RAPPORT

Technische rapportage verkeersmodel Holland Rijnland

onderbouwing bouw multimodaal verkeersmodel Holland Rijnland 2.0

Klant: Gemeenten binnen Holland Rijnland

Referentie: BI3215-MI-RP-230411-1031
Status: Definitief/0001
Datum: 12 juni 2024

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Netherlands
Mobility & Infrastructure

+31 88 348 90 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Technische rapportage verkeersmodel Holland Rijnland
Sub titel:	onderbouwing bouw multimodaal verkeersmodel Holland Rijnland 2.0
Referentie:	BI3215-MI-RP-230411-1031
Uw kenmerk	
Status:	Definitief/0001
Datum:	12 juni 2024
Projectnaam:	Verkeersmodel Holland Rijnland
Projectnummer:	BI3215
Auteur(s):	RHDHV 1 & RHDHV 2
Opgesteld door:	RHDHV 2 & RHDHV 3
Gecontroleerd door:	RHDHV 1
Datum:	Mei 2024
Goedgekeurd door:	RHDHV 4
Datum:	Mei 2023

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderzins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1 Inleiding 2

2 Basisopzet Verkeersmodel Holland Rijnland. 3

2.1 Software 3
2.2 Basisjaar en prognosejaren 3
2.3 Zonering regionaal model 3
2.4 Modaliteiten 8
2.5 Dagdelen 8
2.6 Netwerken 8
2.7 Zone aansluitingen 11
2.8 Waarnemingen (OViN) 12
2.9 Analysemogelijkheden 12

3 Modelsysteem 13

3.1 Tourmodel voor personenverkeer 13
3.2 Vrachtmodel 25
3.3 Toedelen 29
3.4 Kalibratie 31

4 Invoer en Uitgangspunten basisjaar 33

4.1 Invoer basisjaar 33
4.2 Netwerk basisjaar 35
4.3 Tellingen basisjaar 36
4.4 Beleidsuitgangspunten basisjaar 38

5 Resultaten en kwaliteitsbeoordeling basisjaar 41

5.1 Kwaliteitstoetsing basisjaar 41
5.2 Toedeelresultaten 45
5.3 Conclusie 49

6 Invoer en uitgangspunten prognosejaren 50

6.1 Woningen, inwoners en persoonstypegegevens 50
6.2 Bepalen arbeidsplaatsen 52
6.3 Netwerken 55
6.4 Beleidsuitgangspunten 55

7 Resultaten en kwaliteitsbeoordeling prognosejaar 59

7.1 Ontwikkeling persona’s 59

7.2 Ontwikkeling verkeersproductie 60
7.3 Modal split t.o.v. Basisjaar 60
7.4 Ritlengteverdeling t.o.v. OViN 62
7.5 Toedeelresultaten 62

8 Versiebeheer 66

9 Actualisaties VMHR 67

Voorwoord

Voor de regio Holland Rijnland is een nieuw regionaal multimodaal verkeersmodel ontwikkeld voor basisjaar 2018 en prognosejaar 2030 en 2040 minimaal, 2040mobiliteitstransitie en 2040 maximaal.

Het verkeersmodel is tot stand gekomen samen met het kernteam Holland Rijnland waarin 7 leden hebben deelgenomen vanuit de regio. Dit kernteam heeft actief bijgedragen aan het nemen van besluiten, RHDHV voorzien van informatie en kritisch meegekeken bij de bouw van het verkeersmodel.

Deze rapportage maakt onderdeel uit van het verkeersmodel en vormt de technische rapportage van het VerkeersModel Holland Rijnland (VMHR). Deze rapportage bestaat uit 9 hoofdstukken.

Na de inleiding in hoofdstuk 1 wordt de basisopzet van het verkeersmodel in hoofdstuk 2 beschreven. Het hoofdstuk geeft een overzicht van de kenmerken van het regionale model.

In hoofdstuk 3 is het modelsysteem beschreven, worden de modelstructuur en de modelstappen toegelicht.

Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de invoer en uitgangspunten van het model. Het betreft een beschrijving van o.a. de sociaaleconomische gegevens, netwerken, tellingen en beleidsuitgangspunten voor het basisjaar en de ontwikkelingen die in de prognoses zijn meegenomen.

In hoofdstuk 5 zijn de modelresultaten van het basisjaar uitgelicht en is de kwaliteit van het model beoordeeld aan de hand van het toetsingskader.

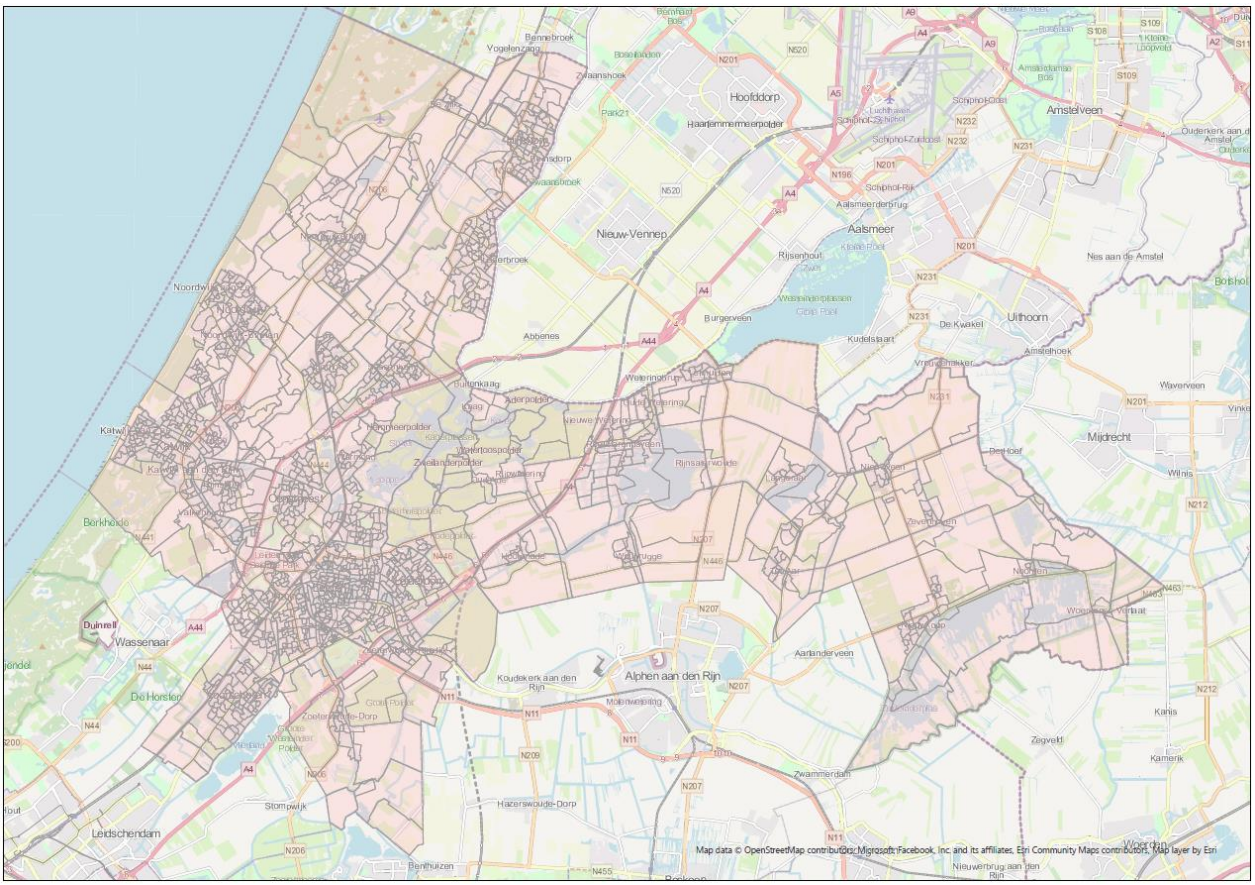
In hoofdstuk 6 staat een toelichting op de bouw van de prognosemodellen en in hoofdstuk 7 een toelichting op de resultaten hiervan voor de prognosejaren.

Hoofdstuk 8 beschrijft de wijze waarop de versiebeheer plaats vindt en welke stappen worden doorlopen om deze actueel te houden.

Hoofdstuk 9 geeft een beschrijving van het proces van de jaarlijkse actualisaties en de wijze waarop de actualisatie kan worden ingevuld om jaarlijks te beschikken over een actueel verkeersmodel.

1 Inleiding

Het regionaal verkeersmodel wordt **V**erkeersmodel **H**olland **R**ijnland (**VMHR**) genoemd. Het personenvervoer in het VMHR wordt met een tour-based model gemodelleerd. Het vracht en bestelverkeer met een zwaartekracht model. In dit document wordt de structuur van het model toegelicht, de uitgangspunten en de resultaten.



Figuur 1: studiegebied Verkeersmodel Holland Rijnland

De resultaten van het verkeersmodel (selectie van intensiteiten plots) zijn via pdf-bestanden te raadplegen. Indien gewenst zijn de resultaten voor de gemeenten en Provincie tevens online te raadplegen via de webportal van RHDHV Nebula. Deze technische rapportage dient als onderbouwing en toelichting van de resultaten van het verkeersmodel voor het basisjaar.

2 Basisopzet Verkeersmodel Holland Rijnland.

2.1 Software

Het gehele model is in het softwarepakket Aimsun gemaakt (Aimsun Next 20). Aimsun biedt goede faciliteiten om het model op een consistente manier te beheren. Binnen Aimsun maken we veelvuldig gebruikt van scripts (in Python). Om te voorkomen dat er een grote verscheidenheid aan scripts ontstaat maken we gebruik van de bibliotheek met functionaliteit, RALib (Royal HaskoningDHV Aimsun Library). Deze bibliotheek is generiek en staat los van dit model en is toepasbaar op alle projecten.

2.2 Basisjaar en prognosejaren

Het basisjaar van het model is 2018. Hier is voor gekozen om eventuele invloeden vanuit de jaren waarin sprake was van mogelijke effecten als gevolg van de COVID-19 pandemie niet als basis te gebruiken voor het verkeersmodel. Een tweede reden is dat 2018 goed aansluit op het NRM en omliggend verkeersmodellen. Zowel het netwerk als de Sociaal Economische Gegevens (SEG's) zijn vanuit 2018 overgenomen in het model. Er zijn prognosejaren voor 2030, 2040minimaal, 2040Mobiliteitstransitie en 2040maximaal. Voor 2030 is 1 scenario toegepast. Reden is dat bij oplevering van het verkeersmodel, eind 2023, de kans zeer beperkt is dat grote nieuwe woningbouwontwikkelingen worden gerealiseerd (in de periode tot 2030) waardoor het verschil tussen een minimaal en maximaal scenario waarschijnlijk verwaarloosbaar is in dit prognosejaar. Voor 2040 zijn drie scenario's gebouwd, aangezien de periode tot 2040 langer is en daarmee de ontwikkelingen lastiger te voorspellen zijn. Het prognosejaar 2040 bevat de volgende scenario's:

- 2040min: dit betreft een scenario waarin alle reeds vastgestelde ontwikkelingen voor 2040 zijn meegenomen
- 2040max: dit betreft een scenario waarin alle reeds bekend ontwikkelingen voor 2040 zijn meegenomen (zowel harde als zachte plannen)
- 2040mobiliteitsstranstie: dit betreft scenario 2040max waarin rekening is gehouden met de huidige mobiliteitstransitie waarbij gebruik van OV en fiets meer gestimuleerd wordt.

Een onderbouwing en beschrijving van de invulling van de varianten is opgenomen in hoofdstuk 6.

De basis van de uitgangspunten voor de referentieprognoses voor 2030 en 2040 wordt gevormd door de in 2020 opgestelde varianten van de Welvaart en Leefomgevingsscenario's van het Centraal Planbureau (CPB) en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Hiermee sluit het verkeersmodel aan op de landelijke verkeersmodellen van Rijkswaterstaat (LMS en NRM).

2.3 Zonering regionaal model

De zonering van het model is opnieuw opgebouwd. Het VMHR kent een studiegebied, een invloedsgebied en een buitengebied. In totaal bestaat het VMHR uit 4.884 zones. Het studiegebied beslaat de deelnemende gemeenten. In totaal zijn dit 2.430 zones. Daaromheen zit een invloedsgebied waarin de zonering wat grover is. In totaal zijn dit 2.005 zones. De gemeente Alphen a/d Rijn is met 407 zones wel gedetailleerd opgenomen inclusief dezelfde functies en parameters als het studiegebied. Het buitengebied strekt zich uit tot de rest van Nederland, België, Luxemburg, Frankrijk en Duitsland. In totaal zijn dit 449 zones. De zonering voor het buitengebied wordt naar buiten toe grover.

2.3.1 Basiszonering

De zonering in het VMHR is als volgt tot stand gekomen. Binnen de regio Holland Rijnland is gebruik gemaakt van een speciale tool ontwikkeld in ArcGIS. Deze tool neemt als startpunt de postcodegebieden op postcode 6 niveau (PC6) en splitst de PC6-gebieden op basis van diverse barrières, zoals snelwegen, spoorlijnen, waterwegen, woongebieden, winkelgebieden en bedrijventerreinen. Vervolgens worden de gesplitste PC6-gebieden weer samengevoegd naar een gewenst aantal zones. Hierbij wordt rekening gehouden met de volgende kenmerken:

- Barrières lopen door de nieuwe zones
- Zones bestaan niet uit verschillende PC4-gebieden
- Zones overschrijden geen gemeentegrenzen

De indeling van de zones in het studiegebied is als volgt tot stand gekomen:

- Stap 1: barrièrebepaling
  In deze stap zijn alle barrières binnen het studiegebied benoemd die bepalend zijn voor de zone-indeling. Belangrijke barrières in het gebied zijn onder andere snelwegen, spoorwegen, waterwegen en gemeentegrenzen. Daarnaast is in sommige gevallen ook de grens van een kern als barrière zichtbaar. Een barrière is over het algemeen infrastructuur die een gebied doorsnijdt en slechts op een beperkt aantal plaatsen te passeren is. Hierdoor is dit bepalend in de routekeuze van verkeer.

- Stap 2: nadere detaillering op postcode-6-niveau.
  Binnen de barrières is vervolgens een indeling gemaakt op postcode-6-niveau. Hier is voor gekozen omdat vanuit gemeenten en het CBS de benodigde data (arbeidsplaatsen, inwonerskenmerken etc.) om de zones te vullen beschikbaar is op dit niveau.

- Stap 3: zone-indeling op basis van zonekenmerken
  Na vaststellen van de barrières en de indeling op postcode-6-niveau zijn verschillende postcode-6-gebieden aan elkaar gekoppeld. Belangrijkste reden hiervoor is dat het aantal zones hiermee wordt beperkt, waardoor de rekentijd voor het verkeersmodel niet enorm toeneemt. De gebieden zijn aan elkaar gekoppeld tot zones waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:
  - Als er door barrières een zone ontstaat met minder dan 10 adressen, dan wordt deze zone samengevoegd met een zone aan de andere kant van de barrière.
  - De zones zijn samengevoegd tot verkeersmodelzones o.b.v. adressendichtheid en gebiedstype (woon, arbeid of combi) binnen een barrièrezone.
  - Gemeentegrenzen worden gerespecteerd. Er worden dus geen PC6-gebieden van verschillende gemeenten samengevoegd.
  - De resulterende zones zijn handmatig nagelopen en aangepast op plekken waar kleinere barrières, zoals sloten en parken, bepalend zijn voor de ontsluitingsstructuur van wijken.

De zonekaarten zijn in basis als concept voorgelegd ter controle, zowel intern als extern bij het kernteam en de individuele gemeenten, waarna alle opmerkingen en aanpassingen zijn verwerkt. Met name in Leiden en Katwijk is naar aanleiding van de controle een gewijzigde zone-indeling in het model verwerkt.

In het invloedsgebied zijn drie verkeersmodellen gebruikt om de zonering te bepalen. Aan de zuidzijde van het studiegebied is de zonering van het verkeersmodel Metropoolregio Rotterdam Den Haag (v-MRDH) versie 2.10 overgenomen. Hierbij zijn de zones dicht bij het studiegebied gemiddeld 1 op 2 overgenomen en verderop richting Rotterdam zijn steeds meer zones samengevoegd tot 1 zone. In bijlage 1 zijn de richtlijnen van de aggregatie van het v-MRDH model opgenomen. Aan de noordzijde is het VENOM model versie 2020 overgenomen. Hierbij is geen aggregatie van de zones toegepast, maar zijn deze 1 op 1 overgenomen. Voor Alphen is de zonering overgenomen uit het Regionaal Verkeersmodel Midden Holland (RVMH) versie 4.0. Tenslotte wordt het invloedsgebied gecomplementeerd door een schil waarin een NRM-West (versie 2022) zonering wordt gehanteerd. Deze schil omvat onder andere de steden Amsterdam, Rotterdam en Utrecht. In totaal omvat het invloedsgebied 2005 zones.

Voor het buitengebied is het NRM 2022 als basis genomen voor de zonering. Hierbij is geaggregeerd naar LMS- of gemeenteniveau. Ook de zonering in het buitenland is verder geaggregeerd. In totaal heeft het buitengebied 449 zones. In bijlage 2 is een kaart van Nederland opgenomen met de verschillende zoneringssystemen per gemeente.

In de tabel hieronder is het resultaat zichtbaar van de zonering van de drie gebieden. In de tabel is zichtbaar welke gebieden zijn benoemd, welke zonevolgnummer erbij hoort (zodat je aan het zonenummer kan zien bij welke gebied het hoort) evenals het aantal gevulde zones en de dummy zones

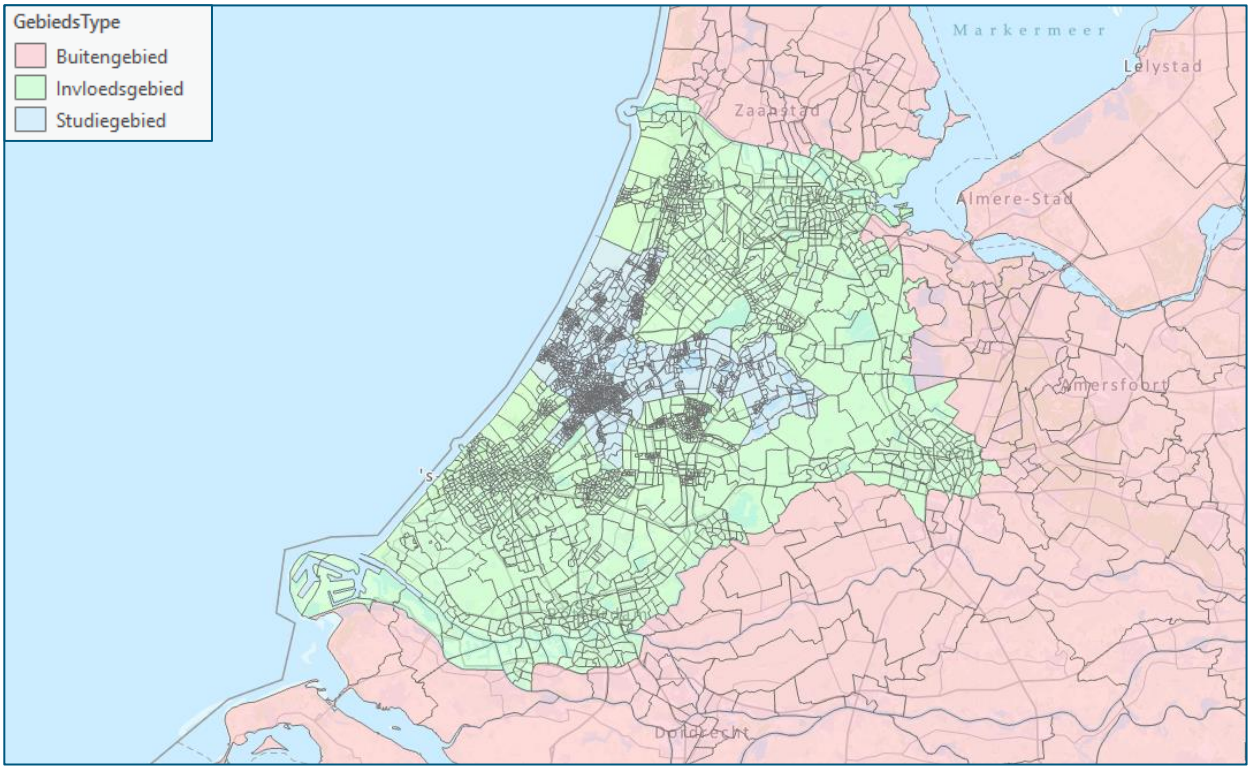
voor ontwikkelingen. De overgebleven zones per volgnummer kunnen uiteraard altijd ook nog worden toegevoegd als sprake is van meer ontwikkelingen dan op dit moment is voorzien met de dummyzones.

Gebied	Zone volgnummer	Aantal zones	Aantal dummyzones voor ontwikkelingen, bijzondere zones, etc.
Leiden	1.400, 1.500, 1.600, 1.700 & 1.800	393	50
Katwijk	900, 1.000 & 1.100	199	50
Hillegom	300 & 400	128	25
Kaag en Braassem	2.400 & 2.500	150	25
Lisse	500 & 600	118	25
Nieuwkoop	2.600 & 2.700	150	25
Noordwijk	00. 100 & 200	190	25
Oegstgeest	1.200 & 1.300	113	25
Teylingen	700 & 800	166	25
Voorschoten	1.900 & 2.000	140	25
Zoeterwoude	2.100	48	25
Leiderdorp	2.220 & 2.300	111	25
Bijzondere voorzieningen	2.800	13	87
NS[1]	2.900 tot 2.950	7	43
Parkeren[2]	2.950 tot 3.000	11	39
Totaal studiegebied	**-**	**1.936**	**520**
Invloedsgebied	**-**	**2.005**	**0**
Buitengebied	**-**	**449**	**-**
Totaal zones	**-**	**4.884**	**520**

Tabel 1: aantal zones per gebied en bijbehorende volgnummers

[1] Dit betreft de NS-stations in het studiegebied (Voorschoten, De Vink, Leiden Lammerschans, Leiden Centraal, Voorhout, Sassenheim en Hillegom). Door deze haltes als separate zones op te nemen is het mogelijk om het voortransport fiets of auto zichtbaar te maken.
[2] Dit betreft parkeergarages of parkeerterreinen die beschikbaar zijn voor o.a. bezoekend verkeer aan de stadscentra en waar zodoende op afstand van de uiteindelijke bestemming wordt geparkeerd. Parkeergarages binnen de bestemming (parkeergarage ziekenhuis, supermarkt of bedrijven) wordt niet apart meegenomen in het verkeersmodel.

Op kaart ziet dit er als volgt uit:



Figuur 2: overzicht totale zonering studiegebied

Deze totale zonering noemen we de “Basiszonering” en bestaat uit 4.884 zones. Dit is inclusief zones voor de prognosejaren om zowel woningbouwplannen als werkgelegenheidsplannen mee te nemen zonder kalibratie-effecten. De gebiedsindeling van het basisjaar is hierdoor gelijk aan de gebiedsindeling van de prognosejaren. Dat wil zeggen dat bij de gebiedsindeling van het basisjaar reeds geanticipeerd is op ruimtelijke plannen door extra zones toe te voegen bij omvangrijke ruimtelijke ontwikkelingen. In het basisjaar zijn deze extra zones leeg (geen sociaaleconomische gegevens).
De zonering is vervolgens gebruikt als basis voor het VMHR.

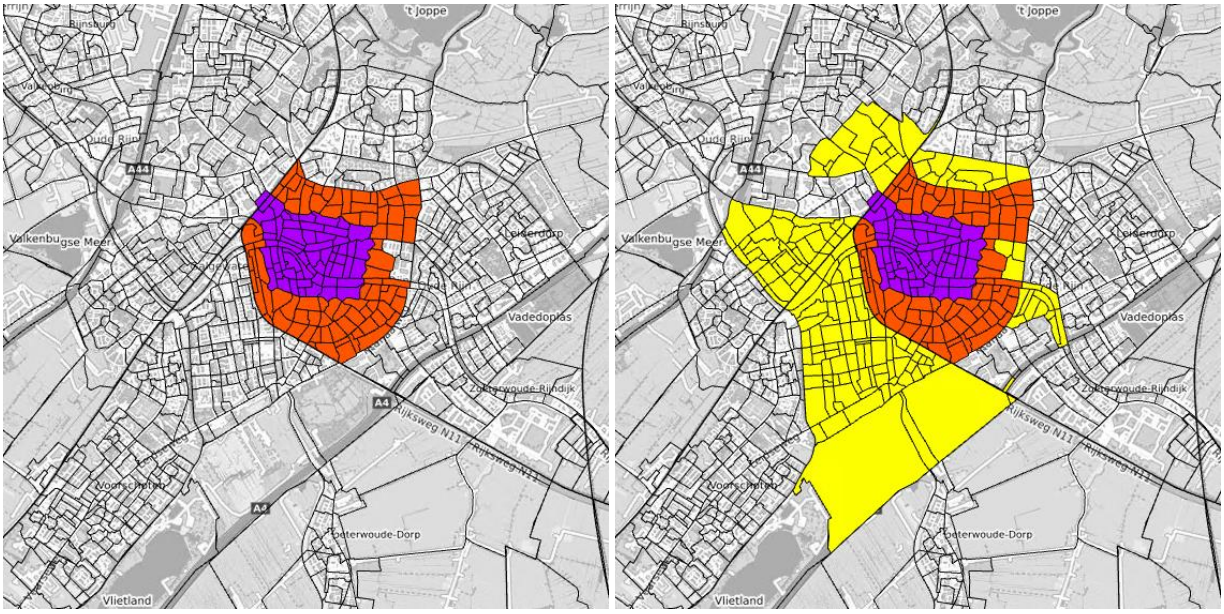
2.3.2 Bijzondere attracties

In het model zijn 13 speciale zones toegevoegd. Deze zones liggen verspreid over het hele studiegebied. Deze zones zijn toegevoegd, omdat het aparte attractiepunten betreft waarvoor het normale attractiemodel geen goede attractiewaardes bepaald. Te denken valt aan sportvelden, pretparken, ziekenhuizen, campings/recreatiepark, toeristische trekpleisters, etc. De attracties van deze zones zijn apart ingevoerd op basis van bezoekersaantallen afkomstig van voorgaande modellen en diverse andere bronnen. Voor de prognose scenario’s zijn de attracties automatisch bijgesteld in het schattingsproces van de tours. He aantal inwoners is maatgevend voor de hoeveelheid verkeer, waardoor de attractiepunten automatisch worden bijgesteld. Een volledige lijst met bijzondere attracties is opgenomen in bijlage 3.

2.3.3 Parkeren

Voor parkeren zijn 11 aparte zones toegevoegd. Dit betreft parkeergarages en grotere parkeerterreinen waar sprake is van parkeren als einddoel. Deze zones hebben geen attractie en er worden dus in eerste instantie geen ritten naar deze zones bepaald door het model. In een speciaal parkeermodel worden achteraf de ritten naar locaties uit de buurt overgeheveld naar de parkeerzones. Wijzigingen met betrekking tot uitbreiding van parkeergebieden en in parkeertarieven zijn voor Gemeente Leiden doorgevoerd voor de prognosejaren. In bijlage 3 is een lijst met parkeervoorzieningen opgenomen. Naast de parkeervoorzieningen zijn ook de gebieden toegevoegd waar betaald parkeren van toepassing is. In de

onderstaande figuren zijn de gebieden in Leiden, Katwijk en Noordwijk zichtbaar waarbij onderlinge verschillen in de tarieven zijn aangehouden conform de bestaande situatie.



Figuur 3: Parkeergebieden Leiden in basisjaar (links) en in prognosejaren (rechts). Parkeerkosten: Paars: hoog, oranje: midden, geel: laag.



Figuur 4: Parkeergebieden Katwijk en Noordwijk. Parkeerkosten: oranje: midden, geel: laag.

2.3.4 Stations

Voor het correct modelleren van het voor- en natransport van en naar de treinstations zijn 7 aparte zones toegevoegd voor de grote treinstations. In het voor- en natransport model worden de reizigers op de voedingslinks van/naar die stations overgeheveld naar de fietsmatrix en openbaar vervoermatrix (bus). Bij de stations is onderscheid gemaakt tussen de IC-stations en niet IC-stations. Dit onderscheid is gemaakt om de aantrekkelijkheid en reikwijdte van een intercitystation mee te nemen in het verkeersmodel. Het voor/na transport is zodoende per station type goed in te stellen. In bijlage 3 is een lijst met stations en typering opgenomen.

2.4 Modaliteiten

Het VMHR maakt onderscheid in de volgende hoofdvervoerwijzen:

- Auto (bestuurder)
- Openbaar vervoer
    - Treinen
    - Bussen
- Fiets (combinatie gewoon en elektrisch)
- Vracht
    - Zwaar
    - Middelzwaar
    - Bestel-Lang
    - Bestel-Kort

De modaliteiten lopen en autopassagier worden niet gemodelleerd. In het tour-based model worden de hoofdmodaliteiten voor personenvervoer gemodelleerd. Voor openbaar vervoer wordt de keuze van voor- en natransport pas later onderscheiden in het voor- en natransportmodel. Als voor- en/of natransport voor het openbaar vervoer komt lopen wel voor. In eerste instantie worden de totale verplaatsingen met het openbaar vervoer bepaald ongeacht voor- of natransport. Voor fietsers wordt de combinatie van gewone fietsers en elektrische fietsers bepaald. Er wordt daarbij rekening gehouden met het marktaandeel van elektrische fietsen. Vracht wordt in een apart zwaartekrachtmodel gemodelleerd.

Bij de toedeling voor motorvoertuigen worden drie modaliteiten onderscheiden en worden een paar modaliteiten bij elkaar opgeteld:

- Personenauto's: auto en bestel-kort
- Middelzwaar vrachtverkeer: middelzwaar en bestel-lang
- Zwaar vrachtverkeer: zwaar

2.5 Dagdelen

Het model onderscheidt drie dagdelen:

- Ochtendspits: 7:00-9:00 uur
- Avondspits: 16:00-18:00 uur
- Restdag: Overige deel van de dag

Daarnaast worden ook de resultaten voor etmaal gegenereerd. Dit is de som van de drie dagdelen bij elkaar opgeteld. Bij het tonen van de modelresultaten, via plots of in Nebula, is altijd een 1-uurs waarde zichtbaar. Voor de ochtend- en avondspits betreft dit ½ deel van de totale spitswaarde. Voor de restdag betreft dit 1/12 deel van de totale waarde voor de restdag. De sommatie van de etmaal periode is zodoende 2 x ochtend + 2x avond + 12 x restdag.

2.6 Netwerken

Het netwerk bevat in principe alle infrastructuur (wegen, fietspaden en rails) die van belang is voor het goed functioneren van het VMHR. Ook voor het basisjaar en voor de prognoses wordt uitgegaan van hetzelfde basisnetwerk. In de prognosejaren worden met behulp van "network geometries" delen van het netwerk aan- en/of uitgezet en worden kenmerken overschreven met zogenaamde "network overrides".

Het netwerk is gebaseerd op het NWB 2018, waarbij het netwerk van zowel auto, fiets als OV is gecontroleerd door RHDHV, de gemeenten zelf en de Provincie Zuid-Holland. Hierbij zijn ontbrekende wegen toegevoegd, éénrichtingswegen ingesteld, fietsverbindingen aangebracht en geoptimaliseerd wat betreft snelheid, capaciteit en aantal rijstroken. Tijdens de verwerking door RHDHV en controle van de gemeente zijn veel onjuistheden uit het netwerk gehaald en correct toegevoegd.

2.6.1 Wegtypes

Om het netwerk zo nauwkeurig mogelijk te modelleren is ervoor gekozen om twee wegtypes toe te voegen aan de reeds bestaande wegtypes in Aimsun, namelijk een erftoegangsweg 15 km/u (woonerf) en fietsstraat (dezelfde eigenschappen als een ETW30). Het toevoegen van het woonerf moet ongewenste routekeuzegedrag door wijken voorkomen. De fietsstraat stelt de gebruiker van het model in staat om het fietsnetwerk goed te beoordelen aangezien een ETW30 die onderdeel is van het fietsnetwerk vaak wordt ingericht als fietsstraat. Ook is de modelsnelheid voor fiets op deze route hoger t.o.v. de reguliere ETW30 zodat de route als geheel aantrekkelijker is voor het fietsverkeer.

In het model worden de volgende wegtypes onderscheiden:

Wegtype hoofdgroep	Algemene kenmerken	Mogelijke wegtype
01_Autosnelweg	Stroomweg voor lange afstandsverkeer Gescheiden rijbanen met 1 of meerdere rijstroken Geen langzaam verkeer op de rijbaan Geen erfaansluitingen Maximumsnelheid 130, 120 of 100 km/uur	• 01a_autosnelweg_130 • 01b_autosnelweg_120 • 01c_autosnelweg_100 • 01d_autosnelweg op-/afrit
02_Autoweg	Stroomweg: continue doorstroming met een hoge snelheid Buiten de bebouwde kom, 2*2 en 2*1 rijstroken Geen langzaam verkeer op de rijbaan Geen erfaansluitingen Maximumsnelheid meestal 100 km/uur	02_Autoweg
03_GOW_BUBEKO	Gebiedsontsluitingsweg, verbindende schakel tussen erftoegangsweg en auto(snel)wegen Buiten de bebouwde kom, 80 km/uur, 2*2 en 2*1 rijstroken Kruispunten gelijkvloers (VRI, voorrang of rotonde) Geen langzaam verkeer op de rijbaan Geen tot een beperkt aantal erfaansluitingen	03_GOW_Gesloten
03_GOW_BUBEKO	Gebiedsontsluitingsweg, verbindende schakel tussen erftoegangsweg en auto(snel)wegen Buiten de bebouwde kom, 80 km/uur, 2*2 en 2*1 rijstroken Kruispunten gelijkvloers (VRI, voorrang of rotonde) Geen langzaam verkeer op de rijbaan Geen tot een beperkt aantal erfaansluitingen	04-GOW_Gemengd
05a_ETW_bubeko	Weg bedoeld voor het toegankelijk maken van erven Buiten de bebouwde kom, 60 km/uur, 2*1 rijstroken Gelijkwaardige kruispunten Langzaam verkeer op de rijbaan (fiets)suggestiestroken	• 05a_ETW_bubeko_breed • 05b_ETW_bubeko_smal • 05c_ETW_bubeko_fietsstraat • 05d_ETW_bubeko_zandweg • 05e_ETW_bubeko_smal_80
06_GOW_BIBEKO	Stedelijke stroomweg Buiten de bebouwde kom, 70 km/u, 2*2 en 2*1 rijstroken Kruispunten ongelijkvloers en gelijkvloers (VRI of rotonde) Geen langzaam verkeer op de rijbaan Geen tot een beperkt aantal erfaansluitingen	06a_Stadsontsluitingsweg 70
	Stedelijke gebiedsontsluitingsweg Buiten de bebouwde kom, 50 km/u, 2*2 en 2*1 rijstroken Kruispunten gelijkvloers met VRI, voorrang of rotonde Geen langzaam verkeer op de rijbaan	06b_Stadsontsluitingsweg 50
	Secundaire gebiedsontsluitingsweg met fietsers op de rijbaan Binnen de bebouwde kom, 50 km/u, 2*2 en 2*1 rijstroken Kruispunten gelijkvloers met VRI, voorrang of rotonde Langzaam verkeer op de rijbaan (suggestiestroken)	07_Wijkontsluitingsweg
08_ETW_Bibeko	Toegangsweg naar woonwijken en ontsluiting van erven Binnen de bebouwde kom, 30 km/uur, 2*1 rijstroken	• 08a_ETW_bibeko
	Verschijningsvormen breed (hogere rijsnelheid), fietsstraat en wettelijke snelheid 50 km/uur (niet Duurzaam Veilig ingericht)	• 08a_ETW_bibeko_breed
	Gelijkwaardige kruispunten	• 08a_ETW_bibeko_fietsstraat
	Langzaam verkeer op de rijbaan	• 08a_ETW_bibeko_50
09_Veerverbinding	Veerverbinding	09_Veerverbinding
10_Fietspad	Vrijliggende fietsverbinding	10_Fietsverbinding (Vrijliggend)
17_Parkeren	Parkeerwegvakken	17_Parkeren
08_ETW_Bibeko	Servicewegen binnen de bebouwde kom	50_service_EigenWeg_bibeko
05_ETW_Bubeko	Servicewegen binnen de bebouwde kom	50_service_EigenWeg_bubeko

Tabel 2: overzicht verschillende wegtyperingen in Aimsun

In bijlage 4 is een tabel opgenomen waarin per wegtype de belangrijkste modelkenmerken staan vermeld, zoals wettelijke snelheid, vrije snelheid, capaciteiten en vertragingsfunctie (VDF).

Bij elk wegtype kan opgegeven worden welke voertuigtypes gebruik mogen maken van een wegtype. Een voertuigtype is weer gekoppeld aan een vervoerwijze. Ook de vertragingsfunctie die gebruikt moet worden hoort bij het wegtype en is afhankelijk van de wettelijke snelheid en het aantal rijstroken.

In sommige gemeenten kan sprake zijn van afwijkende wegcategorieën, zoals de wijkontsluitingsweg in Leiden. Ook deze wegen krijgen een wegtypering conform tabel 2. Echter is het mogelijk om de kenmerken aan te passen waardoor de kenmerken passen bij de gemeentelijke keuze. Daarnaast kunnen in het verkeersmodel naast wettelijke snelheden ook modelsnelheden worden toegepast. Voor de wegvakken kunnen hogere of lagere modelsnelheden ingevoerd worden ten behoeve van de routekeuze in het verkeersmodel. Dit kan zowel voor een volledig wegtype als bij incidentele wegvakken. In de plot van de modelsnelheid kan worden gezien voor welke specifieke wegen een andere modelsnelheid is toegepast dan de beoogde modelsnelheid. Door op specifieke wegen maatwerk te leveren wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de verkeerssituatie in het basisjaar of prognosejaar.

De fietssnelheden zijn gebaseerd op wegtypen. In het verkeersmodel wordt onderscheid gemaakt in 4 categorieën fietssnelheden:

- 12 km/u voor de erftoegangswegen binnen bebouwde kom waaronder fietsstraten
- 15 km/u voor de overige wegen binnen bebouwde kom
- 18 km/u voor vrij liggende fietsverbindingen en wegen buiten bebouwde kom
- 21 km/u voor fietssnelwegen

2.6.2 Kruispunttypes

Aan de kruispunten zijn het kruispunttype en de voorrangsrichtingen toegekend. De volgende kruispunttypes worden onderscheiden:

- Niet gedefinieerd
- Gelijkwaardig
- Voorrang
- (i)VRI
- Rotonde
- Spoorwegovergang
- Doseerlicht

Aan de afslagbewegingen van de kruispunttypes zijn vertragingsfuncties (JDF) voor auto/vracht toegekend en voor fiets vaste vertragingen per kruispunt. Deze zijn afhankelijk van het kruispunttype en de voorrangsrichting. In het VMHR zijn niet alle kruispunten in het netwerk opgenomen. Standaard zijn alle kruispunten waarbij minimaal één van de kruisende weg een snelheid van 50 km/u of hoger heeft opgenomen in het model. Het opnemen van alle kruispunten in het model is, gelet op de toename in rekentijd die dit vraagt, niet wenselijk. Kruispunten waarvan gemeenten zelf hebben aangegeven dat ze wel belangrijk zijn in het netwerk ondanks dat de kruisende wegen allemaal een snelheid van 30 km/u of lager hebben zijn wel opgenomen in het model.

2.6.3 Tol en vrachtwagenheffing

Elk wegvak in het netwerk bevat kenmerken voor de maximumsnelheid, de capaciteit, het aantal stroken en het wegtype. Voor tol- en vrachtwagenheffing zijn een aantal speciale velden toegevoegd die kunnen worden meegenomen tijdens het route zoeken en het bepalen van de weerstandmatrices.[3]. Dit zijn de volgende velden:

Kostencomponent	Gebruik	Veld
Fixed Cost	Vaste tol voor auto in euro	User Defined Cost
Variable Cost	Variabele tol voor vracht in euro/km	User Defined Cost 2
Extra Cost	Vaste tol voor vracht in euro	User Defined Cost 3

Tabel 3 kostencomponenten voor tol- en vrachtheffing

‘De waarden voor de tolheffing verschillen per jaar en zijn beschreven in hoofdstuk 4.’

2.7 Zone aansluitingen

Zones zijn zo waarheidsgetrouw mogelijk op het netwerk aangesloten. Waar relevant zijn meerdere voedingslinks toegepast. Zonezwaartepunten in het studiegebied zijn gebaseerd op adressendichtheid van de betreffende zone. Op basis daarvan is de zoneconnector aangesloten op het dichtstbijzijnde netwerk van het zwaartepunt, zijnde niet een hoofdweg (prOViNciale weg, snelwegen, gebiedsontsluitingswegen). Als alle zones zijn gedefinieerd en het netwerk vaststaat moeten de zones nog aangesloten worden op het netwerk. Deze aansluitingen zijn verschillend per modaliteit. De aansluiting van de zones zijn voorgelegd aan het kernteam en de gemeenten waarna correcties zijn verwerkt op de zoneaansluitingen.

2.7.1 Zone aansluiting op wegen

In het studiegebied van VMHR is een fijnmazig netwerk aanwezig waarop de zones worden ontsloten. Via dit fijnmazige interne netwerk wordt vervolgens het verkeer ontsloten op de hoofdwegen. Per zone is de aansluiting van de zone als volgt verwerkt:

A. Zones met een mogelijke ontsluiting aan meerdere zijden van de zone worden in het midden aangesloten door middel van 1 voedingspunt.
B. Zones met aan barrière aan 1 zijde hebben een voedingspunt aan de zijde waar de barrière zich bevindt.
C. Zones waarbij niet alle wegen op elkaar aansluiten, hebben meerdere voedingspunten zodat het verkeer zoveel als mogelijk gelijkmatig de zone verlaat.



Figuur 5 verschillende type zone aansluiting in VMHR

2.7.2 Zoneaansluitingen op fietspaden

De voedingspunten vanuit de module fiets zijn gelijk aan de voedingspunten op wegen.

2.7.3 Zoneaansluitingen Openbaar Vervoer

Voor het openbaarvervoer is een soortgelijk proces doorlopen waarbij de zones op de bushaltes en treinstations zijn aangesloten. Hierbij is uitgegaan van gangbare afstanden voor het voor- en natransport naar een bus- of treinstation. De zones zijn aangesloten op basis van de volgende afstandscriteria:

- Bushaltes: alle zones waarvan het zonezwaartepunt binnen een straal van 500 meter ligt en waarbij de zone niet met een dichterbij gelegen bushalte is verbonden van dezelfde lijn. Dezelfde methodiek wordt gehanteerd in het NRM.
- Bushaltes van hoogwaardige buslijnen met fietsparkeerfaciliteiten: alle zones waarvan het zonezwaartepunt binnen een straal van 1.500 meter ligt.
- Sprinterstations: alle zones waarvan het zonezwaartepunt binnen een straal van 1.500 meter ligt.
- Sprinterstations met P+R-functie: alle zones waarvan het zonezwaartepunt binnen een straal van 2.500 meter ligt.
- Sprinterstations in het buitengebied: alle zones waarvan het zonezwaartepunt binnen een straal van 3.000 meter ligt.

- Intercitystations: alle zones waarvan het zonezwaartepunt binnen een straal van 4.000 meter ligt.

Zones die na het uitvoeren van bovenstaande criteria nog niet zijn aangesloten op een bus of treinstation, zijn aangesloten op het dichtstbijzijnde bus of treinstation.

2.8 Waarnemingen (OViN)

Voor de parameterschatting zijn we afhankelijk van een goede set waarnemingen. Hiervoor gebruiken we het “Onderzoek Verplaatsingen in Nederland” (OViN). Om voldoende waarnemingen te hebben “stapelen” we de waarnemingen van de jaren 2015 t/m 2017. Daarmee hebben we meer dan 100.000 personen in de steekproef. In 2018 heeft het CBS de structuur van het onderzoek aangepast, het onderzoek heet nu Onderweg in Nederland (ODiN). Het ODiN is niet meegenomen, omdat vanwege de aangepaste onderzoeksopzet ten opzichte van OViN een trendbreuk ontstaat en daardoor de waarnemingen niet zomaar te combineren zijn.

Voor de schatting van de parameters voor de VMHR hebben we in eerste instantie de data voor heel Nederland gebruikt. Op basis van deze data hebben we keuzes gemaakt over de mee te nemen persoonstypes en tour-types. Voor het bepalen van de keuzeparameters zou het beter zijn om alleen waarnemingen in Holland Rijnland mee te nemen. De hoeveelheid waarnemingen in Holland Rijnland binnen OViN zijn echter onvoldoende om dat te doen. Wel is tijdens de modelbouw op een aantal onderdelen afgeweken van het OViN. Indien dit is gebeurd wordt dit verderop in de technische rapportage toegelicht.

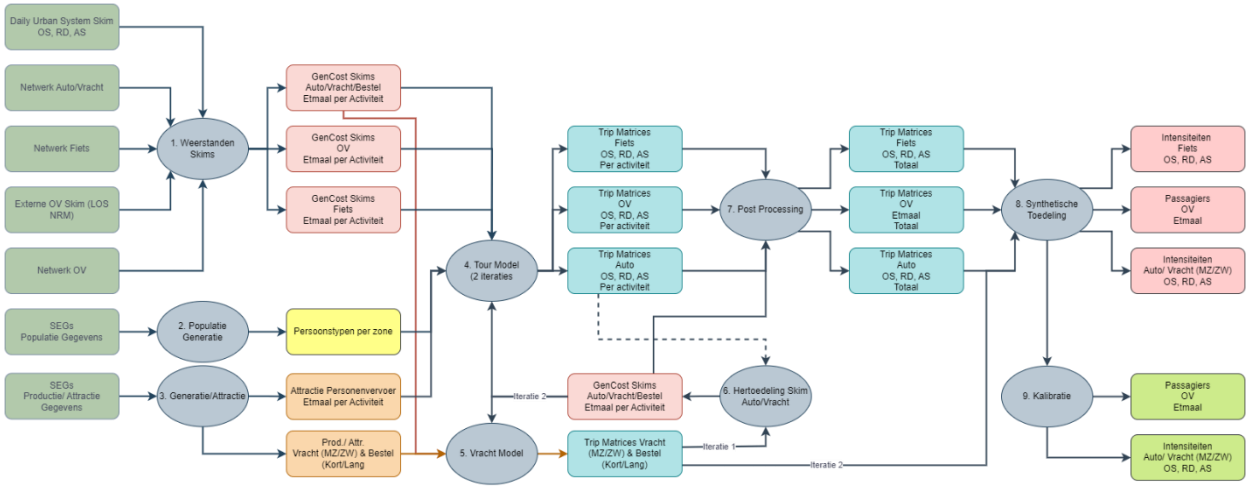
2.9 Analysemogelijkheden

Het VMHR kent uitgebreide analyse- en rapportagemogelijkheden. Met het verkeersmodel kunnen o.a. de volgende analyses uitgevoerd worden:

- Effecten van modelvarianten met:
    - Nieuwe infrastructuur of netwerkwijzigingen.
    - Nieuwe dienstregelingen en openbaarvervoerlijnen.
    - Gewijzigde sociaaleconomische gegevens (woningbouw, nieuwe bedrijventerreinen, etc.).
    - Gewijzigde beleidsinstellingen, zoals bijvoorbeeld thuiswerken, kostenveranderingen.
    - Gewijzigd parkeerbeleid.
- Selected links of zones, waarmee inzicht verkregen wordt in de herkomst en bestemming van verkeer dat van een bepaald deel van het mobiliteitssysteem gebruik maakt of van/naar een bepaald gebied reist.
- Intern-extern-doorgaand verkeer analyse voor inzicht in de samenstelling van het verkeer op het wegennet naar intern (herkomst en bestemming in het gebied), extern (herkomst of bestemming in het gebied) en doorgaand (geen herkomst en geen bestemming in het gebied) verkeer.
- Matrixindikkingen voor inzicht in de verkeersrelaties tussen gebieden.
- Rapportages van bereikbaarheidskenmerken, met de gemiddelde hemelsbrede verplaatsingssnelheid per tijdsperiode en vervoerswijze naar andere zones en het aantal inwoners, arbeidsplaatsen en leerlingplaatsen binnen 30 en 60 minuten reistijd vanaf een bepaald gebied.
- Isochronenkaarten op basis van berekende reistijden, afstanden en gegeneraliseerde kosten per vervoerswijze en isochronenkaarten met reistijdverhoudingen tussen vervoerswijzen vanuit een gebied naar andere gebieden.
- Rapportages van de verkeers- en netwerkprestaties, met aantal voertuigkilometers, totale reistijd en aantal voertuigverliesuren voor (vracht)auto, met onderscheid naar wegcategorie en binnen/buiten bebouwde kom en aantal kilometers en totale reistijd voor OV en fiets.
- Rapportages met het welk percentage van het netwerk dat voldoet aan bepaalde condities, zoals bijvoorbeeld IC-verhoudingen al dan niet > 0,9 en etmaalwaarden al dan niet hoger dan streefwaarden voor leefbaarheid.

3 Modelsysteem

In dit hoofdstuk wordt de structuur van het regionaal model beschreven. Dit model bestaat uit een tour-based model voor het personenverkeer en een zwaartekrachtmodel voor het vrachtverkeer. In onderstaand stroomdiagram is de structuur van het VMHR weergegeven.



Figuur 6: modelsysteem

Het VMHR doorloopt 9 processen. In het eerste proces worden de Level-Of-Service matrices bepaald voor de verschillende vervoerwijzen. In het tweede proces wordt de populatie gegenereerd. In het derde proces worden de generatie en de attractie van verkeer bepaald. De generatie is alleen voor vrachtverkeer nodig, omdat de generatie van personenverkeer wordt bepaald door populatie en de tourfrequenties. De attractie is voor zowel vracht als het personenverkeer nodig. In het vierde proces bepaalt het tourmodel de personen verplaatsingen en in het vijfde proces het vrachtmodel de vracht verplaatsingen. Na de eerste keer runnen worden de Level-Of-Service matrices voor auto en vracht opnieuw bepaald (proces 6) door middel van een toedeling om het effect van congestie goed mee te nemen. Zowel het tourmodel als het vrachtmodel worden dan nog een keer gerund. In proces 7 wordt het voor- en natransportmodel gerund. In proces 8 worden de matrices toegedeeld aan het netwerk. In proces 9 worden de matrices uit dit model gekalibreerd naar de tellingen. In het laatste proces worden deze matrices toegedeeld aan het netwerk. Het proces voor het basisjaar en voor het prognosejaar is vrijwel identiek. In het prognosejaar wordt in plaats van de kalibratie een “kalibratie-effect” meegenomen en zijn er dus geen tellingen.

In dit hoofdstuk wordt het tourmodel voor personenverkeer en het vracht model voor vrachtverkeer in de volgende twee paragrafen apart in verder detail toegelicht. Omdat bij de toedeling het personenverkeer en het vrachtverkeer weer bij elkaar komen wordt dit toegelicht in paragraaf 3. Het hoofdstuk sluit af met een beschrijving van het kalibratieproces.

3.1 Tourmodel voor personenverkeer

Het personenmodel is een zogenaamd Tour-based model. Een tour is een combinatie van een aantal verplaatsingen die in een soort rondrit gemaakt worden. Een tour begint en eindigt altijd thuis. In een tour worden een aantal “activiteiten” uitgevoerd, zoals Werken, Winkelen, Onderwijs, etc. Een tour bestaat dus uit een aantal trips en kan over de hele dag verspreid zijn (24 uur). De modaliteitskeuze wordt voor de hele tour gemaakt en is daarmee automatisch consistent. In het model worden een aantal tour-types onderscheiden. Een tour-type kan zijn een *Home-Work-Home* tour. Een ander tour-type is een *Home-Shop-Home* tour. Een tour met meer dan één activiteit is bijvoorbeeld een *Home-Work-Shop-Home* tour. Het studiegebied van een tour-based model is verdeeld in zones net zoals een traditioneel model. De inwoners in elke zone worden echter in persoons-types verdeeld, bijvoorbeeld op leeftijd, inkomen, werk, etc. Voor elke persoonstype is het gedrag verschillend en zijn de tours langs de activiteiten verschillend,

de bestemmingskeuze is verschillend en ook de vervoerwijze keuze is verschillend. Het tourmodel is per definitie “single-constraint”. Dat betekent dat de ritten alleen aan de herkomst kan vastliggen. De attracties worden gebruikt om de tours te verdelen over de bestemmingen. Ten einde een betere fit te krijgen op de attracties wordt het tourmodel iteratief toegepast. In elke iteratie krijgen attracties waarvan het aantal aankomsten te hoog of te weinig is aangepast door middel van een gewicht. Op deze manier ontstaat toch een “double-constraint” model.

3.1.1 Model opzet

Voor de bouw van een tourmodel is het nodig om vooraf twee zaken vast te leggen:

- welk type en combinatie van activiteiten (tabel 4) kan een tour bevatten?
- welke persoonstypes (tabel 6) worden gemodelleerd?

Als dit is bepaald moet per persoonstype worden vastgesteld welke tours zij maken en hoe vaak. Voor de bestemmingskeuze zijn vervolgens attracties nodig per activiteitstype. Tot slot moeten voor het bepalen van de verdeling over bestemmingen en vervoerwijzen gegevens over de Level-Of-Service worden ingevoerd. In de volgende paragrafen worden de keuzes die hiervoor gemaakt zijn toegelicht.

3.1.1.1 Activiteiten

In het OViN worden motieven van verplaatsingen onderscheiden wat eigenlijk gelijk staat aan activiteiten. In totaal worden er in OViN 14 motieven onderscheiden. Dat is voor een verkeersmodel te veel. Er ontstaan dan erg veel mogelijke tour-types. Bovendien wordt de data in OViN te “dun” om verantwoord parameters te schatten. In de praktijk wordt dus altijd een aantal motieven samengevoegd. In onderstaande tabel staat welke motieven we daarvan meenemen als activiteiten en welke motieven we samenvoegen. De verplaatsingen van het motief ‘afhalen/brengen goederen’ worden niet meegenomen vanuit het OViN, omdat deze verplaatsingen grotendeels worden ondervangen in het vrachtmodel.

Nr	Naam in OViN	In Model
1	Naar huis	Home
2	Werken	Work
3	Zakelijk	Business
4	Vervoer als beroep	Business
5	Afhalen/brengen personen	Deliver
6	Afhalen/brengen goederen	-[4]
7	Onderwijs	Education
8	Winkelen	Shop
9	Visite/logeren	Other
10	Toeren/wandelen	Other
11	Sport/hobby	Other
12	Overig vrije tijd	Other
13	Diensten/persoonlijke verzorging	Shop
14	Ander doel	Other

Tabel 4: Verwerking motieven in het model

De motieven die samengenomen worden, bevatten bij elkaar voldoende data om de parameters te schatten. Het motief “halen/brengen” wordt meestal niet meegenomen in modellen, maar in het model voor Holland Rijnland gebeurt dit wel. De redenatie is dat juist met tour-gebaseerde modellen dit motief goed meegenomen kan worden. Er zijn voldoende waarnemingen in dit motief om parameters te schatten.

Het model bevat dus uiteindelijk zeven activiteiten. Elke activiteit wordt afgekort met 1 letter en we gebruiken Engelse termen. Dit maakt de notatie van een tour-type wat compacter en er ontstaan geen problemen als we Winkel, Woon en/of Werk moeten afkorten tot 1 letter.

[4] *Onderdeel van het vrachtmodel*

Nr	Motief	Motiefnaam (afkorting)
1.	Naar huis	Home (H)
2.	Werken	Work (W)
3.	Zakelijk	Business (B)
4.	Halen/Brengen	Deliver (D)
5.	Onderwijs	Education (E)
6.	Winkelen	Shop (S)
7.	Overig	Other (O)

Tabel 5 overzicht uiteindelijke motieven in het VMHR

In het vervolg van dit document worden zoveel mogelijk de 1-letterige afkorting gebruikt voor activiteiten. Ook in de software (scripts) wordt deze notatie gebruikt.

3.1.1.2 Tour-types

Op basis van de activiteiten kunnen heel veel verschillende tour-types samengesteld worden. De eenvoudigste tour-types bevatten één activiteit. Met de vastgestelde activiteiten zijn dat zes tour-types: H-W-H, H-B-H, H-D-H, H-E-H, H-S-H en H-O-H. Er kunnen 36 Tour-types opgesteld worden met twee activiteiten: H-W-W-H, H-W-B-H, H-W-D-H, H-W-E-H, H-W-S-H, H-W-O-H, etc. Er kunnen 216 tour-types met drie activiteiten opgesteld worden, met vier activiteiten zijn het er 1.296.
In het tour-model moeten de tour-types die meegenomen worden van tevoren vastgesteld worden. Het aantal tour-types heeft direct invloed op de rekentijd en het is dus van belang om het aantal tour-types te beperken. Daarnaast neemt de rekentijd met elke extra activiteit in een tour kwadratisch toe.

Op basis van de OViN waarnemingen hebben we onderzocht hoe vaak bepaalde tour-types voorkomen. In de bijgevoegde tabel wordt het percentage getoond hoe vaak tour-types voorkomen op basis van het aantal activiteiten in een tour.

# Activiteiten	Frequentie
1	82.5%
2	12.3%
3	3.6%
4	< 1.6%

Deze analyse laat zien dat tour-types met meer dan twee activiteiten erg weinig voorkomen (minder dan 5.2%). Bovendien is het aantal tour-types dat is op te stellen met drie of vier activiteiten enorm groot (1512). Elk afzonderlijk tour-type in deze categorie is vervolgens weer erg zeldzaam (< 0.1%).

Op basis van deze analyse is besloten om tour-types met meer dan 3 activiteiten niet te modelleren. Dat scheelt enorm veel rekentijd en het gaat maar om een hele kleine hoeveelheid van de tours die gemaakt worden. Om te voorkomen dat er waarnemingen worden weggegooid, worden deze tour-types omgezet in kortere tour-types met twee activiteiten. Deze reductie vindt plaats door de activiteit in de tour met de kortste verblijfsduur weg te laten. Dus als bijvoorbeeld in de tour: H-W-S-O-S-H de tweede Shop (S) activiteit de kortste verblijfduur heeft, wordt deze tour omgezet in een H-W-S-O-H tour.

Het aantal tour-types dat nu over blijft is nog steeds erg groot en sommige tour-types daarin zijn erg zeldzaam. Omdat het tour-model een prioriteit volgt in activiteiten, is besloten om het aantal activiteiten tussen Home en de primaire activiteit te beperken tot één. Voor het bepalen van de primaire activiteit wordt de volgende volgorde gebruikt: W-B-E-D-S-O. De bestemming van de activiteit met de hoogste prioriteit in een tour wordt als eerste bepaald. Ook de vervoerwijze wordt daarop gebaseerd. Door deze regel is besloten om tours waarin meer dan één activiteit voor of na de primaire activiteit zit te reduceren tot één. Ook hier wordt de activiteit met de kortste verblijfsduur verwijderd.

Van alle tours die nu overblijven wordt vervolgens per persoonstype bepaald hoe vaak ze voorkomen. Alle tours met een frequentie lager dan 0,5% worden opnieuw vereenvoudigd. Hier wordt weer de activiteit met de kortste verblijfsduur verwijderd. Na vereenvoudiging blijven er per persoonstype tussen de 15 en de 20 tourtypes over.

Doordat er bepaalde tours worden ingekort, neemt het aantal ritten dat in het model wordt gemodelleerd af. Om dit te voorkomen, hogen we alle tours op, zodat het aantal ritten voor en na inkorting identiek blijft en er dus geen ritten verloren gaan.

Omdat in het model uiteindelijk de frequentie per tour-type per persoonstype bepaald moet worden is per persoonstype een lijst met tour-types opgesteld. Dit heeft uiteindelijk geleid tot ongeveer 15 à 20 tour-types per persoonstype. Dit zorgt ervoor dat het tour-model binnen redelijke tijd doorrekent.

3.1.1.3 Persoonstypes

In een tour-based model begint elke tour thuis en eindigt ook weer thuis. Dit betekent dat de totale productie van personenverkeer in het model volledig bepaald wordt door de inwoners. Omdat inwoners niet allemaal hetzelfde zijn worden ze ingedeeld in zogenaamde persoonstypes. Voor elk persoonstype wordt het gedrag apart geschat. Dit betreft de volgende onderdelen:

1. Tour-frequentie keuze: Het aantal tours per tour-type.
2. Bestemmingskeuze en vervoerwijzekeuze: De distributiefunctie per activiteit en vervoerwijze.
3. Dagdeelkeuze: De verdeling over de dagdelen per rit van een tour-type

Net zoals het aantal tour-types beïnvloedt het aantal persoonstypes de rekentijd van het model. Het is dus van belang om het aantal persoonstypes zoveel mogelijk te beperken. In eerste instantie kan op basis van de gegevens in OViN onderscheid gemaakt worden in een aantal kenmerken per persoon waarin voor elk kenmerk een aantal categorieën onderscheiden kan worden. In onderstaande tabel zijn een aantal belangrijke kenmerken benoemd:

Kenmerken	Categorieën	Aantal
Geslacht	Man/Vrouw	2
Leeftijd	0-5, 5-10….75-80, > 80	18
Werkstatus	Geen, Parttime, Fulltime	3
Huishouden	Single, Paar, 1 Kind, 2+ Kind, etc.	8
Inkomen	<10k, <20k, <30k, <40k, <50k, > 50k	6
Autobezit	0, 1, 2, 3+	4
Rijbewijs	Ja/Nee	2
Opleiding	Geen, Basis, LBO, MBO, HBO/WO	5
Stedelijkheidsgraad	1, 2, 3 ,4, 5	5

Tabel 6: overzicht persoonskenmerken

Bovenstaande tabel is een voorbeeld met de belangrijkste kenmerken. Het OViN bevat nog meer persoonlijke kenmerken. Op basis van bovenstaande kenmerken kunnen al zeer veel persoonstypes samengesteld worden (1.036.800). Dit is veel te veel om te modelleren. Om het aantal persoonstypes te reduceren is gekeken naar de volgende aspecten:

1. Welke kenmerken gebruikt het NRM
2. Welke kenmerken zijn beschikbaar per zone
3. Welke kenmerken zijn voldoende onderscheidend
4. Hoeveel waarnemingen zijn er bij bepaalde combinaties van kenmerken

Het mag duidelijk zijn dat met meer dan 1 miljoen persoonstypes en 100.000 waarnemingen niet eens iedere persoon wordt waargenomen. Daarnaast is het zo dat niet iedere combinatie realistisch is. Een kind tussen 0 en 5 jaar met een rijbewijs komt bijvoorbeeld niet voor.

Op basis van bovenstaande criteria is bepaald om de volgende kenmerken mee te nemen.

Kenmerken	Categorieën	Aantal	Soort kenmerk
Leeftijd	0-17, 18-34, 35-65, 65+	4	Persoon
Werkstatus	Geen, Parttime, Fulltime	3	Persoon
HH-Autobezit	1 auto, 2 auto's of meer, geen auto	3	Persoon
Stedelijkheidsgraad PC4-gebied	1, 2, 3 ,4, 5	5	Zone
Gemiddeld inkomen PC4-gebied	0-38k – 38-46k, 46k+	3	Zone

Tabel 7: overzicht persoonskenmerken die meegenomen worden in het model

Omdat zowel de stedelijkheidsgraad als het gemiddeld inkomen een zonekenmerk is, geldt voor alle persoonstypen binnen de zone dezelfde stedelijkheidsgraad en het gemiddeld inkomen. Het toepassen van deze zonekenmerken heeft zodoende geen invloed op de rekentijd. Het model rekent uiteindelijk met 36 (4*3*3) verschillende persoonstypes.

Voor het gemiddeld inkomen is bepaald dat dit wordt meegenomen op basis van het gemiddeld inkomen van het postcode 4-gebied waar de persona woont. In figuur 5 is zichtbaar dat bij de inkomensgrens 0 – 38k, 38k – 46k en 46k+ de onderlinge verhouding in stand blijft, waarbij wel zichtbaar is dat in West Nederland relatief meer inwoners zijn met een hoog inkomen dan in heel Nederland.

Inkomens		Heel Nederland			Alleen West-Nederland		
Ondergrens	Bovengrens	Laag	Gemiddeld	Hoog	Laag	Gemiddeld	Hoog
35k	45k	19%	45%	36%			
37.5k	47.5k	27%	49%	24%	28%	40%	32%
38k	46k	30%	39%	31%	31%	31%	38%
39k	46k	34%	35%	31%	35%	27%	38%
40k	50k	38%	46%	15%	38%	40%	22%

Percentages zijn gewogen met het aantal inwoners

Figuur 7 verdeling persona's bij verschillende inkomensgrenzen

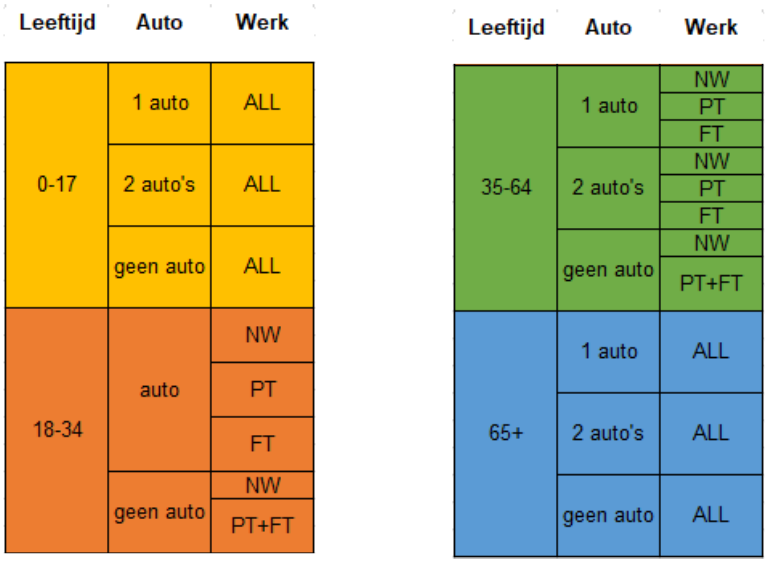
Als laatste stap in de reductie van persoonstypes is nog gekeken naar het aantal waarnemingen in OViN voor bepaalde persoonstypes. Voor sommige combinaties in bovenstaande lijst geldt nog steeds dat ze weinig voorkomen. Het is bijvoorbeeld weinig zinvol om voor persoonstype met de leeftijdscategorie 0-17 onderscheid te maken in werkstatus. De meesten werken namelijk niet en er zijn veel te weinig waarnemingen van personen onder de 18 die fulltime werken.

Op basis van het aantal waarnemingen uit het OViN en een vergelijking van het verplaatsingsgedrag is gekeken of bepaalde combinaties kunnen worden samengevoegd.
De volgende categorieën zijn samengevoegd:

- Bij de leeftijdscategorieën 0-17 en 65+ maken we geen onderscheid in het type werk. Dit zijn leeftijdsgroepen die over het algemeen niet/weinig werken.
- Bij de leeftijdscategorie 18-34 maken we geen onderscheid in 1 of 2 auto's binnen het huishouden. Dit is een leeftijdsgroep waar veel scholieren/studenten in zitten, waarvan een significante groep nog geen rijbewijs heeft, auto heeft of samenwoont. We zien dat gedrag van jongvolwassenen met 1 of 2 auto's niet veel verschilt.
- Als een persoon geen beschikking heeft over een auto binnen het huishouden, wordt een aantal combinaties samengevoegd omdat de steekproef te weinig respondenten heeft. Er zijn alleen combinaties samengevoegd, waarbij het gedrag van de samengevoegde combinaties vergelijkbaar is. Onderstaand de combinaties die samengevoegd zijn:
    - Er wordt bij *geen auto* alleen onderscheid gemaakt in de stedelijkheidsgraden 1, 2 en een samenvoeging van 3 t/m 5. Omdat in het buitengebied de afstanden over het algemeen groter zijn en het OV minder gefaciliteerd is, hebben de meeste personen die in het buitengebied wonen een auto in het huishouden. Omdat het verplaatsingsgedrag met de stedelijkheidsgraden 1 en 2 duidelijk anders is, hebben we deze categorieën intact gelaten.

- Er wordt bij *geen auto* alleen onderscheid gemaakt in de inkomensklasse 0-38k en een samenvoeging van 38-46k en meer dan 46k. De meeste mensen met een gemiddeld en hoger inkomen hebben vaak een auto ter beschikking, waardoor deze combinatie zeer beperkt aanwezig is.
- Er wordt bij *geen auto* alleen onderscheid gemaakt in geen werk en de samenvoeging van parttime of fulltime werk.

Door deze samenvoegingen komen voor het verkeersmodel uit op 19 persona's en 231 mogelijke combinaties van persona's en zone-eigenschappen.



Figuur 8: indeling in persoonstypes (NW = Niet-werkend, PT = Parttime, FT = Fulltime, ALL = totaal niet-werkend, parttime en fulltime)

De persoonstypes worden bepaald in de populatiegeneratie-stap van het model.

3.1.1.4 Tourfrequenties

Als de persoonstypes en de tour-types zijn vastgesteld kan op basis van OViN bepaald worden hoe vaak elk tourtype voorkomt per persoonstype. We maken daarin ook nog onderscheid in stedelijkheidsgraad. Op basis van deze analyse wordt de tourfrequentietabel opgesteld. Deze tabel is invoer voor het model en bevat voor elk persoonstype, stedelijkheidsgraad en type van de tour de frequentie van de tour. Het aantal mensen per zone van een bepaald persoonstype en de tour-frequentie bepalen feitelijk de productie van een zone. Welke tour-types voorkomen, kunnen verschillen per persoonstype, zo komen bijvoorbeeld H-E-H tours niet voor bij persoonstypes met hogere leeftijden. Per persoonstype en stedelijkheidsgraad komen gemiddeld ongeveer 15 tour-types voor. Daarvan zijn dus de bijbehorende frequentie bepaald.

In de Nederlandse verkeersmodellen is het algemene beeld dat OViN het aantal verplaatsingen onderschat. Wanneer in verkeersmodellen de aan OViN geschatte herkomst-bestemmingsmatrices confronteren aan tellingen, komen we modelmatig te laag uit. Het OViN onderschat namelijk de werkelijke verkeersproductie als gevolg van het ontbreken van korte ritten, buitenlandrelaties en vakantieverkeer. Hiertoe wordt in veel verkeersmodellen het OViN opgehoogd.

In het VMHR zijn daarom de tourfrequenties geschaald om een betere fit op de werkelijke verkeersproductie en verkeerstellingen te krijgen. In het VMHR zijn de tourfrequenties voor de activiteiten winkel, overig en halen-brengen opgehoogd, waarmee de korte verplaatsingen, de vakantiemobiliteit en buitenlands verkeer gecompenseerd worden. Met name korte verplaatsingen zijn voor Holland Rijnland van belang. Holland Rijnland is een gebied waarin inwoners bij voorkeur interne verplaatsingen maken en minder geneigd zijn een verplaatsing naar de nabijgelegen kern te maken. Daarnaast zijn dit de tours die bij de enquêtes in het OViN vaak vergeten worden om in te vullen. In het model Holland Rijnland zijn de enkelvoudige tours H-D-H, H-S-H en H-O-H opgehoogd met factor 2,0.

3.1.1.5 Gegeneraliseerde kosten

Voor het bepalen van de bestemmingskeuze in het model is de “weerstand” tussen twee zones van groot belang. Deze weerstand wordt met behulp van kortste route bepaling uitgerekend. Deze weerstand bestaat uit een aantal componenten, zoals bijvoorbeeld afstand en reistijd. Voor het openbaar vervoer komt daar nog bijvoorbeeld wachttijd bij. De totale weerstand, als combinatie van deze componenten, noemen we gegeneraliseerde kosten. In het VMHR worden de gegeneraliseerde kosten uitgedrukt in minuten. Voor het bepalen van de “gegeneraliseerde kosten” tussen twee modelzones worden de volgende dagdeelafhankelijke functies gebruikt.

Auto: $GT_m = Afst * fAfst_m + RT * fRt_m + KpV * fKpV_m + Tol * fTol_m + Park * fPark_m + Grens * fGrens_m$
Fiets: $GT_m = Afst * fAfst_m + RT * fRt_m + KpV * fKpV_m + Grens * fGrens_m$
OV: $GT_m = RT * fRT_m + Walk * fWalk_m + Wait * fWait_m + Fare * fFare_m + Transfer * fTransfer_m + Grens * fGrens_m$

Waarin:

GT_m	*Gegeneraliseerde kosten (minuten) voor motief m*
Afst	*Afstand (km)*
$fAfst_m$	*Afstandsparameter voor omrekening naar GT-minuten voor motief m*
RT	*Reistijd (bij OV in voertuig)*
fRt_m	*Wegingsfactor reistijd voor motief m*
KpV	*Kruispuntvertraging (minuten)*
$fKpV_m$	*Wegingsfactor kruispuntvertraging voor motief m*
Tol	*Tolkosten (€)*
$fTol_m$	*Factor voor omrekening tolkosten naar GT-minuten voor motief m*
Park	*Parkeerkosten (€)*
$fPark_m$	*Factor voor omrekening parkeerkosten naar GT-minuten voor motief m*
Grens	*Grensweerstand*
$fGrens_m$	*Factor voor omrekening grensweerstand naar GT-minuten voor motief m*
Walk	*Looptijd (minuten)*
$fWalk_m$	*Wegingsfactor looptijd voor motief m*
Wait	*Wachttijd (minuten)*
$fWait_m$	*Wegingsfactor looptijd voor motief m*
Fare	*Reiskosten (€)*
$fFare_m$	*Factor voor omrekening reiskosten naar GT-minuten voor motief m*
Transfer	*Overstappenalty (minuten)*
$fTransfer_m$	*Wegingsfactor overstappenalty voor motief m*

De reistijd voor auto houdt rekening met congestie en kruispuntvertragingen. De reistijd voor fiets houdt geen rekening met congestie, maar wel met kruispuntvertragingen op basis van het type kruispunt en de voorrangsrichting. De reistijd voor openbaar vervoer bestaat uit een aantal onderdelen die allemaal meegewogen worden. De transferpenalty is daarbij een virtuele reistijd die het ongemak van een overstap aangeeft.

Voor de afstand (auto), de parkeerkosten (auto) en voor de OV-kosten worden omrekenfactoren voor het omrekenen naar tijd gehanteerd. Deze factoren zijn afgeleid uit het NRM en zijn verschillend per motief en per jaar. Voor openbaar vervoer worden de kosten afstandsafhankelijk meegenomen. Naarmate de afstand langer wordt, daalt de kilometerprijs.

De kosten voor parkeren zijn eigenlijk geen kosten van de trip, maar eerder de kosten op de bestemming. Deze parkeerkosten zijn in het model ingevoerd als attribuut van de zones.

Om het effect van elektrische fietsen mee te nemen wordt de reistijd gecorrigeerd op basis van het marktaandeel van elektrische fietsen. Deze correctie is afhankelijk van de afstand van de verplaatsing. Bij grotere afstanden neemt het aandeel e-bikes toe en daarmee ook de gemiddelde fietssnelheid. Het aandeel e-bike per afstandsklasse is beschreven in hoofdstuk 5.

3.1.1.6 Distributiefuncties

Distributiefuncties worden in het tourmodel gebruikt om de bereidheid van een verplaatsing mee te bepalen. Deze bereidheid is afhankelijk van de weerstand tussen twee zones en de vervoerwijze. In een tour-based model kunnen we daarnaast nog verschillende functies per persoonstype gebruiken. Voor dit model zijn nieuwe distributiefuncties afgeleid op basis van OViN-data. Voor de vorm van de functie is een discrete functie-vorm gebruikt. Dit heeft als voordeel dat de vorm van de functie niet beperkt wordt door het mathematische functievoorschrift. Na de schatting worden de functies gecontroleerd op “smoothness”. Het is namelijk onwenselijk dat een distributiefunctie steeds stijgt en daalt.

Voor het bepalen van discrete distributiefuncties moeten de kosten voor een verplaatsing in categorieën verdeeld worden. Voor alle vervoerwijzen is een indeling in 36 intervallen gebruikt. De distributiefunctie klassen zijn als volgt:

[2,5;7,5;12,5;17,5;22,5;27,5;32,5;37,5;42,5;47,5;52,5;57,5;62,5;
67,5;72,5;77,5;82,5;87,5;92,5;97,5;105;115;125;135;145;155;
170;190;210;230;250;270;290;325;375;699,5]

Voor de vervoerswijze fiets zijn de distributiefuncties afgekapt vanaf 120 minuten. Hierdoor voorkomen we dat er onrealistisch lange verplaatsingen in het model met de fiets gemaakt worden.

3.1.1.7 Dagdeelverdeling

Het tourmodel bepaalt in eerste instantie de tours voor een heel etmaal. Voor elke tour worden de bestemmingen bepaald en de verdeling over vervoerwijzen. Daarna worden de resulterende tours omgezet naar trip-matrices. Elke rit binnen een tour wordt bovendien toegekend aan een dagdeel. Bijvoorbeeld een H-W-H tour bestaat uit twee ritten, H-W en W-H. Voor elke rit in een tour is op basis van OViN-data een kansverdeling bepaald, met de kans in welk dagdeel een bepaalde rit plaatsvindt. Deze verdeling is verschillend per modaliteit, per persoonstype en het type activiteit dat aan het begin en aan het eind van de rit zit. Een H-W rit met de auto zal in de ochtendspits een veel hogere kans hebben dan in de avondspits. Voor de terugreis zal het omgekeerde gelden. Per persoonstype is onderzocht in hoeverre de tijdstipkeuze nog verschillend is en dat blijkt voor een beperkt aantal persoonstypes zo te zijn.

Vertrektijdstipkeuze als gevolg van congestie
Het model houdt rekening met wijzigingen in de vertrektijdstipkeuze als gevolg van congestie. Dit wordt alleen bepaald in de prognoses op basis van de verschillen tussen de reistijd in het basisjaar en de reistijden in het prognosejaar. Het is daarbij ook mogelijk dat er verkeer juist naar de spits toe verschuift als gevolg van een verbetering van de reistijd in de spits.
In de omgeving van Holland-Rijnland is in de bestaande situatie veel congestievorming en kiest men er vaker voor om buiten de spits te reizen in vergelijking tot de rest van Nederland. Omdat we voor de verdeling van het verkeer over de dagdelen de verhoudingen uit het OViN hanteren, en deze afgeleid zijn voor heel Nederland, ontstaat er in het verkeersmodel een overschatting van het verkeer in de spits. Om dit te corrigeren, hebben we reeds in het basisjaar voor het motief werk een gedeelte van het verkeer overgeheveld van de ochtend- en avondspits naar de rest van de dag. Voor de ochtendspits bedraagt dit percentage 7,3%, in de avondspits 14,2%. Deze percentages zijn gebaseerd op basis van een vergelijking van het OViN 2015-2017 tussen de Randstad en Heel Nederland, en een analyse o.b.v. teldata.

3.1.1.8 Grensweerstanden

Voor bepaalde onderlinge relaties is het minder waarschijnlijk dat deze in de werkelijkheid gemaakt wordt ten opzichte van vergelijkbare verplaatsingen (qua afstand, reistijd en attractie), bijvoorbeeld bij relaties die over gemeentegrenzen heen gaan. Voor deze relaties passen we in het verkeersmodel Holland-Rijnland grensweerstanden toe. Een grensweerstand is een extra vertraging, verschillend per motief, die wordt toegevoegd tijdens de berekening van de skimwaarden. Hierdoor wordt de relatie in het model minder aantrekkelijk.

De grensweerstanden zijn ten eerste toegepast bij relaties die over landsgrenzen heen gaan. Daarnaast zijn er een aantal relaties die in eerste instantie te dominant in het verkeersmodel aanwezig zijn. Het studiegebied is bijvoorbeeld voor het woon-werkverkeer meer georiënteerd op de regio Rotterdam/Den Haag dan op de regio Amsterdam. Ook zijn er een aantal dorpen in het studiegebied waarbij er gemiddeld meer interne verplaatsingen gemaakt worden, zoals in Katwijk of Noordwijk. Om dergelijk lokaal gedrag in het model te brengen, zijn ook voor deze relaties grensweerstanden ingebracht.

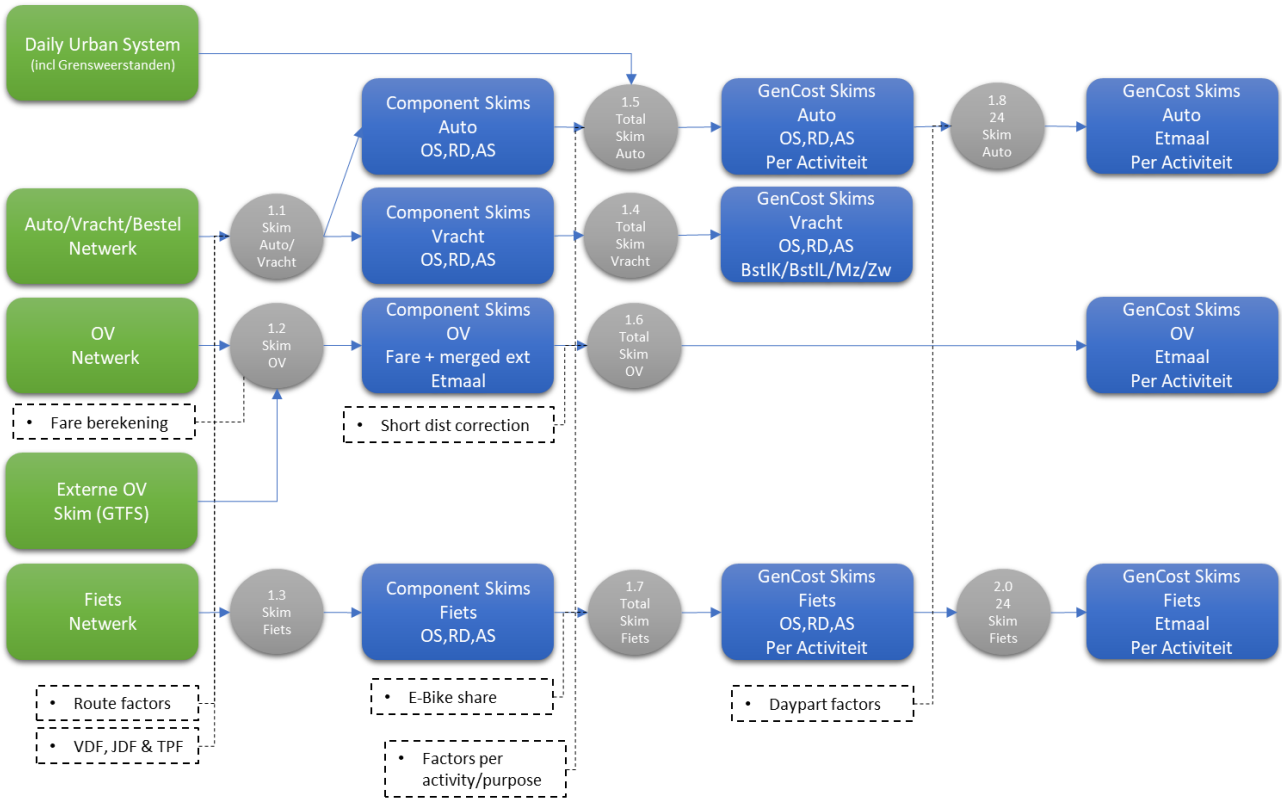
De initiële grensweerstanden zijn per motief en vervoerwijze overgenomen uit de literatuur. Vervolgens zijn per motief en vervoerwijze de grensweerstanden iteratief aangepast, zodat het verkeer aansluit bij de tellingen.

3.1.2 Model stappen

In deze paragraaf worden de processen zoals weergegeven in Figuur 7 apart beschreven. De beschrijving beperkt zich tot de methodiek. Eventuele parameter instellingen zijn beschreven in hoofdstuk 4: Invoer en uitgangspunten basisjaar.

3.1.2.1 Level-of-service

De Level-of-Service matrices of ook wel Skim-matrices genoemd geven voor elke herkomst-bestemmingsrelatie in het model een aantal kenmerken, waarmee de kwaliteit van de reis daartussen wordt weergegeven. Deze kenmerken verschillen per vervoerwijze. De weging van de kenmerken kan weer verschillen per activiteit. Het hele proces om tot skim-matrices te komen doorloopt een aantal stappen. Onderstaand stroomdiagram geeft deze processen weer.



Figuur 9: level of Service berekening

Per modaliteit worden de kortste routes bepaald en de afzonderlijke kenmerken van de verplaatsing weggeschreven in zogenaamde “component-skims”. In onderstaande tabel staat een overzicht van de componenten per vervoerwijze.

Vervoerwijze	Component
Auto:	Afstand + reistijd + kruispunten + tol + parkeerkosten + grens.
Fiets:	Afstand + reistijd + kruispunten + grens
Openbaar vervoer:	Voor/natransporttijd + in-voertuig reistijd + wachttijd + overstappenalty + reiskosten + grens

Tabel 8: overzicht componenten per vervoerwijze

Op basis van de componenten skims worden de skims met “gegeneraliseerde kosten” opgesteld per activiteit. Feitelijk worden hier de componenten skims bij elkaar opgeteld met een factor per component die verschillend kan zijn per activiteit. Zo is bijvoorbeeld de factor betreft parkeerkosten voor een zakelijke activiteit kleiner dan voor een winkel activiteit.

Daarna wordt op basis van deze gegeneraliseerde kosten-skims-per-dagdeel een etmaal-skim opgesteld. Dit is nodig omdat het tour-model een etmaal model is. Dit betreft een gewogen optelling van de dagdeel skims.

Gedurende het proces worden nog een aantal speciale berekeningen gedaan:

Openbaar vervoer: Extern gebied
Het openbaar vervoer netwerk is alleen maar ingebracht in het studiegebied. Dit betreft alle buslijnen die het begin of eind in het studiegebied hebben. Het treinnetwerk is wel voor heel Nederland en in het buitenland zijn de lijnen toegevoegd die Nederland aandoen. In het invloedsgebied en het buitengebied zijn alle zones direct op de treinstations aangesloten. Om goede reistijden en afstanden te verkrijgen van deze zones naar de stations en tussen de zones onderling, zijn de reistijden voor deze zones bepaald aan de hand van de level-of-service matrices uit het NRM voor bus, tram en metro (BTM). De skimwaarden van voor- en natransport naar de treinstations zijn op de voedingslinks gezet. De skim matrix met trein als hoofdtransport wordt vervolgens door het model berekend en de matrix met BTM als hoofdtransport wordt uit het NRM overgenomen. Vervolgens worden de twee matrices gecombineerd door per relatie de laagste totale skimwaarde over te nemen.

Openbaar vervoer: Tarieven
Het openbaarvervoertarief in Nederland is gebaseerd op de afgelegde kilometers. Dit is echter geen lineaire relatie. Naar mate de afstand toeneemt worden de kosten per km lager. De tarieven worden achteraf bepaald op basis van de afstand. Hier worden de volgende formules voor gebruikt.

Afstand in kilometer < 100km: *tarief = 1.08 + 0.18 * afstand in km*
Afstand in kilometer < 200km: *tarief = 10.19 + 0.09 * afstand in km*
Afstand in kilometer > 200km: *tarief = 27.40*[5]

Openbaar vervoer: korte verplaatsingen
Door de relatief grote zones in het VMHR worden er soms openbaar vervoer routes bepaald tussen twee naast elkaar liggende zones waarbij het grootste deel van de reis uit voor- en na transport bestaat (lopen of fietsen). Dit treedt vooral op in laagstedelijke gebieden met relatief weinig openbaar vervoer. Dit resulteert uiteindelijk in relatief hoge gegeneraliseerde kosten op een kort traject. Door de vorm van de distributiefuncties voor openbaar vervoer (bereidheid neemt toe bij wat langere afstanden) wordt er te veel openbaar vervoer aan deze relaties toegekend. De gegeneraliseerde kosten worden voor deze relaties gecorrigeerd door op basis van de afstand en de reistijd van de totale verplaatsing de gemiddelde snelheid te berekenen. Als deze snelheid onder de snelheidsgrenswaarde (1) ligt en de afstand kleiner is

[5] *door afronding van gekozen factoren in de beschrijving is het mogelijk dat rondom bovenstaande grenzen de tarieven elkaar overlappen.*

dan de afstandsgrenswaarde (2) wordt de verhouding bepaald tussen de afstand die gereisd wordt in het deel voor- en natransport en in het deel dat in het openbaar vervoer wordt afgelegd. Als deze verhouding kleiner is dan de afstandsverhoudingswaarde (3) dan wordt de reistijd van het deel in het openbaar vervoer vermenigvuldigd met de correctiefactor (4). Hierdoor daalt het openbaar vervoer gebruik op deze relaties. Er zijn dus 3 grenswaardes nodig en een factor voor deze berekening. Deze waardes zijn pragmatisch bepaald. In het verkeersmodel zijn de waardes iteratief bijgesteld door de modelresultaten te vergelijken met de ritlengteverdeling in OViN. In onderstaande overzicht staan de gebruikte waardes.

1. Grenswaarde snelheid: 10.0 km/u
2. Grenswaarde afstand: 15.0 km
3. Afstandsverhouding voor- en natransport/in-voertuig: 1.0
4. Correctie factor: 100.0

De reistijd voor het deel van de verplaatsing dat gemaakt wordt in het openbaar vervoer wordt hiermee feitelijk verlaagd. Daarmee komt de reis op een ander punt in de distributiefunctie uit met een veel lagere bereidheid om deze verplaatsing te maken.

Fiets: Correctie e-bike

Voor fiets wordt de snelheid gecorrigeerd op basis van de lengte van de verplaatsing. Er wordt verondersteld dat langere verplaatsingen vaker met e-bikes worden gemaakt en dat daarmee een hogere gemiddelde snelheid mee wordt bereikt. Het betreft een correctie die wordt doorgevoerd per afstandsklasse. De volgende indeling wordt gebruikt in alle modellen: [2.5. 5.0, 7.5, 12.5, 99999]. Naarmate de afstand toeneemt wordt een hogere factor gebruikt. Daarmee wordt het aandeel elektrische fietsen op de wat langere verplaatsingen beter gerepresenteerd.

Omdat de correctiefactoren zelf verschillend zijn per scenario, zijn de gebruikte factoren toegelicht in hoofdstuk 5. De factoren zijn namelijk bepaald op basis van het marktaandeel van elektrische fietsen.

3.1.2.2 Populatiegeneratie

In de populatiegeneratie worden per zone de aandelen per persoonstype (of persona) bepaald. Dit model gebruikt de totalen per zone per categorie als invoer. Van elke zone is namelijk alleen de verdeling over elke categorie bekend (i.e. de verdeling van de leeftijdscategorieën, werkstatus en autobeschikbaarheid) en niet de combinatie. Daarnaast is er ook een initiële verdeling per stedelijkheidsgraad van de persoonstypes, welke is afgeleid uit OViN, gebruikt als invoer. Het resultaat is, per zone, het aantal mensen per persoonstype. Er wordt een zogenaamd “Iterative Proportional Fitting (IPF)” algoritme gebruikt. Dit algoritme wordt herhaald voor alle zones en is per zone onafhankelijk van andere zones. Voor een twee-dimensionaal geval kan dit gezien worden als een algoritme dat een matrix bepaalt terwijl alleen de randen van de matrix bekend zijn. Op basis van een initiële matrix worden de cellen, rij voor rij, aangepast naar de rijtotalen. Daarna kolom voor kolom aan de kolomtotalen. Dit wordt een aantal keer herhaald (iteratief) totdat er geen aanpassingen meer worden gedaan. In dit model gaat het om 3-dimensionale “matrices”. Het resultaat van deze stap is per zone de verdeling van de persona’s.

3.1.2.3 Attracties

De attracties in het tour-model wordt bepaald op basis van zonale attractie variabelen, zoals arbeidsplaatsen en winkels. De attractie wordt bepaald door de som van de attractievariabelen in een zone. Niet elke variabele bepaalt de attractie in een zone evenveel en per activiteit kan dit verschillen. Zo zal arbeidsplaatsen een grote rol spelen voor de activiteit werken en winkeloppervlak bij de activiteit winkelen. De attractie is een lineaire combinatie van deze variabelen met per activiteit verschillende gewichten per variabele. Deze gewichten noemen we de attractie-coëfficiënten. In VMHR zijn deze coëfficiënten bepaald op basis van OViN- en CROW-kentallen voor generatie/attractie. Per stedelijkheidsgraad verschillen deze coëfficiënten. De volgende attributen zijn verklarend voor de attracties in het tourmodel met de activiteit waarvoor het attribuut verklarend is.

Attribuut	Activiteit	Kort	Vracht
ArbeidsplaatsenLandbouw	Werk, Zakelijk	W, B	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenIndustrie	Werk, Zakelijk	W, B	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenDetail	Werk	W	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenDiensten	Werk, Zakelijk, Overig	W, B, O	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenOverheid	Werk, Zakelijk, Overig	W, B, O	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenOverig	Werk, Zakelijk, Overig	W, B, O	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenZorg	Werk, Zakelijk	W, B	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenOnderwijs,	Werk	W	Zwaar, Middel, Bestel
ArbeidsplaatsenHoreca	Werk	W	Zwaar, Middel, Bestel
LeerlingPlaatsenBasis	Educatie, Halen/Brengen	E, D	
LeerlingPlaatsenVoortgezet	Educatie, Halen/Brengen	E, D	
LeerlingplaatsenMBO	Educatie	E	
LeerlingplaatsenHBO_WO	Educatie	E	
M2SuperMarkt	Winkel	S	
M2Woonboulevard	Winkel	S	
M2Bouwmarkt	Winkel	S	
M2TuinCentrum	Winkel	S	
M2WinkelOverig	Winkel	S	
KindplaatsenKDVBSO	Halen/Brengen	D	
M2Zorg	Halen/Brengen, Overig	D, O	
M2Distributie			Zwaar, Middel, Bestel
M2Terminal			Zwaar, Middel, Bestel
Inwoners	Overig	O	Zwaar, Middel, Bestel

Tabel 9: beschikbare attracties in het verkeersmodel

3.1.2.4 Tourmodel

Het tourmodel bepaalt per herkomst, op basis van het aantal mensen per persoonstype en de tours van dit persoonstype de bestemmingen in de tour en de vervoerwijzekeuze voor de gehele tour. Voor elke persoonstype wordt in eerste instantie de “bereidheid” bepaald om naar een bestemming te reizen voor de primaire activiteit in de tour. Dit wordt berekend voor alle drie de vervoerwijzen op basis van de gegeneraliseerde kosten van de heen en de terugweg. Op basis van deze bereidheid wordt een verdeling per bestemming en vervoerwijze berekend. De overige activiteiten in de tour volgen deze verdeling over de vervoerwijze. De hele tour wordt dus altijd op een consistente wijze met dezelfde vervoerwijze doorlopen. Voor de overige activiteiten, die voor of na de primaire activiteit kan zijn, worden altijd de gegeneraliseerde kosten vanaf de voorgaande bestemming en naar de volgende bestemming gebruikt.

De bereidheid voor persoonstype p om naar de bestemming j te reizen voor een bepaalde activiteit a vanaf zone i wordt voor de primaire activiteit bepaald vanaf de thuis locatie en naar de thuis locatie. Voor secundaire activiteiten is dit vanaf thuis naar de primaire of vanaf de primair naar de thuis locatie. De bereidheid wordt bepaald met de volgende formule waarin a1 en a2 dus de primaire en de thuis locatie zijn of andersom.

$$U^{p}_{ijk} = (F^{p}_{a1}(Z_{ijma1}) + F^{p}_{a2}(Z_{jkma2})) \times A_{ja1}$$

Waarin:

- U^{p}_{ijk} = *Bereidheid voor het maken van een verplaatsing van zone i naar k via zone j voor persoon van persoonstype p*
- F^{p}_{a} = *Distributiefunctie voor persoonstype p en activiteit a. Daarin is a1 de primaire activiteit en a2 de thuis locatie of andersom.*
- Z_{ijma} = *Gegeneraliseerde kosten van zone i naar j voor modaliteit m naar activiteit a.*
- A_{ja} = *Attractie van zone j voor activiteit a.*

Als voor een tour de verdeling over alle bestemmingen en alle vervoerwijze is bepaald worden aan de hand van de dagdeel-fracties de ritten binnen de tour verdeeld over de dagdelen.

3.1.2.5 Voor- en natransport

Het tour-model bepaalt in eerste instantie het aantal personen dat gebruik maakt van het OV. Hierin worden mensen die op de fiets naar bijvoorbeeld het centraal station gaan en mensen die daarvoor eerst een bus nemen tegelijkertijd gemodelleerd. Dit wordt gerealiseerd door de grote treinstations met een groot aantal zones rondom het station (binnen fietsafstand) te verbinden. Op deze voedingslinks zit dan een grotere snelheid, representatief met een fietssnelheid. Na het tourmodel wordt op basis van de lengte van een voedingslink een deel van de personen overgeheveld naar de fietsmatrix. Hiertoe zijn aparte zones toegevoegd op de grote treinstations.

3.1.2.6 Elektrische fietsen

Elektrische fietsen worden in eerste instantie niet apart gemodelleerd. Binnen het tour-model bevat de modaliteit fiets alle fietstypes. Het effect van elektrische fietsen wordt meegenomen door een aanpassing aan de snelheid voor fiets. Deze aanpassing is afhankelijk van het aandeel elektrische fietsen in het betreffende jaar en de lengte van de verplaatsing. Hoe langer de verplaatsing hoe groter de snelheid.

3.1.2.7 Vertrektijdstipkeuze

De vertrektijdstipkeuze van een rit in een tour wordt bepaald in het tourmodel. De splitsingsfracties die hiervoor gebruikt worden zijn afgeleid van het OViN. Deze fracties representeren daarmee een soort tijdstipkeuze zoals die is waargenomen. Deze keuze is voor autoritten gebaseerd op de congestie, zoals die tijdens het basisjaar is waargenomen. In principe is het model daardoor niet gevoelig voor vertrektijdstipkeuze verschuivingen als gevolg van congestie. Om het model hier toch gevoelig voor te maken is er een vertrektijdstip-module toegevoegd aan het model. Deze module bepaalt op basis van het verschil in reistijd tussen het basisjaar en het prognosejaar een verschuiving van ritten tussen de dagdelen. Ritten worden verschoven van en naar de restdag vanaf de spitsperiodes. Dit betekent dat als congestie in de spits wordt opgelost er verkeer van de restdag naar de spits kan verschuiven. Dit is alleen het geval in de prognosejaren. Voor het basisjaar geldt dat de verdeling ochtend-, avondspits en restdag is overgenomen van uit OViN en vervolgens is geoptimaliseerd.

3.2 Vrachtmodel

In het vrachtmodel voor het VMHR wordt onderscheid gemaakt tussen vier soorten sub-vervoerwijzen:

- Zwaar vracht
- Middelzwaar vracht
- Lange bestelbusjes
- Korte bestelbusjes

De indeling is conform het NRM waar sinds 2020 bestelbusjes worden gemodelleerd. Per sub-vervoerwijze worden de verplaatsingen bepaald met een zwaartekrachtmodel. Dit zijn feitelijk vier aparte modellen. In de eerste stap van elk model wordt op basis van zonale kenmerken de generatie en de attractie bepaald. In de tweede stap wordt met een zwaartekrachtmodel de distributie bepaald voor een heel etmaal. In de derde stap wordt de verdeling over de dagdelen bepaald.

Als data voor de schatting is het NRM-West 2022 model gebruikt. De data waar het NRM op is gebaseerd is een combinatie van verschillende databronnen en de veronderstelling is dat de resulterende matrices de beste databron is voor het schatten van de parameters voor het vrachtmodel voor Holland Rijnland.

3.2.1 Model opzet

Voor de bouw van het vrachtmodel is ervoor gekozen om de opzet en de gegevens uit het NRM-West zo veel mogelijk te gebruiken. Het uitgangspunt is geweest om de NRM-West matrices voor vracht als soort van waarnemingen te beschouwen. Op basis van deze dataset zijn vervolgens parameters geschat voor de generatie en de attractie en voor de distributiefuncties voor een zwaartekrachtmodel. Het model wordt gerund voor een etmaal. De resultaten worden verdeeld in de drie dagdelen op basis van vaste factoren. In de volgende paragrafen worden de keuzes die hiervoor gemaakt zijn toegelicht.

3.2.1.1 Modaliteiten voor vracht

In het vrachtmodel worden de volgende 4 sub-vervoerwijzen onderscheiden.

- Bestel-Kort
- Bestel-Lang
- Middelzwaar-Vracht
- Zwaar Vracht

Deze indeling is overgenomen uit het NRM. Voor elke sub-vervoerwijze worden apart de generatie en de attractie bepaald en een apart zwaartekrachtmodel gerund.

In het netwerk onderscheiden we drie voertuigsoorten: Auto's, Middelzware-voertuigen en Zware-Voertuigen. De sub-vervoerwijzen worden als volgt aan een voertuigsoort toegekend.

Sub-vervoerwijze	Voertuig
Bestel-Kort	Auto's
Bestel-Lang	Middel-Zware voertuigen
Middelzwaar	Middel-Zware voertuigen
Zwaar-Vracht	Zware voertuigen

Tabel 10: koppeling sub vervoerwijze met voertuig in het verkeersmodel

In het netwerk is apart per voertuigsoort aangegeven of dit voertuig ergens mag rijden.

3.2.1.2 Gegeneraliseerde kosten

Op basis van de gegeneraliseerde kosten worden de routes bepaald in het netwerk. Voor vracht gebeurt dit simultaan met auto's. De routes voor vrachtwagens worden dus beïnvloed door het autoverkeer (en vice versa). De level-of-service matrices worden opgesteld per voertuigtype. De koppeling tussen voertuigtype en de sub-vervoerwijzen voor vracht is in de vorige paragraaf beschreven in de tabel.

Voor het bepalen van de bestemmingskeuze voor vracht is de "weerstand" tussen twee zones van groot belang. Deze weerstand wordt met behulp van kortste route bepaling uitgerekend. Deze weerstand bestaat uit een aantal componenten, zoals bijvoorbeeld afstand en reistijd. De totale weerstand, als combinatie van deze componenten, noemen we gegeneraliseerde kosten. In het model Holland Rijnland is de eenheid *de reistijd* uitgedrukt in minuten. Voor het bepalen van de "gegeneraliseerde kosten" tussen twee modelzones worden de volgende dagdeelafhankelijke functies gebruikt.

Vrachtauto: $GT_m = Afst * fAfst_m + RT * fRt_m + KpV * fKpV_m + Tol * fTol_m + Heffing * fHeffing_m + Grens * fGrens_m$

Waarin:

GT_m	*Gegeneraliseerde kosten (minuten) voor motief m*
Afst	*Afstand (km)*
$fAfst_m$	*Afstandsparameter voor omrekening naar GT-minuten voor motief m*
RT	*Reistijd*
fRt_m	*Wegingsfactor reistijd voor motief m*
KpV	*Kruispuntvertraging*
$fKpV_m$	*Wegingsfactor kruispuntvertraging voor motief m*
Tol	*Tolkosten (€)*
$fTol_m$	*Factor voor omrekening tolkosten naar GT-minuten voor motief m*
Heffing	*Vrachtwagenheffing (€/km)*
$fHeffing_m$	*Factor voor omrekening vrachtwagenheffing naar GT-minuten voor motief m*
Grens	*Grensweerstand*
$fGrens_m$	*Factor voor omrekening grensweerstand naar GT-minuten voor motief m*

Alle sub-vervoerwijzen gebruiken dus dezelfde componenten. De gebruikte factoren voor de omrekening naar minuten zijn toegelicht in hoofdstuk 4.

3.2.1.3 Distributiefuncties

Distributiefuncties worden in het vrachtmodel gebruikt om de bereidheid van een verplaatsing mee te bepalen. Deze bereidheid is afhankelijk van de weerstand tussen twee zones. Voor het vrachtmodel worden geen discrete, maar continue functies gebruikt. Voor de vorm van de functie is de zogenaamde “top-lognormale functie” gebruikt:

$F_{ij}^{m} = \alpha_m \exp(-\beta_m * ln^2(Z_{ij}^{m}/\gamma_m))$

Waarin:

F_{ij}^{m} : de bereidheid voor het maken van een verplaatsing van i naar j met sub-vervoerwijze m
Zij^{m} : de weerstand van i naar j met sub-vervoerwijze m.
α, β en γ: parameters

De distributiefuncties zijn geschat op basis van het NRM 2022 voor elke sub-vervoerwijze apart en vermeld in hoofdstuk 4.

3.2.2 Model stappen

3.2.2.1 Level-of-Service vracht

Voor het bepalen van de bestemmingskeuze in het model is de “weerstand” tussen twee zones van groot belang. Deze weerstand wordt met behulp van kortste route bepaling uitgerekend. Deze weerstand bestaat uit een aantal componenten, zoals bijvoorbeeld afstand en reistijd. Voor vracht komt daar nog mogelijk extra kosten bij, zoals tol of km heffing. Daarnaast is het van belang dat in het netwerk is aangegeven waar bijvoorbeeld zware vrachtwagens niet mogen rijden. De totale weerstand, als combinatie van deze componenten, noemen we gegeneraliseerde kosten. In het model Holland Rijnland is de eenheid de reistijd uitgedrukt in minuten. Per vervoerwijze gebruiken we de volgende formules om de verschillende componenten te combineren tot “gegeneraliseerde kosten”:

Vervoerwijze	Component
Bestel-Kort:	Afstand + reistijd + kruispuntvertraging + tol + kmheffing + grens.
Bestel-Lang	Afstand + reistijd + kruispuntvertraging + tol + kmheffing + grens.
Middelzwaar	Afstand + reistijd + kruispuntvertraging + tol + kmheffing + grens.
Zwaar	Afstand + reistijd + kruispuntvertraging + tol + kmheffing + grens.

Tabel 11: bepalen weerstand

De reistijd houdt rekening met congestie en kruispuntvertragingen.

3.2.2.2 Generatie/Attractie

Zowel de generatie als de attractie wordt bepaald met behulp van een lineaire functie met als componenten zonale data waarmee de generatie en de attractie verklaard kan worden, zoals bijvoorbeeld arbeidsplaatsen en distributiecentra:

$Gi = \alpha1 * ZDV1 + \alpha2 * ZDV2 + \alpha3 * ZDV3$ etc. …
$Ai = \beta1 * ZDV1 + \beta2 * ZDV2 + \beta3 * ZDV3$ etc. …

Hier is Gi de generatie voor zone i en Ai de attractie voor zone i. De alpha’s en beta’s zijn de coëfficiënten en de ZDV’s de zonale datavelden. Per voertuigtype is bepaald welke zonale data verklarend is voor de generatie en attractie van vrachtverkeer met dit voertuigtype en vervolgens zijn daarbij de alpha’s en beta’s geschat.

De coëfficiënten zijn geschat op basis van de matrices uit het NRM-West 2022. Het vrachtverkeer in het NRM-West 2022 is gebaseerd op de verplaatsingen die bepaald worden met het model BasGoed van Rijkswaterstaat. Omdat het NRM veel gedetailleerder is dan BasGoed moeten deze stromen in meer gedetailleerde stromen worden omgezet. Het NRM gebruikt hiervoor een methode waarin een aantal zonale variabelen als verklarende variabelen worden gebruikt.

Dit zijn de volgende variabelen:

- Inwoners
- Arbeidsplaatsen:
  - Landbouw
  - Industrie
  - Detailhandel
  - Diensten
  - Overheid
  - Overig
- Distributiecentra
- Oppervlakte Terminals

Voor het VMHR is in principe uitgegaan van dezelfde velden voor zover beschikbaar. De coëfficiënten voor deze velden zijn echter opnieuw geschat op basis van de NRM vracht-matrices per voertuigtype. Er is geëxperimenteerd met verschillende gebiedsindelingen en verschillende zonale variabelen. Uiteindelijk is de schatting door gebruik te maken van de data van heel Nederland gebruikt in het model. Deze staan vermeld in hoofdstuk 5.

3.2.2.3 Distributie

In de tweede stap, het feitelijke zwaartekrachtmodel, worden de verplaatsingen tussen twee zones bepaald op basis van de generatie van de herkomst, de attractie van de bestemming en een zogenaamde distributiefunctie-waarde. Deze functie beschrijft de waarschijnlijkheid van een verplaatsing tussen twee zones op basis van de gegeneraliseerde kosten tussen die twee zones:

$$T_{ij} = G_i * A_j * F(z_{ij})$$

De functie F is de distributiefunctie. Per sub-vervoerwijze worden de functies apart geschat wederom op basis van de NRM-West 2022 matrices. Hierbij zijn alleen de verplaatsingen in Nederland gebruikt voor de schatting en zijn de verplaatsingen vanuit de zones in het buitenland niet meegenomen. Als vorm voor de distributiefunctie is de top-lognormale vorm gekozen. Deze functie heeft drie parameters:

$$F(Z_{ij}) = \alpha * exp(-\beta * ln^2(Z_{ij} / \gamma))$$

3.2.2.4 Verdeling over dagdelen

In de derde en laatste stap worden de etmaal matrices verdeeld over de drie dagdelen in het model. Hiervoor zijn factoren afgeleid wederom op basis van de dagdeelverdeling in het NRM-West 2022. Dit heeft geresulteerd in de volgende tabel:

	Zwaar	Middelzwaar	Bestel Lang	Bestel Kort
Ochtendspits	0,124377	0,134535	0,160121	0,113400
Avondspits	0,115380	0,103994	0,150015	0,145480
Restdag	0,760243	0,761472	0,689863	0,741120

Tabel 12: verdeling matrices in dagdelen

3.3 Toedelen

Na afloop van de generatie van de matrices voor zowel het personenverkeer als het vrachtverkeer zijn de volgende matrices beschikbaar:

Vervoerwijze	Dagdeel
Auto	OS, AS, RD
Zwaar Vracht	OS, AS, RD
Middelzwaar Vracht	OS, AS, RD
Bestel Kort	OS, AS, RD
Bestel Lang	OS, AS, RD
Openbaar vervoer	OS, AS, RD
Fiets	OS, AS, RD

Tabel 13: overzicht beschikbare matrices

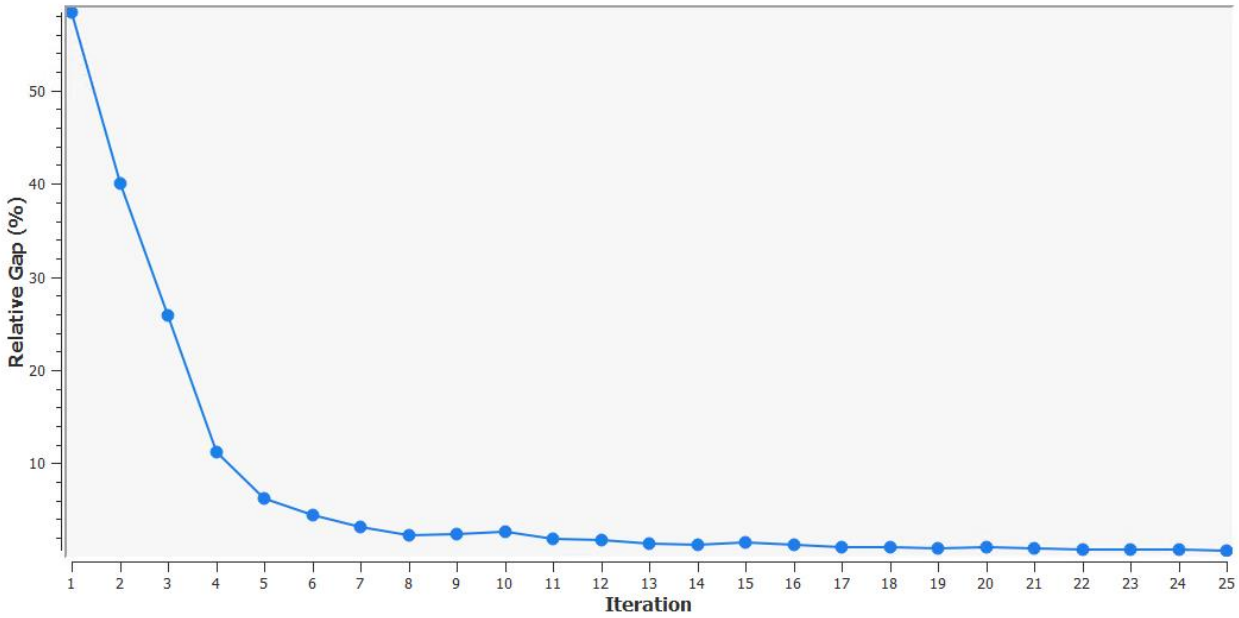
De reizigers die gebruik maken van voor- en natransport fiets voor het openbaar vervoer zijn al overgeheveld naar de fiets matrix. De drie hoofdvervoerwijzen auto/vracht, fiets en openbaar vervoer worden alle drie apart toegedeeld. Voor vracht wordt een aantal voertuigcategorieën bij elkaar opgeteld. Voor openbaar vervoer worden de dagdelen bij elkaar opgeteld en wordt alleen een etmaaltoedeling gedaan.

3.3.1 De auto/vracht-toedeling

De auto/vracht toedeling voert een congestiegevoelige statische (evenwicht) toedeling uit, waarbij rekening wordt gehouden met kruispuntvertragingen. Er worden tijdens de toedeling drie voertuig-categorieën onderscheiden die simultaan worden toegedeeld. Deze voertuig categorieën zijn als volgt samengesteld uit de matrices met de bijbehorende personenauto-equivalenten (PAE):

- Licht: Auto + Bestel-Kort (PAE van 1,0)
- Middel: Middelzwaar vracht + Bestel-Lang (PAE van 1,5)
- Zwaar: Zwaar vracht (PAE van 2,5)

Voor het bepalen van de vertraging op een wegvak worden vertragingsfuncties (VDF) gebruikt. De parameters zijn afhankelijk van de wegcategorie, het aantal rijstroken en de rijsnelheid. In de VDF's wordt het verband aangegeven tussen de drukte op de weg en de rijsnelheid. De drukte op de weg wordt uitgedrukt in de verhouding tussen intensiteit en capaciteit (I/C-verhouding). De capaciteit is het maximale aantal motorvoertuigen (in PAE) dat in een uur een bepaald wegvak in een bepaalde richting kan passeren. Als de intensiteit nadert tot deze capaciteit wordt de mogelijke rijsnelheid lager. Bij een I/C-verhouding groter dan 1, wordt de snelheidsreductie zeer groot zodat de vertraging op dit wegvak aanzienlijk wordt. Gevolg hiervan zal in het algemeen zijn dat in een volgende iteratie van de routekeuze dit wegvak vermeden wordt, omdat dit te veel vertraging geeft vergeleken met alternatieve routes. Het aantal iteraties om een evenwicht te bereiken is 25. Dit betekent dat in de toedeling 25 iteraties worden gedaan om een zo goed mogelijk evenwicht te bepalen en de relatieve afwijking ten opzichte van de vorige iteratie beperkt is. Onderstaand een voorbeeld van het verloop in relatieve afwijking per iteratie:



Figuur 10: Het verloop in relatieve afwijking per iteratie

Voor het bepalen van de vertraging op kruispunten wordt ook gebruik gemaakt van vertragingsfuncties. Kruispuntvertragingsfuncties geven de verwachte vertragingstijd die automobilisten nodig hebben om een kruispunt van een bepaald type in een bepaalde richting te passeren. Deze tijd loopt op met de intensiteit op het eigen wegvak en met de totale intensiteit op richtingen die conflicteren met de gewenste beweging op het kruispunt.

3.3.2 De openbaarvervoer-toedeling

Het openbaarvervoer netwerk bevat alle treinen in Nederland en voor een groot deel van Duitsland en België. In het studiegebied bevat het model ook alle bussen. In het invloedsgebied en het buitengebied zijn de zones rechtstreeks op de treinstations aangesloten. De reistijd die op deze connectoren is ingevoerd is echter bepaald op basis van de reistijd met een lokale bus. Ook de reistijden tussen de zones in het invloedsgebied en het buitengebied is bepaald op basis van de “echte” reistijden. Deze reistijden worden exogeen ingevoerd.

De openbaar vervoer matrices per dagdeel worden opgeteld naar een etmaal matrix. Vervolgens wordt er toegedeeld met een zogenaamd multi-routing algoritme binnen Aimsun. Dit betekent dat het verkeer over meerdere routes wordt verdeeld op basis van de Level-Of-Service van die route. Hierbij wordt rekening gehouden met afstand, reistijd, wachttijd, voor- en natransport afstanden en reistijden, reiskosten en een penalty voor overstappen.

3.3.3 De fietstoedeling

De fietsmatrices per dagdeel worden toegedeeld aan het fietsnetwerk in drie stappen om een goede verdeling over meerdere routes te verkrijgen. De routes worden bepaald op basis van afstand en reistijd. In de drie stappen wordt gevarieerd met de weging van de afstand en de reistijd volgens onderstaande tabel. In elke stap wordt 1/3 deel van de matrix toegedeeld. De som van de drie toedelingen geeft het eindresultaat.

Gebruikersgroepen	Stap	Afstand	Reistijd
FietsAfstand	1	1	0
FietsTijd	2	0	1
FietsGemiddeld	3	0,5	0,5

Tabel 14: toedeling fietsmatrices

In elke stap wordt één gebruikersgroep toegedeeld. De fietssnelheid over de wegvakken is echter gelijk, maar door het gebruik van verschillende wegingsfactoren ontstaan verschillende routes tussen de gebruikersgroepen. De fietssnelheid wordt bepaald door het type fietsvoorziening en de snelheid van het wegverkeer. Daarnaast worden de kruispuntvertragingen meegenomen in de routekeuze. Dit zijn vaste vertragingen per kruispunttype en niet afhankelijk van de hoeveelheid autoverkeer. Er is geen interactie tussen de fietstoedeling en de autotoedeling in het model opgenomen. In dit model zijn geen getelde c.q. waargenomen intensiteiten van het fietsverkeer beschikbaar waardoor geen toetsing op routekeuze of intensiteit van fiets heeft plaatsgevonden.

3.4 Kalibratie

Als het synthetische model gereed is voor het basisjaar volgt er nog een kalibratiestap waarin het verkeersmodel geijkt wordt. De berekende herkomst- en bestemmingsmatrices worden gekalibreerd aan verkeerstellingen voor een betere beschrijving van het verkeer op wegvakniveau. Het doel van de kalibratie is het verkeersmodel zo goed mogelijk aan te laten sluiten op de verkeerstellingen zonder dat de verkeersrelaties en ritlengteverdeling in de herkomst-en bestemmingsmatrices ingrijpend veranderen.

3.4.1 Kalibratie basisjaar

De kalibratie voor auto/vracht en openbaar vervoer vindt apart plaats, waarbij auto en vracht simultaan gekalibreerd worden. Het fietsverkeer wordt niet gekalibreerd. Voor auto/vracht worden de matrices per dagdeel gekalibreerd. Voor openbaar vervoer alleen per etmaal. De vervoerwijzen auto/vracht en openbaar vervoer zijn in twee stappen gekalibreerd. Na de kalibratie van auto/vracht van het onderliggend wegennet is een kalibratie uitgevoerd op het hoofd- en onderliggend wegennet. In de kalibratie is rekening gehouden met de betrouwbaarheid van een telling door het toekennen van gewichten. Oudere en incidentele tellingen wegen minder zwaar dan recente en permanente verkeerstellingen. De kalibratie heeft als resultaat gekalibreerde herkomst-en bestemmingsmatrices voor alle vervoerwijzen per tijdsperiode.

Voor de kalibratie wordt de methode gebruikt die in Aimsun beschikbaar is voor de kalibratie van matrices. Dit is een optimalisatie methodiek volgens het zogenaamd “conjugate-gradient” principe[6]. De kalibratie per dagdeel wordt uitgevoerd in een iteratief kalibratieproces. Elke iteratie leidt tot aangepaste matrices, die opnieuw worden toegedeeld met als gevolg veranderde verkeersintensiteiten op het netwerk. In een volgende iteratiestap vindt een nieuwe kalibratie plaats, rekening houdend met de gewijzigde verkeersintensiteiten uit de vorige stap. Door de kalibratie in een iteratief proces uit te voeren, ontstaat een optimale fit tussen de modelwaarden en telwaarden.
Tellingen zijn gecontroleerd op kwaliteit, waarbij niet alle aangeleverde tellingen zijn meegenomen in de kalibratie. Het wel/niet meenemen van tellingen is getoetst op de volgende onderdelen:

- Symmetrie auto/vracht per richting (is er evenwicht, en zo nee is dit verklaarbaar?)
- Verhouding voertuigcategorieën (bij twijfel over verdeling dan alleen telling in MVT meenemen)
- Verhouding ochtend- en avondspits ten opzichte van de etmaalintensiteit
- Vergelijking met synthetisch modelresultaat en consistentie opeenvolgende tellingen (outlier(s) niet meenemen)
- Infrastructurele wijziging(en) na het uitvoeren van de telling (dan telling niet meenemen)
- Relevantie telling voor studiegebied

Naast de toetsing hebben de tellingen ook een betrouwbaarheid meegekregen; dit is gebaseerd op de volgende onderdelen:

- Type telling (wegvaklus/telslang/radar)
- Jaar van uitvoering telling
- Duur van de telling

[6] *Adjustment of O-D matrices from observed volumes: an algorithmic approach based on conjugate gradients, E. Codina and J. Barcelo, European Journal of Operations Research, Vol. 155, pp. 535-557, (2004)).*

- Doorsnede of per richting
- Beschikbaarheid per uur of per etmaal
- Beschikbaarheid voertuigcategorieën

De matrices zijn zodanig aangepast dat ze de tellingen zo dicht mogelijk benaderen, maar tegelijkertijd geen extreme wijzigingen op celniveau toestaan. Binnen Aimsun is derhalve een maximumcorrectiefactor per relatie instelbaar. De correcties in het VMHR zijn begrensd met een maximale correctiefactor van 1,5 voor het autoverkeer en 2,0 voor het vrachtverkeer in de spitsperioden en door correctiefactoren van respectievelijk 2,0 en 2,5 voor de restdag. De correctiefactoren voor openbaar vervoer zijn ingesteld op 5,0.

3.4.2 Parkeren

Parkeren wordt op twee manieren in het model gemodelleerd. In eerste instantie op basis van de parkeerkosten. Deze zit in de Level-of-Service verwerkt en beïnvloedt op deze manier de bestemmingskeuzen en de vervoerwijzekeuze. Dit is voor het grootste deel reeds in het VMHR bepaald.

Na het bepalen van de matrices kunnen autoverplaatsingen worden overgeheveld naar parkeerzones/parkeergarages als er (te) weinig parkeercapaciteit beschikbaar is op een locatie. Het parkeermodel vergelijkt daarvoor de capaciteit op de bestemming met eventuele zones in de buurt, inclusief eventuele speciale parkeerzones. Voor de zones die beschouwd worden moet een maximale loopafstand opgegeven worden. Voor al deze “parkeerzones” wordt vervolgens op basis van de reistijd naar de parkeerzone + de looptijd naar de bestemming en de capaciteit van de parkeerzone een kans bepaald dat daar geparkeerd wordt. Op basis van al deze kansen wordt het “rechtstreekse” verkeer overgeheveld naar de parkeerzones. Als de parkeercapaciteit op de oorspronkelijke zone gelijk is aan nul, wordt al het verkeer overgeheveld, anders zal er een deel overblijven dat rechtstreeks naar de zone gaat. Het algoritme is instelbaar in de mate waarin verkeer overgeheveld moet worden en de waardes zijn hiervoor proefondervindelijk bepaald, geverifieerd met de parkeercapaciteiten en ontvangen gegevens, om een goede match met de bezetting van de parkeergarages te krijgen.

4 Invoer en Uitgangspunten basisjaar

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten van het VMHR gegeven. Alle modellen en scenario's (basisjaar, prognoses) zijn opgebouwd in één Aimsun project. Er is één netwerk, één database met sociaaleconomische gegevens en één database met tellingen voor alle modellen. Met behulp van filters wordt de juiste data voor het juiste model gebruikt en met behulp van zogenaamde "network-geometries" en "attrbute overrides" wordt het juiste netwerk opgebouwd. In dit hoofdstuk worden in eerste instantie alle invoer en uitgangspunten van het basisjaar beschreven.

4.1 Invoer basisjaar

Het basisjaar van het model is 2018. Achtereenvolgens worden de bronnen en uitgangspunten voor de sociaaleconomische gegevens, de netwerken, de tellingen en de beleidsuitgangspunten beschreven.

4.1.1 Sociaaleconomische gegevens

In deze paragraaf worden de sociaaleconomische gegevens zoals die gekoppeld zijn aan de zones beschreven. Deze paragraaf beschrijft achtereenvolgens de bronnen voor de persoonstypegegevens, de attracties, de data voor parkeren en voor vracht.

4.1.1.1 Inwoners en persoonstypegegevens

De inwonergegevens zijn voor de regio Holland Rijnland aangeleverd door gemeente op postcode-6-niveau. Voor de overige gebieden zijn de gegevens afkomstig uit andere verkeersmodellen, te weten v-MRDH, VENOM, RVMH en het NRM West.

Het model onderscheidt persoonstypes voor 3 categorieën:

- Leeftijd: 0-17, 18-34, 35-65, 65+
- Autobeschikbaarheid in het huishouden: Geen, 1 auto, 2 of meer auto's
- Werkstatus: Geen werk, Parttime, Fulltime

In de volgende tabel is per gemeente het aantal inwoners gegeven voor het basisjaar 2018 en zijn de persoonstypegegevens gegeven.

			Inwoners per persoonstypegroep									
Gemeente	Huishoudens	Inwoners	Leeftijd 0-17	Leeftijd 18-34	Leeftijd 35-64	Leeftijd 65+	Geen Auto	Auto 1	Auto 1+	Werk Geen	Werk Parttime	Werk Fulltime
Hillegom	9.576	21.939	4.226	4.143	9.306	4.264	2.230	11.382	8.327	10.978	2.975	7.986
Kaag en Braassem	11.253	26.660	4.659	4.537	10.768	6.696	2.248	13.945	10.468	14.803	3.496	8.361
Katwijk	25.967	65.315	14.768	13.891	25.870	10.786	8.922	37.882	18.511	37.072	8.476	19.766
Leiden	57.105	124.906	19.803	41.335	44.892	18.876	38.169	58.193	28.544	66.847	13.805	44.254
Leiderdorp	12.247	27.384	5.181	5.044	11.141	6.018	3.734	14.135	9.515	15.568	3.147	8.669
Lisse	9.875	22.673	4.409	4.029	9.419	4.816	2.319	12.281	8.073	11.896	2.440	8.337
Nieuwkoop	11.310	28.628	5.659	5.573	11.953	5.444	1.896	13.606	13.126	15.033	3.755	9.840
Noordwijk	18.655	42.859	7.418	8.059	18.007	9.375	4.413	23.997	14.448	24.436	5.360	13.063
Oegstgeest	10.494	24.460	5.265	3.974	10.252	4.969	3.324	13.837	7.300	13.934	2.286	8.240
Teylingen	15.333	36.980	7.642	6.820	15.894	6.624	3.402	19.576	14.002	18.934	5.231	12.814
Voorschoten	10.893	25.598	5.798	4.055	10.080	5.665	3.408	13.804	8.386	14.980	2.775	7.843
Zoeterwoude	3.445	8.469	1.604	1.660	3.488	1.718	857	4.375	3.237	4.995	1.091	2.383
Totaal	**196.153**	**455.871**	**86.432**	**103.119**	**181.070**	**85.250**	**74.923**	**237.012**	**143.936**	**249.476**	**54.837**	**151.558**

Tabel 15: overzicht aantal inwoner basisjaar 2018 en persoonstypegegevens

4.1.1.2 Attractiedata

Het model hanteert diverse attributen om de attracties te bepalen voor zowel personenverkeer als vrachtverkeer. In de volgende tabel staat een overzicht van de attractiedata voor het basisjaar 2018. De attractiedata bestaat uit arbeidsplaatsen, oppervlaktes van winkels, zorginstellingen, distributiecentra en terminals, leerlingplaatsen en kindplaatsen op kinderdagverblijven en BSO's.

		Oppervlaktes									
Gemeente	Arbeidsplaatsen	Supermarkt	Woonboulevard	Bouwmarkt	Tuincentrum	WinkelOverig	Zorg	Distributie	Terminal	Leerlingplaatsen	Kindplaatsen KDV BSO
Hillegom	7.472	5.550	2.705	1.935	7.320	62.212	26.052	21.433	0	2.788	844
Kaag en Braassem	10.095	10.827	2.882	0	0	41.036	6.977	6.270	0	2.432	1.080
Katwijk	23.870	17.598	9.563	9.069	9.835	133.734	58.707	457.543	0	9.165	1.289
Leiden	72.350	27.749	13.948	13.018	0	270.525	398.910	0	0	65.383	5.160
Leiderdorp	12.406	4.944	35.909	10.721	0	106.494	83.775	12.878	0	3.237	1.192
Lisse	8.984	8.202	5.297	0	0	81.379	10.414	123.298	0	3.570	675
Nieuwkoop	10.839	8.821	793	0	15.567	81.553	30.476	19.215	0	2.488	909
Noordwijk	23.202	12.652	7.058	5.098	0	140.667	67.164	97.547	0	6.077	1.506
Oegstgeest	7.663	4.004	1.014	3.135	645	51.288	52.650	0	0	5.586	1.348
Teylingen	16.150	11.280	1.480	833	0	72.970	20.037	91.799	0	5.455	1.358
Voorschoten	6.645	5.256	1.790	808	351	59.737	24.718	23.933	0	2.399	1.288
Zoeterwoude	7.450	2.126	36.733	620	0	49.491	20.715	59.370	0	606	344
Totaal	**207.126**	**119.009**	**119.172**	**45.237**	**33.718**	**1.151.086**	**800.595**	**913.286**	**0**	**109.186**	**16.993**

Tabel 16: overzicht van de attractiedata voor het basisjaar 2018

Naast bovenstaande attributen voor het bepalen van de attracties zijn er nog de bijzondere attracties, zie bijlage 3. De data voor deze zones is afkomstig van de gemeentes en op basis van inschatting van de stakeholders.

Voor het bepalen van de generatie en de attractie van het verkeersmodel worden coëfficiënten afgeleid waarmee, per zone, de generatie en/of de attractie berekend kan worden. Het model bepaalt de generatie en de attractie per activiteit. De coëfficiënten zijn dus ook per activiteit afgeleid. De bron voor deze afleiding is CROW Online Kennisbank.

4.1.1.3 Arbeidsplaatsen

De arbeidsplaatsen voor het studiegebied zijn op postcode-6-niveau aangeleverd door Provincie Zuid-Holland en zijn afkomstig uit het LISA-bestand 2018. LISA staat voor Landelijk Informatiesysteem van Arbeidsplaatsen en is een databestand met gegevens over de vestigingen in het studiegebied waar betaald werk wordt verricht. In de bestanden is een koppeling van gegevens opgenomen met een ruimtelijke component (adresgegevens) en een sociaal-economische component (werkgelegenheid en economische activiteit). Voor de overige gebieden zijn de gegevens afkomstig uit andere verkeersmodellen, te weten v-MRDH, VENOM, RVMH en het NRM West.

4.1.1.4 Parkeren

Parkeren wordt in het model meegenomen op twee manieren. In de eerste plaats worden de kosten van parkeren meegenomen in de Level-of-Service berekening. Dit gebeurt door de kosten van parkeren als kenmerk van een zone op te geven. De kosten die gehanteerd worden representeren een gemiddelde prijs voor parkeren in die zone. Het model houdt geen rekening met parkeerduur.

De bron voor parkeertarieven is het NDW waar gebruik gemaakt is van de dataset Open Parkeerdata. De parkeertarieven zijn waar nodig handmatig aangevuld vanuit de gemeentelijke websites.

In het VMHR worden de parkeerkosten meegenomen in de bestemmingskeuze en de vervoerwijzekeuze van het tour-model. Per stadscentrum is bepaald in welke zones betaald parkeren ingevoerd moet worden en zijn de gemiddelde parkeertarieven ingevuld in €/uur.

Daarnaast is ook de parkeercapaciteit van een zone meegenomen indien sprake is van parkeerregulering. Op basis van de dataset van het NRW is per zone de capaciteit bepaald. Daarnaast is de capaciteit van het straatparkeren in de zones ingevoerd. Deze is bepaald op basis van de Basiskaart Grootschalige

Topografie. Vervolgens is voor elke parkeergarage of parkeerterrein een aparte zone aangemaakt en aangesloten op de dichtstbijzijnde knoop in het netwerk. In enkele gevallen is er een aparte ingang en een aparte uitgang.

4.1.1.5 Vracht

Voor de schatting van de productie en attractie voor de sub-vervoerwijzen in vracht is gebruik gemaakt van de volgende zone kenmerken met de bijbehorende coëfficiënten.
Voor de schatting is gebruik gemaakt van de matrices van het NRM van heel Nederland.

	Zwaar	Middelzwaar	Bestel Kort	Bestel Lang
Inwoners	0,00134385	0,0022116	0,07846	0,0243576
ArbeidsplaatsenLandbouw	0,2312068	0,1323048	1,110168	0,292584
ArbeidsplaatsenIndustrie	0,09704025	0,0761928	0,373295	0,1048536
ArbeidsplaatsenDetail	0	0	0,135569	0,040218
ArbeidsplaatsenDiensten	0	0,0115524	0	0
ArbeidsplaatsenOverheid	0	0	0	0
ArbeidsplaatsenOverig	0,0085289	0,0104016	0,026599	0,0110916
M2Distributie	0,0020264	0,0015732	0	0,0002676
M2Terminal	0,0008466	0,0003984	0,000428	0,0000084

Tabel 17: Productie/Attractie factoren vrachtverkeer

4.2 Netwerk basisjaar

Het netwerk in Aimsun bestaat uit één geïntegreerd netwerk voor alle voertuigtypes. Dit multimodale netwerk wordt toegelicht in de volgende paragraaf. Aparte paragrafen zijn toegevoegd voor tol en vrachtwagenheffing. De invoer en uitgangspunten voor de openbaarvervoerlijnen wordt in de vierde paragraaf beschreven.

4.2.1 Infrastructuur netwerk

Het netwerk is volledig opnieuw opgebouwd. Voor het studiegebied is gebruik gemaakt van het NDW-netwerk 2018, het netwerk van het invloeds- en buitengebied is opgebouwd uit het V.MRDH (v2.10) en NRM West (v2022) netwerk voor basisjaar 2018.

Het netwerk voor het basisjaar is door gemeenten zelf gecontroleerd waarna alle voor model relevante opmerkingen zijn verwerkt. De belangrijkste aanpassingen hierin zijn:

- Wegcategorisering NWB aangepast naar standaard wegtyperingen VMHR
- Eenrichtingsverkeer en geslotenverklaringen verwerkt o.b.v. opmerkingen stakeholders
- Kruispunttypes o.b.v. Omnitrans model Holland Rijnland (RVMK 3.2) aangevuld met visuele controles op alle hogere orde wegen (50 km/u en hoger)
- Controle stakeholder op kruispunttypering, wegcategorieën, geslotenverklaringen en wettelijke snelheden

4.2.2 Tolheffing

De locaties waar sprake is van tolheffing zijn overgenomen uit het NRM en toegekend aan het netwerk van het verkeersmodel. Er is sprake van een tolheffing met vast bedrag op de volgende trajecten:

- Westerscheldetunnel (Terneuzen), tarief van € 3,83 voor auto en € 15,46 voor vrachtwagens
- Liefkenshoektunnel (Antwerpen), tarief van € 4,57 voor auto en € 15,66 voor vrachtwagens
- Kiltunnel (Dordrecht) met een tarief van € 1,65 voor auto en € 4,18 voor vrachtwagens

In het verkeersmodel is tevens de vrachtwagenheffing in België en Duitsland opgenomen. In Duitsland en België is uitgegaan van een gemiddeld vrachtwagenheffing van € 0,13/km. De vrachtwagenheffing is toegepast conform het NRM aan het netwerk toegekend.

4.2.3 Openbaarvervoerlijnen

Nadat de complete infrastructuur is gedefinieerd kunnen de openbaarvervoerlijnen die over deze infrastructuur rijden ingevoerd worden. De netwerken zijn geïmporteerd op basis van GTFS-bestanden:

Import treinen

Brondata treinlijnen:

- Nederland: GTFS-dataset 19-03-2019. Deze dataset was reeds beschikbaar en direct bruikbaar binnen RHDHV waardoor hiervoor gekozen is.

Na de import van deze bestanden zijn er veel controles en nabewerkingen nodig om een openbaar vervoer netwerk dat geschikt is voor modelleren te krijgen. De volgende stappen zijn uitgevoerd:

- Reductie sporen bij stations (elk perron is anders apart)
- Aansluiten grensovergangen
- Extra lokale spoorlijnen toegevoegd

Import bussen

Brondata buslijnen: GTFS-dataset 29-11-2018

De dataset van 29-11-2018 is gebruikt voor de buslijnen in Holland Rijnland. Deze datum valt kort voor 10 december, de dag waarop jaarlijks de nieuwe dienstregeling voor busverkeer ingaat. Nadat alle buslijnen zijn ingevoerd zijn er nog een aantal controles en correcties uitgevoerd. Lijnen die elkaar overlappen met dezelfde naamgeving zijn samengevoegd waarbij de lijn met de meeste bushaltes als maatgevende lijn is gebruikt. Ook voor de haltes zijn een aantal groeperingen uitgevoerd ter vereenvoudiging van het netwerk. Voor de bus zijn haltes met hetzelfde ID samengevoegd. Vervolgens zijn alle haltes op minder dan 30m van elkaar ook samengevoegd.

Loopverbindingen tussen stations

Tussen stations binnen een hemelsbrede afstand van 200 meter, zijn looplinks aangelegd. De snelheid van deze links is 4 km/uur. Voor de grote NS-stations is gecontroleerd of de bijbehorende bushaltes binnen 200 meter liggen. Indien nodig is dit handmatig toegevoegd.

4.3 Tellingen basisjaar

Er is een groot bestand met alle telgegevens opgebouwd. De telgegevens zijn afkomstig van diverse bronnen. De gebruikte tellingen kunnen per model verschillen.

4.3.1 Auto/Vracht

De tellingen voor het basisjaar zijn afkomstig van een aantal verschillende bronnen:

Type weg	Bron
Rijkswegen	INWEVA-Data (waarbij de bron telling of afgeleid van telling is)
PrOViNciale wegen	Ontvangen van de Provincie Zuid-Holland, dit zijn met name vaste telpunten
Overige wegen (stedelijk)	Aangeleverd door verschillende gemeentes en hebben verschillende bronnen (Radar tellingen/tellus etc).

Tabel 18: brondata tellingen basisjaar

Voor het VMHR worden de aangeleverde tellingen gebruikt om het model op te kalibreren. Om dit correct uit te voeren zijn de tellingen voorzien van een gewicht. De tellingen hebben een gewicht (betrouwbaarheid) gekregen op basis van de volgende factoren:

Kenmerk	Puntenaftrek
Telling dmv permanente telslang	0
Telling dmv een telslang	0

Radartelling	-3
Telling > 6 maanden	0
Telling 6 maanden – 3 maanden	0
Telling 3 maanden – 1 maand	-1
Telling 1 maand – 1 week	-2
Telling < 1 week	-3
Screenline telling = nee	0
Screenline telling = ja	-3
Verdeling OS/AS = ja	0
Verdeling OS/AS = nee	-10
Verdeling voertuigcategorie = ja	0
Verdeling voertuigcategorie = nee	-1
Telling afkomstig uitvorige versie van model	-3
Tellingen uit 2015, 2016, 2020, 2021	-2

Tabel 19 overzicht puntenaftrek per telpuntkenmerk

Tijdens het kalibratieproces houdt het model rekening met de toegekend gewichten, waardoor de betrouwbaarheid zo groot mogelijk is. In bijlage 5 is een overzicht van alle telpunten opgenomen inclusief de betrouwbaarheid. Tellingen met een aftrek van 10 punten of meer worden niet meegenomen in de kalibratie omdat de betrouwbaarheid hiervan onvoldoende is. De volledige aftrek van 10 punten is slechts op 1 telling van toepassing op het totaal van aangeleverde tellingen.

In sommige gebieden zijn weinig tot geen tellingen beschikbaar van het basisjaar of de jaren ervoor c.q. erna. Tijdens de bouw van het basisjaar zijn aanvullende tellingen uit 2022 aangeleverd. Deze tellingen zijn niet verwerkt, maar de waardes zijn wel gebruikt om tijdens het kalibratieproces de routekeuze positief te beïnvloeden waardoor de intensiteiten beter aansluiten bij de beoogde telwaarde.

4.3.2 Fiets

Voor fiets zijn geen verkeerstellingen ingevoerd, omdat het model niet wordt gekalibreerd op fietsverkeer. Wel is tijdens de bouw van het verkeersmodel gebruik gemaakt van fietstellingen van de gemeente Leiden om de fietsstromen te optimaliseren.

4.3.3 Openbaar vervoer

Voor het openbaar vervoer is gebruik gemaakt van diverse databronnen. Voor het openbaar vervoer is gebruik gemaakt van baanvakbelastingen en in- en uitstappersgegevens van de NS- en BTM-tellingen van de stedelijke concessie, aangeleverd door de Provincie Zuid-Holland en Translink. De OV-chipkaart-gegevens (Translink) zijn niet opgenomen in de tellingendatabase en worden niet verstrekt bij de uitlevering het verkeersmodel (voorwaarden Translink).

In-en uitstappers treinstations
- Brondata NS: NS-jaarverslag 2019 Reizigersgedrag | NS Dashboard (nsjaarverslag.nl)
- Brondata Translink: oktober en november 2019

Baanvaktellingen trein
- Brondata NS: NS-jaarverslag 2019 Reizigersgedrag | NS Dashboard (nsjaarverslag.nl)
- Baanvaktellingen NS (afgerond op 1000-tallen)

Tellingen bus

- Brondata: Arriva Zuid-Holland Noord tellingen tussen plaatsen/gemeenten per buslijn werkdag oktober/november 2018
- Tellingen van meerdere buslijnen op één wegvak zijn bij elkaar opgeteld

4.4 Beleidsuitgangspunten basisjaar

In het verkeersmodel zijn diverse modelparameters en instellingen gehanteerd. Deze beleidsuitgangspunten zijn in dit hoofdstuk gegeven.

4.4.1 Gegeneraliseerde kosten

De gegeneraliseerde kosten verschillen per activiteit en zijn overgenomen van het NRM/LMS. Basis hiervoor zijn de Value-of-Time (VoT), Value-of-Distance (VoD) en bezettingsgraden. De VoT geeft het aantal euro's dat een gemiddelde Nederlander over heeft voor een uur van zijn tijd. Met de waarde van de VoD kan de afstand van een rit worden omgerekend van kilometers naar euro's. Vervolgens kunnen de euro's met de VoT omgerekend worden naar reistijd. De verschillende parameters per vervoerwijze en motief zijn in onderstaande tabel weergegeven. Daarnaast is de afleiding van de afstandsparameter opgenomen. De afstandsparameter rekent de kilometrage om naar reistijd.

		VoT	VoD	Bezettingsgraad	Afstandsparameter: VoD/(VoT*BezGr/60)
auto	woon-werk	10,43	0,11	1,06	0,586
	zakelijk	32,11	0,11	1,04	0,194
	overig	8,45	0,11	1,28	0,602
	gemiddeld	10,15	0,11	1,18	0,543
trein	woon-werk	13,00			
	zakelijk	23,00			
	overig	8,00			
	gemiddeld	10,50			
btm	woon-werk	9,00			
	zakelijk	29,00			
	overig	8,00			
	gemiddeld	9,49			
bestel (L1+L2)	gemiddeld	32,11	0,13		0,242
vracht (L2+L3)	gemiddeld	50,90	0,38		0,450

Tabel 20: verschillende parameters per vervoerwijze en motief

In het verkeersmodel worden alle weerstanden omgerekend naar gegeneraliseerde reistijd conform de factoren in onderstaande tabellen. Voor de componenten reistijd, kruispuntvertraging, wachttijd en looptijd zelf is de factor dus altijd 1.0. De skim-matrix met de grensweerstanden (Daily Urban System) bevat een waarde als er een (psychologische) barrière zit tussen een herkomst en een bestemming.[7] De grensweerstandwaardes uit de matrix worden vermenigvuldigd met de factor 'grensweerstand' om de grensweerstand uit te drukken in minuten.

De kostencomponenten die uitgedrukt worden in Euro zijn tolkosten, tolheffing per km (bijvoorbeeld vrachtwagenheffing), OV-tarief en parkeerkosten. Met de factoren worden de kosten motiefafhankelijk omgerekend naar de reistijd. Dit betekent dat bijvoorbeeld parkeerkosten van 1 Euro geteld wordt als 6,62 minuten voor het motief winkel. Bij de vervoerwijze auto geldt dat parkeren alleen meegenomen voor de

[7] *Zoals beschreven in paragraaf 3.1.1.8*

activiteiten winkelen (Shop) en overig (Other). Het effect van parkeerkosten op de activiteiten werk en zakelijk is verwaarloosbaar, omdat de werkgever deze kosten betaald. Bij de vervoerwijze openbaar vervoer zijn de tarieven voor de activiteit school voor een derde meegenomen als gevolg van de OV-chipkaart.

M_Auto	Afstand (min/km)	Reistijd	Kruispunt-vertraging	Tolkosten (min/€)	Grensweerstand (min)	Parkeerkosten (min/€)
P_Thuis	0,39	1	1	3	86,75	0
P_Werk	0,39	1	1	3	86,75	0
P_Zakelijk	0,127	1	1	1	72,58	0
P_School	0,415	1	1	4	80,55	0
P_Winkel	0,415	1	1	4	60,84	6,62
P_HalenBrengen	0,415	1	1	3	146,75	0
P_Overig	0,415	1	1	1	70,56	6,62
P_BestelKort	0,355	1	1	1	68	0

Tabel 21 omrekenfactoren van kosten naar reistijd voor het autoverkeer

M_Fiets	Afstand (min/km)	Reistijd	Kruispunt-vertraging	Grensweerstand (min)
P_Thuis	0	1	0,5	86,75
P_Werk	0	1	0,5	86,75
P_Zakelijk	0	1	0,5	72,58
P_School	0	1	0,5	80,55
P_Winkel	0	1	0,5	60,84
P_HalenBrengen	0	1	0,5	86,75
P_Overig	0	1	0,5	70,56

Tabel 22 omrekenfactoren van kosten naar reistijd voor het fietsverkeer

M_OV	Overstap	Tarief (min/€)	Reistijd in voertuig	Wachttijd	Looptijd	Grensweerstand (min)
P_Thuis	1	5,599	1	0,5	1	206,75
P_Werk	1	5,086	1	0,5	1	206,75
P_Zakelijk	1	2,152	1	0,5	1	192,58
P_School	1	2,331	1	0,5	1	200,55
P_Winkel	1	6,993	1	0,5	1	180,84
P_HalenBrengen	1	6,993	1	0,5	1	206,75
P_Overig	1	6,993	1	0,5	1	190,56

Tabel 23 omrekenfactoren van kosten naar reistijd voor het openbaar vervoer

Voor vrachtverkeer wordt geen onderscheid gemaakt in activiteit maar wel in voertuigtype. De factoren per voertuigtype zijn gelijk.

M_Vracht	Afstand (min/km)	Reistijd	Kruispunt-vertraging	Kilometerheffing (min/€)	Tolkosten (min/€)	Grensweerstand (min)
P_Vracht	0,355	1	1	1	1	8
P_BestelLang	0,355	1	1	1	1	8
P_MVracht	0,355	1	1	1	1	8
P_ZVracht	0,355	1	1	1	1	8

Tabel 24 omrekenfactoren van kosten naar reistijd voor het vrachtverkeer

4.4.2 Elektrische fietsen

Uit ODiN2018-2019 blijkt dat het aandeel e-bike toeneemt naarmate de fietsafstand groter wordt. Uit ODiN is het e-bike aandeel per afstandsklasse bepaald. Vervolgens is een gewogen snelheid berekend op basis van de kruissnelheid van gewone fietsen (18 km/u) en van e-bikes (25 km/u). Tot slot is de e-bikefactor bepaald per afstandsklasse. Aan de hand van de berekende factoren worden per HB-relatie de skimwaarden gecorrigeerd.

Het aandeel e-bikes is per afstandsklasse verschillend en dat resulteert in het verkeersmodel in de volgende instellingen.

2018	Snelheid (km/u)	Afsftandsklasse				
		0 - 2.5	2.5 - 5	5 - 7.5	7.5 - 12.5	12.5+
Elektrisch	25	11,8%	13,7%	17,6%	24,6%	37,7%
Niet-elektrisch	18	88,2%	86,3%	82,4%	75,4%	62,3%
Gewogen snelheid		18,825	18,962	19,229	19,721	20,639
Berekende factor		1,000	1,007	1,021	1,048	1,096

Tabel 25: aandeel e-bikes per afstandsklasse

4.4.3 OV-tarieven

Het openbaarvervoertarief in Nederland is gebaseerd op de afgelegde kilometers. Dit is echter geen lineaire relatie. Naar mate de afstand toeneemt worden de kosten per km lager. De tarieven worden achteraf bepaald op basis van de afstand. Hier worden de volgende formules voor gebruikt.

Afstand in kilometer < 100km: *tarief = 1.08 + 0.18 * afstand in km*
Afstand in kilometer < 200km: *tarief = 10.19 + 0.09 * afstand in km*
Afstand in kilometer > 200km: *tarief = 27.40*[8]

[8] *door afronding van gekozen factoren in de beschrijving is het mogelijk dat rondom bovenstaande grenzen de tarieven elkaar overlappen.*

5 Resultaten en kwaliteitsbeoordeling basisjaar

In dit hoofdstuk wordt de kwaliteit van de modelresultaten beoordeeld en toegelicht. De kwaliteit van het verkeersmodel is beoordeeld aan de hand van het door het kernteam Verkeersmodel Holland Rijnland vastgestelde toetsingskader, zie bijlage 6. Dit toetsingskader is gebruikt voor de beoordeling van de tussen- en eindresultaten van het verkeersmodel en wordt gebruikt om aan te tonen dat het VMHR kwalitatief voldoet. Daarnaast hebben alle gemeenten en de Provincie de conceptresultaten van het basisjaar beoordeeld. Tijdens deze controle zijn diverse opmerkingen gemaakt over onder andere de routekeuze en ontbrekende schakels in het netwerk. Deze opmerkingen zijn meegenomen tijdens de voorbereiding op de definitieve run van het basisjaar. Hierdoor sluiten de resultaten nog beter aan bij de verwachting van de verschillende gemeenten en kan worden gesteld dat het basisjaar modelmatig overeenkomt met de verkeerssituatie in 2018.

5.1 Kwaliteitstoetsing basisjaar

Het toetsingskader is gebruikt om de kwaliteit van het verkeersmodel te kunnen beoordelen. Het toetsingskader is onder te verdelen in drie hoofdgroepen, te weten het verplaatsingsgedrag, het netwerkresultaat en de elasticiteiten.

Verplaatsingsgedrag

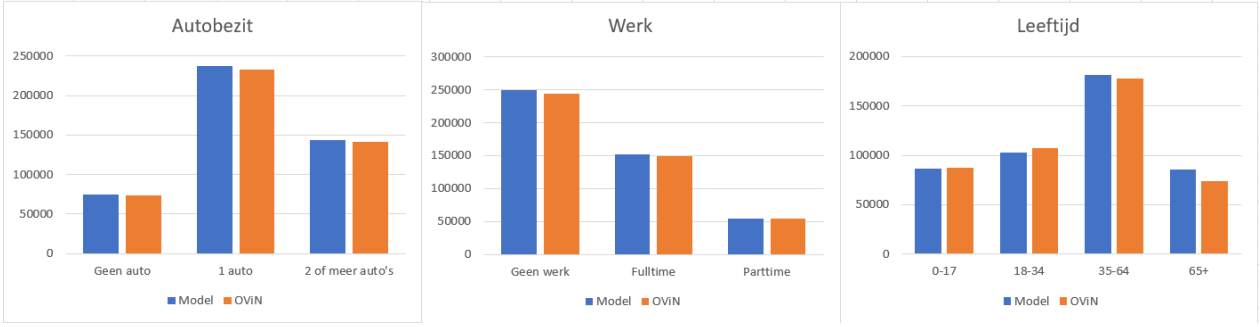
Bij het onderdeel verplaatsingsgedrag wordt de kwaliteit van de matrices beoordeeld ten opzichte van OViN. Het verplaatsingsgedrag is beoordeeld voor het VMHR.

5.1.1 Persona's t.o.v. OViN

In de populatiegeneratie worden per zone de aandelen per persoonstype bepaald op basis van de ingevoerde sociaaleconomische gegevens. Het resultaat van de populatiegeneratie is, per zone, het aantal mensen per persoonstype. De totalen per persoonstype worden vergeleken met de verdeling in OViN. De populatiegeneratie mag maximaal 10% afwijken ten opzichte van OViN op etmaal niveau.

In de onderstaande afbeelding en tabel zijn OViN- en modelwaarden en de procentuele afwijkingen opgenomen. De afwijkingen op autobezit en inkomen zijn verwaarloosbaar als gevolg van de middeling van jaren in OViN 2015-2017 t.o.v. gegevens 2018 vanuit het VMHR en het schalen van beide randtotalen naar OViN.

De populatiegeneratie komt goed overeen voor alle persoonstype totalen. Het model beschrijft het OViN op het onderdeel populatiegeneratie zeer goed.



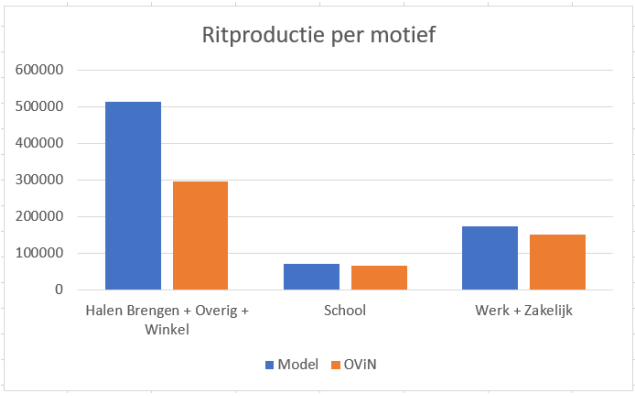
Figuur 11 overzicht populatiegeneratie 1

5.1.2 Ritproductie t.o.v. OViN

De totale ritproductie van het verkeersmodel wordt vergeleken met die van OViN, waarbij de productie op etmaalniveau maximaal 10% mag afwijken ten opzichte van OViN. Voor schaling van de ritproductiecijfers

in het verkeersmodel is de afwijking t.o.v. OViN beperkt. Initieel komt de ritproductie goed overeen met het OViN.

In het verkeersmodel is de ritproductie vervolgens geschaald om beter aan te sluiten bij de werkelijke verkeersproductie en verkeerstellingen. Het OViN onderschat namelijk de werkelijke verkeersproductie als gevolg van het ontbreken van korte ritten, buitenlandrelaties en vakantieverkeer. De motieven winkel, overig en halen-brengen zijn geschaald. De ritproductie komt daarmee dus goed overeen met OViN.



Figuur 12 ritproductie per motief

Kijkend naar de motieven afzonderlijk is te zien dat de geschaalde motieven afwijkingen vertonen (Halen Brengen, Overig en Winkel). Door de ophoging van deze motieven is de ritproductie van deze motieven ongeveer een factor 2 hoger dan de ritproductie in OViN.

5.1.3 Modal split t.o.v. OViN

De modal split geeft de verdeling van de ritten over vervoerwijzen auto, openbaar vervoer en fiets. De modal split in het model is vergeleken met de modal split in OViN. In het toetsingskader is gesteld dat de modal split maximaal 10%-punten mag afwijken van het aandeel uit OViN. In de bijgevoegde afbeelding en tabel zijn OViN- en modelwaarden en de procentuele afwijkingen opgenomen. De modal split komt zeer goed overeen met OViN.

Het aandeel auto valt in het verkeersmodel hoger uit in vergelijking tot OViN. Dit komt doordat de korte autoverplaatsingen in het OViN worden onderschat. In het verkeersmodel zijn deze korte verplaatsingen opgehoogd, waardoor er in het verkeersmodel meer ritten van de vervoerswijze auto aanwezig zijn,

De OViN-steekproef laat een relatief hoog aandeel openbaar vervoer (OV) zien. Wanneer we echter de o.b.v. OViN geschatte matrices confronteren aan de tellingen, komt het aantal OV-reizigers in Holland Rijnland modelmatig veel te hoog uit. Dit is ook zichtbaar in de afwijking/t-toets voor het openbaar vervoer.

Studiegebied	OV		Fiets		Auto			Afwijking absoluut		
Motief	model	OViN	model	OViN	model	OViN		OV	Fiets	Auto
HalenBrengen	1.0%	2.0%	37.1%	40.7%	61.9%	57.3%		-1.0%	-3.6%	4.6%
Overig	4.9%	7.7%	52.5%	55.0%	42.6%	37.3%		-2.8%	-2.5%	5.3%
School	17.0%	18.1%	71.0%	71.6%	12.0%	10.3%		-1.2%	-0.5%	1.7%
Thuis	7.0%	9.3%	47.6%	50.1%	45.4%	40.6%		-2.3%	-2.5%	4.8%
Werk	12.1%	15.2%	35.5%	34.4%	52.4%	50.3%		-3.1%	1.0%	2.1%
Winkel	1.9%	2.3%	48.5%	51.3%	49.7%	46.4%		-0.5%	-2.8%	3.3%
Zakelijk	1.6%	2.0%	14.7%	14.3%	83.8%	83.6%		-0.5%	0.3%	0.1%
Totaal	**6.8%**	**9.3%**	**47.7%**	**49.3%**	**45.6%**	**41.4%**		**-2.6%**	**-1.6%**	**4.1%**

Nederland	OV		Fiets		Auto			Afwijking absoluut		
Motief	model	OViN	model	OViN	model	OViN		OV	Fiets	Auto
HalenBrengen	2.0%	1.4%	39.4%	32.9%	58.7%	65.6%		0.5%	6.4%	-7.0%
Overig	7.2%	6.9%	50.6%	48.5%	42.2%	44.7%		0.3%	2.1%	-2.4%
School	21.2%	18.0%	69.1%	72.3%	9.7%	9.7%		3.2%	-3.2%	0.0%
Thuis	8.2%	8.3%	46.0%	44.5%	45.8%	47.2%		-0.1%	1.5%	-1.4%
Werk	12.4%	10.1%	35.2%	29.2%	52.3%	60.7%		2.4%	6.0%	-8.3%
Winkel	4.1%	4.5%	45.6%	45.3%	50.3%	50.3%		-0.4%	0.3%	0.1%
Zakelijk	3.9%	6.9%	18.9%	9.7%	77.2%	83.4%		-3.0%	9.2%	-6.3%
Totaal	**8.3%**	**8.3%**	**46.1%**	**43.7%**	**45.6%**	**48.0%**		**0.1%**	**2.4%**	**-2.4%**

Tabel 26 verschil modal split per motief in OViN en Model

5.1.4 Ritlengteverdeling t.o.v. OViN

De ritlengteverdeling in het model is vergeleken met de ritlengteverdeling in OViN voor de waarnemingen in Holland Rijnland. In het toetsingskader is gesteld dat de ritlengteverdeling maximaal 20%-punten mag afwijken van het aandeel uit OViN. In de bijgevoegde tabel zijn de resultaten van het synthetische model vergeleken met OViN. Het betreft het aandeel ritten per afstandsklasse per vervoerwijze.

De ritlengteverdelingen uit het verkeersmodel komen goed overeen met OViN. Alle vervoerswijzen vallen volledig binnen de gestelde bandbreedte van 20%-punten. De verschillen bij auto zijn voornamelijk terug te vinden in de afstandsklassen tot 0-5 km. Dit komt door de ophoging van korte ritten in het verkeersmodel. Alleen bij een grotere afwijking t.o.v. OViN is het mogelijk de kortere verplaatsingen verder op te hogen zodat op deze verplaatsingen een minder groot effect zichtbaar is.

Voor het OV valt de afstandsverdeling 15-20 km hoger uit in vergelijking tot het OViN. We zien in de toedelingen ook een lichte overschatting van de OV-verplaatsingen op de middellange afstand (Den Haag – Rotterdam). In de kalibratie zien we op deze relaties ook de grootste correcties. Binnen het studiegebied zijn de absolute aanpassingen tussen de gebieden maximaal 100 voertuigen.

Het effect van de kalibratie op het verplaatsingsgedrag is beoordeeld. Met name de interne verplaatsingen voor het autoverkeer worden opgehoogd. Dit heeft echter geen grote effecten op de relatiepatronen met de andere gebieden. Dit geeft wel het signaal dat ondanks de goede aansluiting met het OViN en de ophoging van de korte verplaatsingen dit synthetisch nog meer opgehoogd had kunnen worden.

Frequentie verdeling	0-5 km	5-10 km	10-15 km	15-20 km	20-30 km	30-40 km	40-50km	50-75 km	75-100 km	100-150 km	150-200 km
M_Auto	44.9%	17.4%	12.5%	7.7%	8.8%	4.7%	2.4%	1.0%	0.2%	0.2%	0.1%
M_Fiets	86.2%	10.6%	2.6%	0.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
M_OV	6.6%	16.1%	15.4%	20.2%	17.1%	9.4%	7.7%	6.5%	0.5%	0.3%	0.2%
Afstandklasse	0-5 km	5-10 km	10-15 km	15-20 km	20-30 km	30-40 km	40-50km	50-75 km	75-100 km	100-150 km	150-200 km
M_Auto	7%	-1%	2%	0%	0%	0%	-1%	-3%	-2%	-1%	-1%
M_Fiets	2%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
M_OV	-9%	0%	4%	10%	3%	1%	1%	-2%	-4%	-2%	-1%

Tabel 27: overzicht afstandsverdeling t.o.v. OViN

5.1.5 Matrixsymmetrie

De symmetrie van de synthetische matrices is getoetst op etmaalniveau. In het toetsingskader is vastgesteld dat 95% van de zones binnen de symmetrie-verhouding van 40/60 moeten liggen. In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van de toetsing van de 5 vervoerswijzen. De synthetische matrices zijn door de schatting van de tours op etmaal niveau symmetrisch. In een aanvullende analyse met de grenswaarden op 49/51 voldoen nog steeds alle zones aan de symmetrie-eisen.

SYN	Aantal zones	[40-60%]	[<40%] [>60%]	Voldoet
Auto	4884	4884	0	100%
Mvracht	4884	4884	0	100%
Zvracht	4884	4884	0	100%
OV	4884	4884	0	100%
Fiets	4884	4884	0	100%

Tabel 28: overzicht synthetische matrices

Aanvullend op de vergelijking per zone, is de analyse uitgevoerd voor een aggregatie van de matrix voor autoverkeer. In deze matrix is reeds het 4e kwadrant vervangen door verkeer vanuit het NRM 2022 Basisjaar 2018. Alle relaties voldoen aan de gestelde criteria.

	01_Studiegebied	02_OmgevingDenHaag	03_OmgevingRotterdam	04_OmgevingAlphen	05_OmgevingAmsterdam	06_OmgevingUtrechtGouda	07_Rest_ProvNH	08_Rest_ProvUtrecht	09_Rest_ProvZH	10_Rest	**Totaal**
01_Studiegebied	0.50	0.50	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	**0.50**
02_OmgevingDenHaag	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50	**0.50**
03_OmgevingRotterdam	0.51	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.52	0.56	0.51	0.47	**0.50**
04_OmgevingAlphen	0.50	0.49	0.49	0.50	0.50	0.49	0.51	0.50	0.49	0.50	**0.50**
05_OmgevingAmsterdam	0.50	0.49	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.49	0.45	0.50	**0.50**
06_OmgevingUtrechtGouda	0.50	0.50	0.50	0.51	0.49	0.50	0.53	0.50	0.47	0.50	**0.50**
07_Rest_ProvNH	0.50	0.49	0.48	0.49	0.50	0.47	0.50	0.53	0.50	0.49	**0.50**
08_Rest_ProvUtrecht	0.50	0.49	0.44	0.50	0.51	0.50	0.47	0.50	0.55	0.50	**0.50**
09_Rest_ProvZH	0.51	0.50	0.49	0.51	0.55	0.53	0.50	0.45	0.50	0.52	**0.50**
10_Rest	0.51	0.50	0.53	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.48	0.50	**0.50**
Totaal	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**

Tabel 29: aggregatiematrix voor autoverkeer voor kalibratie

Dezelfde analyse is uitgevoerd met de automatrices na kalibratie. Ook hier voldoen alle relaties aan de gestelde criteria. De kalibratie heeft zodoende nauwelijks effect op de symmetrie van de automatrices.

	01_Studiegebied	02_OmgevingDenHaag	03_OmgevingRotterdam	04_OmgevingAlphen	05_OmgevingAmsterdam	06_OmgevingUtrechtGouda	07_Rest_ProvNH	08_Rest_ProvUtrecht	09_Rest_ProvZH	10_Rest	Totaal
01_Studiegebied	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.49	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50
02_OmgevingDenHaag	0.49	0.50	0.50	0.50	0.53	0.49	0.55	0.49	0.50	0.51	0.50
03_OmgevingRotterdam	0.49	0.50	0.50	0.51	0.50	0.49	0.53	0.55	0.51	0.48	0.50
04_OmgevingAlphen	0.49	0.50	0.49	0.50	0.50	0.49	0.53	0.50	0.47	0.49	0.50
05_OmgevingAmsterdam	0.50	0.47	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.48	0.45	0.49	0.50
06_OmgevingUtrechtGouda	0.51	0.51	0.51	0.51	0.49	0.50	0.53	0.50	0.47	0.50	0.50
07_Rest_ProvNH	0.49	0.45	0.47	0.47	0.50	0.47	0.50	0.53	0.50	0.49	0.50
08_Rest_ProvUtrecht	0.50	0.51	0.45	0.50	0.52	0.50	0.47	0.50	0.55	0.50	0.50
09_Rest_ProvZH	0.50	0.50	0.49	0.53	0.55	0.53	0.50	0.45	0.50	0.52	0.50
10_Rest	0.50	0.49	0.52	0.51	0.51	0.50	0.51	0.50	0.48	0.50	0.50
Totaal	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.50**

Tabel 30: aggregatiematrix voor autoverkeer na kalibratie

5.2 Toedeelresultaten

5.2.1 T-toets

De uitkomsten van de toedelingen worden beoordeeld aan de hand van de T-toets.

Het modelresultaat voor en na kalibratie wordt getoetst met de T-toets. Na de kalibratie zijn de gekalibreerde matrices opnieuw toegedeeld aan het netwerk en zijn de modelwaarden vergeleken met de telwaarden. Omdat in verkeersmodellen relatief lage waarden met elkaar vergeleken worden, is het niet juist alleen het relatieve verschil tussen de tel- en modelwaarden te beschouwen. Door het uitvoeren van een zogenaamde T-toets wordt rekening gehouden met zowel een absolute als een relatieve afwijking. In de T-toets is vastgelegd dat bij een lage telwaarde een relatief hoge afwijking is toegestaan en bij een hoge telwaarde een relatief lage afwijking. In de T-toets is per telling een T-waarde berekend die de relevante afwijking tussen telling en modelwaarde weergeeft.

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 (telling)
X_b = Het berekende aantal (modelwaarde)

Voor elke afzonderlijke vervoerwijze geldt het volgende wat betreft afwijking van het synthetische model t.o.v. de tellingen:

- Per tijdsperiode (OS/AS/RD) minimaal 40% van de tellocaties T-waarde van 3,5 of lager
- Per tijdsperiode (OS/AS/RD) maximaal 40% van de tellocaties T-waarde van 4,5 of hoger
- Op etmaalniveau minimaal 40% van de tellocaties T-waarde van 4,5 of lager
- Op etmaalniveau maximaal 40% van de tellocaties T-waarde van 5,5 of hoger

Basisjaar 2018 Synthetisch

V_Auto	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	69,1%	64,3%	75,8%	34,9%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	16,4%	20,6%	16,1%	22,0%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	14,5%	15,1%	8,1%	43,1%
Totaal	100%	100%	100%	100%

V_MVracht	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	84,6%	84,0%	90,2%	60,8%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	6,7%	6,2%	5,1%	19,4%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	8,6%	9,8%	4,7%	19,8%
Totaal	100%	100%	100%	100%

V_ZVracht	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	97,4%	96,8%	98,0%	89,2%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	1,7%	2,1%	1,6%	7,0%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	0,9%	1,0%	0,4%	3,8%
Totaal	100%	100%	100%	100%

M_OV	-	-	-	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	-	-	-	42,7%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	-	-	-	25,9%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	-	-	-	31,5%
Totaal				100%

Tabel 31: overzicht T-toets per modaliteit voor en na kalibratie

Voor elke afzonderlijke vervoerwijze geldt het volgende wat betreft afwijking van het gekalibreerde model t.o.v. de tellingen:

- Per tijdsperiode (OS/AS/RD) minimaal 80% van de tellocaties T-waarde van 3,5 of lager
- Per tijdsperiode (OS/AS/RD) maximaal 5% van de tellocaties T-waarde van 4,5 of hoger
- Op etmaalniveau minimaal 80% van de tellocaties T-waarde van 4,5 of lager
- Op etmaalniveau maximaal 5% van de tellocaties T-waarde van 5,5 of hoger

Basisjaar 2018 Gekalibreerd

V_Auto	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	92,0%	92,8%	99,1%	86,2%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	6,1%	5,6%	0,7%	9,1%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	1,8%	1,6%	0,2%	4,7%
Totaal	100%	100%	100%	100%

V_MVracht	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	97,1%	97,3%	98,6%	82,2%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	2,2%	1,7%	0,6%	13,1%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	0,7%	1,0%	0,8%	4,7%
Totaal	100%	100%	100%	100%

V_ZVracht	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	98,7%	98,3%	98,7%	93,7%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	1,1%	1,2%	0,6%	3,8%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	0,3%	0,5%	0,7%	2,5%
Totaal	100%	100%	100%	100%

M_OV	-	-	-	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	-	-	-	89,7%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	-	-	-	6,9%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	-	-	-	3,4%
Totaal				100%

Tabel 32: overzicht T-toets per modaliteit voor en na kalibratie

In bovenstaande tabellen is het resultaat van de T-toets van het VMHR weergegeven. Hierin is per tijdsperiode voor de motorvoertuigen het synthetisch en het gekalibreerde resultaat opgenomen. Het kalibratieresultaat van het VMHR voldoet ruimschoots voor het gemotoriseerde verkeer aan de daarvoor opgestelde criteria van de T-toets. Voor het openbaar vervoer is de afwijking synthetisch, met name aanwezig op de spoorverbindingen in de omgeving van Rotterdam, nog enigszins te groot. Na kalibratie voldoen we voor het openbaar vervoer ruimschoots aan de gestelde criteria.

In de volgende afbeelding is tevens het T-toets resultaat weergegeven per periode voor motorvoertuigen bij elkaar. Ook hier is te zien dat de perioderesultaten ruimschoots aan de criteria van de T-toets voldoen.

Basisjaar 2018 Synthetisch

All	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	67,3%	64,1%	74,0%	34,0%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	18,6%	19,8%	17,2%	19,8%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	14,1%	16,1%	8,9%	46,2%
Totaal	100%	100%	100%	100%

Basisjaar 2018 Gekalibreerd

All	T_Ochtend	T_Avond	T_Rest	T_Etmaal
T-waarde <3.5 (<4.5 etm)	92,4%	91,9%	98,4%	85,6%
T-waarde 3.5-4.5 (4.5-5.5 etm)	6,0%	6,4%	1,2%	9,0%
T-waarde >4.5 (> 5.5 etm)	1,6%	1,7%	0,4%	5,4%
Totaal	100%	100%	100%	100%

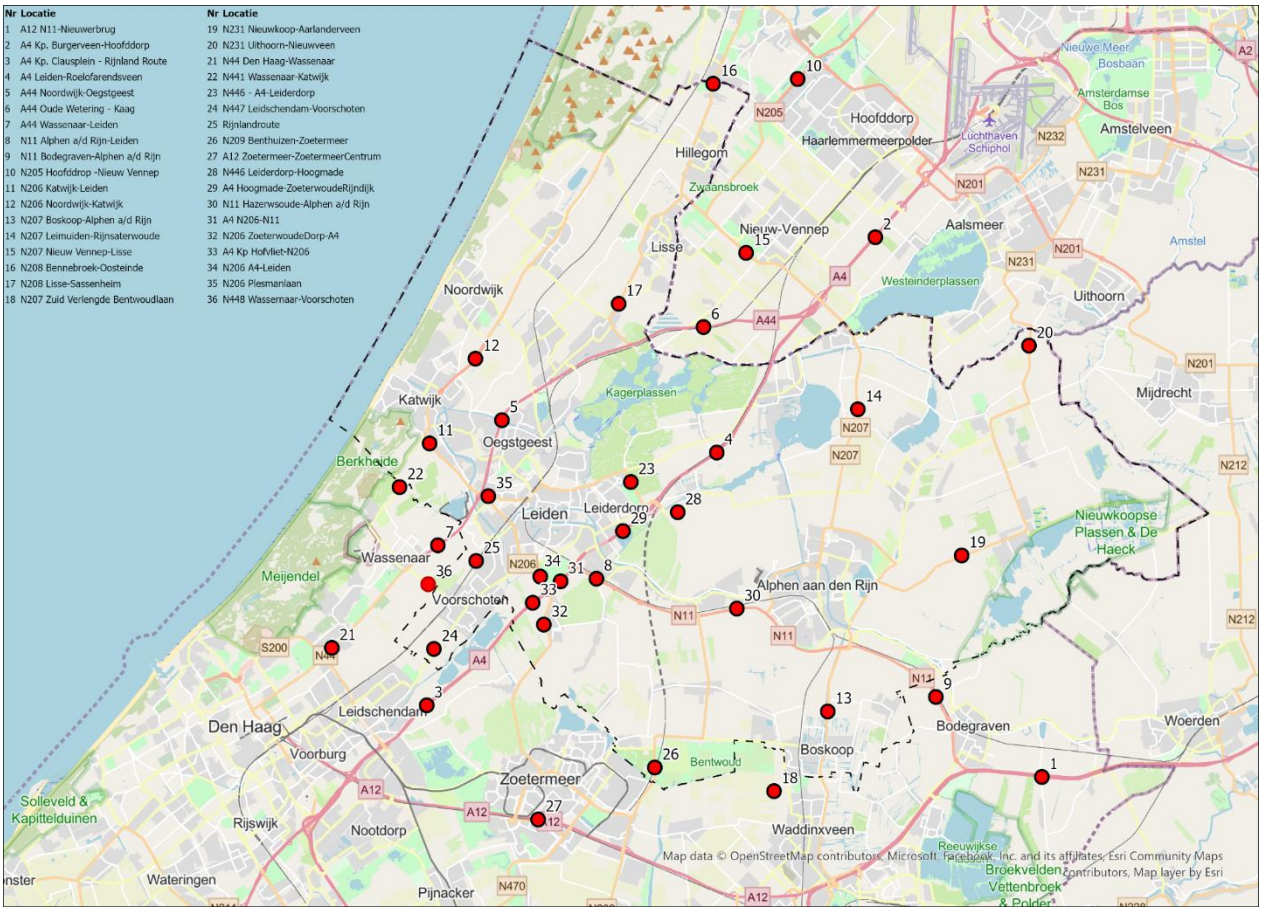
Tabel 33: overzicht T-toets motorvoertuigen voor en na kalibratie

In totaal zijn voor het autoverkeer bijna 1.700 telpunten in eerste instantie voldoende bevonden om op te nemen in het verkeersmodel. In bijlage 5 zijn de tellingen binnen het studiegebied op kaart zichtbaar. Tijdens de bouw van het model zijn een aantal tellingen als onbetrouwbaar bestempeld vanwege inconsistentie met andere tellingen in de directe omgeving. Dit heeft ertoe geleid dat 20 telpunten in het studiegebied niet is meegenomen.

Voor het OV zijn telpunten aangeleverd zoals beschreven in paragraaf 4.2.3.1. Ook hiervan zijn een aantal tellingen uiteindelijk niet meegenomen in de kalibratie vanwege onderlinge afwijkingen. Voor OV zijn 232 telpunten meegenomen in het verkeersmodel.

5.2.2 Thermopunten

In overleg met het kernteam is bij start van de modelbouw een thermopunten lijst opgesteld waarmee het toedeel resultaat wordt vergeleken. In totaal zijn er 36 thermopunten benoemd waarop wordt getoetst. In figuur 10 zijn de thermopunten zichtbaar op kaart.



Figuur 13 Thermopuntenlijst VMHR

In bijlage 7 is een tabel opgenomen waarin alle 36 thermopunten zichtbaar zijn. In deze tabel staan de telwaarden, intensiteiten vanuit het NRM en de intensiteiten in het VMHR voor motorvoertuigen op doorsnedeniveau. Voor de thermopuntenlijst is het uitgangspunt dat 90% van de intensiteiten uit ons model een afwijking heeft lager dan 10% ten opzichte van de telwaarde. Hier wordt aan voldaan aangezien 94% (2 telpunten van de 36) van de tellingen binnen een range van 10% ligt.

5.2.3 Rijtijden

In overleg met het kernteam zijn 7 routes vastgesteld binnen het verkeersmodel waarvan de rijtijd in het model wordt vergeleken met de rijtijden in de huidige situatie. Voor de analyse is gekeken naar de volgende 7 routes:

1. Noordwijk – Den Haag via de A44
2. Voorschoten – Amsterdam
3. Leiderdorp – Alphen aan den Rijn
4. Leiden Stevenshof – Alphen aan den Rijn
5. Heemstede – Sassenheim
6. Leimuiden – Alphen aan den Rijn
7. Leiden Stevenshof – Leiderdorp

Voor het auto- en het fietsverkeer is de rijtijd vanuit het model vergeleken met de rijtijd uit google maps. Voor de rijtijd van het openbaar vervoer is gebruik gemaakt van 9292ov met de fiets als voortransport. In tabel 33 is de vergelijking tussen de rijtijden zichtbaar in minuten. Nagenoeg alle rijtijden voor auto, fiets en OV blijven onder de gestelde afwijking van 20%. Alleen op de route Heemstede – Sassenheim is de afwijking groter. De rijtijden in het model worden hiermee als betrouwbaar worden gezien.

Traject	Auto			OV			Fiets		
	RT	VMHR	Verschil	RT	VMHR	Verschil	RT	VMHR	Verschil
Noordwijk – Den Haag	38	39	3%	72	65	-10%	90	90	0%
Voorschoten – Amsterdam	45	38	-16%	76	79	4%	173	185	7%
Leiderdorp – Alphen	18	16	-11%	34	32	-6%	43	40	-6%
Stevenshof – Alphen	26	26	0%	30	29	-3%	65	64	-1%
Heemstede – Sassenheim	29	22	-24%	72	71	-1%	56	61	9%
Leimuiden – Alphen	18	16	-11%	36	32	-11%	38	41	8%
Stevenshof – Leiderdorp	16	13	-19%	31	28	-10%	25	25	2%

Tabel 34 Rijtijden auto, OV en fiets verkeersmodel vs daadwerkelijke rijtijden

5.2.4 Modal Split per gemeente

Naast de totale modal split van het model, zie paragraaf 5.1.1.3 is ook de modal split per gemeente bepaald. In de onderstaande figuren is de modal split per gemeente of kern inzichtelijk gemaakt. Hierbij is voor het percentage autoverkeer uitgegaan van het aantal autobestuurders.

Gemeente	Auto	OV	Fiets	Totaal
Leiden	33%	56%	11%	100%
Katwijk	52%	46%	3%	100%
HLT	57%	37%	6%	100%
Oegstgeest	48%	45%	7%	100%
Voorschoten	49%	44%	7%	100%
Zoeterwoude	57%	38%	5%	100%
Leiderdorp	56%	39%	5%	100%
Noordwijk	56%	42%	2%	100%
Kaag en Braassem	61%	35%	4%	100%
Nieuwkoop	59%	40%	2%	100%
Totale studiegebied	**48%**	**46%**	**6%**	**100%**

Tabel 35 Verdeling modal split per gemeente

5.3 Conclusie

Het basisjaar van het Verkeersmodel Holland Rijnland voldoet aan het toetsingskader. Het verplaatsingsgedrag en de toedeelresultaten sluiten aan bij de waarnemingen (verkeerstellingen, OViN). Het basisjaar geeft plausibele resultaten en vormt een goede basis voor de prognoses.

6 Invoer en uitgangspunten prognosejaren

Het verkeersmodel kent vier toekomstscenario's; 2030, 2040Min, 2040Max en 2040Mobiliteitstransitie. In deze paragraaf worden voor al deze prognoses achtereenvolgens de uitgangspunten voor de sociaaleconomische gegevens, de netwerken, de tellingen en de beleidsuitgangspunten beschreven.

6.1 Woningen, inwoners en persoonstypegegevens

Het aantal inwoners in de prognosejaren is bepaald door het aantal inwoners in het basisjaar 2018 op te hogen door de woningbouwplannen toe te voegen. Dit is toegevoegd per zone waar de ontwikkeling plaatsvindt of door een dummyzone toe te kennen aan een ontwikkeling. Elke gemeente heeft de stand van zaken in 2023 aangeleverd wat betreft de woningbouwopgave richting 2030 en 2040. In deze technische rapportage is alleen een totaaloverzicht per gemeente zichtbaar. Via de beheerder van het verkeersmodel kan worden achterhaald welke specifieke plannen zijn opgenomen in de verschillende prognosejaren. Per plan zijn door de gemeente diverse kenmerken benoemd zoals locatie, planinhoud en bouwjaar waardoor is bepaald in welke planjaar de woningen worden meegenomen. In tabel 36 is de groei van de woningen per gemeente zichtbaar.

Voor 2030 geldt dat alle gemeenten woningbouwplannen hebben aangeleverd. Voor planjaar 2040Min geldt dat hier alleen in Katwijk en Leiden sprake is van een woningbouwontwikkeling. Dit betreft projecten die reeds zijn vastgesteld en waarvan de bouw begint voor 2030 en doorloopt na 2030 (zoals Valkenhorst in Katwijk). Om de verdeling over de planjaren correct toe te passen in voor projecten in Leiden uitgegaan van een lineaire bouw van woningen. Als een plan start in 2029 en doorloopt tot 2031 is 1/3 van het plan opgenomen in 2030 en wordt 2/3 van het plan toegevoegd in 2040Min. Voor de gemeente Katwijk is door de gemeente zelf aangeven hoeveel woningen in welke planjaar opgenomen dienen te worden. Voor 2040Max zijn door de gemeente plannen benoemd die mogelijk na 2030 worden gerealiseerd. Omdat voor 2040Min nog weinig harde plannen bekend zijn zullen de resultaten van beide jaren in eerste instantie op elkaar lijken. Met name gedurende de komende actualisaties waarin meer duidelijkheid ontstaat in de harde plannen in 2030 en 2040min zullen de resultaten beide prognosejaren meer uiteenlopen. Voor 2040Mobiliteitstransitie geldt dat de woningbouw is toegepast vanuit 2040Max.

Gemeente	2018	2030	2040Min	2040Max
Hillegom	9.576	11.567 (+1.991)	11.567 (+0)	12.467 (+900)
Kaag en Braassem	11.253	14.113 (+2.860)	14.113 (+0)	14.869 (+756)
Katwijk	25.967	29.733 (+3.758)	33.466 (+3.733)	36.384 (+2.918)
Leiden	57.105	66.602 (+9.497)	66.815 (+213)	75.573 (+8.758)
Leiderdorp	12.247	12.887 (+640)	12.887 (+0)	14.787 (+1.900)
Lisse	9.875	11.848 (+1.973)	11.848 (+0)	11.962 (+114)
Nieuwkoop	11.310	12.992 (+1.682)	13.792 (+800)	13.852 (+60)
Noordwijk	18.655	22.689 (+4.034)	22.689 (+0)	23.681 (+992)
Oegstgeest	10.494	12.305 (+1.811)	12.305 (+0)	12.587 (+282)
Teylingen	15.333	18.264 (+2.931)	18.264 (+0)	18.992 (+728)
Voorschoten	10.893	11.577 (+684)	11.577 (+0)	11.622 (+45)
Zoeterwoude	3.445	4346 (+901)	4346 (+0)	4628 (+282)
Alphen aan den Rijn	48.126	51.879 (+3.753)	56.049 (+4.170)	56.049 (+0)
Totaal (excl. Alphen)	**196.153**	**228.924 (+32.762)**	**233.669 (+4.746)**	**251.404 (+17.735)**

Tabel 36 Woningbouw in de gemeenten binnen Holland Rijnland voor de verschillende scenario's

Op basis van de woningbouwopgave is vervolgens de toename van het aantal inwoners gebaseerd. Het aantal inwoners per gemeente voor de toekomstige situaties is in 4 stappen bepaald.

- Stap 1: Bepalen trend woningbezetting per gemeente o.b.v. NRM
- Stap 2: Bepalen totaal aantal inwoners per gemeente (woningen 2018 + ontwikkelingen) * (woningbezetting 2018 * trend) = totaal aantal inwoners per gemeente
- Stap 3: Bepalen inwoners ontwikkelingen = woningbouw * woningbezetting 2018
- Stap 4: Bepalen inwoners bestaande woningen = Stap 2-Stap3

Rekenvoorbeeld: Voor Nieuwkoop 2030 ziet dit er als volgt uit:

1. *De trend woningbezetting voor Nieuwkoop is volgens het NRM 2.45 (96.9% t.o.v. 2.53 in 2018)*
2. *(11.310 + 1.682) * 2.452 = 31.856 inwoners in Nieuwkoop in 2030*
3. *1.682 * 2.531 = 4.257 inwoners in de nieuwe ontwikkelingen*
4. *31.856 – 4.257 = 27.599 aantal inwoners*

Conform de landelijke trend neemt het gemiddelde aantal bewoners per woning af. Door deze berekening toe te passen houden we rekening met een kleine migratie van inwoners van bestaande woningen naar nieuwbouwwoningen.

In de volgende tabellen is eerst per gemeente en vervolgens zijn per persoonstype het aantal inwoners gegeven voor het basisjaar 2018 en de prognoses voor 2030, 2040Min en 2040Max zichtbaar. Voor 2040Mobiliteitstransitie geldt dat de inwoners gelijk zijn aan 2040Max. Voor persoonstypes geldt dit niet aangezien het autobezit in deze prognose wijzigt. In het tweede deel van de tabel is daarnaast de groei ten opzichte van 2018 opgenomen.

Gemeente	Inwoners				Groei (%) t.o.v. 2018		
	2018	2030	2040 Min	2040 Max	2030	2040 Min	2040 Max
Hillegom	21.939	25.893	26.124	28.157	18%	19%	28%
Kaag en Braassem	26.660	31.083	30.180	31.797	17%	13%	19%
Katwijk	65.315	72.711	81.453	88.554	11%	25%	36%
Leiden	124.906	137.974	142.042	160.661	10%	14%	29%
Leiderdorp	27.384	28.365	29.068	33.354	4%	6%	22%
Lisse	22.673	26.339	26.218	26.470	16%	16%	17%
Nieuwkoop	28.628	31.857	34.565	34.715	11%	21%	21%
Noordwijk	42.859	49.828	49.434	51.595	16%	15%	20%
Oegstgeest	24.460	28.021	28.264	28.912	15%	16%	18%
Teylingen	36.980	41.549	42.030	43.705	12%	14%	18%
Voorschoten	25.598	26.771	26.821	26.925	5%	5%	5%
Zoeterwoude	8.469	10.115	10.158	10.818	19%	20%	28%
Alphen aan den Rijn	111.643	119.242	129.156	129.156	7%	16%	16%
Totaal (excl. Alphen)	**455.871**	**510.506**	**526.356**	**565.662**	**12%**	**15%**	**24%**

Tabel 37: aantal inwoners per prognosejaar en beoogde groei ten opzichte van 2018

Persoonstype		Inwoners					Groei (%) t.o.v. 2018			
		2018	2030	2040 Min	2040Mt	2040 Max	2030	2040 Min	2040Mt	2040 Max
Leeftijd	0-17	86.432	94.338	104.181	110.939	110.939	9%	21%	28%	28%
	18-34	103.119	117.659	111.755	122.335	122.335	14%	8%	19%	19%
	35-64	181.070	182.524	181.343	193.967	193.967	1%	0%	7%	7%
	65+	85.250	115.986	129.077	138.421	138.421	36%	51%	62%	62%
Werk	Geen	249.476	285.412	303.523	324.886	324.886	14%	22%	30%	30%
	Parttime	54.837	49.510	49.545	53.560	53.560	-10%	-10%	2%	2%
	Fulltime	151.558	175.574	173.278	187.206	187.206	16%	14%	24%	24%
Autobezit	Geen	74.923	82.400	79.515	117.728	87.644	10%	6%	57%	17%
	1 auto	237.011	270.343	273.625	274.933	293.314	14%	15%	16%	24%
	2 of meer	143.936	157.762	173.217	173.001	184.705	10%	20%	20%	28%
Totaal (excl. Alphen)		455.871	510.506	526.356	565.662	565.662	12%	15%	24%	24%

Tabel 38 verdeling inwoners per persoonstype per prognosejaar

6.2 Bepalen arbeidsplaatsen

Naast de woningbouwplannen is door gemeenten ook het aantal arbeidsplaatsen opgegeven. Deze groei is echter in de aangeleverde data zeer beperkt. Belangrijkste reden hiervoor is dat gemeenten niet verantwoordelijk zijn voor realisatie van arbeidsplaatsen. Om scheefgroei in de modelresultaten te voorkomen, bij toename woningbouw zonder toename arbeidsplaatsen ontstaan veel bewegingen naar het buitengebied, is ervoor gekozen het aantal arbeidsplaatsen handmatig op te hogen voor elk prognosejaar. Ook voor de arbeidsplaatsen geldt dat voor prognosejaar 2040Max en 2040Mobiliteitstransitie de input gelijk is. De verdeling is als volgt gedaan:

1. Bepalen verhouding arbeidsplaatsen – inwoners voor 2018
2. Toewijzen opgegeven arbeidsplaatsen per gemeente
3. Toevoegen arbeidsplaatsen aan woningbouwlocaties
4. Resterende opgave arbeidsplaatsen evenredig verdelen over de zones.

Hieronder wordt per stap beschreven hoe de berekening en verdeling tot stand is gekomen. Het resultaat van deze stappen is zichtbaar in tabel 41. Hierin zijn opbouw van de arbeidsplaatsen per prognosejaar zichtbaar.

Stap 1: bepalen verhouding arbeidsplaatsen – inwoners

Deze stap is van toepassing voor alle prognosejaren en vormt de basis voor stap 2 t/m 4. In eerdere modelbouwprojecten is geconstateerd dat de inwoners groei en groei arbeidsplaatsen ongeveer 1 op 1 samen opgaat. Dit betekent dat de verhouding inwoners – arbeidsplaatsen in het model gelijk is (voor 2018 is de verhouding 0,45). In overleg met het kernteam is besloten dit uitgangspunt voor het verkeersmodel toe te passen. In onderstaande tabel zijn bijbehorende aantallen zichtbaar. In de laatste kolom is de toename van arbeidsplaatsen zichtbaar per prognosejaar.

Jaartal	Inwoners	Arbeidsplaatsen obv verhouding inwoners	Verhouding	Toename tov 2018
2018	455.871	206.805	0.45	n.v.t.
2030	510.506	231.590	0.45	12%
2040Min	526.355	238.780	0.45	15%
2040Max	565.661	256.512	0.45	24%

Tabel 39 verhouding inwoners - arbeidsplaatsen

Stap 2 toewijzen opgegeven harde arbeidsplaatsen

Nu duidelijk is hoeveel arbeidsplaatsen per prognosejaar nodig zijn (3e kolom tabel 39), kan worden bepaald in welke zones de groei plaats vindt. In de aangeleverde data vanuit de gemeenten zijn nieuwe arbeidsplaatsen opgegeven per prognosejaar. Die worden ongewijzigd toebedeeld in het bijbehorende prognosejaar aan de zone waarin deze worden gerealiseerd Voor 2040 zijn geen arbeidsplaatsen opgegeven waardoor in de prognosejaren 2040 geen arbeidsplaatsen direct worden toegewezen maar hier de verdeling pas begint in stap 3. Mocht bij een actualisatie dit worden opgegeven zal dit worden verwerkt voor 2040.

Stap 3: woningbouwlocaties voorzien van arbeidsplaatsen

Nu de harde arbeidsplaatsen zijn toegewezen, kunnen de arbeidsplaatsen per woningbouwlocatie worden bepaald. De realisatie van woningen binnen een zone is aanleiding om arbeidsplaatsen te creëren. Bij grotere woningbouwlocaties is vaak sprake van de komst van winkels, scholen etc. Bij meerdere kleinschalige ontwikkelingen zal binnen het gebied ook sprake zijn van een toename van arbeidsplaatsen. Om deze toename goed in te kunnen schatten, is een analyse van de vergelijkbare zones binnen het hele studiegebied uitgevoerd. Hierbij is gekeken welk type en hoeveelheid arbeidsplaatsen aanwezig zijn in deze zones. Voor de woningbouwlocaties gaan we uit van arbeidsplaatsen als gevolg van supermarkten, winkels, komst van basisscholen en kinderdagverblijven. Hiervan is een gemiddelde bepaald om vast te kunnen stellen hoeveel arbeidsplaatsen als gangbaar kunnen worden benoemd.

Lokale voorzieningen	M2/Leerlingplaatsen	Factor arbeidsplaatsen	Rekenvoorbeeld bij 100 huishoudens
Supermarkt	0,6	0,08	60 m2 en 8 arbeidsplaatsen
Winkel	1,5	0,07	150m2 en 7 arbeidsplaatsen
Leerlingplaatsen Basis	0,2	0,03	20m2 en 3 arbeidsplaatsen
Kinderplaatsen	0,1	0,03	10m2 en 3 arbeidsplaatsen

Tabel 40 kentallen lokale voorziening bij woningbouwlocaties

Op basis van bovenstaande tabel is het beoogd aantal arbeidsplaatsen per categorie per huishouden in de zones met woningbouw tot stand gekomen. Deze verdeling is voor alle prognosejaren toegepast:

- Voor 2030 zijn de woningbouwplannen 2030 gehanteerd.
- 2040Min is een combinatie van woningbouw 2030 en 2040Min.
- 2040Max is de woningbouw van 2030, 2040Min en 2040Max bij elkaar opgeteld.

Stap 4: verdeling resterende arbeidsplaatsen

In de laatste stap worden de resterende arbeidsplaatsen verdeeld over de bestaande zones in het verkeersmodel. Per zone met arbeidsplaatsen wordt in de zone het aantal arbeidsplaatsen procentueel opgehoogd om de totale groei te realiseren in het model. Om het aantal benodigde arbeidsplaatsen te behalen zijn de volgende percentages toegepast:

- Prognosejaar 2030: +5,4%
- Prognosejaar 2040Min: +8,2%
- Prognosejaar 2040Max: +10,0%

Deze percentages betreffen de toename die nog benodigd is om te komen tot het totaal aantal benodigde arbeidsplaatsen. In totaal levert dat de volgende verdeling van arbeidsplaatsen op:

		2030				2040Min				2040Max			
Gemeente	2018	Stap 2	Stap 3	Stap 4	Totaal	Stap 2	Stap 3	Stap 4	Totaal	Stap 2	Stap 3	Stap 4	Totaal
Hillegom	7.472	0	418	424	8.314	0	418	643	8.533	0	607	804	8.883
Kaag en Braassem	9.774	0	577	556	10.907	0	577	844	11.195	0	725	1.045	11.544
Katwijk	23.870	3.100	792	1.492	29.254	3.100	1.576	2.327	30.873	10.719	2.191	3.562	40.342
Leiden	72.350	2.319	2.000	4.119	80.788	2.319	2.046	6.254	82.969	2.580	3.891	7.845	86.666
Leiderdorp	12.406	0	134	674	13.214	0	134	1.022	13.562	994	535	1.387	15.322
Lisse	8.984	280	420	520	10.204	280	420	789	10.473	280	443	966	10.673
Nieuwkoop	10.839	81	362	606	11.888	81	531	934	12.385	81	544	1.141	12.605
Noordwijk	23.202	0	849	1.292	25.343	0	849	1.961	26.012	0	1.055	2.414	26.671
Oegstgeest	7.663	200	380	443	8.686	200	380	672	8.915	200	442	827	9.132
Teylingen	16.150	80	614	905	17.749	80	614	1.373	18.217	80	770	1.692	18.692
Voorschoten	6.645	38	143	367	7.193	38	143	556	7.382	38	153	680	7.516
Zoeterwoude	7.450	0	190	410	8.050	0	190	623	8.263	0	249	766	8.465
Totaal	206.805	6.098	6.879	11.808	231.590	6.098	7.878	17.999	238.780	14.972	11.605	23.130	256.512

Tabel 41 aantal arbeidsplaatsen per gemeente per prognosejaar

Door deze verdeling toe te passen is het aantal arbeidsplaatsen 1 op 1 gekoppeld aan het aantal inwoners. Dit betekent bij actualisaties dat het wijzigingen in de input zoals woningbouwplannen direct ook van invloed zijn op het aantal arbeidsplaatsen. Als bijvoorbeeld gemeente Noordwijk harde arbeidsplaatsen opgeeft voor stap 2 heeft dit direct consequenties voor de verdeling van de arbeidsplaatsen in stap 4. Extra arbeidsplaatsen in stap 2 bij 1 specifieke gemeente, betekent direct een regiobrede afname bij de verdeling in stap 4. Dit geldt ook bij het verhogen van de woningbouw in stap 3. Extra woningen in gemeente Zoeterwoude betekent ook een toename van arbeidsplaatsen in stap 3 en daarmee minder te verdelen bij de restverdeling in stap 4. Bij het uitvoeren van een actualisatie is het goed dit mee te nemen in de analyse bij verschuiven van verkeersstromen.

6.3 Netwerken

6.3.1 Infrastructuur auto

Alle gemeenten hebben wijzigingen in het netwerk aangeleverd vanaf 2018. RHDHV heeft dit overzicht aan projecten aangevuld met projecten die reeds bekend zijn vanuit lopende projecten. In bijlage 8 zijn alle netwerkaanpassingen opgenomen. De netwerkaanpassingen zijn als volgt onder te verdelen:

- Aanleg van nieuwe infrastructuur zoals de Randweg Voorhout
- Gewijzigde wegkenmerken zoals verlaging snelheid van 50 naar 30
- Gewijzigde inrichtingskenmerken zoals instellen éénrichtingsverkeer
- Aanpassingen in het NRM netwerk (NRM2022) waardoor de infrastructuur in het invloedsgebied wijzigt voor 2030 en 2040

Nagenoeg alle netwerkwijzigingen vinden plaats voor 2030 waardoor het netwerk voor 2030, 2040Min, 2040Max en 2040Mobiliteitstransitie nagenoeg gelijk zijn. Alle netwerkwijzingen zijn voorgelegd en goedgekeurd door het kernteam. Eventuele ontbrekende netwerkwijzigingen zullen meegenomen moeten worden in de volgende actualisaties.

6.3.2 Infrastructuur fiets

Bij de netwerkwijzingen zijn ook direct wijzigingen benoemd in het fietsnetwerk. In bijlage 8 zijn ook alle aangeleverde wijzigingen in het fietsnetwerk zichtbaar.

6.3.3 Openbaar vervoer lijnen

Nadat de complete infrastructuur voor de prognosejaren is gedefinieerd, kunnen de openbaarvervoerlijnen die over deze infrastructuur rijden ingevoerd worden. De netwerken zijn geïmporteerd op basis van GTFS-bestanden:

Import treinen
Brondata treinlijnen:

- Nederland: GTFS-dataset 19-03-2019 overeenkomstig met het basisjaar. Daarnaast zijn in alle prognosejaren frequentieverhogingen toegepast conform Programma Hoogfrequent Spoor (PHS).

Na de import van deze bestanden zijn er veel controles en nabewerkingen nodig om een openbaar vervoer netwerk dat geschikt is voor modelleren te krijgen. De volgende stappen zijn uitgevoerd:

- Reductie sporen bij stations (elk perron is anders apart)
- Aansluiten grensovergangen
- Extra lokale spoorlijnen toegevoegd

Import bussen
Brondata buslijnen: GTFS-dataset 17-11-2022. In overleg met het kernteam is besloten de nieuwe OV concessie voor busvervoer vanaf 2025 niet als basis te gebruiken voor de prognosejaren aangezien die nog niet definitief is vastgesteld. Gekozen is voor de meeste recente OV dienstregeling voor dienstregelingsjaar 2023. Deze is 1 op 1 overgenomen. Enige infrastructurele wijziging betreft de nog te realiseren busbaan tussen Katwijk en Leiden inclusief bijbehorende haltes en de brug voor het OV over de Ringvaart in Lisse.

6.4 Beleidsuitgangspunten

Tijdens de bouw van het verkeersmodel is geconcludeerd door middel van diverse aanvullende analyses dat de beleidsinstellingen 2040 vanuit het NRM te veel impact hebben op de groei van verkeersstromen, onderlinge relaties en de modaliteitskeuze. Met name de afname in brandstofkosten naar het prognosejaar 2040 zijn fors t.o.v. 2018. Gezamenlijk met het kernteam is aangegeven dat deze verschuiving als te groot wordt beschouwd en leidt tot onwenselijk en niet te verwachte verschuivingen in

met name de groei van het autoverkeer. Om een zo plausibel mogelijk prognosejaar te ontwikkelen is ervoor gekozen om in elk scenario de beleidsinstellingen 2030 als basis te gebruiken. In deze paragraaf worden wel van zowel de beleidsinstellingen vanuit het NRM 2030H en *NRM 2040H* getoond met name om het verschil tussen 2030H en 2040H inzichtelijk te maken. In sommige gevallen veranderen de beleidsinstellingen richting 2040 niet. Om bij eventuele toekomstige actualisaties andere beleidsinstellingen eenvoudig te kunnen aanpassen hebben we voor alle beleidsinstellingen 2030 toegepast. De aanpassingen op de beleidsinstellingen voor 2040Mobiliteitstransitie worden verderop beschreven.

6.4.1 Gegeneraliseerde kosten

De veranderingen van de beleidsinstellingen zijn overgenomen van het NRM. In onderstaande tabel zijn de indices gegeven van de ontwikkeling van de beleidsinstellingen. In de beleidsinstellingen van het verkeersmodel is een toename meegenomen van thuiswerken. Voor alle scenario's wordt uitgegaan van een toename 8%. Daarnaast is te zien dat de autokosten dalen en parkeerkosten en OV-tarieven stijgen.

Beleidsinstellingen (indices NRM)	2018	2030H	*2040H*
Brandstofkosten/km auto	100	83,2	*68,1*
Brandstofkosten/km vracht	100	92,1	*84,5*
Tarieven trein	100	102,8	*102,8*
Tarieven bus-tram-metro	100	102,8	*102,8*
Parkeerkosten	100	116,0	*129,0*
Aandeel thuiswerken*	100	92,0	*92,0*

*Tabel 42: * Een index lager dan 100 betekent een toename van thuiswerken*

Ook verandert de gemiddelde autobezetting conform NRM, zoals weergegeven in de volgende tabel.

Gemiddelde autobezetting (personen/auto)	2018	2030H	*2040H*
Woon-werk	1,06	1,05	*1,04*
Zakelijk	1,04	1,04	*1,04*
Overig	1,28	1,25	*1,21*
Gemiddeld	1,19	1,17	*1,15*

Tabel 43: gemiddelde autobezetting vanuit NRM.

Op basis van deze instellingen zijn de Value-of-Time (VoT) en Value-of-Distance (VoD) voor de prognosejaren bepaald en de afstandsparameters afgeleid. Deze zijn hierna weergegeven.

Value of time (€/uur/persoon)		2018	2030H	2040H
Auto	Woon-werk	10,43	10,73	*11,18*
	Zakelijk	32,11	33,05	*34,43*
	Overig	8,45	8,70	*9,07*
	Gemiddeld	10,15	10,45	*10,89*
Trein	Woon-werk	13,00	13,38	*13,94*
	Zakelijk	23,00	23,67	*24,67*
	Overig	8,00	8,23	*8,58*
	Gemiddeld	10,50	10,81	*11,26*
Bus-tram-metro	Woon-werk	9,00	9,26	*9,65*
	Zakelijk	29,00	29,85	*31,10*

	Overig	8,00	8,23	*8,58*
	Gemiddeld	9,49	9,76	*10,17*
Bestel (L1+L2)	Gemiddeld	32,11	33,05	*34,43*
Vracht (L2+L3)	Gemiddeld	50,90	52,39	*54,59*

Tabel 44: Value of time per NRM scenario

Value of distance (€/km/auto)		**2018**	**2030H**	***2040H***
Auto	Woon-werk	0,108	0,090	*0,074*
	Zakelijk	0,108	0,090	*0,074*
	Overig	0,108	0,090	*0,074*
	Gemiddeld	0,108	0,090	*0,074*
Bestel kort (L1)	Gemiddeld	0,108	0,100	*0,091*
Bestel lang (L2)	Gemiddeld	0,151	0,139	*0,128*
Middelzwaar vracht (L2)	Gemiddeld	0,292	0,269	*0,246*
Zwaar vracht (L3)	Gemiddeld	0,472	0,435	*0,399*

Tabel 45: Value of distance per NRM scenario

Met de VoT, VoD en bezettingsgraden zijn de afstandsparameters per NRMscenario vastgesteld.

Afstandsparameter (VoD/VoT*BezGr / 60)		**2018**	**2030H**	***2040H***
Auto	Woon-werk	0,586	0,479	*0,379*
	Zakelijk	0,194	0,157	*0,124*
	Overig	0,602	0,499	*0,403*
	Gemiddeld	0,543	0,445	*0,355*
Bestel kort (L1)	Gemiddeld	0,202	0,181	*0,159*
Bestel lang (L2)	Gemiddeld	0,282	0,253	*0,222*
Middelzwaar vracht (L2)	Gemiddeld	0,344	0,308	*0,271*
Zwaar vracht (L3)	Gemiddeld	0,557	0,498	*0,439*

Tabel 46: Afstandsparameter per NRMscenario

6.4.2 Elektrische fietsen

De toename van het aandeel e-bikes is afgeleid uit het NRM. De volgende indices zijn gehanteerd.

Aandeel elektrische fietsen	**2018**	**2030H**	***2040H***
Indices NRM	100	199,2	*249,4*

Tabel 47: Indices aandeel elektrische fietsen conform NRM

Op basis van het aandeel e-bikes per afstandsstandsklasse is conform het basisjaar de gewogen snelheid berekend en zijn de e-bikefactoren bepaald. In de volgende tabellen zijn de instellingen weergegeven. In deze instellingen is het effect van de toename van het aantal e-bikes voor de helft meegenomen, om zodoende geen grote modalsplitverschuivingen te krijgen bij het doorrekenen van de prognosescenario's. De basissnelheid is de gewogen snelheid in 2018 in de afstandsklasse 0 tot 2,5 kilometer. De basissnelheid wordt per scenario en per afstandsklasse vermenigvuldigd met de onderstaande e-bikefactoren, zodat bijvoorbeeld de fietssnelheid in de klasse 0 tot 2,5 kilometer in het scenario 2040Max gelijk is aan de snelheid van 2018 vermenigvuldigd met de e-bikefactor van 1,043.

	Afstandsklasse				
	0 – 2,5	**2,5 – 5**	**5 – 7,5**	**7,5 – 12,5**	**> 12,5**
2018	1,000	1,007	1,021	1,048	1,096
2030H	1,0215	1,0325	1,0535	1,0930	1,1655
2040H	*1,0325*	*1,0455*	*1,0700*	*1,1160*	*1,2010*

Tabel 48: afstandsklasse e-bikes conform NRM

6.4.3 Tolheffing

In het verkeersmodel is de vrachtwagenheffing in Nederland ingevoerd in alle 2040-scenario's. De vrachtwagenheffing betreft € 0,13/km en de routefactor 0,2. De routefactor zorgt voor vergelijkbare route-effecten als in het NRM West. In het routezoeken worden de tolkosten omgerekend naar minuten en met de routefactor omgerekend naar gegeneraliseerde reistijd. De vrachtwagenheffing is toegepast conform het LMS 2040. Voor Regio Holland Rijnland geldt dat alle A-wegen en enkele wegen op het onderliggend wegennet vrachtwagenheffing krijgen.

Daarnaast zijn de volgende aanpassing doorgevoerd aan de tolheffing. De instellingen zijn overgenomen uit het NRM.

- Westerscheldetunnel tolvrij
- Nieuw toltrajecten Blankenburgverbinding en Via15 (auto: €1,18, vrachtwagens: €7,11)
- Tariefwijzigingen vrachtwagenheffing Duitsland naar €0.17/km.

7 Resultaten en kwaliteitsbeoordeling prognosejaar

De toetsing van de prognoses betreft voornamelijk de vergelijking tussen de modelscenario's en de plausibiliteit van de resultaten ten aanzien van de gehanteerde uitgangspunten. Door het ontbreken van meetdata voor 2030/2040 (tellingen, OViN) zijn de analyses op andere wijze ingericht als bij het basisjaar in hoofdstuk 5. Hierbij is enerzijds gekeken of de intensiteiten in lijn liggen met de intensiteiten in andere modellen (NRM, v-MRDH, Midden-Holland etc.) en anderzijds door het kernteam en gemeente beoordeeld op plausibiliteit.

7.1 Ontwikkeling persona's

De totalen per persoonstype in de prognoses worden vergeleken met de verdeling van het basisjaar. In de onderstaande tabel zijn de resultaten opgenomen van het basisjaar en de prognoses en is de ontwikkeling per hoofdgroep te zien. In alle scenario's stijgt het aantal inwoners met respectievelijk 12%, 15% tot 24% voor het maximale scenario in 2040. Bij het autobezit is met name het verschil in persoonstype voor 2040Mobiliteitstransitie te zien. Het aantal inwoners zonder auto stijgt met 57% t.o.v. 2018. Zonder transitie is de groei beperkt tot 17% in 2040Maximaal. Bij de leeftijdsindeling valt de vergrijzing in Holland Rijnland op. De groep 35-64 wordt kleiner c.q. groeit minder t.o.v. de totale groei van inwoners, terwijl de groep 65+ een aanzienlijke toename kent. Het aantal werkenden (parttime en fulltime) groeit minder hard in de toekomst t.o.v. de totale groei aan inwoners. Gezien de vergrijzing is dit een logische verschuiving.

Persoonskenmerken		Aantal persona's (procentuele verdeling)					Procentuele toename			
		2018	2030	2040 Min	2040Mt	2040 Max	2030	2040 Min	2040 Mt	2040 Max
Totaal	Totaal	455.871	510.506	526.356	565.662	565.662	12%	15%	24%	24%
Autobezit	Geen	74.923 (16%)	82.400 (16%)	79.515 (15%)	117.728 (21%)	87.644 (15%)	10%	6%	57%	17%
	1 auto	237.011 (52%)	270.343 (53%)	273.625 (52%)	274.933 (49%)	293.314 (52%)	14%	15%	16%	24%
	2 of meer	143.936 (32%)	157.762 (31%)	173.217 (33%)	173.001 (31%)	184.705 (33%)	10%	20%	20%	28%
Leeftijd	0-17	86.432 (19%)	94.338 (18%)	104.181 (20%)	110.939 (20%)	110.939 (20%)	9%	21%	28%	28%
	18-34	103.119 (23%)	117.659 (23%)	111.755 (21%)	122.335 (22%)	122.335 (22%)	14%	8%	19%	19%
	35-64	181.070 (40%)	182.524 (36%)	181.343 (34%)	193.967 (34%)	193.967 (34%)	1%	0%	7%	7%
	65+	85.250 (19%)	115.986 (23%)	129.077 (25%)	138.421 (24%)	138.421 (24%)	36%	51%	62%	62%
Werk	Geen	249.476 (55%)	285.412 (56%)	303.523 (58%)	324.886 (57%)	324.886 (57%)	14%	22%	30%	30%
	Parttime	54.837 (12%)	49.510 (10%)	49.545 (9%)	53.560 (9%)	53.560 (9%)	-10%	-10%	-2%	-2%
	Fulltime	151.558 (33%)	175.574 (34%)	173.278 (33%)	187.206 (33%)	187.206 (33%)	16%	14%	24%	24%

Tabel 49: persoonstypes per scenario en ontwikkelingen van de persona's

7.2 Ontwikkeling verkeersproductie

De verandering van de verkeersproductie heeft een directe afhankelijkheid van de verandering in de persona's (samenstelling van de bevolking) en de tourfrequenties. Daarnaast spelen de toename van het thuiswerken, het ophogen van de pensioensleeftijd en de mobiliteitstoename onder de leeftijdsgroep 65+ een belangrijke rol. In de volgende tabel zijn de indices voor de verkeersproductie, de inwoners en de verschuiving in modal split weergegeven. De productie met betrekking tot het totaal aantal verplaatsingen in Holland Rijnland volgt de lijn van de inwonersontwikkeling. Een daling van het aantal inwoners zorgt voor een daling van de totale ritproductie, een toename van de inwoners voor een groei van de ritproductie. De verkeersproductie is dus plausibel gezien de gehanteerde uitgangspunten.

Studiegebied --> Invloed, excl buiten en buitenland		NRM			VMHR				
		2018	2030H	2040H	2018	2030	2040Min	2040Max	2040Mt
Inwoners		456.000	1,12	1,18	456.000	1,12	1,15	1,24	1,24
Arbeidsplaatsen		207.000	1,05	1,08	207.000	1,12	1,15	1,24	1,24
Verplaatsingen	Auto	419.000	1,08	1,15	703.000	1,10	1,13	1,19	1,16
	Fiets	-	-	-	661.000	1,11	1,16	1,25	1,25
	OV	-	-	-	85.000	1,05	1,08	1,13	1,17
	Totaal	-	-	-	1.450.000	1,10	1,14	1,21	1,20
Modal split	Auto	-	-	-	48.5%	-0,1%	-0,4%	-0,9%	-1,8%
	Fiets	-	-	-	45.6%	+0,4%	+0,7%	+1,3%	+2,0%
	OV	-	-	-	5.9%	-0,3%	-0,3%	-0,4%	-0,2%

Tabel 50: overzicht ontwikkeling verkeersproductie binnen het VMHR

7.3 Modal split t.o.v. Basisjaar

De verandering van de modal split is afhankelijk van de beleidsparameters en kostenontwikkelingen in het verkeersmodel. In 2030 en 2040 neemt het aandeel van de e-bikes fors toe en dalen de autokosten licht en stijgen de kosten voor het openbaar vervoer. Daarnaast treden veranderingen in de reistijdwaardering (VoT) op. Hierdoor stijgt het aandeel fiets in alle prognosescenario's ten koste van het auto-aandeel. Het aandeel OV daalt licht en neemt richting 2040Max weer enigszins toe. Het verkeersmodel reageert plausibel gezien de uitgangspunten op de verandering van de aandelen per vervoerwijze. Per gemeente ziet de model split ontwikkeling er als volgt uit:

Auto	2018	2030	2040Min	2040Max	2040MT
Leiden	33%	30%	30%	29%	29%
Katwijk	52%	53%	53%	52%	51%
HLT	57%	57%	57%	56%	55%
Oegstgeest	48%	50%	49%	49%	48%
Voorschoten	49%	50%	50%	50%	50%
Zoeterwoude	57%	56%	56%	55%	55%
Leiderdorp	56%	57%	56%	54%	54%

Noordwijk	56%	56%	56%	55%	55%
Kaag en Braassem	61%	61%	61%	61%	61%
Nieuwkoop	59%	60%	59%	59%	59%
Studiegebied	48%	48%	48%	48%	47%

Tabel 51: Aandeel auto in totale modal split per scenario

Fiets	2018	2030	2040Min	2040Max	2040MT
Leiden	56%	58%	59%	60%	61%
Katwijk	46%	44%	45%	45%	46%
HLT	37%	38%	38%	38%	39%
Oegstgeest	45%	44%	45%	45%	46%
Voorschoten	44%	43%	43%	43%	43%
Zoeterwoude	38%	39%	39%	40%	40%
Leiderdorp	39%	39%	39%	41%	41%
Noordwijk	42%	43%	43%	43%	43%
Kaag en Braassem	35%	36%	35%	36%	36%
Nieuwkoop	40%	39%	39%	39%	39%
Studiegebied	46%	46%	46%	47%	48%

Tabel 52: Aandeel fiets in totale modal split per scenario

Openbaar Vervoer	2018	2030	2040Min	2040Max	2040MT
Leiden	11%	11%	11%	10%	11%
Katwijk	3%	3%	3%	3%	3%
HLT	6%	5%	5%	5%	6%
Oegstgeest	7%	6%	6%	6%	6%
Voorschoten	7%	7%	7%	7%	7%
Zoeterwoude	5%	5%	5%	5%	5%
Leiderdorp	5%	5%	5%	5%	5%
Noordwijk	2%	2%	2%	2%	2%
Kaag en Braassem	4%	3%	3%	3%	3%
Nieuwkoop	2%	1%	1%	1%	1%
Studiegebied	6%	6%	6%	5%	6%

Tabel 53: Aandeel openbaar vervoer in totale modal split per scenario

7.4 Ritlengteverdeling t.o.v. OViN

De ritlengteverdeling wijzigt in de prognoses als gevolg van veranderende kosten en infrastructuur voor de verschillende vervoerwijzen. Een daling van de autokosten zorgt voor een toename van de gemiddelde ritlengte voor auto. De toename van e-bikes zorgt voor gemiddeld langere fietsritten. De ritlengteverdeling is plausibel gezien de uitgangspunten.

7.5 Toedeelresultaten

Vergelijking toedeelresultaten t.o.v. basisjaar

Om de plausibiliteit van de prognosejaren te beoordelen, zijn de toedeelresultaten beoordeeld op basis van een analyse, waarbij op thermometerpunten een vergelijking is gedaan met de modelresultaten van het basisjaar. In de volgende tabel zijn de verschillen weergegeven op thermometerpunten op het hoofd- en onderliggend wegennet voor 2030, 2030Min, 2040Max

Locatie	Mvt etmaal				
	2018	2030	2040Min	2040Max	2040Mt
01a_A12 N11-Nieuwerbrug	185.700	212.900	222.800	222.700	222.800
02a_A4 Kp. Burgerveen-Hoofddorp	217.400	243.100	254.400	256.000	254.900
03a_A4 Kp. Clausplein - Rijnland Route	152.400	192.600	216.000	216.800	216.900
04a_A4 Leiden-Roelofarendsveen	136.300	157.100	157.400	157.500	157.400
05a_A44 Noordwijk-Oegstgeest	67.700	83.300	92.300	94.600	93.900
06a_A44 Oude Wetering - Kaag	63.500	65.800	70.400	71.900	71.300
07a_A44 Wassenaar-Leiden	58.600	59.900	63.600	63.000	63.000
08a_N11 Alphen a/d Rijn-Leiden	50.700	59.600	62.300	62.800	62.600
09a_N11 Bodegraven-Alphen a/d Rijn	53.300	59.900	61.800	61.800	61.800
10a_N205 Hoofddorp -Nieuw Vennep	20.800	23.000	23.900	23.900	23.800
11a_N206 Katwijk-Leiden	32.100	54.700	58.500	61.300	59.700
12a_N206 Noordwijk-Katwijk	29.900	37.000	38.900	40.500	39.400
13a_N207 Boskoop-Alphen a/d Rijn	15.200	16.900	18.300	18.300	18.200
14a_N207 Leimuiden-Rijnsaterwoude	25.600	27.300	29.900	29.900	29.900
15a_N207 Nieuw Vennep-Lisse	24.800	25.500	25.500	25.700	25.600
16a_N208 Bennebroek-Oosteinde	17.900	20.800	21.800	22.400	22.100
17a_N208 Lisse-Sassenheim	16.900	19.700	20.500	20.800	20.500
18a_N207 Zuid Verlengde Bentwoudlaan	12.800	14.600	15.600	15.600	15.600
19a_N231 Nieuwkoop-Aarlanderveen	9.400	10.900	11.600	11.600	11.600
20a_N231 Uithoorn-Nieuwveen	9.300	11.000	11.800	11.800	11.800
21a_N44 Den Haag-Wassenaar	62.000	59.600	62.700	62.100	62.600

22a_N441 Wassenaar-Katwijk	12.600	12.700	15.700	15.900	15.100
23a_N446 - A4-Leiderdorp	14.000	14.500	12.900	14.000	13.700
24a_N447 Leidschendam-Voorschoten	14.400	15.000	16.500	16.100	16.200
25a_Rijnlandroute	n.v.t.	54.300	60.900	62.800	62.800
26a_N209 Benthuizen-Zoetermeer	17.700	19.000	20.200	20.200	20.000
27a_A12 Zoetermeer-ZoetermeerCentrum	100.100	109.200	112.000	111.900	112.000
28a_N446 Leiderdorp-Hoogmade	9.700	9.600	10.800	11.100	11.100
29a_A4 Hoogmade-ZoeterwoudeRijndijk	140.000	158.900	165.600	165.700	165.800
30a_N11 Hazerswoude-Alphen a/d Rijn	48.700	56.900	59.700	60.000	59.900
31a_A4 N206-N11	59.200	96.500	105.500	104.800	106.100
32a_N206 ZoeterwoudeDorp-A4	19.200	24.700	24.900	25.000	25.000
33a_A4 Kp Hofvliet-N206	152.400	177.300	197.200	197.600	197.600
34a_N206 A4-Leiden	46.100	50.300	51.300	52.800	51.900
35a2_N206 Plesmanlaan	25.300	25.500	27.300	30.100	29.000
36a_N448 Wassenaar-Voorschoten	13.400	13.200	14.000	14.000	13.900
Totaal	1.935.100	2.292.800	2.434.500	2.453.000	2.445.500

Tabel 54: Overzicht etmaalintensiteiten per thermopunt

De groei ten opzichte van het basisjaar is per locatie wisselend. De hoogste groei is waarneembaar op de snelwegen in het studiegebied. Dit sluit aan bij het beleidsuitgangspunt dat de afstand kosten voor autoverkeer afnemen in de prognosejaren. Hierdoor worden ten opzichte van het basisjaar langere verplaatsingen gemaakt, die zichtbaar zijn op het snelwegennet. Tussen 2018 en 2030 is een gemiddelde groei van 16% (sommatie alle locaties excl. RijnlandRoute) zichtbaar. Dit vertaalt zich in net geen 1.5% groei per jaar. Tussen 2030 en 2040 is er gemiddeld genomen een groei tussen de 5% en 10%. De gemiddelde groei tussen 2018 en 2040 is 24% (sommatie alle locaties excl. RijnlandRoute). Daarnaast is tussen 2018 en 2030 het effect van de Rijnlandroute zichtbaar. Op verschillende locaties zoals thermopunt 07, 21, 22 en 23 & 35 is sprake van een afname of zeer beperkte stijging als gevolg van een gewijzigde routekeuze door opening Rijnlandroute.

Vergelijking toedeelresultaten t.o.v. NRM

Omdat een vergelijking met tellingen niet mogelijk is, zijn de toedeelresultaten beoordeeld op basis van een analyse, waarbij op thermometerpunten een vergelijking is gedaan met de modelresultaten van het NRM West. In de volgende tabel zijn de verschillen weergegeven op thermometerpunten op het hoofd- en onderliggend wegennet voor 2040Max

De verschillen ten opzichte van het NRMwest2040 zijn wisselend. Nagenoeg 50% van de thermopunten valt binnen de afwijking van 10%. Bij een maximale afwijking van 20% valt ruim 70% van de thermopunten hierbinnen. Opvallend zijn de grotere verschillen op het onderliggend wegennet in 2040Max, Het hoge scenario resulteert in hogere wegvakbelastingen. Dit is plausibel gezien de veranderingen in de sociaaleconomische gegevens en het verplaatsingsgedrag.

Locatie	Mvt Etmaal		VMHR 2040 Max Verschil
	NRM 2040 H	VMHR 2040 Max	
01a_A12 N11-Nieuwerbrug	234.500	222.800	-5%
02a_A4 Kp. Burgerveen-Hoofddorp	304.000	254.400	-16%
03a_A4 Kp. Clausplein - Rijnland Route	271.200	216.000	-20%
04a_A4 Leiden-Roelofarendsveen	213.900	157.400	-26%
05a_A44 Noordwijk-Oegstgeest	95.500	92.300	-1%
06a_A44 Oude Wetering - Kaag	82.700	70.400	-13%
07a_A44 Wassenaar-Leiden	65.200	63.600	-3%
08a_N11 Alphen a/d Rijn-Leiden	75.600	62.300	-17%
09a_N11 Bodegraven-Alphen a/d Rijn	69.000	61.800	-10%
10a_N205 Hoofddorp -Nieuw Vennep	32.600	23.900	-27%
11a_N206 Katwijk-Leiden	53.200	58.500	15%
12a_N206 Noordwijk-Katwijk	37.600	38.900	8%
13a_N207 Boskoop-Alphen a/d Rijn	19.500	18.300	-6%
14a_N207 Leimuiden-Rijnsaterwoude	27.200	29.900	10%
15a_N207 Nieuw Vennep-Lisse	26.100	25.500	-2%
16a_N208 Bennebroek-Oosteinde	21.100	21.800	6%
17a_N208 Lisse-Sassenheim	18.400	20.500	13%
18a_N207 Zuid Verlengde Bentwoudlaan	18.000	15.600	-13%
19a_N231 Nieuwkoop-Aarlanderveen	11.800	11.600	-2%
20a_N231 Uithoorn-Nieuwveen	10.300	11.800	15%
21a_N44 Den Haag-Wassenaar	55.700	62.700	11%
22a_N441 Wassenaar-Katwijk	9.800	15.700	62%
23a_N446 - A4-Leiderdorp	16.700	12.900	-16%
24a_N447 Leidschendam-Voorschoten	13.100	16.500	23%
25a_Rijnlandroute	65.500	60.900	-4%
26a_N209 Benthuizen-Zoetermeer	16.400	20.200	23%
27a_A12 Zoetermeer-ZoetermeerCentrum	134.100	112.000	-17%
28a_N446 Leiderdorp-Hoogmade	13.600	10.800	-18%
29a_A4 Hoogmade-ZoeterwoudeRijndijk	226.500	165.600	-27%
30a_N11 Hazerswoude-Alphen a/d Rijn	67.600	59.700	-11%
31a_A4 N206-N11	90.300	105.500	16%
32a_N206 ZoeterwoudeDorp-A4	19.400	24.900	29%
33a_A4 Kp Hofvliet-N206	265.200	197.200	-25%
34a_N206 A4-Leiden	50.300	51.300	5%
35a2_N206 Plesmanlaan	30.600	27.300	-2%
36a_N448 Wassenaar-Voorschoten	11.500	14.000	22%
Totaal	**2.773.700**	2.434.500	-12%

Tabel 55: Overzicht thermopunten NRM vs VMHR

Het grootste verschil is waarneembaar in de omgeving van de A4 en toeleidende provinciale wegen. In het NRM wordt als gevolg van de verbreding van de A4 een forse verkeersgroei geprognotiseerd. In het VMHR 2040 Max scenario, is er wel toename van ongeveer 40% bij locatie 3 t.o.v. 2018 maar is dit lager dan de 75% die het NRM prognosticeert. Belangrijk gegeven is dat het NRM uitgaat van een grotere

daling van de autokosten (zie paragraaf 6.4.1) met als gevolg langere afstand verplaatsingen voor het autoverkeer, die goed zichtbaar zijn op het hoofdwegennet.

7.6 Conclusie

Op basis van de toedeelresultaten en de beoogde ontwikkelingen in het studiegebied komen de resultaten overeen met de verwachtingen. In 2040max is een duidelijke toename te zien in het totaal aantal verplaatsingen, gerelateerd aan de woningbouwontwikkeling en toename arbeidsplaatsen. Met name het aanvullend meenemen van de ontwikkeling van de arbeidsplaatsen leidt tot een hogere intensiteit op diverse wegvakken in relatie tot de omliggende modellen zoals het NRM.

In het scenario 2040Mt is goed zichtbaar dat de wisselwerking tussen de modaliteiten (fiets, auto en OV) optreedt als gevolg van de aanpassingen rondom het autobezit. Met name bij fiets is een verschuiving zichtbaar van de auto naar de fiets als gevolg van deze aanpassing.

8 Versiebeheer

Gedurende de looptijd van het project is RHDHV verantwoordelijk voor versiebeheer in nauwe samenwerking met de beheerder van het verkeersmodel vanuit de gemeenten. Vanuit de modelbouw zijn 5 hoofdscenario's opgesteld:

- Basisjaar 2018
- Prognose 2030
- Prognose 2040Min
- Prognose 2040Max
- Prognose 2040Mobiliteitstransitie

In Nebula[9] zijn deze vijf scenario's als hoofdscenario zichtbaar en vormen altijd de basis voor het doorrekenen van varianten. Indien actualisaties hebben plaats gevonden van de modelscenario's zullen die als hoofdscenario worden toegevoegd aan Nebula.

Om het versiebeheer op orde te houden en het overzicht te bewaren is het volgende proces opgesteld indien een gemeente varianten doorgerekend wil hebben met het verkeersmodel

- Stap 1: Verkeersmodel opvragen bij de beheerder via vmhr@leiden.nl
- Stap 2: Varianten doorrekenen met het verkeersmodel door het desbetreffende ingehuurde bureau of gemeente zelf
- Stap 3: resultaat opleveren aan de beheerder van het VMHR
- Stap 4: RHDHV laadt de resultaten in Nebula in en koppelt deze aan 1 of meerdere hoofdscenario's[10]
- Stap 5: Scenario's online zetten waardoor de resultaten in Nebula zichtbaar zijn[11]
- Stap 6: project toevoegen aan beheerslijst zodat ook voor gemeenten zonder Nebula licentie zichtbaar is welke versie en varianten er zijn.

Via bovenstaande proces is in Nebula, zie figuur 14 of de beheerslijst altijd te herleiden welk modelscenario is gebruikt voor het doorrekenen voor de variant en kan een gebruiker ook eenvoudig een verschilplot maken tussen het hoofdscenario en de variant.



Figuur 14 overzicht hoofdscenario's en varianten in Nebula

[9] *Online model overzicht van RHDHV*
[10] *Stap 4 is alleen van toepassing bij overheden met een licentie voor Nebula*
[11] *Stap 5 is alleen van toepassing bij overheden met een licentie voor Nebula*

9 Actualisaties VMHR

Om het verkeersmodel actueel te houden is het belangrijk jaarlijks het model te voorzien van een actualisatie. Geadviseerd wordt jaarlijks in een vast proces de actualisatie uit te voeren zodat voor alle gemeenten het proces tot actualisatie herkenbaar en duidelijk is. Bij de bouw van de prognoses van het verkeersmodel is aan alle gemeenten gevraagd input te leveren voor de prognose 2030 en 2040. In hoofdstuk 6 staat beschreven welke wijzigingen zijn verwerkt in de prognoses. In de aanloop naar de actualisatie is het van belang om alle input van de prognoses te actualiseren. Om dit zo goed mogelijk te laten verlopen zijn de ontwikkelingen in de prognoses overzichtelijk naast elkaar gezet.

Het proces tot actualisatie wordt als volgt voorzien:

- Stap 1: versturen meest recente input voor prognosejaren door beheerder VMHR — Week 1
- Stap 2: gemeente actualiseren het overzicht — Week 1t/m6
- Stap 3: controleren of alle input is ontvangen door beheerder VMHR — Week 7
- Stap 4: aanleveren data voor actualisatie door beheerder VHMR — Week 8
- Stap 5: actualiseren van het verkeersmodel door RHDHV — Week 9-12
- Stap 6: presenteren resultaten van de actualisatie aan kernteam VMHR — Week 13
- Stap 7: Controle kernteam actualisatie — Week 14-18
- Stap 7: verfijnen en definitief maken nieuwe prognose scenario’s door RHDHV — Week 19-20
- Stap 8: Actualisatie beschikbaar — Week 21

Op deze manier kan de actualisatie in ruim 5 maanden worden gerealiseerd en kan jaarlijks worden gewerkt met een zo actueel mogelijk model. Belangrijke toevoeging hierbij is wel dat medewerking van alle deelnemende gemeenten vereist is omdat je pas kan actualiseren als alle informatie beschikbaar is. Deze taak ligt bij de beheerder Holland Rijnland.