagere orde wegen eerder van invloed is op de reistijd dan bij hogere orde wegen.

linktype	Alpha
autosnelweg	0,5
autoweg	1
gebiedsonsluitingsweg gesloten	1,5
gebiedsonsluitingsweg gemengd	1,5
erftoegangsweg	8
stadsontsluiting	4
wijkontsluiting	6
veerpont	30
erftoegangsweg_Bibeko	8
parkeerlink	30

Tabel 3.20: Instellingen BPR-curves

Kruispuntmodellering

Een nadere verfijning van de capaciteitsafhankelijke toedeling is kruispuntmodellering. Op het moment dat de intensiteit op een wegvak de capaciteit nadert, zal alternatieve routevorming in het netwerk gaan ontstaan. In stedelijke netwerken is naast de wegcapaciteit ook de capaciteit van kruispunten belangrijk. De kruispuntweerstand is afhankelijk van de hoeveelheid verkeer dat gebruik maakt van het kruispunt en is mede afhankelijk van de vormgeving van het kruispunt (zie Figuur 3.3).



Figuur 3.3: Toepassing van kruispuntmodellering

Voor de vormgeving is het noodzakelijk om een aantal basisgegevens van de kruispunten in te voeren wat betreft de voorangsregeling, de lay-out (rotonde, VRI inclusief opstelstroken) en de aanwezigheid van langzaam verkeer of eventuele prioriteringen voor het openbaar vervoer.

Voor VRI-kruispunten kan coördinatie tussen de regelingen op kruispunten globaal worden opgegeven door middel van een op te geven reductiefactor op de berekende wachttijd. De VRI-regelingen hoeven niet te worden opgegeven. Binnen OmniTRANS wordt de maatgevende conflictgroep bepaald waarvoor automatisch een optimale fase-indeling en fasevolgorde met bijbehorende groentijdverdeling en cyclustijd worden berekend. Er wordt daarbij altijd naar optimalisatie gestreefd, waarbij het toestaan van deelconflicten tot de mogelijkheden behoort indien dit uit het oogpunt van de totale kruispuntbelasting gewenst is.

De meerwaarde van kruispuntmodellering is dat de berekening van wachttijden per kruispuntstroom plaatsvindt en niet per kruispunttak. Theoretisch gezien geeft kruispuntmodellering in belaste netwerken een duidelijke verbetering van het routekeuzeproces en de berekende reistijden. Hierdoor heeft het ook een positief effect op het matrixschattingsproces (vervoerwijzekeuze en bestemmingskeuze).

In het verkeersmodel is voor de belangrijkste kruispunten in de provincie Noord-Brabant en in principe alle kruispunten in de kernen kruispuntmodellering toegepast. Dit houdt in dat afhankelijk van het type kruispunt, de vormgeving en het verkeersaanbod vertragingen worden berekend. Omdat automobilisten niet alwetend zijn over het wegennet en er ook andere aspecten zoals comfort en veiligheid, die een rol spelen bij de routekeuze wordt standaard 50 % van de berekende kruispuntvertragingen in een statische toedeling meegenomen. Het belangrijkste doel hiervan is om het routekeuzeproces binnen het verkeersmodel te optimaliseren²⁶.

²⁶ Meer informatie betreffende junction modelling zie Omnitrans international (2013a).

4

Transportmodel 2020/2030

4.1 Inleiding

Op basis van het beschreven modelsysteem voor het transportmodel 2010 zijn prognoses opgesteld voor het transportmodel 2020 en 2030. Om deze toekomstbeelden te schetsen is uitgegaan van een groot aantal uitgangspunten. Voor de huidige situatie en voor prognosesituaties wordt tussen iedere herkomst en bestemmingspaar het aantal verplaatsingen bepaald. Het verschil tussen het basis- en een prognosejaar wordt geprojecteerd op de BBMB matrices 2010. Op deze manier komen prognoses tot stand.

In hoofdlijn komen de volgende onderdelen aan bod voor 2020/2030:

- sociaal-economische gegevens 2020 en 2030;
- beleidsinstellingen modellen 2020/2020;
- overnemen doorgaand verkeer uit NRM 2020/2030;
- resultaten modelbasis 2020/2030.

4.2 Sociaal-economische gegevens 2020 en 2030

Als onderdeel van de database zijn op basis van de provinciale prognoses de sociaal-economische gegevens voor de prognosejaren 2020 en 2030 bepaald (zie Goudappel Coffeng 2014a).

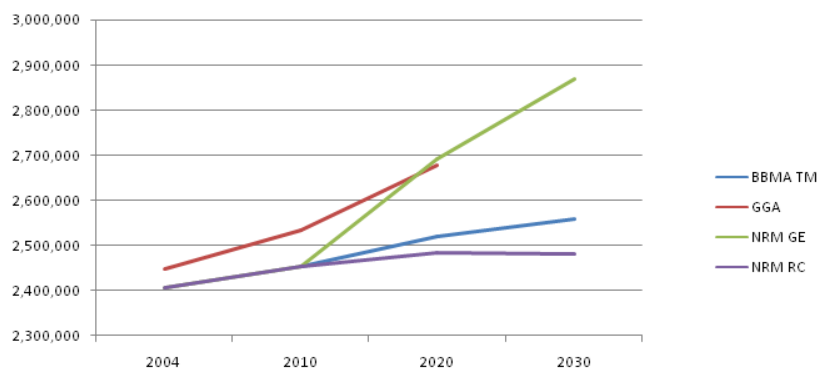
In Tabel 4.1 (inwoners) en Tabel 4.2 (arbeidsplaatsen) is een vergelijking gemaakt van de provinciale prognoses ten opzichte van de traditionele GGA modellen en het NRM (scenario GE en RC). Voor de GGA modellen is voor een aantal modellen het jaar 2010 geïnterpoleerd tussen het basisjaar van het model en het prognosejaar 2020. Aangezien het zichtjaar 2030 veelal niet gemodelleerd²⁷ is deze ook niet opgenomen in de tabellen.

²⁷ Het merendeel van de GGA-modellen hebben een basisjaar 2004 en 2005. Tijdens de actualisatie van deze modellen was 2020 EC het enige NRM-scenario.

scenario	2010	2020	2030
BBMA TM	2,454	1.03	1.04
GGA's	2,534	1.06	
NRM GE	2,453	1.10	1.17
NRM RC	2,453	1.01	1.01

Tabel 4.1: Groei inwoners ten opzichte van 2010 (groei in procenten, aantallen x miljoen)

In figuur 4.1 is Tabel 4.1 visueel weergegeven. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de traditionele GGA modellen qua groei overeenkomt het GE scenario van het NRM. Het scenario gehanteerd in de BBMA zit tussen het RC en GE scenario in, maar is lager dan het gemiddelde van beide scenario's.



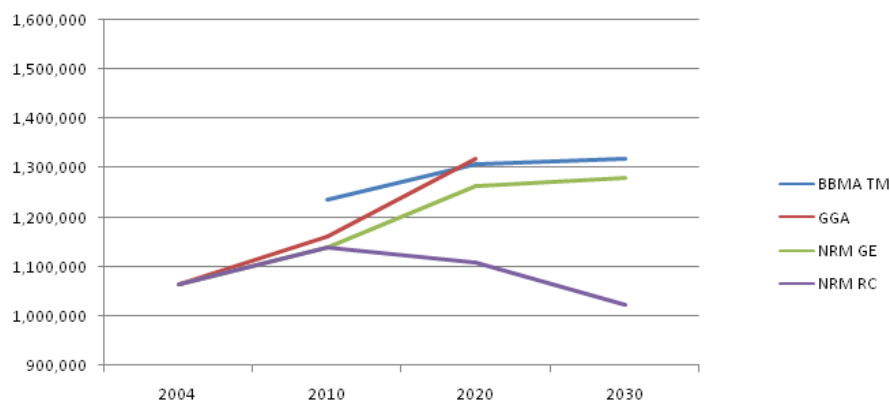
Figuur 4.1: Groei inwoners ten opzichte van 2010

Waar voor de inwoners in het RC scenario de daling van het aantal inwoners pas na 2030 optreedt, is voor zowel 2020 en 2030 een afname van het aantal arbeidsplaatsen voorzien (zie Tabel 4.2 en figuur 4.2). In het gehanteerde scenario in de BBMA als het GE scenario is er een afvlakking van de groei waar te nemen na 2020. Verder valt in figuur 4.2 op dat het niveau van de arbeidsplaatsen van de BBMA in 2010 significant hoger ligt dan in het NRM. Dit heeft te maken met de definitieverschillen van arbeidsplaatsen²⁸.

scenario	2010	2020	2030
BBMA TM	1,237	1.06	1.07
GGA's	1,160	1.14	
NRM GE	1,140	1.11	1.12
NRM RC	1,140	0.97	0.90

Tabel 4.2: Groei inwoners ten opzichte van 2010 (groei in procenten, aantallen x miljoen)

²⁸ In de BBMA wordt gerekend met totale aantal arbeidsplaatsen (vol- en deeltijd). In het NRM zijn alleen de voltijd arbeidsplaatsen meegenomen.



Figuur 4.2: Groei arbeidsplaatsen ten opzichte van 2010

In Tabel 4.3 zijn de gegevens uitgesplitst per regio binnen de provincie Noord-Brabant. Hierbij valt voornamelijk de forse groei in arbeidsplaatsen in het SRE op. Deze zijn niet gebaseerd op de provinciale prognoses²⁹.

	inwoners			arbeidsplaatsen		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Samenwerkingsverband Regio Eindhoven	738,855	1.03	1.04	394,349	1.06	1.11
GGA Noordoost-Brabant	221,720	1.03	1.04	109,584	1.09	1.06
GGA 's Hertogenbosch	417,900	1.03	1.06	213,052	1.05	1.04
GGA Hart van Brabant	389,852	1.03	1.06	191,318	1.06	1.07
GGA Breda	445,596	1.03	1.04	223,453	1.05	1.04
GGA West-Brabant	240,292	1.01	1.00	104,167	1.03	0.99

Tabel 4.3: Groei inwoners en arbeidsplaatsen per regio ten opzichte van de absolute aantallen in 2010

4.3 Beleidsinstellingen voor 2020 en 2030

Het zwaartekrachtmodel wordt toegepast om het effect in beeld te brengen van de veranderingen in toekomstige netwerken en sociaal-economische gegevens (zie Goudappel Coffeng, 2014a). Daarnaast zijn de veranderende beleidsinstellingen voor 2020 en 2030 ten opzichte van 2010 van invloed op de kosten per vervoerswijze en dus op de berekende verkeersvraag. De beleidsinstellingen zijn afgeleid uit het NRM Zuid versie 2012.

²⁹ Het BBMA-traject is gestart na het gereedkomen van het SRE 3.0-model. Om geen grote verschillen te hebben bij de modelinput, is de keuze gemaakt om de arbeidsplaatsen af te stemmen op de gehanteerde arbeidsplaatsen in het SRE.

In Tabel 4.4 zijn de beleidsinstellingen voor 2020 en 2030 (Regional Communities en Global Economy) weergegeven (Min I&M, 2012). In de BBMA database zijn de sociaal-economische gegevens afgestemd op de provinciale prognoses, hiermee volgt de BBMA een trendsceario conform de meest recente ruimtelijke ontwikkelingen inzichten. Dit sceario komt het meest overeen met het TM (Transatlantic Markets) sceario. Voor de beleidsinstellingen is gekozen om aan te sluiten bij het TM sceario. Voor het vrachtverkeer is door het ontbreken van een TM waarde de gehanteerde groei voor het vrachtverkeer aangepast op basis van het gemiddelde van het RC en GE sceario.

De beleidsinstellingen uit Tabel 4.4 zijn omgerekend naar basisjaar 2010 voor het zwaarte-crachtmodel in de BBMB en weergegeven in Tabel 4.5.

beleidsinstellingen conform NRM 2012	NRM 2004	NRM 2020 RC	NRM 2020 GE	NRM 2030 RC	NRM 2030 GE
aantal auto's in Nederland (in miljoen)		8,00	9,68	8,35	10,97
brandstofkosten (brandstofprijs X efficiency)	100	96	96	91	93
BTM tarief	100	116	116	116	116
trein tarief woon - werk	100	111	111	111	111
trein tarief overig	100	108	108	108	108
vrachtverkeer (aantal verplaatsingen NL)	100	107	147	106	169

Tabel 4.4: Beleidsinstellingen NRM Zuid (versie 2012)

beleidsinstellingen BBMB	2010 BBMB	2020 BBMB (TM)	2030 BBMB (TM)
aantal auto's in Nederland (in miljoen)	7,62	9,68	10,97
brandstofkosten (prijs X efficiency)	100	97,50	94,62
trein tarief	100	105,94	107,31
BTM tarief	100	110,00	112,31
vrachtverkeer (aantal verplaatsingen NL ³⁰)	100	116,88	128,85

Tabel 4.5: Beleidsinstellingen BBMB conform TM sceario

De veranderingen van de totale afstandskosten wordt berekend door de tijdskosten te vermenigvuldigen met de index van de afstandskosten³¹ (Tabel 4.5) en die vervolgens te delen door de index van de value of time. De gehanteerde indices voor de value of time zijn weergegeven in Tabel 4.6.

³⁰ Voor het vrachtverkeer wordt een deel van de groei verklaard vanuit de groei van de sociaal-economische gegevens. Het andere deel wordt verklaard door de intensivering van het arbeidsproces, waardoor het aantal vrachtritten per arbeidsplaats toeneemt. De gehanteerde groeicijfers worden dus gebruikt om de ritgeneratiefactoren aan te passen om de exogeen bepaalde groei in het model te brengen.

³¹ Hierbij is de verandering van de afstandskosten voor de auto de index voor de brandstofkosten.

De waarden van de fiets zijn gecorrigeerd en worden gebruikt om de weerstandsmatrices te verlagen om het negatieve effect te compenseren door de lagere kosten voor de auto en de investeringen in het openbaar vervoer. Voor de fiets wordt de weerstandsmatrix vermenigvuldigd met de VOT indices³².

De matrixschatting voor het vrachtverkeer is unimodaal. Verandering van afstandskosten of tijdskosten levert direct een verandering op in de distributiepatronen en in routekeuze³³. Voor de BBMB is dit ongewenst, om dit te voorkomen zijn voor de vracht de VOT waarden constant verondersteld.

value of time	2010 BBMB	2020 BBMB (TM)	2030 BBMB (TM)
auto	100	111	126
fiets	100	99	98
trein	100	111	126
BTM	100	111	126
vracht	100	100	100

Tabel 4.6: Indices value of time conform TM scenario (AVV, 1998; AVV, 2004; Min V&W en EZ, 2004; RAND Europe, SEO, Veldkamp/NIPO, 2004; CPB, 2004; CPB, 2007)

In Tabel 4.7 zijn een aantal beleidsinstellingen weergegeven waarvan de waarde voor 2020 en 2030 niet is gewijzigd ten opzichte van het basisjaar 2010.

onderdeel	omschrijving
parkeerkosten	locatie en tarieven (reëel) gelijk verondersteld voor 2020/2030
bezettingsgraden/motief	geen (verdere) daling richting 2020 en 2030 verondersteld
dagdeelfactoren	geen exogene wijziging ingevoerd voor 2020 en 2030 (bv handmatige spitsverbreding)

Tabel 4.7: Niet gewijzigde beleidsinstellingen 2020/2030

De brandstofprijzen, BTM- en treintarieven hebben invloed in de vervoerwijze en bestemmingskeuze³⁴. De toename van het autobezit is in het model verwerkt door na bepaling van de ritgeneratie een deel 'niet autobeschikbaar' over te hevelen naar 'autobeschikbaar'. Het vrachtverkeer (aantal verplaatsingen in NL) wordt afgestemd door na

³² Conform de methodiek (zie Panteia/Significance, 2013b) worden geen afstandskosten berekend voor de fiets. Dit betekent dat de kosten gelijk blijven. Gezien de investeringen in het openbaar vervoer (HOV en PHS) en de verlaging van de brandstofkosten betekent dit dat het aandeel fiets zou afnemen. Gezien de ontwikkeling van de elektrische fiets is dit niet aannemelijk en zijn er gevoeligheidsruns uitgevoerd om indices vast te stellen voor de fiets.

Hierbij zijn de waarden van de indices in Tabel 4.6 door het expertteam (provincie Noord-Brabant, Panteia, Significance en Goudappel Coffeng) als meest plausibel verondersteld.

³³ Om dit in beeld te brengen, zijn complexe goederenvervoermodellen beschikbaar, het vrachtmodel van de BBMB is te beperkt en onvoldoende te worden getoetst op de gevoeligheid van de verandering in de kostenstructuur.

³⁴ Verandering in de kostenstructuur zorgt voor een wijziging van distributiepatronen en de verhouding tussen verschillende vervoerswijzen.

matrixschatting de totale groei van het vrachtverkeer in overeenstemming te brengen met de in het GE scenario vastgelegde uitgangspunten.

Autobezitontwikkeling

Zoals eerder aangegeven houdt de BBMB in de bestemmings- en vervoerwijzekeuze rekening met het feit of er een auto beschikbaar is. Het model voor de autobezitsontwikkeling brengt op basis van de groei van het aantal auto's in Nederland een groei van het autobezit per huishouden teweeg om vervolgens per huishouden en modelzone de verandering tussen niet autobeschikbaar en autobeschikbaar in beeld te brengen. Hierbij is voor de provincie Noord-Brabant uitgegaan van een gemiddelde groei berekend op basis van het aantal huishouden en auto's voor het TM scenario. Om consistentie met de uitgangspunten (sociaal-economische gegevens en matrices) te waarborgen is voor rest model het GE scenario gehanteerd.



4.4 Overnemen doorgaand verkeer uit NRM 2020/2030

Net als voor het basisjaar worden alle verplaatsingen zonder herkomst en bestemming in Noord-Brabant in zowel het zwaartekrachtmodel als in de BBMB vervangen door verplaatsingen die zijn bepaald in het NRM. Voor de BBMB 2020 en 2030 is daarvoor gebruik gemaakt van de gecorrigeerde matrices³⁵ uit het NRM Zuid versie 2012, 2020 en 2030 (Global Economy).

4.5 Resultaten modelbasis (BBMB) 2020/2030

Op basis van de BBMB-matrices 2010, het synthetische zwaartekrachtmodel (ZKM) 2010 én het synthetische ZKM 2020 (of 2030) zijn met behulp van het marginaal model prognose BBMB-matrices berekend voor alle vervoerswijzen. Het marginaal model (zie bijlage 4) vertaalt de rekenkundige veranderingen op celniveau (mobiliteitsgroei tussen ZKM 2010 en ZKM 2020) door naar de BBMB-matrices 2010 met als resultaat prognosematrices BBMB voor 2020 en 2030.

Om de plausibiliteit vast te stellen van de prognoses zijn de volgende analyses uitgevoerd:

- ritgeneratiefactoren;
- ritgeneratie
- modal split;
- ritlengteverdeling;
- gemiddelde ritlengte;
- randen;
- nulcellen;

³⁵ De NRM-matrices zijn gebaseerd op het basisjaar 2004. Voor de BBMA is een GM run gedraaid om een nieuwe 2010-matrix te schatten. Deze matrix is gekalibreerd op wegvaktellingen. Om zuivere effecten van veranderingen in beeld te krijgen in de prognosemodellen zijn de NRM 2020- en 2030-matrices gecorrigeerd voor het kalibratie-effect.

- kalibratie-effect;
- groei telpuntenlocaties;
- symmetrie;
- T-waarden;
- aantal verplaatsingen (gecomprimeerde matrices);
- plots;
- voertuigkilometers;
- selected links;
- trajectreistijden vergelijking tripcast data.

Gezien de complexiteit van het verkeersmodel is het niet mogelijk om alle resultaten te presenteren. Omdat ook het volledige model wordt opgeleverd kunnen daarin alle details per wegvak in beeld worden gebracht. We beperken ons in deze rapportage op de hoofdlijnen. In bijlage 6 is de beoordeling van alle resultaten opgenomen met een waardeoordeel.

Voor 2020 en 2030 wordt voor de etmaalperiode (gemiddelde werkdag) het volgende gepresenteerd:

- randen;
- aantal verplaatsingen (gecomprimeerde matrices);
- modal split;
- ritlengte;
- voertuigkilometers.

Randen

In Tabel 4.8 is per vervoerswijze voor de provincie Noord-Brabant de ontwikkeling van het aantal vertrekkende aankomsten. Uit Tabel 4.8 blijkt dat de groei van het aantal vertrekken en aankomsten voor de auto uitkomt op 7% voor 2020. Voor het prognosejaar 2030 is er een groei van 10%. Voor het aantal vertrekken en aankomsten van de fiets en het openbaar vervoer is de groei gematigd ten opzichte van de auto. De vracht daarentegen is significant hoger. Dit komt door de afstemming van de groei voor vracht op het TM-scenario.

vervoerswijze	2010		2020 tov 2010		2030 tov 2010	
	P	A	P	A	P	A
auto	3,513,596	3,508,714	7.0%	7.0%	10.1%	10.1%
fiets	2,594,694	2,594,642	2.5%	2.6%	1.7%	1.7%
openbaar vervoer	327,847	327,448	3.4%	3.6%	5.3%	5.2%
vracht	241,854	243,633	13.8%	13.8%	21.4%	21.4%

Tabel 4.8: Ontwikkeling mobiliteit per vervoerswijze in provincie Noord-Brabant

Aantal verplaatsingen

Om inzicht te verkrijgen in de veranderingen in de matrix zijn gecomprimeerde matrix-analyses (op provincie, regio en gemeente niveau) uitgevoerd. In Tabel 4.9 t/m Tabel 4.12 is zijn de procentuele wijzigingen per regio ten opzichte van het basisjaar weergegeven voor het totaal aantal ritten auto, vracht, openbaar vervoer en fiets gerelateerd aan een bepaalde regio.

auto	2020 t.o.v. 2010	2030 t.o.v. 2010
Samenwerkingsverband Regio Eindhoven	1.07	1.12
GGA Noordoost-Brabant	1.08	1.10
GGA `s Hertogenbosch	1.08	1.12
GGA Hart van Brabant	1.08	1.12
GGA Breda	1.07	1.11
GGA West-Brabant	1.07	1.09

Tabel 4.9: Ontwikkeling autoritten per regio in de provincie Noord-Brabant

Ten opzichte van de randenanalyse (zie *Tabel 4.8*) is de groei van het aantal verplaatsingen hoger dan de groei op randen. Dit komt doordat ritten ten opzichte van het basisjaar meer extern gericht zijn.

vracht	2020 t.o.v. 2010	2030 t.o.v. 2010
Samenwerkingsverband Regio Eindhoven	1.19	1.38
GGA Noordoost-Brabant	1.21	1.29
GGA `s Hertogenbosch	1.16	1.25
GGA Hart van Brabant	1.15	1.22
GGA Breda	1.11	1.19
GGA West-Brabant	1.13	1.19

Tabel 4.10: Ontwikkeling vrachtritten per regio in de provincie Noord-Brabant

Voor vrachtritten zijn arbeidsplaatsen de verklarende variabele. De regio Eindhoven en Veghel zijn relatief gezien de grootste groei qua arbeidsplaatsen. Het resultaat in Tabel 4.11 is zeer plausibel.

Het openbaar vervoer heeft het SRE als gebied met een bovengemiddelde groei. In West-Brabant is een lichte afname te zien. Conform de ontwikkeling van de sociaal-economische gegevens (Goudappel Coffeng, 2014a) en investeringen in het openbaar vervoer is dit conform de verwachting.

openbaar vervoer	2020 t.o.v. 2010	2030 t.o.v. 2010
Samenwerkingsverband Regio Eindhoven	1.08	1.11
GGA Noordoost-Brabant	1.01	1.03
GGA 's Hertogenbosch	1.02	1.03
GGA Hart van Brabant	1.03	1.05
GGA Breda	1.03	1.04
GGA West-Brabant	0.98	0.99

Tabel 4.11: Ontwikkeling openbaar vervoer ritten per regio in de provincie Noord-Brabant

fiets	2020 t.o.v. 2010	2030 t.o.v. 2010
Samenwerkingsverband Regio Eindhoven	1.03	1.03
GGA Noordoost-Brabant	1.02	1.00
GGA 's Hertogenbosch	1.04	1.02
GGA Hart van Brabant	1.03	1.03
GGA Breda	1.03	1.01
GGA West-Brabant	1.00	0.96

Tabel 4.12: Ontwikkeling fietsritten per regio in de provincie Noord-Brabant

De resultaten voor de fiets zijn voor 2020 conform verwachting. In 2030 is er een daling ten opzichte van 2020 te zien. De randen analyse liet dit al zien (zie tabel 4.12). Dit betekent ook dat de verwachting is dat het aandeel fiets zal dalen ten opzichte van de andere modaliteiten.

Modal split

De totale model split voor de provincie Noord-Brabant voor 2010, 2020 en 2030 is weer gegeven in Tabel 4.13.

modal split			
aandeel	2010	2020	2030
auto	63,6%	64,6%	65,5%
OV	4,3%	4,2%	4,3%
fiets	32,0%	31,1%	30,3%

Tabel 4.13: Modal split

Uit Tabel 4.13 blijkt dat het aandeel auto naar 2030 toeneemt. De groei van het autoverkeer komt met name vanuit de vervoerwijze fiets. De reden hiervan zit vooral in de gehanteerde beleidsuitgangspunten waar de kosten van het autogebruik in de toekomst nog afneemt door een verbeterde brandstofefficiëntie. Ook de concurrentiepositie van het openbaar vervoer wordt hierdoor minder. Door verbetering van de OV-infrastructuur (PHS en HOV) is er in de toekomst toch nog groei in het openbaar vervoer gebruik. Hierdoor blijft het aandeel OV-gebruik in de tijd constant. Zonder deze verbeteringen van de OV-infrastructuur in de regio zou ook het aandeel OV in de vervoerwijze keuze zijn gedaald.

Ritlengte

De ontwikkeling van de gemiddelde ritlengte is per vervoerwijze weergegeven in Tabel 4.14.

	gemiddelde ritlengte				
	2010	2020	2030	2010-2020	2010-2030
auto	19.8	21.2	22.2	7%	12%
OV	41.5	43.4	44.6	5%	7%
fiets	3.5	3.6	3.7	3%	6%

Tabel 4.14: Ontwikkeling gemiddeld ritlengte (etmaal)

Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde ritlengte van het autoverkeer in de toekomst het sterkste groeit. Dit komt door de lagere kosten per kilometer en de stijgende value of time (zie Tabel 4.14). De gemiddelde ritlengte voor het openbaar vervoer neemt voornamelijk toe door de hogere value of time waardoor afstandskosten minder belangrijk worden. Dit effect wordt vergroot door de investeringen in de lange trajecten van het openbaar vervoer (PHS en HOV). De lichte absolute toename van de fiets is een gevolg van de correctie van de weerstandsmatrices (zie Tabel 4.6).

Voertuigkilometers

In Tabel 4.15 is per regio het aantal voertuigkilometers (personenautoverkeer en vracht) per etmaal weergegeven.

voertuigkilometers naar wegtype	etmaal			groei	
	2010	2020	2030	2010-2020	2010-2030
Samenwerkingsverband Regio Eindhoven	15,21	17,45	18,74	15%	23%
GGA Noordoost-Brabant	4,92	5,86	6,29	19%	28%
GGA 's Hertogenbosch	9,08	10,38	11,08	14%	22%
GGA Hart van Brabant	6,33	7,25	7,72	15%	22%
GGA Breda	11,95	13,96	15,06	17%	26%
GGA West-Brabant	4,81	5,86	6,25	22%	30%
totaal	52,30	60,77	65,14	16%	25%

Tabel 4.15: Voertuigkilometers per regio x 1 miljoen (etmaal)

De gereden voertuigkilometers stijgen harder dan de toename in het aantal verplaatsingen. Dit heeft te maken met de dalende afstandskosten en de toename van value of time. Opvallend is de hogere stijging voor de regio West-Brabant. Dit heeft ermee te maken dat een groot deel van de voertuigkilometers voor deze regio op het hoofdwegennet worden gemaakt en deze door onder andere het doortrekken van de A4 (Steenbergen) fors groeit.

Aanvullend is ook de ontwikkeling van het aantal voertuigkilometers naar wegtype bepaald voor de provincie Noord-Brabant. Deze is weergegeven in Tabel 4.16. Gezien het detailniveau is het wegtype BiBeKo 30 km weggelaten uit deze analyse.

voertuigkilometers naar wegtype	etmaal			groei	
	2010	2020	2030	2010-2020	2010-2030
voertuigkilometers BiBeKo 50 km	4,663,122	4,952,949	5,221,738	6%	12%
voertuigkilometers BiBeKo 70 km	4,248,221	4,544,153	4,694,666	7%	11%
voertuigkilometers BuBeKo 60 km	2,338,958	2,599,532	2,733,798	11%	17%
voertuigkilometers BuBeKo 80 km	10,761,084	11,922,362	12,797,168	11%	19%
voertuigkilometers Stroomweg 100 km	2,089,467	2,518,873	2,720,572	21%	30%
voertuigkilometers Stroomweg 120/130 km	28,201,762	34,231,364	36,974,094	21%	31%
totaal	52,302,614	60,769,233	65,142,036	16%	25%

Tabel 4.16: Voertuigkilometers per wegtype provincie Noord-Brabant (etmaal)

Het algemene beeld is dat in de prognoses voor alle wegtypen het aantal voertuigkilometers toeneemt. De grote groei van het aantal verreden kilometers zit voornamelijk op de hogere orde wegen (stroomweg 100 en stroomweg 120/130). Dit komt door de toename van de gemiddelde ritlengte van het autoverkeer en het overgeheveld doorgaand verkeer van het NRM GE scenario.

Conclusie

Naast de behandelde analyses zijn de overige analyses (zie pagina 45) door het expertteam meegenomen in de plausibiliteitstoets. Op basis van de uitgevoerde analyses zijn de resultaten van het marginaal model voor de prognoses plausibel bevonden ten opzichte van hun basissituatie en gehanteerde uitgangspunten.

Enige kanttekening is de afname in het aantal fietsverplaatsingen van 2020 naar 2030.

5

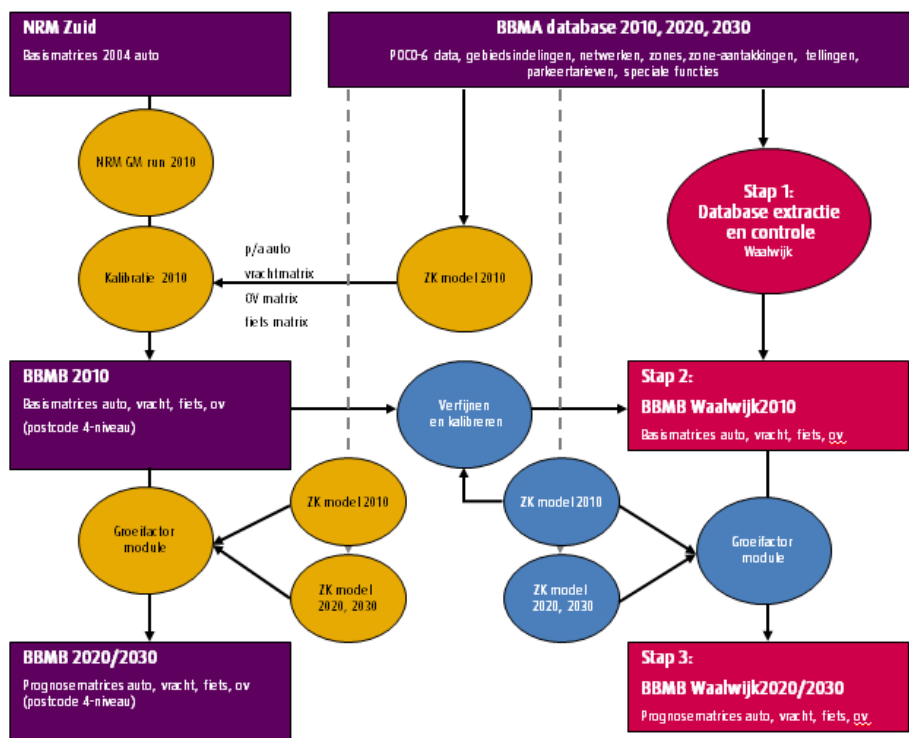
Testcase

De BBMA is het fundament voor de ontwikkeling van de regionale modellen. De afstemming van de invoer en het genereren van een relatiematrix vormt de basis van dit fundament. Vooruitlopend op de uitvraag voor de actualisering van de regionale modellen is een testcase matrixverfijning uitgevoerd om de methodiek te testen. In de testcase is de kern Waalwijk³⁶ verfijnd.

5.1 Proces

In Figuur 5.1 is het proces van de verfijning schematisch weergegeven. Hierin zijn de rechthoeken producten en de ellipsen zijn processen. De paarskleurige en geelkleurige vlakken behoren tot de BBMA en de blauwkleurige en roze kleurige vlakken tot de verfijning. In de volgende subparagrafen worden de stappen in de roze vlakken behandeld.

³⁶ Waalwijk is gekozen vanwege de problematiek van een grote kern op de rand van twee GGA-gebieden. Traditioneel leveren de wegen in zo'n kern relatief veel afwijking op tussen beide modelsystemen.



Figuur 5.1: Proces verfijning BBMB matrix

5.1.1 Stap 1: Dataextractie

Voordat de matrix verfijnd kan worden is met behulp van de extractiemodule (zie kader) die in OmniTRANS voor de BBMA is ontwikkeld en de verfijnde zonering de modelinvoer voor het verkeersmodel voor Waalwijk klaargezet.

De extractiemodule aggregereert de data op BBMB niveau naar gewenst niveau op basis van postcode 6 punten. Hiervoor zijn twee type gebieden geïdentificeerd binnen het project: BBMB gebieden en daarbinnen GGA gebieden. Binnen elk BBMB gebied ligt nu één zone. De gebruiker kan een aantal BBMB gebieden opgeven die dan opgedeeld worden in GGA gebieden, waarbij per GGA gebied een zone met aantakkingen geplaatst wordt in het netwerk. Het plaatsen en vullen van gegevens van de zones gebeurt aan de hand van postcode 6 punten die in het verkeersmodel als 'controls' zijn opgenomen. De data op de controls kan aangepast worden.

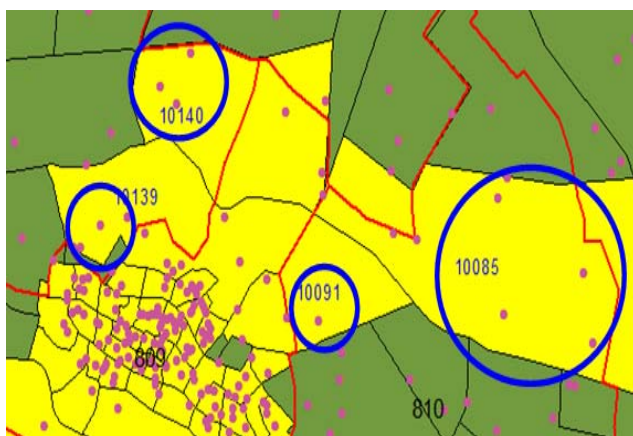
Sociaal-economische gegevens

De sociaal-economische gegevens die gekoppeld zijn aan de postcode-6 punten zijn voor 2010 doorvertaald naar de gebiedsindeling van Waalwijk. In Tabel 5.1 is een vergelijking opgenomen van de inwoners, huishoudens en arbeidsplaatsen van het verfijnd model ten opzichte van de BBMA.

	inwoners	huishoudens	arbeidsplaatsen
Waalwijk	46,608	19,772	26,449
BBMB	46,593	19,766	26,448

Tabel 5.1: Vergelijking sociaal-economische gegevens voor Waalwijk verfijnd ten opzichte van de BBMA

De kleine verschillen die tussen de BBMA data en het verfijnd gebied Waalwijk optreden kan verklaard worden aan de hand van de verschillen in gebiedsindeling. In Figuur 5.2 zijn de paarse punten de postcode 6 punten, de rode omlinjnde polygoenen de BBMA zone-ring en groenomlijnde polygoenen de verfijnde gebieden. Het gele vlak waar postcode-punt 10091 valt in wordt door de rode polygoon doorsneden. Dit betekent dat in de BBMA postcodepunt 10091 aan een ander gebied wordt toegekend dan in de verfijnde zones.



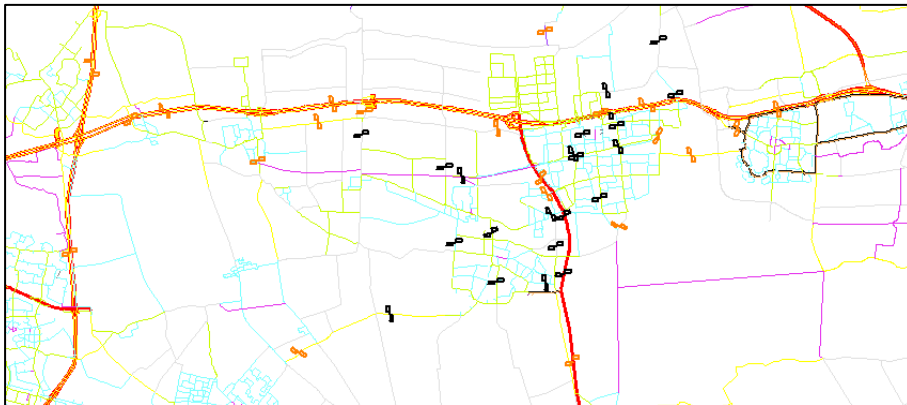
Figuur 5.2: Verklaring verschillen in sociaal-economische vulling tussen BBMA en verfijnd gebied

Netwerken

Binnen de BBMA is gewerkt met één fijn netwerk. Dit gehele netwerk (waarin alle regio's op fijn niveau zijn opgenomen) is onveranderd overgenomen uit de database. Voor Waalwijk is de 'fijne' zonering aangesloten op het netwerk.

Overige gegevens (tellingen, speciale functies, parkeertarieven)

Alle overige gegevens zoals speciale functies en parkeertarieven zijn doorvertaald naar de gedefinieerde gebiedsindeling. Binnen het studie- en invloedsgebied zijn alle beschikbare tellingen uit de database overgenomen naar het modelsysteem. Buiten het studie- en invloedsgebied is gebruik gemaakt van de tellingen zoals die ook bij de kalibratie van de modelbasis op postcode-4 niveau zijn gebruikt. In Figuur 5.3 zijn de gehanteerde telpunten weergegeven, hierbij zijn de zwarte telpunten de regionale tellingen en de oranje telpunten de telpunten gehanteerd in de BBMB kalibratie.



Figuur 5.3: Gehanteerde tellingen in het kalibratieproces

5.1.2 Stap 2: Verfijnen matrix en distributie implementeren

De basismatrices uit de BBMB op postcode-4 niveau zijn voor het studiegebied verfijnd. Deze verfijning is uitgevoerd voor de auto en vracht (per dagdeel en per motief). Hierbij is gebruik gemaakt van de gekalibreerde basismatrices uit de BBMB (BBMB 2010). Een verfijning van de matrices houdt in dat alle ritten uit één post-code-4 zone zijn herverdeeld over de verfijnde zonering. De verfijning van de basismatrices gaat als volgt in zijn werk (en wordt voor iedere vervoerswijze apart per dagdeel en per motief uitgevoerd):

1. Op basis van de geactualiseerde en verfijnde database 2010 zijn met het zwaartekrachtmodel voor 2010 auto en vrachtmatrices geschat.
2. De met het zwaartekrachtmodel bepaalde vertrekken en aankomsten van de verfijnde zonering zijn input voor verfijning van de basismatrices. Bij het verfijnen van één postcode-4 zone geldt ter consistentie met de BBMB de totale ritproductie van die zone als randvoorwaarde. (Met andere woorden: de ritproductie uit de BBMB is leidend en wordt verdeeld over de verfijnde zones conform een verdeelsleutel die bepaald wordt met het zwaartekrachtmodel)³⁷.
3. De verfijnde matrices zijn toegedeeld aan de netwerken en gekalibreerd op de teldatabase. Bij de kalibratie zijn alle aanwezige tellingen binnen het studiegebied gebruikt. Om de gekalibreerde matrices zo goed mogelijk aan te laten sluiten bij de BBMB is uiteraard ook een selectie van tellingen buiten Waalwijk opgenomen.

³⁷ In de verfijnde modellen is dit in verband met de consistentie in de distributie met de BBMB aangepast. Daar wordt op celwaarde afgestemd op de BBMB en is de onderverdeling van de cel over de verfijnde zones uit het zwaartekrachtmodel gehaald.

Na het opstellen van het zwaartekrachtmodel is gecontroleerd op ritproductie, aantal verplaatsingen, vergelijking aandelen vervoerwijzen en ritlengteverdeling tussen het verfijnde model Waalwijk en de BBMB. In deze rapportage wordt alleen ingegaan op de analyse aandelen vervoerwijzekeuze en het aantal verplaatsingen.

Een vergelijking tussen het aantal verplaatsingen van de BBMB en verfijning Waalwijk is opgenomen in Tabel 5.2. Uit analyse blijkt dat er een verschuiving plaatsvindt van de vervoerwijze fiets naar de auto. Dit kan verklaard worden door het feit dat een verfijnde zonering het verkeer meer verdeeld op het netwerk, wat tot gevolg heeft dat de weerstanden lager zijn en dus het aantrekkelijker wordt om met de auto te reizen.

	Waalwijk			BBMB		
	auto	OV	fiets	auto	OV	fiets
totaal	5,234,540	354,727	2,610,444	5,213,575	353,661	2,625,576

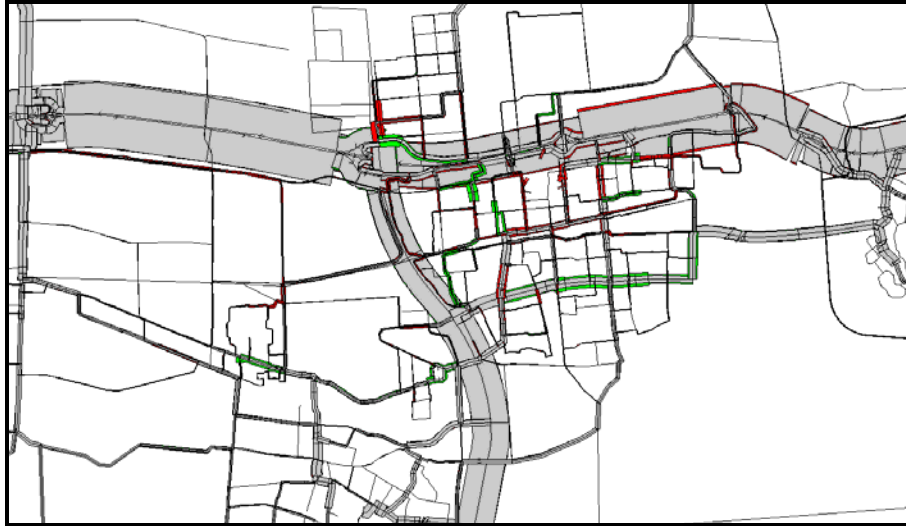
Tabel 5.2: Vergelijking aantal verplaatsingen per vervoerwijze Waalwijk en de BBMB

Ondanks dat er een verschuiving van het aantal ritten plaatsvindt van fiets naar auto heeft dit niet een significante verandering tot gevolg in het aandeel auto of fiets (zie Tabel 5.3).

	Waalwijk			BBMB		
	auto	OV	fiets	auto	OV	fiets
werk	0.68	0.05	0.27	0.68	0.05	0.27
zakelijk	0.89	0.03	0.08	0.89	0.03	0.08
winkel	0.6	0.02	0.38	0.6	0.02	0.39
onderwijs	0.15	0.23	0.62	0.15	0.23	0.62
overig	0.67	0.02	0.31	0.67	0.02	0.31

Tabel 5.3: Vergelijking aandelen per vervoerwijze Waalwijk en de BBMB

Op wegvakniveau is een vergelijking gemaakt van de intensiteiten van het verfijnd model Waalwijk ten opzichte van de BBMB. Deze vergelijking is weergegeven in Figuur 5.4. In deze figuur zijn de rode balken wegvakken waarbij de intensiteit van model Waalwijk meer is dan in de BBMB en groen waar de intensiteit hoger is dan in BBMB dan in het model Waalwijk. De verfijnde zonering zorgt voor een betere verdeling over het netwerk (meer aansluitpunten), waardoor op het hoofdwegennet de verdeling over de aansluitingen verschillend is in beide modellen. Het verschil beperkt zich tot het studiegebied (zie verschillen op de A59).



Figuur 5.4: Vergelijking resultaten zwaartekrachtmodel BBMB t.o.v. Waalwijk

5.1.3 Stap 3: Prognoses

In de testcase zijn conform de offerte geen prognoses gedraaid. Het doel van de testcase was om het concept van verfijnen te testen (stap 1 en stap 2).

5.2 Conclusie en aandachtspunten

Op basis van de uitgevoerde Testcase kan gesteld worden dat het concept van verfijning van de zonerings, het doorrekenen van het zwaartekrachtmodel, het verfijnen van de basismatrix en het kalibratieproces in hoofdlijnen succesvol is uitgevoerd.

Aandachtspunten die naar voren zijn gekomen in de testcase zijn³⁸:

- Intrazonale weerstand³⁹: uit analyse blijkt dat de verschillen groot zijn tussen de BBMB en het verfijnd model Waalwijk. Gevolg is grote verschillen in de distributie.
- ZKM verfijnd t.o.v. de BBMB matrix: in de testcase zijn de randtotalen van de BBMB leidend geweest. Wat indien deze 0 is en in de ZKM wel ritten geschat worden.
- Distributie: om te corrigeren naar de BBMB randen wordt de matrix gefratard. Dit kan betekenen dat de distributiepatronen aangepast worden in de verfijnde basismatrix en dat deze matrix geen goede match meer vormt met de BBMB matrix.
- Routekeuze: door het toevoegen van veel extra lokale tellingen wordt meer inzicht verkregen in gereden routes. In de testcase komt naar voren dat de terugzetting van modelsnelheden naar wettelijke snelheden veel routekeuze problemen optreden binnen het verfijnd gebied.

³⁸ Bij het schrijven van deze rapportage is het verfijnde model GGA Den Bosch opgeleverd. De verfijning van dit regionale model heeft tot de nodige aanpassingen geleid in de methodiek verfijnde modellen binnen de BBMA-systematiek.

³⁹ In de BBMB gebeurt dit op basis van een rekenregel (Panteia/Significance 2013b), in de verfijnde modellen wordt dit berekend op werkelijke kosten.

- Project specifiek maken: tevens levert de extra tellingen ook informatie over lokale situaties. In hoeverre is er speelruimte om hier op in te gaan (denk aan de snackbar op de hoek)?

6

Referentielijst

AVV (1998). *Advies inzake reistijdwaarderingen van personen*. Rotterdam

AVV (2004). *De waarde van tijd en betrouwbaarheid in het goederenvervoer. Gebruikersgids*. Rotterdam

Bureau of Public Roads (1938) *Transition curves for highways, paperback january 1, 1938*. United States

Burgwal, H.C. van de, Foster, D.L., Bremmers, D.A.C.M. en Gense, N.L.J. (2004) *In-use compliance programme passenger cars, annual report 2003*, TNO rapport 04.OR.VM.025.1/HvdB, Delft: TNO Automotive

CPB (2004). *Vier gezichten op Nederland; productie, arbeid en sectorstructuur in vier scenario's tot 2040*. Den Haag

CPB (2007). *Centraal economisch plan 2007*. Den Haag

CBS (2014a) Bedrijfsvoertuigen, personenauto's, motoren; aantal/1000 inwoners, regio's. [<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=7374hvv&D1=0-2&D2=0&D3=20&HDR=G2,T&STB=G1&VW=T>]

CBS (2014b) Pompprijzen motorbrandstoffen; brandstofsoort, per dag. [<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=80416ned&D1=1&D2=1461-1825,3063-3095&HDR=T&STB=G1&VW=T>]. 27 juni 2014

CBS/PBL/TNO (2011). De cijfers zijn eind 2011 geleverd door de Taakgroep Verkeer van de Emissieregistratie. De Taakgroep Verkeer bestaat uit vertegenwoordigers van PBL, TNO en CBS en is verantwoordelijk voor de landelijke emissie-inventarisatie voor de sector

Goudappel Coffeng (2014a). *Bouw Brabantbrede database*. Juni 2014

Goudappel Coffeng (2014b). *Analyse document resultaten BBMB*. Juni 2014

Immers, L.H. & Stada, J.E. (2010). *Cursus H01L6A: verkeersmodellen*. Katholieke Universiteit Leuven, Centrum voor Industrieel Beleid/Verkeer en infrastructuur. Januari 2010.

Min I&M (2012). *Beleidsinstellingen uitgangspuntendocument 2012*. Den Haag. Februari 2012

Min V&W en EZ (2004). *Aanvulling leidraad OEI-directe effecten*. Den Haag

Omnitrans international (2013a). *Junction modeling in OmniTRANS*. Deventer: Omnitrans International. December 2013

Omnitrans international (2013b). *OtTransit. Uses and Functions*. 310/Rpe/0053. Deventer: Omnitrans International. December 2013

OmniTRANS International (2014). *Omnitrans Manual. Compatible with OmniTRANS V6.1.2*. 17 april 2014.

Panteia/Significance (2013a). *Brabantbrede Modelaanpak. Deel 1: Handboek BBMA-database-concept*. 13 december 2013.

Panteia/Significance (2013b). *Brabantbrede Modelaanpak. Deel 2: Handboek Verkeersmodel-concept*. 3 december 2013.

RAND Europe, SEO, Veldkamp/NIPO (2004). *Hoofdonderzoek naar de reistijdwaardering in het goederenvervoer*. Leiden.

Bijlage 1

Autobeschikbaarheid

In het simultane multimodale verkeersmodel wordt de ritgeneratie van de modelzones per motiefgroep opgesplitst in autobeschikbare en niet/soms-autobeschikbare verplaatsingen. De term autobeschikbaar betreft de mobilist die als hoofdgebruiker van een personenauto gezien kan worden. De complementaire groep betreft mobilisten die geen auto (geen auto in huishouden of/en geen rijbewijs) of slechts soms een auto beschikbaar hebben. Deze opsplitsing vindt plaats omdat de modal split en bestemmingskeuze (distributie) voor deze groepen verschillen.

Het simultane zwaartekrachtsprincipe (voor de wiskundige beschrijving wordt verwezen naar de algemene literatuur over dit onderwerp) wordt toegepast per motiefgroep waarbij elke vervoerwijze een specifieke distributiefunctie heeft en concurreert met de andere vervoerwijzen. Per vervoerwijze wordt daarbij aan de woningkant onderscheid gemaakt naar autobeschikbare en niet-autobeschikbare productie of attractie en wordt een specifieke distributie functie onderscheiden voor autobeschikbare en niet-autobeschikbare verplaatsingen. Per motiefgroep worden dus zes specifieke distributiefuncties gehanteerd (drie vervoerwijzen * twee autobeschikbaarheidsklassen).

Aan de activiteitenkant is de verdeling tussen het aantal autobeschikbare en niet-autobeschikbare verplaatsingen niet afhankelijk van de zonale inhoud, maar net zoals de verdeling over de vervoerwijzen een resultante van de concurrerende bereikbaarheden conform de genoemde zes distributie (bereikbaarheids)functies en het ruimtelijke patroon van vertrekken en aankomsten. Een locatie met goede autobereikbaarheid trekt dus niet alleen meer autoverplaatsingen maar ook meer auto-beschikbare verplaatsingen.

Autobeschikbaarheidsmodel

Voor het basisjaar zijn op basis van het OVIN ritgeneratieparameters bepaald per motief en autobeschikbaarheidsklassen. Hiermee wordt dus expliciet rekening gehouden met het huidige autobezit.

Voor de prognosejaren kan hierin een verschuiving plaatsvinden door veranderd autobezit. Voor de bepaling van de toekomstige aandelen autobeschikbare en niet/soms autobeschikbare verplaatsingen per modelzone is een autobeschikbaarheidsmodel geschat.

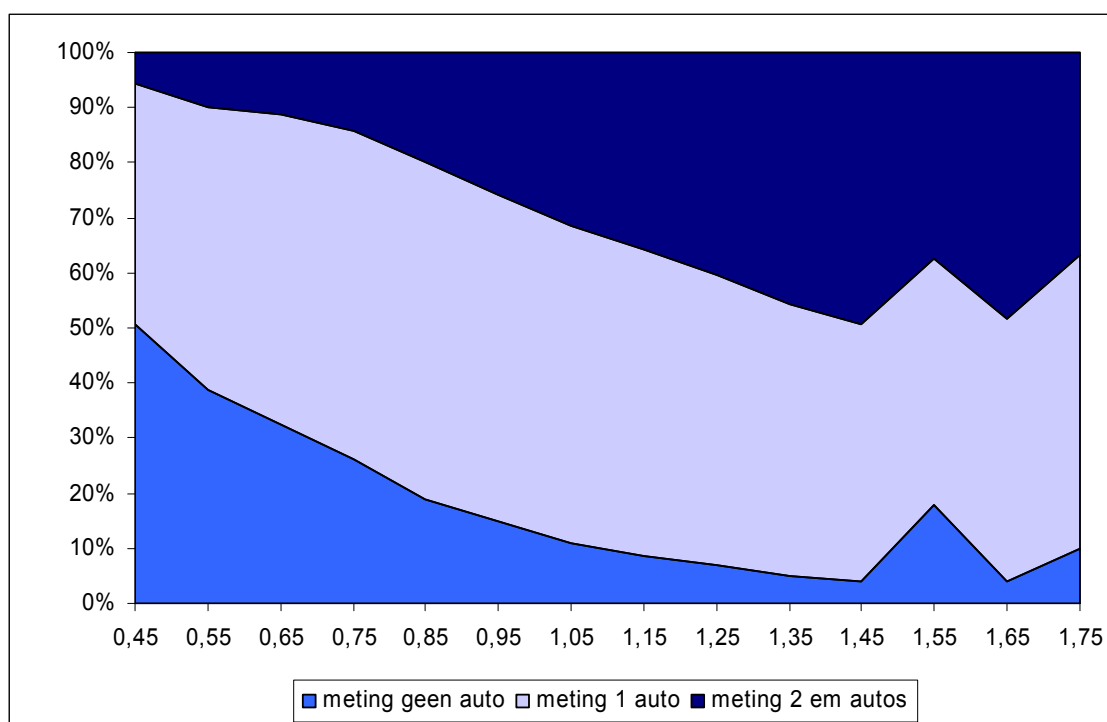
Op het modelzone niveau zijn twee gegevens voor deze schatting beschikbaar:

- het aantal auto's (het actieve wagenpark);
- het aantal huishoudens.

Het quotiënt van deze gegevens vormt de autodichtheid (auto's per huishouden). De autodichtheid van een gebied betreft het aantal auto's per huishouden en varieert grofweg tussen 0.5 en 1.5.

Via het MON/OVG is een relatie te leggen tussen de autobeschikbaarheid op huishouden-niveau en de verhouding tussen het aantal autobeschikbare en niet-autobeschikbare verplaatsingen

Via het MON 2004-2008 is nationaal de gemeten verdeling over de huishoudentypen: 0, 1, 2 en meer auto's bepaald in relatie tot de autodichtheid. In de volgende grafieken wordt de verdeling over de huishoudentypen in het MON getoond. De aandelen van de huishoudentypen sommeren tot 100%.



Figuur B1.1: Verdeling over de huishoudentypen in relatie tot de autodichtheid (x-as) volgens de actuele meting (MON)

De autodichtheid is per postcode vier gebied bepaald. Omdat een autodichtheid boven de 1,44 weinig voorkomt vertoont de grafiek aan de rechterzijde statistische steekproefvariatie.

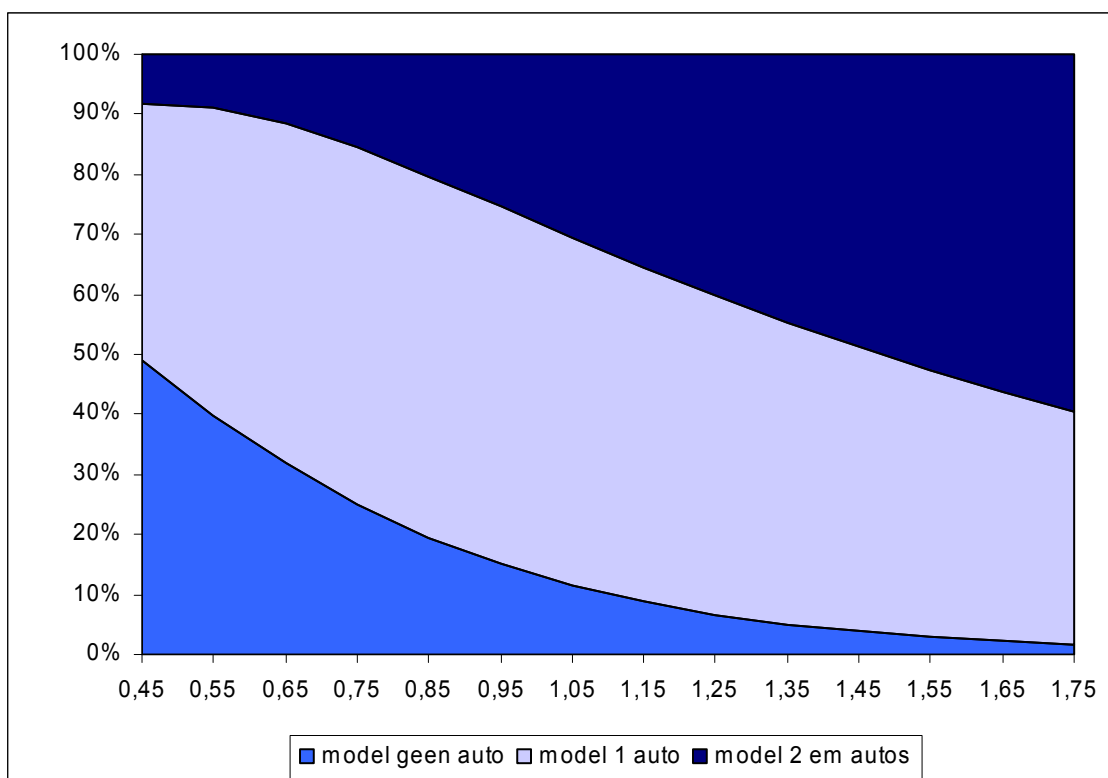
Voor toepassing binnen het verkeersmodel zijn de curven voor de huishoudens met geen auto en met één auto geschat via een kwadratische regressie. De curve voor huishoudens met twee en meer auto's is hieruit afgeleid, daar het totaal over de huishoudens 100% is.

In de schatting is het rechterdeel van de meetwaarden weggelaten; er is geschat tot en met dichtheid 1,45 auto's per huishouden.

De resulterende functies (x=autodichtheid) voor verschillende typen huishoudens:

- aandeel huishoudens zonder auto: $f_0(x)=82,85 \cdot \exp \{-3,82 \cdot \ln (x+1)^2\}$
- aandeel huishoudens met één auto: $f_1(x)=60,11 \cdot \exp \{-0,84 \cdot \ln (x/0,85)^2\}$
- aandeel huishoudens met 2 of meer auto's: $f_2(x)=100 - f_0(x) - f_1(x)$

Deze modelschatting resulteert in deze verdeling.



Figuur B1.2: Verdeling over de huishoudentypen volgens het autobeschikbaarheidsmodel

Via het beschreven verdelingsmodel kan, gegeven het aantal auto's en huishoudens, de verdeling over de huishoudentypen bepaald worden. Een volgende stap is de bepaling van de hoeveelheid autobeschikbaar en niet/soms-autobeschikbaar verplaatsingen per huishoudentype. Dit gebeurt per motiefgroep.

Voor de modeltoepassing zijn de verplaatsingsaantallen en aandelen op basis van het MON 2004-2008 bepaald. De resultaten worden in tabel B1.1 weergegeven.

auto's per huishouden	motief	aantal verplaatsingen per huishouden	AB verplaatsingen	NAB/SAB verplaatsingen
0	werk	0,60	0,00	100
	zakelijk	0,08	0,00	100
	onderwijs	0,27	0,00	100
	winkel	0,53	0,00	100
	overig	1,06	0,00	100
	totaal	2,53	0,00	100
1	werk	1,34	64,2	35,8
	zakelijk	0,26	76,9	23,1
	onderwijs	0,64	4,30	95,7
	winkel	1,10	53,1	46,9
	overig	2,66	49,8	50,2
	totaal	6,00	49,9	50,1
2 en meer	werk	2,38	89,1	10,9
	zakelijk	0,76	96,2	3,80
	onderwijs	1,23	6,80	93,2
	winkel	1,38	74,7	25,3
	overig	4,24	65,8	34,2
	totaal	9,99	67,6	32,4

Tabel B1.1: Verplaatsingsaantallen naar huishoudentype

Toelichting berekening aandelen verplaatsingen AB en NAB/SAB

Gegeven de verdeling van de huishoudentypen met verschillend autobezit:

- 20% huishoudens met geen auto;
- 70% huishoudens met één auto;
- 10% huishoudens met twee en meer auto's.

Per motief kan vervolgens het percentage verplaatsingen naar autobeschikbaarheid bepaald worden door te wegen met de verplaatsingen per huishoudentype. Voor bijvoorbeeld het werkmotief:

$$AB = \frac{(0.60 * 20) * 0 + (1.34 * 70) * 64.2 + (2.38 * 10) * 89.1}{0.60 * 20 + 1.34 * 70 + 2.38 * 10} = 62.8\%$$

Via hiervoor weergegeven autobeschikbaarheidsmodel wordt per modelzone per motief de verhouding tussen het aandeel autobeschikbare en niet-autobeschikbare verplaatsingen geschat voor zowel het basis- als het prognosejaar. De zo bepaalde relatieve verschuiving wordt toegepast op de feitelijke verhouding in het basisjaar om de verhouding in het prognosejaar te bepalen

Bijlage 2

Ritgeneratiefactoren

In de ritgeneratie worden de vertrekken en aankomsten per zone berekend. Bij het opstellen van de ritgeneratie wordt uitgegaan van het totale aantal personenverplaatsingen. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt naar vervoerswijze, maar wel naar vijf verplaatsingsmotieven (woon-werk, zakelijk, winkel, onderwijs en overig) en naar autobeschikbaarheid.

In Tabel B2.1 en Tabel B2.2 zijn de gehanteerde productie- en attractie factoren in detail weergegeven (per dagdeel, per motief, per stedelijkheidsklasse, en per autobeschikbaarheidsklasse).

autobeschikbaar	WO-WE		WE-WO		WO-ZA		ZA-WO		ZA-NWG			WO-SC		SC-WO		WO-WI		WI-WO		SR		REST OVERIG	
	bbv	arbtot	arbtot	bbv	bbv	arbtot	arbtot	bbv	arbtot	arbtot	inw0034	ow12eo	ow12eo	inw0034	inw	arb_de	arb_de	inw	hh	hh	inw	inw	
zeer sterk stedelijk NB	0.5003	0.5470	0.4722	0.4177	0.0367	0.0341	0.0509	0.0473	0.1463	0.1449	0.0275	0.0349	0.0310	0.0249	0.0962	1.6226	1.8597	0.1114	0.4449	0.4379	0.3413	0.3403	
sterk stedelijk NB	0.6546	0.6401	0.5572	0.5635	0.0561	0.0453	0.0629	0.0750	0.1649	0.1566	0.0323	0.0385	0.0353	0.0309	0.1680	2.2240	2.5154	0.1877	0.7809	0.7827	0.5062	0.5050	
matig stedelijk NB	0.6332	0.5712	0.5291	0.5694	0.0563	0.0414	0.0529	0.0756	0.1530	0.1503	0.0284	0.0541	0.0507	0.0273	0.1591	2.2038	2.4139	0.1738	0.7957	0.7942	0.3529	0.3580	
weinig stedelijk NB	0.6874	0.6438	0.5892	0.6315	0.0701	0.0538	0.0698	0.0827	0.1759	0.1699	0.0366	0.0754	0.0714	0.0351	0.1760	2.5588	2.7950	0.1936	0.9373	0.9391	0.3955	0.3970	
niet stedelijk NB	0.6117	0.5326	0.4834	0.5494	0.0537	0.0425	0.0574	0.0716	0.1786	0.1833	0.0319	0.1014	0.0961	0.0310	0.1515	2.6926	2.9757	0.1671	0.9591	0.9559	0.3687	0.3723	
zeer sterk stedelijk invloedsgebied	0.3607	0.4068	0.3328	0.2877	0.0285	0.0300	0.0448	0.0386	0.1251	0.1244	0.0235	0.0299	0.0266	0.0214	0.0824	2.4337	2.6755	0.0920	0.3294	0.3242	0.2214	0.2193	
sterk stedelijk invloeds- gebied	0.4315	0.4342	0.3623	0.3587	0.0368	0.0335	0.0490	0.0544	0.1356	0.1325	0.0244	0.0291	0.0266	0.0233	0.1268	3.0511	3.3021	0.1362	0.4907	0.4918	0.2679	0.2676	
matig stedelijk invloeds- gebied	0.4556	0.4612	0.3933	0.3903	0.0402	0.0400	0.0539	0.0579	0.1518	0.1462	0.0232	0.0442	0.0415	0.0223	0.1300	3.2538	3.4545	0.1385	0.5507	0.5501	0.2534	0.2536	
weinig stedelijk invloeds- gebied	0.5699	0.5614	0.4902	0.4978	0.0576	0.0535	0.0754	0.0773	0.1955	0.1951	0.0349	0.0719	0.0682	0.0335	0.1680	4.4036	4.6693	0.1774	0.7460	0.7465	0.2873	0.2899	
niet stedelijk invloeds- gebied	0.5675	0.5295	0.4660	0.4927	0.0632	0.0638	0.0875	0.0858	0.2129	0.2189	0.0350	0.1115	0.1056	0.0340	0.1665	4.8398	5.0384	0.1752	0.7563	0.7613	0.2658	0.2689	
zeer sterk stedelijk NL	0.3514	0.4178	0.3399	0.2818	0.0272	0.0314	0.0462	0.0374	0.1254	0.1242	0.0249	0.0310	0.0279	0.0224	0.0863	2.3277	2.5624	0.0963	0.3293	0.3243	0.2219	0.2188	
sterk stedelijk NL	0.4204	0.4460	0.3701	0.3514	0.0351	0.0351	0.0505	0.0527	0.1359	0.1322	0.0258	0.0302	0.0279	0.0244	0.1328	2.9182	3.1625	0.1425	0.4906	0.4919	0.2685	0.2670	
matig stedelijk NL	0.4438	0.4738	0.4018	0.3823	0.0384	0.0419	0.0556	0.0561	0.1521	0.1459	0.0246	0.0458	0.0435	0.0233	0.1362	3.1121	3.3085	0.1449	0.5506	0.5502	0.2540	0.2530	
weinig stedelijk NL	0.5552	0.5767	0.5007	0.4875	0.0551	0.0560	0.0778	0.0749	0.1959	0.1947	0.0370	0.0746	0.0715	0.0351	0.1760	4.2118	4.4720	0.1856	0.7459	0.7466	0.2880	0.2893	
niet stedelijk NL	0.5528	0.5439	0.4760	0.4826	0.0604	0.0668	0.0903	0.0832	0.2133	0.2184	0.0371	0.1156	0.1107	0.0356	0.1744	4.6290	4.8254	0.1833	0.7562	0.7614	0.2664	0.2683	
invloedgebied België	0.3708	0.5979	0.5114	0.3171	0.0323	0.0528	0.0742	0.0455	0.1490	0.1490	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0794	8.9597	9.5372	0.0846	0.5504	0.5504	0.2535	0.2535	
België+Duitsland	0.0165	0.0205	0.0176	0.0141	0.0014	0.0018	0.0025	0.0020	0.0060	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.2395	0.2549	0.0038	0.0220	0.0220	0.0101	0.0101	

Tabel B2.1: Gehanteerde productie- en attractiefactoren

	WO-WE		WE-WO		WO-ZA		ZA-WO		ZA-NWG		WO-SC		SC-WO		WO-WI		WI-WO		SR		REST OVERIG	
	bbv	arbtot	arbtot	bbv	bbv	arbtot	arbtot	bbv	arbtot	arbtot	inw0034	ow12eo	ow12eo	inw0034	inw	arb_de	arb_de	inw	hh	hh	inw	inw
niet autobeschikbaar																						
zeer sterk stedelijk NB	0.3917	0.3203	0.2630	0.3203	0.0026	0.0026	0.0040	0.0039	0.0299	0.0310	0.1999	0.2650	0.2296	0.1734	0.1269	1.8934	2.2867	0.1514	0.6515	0.6424	0.3749	0.3769
sterk stedelijk NB	0.3208	0.2358	0.2096	0.2880	0.0053	0.0031	0.0057	0.0067	0.0293	0.0312	0.2352	0.2927	0.2613	0.2148	0.1480	1.8432	2.0664	0.1666	0.7645	0.7648	0.3699	0.3646
matig stedelijk NB	0.2182	0.1994	0.1832	0.2079	0.0019	0.0026	0.0030	0.0033	0.0299	0.0299	0.2068	0.4105	0.3755	0.1895	0.1200	1.5440	1.7486	0.1325	0.7319	0.7281	0.2546	0.2562
weinig stedelijk NB	0.1905	0.2004	0.1905	0.1879	0.0063	0.0052	0.0078	0.0079	0.0323	0.0325	0.2664	0.5724	0.5288	0.2442	0.1165	1.6937	1.8647	0.1271	0.9037	0.9115	0.2797	0.2775
niet stedelijk NB	0.1748	0.1760	0.1731	0.1734	0.0083	0.0074	0.0101	0.0102	0.0212	0.0206	0.2317	0.7703	0.7112	0.2155	0.0981	1.8030	1.8743	0.1018	0.8564	0.8613	0.2837	0.2824
zeer sterk stedelijk invloedsgebied	0.3689	0.3329	0.2607	0.2814	0.0030	0.0035	0.0043	0.0043	0.0187	0.0184	0.1512	0.2004	0.1736	0.1311	0.0960	2.5999	3.0422	0.1114	0.3901	0.3844	0.2251	0.2269
sterk stedelijk invloeds- gebied	0.2710	0.2380	0.1988	0.2267	0.0049	0.0037	0.0049	0.0061	0.0178	0.0174	0.1634	0.2033	0.1815	0.1492	0.1028	2.4038	2.6389	0.1131	0.4315	0.4322	0.2008	0.2002
matig stedelijk invloeds- gebied	0.2288	0.2291	0.1977	0.1989	0.0047	0.0050	0.0058	0.0060	0.0247	0.0234	0.1708	0.3391	0.3102	0.1566	0.0991	2.3679	2.5343	0.1063	0.4568	0.4558	0.1865	0.1873
weinig stedelijk invloeds- gebied	0.2391	0.2688	0.2393	0.2152	0.0073	0.0072	0.0098	0.0092	0.0245	0.0244	0.2560	0.5499	0.5080	0.2346	0.1119	3.0396	3.1750	0.1178	0.6102	0.6136	0.2082	0.2075
niet stedelijk invloeds- gebied	0.2083	0.2508	0.2255	0.1873	0.0083	0.0104	0.0130	0.0109	0.0341	0.0327	0.2348	0.7805	0.7206	0.2183	0.0994	3.2724	3.3828	0.1035	0.5944	0.5986	0.1944	0.1951
zeer sterk stedelijk NL	0.3610	0.3404	0.2649	0.2769	0.0031	0.0034	0.0043	0.0043	0.0184	0.0187	0.2593	0.3483	0.3149	0.2347	0.1027	2.4400	2.8532	0.1193	0.3903	0.3842	0.2253	0.2267
sterk stedelijk NL	0.2652	0.2433	0.2020	0.2231	0.0050	0.0036	0.0048	0.0062	0.0176	0.0177	0.3051	0.3847	0.3584	0.2908	0.1100	2.2560	2.4750	0.1212	0.4317	0.4320	0.2009	0.2001
matig stedelijk NL	0.2239	0.2342	0.2010	0.1957	0.0048	0.0049	0.0057	0.0061	0.0244	0.0238	0.2682	0.5396	0.5151	0.2566	0.1060	2.2223	2.3769	0.1138	0.4570	0.4556	0.1867	0.1872
weinig stedelijk NL	0.2340	0.2748	0.2432	0.2118	0.0074	0.0071	0.0096	0.0093	0.0242	0.0248	0.3456	0.7524	0.7253	0.3306	0.1197	2.8527	2.9778	0.1261	0.6104	0.6134	0.2083	0.2074
niet stedelijk NL	0.2038	0.2564	0.2292	0.1843	0.0085	0.0102	0.0128	0.0111	0.0336	0.0332	0.3005	1.0125	0.9755	0.2917	0.1064	3.0712	3.1727	0.1109	0.5947	0.5984	0.1945	0.1950
invloedsgebied België	0.1843	0.3022	0.2619	0.1597	0.0039	0.0064	0.0079	0.0048	0.0241	0.0241	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0601	6.7613	7.2484	0.0644	0.4563	0.4563	0.1869	0.1869
België+Duitsland	0.0083	0.0103	0.0089	0.0072	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.1786	0.1914	0.0029	0.0183	0.0183	0.0075	0.0075

Tabel B2.2: Gehanteerde productie- en attractiefactoren

Bijlage 3

Matrixschatting vrachtverkeer

1. Te bouwen matrices

1.1 Inleiding

Voor de BBMB worden op hetzelfde detailniveau als de automatrix (overeenkomend met de gebiedsindeling) matrices geschat voor het vrachtverkeer waarbij in tegenstelling tot het NRM Zuid wel onderscheid wordt gemaakt in middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. De vrachtmatrices worden opgesteld voor 3 dagdelen (overeenkomstig het NRM Zuid). In tabel B3.1 is dit weergegeven.

	NRM Zuid	BBMB
dagdelen	ochtendspits 07.00–09.00 uur	ochtendspits 07.00–09.00 uur
	restdag (rest v/d dag)	restdag (rest v/d dag)
	avondspits 16.00–18.00 uur	avondspits 16.00–18.00 uur
type	geen	middelzwaar/zwaar

Tabel B3.1: Te bouwen vrachtmatrices BBMB

1.2 Bronnen

Voor het opstellen van de vrachtmatrices wordt gebruik gemaakt van data uit de BBMA database, zoals netwerken, sociaal-economische gegevens en tellingen. Ook wordt gebruik gemaakt van NRM Zuid vrachtmatrices (ritlengtes, doorgaand verkeer).

1.3 Methodiek

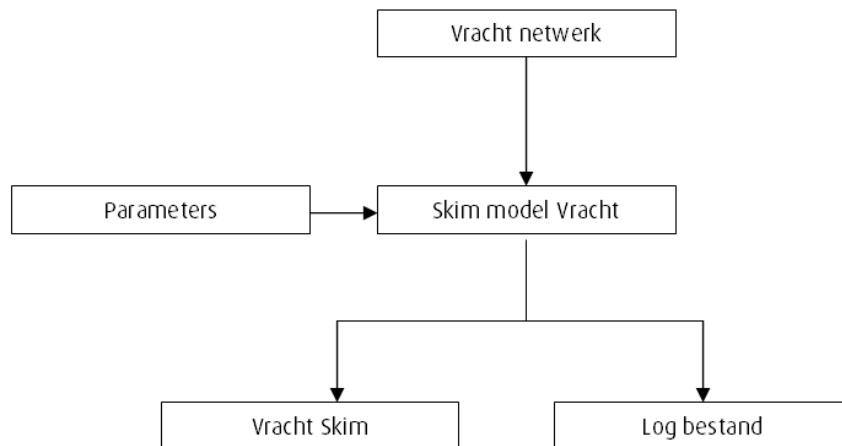
De methodiek voor het schatten van vrachtmatrices voor de BBMB bestaat uit de volgende stappen:

- bereikbaarheid vrachtverkeer;
- productie en attractiemodel;
- distributie- en vervoerwijzekeuze model;
- doorgaand verkeer overnemen uit NRM Zuid.

2 Bereikbaarheid vracht

2.1 Algemeen

Het doel van de bereikbaarheidsmodule vracht is om per herkomst-bestemmingspaar de totale reistijd en de bijbehorende afstand te berekenen voor een gemiddelde werkdag. In figuur B3.1 is een schematisch overzicht gegeven van de datastromen rond het bereikbaarheidsmodel (of skim model) voor de vracht.



Figuur B3.1: Schema bereikbaarheidsmodel vracht

2.2 Invoer

Databestanden:

- vrachtnetwerk.

Gebruikersparameters:

- index op de brandstofkosten;
- value of time vrachtverkeer.

2.3 Model

Het bereikbaarheidsmodel voor het vrachtverkeer maakt gebruik van het alles of niets algoritme waarmee per herkomst-bestemmingspaar de kortste paden op basis van de gegeneraliseerde (totale) reistijd gedurende een gemiddelde werkdag worden berekend. Voor het bepalen van de bereikbaarheid over een gemiddelde werkdag wordt in de skim module uitgegaan van het restdag netwerk waarin voor vracht op het hoofdwegennet wordt uitgegaan van 90 km/h en voor het onderliggend wegennet van een snelheid van 0,8 keer de wettelijke snelheid van het autoverkeer.

$$C_{ij} = T_{ij} + ((l_{vracht}/100)^{\alpha} Brpkm^{\beta} D_{ij}) / (VOT_v/60)$$

Waarin:

C_{ij} = Gegeneraliseerde reistijd van i naar j;

T_{ij} = Reistijd van i naar j;

I_{vracht} = Index op de brandstofkosten;

Br_{pkm} = Brandstofprijs (in Euro) per kilometer vrachtverkeer in basisjaar;

D_{ij} = Afstand (in kilometer) van i naar j;

VOT_v = Value of Time in Euro/uur voor vrachtverkeer in een jaar/scenario.

2.4 Uitvoer

- bereikbaarheidsmatrix vracht met kortste reistijd (in minuten) en bijbehorende afstanden (in kilometer) én de gegeneraliseerde reistijd voor alle herkomsten i en bestemmingen j voor een gemiddelde werkdag;
- logbestand met informatie over toepassing van het model.

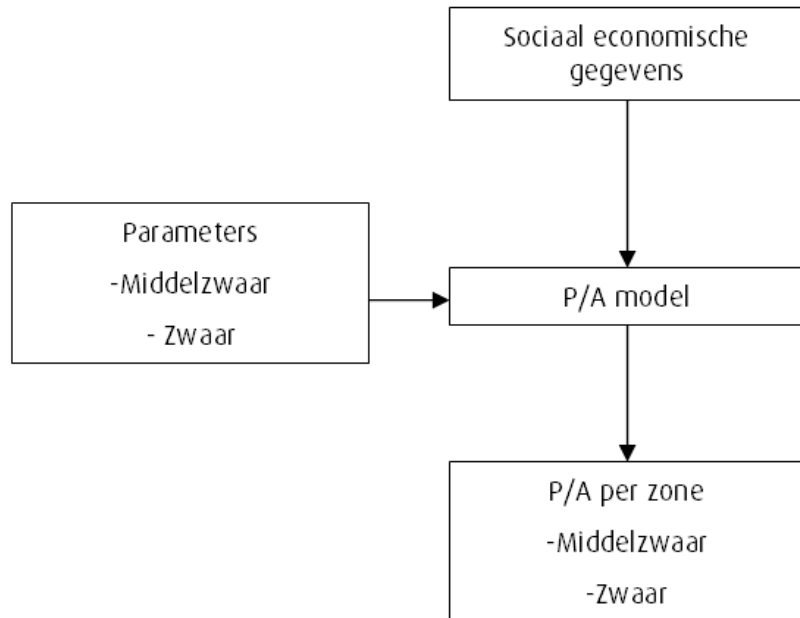
2.5 Toelichting

De bereikbaarheidsmatrix voor het vrachtverkeer (skim) wordt gebruikt in het distributiemodel.

3 Productie-attractiemodel

3.1 Algemeen

Het doel van het productie-attractiemodel is om per zone het totaal aantal uitgaande verplaatsingen (productie) en inkomende verplaatsingen (attractie) voor een gemiddelde werkdag te berekenen waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. Figuur B3.2 geeft een overzicht van de datastromen rond het productie-attractiemodel voor het vrachtverkeer.



Figuur B3.2: Schema productie-attractie model vrachtverkeer

3.2 Invoer

- sociaal-economische gegevens voor een bepaald jaar en scenario;
- parameters middelzwaar en zwaar.

3.3 Model

Het P/A model ziet er als volgt uit:

$$Y_m = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$$

Hierin zijn:

Y_m = Productie of attractie (de afhankelijke variabele) gemeten in verplaatsingen voor motief m (middelzwaar of zwaar);

X_{tz} = Onafhankelijke variabele voor zone z (bijvoorbeeld het aantal industrie arbeidsplaatsen);

a_1 = Coëfficiënt bij onafhankelijke variabele X_1 .

Per motief (middelzwaar en zwaar) is er één P/A model dat voor alle zones wordt toegepast. In tabel B3.2 is weergegeven welke verklarende variabelen voor productie worden gebruikt om het aantal verplaatsingen per motief (middelzwaar en zwaar) te berekenen.

Hierbij zijn de productiefactoren gelijk aan de attractiefactoren⁴⁰.

verklarende variabele productie	verklarende variabele attractie	middelzwaar vrachtverkeer	zwaar vrachtver- keer
inwoners	inwoners	0,001	0,000
detail	detail	0,304	0,203
detail non food	detail non food	0,249	0,166
benzinstation	benzinstation	0,022	0,089
warenhuis	warenhuis	0,164	0,246
horeca	horeca	0,129	0,043
kantoor	kantoor	0,039	0,002
industrie	industrie	0,129	0,179
onderwijs	onderwijs	0,002	0,000
groothandel	groothandel	0,154	0,154
dienstverlening	dienstverlening	0,037	0,004
overig	overig	0,008	0,008

Tabel B3.2: Verklarende variabelen voor productie- en attractiemodel

3.4 Uitvoer

Tabel met aantal vertrekkende en aankomende verplaatsingen per motief (middelzwaar en zwaar) per zone.

3.5 Toelichting

De ritgeneratiefactoren zijn afkomstig uit de GGA modellen in de provincie Noord-Brabant en aangepast aan de waarnemingen in het studiegebied. (Afwijkingen in het toedeelresultaat ten opzichte van de tellingen zijn aanleiding geweest om de startwaarden aan te passen.) De berekende vertrekkende en aankomende verplaatsingen per zone zijn invoer voor het distributiemodel.

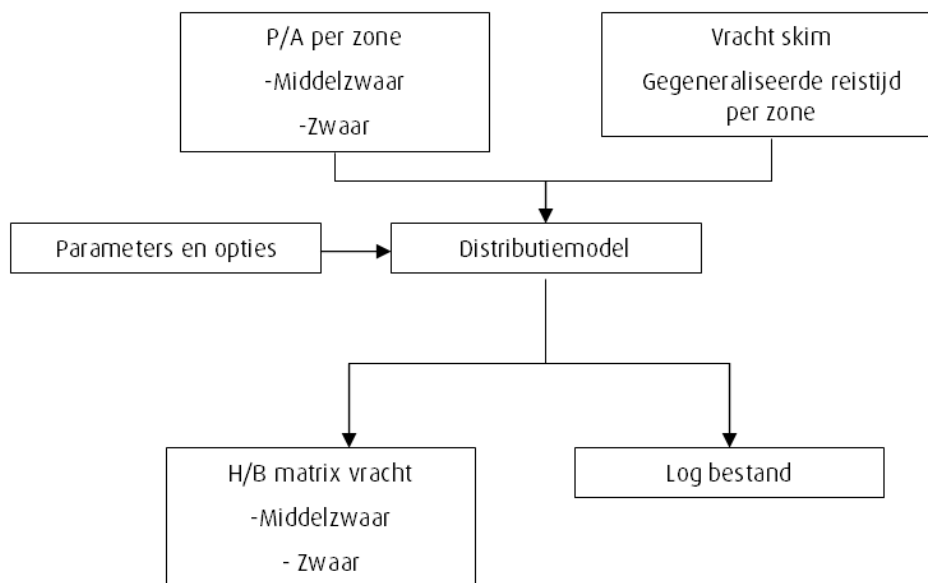
⁴⁰ De ritgeneratiefactoren zijn afkomstig uit de GGA-modellen in de provincie Noord-Brabant. Deze set aan ritgeneratiefactoren zijn gecorrigeerd op basis van tellingen, NRM-ritgeneratie en de studie noordelijke randweg Zevenbergen. De berekende vertrekkende en aankomende verplaatsingen per zone zijn invoer voor het distributiemodel. Voor middelzwaar en zwaar verkeer apart zijn distributiefuncties opgesteld, waarbij de gemiddelde ritlengte voor vracht is afgestemd op het NRM Zuid versie 2012.

4 Distributiemodel

4.1 Algemeen

Het doel van het distributiemodel is om per herkomst-bestemmingspaar het totaal aantal verplaatsingen per motief (middelzwaar en zwaar) voor een gemiddelde werkdag te berekenen.

In figuur B3.3 is een schematisch overzicht weergegeven van de datastromen rond het distributiemodel voor het vrachtverkeer.



Figuur B3.3: Distributiemodel vrachtverkeer

4.2 Invoer

Databestanden:

- skim voor het vrachtverkeer (gegeneraliseerde reistijd);
- productie en attractie per zone (middelzwaar en zwaar).

4.3 Model

De distributiefunctie (log normaal) is als volgt gedefinieerd:

$$F_v(Z_{ijv}) = \alpha_v \cdot \exp(\beta_v \cdot \ln^2(Z_{ijv}/\mu))$$

Daarin:

- F_v = distributie functie voor vervoerwijze v ;
- Z_{ijv} = de weerstand tussen zone i en j voor vervoerwijze v ;
- α = parameter die van invloed is op de verhouding van de kosten tussen vervoerwijzen;
- β = parameter die van invloed is op de verhouding van de kosten binnen een vervoerwijze (ritlengteverdeling) en tussen vervoerwijzen;
- μ = parameter om de top van de functie te bepalen.

4.4 Uitvoer

- synthetische matrix met per herkomst – bestemmingsrelatie het aantal verplaatsingen voor middelzwaar en zwaar vrachtverkeer;
- logbestand met informatie over het verloop van de toepassing.

5 Doorgaand verkeer overnemen uit NRM

Het doel van deze stap is om al het verkeer zonder herkomst of bestemming in de provincie Noord-Brabant te vervangen door het verkeer dat is geschat met het NRM. Bij het opstellen van de vrachtmatrices voor 2010 is de vrachtmatrix uit de NRM prognoserun 2010 gehanteerd voor het overhalen van het doorgaande vrachtverkeer (zie hoofdstuk 1 voor NRM prognoserun 2010).

Kalibratie tot basismatrices 2010

De met het Zwaartekrachtmodel bepaalde vrachtmatrices zijn na het overzetten van het doorgaande vrachtverkeer uit het NRM 2010 rechtstreeks invoer voor de kalibratie tot basismatrices binnen de BBMB (paragraaf 3.4).

Vracht prognosematrices

De vracht prognosematrices komen tot als volgt tot stand:

- draaien zwaartekrachtmodel 2010 (inclusief overzetten doorgaand verkeer uit NRM 2010);
- draaien zwaartekrachtmodel 2020/2030 (inclusief overzetten doorgaand verkeer uit NRM GE 2020/2030) en matrices afstemmen op in beleidsinstellingen opgenomen totale groei van het vrachtverkeer (zie paragraaf 4.7);
- toepassen marginaalmodel (overzetten groei uit zwaartekrachtmodellen op gekalibreerde basismatrix 2010).

Bijlage 4

Marginaal model

Voor de toekomstsituatie zijn geen telgegevens beschikbaar. Dit houdt in dat voor de toekomstmatrix geen matrixkalibratie kan plaatsvinden, maar dat een afwijkende procedure gehanteerd is. In deze procedure 'matrixkalibratie toekomst' wordt de interne structuurcorrectie van de basisjaarmatrix die het gevolg is van de matrixkalibratie, vertaald naar de toekomstjaarmatrix. Om de methodiek helder in beeld te brengen, zal allereerst een simpele notatie ingevoerd worden⁴¹.

Gegeven:

- de basisjaarmatrix: B;
- hieruit resulteert na matrixkalibratie de matrix met interne structuurcorrectie: B^+ ;
- de toekomstmatrix: T.

Te bepalen:

- de toekomstmatrix met interne structuur correctie: T^+ .

Kalibratiemodel

Het lijkt logisch om voor het inbrengen van een interne structuurcorrectie in de toekomstmatrix deze laatste als uitgangspunt te nemen en van daaruit een structuurcorrectie aan te brengen.

De effecten van de interne structuurcorrectie als gevolg van de matrixkalibratie in het basisjaar kunnen op celniveau op twee manieren vastgelegd worden:

- multiplicatief: B^+/B ;
- additief: B^+-B .

(Indices i en j worden niet genoteerd.)

⁴¹ In de eerste versie van het handboek Verkeersmodel (Panteia/Significance 2013b) is het marginaal model gebaseerd op de Pivot Point methodiek. Door de grote verschillen in de celstructuur tussen de BBMB matrix en de ZKM matrix belanden veel cellen in de extremen qua rekenregels waardoor zuivere groei afgevlakt werd.

In de praktijk van de verkeersmodellering wordt als uitgangspunt gehanteerd dat de grootte van de structuurwijzigingen in het toekomstjaar als gevolg van matrixkalibratie gerelateerd is aan de grootte van de oorspronkelijke stromen. Dit houdt in dat voor vastlegging en toepassing van de interne structuurcorrectie wordt uitgegaan van het multiplicatieve model.

Toepassing van het multiplicatieve kalibratiemodel op celniveau wordt dan als volgt geformuleerd:

$$K_m = B^+ / B$$
$$T^+ = K_m * T$$

Op vergelijkbare wijze kan een additief model op celniveau geformuleerd worden:

$$K_a = B^+ - B$$
$$T^+ = K_a + T$$

Groeimodel

Een veel gebruikte modelstructuur in de verkeersmodellering is het groeimodel. Hierbij wordt in de regel uitgegaan van een multiplicatieve constructie om de groei vanuit een basissituatie vast te leggen. Ook hier kan echter een additieve variant gedefinieerd worden:

- multiplicatief: $G_m = T/B$;
- additief: $G_a = T-B$.

(Indices i en j worden niet genoteerd.)

Bij de toepassing van een groeimodel wordt als uitgangspunt gehanteerd dat sprake is van marginale groei. Er ontstaan problemen in de toepassing op het moment dat hiervan geen sprake meer is. Bij extreme groeifactoren zullen interne structuurcorrecties eveneens extreem uitvergroet worden. Anderzijds is er ook bij extreme groeifactoren geen probleem, indien geen of marginaal sprake is van interne structuurcorrectie. De problemen zullen zich in het algemeen eerder voordoen bij toepassing op gedetailleerd schaalniveau.

Combinatie additief en multiplicatief

Toepassing van het multiplicatieve kalibratiemodel stuit op problemen indien sprake is van een combinatie van kalibratie-effect op celniveau en groei tussen het basis- en toekomstjaar op celniveau die tot extreme effecten leidt. In een dergelijk geval is toepassing van het additieve kalibratiemodel aan te bevelen. Daarnaast is er een 'tussen'-gebied, waarin een combinatie van multiplicatief en additief kan worden toegepast.

De gehanteerde methodiek is kortweg als volgt:

- multiplicatief model: indien de combinatie van de groei- en kalibratieresultaten matig is, worden de relatieve kalibratieresultaten op celniveau doorvermenigvuldigd in de toekomstmatrix;
- additief model: indien de combinatie van de groei- en kalibratieresultaten extreem is, wordt het absolute kalibratieresultaat op celniveau opgeteld bij de toekomstmatrix;
- combinatiemodel: tussen extreem en matig wordt een mix van beide methoden gevolgd.

Criteria additief en multiplicatief

Eerder is gesteld dat de combinatie van extreme waarden in het kalibratie- en groei-model leidt tot problemen in de toepassing van het kalibratiemodel. Welke criteria worden hiervoor gehanteerd?

De multiplicatieve combinatie van het kalibratie- en groei-model geeft op celniveau het relatieve verschil tussen de ongekalibreerde basisjaarmatrix en de definitieve toekomstmatrix:

$$G_m * K_m = (T / B) * (B^* / B) = T^* / B$$

Om te voorkomen dat factoren in de twee modellen elkaar opheffen en om een factor x en $1/x$ even zwaar mee te nemen in een criteriumdefinitie, wordt de hiernavolgende formule gehanteerd:

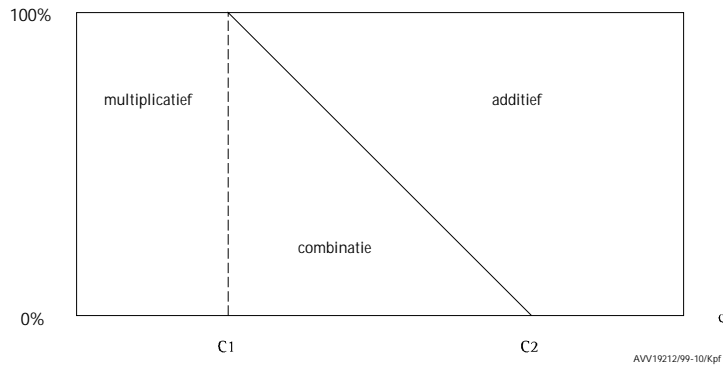
$$c = \ln(G_m) * \ln(K_m)$$

c is hierbij de criteriumwaarde die per cel bepaald wordt. Als bijvoorbeeld het multiplicatieve groei-model een factor 1,25 en het multiplicatieve kalibratiemodel 0,8 (=1/1,25) zijn, dan wordt in deze formulering voorkomen dat deze factoren elkaar opheffen ($c = 0,0498$); c is gelijk aan nul indien geen wijziging tijdens de kalibratie van het basisjaar heeft plaatsgevonden en/of indien geen sprake is van een (synthetische) wijziging van basis- naar toekomstjaar. In een dergelijke situatie ($G_m = 1$ en/of $K_m = 1$, dus $c = 0$) wordt het multiplicatieve model toegepast. Het resultaat is dat de celwaarde ongewijzigd blijft.

Voor de hantering van de eerder gehanteerde begrippen 'matig' en 'extreem' effect wordt een glijdende schaal gebruikt, die bepaald wordt door twee criteriumwaarden: $C1$ en $C2$. In figuur B4.1 wordt aangegeven hoe de aandelen van het multiplicatieve en additieve model worden toegepast op een matrixcel, waarbij de aandelen van de modellen afhankelijk zijn van de berekende criteriumwaarde van de betrokken cel.

In de figuur wordt geïllustreerd hoe de relatie tussen de aandeelfunctie en de criteriumwaarde eruit ziet. Er is sprake van een lineair verband tussen een onderdrempel $C1$ en een bovendrempel $C2$.

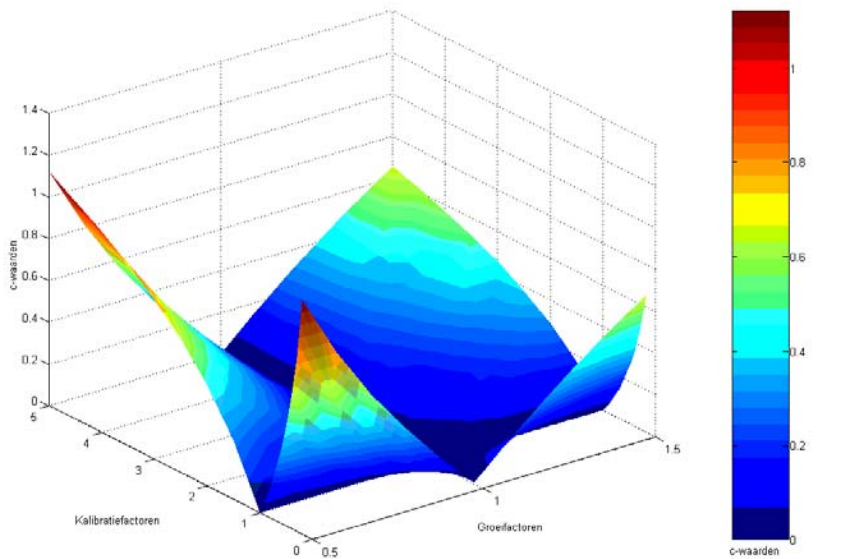
Is $c < C1$, dan wordt het multiplicatieve model volledig toegepast. Is $c > C2$, dan wordt het additieve model volledig toegepast. Tussen $C1$ en $C2$ worden beide modellen naar rato toegepast.



Figuur B4.1: Glijdende schaal voor toepassingsgebied voor het multiplicatieve en additieve model

De parameters C1 en C2 zijn vastgesteld op respectievelijk 0,45 en 1,2. Hier zijn goede ervaringen mee opgedaan bij toepassing in het Randstadbrede Verkeersmodel en het NRM Oost-Nederland.

Figuur B4.2 toont het verloop van de c-waarde als functie van de kalibratiefactor (K_m) en de groeifactor (G_m).

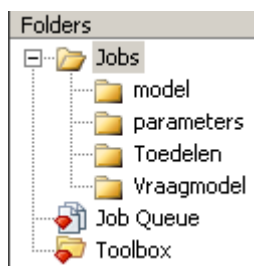


Figuur B4.2: C-waarde als functie van de kalibratiefactor (K_m) en de groeifactor (G_m)

Bijlage 5

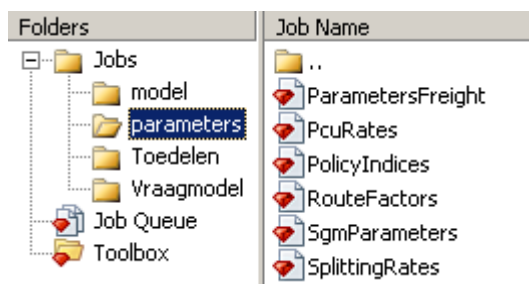
Structuur BBMB in OmniTRANS

In de BBMB is de structuur van het project ingedeeld in instellingen/scripts die toegankelijk zijn voor iedereen en een systeem opgebouwd op basis van het handboek waar geen wijzigingen in plaats kunnen vinden en afgeschermd (lees: gecrypted) zijn. Deze modelbestanden zijn terug te vinden in de subdirectory model onder de hoofddirectory jobs (zie Figuur B5.1).



Figuur B5.1: Structuur jobdirectory project BBMB

De beleidsinstellingen, parameters voor SGM, de bezettingsgraden, dagdeelfactoren en routefactoren zijn terug te vinden in de subdirectory parameters (zie Figuur B5.2). Deze kunnen indien gewenst aangepast worden.



Figuur B5.2: Directory parameters

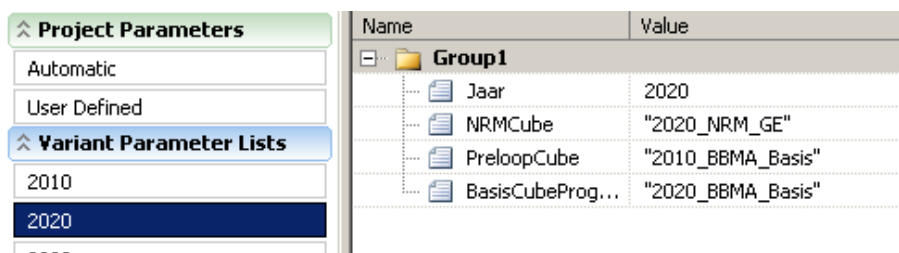
Deze bijlage beschrijft het stappenplan om een simultane run aan te kunnen sturen met de BBMB. De aansturing bestaat uit 3 stappen:

- stap 1: Instellingen;
- stap 2: Vraagmodel;
- stap 3: Toedelen.

1.1 Stap 1: instellingen

In de eerste stap moet het project klaar gemaakt worden om een simultane matrixschatting of een toedeling aan te zetten. Hierbij zal stapsgewijs de instellingen conform onderstaand ingesteld moeten worden:

1. variant aanmaken
bestaande cube koppelen of nieuwe aanmaken;
2. in kopiëren riteinden;
3. parameter lijst aanmaken (zie Figuur B5.3, hierbij is de mogelijkheid om andere cubes in te stellen);
4. parameter lijst koppelen;
5. aanpassen instellingen parameters (Figuur B5.2: Directory parameters).



The screenshot shows a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Project Parameters', has a tree view with 'Automatic' and 'User Defined' options, and a section for 'Variant Parameter Lists' containing '2010' and '2020'. The right panel shows a table with columns 'Name' and 'Value' under a 'Group1' header. The table contains four rows of parameters.

Name	Value
Jaar	2020
NRMCube	"2020_NRM_GE"
PreloopCube	"2010_BBMA_Basis"
BasisCubeProg...	"2020_BBMA_Basis"

Figuur B5.3: Variant specifieke parameterlijst aanmaken

1.2 Stap 2: Vraagmodel

Het volledige vraagmodel bestaat uit een aantal stappen die sequentieel gedraaid moeten worden. Met de eerste job worden de vrachtmatrix geschat. Met de andere jobs worden de automatrixes in 3 iteraties geschat (Figuur B5.4).

Indien prognosematrixes 2020, 2030 moeten worden geschat, is het van belang dat de zwaartekrachtmatrixes 2010 en gekalibreerde basismatrixes 2010 in het project aanwezig zijn. Dat heeft te maken met de groeifactor module (marginaal model) die in matrixschatting voor de prognoses automatisch wordt opgestart.

Folders	Job Name
Jobs	..
model	000_VraagModelVracht
parameters	001a_skims (auto)
Toedelen	001b_VraagModel (1 iter)
Vraagmodel	001c_Toedelen (auto)
Job Queue	002a_VraagModel (2 iter)
Toolbox	002b_Toedelen (auto)
	003a_VraagModel (3 iter)

Figuur B5.4: Script voor aansturen vraagmodel

1.3 Stap 3: Toedelen

Indien de matrixschatting gereed is, kunnen de nieuw verkregen matrices toegedeeld worden voor auto, vracht, fiets en openbaar vervoer. Hierbij kan indien gewenst op basis van de MUC⁴² toedeling ook een VA toedeling auto en vracht gedraaid worden om analyses uit te voeren. (zie Figuur B5.5)

Folders	Job Name
Jobs	..
model	001_Toedelen MUC (auto) (as)
parameters	001_Toedelen MUC (auto) (os)
Toedelen	001_Toedelen MUC (auto) (rd)
Vraagmodel	002_Toedelen AON (FIETS) (Etmaal)
Job Queue	002_Toedelen ZEN (OV) (Etmaal)
Toolbox	004_Toedelen VA (AUTO) (Etmaal)
	004_Toedelen VA (VRACHT) (Etmaal)

Figuur B5.5: Script voor het aansturen van de toedeelmodule

1.4 Instellingen scripts

De flexibiliteit van het systeem is opgenomen in de instellingen in de aanstuurfiles. De volgende punten kunnen handmatig ingesteld worden:

- welke bestanden worden er ingelezen;
- instellingen per voerwijze;
- instellingen voor het vraagmodel;
- toedeling, skims of vraagmodel.

⁴² MUC: Multi user class toedeling, zie paragraaf 3.7 Toedelingstechnieken.

Welke bestanden worden er ingelezen

In principe kunnen de basis parameter bestanden aangepast worden naar wens. Ook kan een nieuw bestand aangemaakt worden en in de scripts verwezen worden naar deze file.

```
# Includes
load ('model\OtDemandModel.rb')

# Load route factors
load("parameters\\RouteFactors.rb")

# Load PCU rates
load("parameters\\PcuRates.rb")

# Load splitting rates day of time
load("parameters\\SplittingRates.rb")

# Load policy indices
load("parameters\\PolicyIndices(ge).rb")

# Load parameters for SGM model
load("parameters\\SgmParameters.rb")
```

Instellingen per vervoerwijze

```
# Setup car mode
autoMode = ModeAuto.new
autoMode.name = "Auto"
autoMode.mode = M_Auto
autoMode.assignUser = U_PurposeGroups
autoMode.assignResultMC = R_PAE
autoMode.assignResult = R_IT_VA
autoMode.skimArray = [R_AggCost, R_AggDistance, R_AggTime]
autoMode.skimFactors = [60.0,1.0,60.0,1.0,1.0,1.0,1.0]
autoMode.assignMethod = "VOLUME AVERAGING"
autoMode.numberOfThreads = 6

# Setup bicycle mode
fietsMode = ModeFiets.new
fietsMode.name = "Fiets"
fietsMode.mode = M_Fiets
fietsMode.assignUser = U_PurposeGroups
fietsMode.assignResult = R_IT_AON
fietsMode.skimArray = [R_AggCost, R_AggDistance, R_AggTime]
fietsMode.skimFactors = [60.0,1.0,60.0,1.0,1.0,1.0,1.0]
#~ fietsMode.excludeSkimsIterations = [1]
#~ fietsMode.excludeFiltersIterations = [1]

# Setup transit mode
ovMode = ModeOV.new
ovMode.name = "Openbaar Vervoer"
ovMode.mode = M_OV
ovMode.assignUser = U_PurposeGroups
ovMode.assignResult = R_PT_VA
ovMode.skimFactors = [60,1,60.0,60.0,60.0,1,1]
ovMode.aggregSkimArray = R_AggregatedArray
ovMode.accessSkimMatrix = R_AccessLegArray
ovMode.egressSkimMatrix = R_EgressLegArray
ovMode.inVehicleSkimMatrix = R_InVehicleLegArray
ovMode.transferSkimMatrix = R_WalkTransferArray
#~ ovMode.excludeSkimsIterations = [1]
#~ ovMode.excludeFiltersIterations = [1]
```

Instellingen vraagmodel

```
# Setup OtDistribution class
demandModel = OtDemandModel.new
demandModel.year = Jaar
demandModel.modes = [autoMode, fietsMode, ovMode]
demandModel.purposes = [P_Werk,P_Zakelijk,P_Winkel,P_Onderwijs,P_Overig]
demandModel.purposeUsers = [U_CarAvailable, U_CarNotAvailable]
demandModel.time = T_Etmaal
demandModel.timeOfDay = [T_Os, T_Rd, T_As]
demandModel.iterations = 1
demandModel.parkingZoneType = 56
demandModel.splittingRates = $splittingRates
demandModel.policyIndices = $policyIndicesGE
demandModel.routeFactors = $routeFactors
demandModel.sgmParameters = $sgmParameters
demandModel.assignPurpose = P_Totaal
demandModel.demandUser = U_PurposeGroups
demandModel.genCostResult = R_AggCost

demandModel.execute
```

Toedeling, skims of vraagmodel

Binnen het vraagmodel is er de optie om alleen een toedeling te maken of om alleen een weerstandsmatrix te maken. Om dit te kunnen doen wordt de `demandModel.execute` vervangen door de volgende statements:

```
demandModel.assignOnly()
demandModel.skimOnly()
```


Bijlage 6

Analysedocument

Voor de beoordeling van het verkeersmodel is een criterialijst opgesteld door de provincie in overleg met Goudappel Coffeng BV. In deze criterialijst zijn zowel analyses opgenomen waarbij het model zou moeten voldoen aan een gesteld criterium, als analyses om inzicht te geven in de plausibiliteit en om inzicht te geven in de verschillen tussen verschillende modelsystemen.

In tabel B6.1 is de criterialijst weergegeven, aangevuld met analyses die Goudappel Coffeng heeft uitgevoerd. Het nummer in de eerste kolom correspondeert met het nummer in de directory analyses. De kolomtoetsing geeft aan of een criterium aan de analyse is gekoppeld of dat het uitgevoerd wordt om extra inzicht te krijgen in de plausibiliteit van de resultaten. In de kolomscore staat, indien er een criterium aan gekoppeld is, of de score voldoet.

nr.	analyse	toetsing	score
0	MON-analyse	ter informatie	
1	ritgeneratiefactoren	ter informatie	
2	ritgeneratie	symmetrie + 100% afstemming MON	✔
3	vergelijking verdeling vervoerswijzen per motief t.o.v. het MON	plausibiliteit	✔
3	vergelijking aantal verplaatsingen naar motiefverdeling t.o.v. het MON	maximaal 5% afwijking totaal en 10% per motief afwijking	✔
4	vergelijking aantal verplaatsingen naar afstandsklassen t.o.v. het MON	maximaal 10% afwijking	✘
4	vergelijking gemiddelde ritlengte	maximaal 10% afwijking	✔
5	vergelijking ontwikkeling voor vertrekken en aankomsten	plausibiliteit	
6	controle op ontwikkeling 0-cellen	geen significante toename	✔
7	effect aanpassing matrix door kalibratie	90% van de randen afwijking < 10%	✔
8	thermometerpuntenanalyse (ontwikkeling intensiteiten op telpuntlocaties)	plausibiliteit	
9	symmetrie (P/A en wegvak)	plausibiliteit	
10	T-toets en absolute verhouding	T-waarde: 80% $T < 3,5$, 95% $T < 4,5$, verhouding $< 10\%$	✔
11	gecomprimeerde matrices (per gemeente, per regio en per provincie)	plausibiliteit	
11	ontwikkeling van de mobiliteit d.m.v. gecomprimeerde matrices (per gemeente, per regio en per provincie)	plausibiliteit	
11	vergelijking a priori versus a posteriori matrices	plausibiliteit	
12	plots (intensiteiten, I/C, aandeel vracht, T-waarden en verschilplots)	plausibiliteit	
13	voertuigkilometers	plausibiliteit	
14	oriëntatie verkeer door middel van selected links	plausibiliteit	
15	reistijden van x aantal relaties (h-b)	80% berekende reistijden binnen 25% gemeten reistijden	✘
16	vergelijking intensiteiten andere modellen	constatering	
16	vergelijking gecomprimeerde matrices NRM	constatering	
	sommatie dagdelen = etmaalmatrix	controle	✔
	extreme waarden	controle	✔

Tabel B6.1: Criterialijst met scores

Aanvullend is hierna per analyse een beschrijving en/of beoordeling toegevoegd conform de nummering van de bestanden en tabel⁴³.

000_MON

Hierbij is de MON-analyse opgenomen die gehanteerd is in de modelbouw voor de vergelijkingen en om het model te ijken en te fitten.

001_Ritgeneratiefactoren

Op basis van de MON-analyse zijn de riteindparameters berekend. Voor vracht zijn de riteindparameters opgesteld op basis van expertise en gecorrigeerd aan de hand van het NRM.

002_Ritproductie

Door de sociaal-economische gegevens te combineren met de riteindparameters worden de productie en attractie berekend. De groei van het aantal ritten is voor het simultane model een gevolg van de veranderingen in de sociaal-economische gegevens. De groei is plausibel en conform de groei van de sociaal-economische gegevens.

Voor de vracht is de groei toegerekend naar het TM-scenario. Dat betekent dat een deel van de groei uit de sociaal-economische gegevens komt en een deel autonome mobiliteit is (intensivering van het arbeidsproces).

003_Modal Split

Per gebruikerscategorie is een vergelijking gemaakt tussen het OViN en de modelresultaten van het zwaartekrachtmodel van het basisjaar. Hierbij kan de conclusie worden getrokken dat er een zeer goede match is tussen het model en de onderzoeksgegevens. De kleine verschillen die er zijn, hebben te maken met het proces waarbij na het kalibratieproces, het zwaartekrachtmodel compleet gerund wordt met de nieuwe kalibratiematrices.

In 2020 wordt de totale groei ten opzichte van de basissituatie 2010 verdeeld in 7% voor de auto, 4% voor het OV, 3% voor de fiets. Gezien de kostenstructuur en de investeringen die gedaan worden, is dit een zeer plausibel resultaat.

Voor 2030 is de toename voor het autoverkeer fors. Dit gaat ten koste van de fiets. Ten opzichte van 2020 is zelfs een daling te zien in het fietsverkeer. Het openbaar vervoer neemt nog wat toe. Gezien de kostenstructuur zijn de resultaten te verklaren, alleen zou het beeld beter passen bij een lichte stijging van het fietsverkeer ten opzichte van 2020 en dus een iets lagere groei in het autoverkeer.

⁴³ Voor de uitgebreide analyses wordt verwezen naar de hoofdttekst van het technische document.

004_Ritlengteverdeling

Voor het zwaartekrachtmodel is er voor de gemiddelde ritlengte een zeer goede match tussen de data van het OViN en de resultaten van het model. Voor de ritlengteverdeling zit het verschil voornamelijk in de kortereafstandsklassen. Dit komt door het detailniveau van de BBMA, waardoor een match hier slecht te maken is. Indien deze klassen samen-gevoegd worden, is te zien dat het model goed scoort ten opzichte van het OViN.

Voor de prognoses neemt de gemiddelde ritlengte over het algemeen toe. Dit komt door de dalende kosten (voor auto en fiets) en een toenemende value of time. Hierdoor worden voor het OV de afstandskosten bijvoorbeeld minder belangrijk, waardoor de ritten iets langer worden.

Uitzondering hierop is het motief zakelijk. Hierbij spelen afstandskosten geen rol, aangezien deze vergoed worden door de werkgever.

In de ritlengte-analyse van de basismatrices is de groei conform het zwaartekrachtmodel en dus plausibel.

005_Randen

De analyse van de randen sluit aan bij de 'modal split'-analyse. Hierbij is er dus ongeveer dezelfde verdeling van de groei in 2020 ten opzichte van het basisjaar 2010. Ook geeft de randenanalyse de afname in de fiets weer na 2020. De randenanalyse van de basismatrices komt overeen met de analyse van de zwaartekrachtrand.

De analyse geeft een consistent beeld met de 'modal split'-analyse, een consistent beeld tussen ZKM en Basis en is dus plausibel gegeven de kanttekeningen.

006_Nulcellen

De nulcellenanalyse geeft aan of het kalibratieproces significant meer nulcellen produceert. In de analyse is ervoor gekozen om cellen < 0.000001 als nulcel, te definiëren. Het verschil in nulcellen is 0,1%, gesteld kan worden dat het aantal nulcellen niet significant toeneemt door het kalibratieproces.

007_Kalibratie-effect

Indien de verschillen tussen model- en telwaarden structureel lager of hoger zijn, kan het kalibratieproces significante wijzigingen aanbrengen in de productie en attractie van een bepaalde zone. Hierbij wordt meer dan 10% significant genoemd. Voor de auto is dit geen probleem. Voor het OV heeft bijna 14% een afwijking van meer dan 10%. Dit komt voornamelijk door de lage aantallen reizigers en de beperkte toegankelijkheid van het OV. Hierdoor moet bij een afwijking relatief meer gecorrigeerd worden op de desbetreffende relaties, aangezien minder reizigers en minder relaties over een telpunt heen gaan.

008_Groei tellocaties

Per telpunt is een vergelijking gemaakt tussen modelwaarde, telwaarde en groei ten opzichte van de modelwaarde 2010. Voor de auto geeft dit een plausibel beeld. Voor vracht laat 2020 een hoge groei zien en een afvlakking ten opzichte van 2030. Gezien de ontwikkeling in randen en ritproductie zou je dit niet verwachten. Hier zit een aantal locaties in die laag scoren in 2030 door netwerkwijzigingen/afsluitingen. Misschien een handig puntje om deze lijst op te schonen naar een consistente vergelijkbare lijst.

009_Symmetrie

In de vergelijking op wegvakniveau kan geconcludeerd worden dat zowel voor de spitsen als voor het etmaal de symmetrie tussen de heen- en terugrichting geen grote afwijkingen laat zien. Voor het etmaal is alles binnen de 10% en voor de spits is 12% de grootste afwijking. Dit is zeer acceptabel.

Voor de analyse op matrixrandniveau is er weinig significante (boven 10%) afwijking te zien. Ook is opvallend dat het kalibratieproces dit niet significant verslechtert. Dit heeft onder andere te maken met het belangrijk maken van de randen in het proces.

010_T-waarden

De T-waarden voldoen ruimschoots aan de gestelde normen. Dit wil echter niet altijd zeggen dat het model geen structurele onder- of overschatting kan hebben. Om inzicht hierin te verkrijgen, is een niveau rittenanalyse uitgevoerd. Deze geeft aan dat het niveau van alle telwaarden ten opzichte van alle modelwaarden op niveau is voor auto en motorvoertuigen. Vracht laat een lichte onderschatting zien van 6%.

Het resultaat voor het OV is voor de ochtendspits net binnen de normen. De overige dagdelen scoort het model goed.

011_Gecomprimeerde matrices

Deze analyse is zowel voor gemeenten, regio's als provincies uitgevoerd. Hierbij is een overzichtsheet gemaakt om de groei in beeld te brengen. Deze analysetool is hiervoor uitermate geschikt.

De groei per regio geeft een goed beeld, waarbij de ontwikkelingen groter zijn dan in andere regio's. Indien meer in detail gekeken wordt, is ook te zien dat het aantal verplaatsingen toeneemt door de langere afstanden, waardoor er relatief gezien minder interne ritten worden gemaakt en meer richting het buiten-/invloedsgebied wordt verplaatst. Dit sluit aan bij eerdere analyses voor de modal split en ritlengteverdeling.

012_Plots

De hiernavolgende plots zijn uitgedraaid:

- intensiteiten;
- I/Cwaarden;
- T-waarden;
- aandelen vracht;
- verschilplots.

013_Voertuigkilometers

De gereden voertuigkilometers stijgen harder dan de toename in het aantal verplaatsingen. Dit heeft te maken met de dalende afstandskosten en de toename van value of time. Opvallend is de hogere stijging voor de regio West-Brabant. Dit heeft ermee te maken dat een groot deel van de voertuigkilometers voor deze regio op het hoofdwegennet worden gemaakt en deze door onder andere het doortrekken van de A4 (Steenbergen) fors groeit.

In de analyse op wegtype is te zien dat de toename terug te vinden is op de 'hogere categorie'-wegen en dit matcht met de eerdere constatering van een toenemende gemiddelde ritlengte.

014_selectedlinks

Er is een tiental selected links gedraaid. Qua routevorming ziet dit er plausibel uit.

015_Trajecttijden

In de vergelijking met Tripcast voldoen de reistijden in het model niet aan het criterium, zoals aangegeven door de provincie Noord-Brabant.
In vergelijking met Google Maps voldoen de reistijden in het model wel aan het criterium, zoals aangegeven door de provincie Noord-Brabant.
Hoe betrouwbaar is Tripcast voor het berekenen van reistijden in de verschillende dagdelen?
Hoe betrouwbaar is Google Maps voor het berekenen van reistijden in de restdag?
De modelreistijd is per dagdeel een gemiddelde over de gehele periode, terwijl de gemeten (gemiddelde) reistijden in de ochtend- en avondspits op basis van twee tijdstippen worden bepaald en in de restdag op basis van vier tijdstippen.
Hoe betrouwbaar zijn de reistijden in een statisch model? Er wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met 'blocking back'-effecten.

016_vergelijking andere modellen

Bij het actualiseren van verkeersmodellen treden altijd verschillen op ten opzichte van het oude model en andere modelsystemen. Om inzicht te krijgen in de verschillen, is een tweetal analyses uitgevoerd. Het betreft hier een gecompriëerde matrix- en thermopuntenanalyse.

In de gecompriëerde matrixanalyse is voor de BBMB en het NRM zowel voor de afzonderlijke gemeenten als de overkoepelende regio's een ingedikte matrix gemaakt voor de vervoerswijzen auto en vracht. Hieruit blijkt dat er in de vracht grote verschillen zitten tussen het aantal ritten en de distributie tussen beide modelsystemen. Een verklaring voor dit verschil zou kunnen liggen in het feit dat de goederenstromen van het RGM in het NRM verdeeld worden naar rato van de arbeidsplaatsen van een zone in het RGM. Dit betekent dat op basis van een matrix op regioniveau geëxpandeerd wordt naar een verfijnde matrix op postcode 4-gebied. In de BBMA worden op basis van het aantal arbeidsplaatsen, ritgeneratiefactoren per type arbeidsplaats en weerstanden tussen relaties, de ritgeneratie en ritdistributie bepaald. De matrices worden dus op lokale kenmerken opgesteld waardoor distributie en ritgeneratie per zone direct te koppelen is aan de sociaal-economische vulling en bereikbaarheidskenmerken van een bepaald gebied.

Voor de thermopuntenanalyse zijn per regio ongeveer 20 strategische punten gedefinieerd op tellocaties in de BBMA. Op deze locaties zijn in het NRM en de vigerende modellen⁴⁴ van de desbetreffende regio de intensiteiten uitgelezen en in een tabel gezet naast de telgegevens en de cijfers van de BBMB.

⁴⁴ Met uitzondering van het model Breda. De aangeleverde wegvakbelastingen zijn in een onleesbaar binaire formaat aangeleverd. In de bouw van de regionale modellen zal dit naar alle waarschijnlijkheid opgelost zijn.

Vestiging Deventer
Snipperlingsdijk 4
7417 BJ Deventer
T +31 (0570) 666 222
F +31 (0570) 666 888
Postbus 161
7400 AD Deventer

www.goudappel.nl
goudappel@goudappel.nl

adviseurs
mobiliteit
**Goudappel
Coffeng**