

# **Dynamisch Model Ring Utrecht**

Bouw en toepassing dynamisch verkeersmodel in het kader van de  
Planstudie Ring Utrecht A27/A12

Definitief

Opdrachtgever:  
Rijkswaterstaat Utrecht

Grontmij Nederland B.V.  
De Bilt, augustus 2012

# Verantwoording

**Titel** : Dynamisch Model Ring Utrecht

**Subtitel** : Bouw en toepassing dynamisch verkeersmodel in het kader van de Planstudie Ring Utrecht A27/A12

**Datum** : Augustus 2012

# Inhoudsopgave

Managementsamenvatting .....	5
1 Inleiding .....	7
1.1 Aanleiding: planstudie Ring Utrecht.....	7
1.2 Probleemstelling .....	8
1.3 Doel .....	8
1.4 Leeswijzer .....	8
2 Werkwijze – hoofdlijnen .....	9
2.1 Algemeen / instrumentkeuze .....	9
2.2 Studiegebied .....	10
2.3 Stappen - hoofdlijnen .....	10
3 Bouw DMRU – basisjaar en toekomstjaar .....	11
3.1 NRM-matrices 2009 en 2020 voor de uitsnede .....	11
3.2 Bouw DMRU Basisjaar 2009 .....	11
3.2.1 Algemeen / Inleiding .....	11
3.2.2 Stap 0 - Netwerk .....	12
3.2.3 Stap 1 - Ritdistributie NRM .....	14
3.2.4 Stap 2 - Verfijnen zones naar DMRU-niveau.....	14
3.2.5 Stap 3 - Statische kalibratie (Questor).....	16
3.2.6 Stap 4 - Dynamische kalibratie (REMODE).....	17
3.3 Bouw DMRU toekomstjaar 2020.....	21
3.3.1 De uitgangspunten voor het DMRU 2020.....	21
3.3.2 Stap 1 - Verschil tussen NRM 2009 en 2020.....	21
3.3.3 Stap 2 - Groei vertalen naar DMRU.....	22
3.3.4 Stap 3 - Correcties doorvoeren in dynamische matrix.....	22
4 Netwerkvarianten 2020 .....	23
5 Resultaten / analyse .....	25
5.1 DMRU 2020 – Referentie 2020.....	26
5.1.1 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten.....	26
5.1.2 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten .....	28
5.1.3 A12: belangrijke knelpunten.....	30
5.1.4 Rode draad Referentie 2020.....	30
5.2 DMRU 2020 – Splitsen 7Y 1.0 .....	31
5.2.1 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten.....	31
5.2.2 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten .....	32
5.2.3 Overige belangrijke knelpunten .....	33
5.2.4 Rode draad .....	34
5.3 DMRU 2020 – Splitsen 7Y 1.1 .....	34
5.3.1 (Ontwerp)optimalisaties Splitsen 7Y 1.1 t.o.v. Splitsen7Y1.0.....	34
5.3.2 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten.....	34
5.3.3 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten .....	36
5.3.4 Rode draad .....	37
5.4 DMRU 2020 – Splitsen 6Y 1.1 .....	38

5.4.1	Ontwerp Splitsen 6Y 1.1 .....	38
5.4.2	Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten.....	38
5.4.3	Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten .....	39
5.4.4	Rode draad .....	40
5.5	Selecteren 1.0 en 1.1 .....	41
5.5.1	Ontwerptimalisatie Selecteren 1.1 t.o.v. 1.0 .....	41
5.5.2	Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten.....	42
5.5.3	Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten .....	43
5.5.4	Rode draad .....	44
5.6	Netwerkprestatie .....	45
5.6.1	Werkwijze.....	45
5.6.2	Resultaten .....	45
5.7	Intensiteiten op thermometerpunten .....	46
5.8	Overzicht knelpuntkiemen.....	48

# Managementsamenvatting

Dit document bevat de beschrijving van het bouwen en het toepassen van het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU) ten behoeve van de *Planstudie Ring Utrecht A27/A12*.

## Planstudie Ring Utrecht

In de planstudie Ring Utrecht wordt gezocht naar oplossingen om de verkeersdoorstroming op de Ring te verbeteren. De planstudie is in 2008 van start gegaan. In 2010 is de 1<sup>e</sup> fase afgerond, resulterend in het Voorkeursalternatief (VKA). In de tweede fase wordt dit VKA concreet uitgewerkt, waarbij de varianten getoetst worden met het Dynamisch Model Ring Utrecht.

## Probleemstelling planstudie

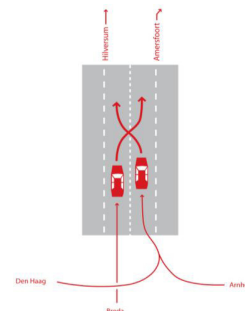
Het deel van de A27 tussen de knooppunten Lunetten en Rijsweerd is het drukste stukje snelweg van Nederland en tevens het grootste knelpunt op de Ring Utrecht. Hier ontstaan dagelijks lange files. De kern van het probleem is tweeledig:

1. er is hier zeer veel verkeer, en
2. veel van dit verkeer moet hier weefbewegingen uitvoeren (zie Figuur 0-1)

## Voorkeursalternatief

Dit behelst:

- **A27**: uitbreiding van de capaciteit van de A27 en het scheiden van verkeersstromen;
- **A12**: een extra rijstrook op de parallelrijbanen;
- **NRU** (Noordelijke Randweg Utrecht): opwaardering naar 2 x 2 rijstroken en ongelijkvloerse kruisingen.



Figuur 0-1 De A27-weefstromen

## Complexe varianten vragen om dynamisch verkeersmodel

De varianten onderscheiden zich in de mate waarin sprake is van een verbreding en de wijze waarop de scheiding (ontweving) wordt aangebracht.

Waar in de eerste fase van de planstudie volstaan is met het (statische model) NRM, het Nieuw Regionaal Model, is in deze tweede fase behoefte aan berekeningen met een dynamisch model. Het gaat om:

- bouw van een dynamisch model, met gebruikmaking van reeds beschikbare bouwstenen
- toepassing van dit model voor het verkeerskundig bestuderen van de ingebrachte varianten.

Er is voor gekozen om Dynasmart als softwareomgeving voor dit model te gebruiken.

## Bestaande bouwstenen verwerkt

Voor het bouwen van het DMRU is gebruik gemaakt van bestaande bouwstenen. Als wegennetwerk is een uitsnede gemaakt van het grotere Dynamisch Model Midden Nederland (DM-MN), het resultaat is afgebeeld in Figuur 0-2. Voor de verkeersvraag is opnieuw een afleiding gedaan vanuit de gegevens van het NRM, waarbij deze zijn omgezet naar de zonale indeling van het DMRU. Veel aandacht en energie is gegaan naar het op de juiste manier inrichten van de herkomst-bestemmingsmatrix en de kalibratie van het model. Dynamische modellering stelt immers hoge kwaliteitseisen aan de ijking van het model. 2009 is als basisjaar gekozen. Als toekomstjaar geldt 2020.

**Analyse**

De verkeerskundige analyse is gedaan aan de hand van de op- en afbouw van file (snelheidsreducties) op de verschillende wegvakken in het netwerk en aan de hand van verkeersintensiteiten op de wegvakken.

Zo konden bijvoorbeeld aan de hand van het tijdsverloop van snelheden en intensiteiten in het model uitwijk-/omrijverschijnselen waargenomen worden.



*Figuur 0-2 Het netwerk van het DMRU 2009*

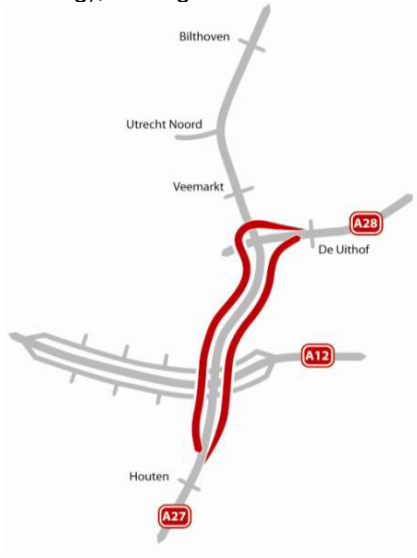
**Toepassing op Referentie 2020**

De Referentiesituatie 2020 laat grote verkeersproblemen zien.

**Varianten Splitsen en Selecteren lossen veel op**

De bestudeerde varianten zijn

- *Splitsen*: bypass voor verkeer 'Houten-De Uithof' ( en vice versa), zie Figuur 0-3;
- *Selecteren*: bypass van 'Houten' naar de 'De Uithof'; andere oplossing op de andere richting), zie Figuur 0-4.



*Figuur 0-3 principeschets Splitsen*



*Figuur 0-4 principeschets Selecteren*

Deze varianten lossen veel problemen op. Vooral de variant Selecteren wordt voorsnog beschouwd als de meest kansrijke. Deze variant kent de minste knelpunten op het hoofdwegenet. Dit pluspunt heeft tevens tot gevolg dat het onderliggende wegennet in deze variant het meest ontlast wordt.

# 1 Inleiding

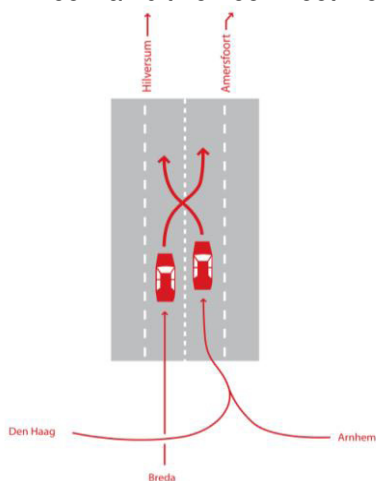
Dit document bevat de beschrijving van het bouwen en het toepassen van het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU), ten behoeve van de *Planstudie Ring Utrecht A27/A12*. Dit hoofdstuk gaat eerst in op de aanleiding en achtergrond, en besluit met een leeswijzer.

## 1.1 Aanleiding: planstudie Ring Utrecht

In de planstudie Ring Utrecht wordt gezocht naar oplossingen om de verkeersdoorstroming op de Ring te verbeteren. De planstudie is in 2008 van start gegaan. In de in 2010 afgeronde 1<sup>e</sup> fase is het Voorkeursalternatief (VKA) bepaald. In de tweede fase wordt dit VKA via een aantal stappen concreet uitgewerkt. Daarbij worden varianten getoetst met het in dit document beschreven Dynamisch Model Ring Utrecht.

Het deel van de A27 tussen de knooppunten Lunetten en Rijnsweerd is het drukste stukje snelweg van Nederland en tevens het grootste knelpunt op de Ring Utrecht. Hier ontstaan dagelijks lange files. De kern van het probleem is tweeledig:

1. er is hier zeer veel verkeer, en
2. veel van dit verkeer moet hier weefbewegingen uitvoeren, zie Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Weefstromen tussen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd

Op basis van de opgestelde MER 1<sup>e</sup> fase is op 3 december 2010 een Voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld:

- **A27**: uitbreiding van de capaciteit van de A27 aan de oostzijde van Utrecht<sup>1</sup>, waarbij verkeersstromen worden gescheiden (ontweefd);
- **A12**: een extra rijstrook in beide rijrichtingen op de parallelrijbaan;
- **NRU**: opwaardering van de Noordelijke Randweg Utrecht (NRU): minimaal 2 x 2 rijstroken, ongelijkvloerse kruisingen, maximumsnelheid van ten minste 80 kilometer per uur.

De weg wordt verbreed en er vindt ontweefing van de verschillende verkeersstromen plaats voordat het verkeer de flessenhals tussen Lunetten en Rijnsweerd binnenrijdt; op dit wegvak zelf hoeven daardoor veel minder weefbewegingen uitgevoerd te worden.

<sup>1</sup> Bij het uitbreiden van de A27 gaan we uit van het verbreden van de bestaande bak bij Amelisweerd met ongeveer 15 meter aan weerszijden (met in iedere rijrichting 7 rijstroken);

Dit VKA is het vertrekpunt voor alle volgende stappen in de planstudie. De uitwerking van de A27/A12 geschiedt door het Rijk, die van de NRU door de gemeente Utrecht en de provincie Utrecht. De beide in fase 2 uit te voeren milieueffectrapportages worden onderling afgestemd.

De aanpak voor de A27/A12 is gesplitst in

- fase 2a: uitwerking van het VKA, via een proces met diverse trechterstappen, tot één Voorkeursvariant;
- fase 2b: uitwerking van de Voorkeursvariant in het OTB A27/A12.

## 1.2 Probleemstelling

Verkeersberekeningen vormen een essentieel onderdeel van de studie. In de eerste fase zijn berekeningen uitgevoerd met het (statische model) NRM, het Nieuw Regionaal Model, van Rijkswaterstaat: NRM Randstad 2.3. Deze berekeningen zijn echter niet toereikend om de ontwerpvarianten die in de tweede fase aan de orde zijn, te kunnen onderscheiden.

De varianten kennen grofweg twee parameters waarin ze onderscheiden kunnen worden: de mate waarin sprake is van een verbreding, en de wijze waarop de scheiding wordt aangebracht. Dit klinkt eenvoudig, maar

1. het verbredingsvraagstuk ligt genuanceerd omdat ontwerprichtlijnen en ruimtelijke mogelijkheden in acht genomen moeten worden.
2. door combinatie van de dwarsprofielen op de verschillende (deel)wegvakken kan voor het netwerk een veelheid aan vaak complexe varianten samengesteld worden. In het werkproces worden deze varianten opgesteld vanuit structuren/filosofieën over de te bedienen verkeersstromen (herkomst, bestemming en omvang). De varianten worden op details en lokale onderdelen verder geoptimaliseerd.

Daarbij geldt bovendien de wisselwerking tussen enerzijds het bedenken van logische, functionele configuraties en anderzijds de mogelijkheden/wensen ten aanzien van verbreding. En ten slotte moet e.e.a. ook maakbaar zijn.

## 1.3 Doel

Het doel van de in dit rapport beschreven verkeersmodelactiviteiten is het kunnen maken van een onderscheid tussen de (ontwerp)varianten, vanuit verkeerskundig oogpunt, als ondersteuning van het trechterproces.

Het doel is tweeledig:

- bouw van een dynamisch model, met gebruikmaking van reeds beschikbare bouwstenen
- toepassing van dit model voor het verkeerskundig bestuderen van de ingebrachte varianten.

Bij de start is besloten om het model in het softwarepakket Dynasmart te bouwen, en dat de vulling zo veel mogelijk moet aansluiten bij wat in de eerste fase van de planstudie gebruikt is.

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staat beschreven hoe het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU) opgebouwd is. Hoofdstuk 3 bevat de uitwerking daarvan op een meer technisch niveau. Hoofdstuk 4 en 5 gaan in op de toepassing voor het doorrekenen van de toekomstvarianten Referentie, Splitsen en Selecteren.



## 2 Werkwijze – hoofdlijnen

### 2.1 Algemeen / instrumentkeuze

In de eerste fase van de planstudie Ring Utrecht is gebruik gemaakt van het NRM Randstad 2.3. Dit is overigens inmiddels het 'oude' NRM. Het studiegebied van dit statische model omvat de hele Randstad. In het vervolg van dit document zullen we kortweg de aanduiding NRM hanteren. De gehanteerde RWS-software is OGM en QBLOK.

De complexiteit van de problematiek en van de oplossingen maakt dat op diverse plekken in het netwerk nog congestieverschijnselen zullen optreden, die bovendien een sterke samenhang vertonen: op- en afbouw (als functie van de tijd) van intensiteiten en vooral files en wachtrijen. De verschillende ontwerpvarianten zullen deze verschijnselen op verschillende manieren reduceren, maar niet geheel oplossen. Alleen met een dynamisch verkeersmodel zijn de dynamische verschijnselen goed in beeld te brengen, hetgeen nodig is om een goed beeld te krijgen van het oplossend vermogen van de varianten.

Daarom is voor tweede fase van de planstudie Ring Utrecht besloten om een dynamisch model te bouwen. Gekozen is voor een model in het verkeerskundige softwarepakket Dynasmart. Het voordeel van dit mesoscopische pakket ten opzichte van microsimulatie<sup>2</sup> is dat de rekentijd per variant aanzienlijk korter is: met Dynasmart kunnen berekeningen op de schaal van een gehele regio gedaan worden met acceptabele rekentijden. Rijkswaterstaat geeft verder aan dat voor dit pakket draagvlak bij de regionale partners is, aangezien er voor de stad Utrecht een Dynasmart-model Utrecht Bereikbaar is gebouwd (ook wel DVU genoemd), en voor de provincie Utrecht en Rijkswaterstaat een Dynasmart-model Dynamisch Model Midden Nederland (DM-MN). Deze modellen zijn voornamelijk gebouwd en ingezet voor het bestuderen van problemen/knelpunten en oplossingen op het gebied van dynamisch verkeersmanagement.

#### **Dynasmart in het kort**

Dynasmart is een pakket waarin tot op een zeker niveau afzonderlijke voertuigen gemodelleerd worden. Zij bepalen hun gedrag echter *niet* op hun individuele voor-/achter-/naastliggers (zoals zijn in een microsimulatiepakket wel zouden doen), maar op de macroscopische verkeersvariabelen als snelheid, intensiteit en dichtheid van de verkeersstroom op het betreffende wegvak en het stroomafwaarts gelegen wegvak en de rest van het netwerk. Daarbij zijn verkeersstroomtheoretische relaties tussen deze macroscopische grootheden verwerkt in de algoritmen. Voor de routekeuze wordt ook snelheids-c.q. rijtijdinformatie verderop in het netwerk gebruikt. Verzadiging op een wegvak treedt op wanneer de intensiteit de capaciteit benadert. Deze capaciteit is een kenmerk dat bij de netwerkbouw voor elk wegvak moet worden opgegeven.

Ten aanzien van de verdeling over het netwerk zijn er mogelijkheden om via toedelingsalgoritmes en iteratieprocessen tot een evenwicht te komen, voor het totaal van het verkeer of voor een geselecteerde subset. Voor een meer volledige en gedetailleerde beschrijving verwijzen we graag naar de modeldocumentatie.

De voorliggende rapportage betreft de berekeningen met het DMRU, een Dynasmart-model.

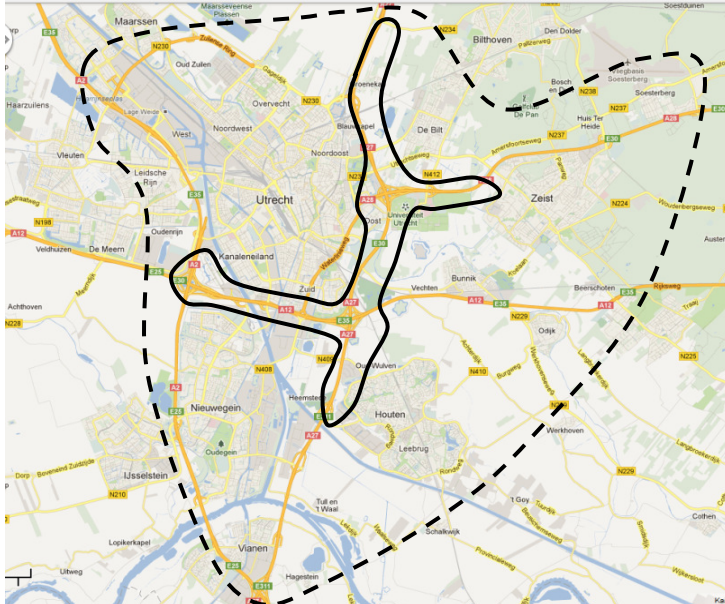
<sup>2</sup> Tegen de tijd dat i) er nog slechts sprake is van 1 of zeer weinig varianten, en ii) behoefte is aan nog gedetailleerder inzicht, komt microsimulatie aan de orde.

## 2.2 Studiegebied

In deze tweede fase van de planstudie Ring Utrecht bestaat het *studiegebied* voor de dynamische modelberekeningen uit het zwart omlijnde gebied in Figuur 2-1.

Het *plangebied* voor de planstudie Ring Utrecht A27/A12 is kleiner:

- de A12 van en met Knooppunt Oudenrijn tot en met Knooppunt Lunetten;
- de A27 van en met de aansluiting Bilthoven tot en met de aansluiting Houten;
- de A28 vanaf het begin van de weg tot en met de aansluiting Uithof.



Figuur 2-1 Studiegebied dynamisch model: zwart gestreept omlijnd. Omlijnd met een doorgetrokken lijn is een indicatie van het plangebied van de A27/A12-varianten.

## 2.3 Stappen - hoofdlijnen

De navolgende hoofdstukken beschrijven in meer detail wat op hoofdlijnen als volgt luidt:

- Het NRM is gebruikt als basis voor de productie- en attractiegegevens per zone.
- Op basis hiervan is een statische herkomst-bestemmingsmatrix (HB-matrix) voor 2009 gegenereerd die opnieuw statisch gekalibreerd is aan de hand van verkeerstellingen.
- Voor het netwerk van het Dynamisch Model Ring Utrecht is een uitsnede gemaakt uit het netwerk van het DMMN (een model in Dynasmart).
- De vertaling van de verkeersvraag naar het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU) is gedaan vanuit de opnieuw gegenereerde en gekalibreerde 'NRM'-matrix. In deze vertaling is onder andere een reductie van de matrixtotalen gerealiseerd, noodzakelijk vanwege het feit dat het netwerk van het DMMN (en dus ook van het DMRU) grofmaziger is dan het NRM-netwerk. Op een grofmaziger netwerk 'passen' immers minder auto's.
- De vertaalslag naar de HB-matrices voor de toekomst 2020 is gedaan door een weloverwogen mix van absolute en relatieve toenames tussen NRM-matrix 2009 en NRM-matrix 2020 toe te passen op de gekalibreerde DMRU-matrix voor 2009.
- De toepassing van deze toekomstmatrix op de hoofdvarianten is op plausibiliteit bekeken.

Op basis van de 2020-modellen voor de Referentie en de eerste planstudievarianten is een proces ingegaan waarin diverse varianten gebouwd, geoptimaliseerd en met het DMRU doorgerekend zijn. Dit in nauwe samenwerking en wisselwerking met ontwerpers.

De bewerkingen zijn gedaan met inzet van een samenspel van de pakketten Questor en Questor dynamisch, aangevuld met andere instrumenten.

## 3 Bouw DMRU – basisjaar en toekomstjaar

Dit hoofdstuk beschrijft in detail en op een meer technisch niveau de bouw van het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU). In dit bouwproces zijn, na het maken van uitsneden uit NRM (Randstad 2.3) en DMMN, eerst een aantal bewerkingen uitgevoerd op statisch niveau, teneinde een goede statische basis te verkrijgen die het mogelijk maakt om de dynamisering aan te brengen. Deze statische basis kan gezien worden als een tussenproduct.

De in dit hoofdstuk beschreven toedelingen en dergelijke zijn puur ten dienste van het bouwen en valideren van het instrumentarium.

Uitgebreidere doorrekeningen, toedelingen en analyses van varianten komen aan de orde in latere hoofdstukken.

### 3.1 NRM-matrices 2009 en 2020 voor de uitsnede

De rittenmatrix in het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU) is gebaseerd op het NRM Randstad 2.3. Dit is gedaan voor het basisjaar, de Referentie 2020, en voor de hoofdsystemen van de alternatieven, te beginnen met Splitsen.

Binnen de toedelingsmethodiek van het NRM is het niet mogelijk een uitsnedematrix te genereren voor een studiegebied, zoals nodig is voor de Ring Utrecht. Omdat Qblok daartoe geen mogelijkheden biedt, is in overleg besloten een uitsnedematrix te genereren via een toedeling in CUBE Voyager. Deze toedelingsmethodiek is aangeleverd en vervolgens voor dit project toegepast.

De rechtstreekse CUBE Voyager-toedeling komt zoals verwacht niet overal overeen met de Q-blok-toedeling. In dit project is met name nagegaan of en in welke mate de hoeveelheid verkeer op de in- en uitgangen van de uitsnede verschilt. In het algemeen bleken de verschillen niet groot (minder dan 5%), maar soms blijken de afwijkingen groter. Binnen dit project is vervolgens de Voyager-toedeling geoptimaliseerd met als doel het minimaleren van de afwijkingen op de in- en uitgangen.

Vervolgens is elk van de uitsnedematrices beoordeeld op alle in- en uitgangen (rijkswegen) van het uitsnedegebied: waar de omvang van het verkeer afweek van de NRM-toedeling is de uitsnedematrix vervolgens bijgesteld tot het niveau van de NRM-toedeling. Op deze manier is ernaar gestreefd de uitsnedematrix zo goed mogelijk bij de oorspronkelijke Qblok-toedeling te laten aansluiten. Voor alle zones binnen de uitsnede (de interne zones) zijn de rittenaantallen (aantallen aankomsten en vertrekken) exact gelijk aan het NRM.

### 3.2 Bouw DMRU Basisjaar 2009

In deze sectie wordt beschreven hoe het basisjaar van het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU) is opgebouwd.

#### 3.2.1 Algemeen / Inleiding

De uitgangspunten voor het DMRU 2009 zijn:

- Het aangeleverde Dynamisch Model Midden Nederland (DMMN) 2009. Dit bevat een ochtendspits (05:00 – 11:00 uur) en een avondspits (14:00 – 20:00 uur)
- Matrices voor 2009 van het uitsnedegebied op basis van het NRM, zoals in de vorige paragraaf beschreven. Er zijn aparte matrices voor auto en vracht en voor de twee spitsen.
- Kentekenonderzoek Amelisweerd (april 2010). Dit bevat de in- en uitgaande verkeersstromen tussen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd.

- Aangeleverde tellingen. Deze zijn gebruikt voor de dynamische kalibratie met REMODE en in de beoordeling van de toedelingresultaten.
- Aanvullende tellingen uit Monica. Deze zijn gebruikt om de verkeersintensiteiten op afritten en toeritten en bogen van knooppunten mee te kunnen nemen in de kalibratie.
- Diverse aanvullende tekeningen (kruispuntontwerpen)
- Het DMRU 2009 heeft nog geen parallelstructuur op de A2 tussen Maarssen en Knooppunt Oudenrijn.

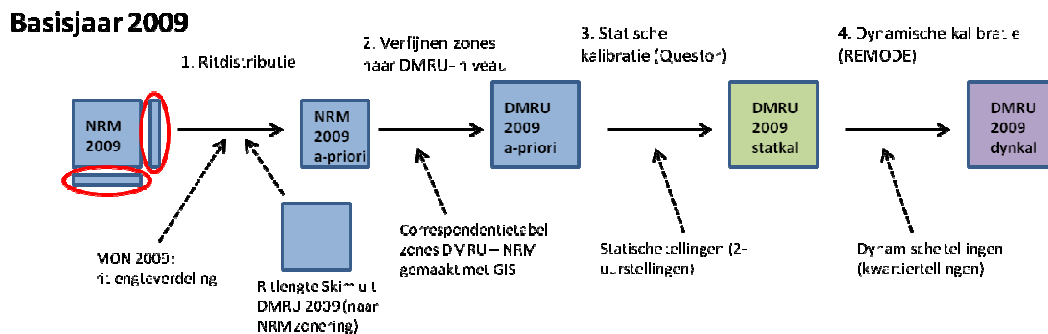
Beoordelingscriteria die gebruikt zijn om het model te toetsen:

- De filebeelden uit het DMRU moeten plausibel zijn
- Intensiteiten (T-waarden):
  - > 80% T-waarde lager dan 5.5;
  - > 65% T-waarde lager dan 4.5

De stappen in het kort:

0. Netwerkuitsnede maken van het DMMN 2009
1. Op basis van de attracties en producties uit de NRM-uitsnede nieuwe matrices maken met behulp van het zwaartekrachtmodel
2. De nieuwe matrices aanpassen aan DMRU zoneniveau
3. Statische kalibratie met Questor
4. Dynamische kalibratie met REMODE

Schematisch zijn deze stappen weergegeven in Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Schematische weergave van de bouw van de HB-matrix voor het DMRU 2009.

In onderstaande subparagrafen zijn deze stappen nader beschreven.

### 3.2.2 Stap 0 - Netwerk

Het netwerk van het DMRU is een uitsnede uit het DMMN-netwerk, zoals dat in Figuur 3-2 is weergegeven. Om beter aan te kunnen sluiten bij het NRM zijn enkele wegen toegevoegd. Ook zijn er correcties, actualisaties en verbeteringen doorgevoerd op link- en kruispuntniveau. Het resultaat is weergegeven in Figuur 3-3.



*Figuur 3-2 Het netwerk van het DMMN 2009*



*Figuur 3-3 Het netwerk van het DMRU 2009. In Bijlage DMRU-zones is een kaart met de DMRU-zones opgenomen.*

### 3.2.3 *Stap 1 - Ritdistributie NRM*

De matrices van het DMRU zijn gebaseerd op de totale attracties en producties (het totaal aantal aankomsten en vertrekken per zone) uit het NRM<sup>3</sup>. NRM 2009 is verkregen door interpolatie tussen basisjaar 2000 en toekomstjaar 2020. De HB-matrix zelf van het NRM is niet meegenomen; daaruit bleek een te zeer afwijkende verdeling van de stromen over het netwerk om bruikbaar te zijn voor dynamisering. Daarnaast is vanwege de grofmazigheid van het DMRU-netwerk een reductie toegepast op de aantallen verplaatsingen; een dunner netwerk kan immers minder verkeer bevatten. Die reductie betreft ruwweg de verplaatsingen die gebruik maken van de netwerkdelen (o.a. in de stad Utrecht, in Zeist, etc.) die wel in het NRM zitten, maar niet in het DMRU.

Met behulp van de Fratar-procedure, waarbij de attracties en producties per zone worden vastgezet, zijn de HB-relaties bepaald.

Bovenstaande aanpak is een pragmatische methode om snel kalibreerbare basismatrices te verkrijgen. Hierbij is geen rekening gehouden met verschillende verplaatsingsmotieven en is uitgegaan van een uitsnedemodel. Bovendien geven de initiële reistijden uit het DMRU slechts een schatting van realistische reistijden. De aanname hierbij is dat de gebruikte methode voor ritdistributie een matrix oplevert van voldoende kwaliteit om het kalibratieproces in te gaan. De statische en de dynamische kalibratieslagen kunnen de initiële HB-matrices goed corrigeren om een realistisch verkeersbeeld te verkrijgen. Het voordeel is verder dat de kalibratieafwijking per HB-relatie begrensd is. Dit in tegenstelling tot de NRM-kalibratie waar geen harde begrenzing zit aan de mate waarin een HB-relatie aangepast kan worden<sup>4</sup>.

### 3.2.4 *Stap 2 - Verfijnen zones naar DMRU-niveau*

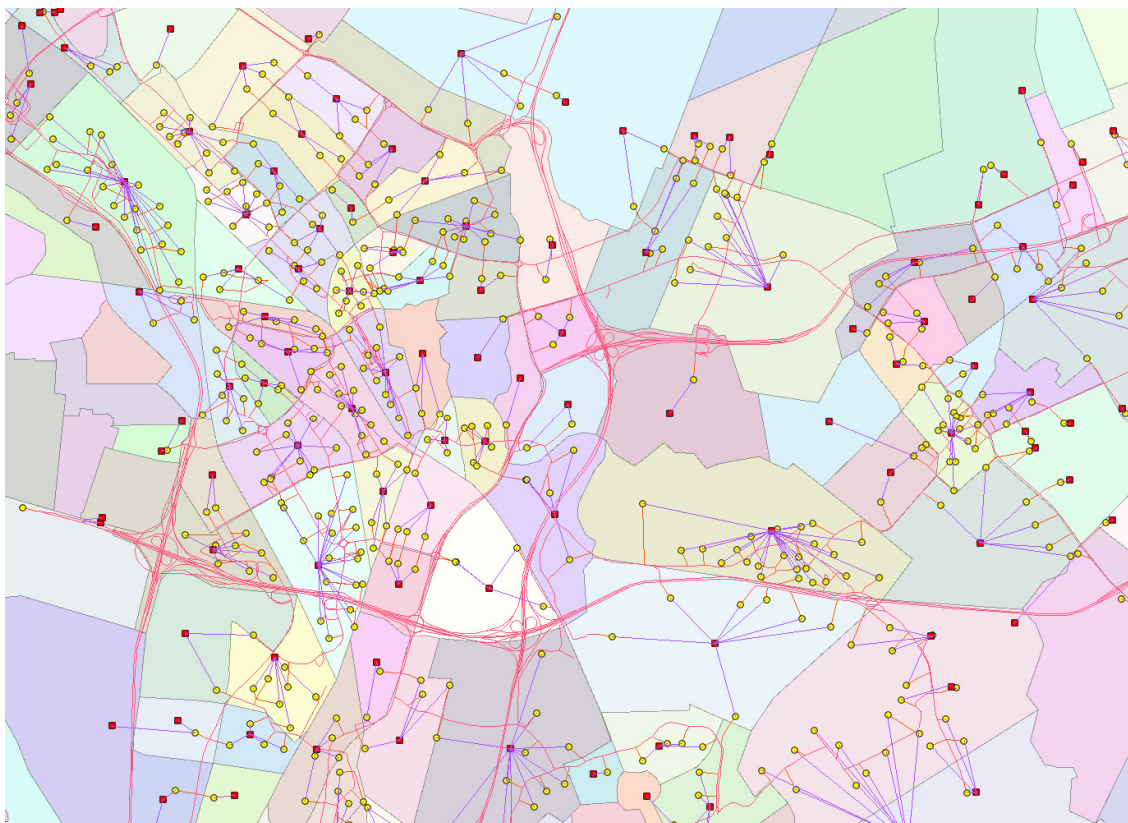
De verplaatsingen in de nieuwe HB-matrices zijn in de bovenstaande ritdistributiestap bepaald tussen NRM-zones. Dit verkeer is verdeeld over de DMRU-zones met behulp van een koppeling tussen de DMRU-zones en de NRM-zones.

Deze koppeling is als volgt gemaakt:

- Externe zones NRM zijn 1-op-1 gekoppeld aan DMRU-zones. Uitzonderingen hierbij:
  - Parallelstructuur op de A2 tussen Maarssen en Knooppunt Oudenrijn; deze zit wel in het NRM-netwerk maar niet in het DMRU 2009
  - Bij de snelwegzones bevat het NRM een ingaande zone en een uitgaande zone, in het DMRU is hiervoor één zone opgenomen.
- Interne zones zijn gekoppeld op basis van NRM-zone-polygonen. Hierbij is een handmatige correctie toegepast om een logische koppeling te verkrijgen.
- Het uiteindelijke resultaat van de koppeling is een tekstbestand met de correspondentie tussen NRM-zones en DMRU-zones. In Figuur 3-4 is dit in een kaartbeeld weergegeven.

<sup>3</sup> Waar hier wordt gesproken over het NRM wordt de NRM-uitsnede bedoeld die is beschreven in paragraaf 3.1.

<sup>4</sup> Waardoor het risico bestaat dat de matrix 'kapotgekalibreerd' wordt.



Figuur 3-4 Koppeling tussen NRM-zones (rood vierkant) en DMRU-zones (gele cirkel). De paarse lijnen geven de koppelingen aan.

Het verkeer is uniform verdeeld van de NRM-zones naar de DMRU-zones. Stel bijvoorbeeld dat er 100 verplaatsingen van NRM-zone A naar NRM-zone B in de matrix zitten en beide zones zijn gekoppeld aan twee DMRU-zones (zones A1, A2, B1 en B2). Dan worden er 25 verplaatsingen gerekend van zone A1 naar zone B1, van zone A1 naar zone B2, enzovoorts. Hierbij zijn enkele correcties uitgevoerd:

- Verkeer tussen NRM-zones wat intern verkeer wordt in het DMRU netwerk is verwijderd
- afstandscorrectie (vooral van invloed voor zones dicht bij elkaar),
- De koppeling levert voor sommige DMRU-zones onlogische relaties op, dit geldt bijvoorbeeld voor de hoofd-parallelbaanstructuur die wel in het geïnterpoleerde NRM-netwerk zit maar niet in het DMRU-netwerk. Deze onlogische relaties zijn verwijderd.

#### Superzones-niveau

Voor de statische kalibratieslag en voor de Dynasmart-toedelingen is een superzones-niveau gedefinieerd wat in omvang tussen het NRM-zoneniveau (170 zones) en het DMRU zoneniveau (607 zones) in ligt, namelijk 208 superzones. Dynasmart stuurt verkeer dat naar een superzone moet naar de dichtstbijzijnde zone in de superzone.

Het voordeel van de superzones is een kortere rekentijd (een Dynasmart-run duurt zonder superzones 35 minuten en met superzones 15 minuten). Verder helpen de superzones om de kalibratie-effecten beter in beeld te kunnen krijgen. De NRM-zones zijn genomen als basis voor de superzones, maar waar dit problemen opleverde zijn de superzones verwijderd.

#### Profielen

De NRM-matrices bevatten de verplaatsingen tussen de zones per 2 uur. Om de doorvertaling te maken naar Dynasmart worden deze matrices omgezet naar kwartiermatrices. In de dynamische kalibratie vindt nog een extra verfijningsslag plaats, waarbij op voertuigniveau aanpassingen zijn gemaakt om te voldoen aan de kwartiertellingen.

Voor de omzetting naar kwartiermatrices zijn verschillende vertrekprofielen gebruikt:

- Snelwegprofielen voor de belangrijkste snelwegen (A2, A12, A27 en A28), gebaseerd op tellingen.
- Een algemeen vertrekprofiel voor de overige zones, gebaseerd op waarden uit het MON (of DMMN).

### 3.2.5 Stap 3 - Statische kalibratie (Questor)

In de statische kalibratie is de HB-matrix van het DMRU aangepast om een logisch verkeersbeeld te krijgen: de uiteindelijke dynamische toedelingsresultaten moeten immers overeenkomen met de tellingen en de filebeelden. De statische kalibratie vindt plaats op basis van Questor-evenwichtstoedelingen, de uiteindelijke HB-matrix voor de Dynasmart-toedeling is nog aangepast in een latere stap.

De input voor de statische kalibratie bestaat uit 1) een statische evenwichtstoedeling met Questor, en 2) aan het netwerk gekoppelde telpunten. Deze telpunten bestaan uit:

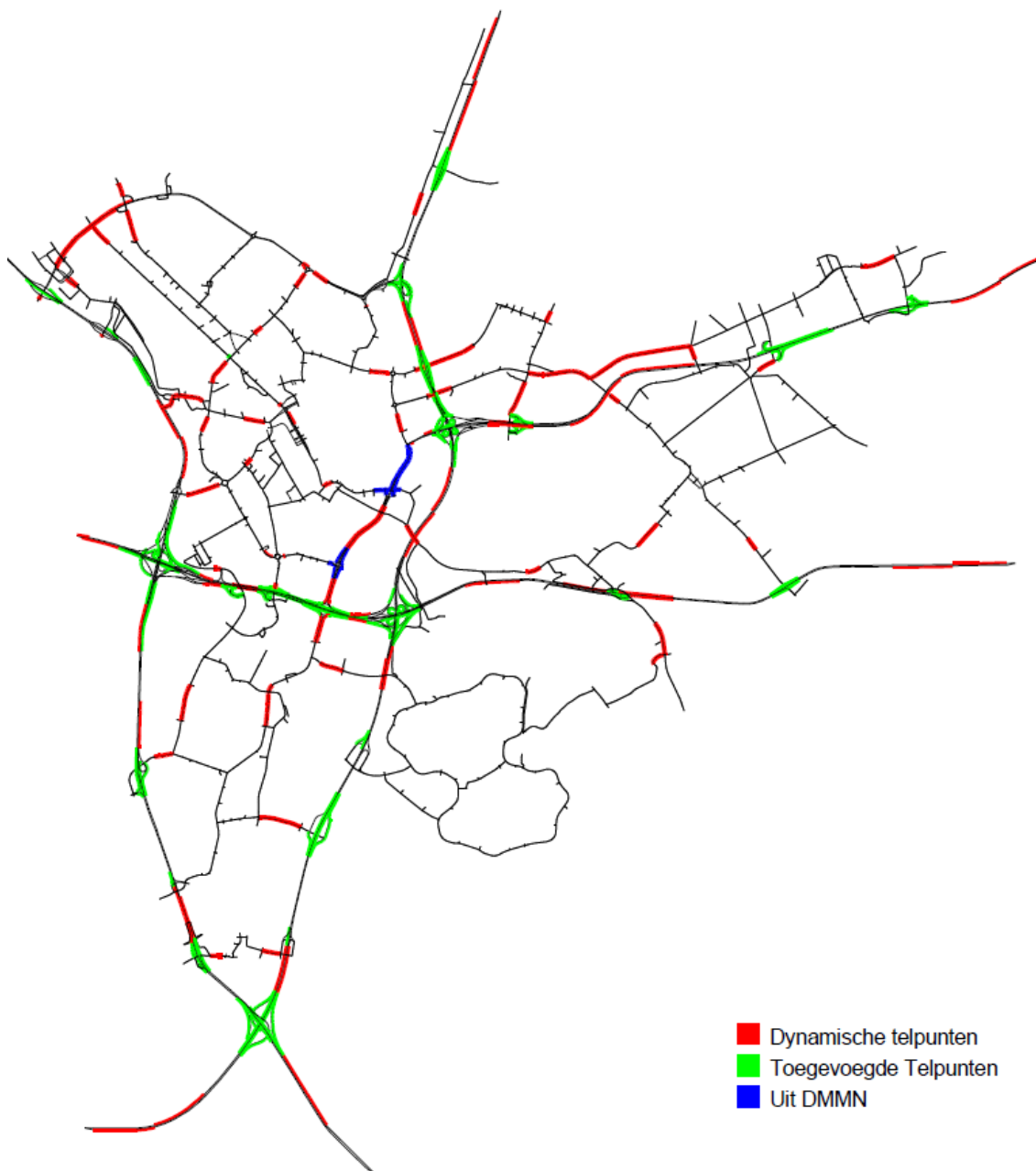
- Aangeleverde telpunten. Deze zijn vervolgens ook gebruikt in de dynamische kalibratieslag
- Telpunten op basis van het Kentekenonderzoek Amelisweerd, met name op bogen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd.
- Monica-telpunten. Voor de meeste af- en toeritten in het model (voor de A2, A12, A27 en A28) zijn telpunten toegevoegd. Ook zijn telpunten toegevoegd voor de bogen van de belangrijke knooppunten (Oudenrijn, Everdingen, Lunetten en Rijnsweerd) waar deze niet te herleiden zijn uit het kentekenonderzoek.
- De statische toedeling wijkt af van de dynamische toedeling: knelpunten kunnen verschillen in ernst en locatie. Om hiervoor te corrigeren zijn 'dummy-tellingen' toegevoegd op enkele plaatsen in het netwerk om ervoor te zorgen dat het verkeersbeeld in de dynamische toedeling correct is.

In Figuur 3-5 staat een overzicht van de gebruikte telpunten.

Om een logisch verkeersbeeld te verkrijgen zijn de volgende stappen in een aantal iteratieslagen uitgevoerd:

1. Statische Questor-toedeling (evenwichtstoedeling met 10 iteraties, conform aanpak DMMN).
2. Statische kalibratie op basis van tellingen (2x),
3. Dynamische toedeling op basis van vertrekprofielen.
4. Controle van de dynamische toedeling op tellingen en filebeelden
5. Correcties doorvoeren: statische tellingen aanpassen, netwerkwijzigingen doorvoeren (bijvoorbeeld de ingevoerde link-lengtes), kruispuntconfiguratie aanpassen (aantal opstelvakken, fasetijden), fouten in netwerk corrigeren, capaciteiten en voertuigdichtheden (MaxDensity) aanpassen om de filelengte realistisch te maken, onlogische HB-relaties (doordat de matrix gebaseerd is op een uitsnede kan het voorkomen dat bepaalde HB-relaties beter buiten het uitsne-degebied afgewikkeld kunnen worden) in de ongekalibreerde HB-matrix aanpassen.





Figuur 3-5 Gebruikte telpunten in de statische kalibratie

### 3.2.6 Stap 4 - Dynamische kalibratie (REMODE)

In de statische kalibratie wordt ook gekeken naar de dynamische doorvertaling – levert de statisch gekalibreerde matrix ook een goede Dynasmart-toedeling op? Nadat de statische kalibratie een realistisch verkeersbeeld gaf, is het model dynamisch gekalibreerd zodat het model ook door de tijd heen goed aansluit bij de telpunten en een logisch verloop laat zien. Hiervoor is de tool REMODE gebruikt. REMODE berekent een gecorrigeerde HB-matrix op basis van kwartiertellingen en een Dynasmart-toedeling.

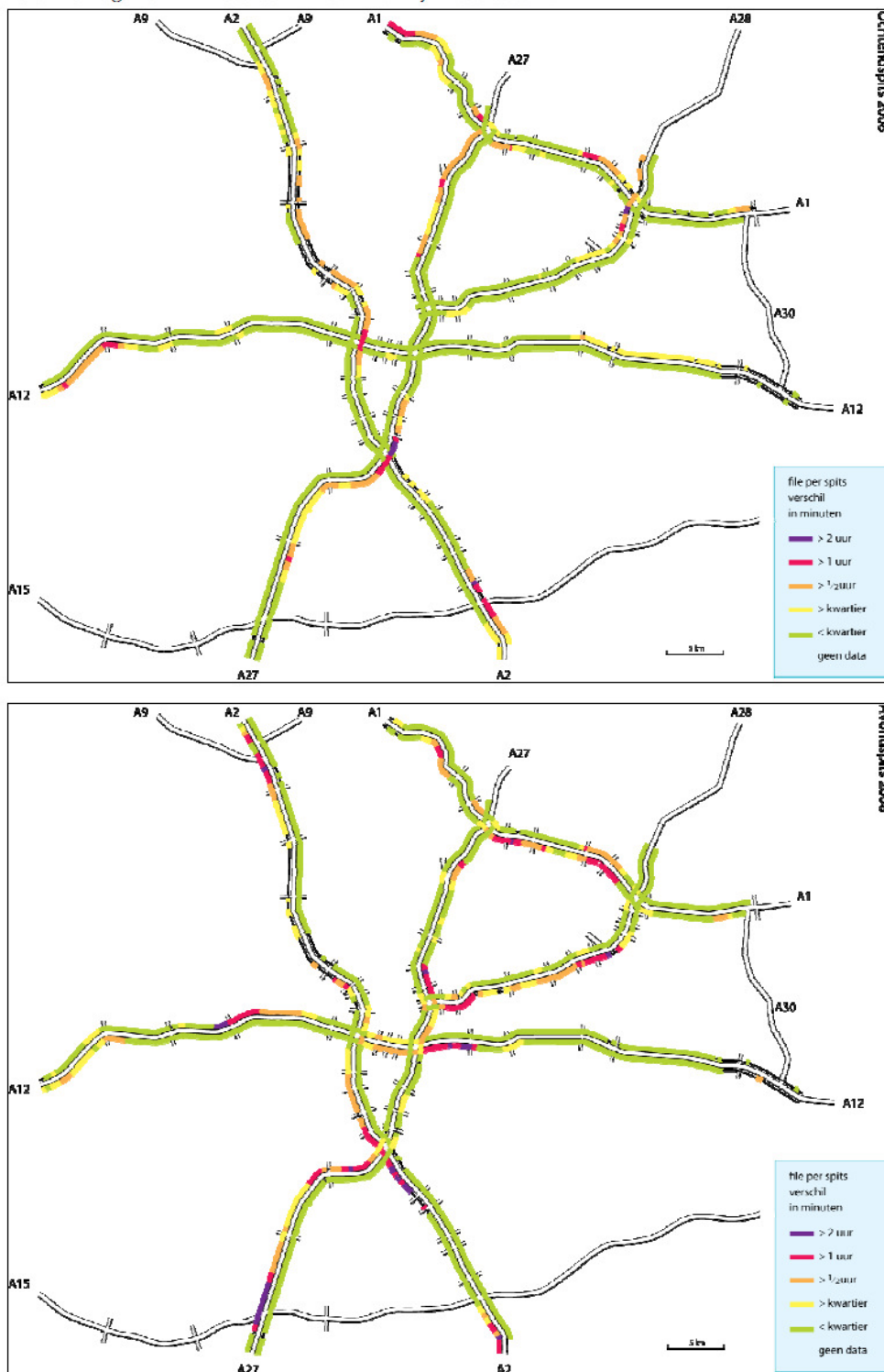
De door REMODE gegenereerde HB-matrix is opnieuw toegedeeld om de tellingen en de filebeelden te controleren. Voor zover deze hertoedeling nog problemen liet zien is een nieuwe statische kalibratieslag uitgevoerd.

Kalibratieresultaten Basisjaar

Om de resultaten te toetsen, maken we gebruik van de meten verkeersgegevens op het wegennet.

Filebeelden

De kalibratie van de filebeelden is gebaseerd op het document 'Basisgegevens Droog', zie Figuur 3-6.



Figuur 3-6 Uit 'Basisgegevens Droog': filebeelden 2008

Hierin zijn de belangrijke filelocaties voor het model:

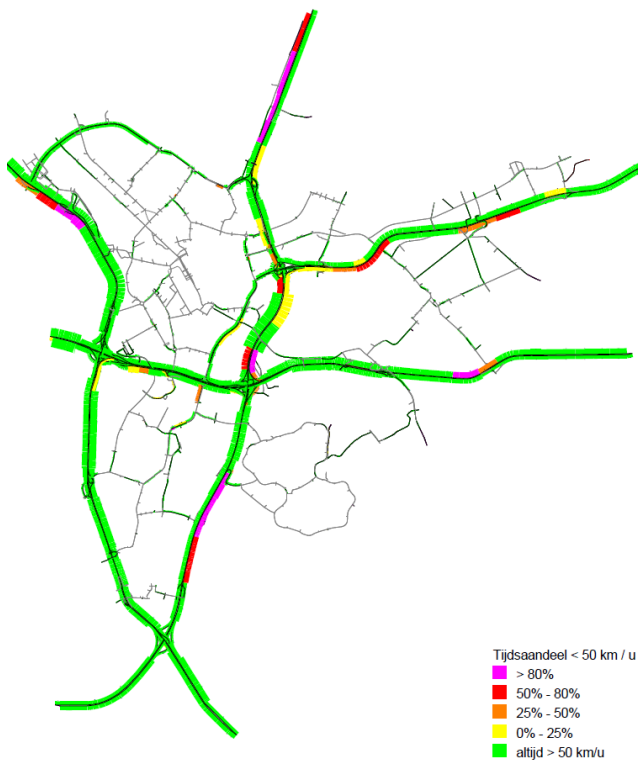
Ochtendspits:

- A27 Everdingen richting Utrecht, aansluitingen Nieuwegein en Hagestein
- A27 Hilversum richting Utrecht, aansluiting Bilthoven

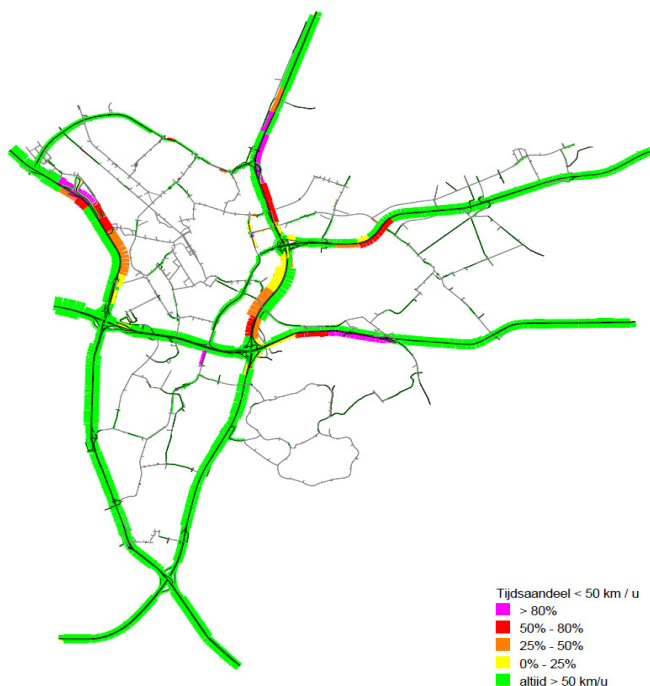
Avondspits:

- A28 richting Amersfoort, bij samenvoegen hoofdrijbaan en parallelrijbaan na aansluiting de Uithof
- A12 richting Veenendaal, bij aansluiting Bunnik (van 3 naar 2 rijstroken)
- A27 richting Hilversum, bij aansluiting Ring Noord (van 3 naar 2 rijstroken)
- A2 richting Den Bosch voorbij Knooppunt Everdingen: valt buiten model
- A27 richting Gorinchem voorbij Knooppunt Everdingen: valt buiten model

In Figuur 3-7 en in Figuur 3-8 zijn de filelocaties in het DMRU weergegeven. De files op de A2 richting Den Bosch en de A27 richting Gorinchem komen niet terug in het model omdat de oorzaak van het knelpunt buiten het netwerk ligt. Verder treedt er in het model geen terugslag van de A27 op de parallelbanen van de A12 op.



Figuur 3-7 Filebeeld DMRU 2009 Ochtendspits



Figuur 3-8 Filebeeld DMRU 2009 Avondspits

**Intensiteiten**

Tabel 3-1 geeft een vergelijking tussen de telcijfers en het gekalibreerde DMRU. De vergelijking is gebaseerd op 2-uurswaarden waarvoor de T-waarde is berekend. Het merendeel van de tellingen komt goed overeen met de modeluitkomsten voor de beide spitsen. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de gestelde eis dat 65% van de tellingen een T-waarde lager dan 4.5 moet zijn en 85% lager dan 5.5.

**Tabel 3-1 Telcijfers vergeleken met DMRU-intensiteiten**

	Ochtendspits		Avondspits	
	OWN	HWN	OWN	HWN
T<4.0	93	44	89	44
4<T<5.5	10	3	14	3
T>5.5	1	0	1	0

	Ochtendspits		Avondspits	
	OWN	HWN	OWN	HWN
T<4.0	89%	94%	86%	94%
4<T<5.5	10%	6%	13%	6%
T>5.5	1%	0%	1%	0%

### 3.3 Bouw DMRU toekomstjaar 2020

Voor het toekomstjaar zijn in eerste instantie 2 modellen gebouwd:

- Referentie 2020
- Splitsen

#### 3.3.1 De uitgangspunten voor het DMRU 2020

Als basis voor de drie toekomstmodellen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- DMMN 2020
- 2020-matrices uit het NRM Randstad 2.3 voor de Referentie 2020 en de varianten
- Netwerkaanpassingen en kalibratie-effecten overgenomen uit het DMRU 2009
- Ontwerpschetsen en -tekeningen van de toekomstvarianten

De uitsnede uit het DMMN 2020 heeft hetzelfde studiegebied als het DMRU 2009. Hierin zijn alle MIRT 0 en 1 projecten (2011) opgenomen, waaronder:

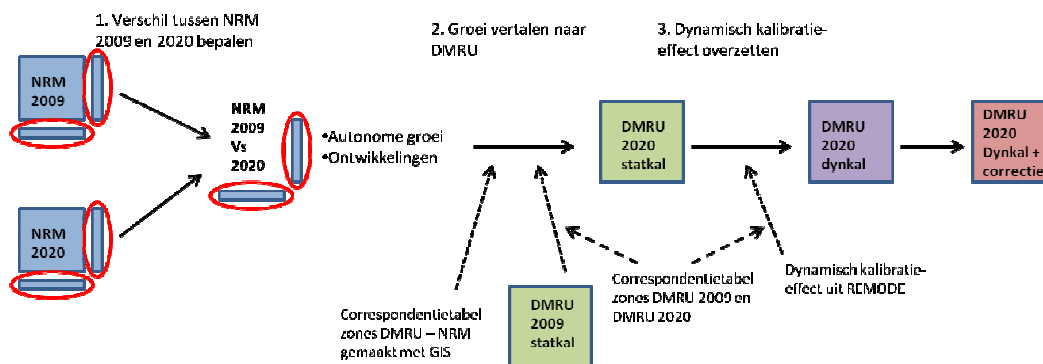
- A28 2x3
- Hoofd- en parallelrijbanen op de A2 tussen Maarssen en Knooppunt Oudenrijn
- A27 ten zuiden van Knooppunt Lunetten 2x4
- A12 tussen Knooppunt Lunetten en Veenendaal 2x4/2x3

Ook in de toekomstmodellen zijn wegen toegevoegd en correcties doorgevoerd om de samenhang met het DMRU 2009 zoveel mogelijk vast te houden. Verder zijn er extra ontwikkelingen doorgevoerd die nog niet in het DMMN 2020 zaten, deze zijn opgenomen in de bijlage.

De matrices voor de toekomstmodellen zijn als volgt opgesteld (zie Figuur 3-9 voor een schematische weergave):

1. Bepalen verschil tussen NRM 2009 en 2020
2. Groei doorvertalen naar DMRU
3. Correcties doorvoeren in dynamische matrix

#### Toekomstjaar 2020



Figuur 3-9 Schematische weergave van de bouw van de HB-matrix van het DMRU 2020.

#### 3.3.2 Stap 1 - Verschil tussen NRM 2009 en 2020

Om goed aan te sluiten bij het basisjaar DMRU 2009 is niet de absolute hoeveelheid attracties en producties uit (de uitsnedematrix van) het NRM 2020 overgenomen<sup>5</sup>, maar zijn de verschillen tussen het NRM 2009 en 2020 het uitgangspunt. Per NRM-zone bestaat de groei (zoals die uit de NRM-cijfers voor 2020 t.o.v. 2009 naar voren komt) enerzijds uit autonome groei en anderzijds uit specifieke ruimtelijke ontwikkelingen in het studiegebied. Voor de autonome groei is de NRM-zone met een percentage opgehoogd (ontleend aan de verhouding tussen basisjaar-NRM en 2020-NRM), voor de ontwikkelingen is het absolute aantal verplaatsingen opgeteld bij de verplaatsingen in het basisjaar.

<sup>5</sup> Zie paragraaf 3.1 voor de wijze waarop deze NRM-uitsnedematrix gemaakt is.

### 3.3.3 *Stap 2 - Groei vertalen naar DMRU*

In stap 1 zijn de attracties en producties op NRM-zoneniveau bepaald. Met behulp van de correspondentietabel tussen de NRM-zones en de DMRU-zones geeft dit attracties en producties op DMRU-zoneniveau voor 2020. De DMRU 2020 matrices zijn daarna opgesteld door de statisch gekalibreerde matrices van het DMRU 2009 met een furness-procedure op te hogen naar 2020-niveau. Vervolgens is ook het dynamische kalibratie-effect uit het basisjaar doorgevoerd.

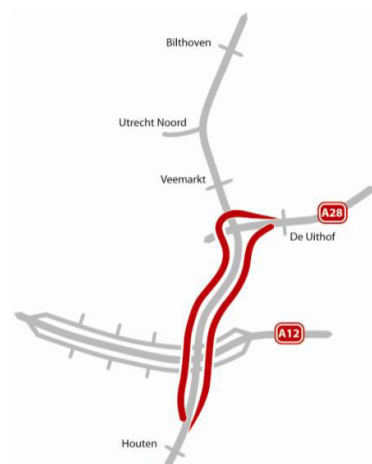
### 3.3.4 *Stap 3 - Correcties doorvoeren in dynamische matrix*

Op vooral 1 plaats leidde het doorvoeren van het dynamische kalibratie-effect in combinatie met een te grofmazig netwerk tot onrealistische resultaten. Het betreft Papendorp; daar is in het basisjaar de matrix flink naar boven bijgesteld om te voldoen aan de telcijfers. Tussen 2009 en 2020 vindt in deze zones forse groei plaats. Door hierover ook het dynamische kalibratie-effect toe te passen is hier een verkeersvraag ontstaan waarvoor het netwerk ontoereikend is. Om te voorkomen dat dit verstorend werkt op onze resultaten, is na het doorvoeren van de dynamische kalibratie-correctie een aanvullende correctie doorgevoerd.

## 4 Netwerkvarianten 2020

Op basis van aangeleverde gegevens zijn de netwerkvarianten gebouwd. Hieronder wordt globaal aangegeven wat de belangrijkste eigenschappen zijn per variant. In het volgende hoofdstuk wordt dit waar nodig voor de analyse verder uitgediept.

- Referentie 2020:
  - De parallelrijbaan van de A12 tussen Knooppunt Oudenrijn en Knooppunt Lunetten is opgenomen met 2 rijstroken, conform de huidige situatie
  - De Noordelijke Randweg Utrecht (NRU) is conform de huidige situatie vormgegeven, dus grotendeels met gelijkvloerse kruisingen.
- Splitsen 7Y 1.0:
  - De parallelrijbaan van de A12 tussen Knooppunt Oudenrijn en Knooppunt Lunetten is opgenomen met 3 rijstroken
  - De Noordelijke Randweg Utrecht is ongelijkvloers vormgegeven (met een aanname voor wat betreft de vormgeving van het Robert Kochplein)
  - In het model is een bypass opgenomen tussen de A28 ten oosten van Knooppunt Rijnsweerd en de A27 ten zuiden van Knooppunt Lunetten, in beide richtingen.
- Splitsen 7Y 1.1:
  - Als Splitsen 7Y 1.0 met drie ontwerptimalisaties. Deze worden besproken in het volgende hoofdstuk.
- Splitsen 6Y 1.1:
  - Als Splitsen 7Y 1.1 met een deel van de hoofdrijbaan van de A27 tussen Knooppunt Rijnsweerd en Knooppunt Lunetten vormgegeven met 4 rijstroken in plaats van 5 rijstroken.
- Selecteren:
  - Richting het noorden vormgegeven conform Splitsen, dus met een bypass van de A27 ten zuiden van Knooppunt Lunetten naar de A28 ten oosten van Knooppunt Rijnsweerd. In zuidelijke richting wordt het verkeer richting Knooppunt Lunetten, reeds op de A27 en A28 in Knooppunt Rijnsweerd gesplitst in twee hoofdrijbanen met verschillende bestemmingen (Den Haag en Breda/Arnhem).

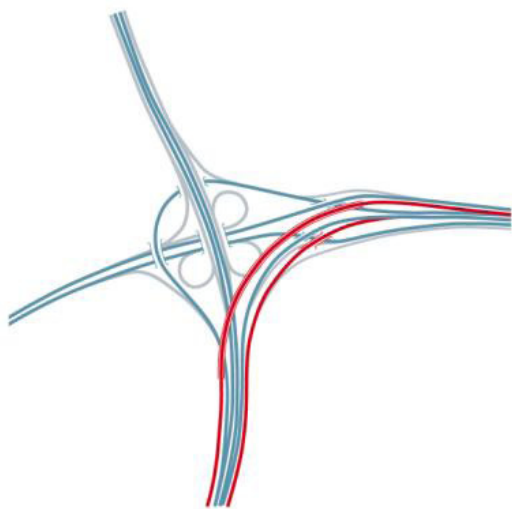


Figuur 4-1 principeschets Splitsen

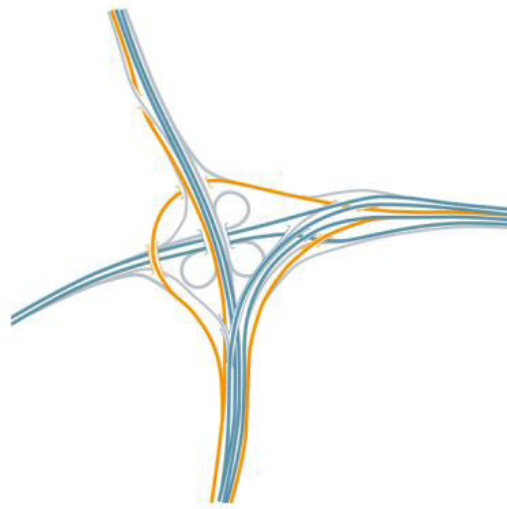


Figuur 4-2 principeschets Selecteren

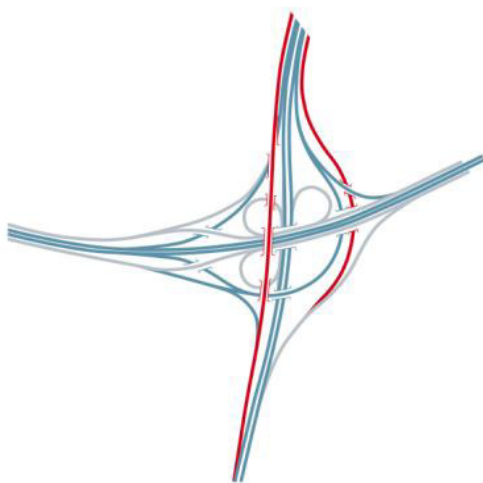
Hieronder zijn schematische schetsen gegeven van Splitsen en Selecteren in de Knooppunten Rijnsweerd en Lunetten.



Figuur 4-3 Splitsen Kp Rijnsweerd



Figuur 4-4 Selecteren Kp Rijnsweerd



Figuur 4-5 Splitsen Kp Lunetten



Figuur 4-6 Selecteren Kp Lunetten



## 5 Resultaten / analyse

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de resultaten die voor de toekomstvarianten geproduceerd zijn. We werken met versienummers 1.0 en 1.1.

De set van varianten is:

- Referentie 2020
- Splitsen 7Y 1.0
- Splitsen 7Y 1.1
- Splitsen 6Y 1.1
- Selecteren 1.0
- Selecteren 1.1

In het werkproces is aanvankelijk in de regel één run per variant uitgevoerd, maar voor de 1.1-versies is meer statistiek verzameld door meerdere (5) runs uit te voeren.

Er zijn min of meer technische optimalisaties aan het modelnetwerk gepleegd. Tijdens het werken aan Selecteren ontstond aanleiding tot het optimaliseren van enkele details in het modelnetwerk die in de andere varianten niet aan het licht waren gekomen. Deze zogezegd technische optimalisaties zijn voor de volledigheid met terugwerkende kracht ook verwerkt in Splitsen 7Y1.1 en Splitsen 6Y1.1.

De modelresultaten bestaan uit:

1. resultaten die op zichzelf geanalyseerd kunnen worden, kaartbeelden met congestie-informatie. Deze komen in de navolgende paragrafen aan de orde.
2. resultaten die vooral betekenis krijgen in de onderlinge vergelijking van varianten. Deze resultaten zijn in latere paragrafen bijeen gezet.

### Ad 1

De resultaten worden gepresenteerd met behulp van filebeeldenkaartjes.. In de filebeeldenkaartjes wordt het tijdsperscentage (van de spits) dat de snelheid op een wegvak lager is dan 50 km/u weergegeven met verschillende kleuren. Close-ups van deze filebeelden zijn in deze rapportage opgenomen.

Veel knelpunten treden in beide spitsen op. De resultaten in onderstaande beschrijving worden per locatie voor beide spitsperioden gegeven. Aan het eind van de analyse per variant volgt steeds onder 'rode draad' een korte vermelding van de belangrijkste knelpunten.

### Ad 2

Dit hoofdstuk eindigt met een vergelijking van de varianten op indicatoren als verkeersprestatie (in aantal voertuigkilometers), vertraging (aantallen voertuigverliesuren), intensiteiten op thermometerpunten en zogenoemde knelpuntkiemen.

## 5.1 DMRU 2020 – Referentie 2020

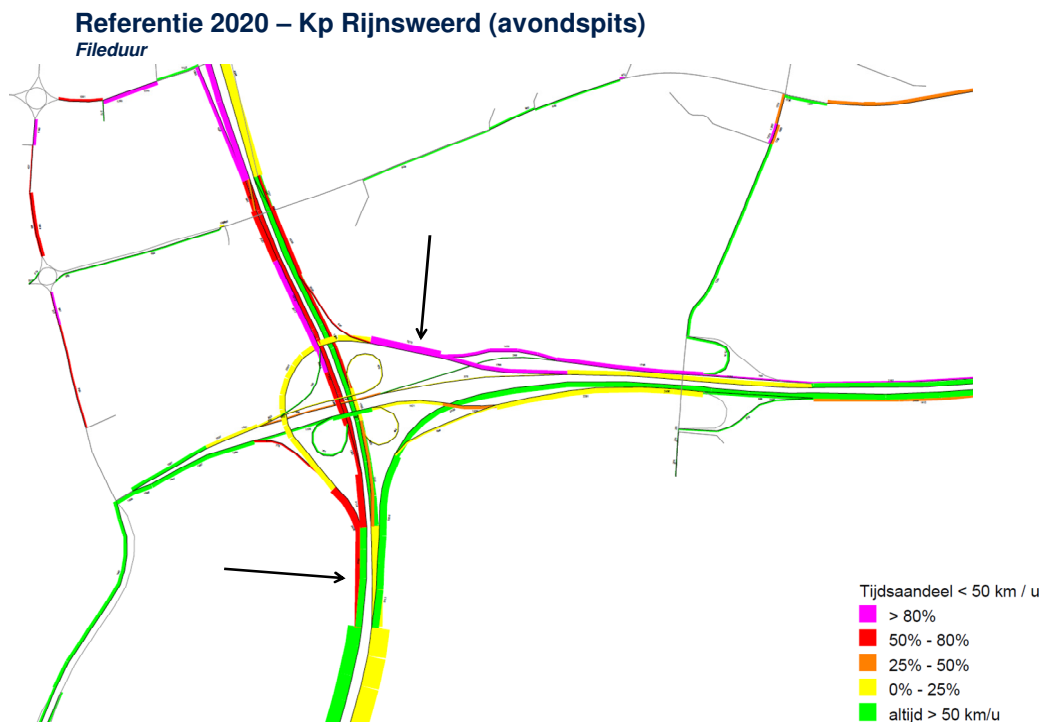
Het model voor de Referentie 2020 heeft als doel om een beeld te geven van de knelpunten die optreden als er geen maatregelen genomen worden. De vormgeving tussen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd is conform de huidige situatie (2012, na realisatie van de spoedwetmaatregelen), met name:

- in zuidelijke richting een 2+2-weefvak, ofwel vier rijstroken,
- in noordelijke rijrichting een 3+3-weefvak, ofwel zes rijstroken,
- verbindingsboog (zogenoemde g-boog) in Knooppunt Lunetten van A12-West naar A27-Noord: drie rijstroken.

Verder zijn de belangrijkste kenmerken van de Referentiesituatie 2020:

- de parallelrijbaan van de A12 tussen Knooppunt Oudenrijn en Knooppunt Lunetten is vormgegeven met 2 rijstroken, conform de huidige situatie,
- de NRU kent een aantal gelijkvloerse kruisingen..

### 5.1.1 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten

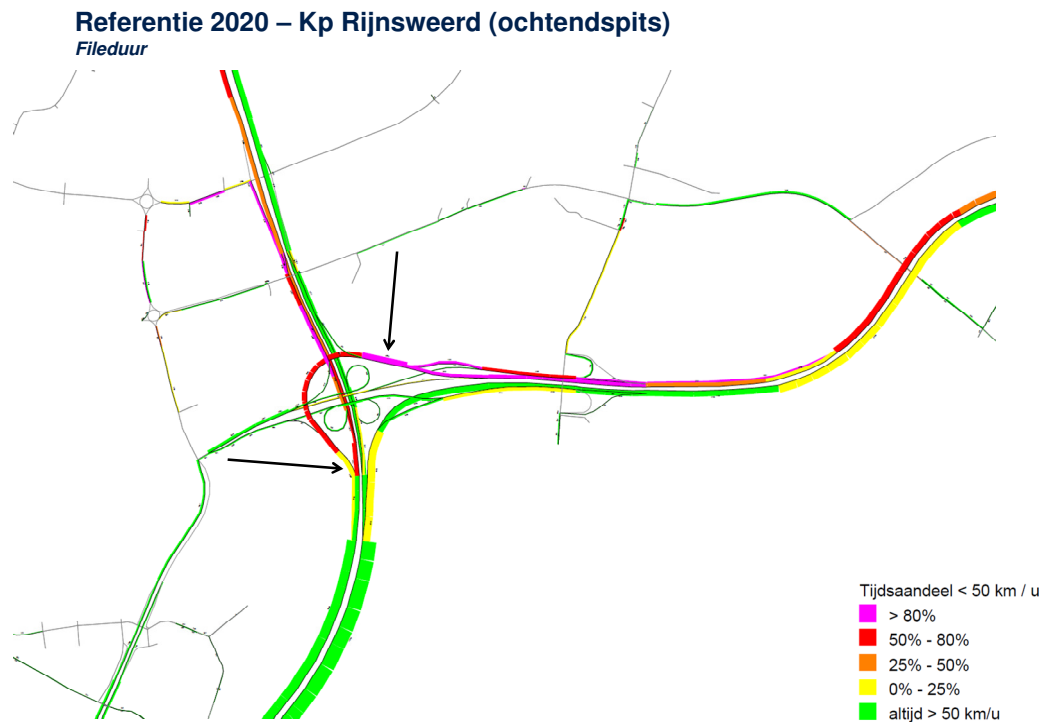


Figuur 5-1 Referentie 2020 – Filebeeld Knooppunt Rijnsweerd avondspits

**NB: Omdat de avondspits maatgevend is, beschrijven we steeds eerst de verkeerssituatie in de avondspits, en daarna de ochtendspits. Dit geldt voor alle varianten.**

In de avondspits (zie Figuur 5-1) treden de grootste knelpunten op bij het Knooppunt Rijnsweerd. Het noord-zuidverkeer op de A27 kan niet afgewikkeld worden over de 2 rijstroken bij de samenvoeging van de parallelrijbaan en de hoofdrijbaan, waardoor er een forse file ontstaat. Ook het verkeer van de A28 Oost naar de A27 Zuid heeft niet voldoende aan 2 rijstroken op de boog in Knooppunt Rijnsweerd. Deze twee hoofdknelpunten ontstaan al vroeg in de simulatie. Dit leidt in het vervolg van de simulatie tot een verandering van routekeuze; bijvoorbeeld is er verkeer op deze relatie dat vanaf de A28 afbuigt naar het noorden, via de afrit A27 Veemarkt en de Biltse Rading en de Sartreweg rijdt, en vervolgens de Waterlinieweg naar het zuiden neemt. Dit omrijgedrag is aanzienlijk en veroorzaakt nieuwe knelpunten en weer verder omrijgedrag

etc., waardoor het verkeersbeeld in de verdere simulatie zodanig verslechtert dat op basis van de modelresultaten geen goede uitspraken meer gedaan kunnen worden over de omvang van de problemen.



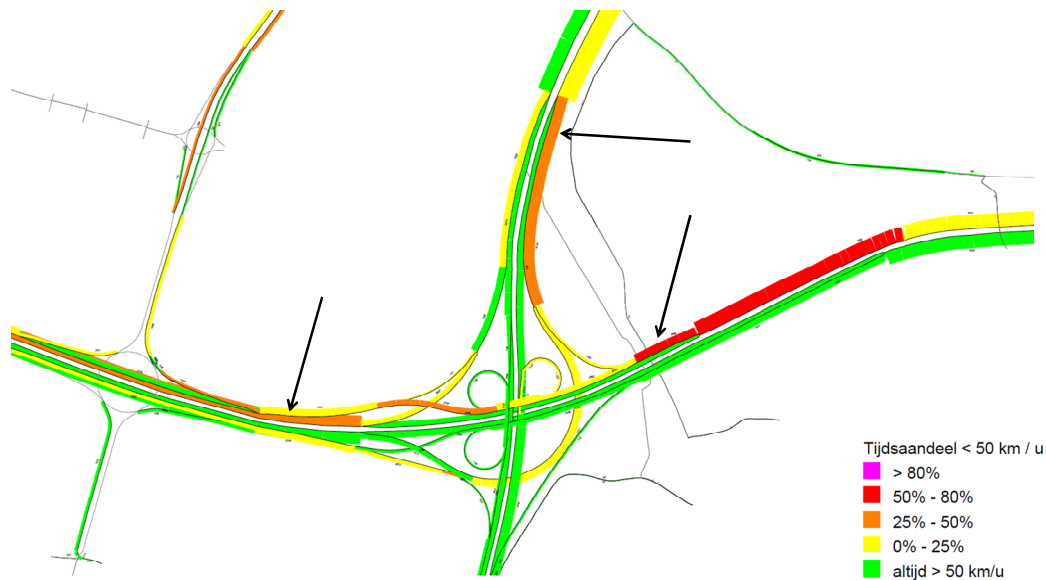
*Figuur 5-2 Referentie 2020 – Filebeeld Knooppunt Rijnsweerd ochtendspits*

In de ochtendspits (zie Figuur 5-2) laat Knooppunt Rijnsweerd grotendeels hetzelfde verkeersbeeld zien als in de avondspits. Ook hier is duidelijk onvoldoende capaciteit om het noord-zuidverkeer op de A27 en het verkeer van de A28 Oost richting de A27 Zuid te kunnen afwickelen. Reeds aan het begin van de simulatie ontstaan forse files.

## 5.1.2 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten

## Referentie 2020 – Kp Lunetten (avondspits)

Fileduur



Figuur 5-3 Referentie 2020 – Filebeeld Knooppunt Lunette avondspits

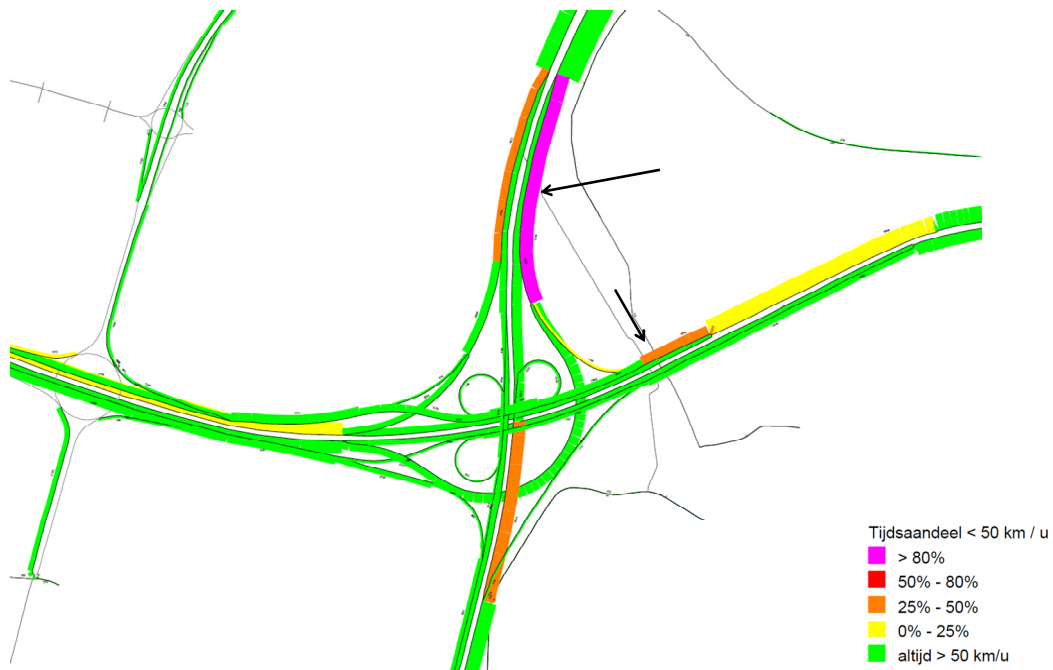
In Knooppunt Lunetten treden in de Referentie 2020 alleen lokale knelpunten op, zonder ernstige terugslag (zie Figuur 5-3). Dit is verklaarbaar omdat vanuit het noorden de toestroom van verkeer beperkt wordt doordat Knooppunt Rijsweerd een zware bottleneck vormt.

In de andere richting is te zien dat de samenvoeging van de verkeersstromen van de A12 West en de A12 Oost richting de A27 Noord een lokaal knelpunt oplevert. Ook ontstaat er een lokaal knelpunt op de hoofdrijbaan van de A12 richting het westen, door samenvoeging van de verkeersstromen van de A12 Oost en de A27. De capaciteit van de hoofdrijbaan van de A12 schiet tekort.

Aan het begin van de parallelrijbaan van de A12 richting west, even ten oosten van Knooppunt Lunetten, treedt ook een knelpunt op: hier is onvoldoende capaciteit om het verkeer af te wikkelen. Ten opzichte van de huidige situatie rijdt daar ook het verkeer dat van de nieuwe aansluiting Houten A12 (Rijsbruggerweg) komt. In de huidige situatie komt het verkeer op die relatie vanuit het zuiden op Knooppunt Lunetten af.

### Referentie 2020 – Kp Lunetten (ochtendspits)

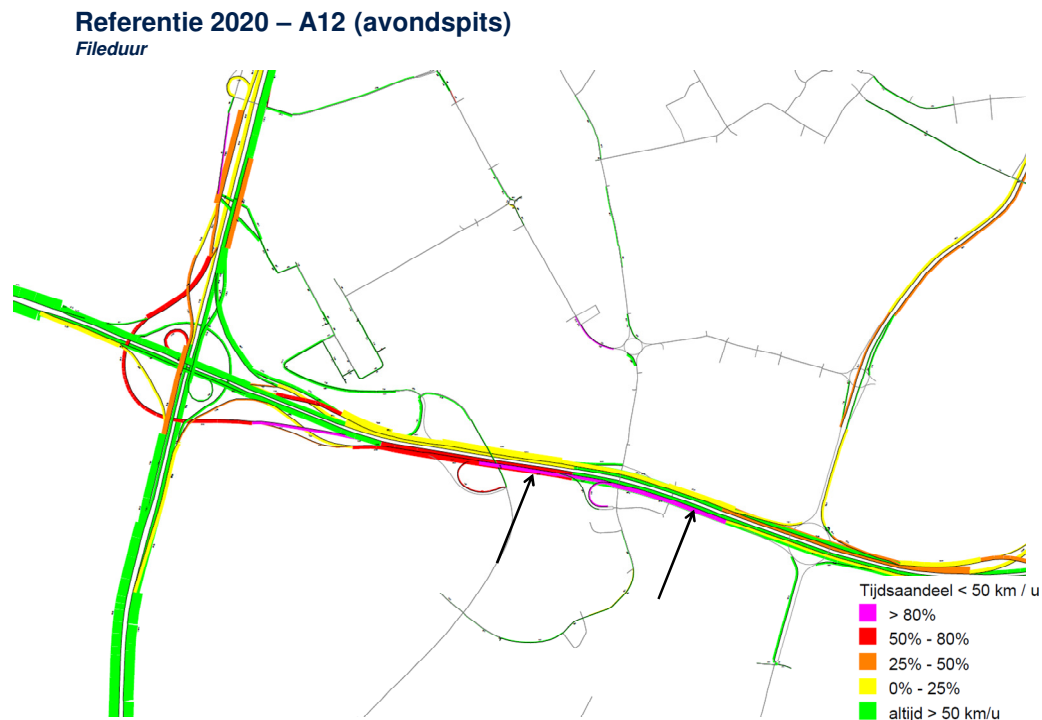
Fileduur



Figuur 5-4 Referentie 2020 – Filebeeld Knooppunt Lunetten ochtendspits

Ook in de ochtendspits levert de samenvoeging van de verkeersstromen van de A12 West en de A12 Oost richting de A27 Noord een lokaal knelpunt op (zie Figuur 5-4). Tevens is het knelpunt aan de oostzijde van Knooppunt Lunetten aanwezig, zij het minder ernstig dan in de avondspits.

### 5.1.3 A12: belangrijke knelpunten



Figuur 5-5 Referentie 2020 – A12 avondspits

Er ontstaan knelpunten op de A12 parallelrijbaan van knooppunt Oudenrijn richting Knooppunt Lunetten (zie Figuur 5-5). De 2 rijstroken op de parallelrijbaan bieden hier onvoldoende capaciteit.

Ook op andere punten in het netwerk treden problemen op in de Referentie 2020. Bij de aansluiting van de Ring Noord op de A2 (aansluiting Maarssen) kan het verkeer vanaf de Ring Noord naar de A2 niet afgewikkeld worden en treedt een forse file op. Al in de huidige situatie is dit een aandachtspunt.

#### 5.1.4 Rode draad Referentie 2020

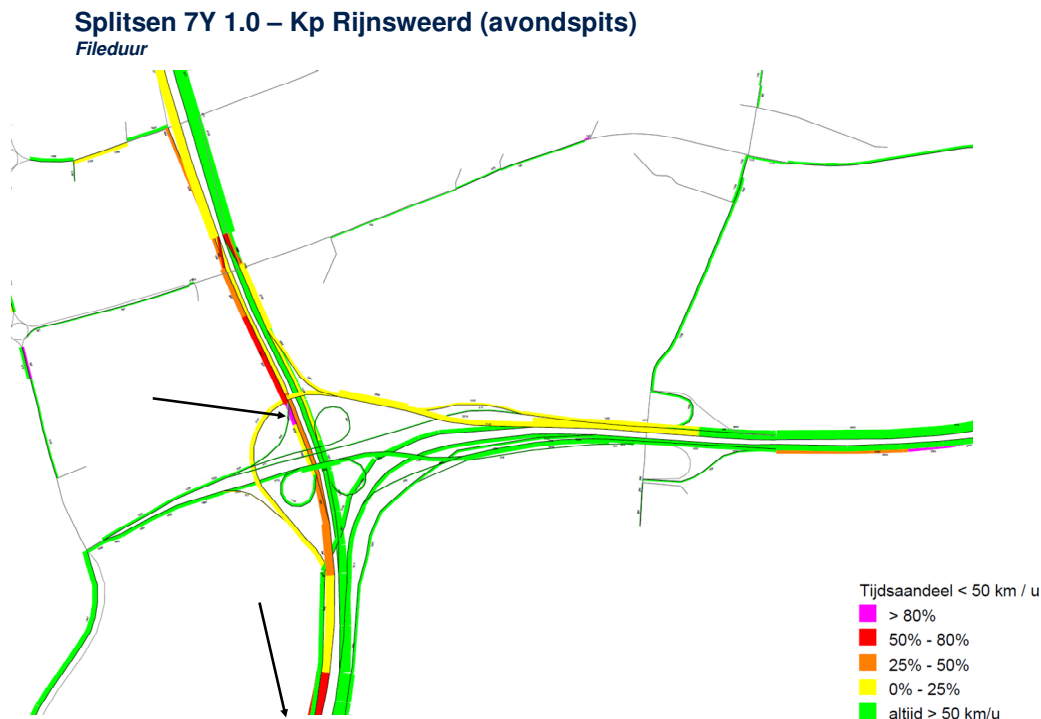
De Referentie 2020 laat zien dat zonder aanpassingen er met name te weinig capaciteit is in Knooppunt Rijnsweerd. De verkeersstromen van de A27 en de A28 richting het zuiden kunnen niet afgewikkeld worden en de congestie slaat terug tot ver buiten het studiegebied. Verder zorgt de beperkte capaciteit van de A12 van Knooppunt Lunetten naar Knooppunt Oudenrijn voor een zwaar knelpunt.

Bovengenoemde bottlenecks zorgen ervoor dat Knooppunt Lunetten in de 'luwte' blijft en daardoor relatief goed doorstroomt. Het oplossen van de genoemde bottlenecks in/bij Knooppunt Rijnsweerd zal tot een zwaardere druk op Knooppunt Lunetten leiden, wat zeker een ander verkeersbeeld te zien zal geven.

Later in de simulatie leidt de ernst van de knelpunten tot omrijgedrag wat op zijn beurt weer nieuwe knelpunten veroorzaakt. Hierdoor verergert het verkeersbeeld uiteindelijk zodanig dat er op basis van het model geen zinvolle uitspraken meer te doen zijn over het verdere verloop van de spitsen.

## 5.2 DMRU 2020 – Splitsen 7Y 1.0

### 5.2.1 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten



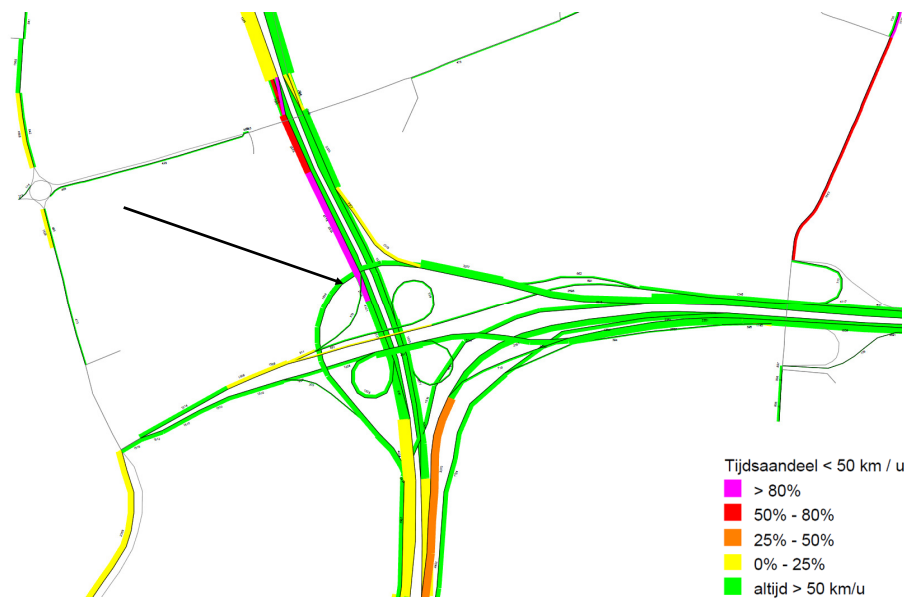
Figuur 5-6 Splitsen 7Y 1.0 – Knooppunt Rijnsweerd avondspits

Ten opzichte van de Referentie 2020 stroomt Splitsen 7Y in de avondspits een stuk beter door in Knooppunt Rijnsweerd (zie Figuur 5-6). Het verkeer van de A28 richting de A27 Zuid wordt deels via de bypass afgewikkeld waardoor de boog richting de A27 hoofdrijbaan ontlast wordt. De samenvoeging van de hoofdrijbaan en de parallelrijbaan van de A27 juist ten zuiden van Knooppunt Rijnsweerd is 3 rijstroken geworden, ten opzichte van 2 rijstroken in de Referentie 2020, waardoor het noord-zuidverkeer op de A27 beter wordt afgewikkeld. Op de noord-zuid-parallelrijbaan van de A27 (van de toerit Veemarkt naar Knooppunt Rijnsweerd) treedt wel een lokaal knelpunt op omdat het verkeer deels over 1 rijstrook moet worden afgewikkeld (dit knelpunt zal in de ontwerpoptimalisatie worden aangepakt).

Op de parallelrijbaan van de A28 richting Amersfoort juist stroomafwaarts van de toerit De Uithof ontstaat een knelpunt doordat de capaciteit van de invoeging op de hoofdrijbaan van de A28 onvoldoende is. (Dit wordt opgelost in S7Y 1.1, maar daar ontstaat wel weer een knelpunt verderop op de A28.)

### Splitsen 7Y 1.0 – Kp Rijnsweerd (ochtendspits)

Fileduur



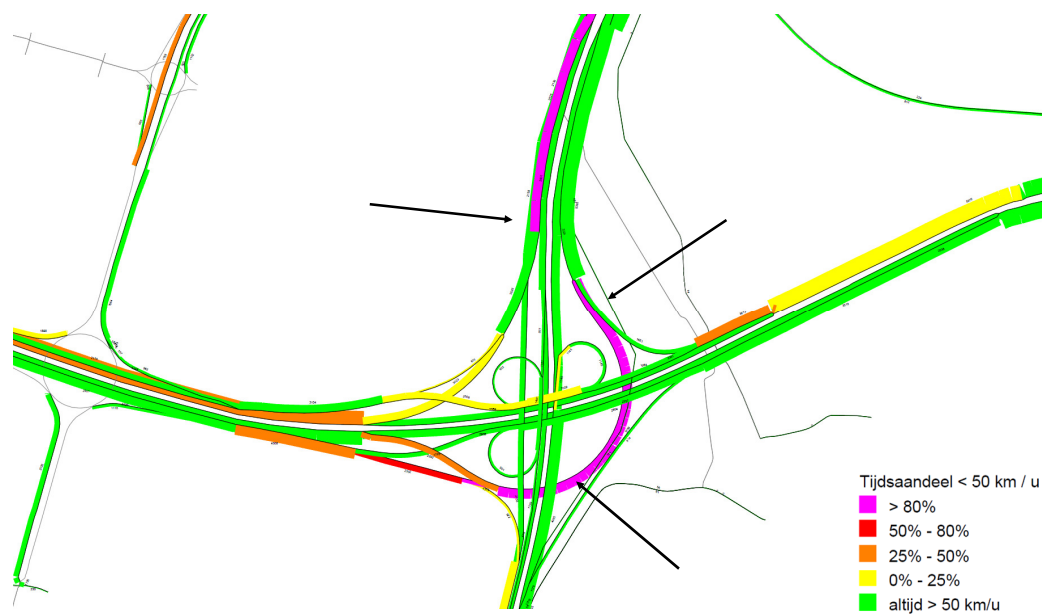
Figuur 5-7 Splitsen 7Y 1.0 – Knooppunt Rijnsweerd ochtendspits

Ook in de ochtendspits treedt een lokaal knelpunt op bij de noord-zuid-parallelrijbaan van de A27, zie Figuur 5-7.

#### 5.2.2 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten

### Splitsen 7Y 1.0 – Kp Lunetten (avondspits)

Fileduur



Figuur 5-8 Splitsen 7Y 1.0 – Knooppunt Lunetten avondspits



Ten opzichte van de Referentie 2020 kent Splitsen bij Knooppunt Lunetten meer file, zoals te zien is in Figuur 5-8. Doordat de bottlenecks bij Knooppunt Rijnsweerd en de parallelrijbaan van de A12 tussen Knooppunt Oudenrijn en Knooppunt Lunetten een stuk minder zwaar zijn, komt er aanzienlijk meer verkeer aan bij Knooppunt Lunetten.

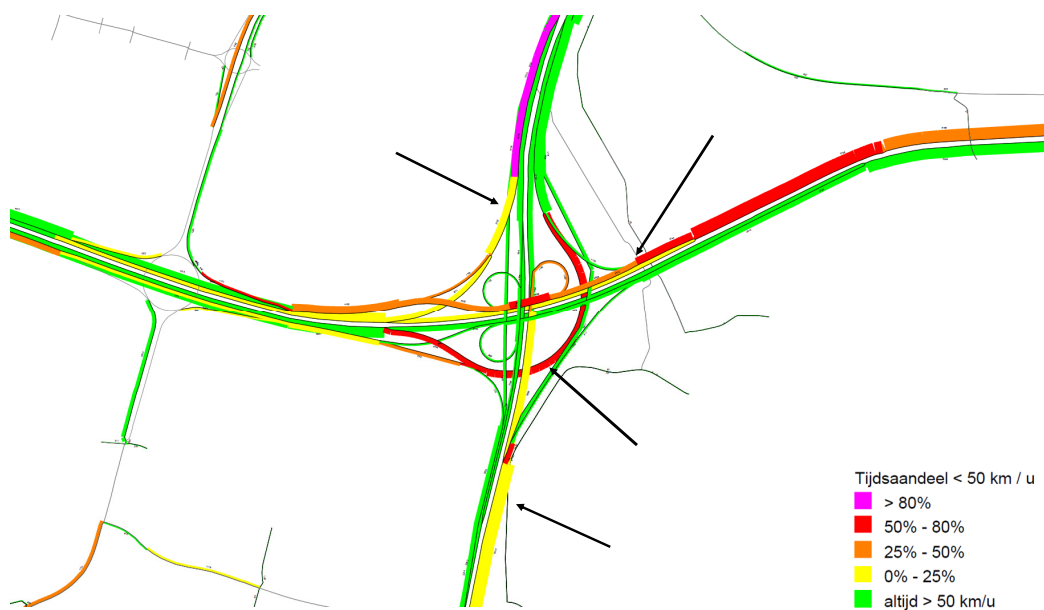
Het zwaarste probleem treedt op in de boog van de A27 komend vanaf knooppunt Rijnsweerd naar de A12 richting Den Haag. De 2 rijstroken bieden onvoldoende capaciteit om het verkeer hier af te wikkelen, waardoor forse terugslag tot in Knooppunt Rijnsweerd ontstaat. Door de zwaarte van dit knelpunt gaat verkeer omrijden via onder andere de afrit Veemarkt en de Waterlinieweg, waardoor secundaire knelpunten ontstaan.

Ook de boog van de A12 west richting de A27 noord heeft onvoldoende capaciteit. In het ontwerp van Splitsen 7Y 1.0 heeft deze boog slechts 2 rijstroken waardoor een knelpunt ontstaat.

Net als in de Referentie 2020 ontstaat een lokaal knelpunt bij het begin van de parallelrijbaan van de A12 richting het westen, net ten oosten van Knooppunt Lunetten.

### Splitsen 7Y 1.0 – Kp Lunetten (ochtendspits)

Fileduur



Figuur 5-9 Splitsen 7Y 1.0 – Knooppunt Lunetten ochtendspits

De ochtendspits laat grotendeels hetzelfde verkeersbeeld zien als de avondspits, zie Figuur 5-9. Ook hier ontstaat het zwaarste knelpunt doordat verkeer van de A27 noord richting de A12 west niet kan worden afgewikkeld over twee stroken.

#### 5.2.3 Overige belangrijke knelpunten

Net als in de Referentie 2020 kan het verkeer vanaf de NRU naar de A2 niet afgewikkeld worden bij de aansluiting op de A2 (aansluiting A2 Maarssen/N230). In Splitsen 7Y 1.0 treedt dit probleem echter alleen op in de avondspits.

### 5.2.4 Rode draad

In Splitsen 7Y 1.0 zijn de zwaarste knelpunten bij Knooppunt Rijnsweerd opgelost, en zorgt de uitbereiding van de parallelrijbaan van de A12 naar 3 rijstroken voor een betere doorstroming. Hierdoor komt echter een zwaar knelpunt bij Knooppunt Lunetten in beeld: het verkeer van de A27 noord richting de A12 west kan niet worden afgewikkeld over 2 rijstroken.

Een ander aandachtspunt is het verkeer van de A12 west richting de A27 noord in Knooppunt Lunetten; dit kan niet worden afgewikkeld op de 2 rijstroken die in het ontwerp zijn opgenomen.

Tenslotte treedt in Knooppunt Rijnsweerd op de noord-zuid-parallelrijbaan van de A27 nog een lokaal knelpunt op, omdat het verkeer deels over 1 rijstrook moet worden afgewikkeld.

## 5.3 DMRU 2020 – Splitsen 7Y 1.1

### 5.3.1 (Ontwerp)optimalisaties Splitsen 7Y 1.1 t.o.v. Splitsen7Y1.0

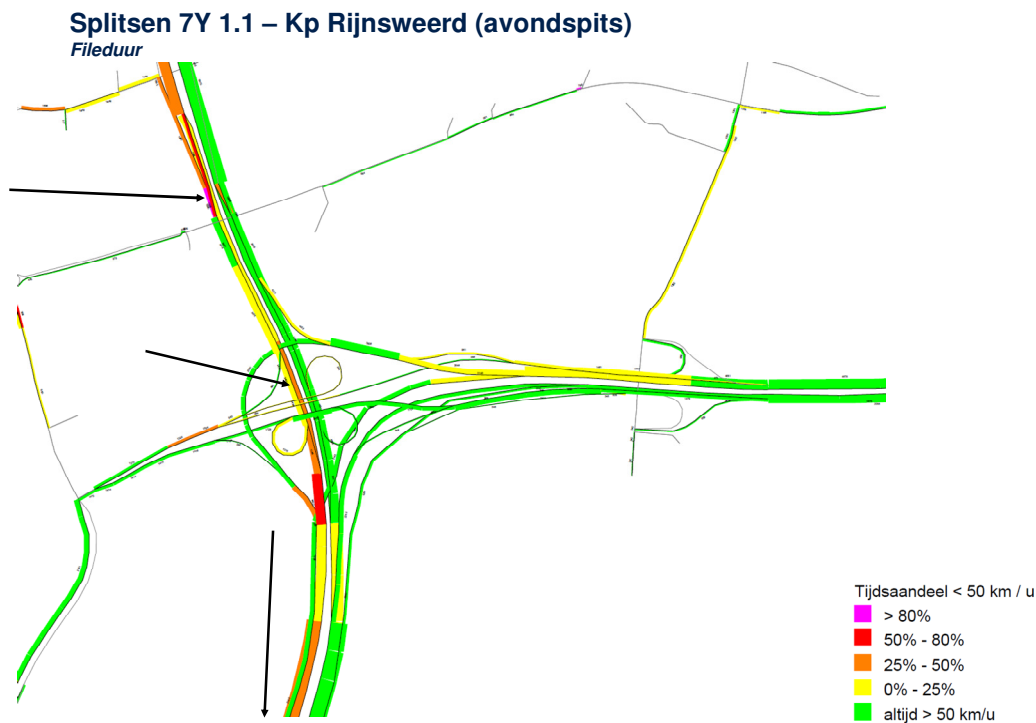
Naar aanleiding van de resultaten van Splitsen 7Y 1.0 zijn een aantal optimalisaties bedacht:

- Verbreding enkelstrooks wegvakken parallelrijbaan A27 richting zuid Knooppunt Rijnsweerd;
- De g-boog van Knooppunt Lunetten krijgt 3 rijstroken om het verkeer van de A12 west richting de A27 noord beter af te wikkelen. De zuid-noord-hoofdrijbaan van de A27 gaat van 3 naar 2 stroken na de afrit richting de A12 west.
- Het weefvak van de parallelrijbaan van de A12 richting west, waar de verkeersstromen van de A27 noord en de parallelrijbaan van de A12 samenkomen, wordt verbreed van 3+1 naar 3+2, gecombineerd met een verbreding (van 1 naar 2 rijstroken) van de boog van de A27 noord naar de parallelrijbaan A12.

Verder zijn op basis van voortschrijdend inzicht en extra input een aantal wijzigingen in methodiek en modelnetwerk doorgevoerd:

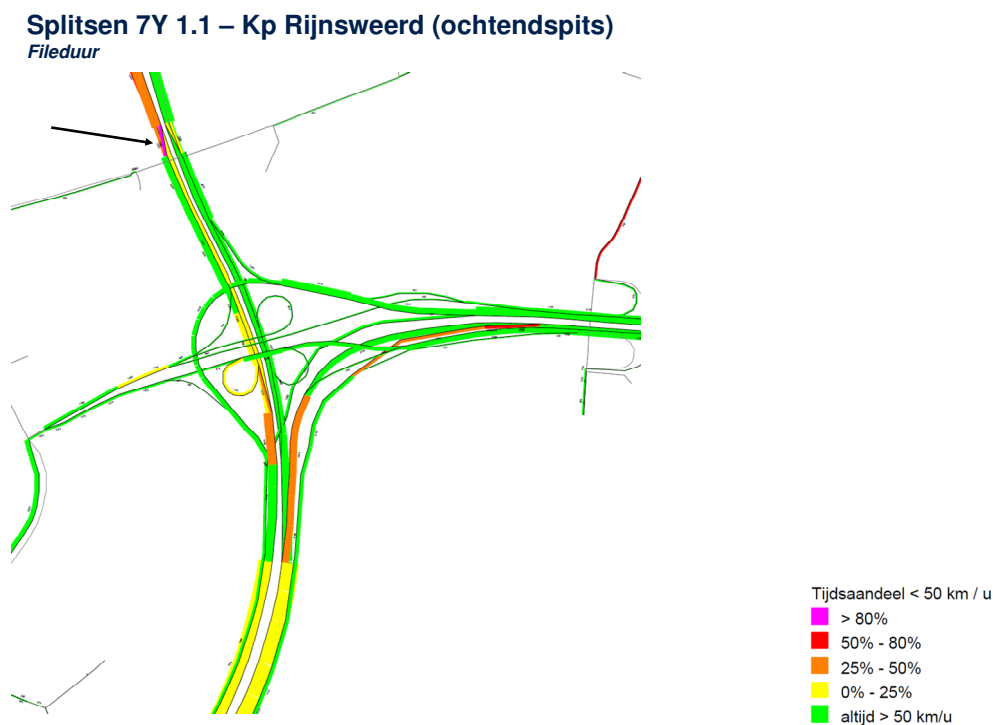
- Resultaten op basis van 5 runs ;
- Extra aanpassingen bij Knooppunt Lunetten;
- Aanpassing invoeging A28 Uithof;
- Modelaanpassingen (u-bocht aansluiting Rijsbruggerweg, aansluiting Vianen).

### 5.3.2 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten



Figuur 5-10 Splitsen 7Y 1.1 – Knooppunt Rijnsweerd avondspits

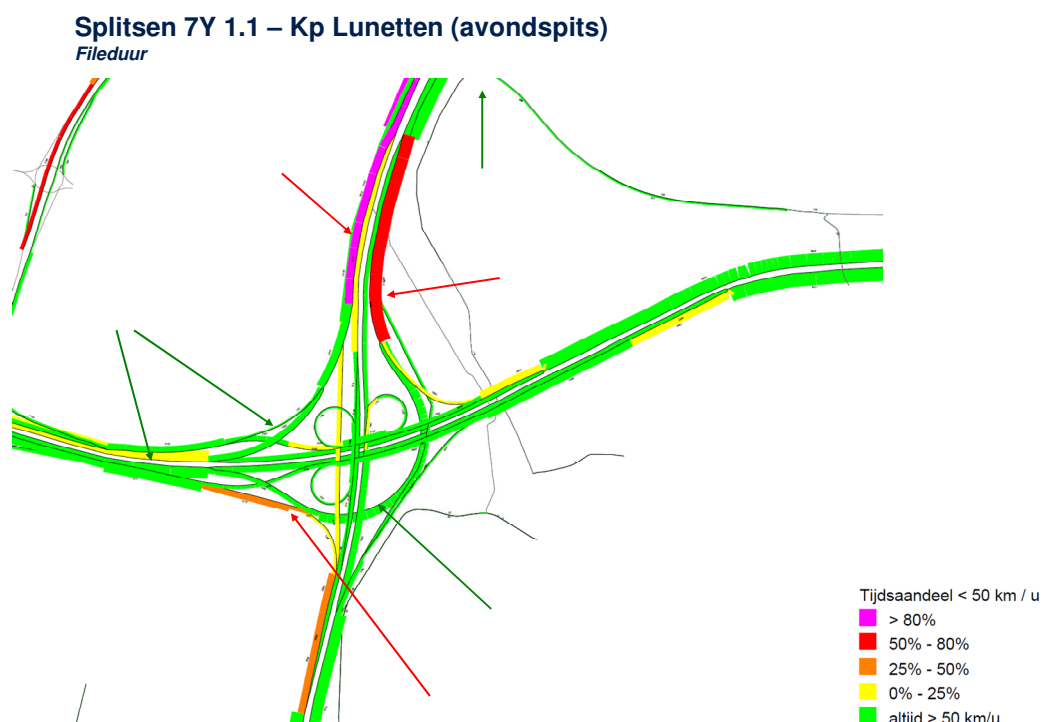
Door de verbreding van de enkelstrooks wegvakken op de parallelrijbaan van de A27 worden de lokale knelpunten opgelost. Hierdoor ontstaat, zie Figuur 5-10, wel weer (iets stroomafwaarts) een nieuw lokaal knelpunt bij de samenvoeging van de A27 parallelrijbaan en de A27 hoofdrijbaan, hier bieden de 3 rijstroken net niet voldoende capaciteit. Doordat de file van de A27 bij Knooppunt Lunetten terugslaat tot Knooppunt Rijnsweerd heeft de maatregel weinig effect op de totale doorstroming.



Figuur 5-11 Splitsen 7Y 1.1 – Knooppunt Rijnsweerd ochtendspits

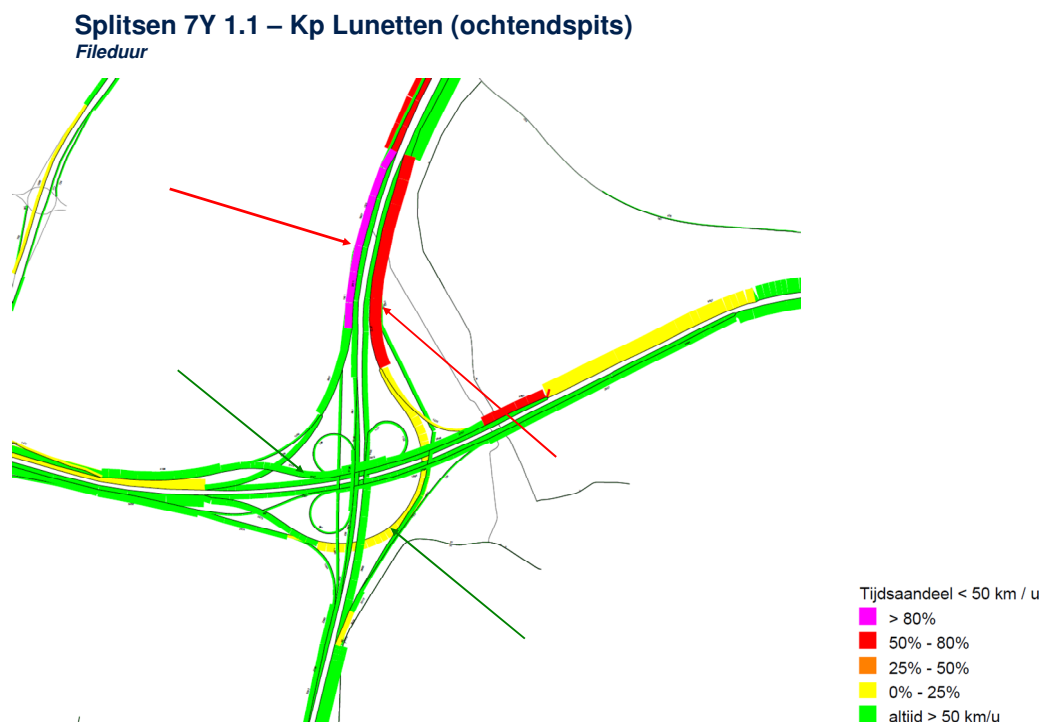
De ochtendspits laat (zie Figuur 5-11) hetzelfde beeld zien als de avondspits.

## 5.3.3 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten



Figuur 5-12 Splitsen 7Y 1.1 – Knooppunt Lunetten avondspits

In Figuur 5-12 is te zien dat het uitbreiden van de capaciteit van het weefvak op de parallelrijbaan van de A12 wat meer bufferruimte oplevert, maar geen invloed heeft op het zware knelpunt van de A27 noord richting de A12 west. Het uitbreiden van de capaciteit op de g-boog naar 3 rijstroken lost het knelpunt op de g-boog op. Bij de samenvoeging van het verkeer van de A12 west en het verkeer van de A12 oost ontstaat nu echter een nieuw knelpunt, wat ook in de Referentie 2020 te zien was. De extra capaciteit op de g-boog heeft wel een verkeersaantrekkende werking, en genereert 600 motorvoertuigen/u extra in de drukste spitsuren.



Figuur 5-13 Splitsen 7Y 1.1 – Knooppunt Lunetten ochtendspits

Het effect van de optimalisatieslag op de ochtendspits komt, zoals te zien in Figuur 5-13, grotendeels overeen met het effect in de avondspits. De doorstroming van oost-west-verkeer op de parallelrijbaan van de A12 wordt wel positief beïnvloed door de uitbereiding van de capaciteit van het weefvak op de parallelrijbaan van de A12.

#### 5.3.4 Rode draad

De optimalisaties geven lokaal meer ruimte. Dit geldt vooral voor het uitbreiden van de capaciteit van de g-boog bij Knooppunt Lunetten naar 3 rijstroken. De hoofdknelpunten in Splitsen 7Y blijven echter bestaan.

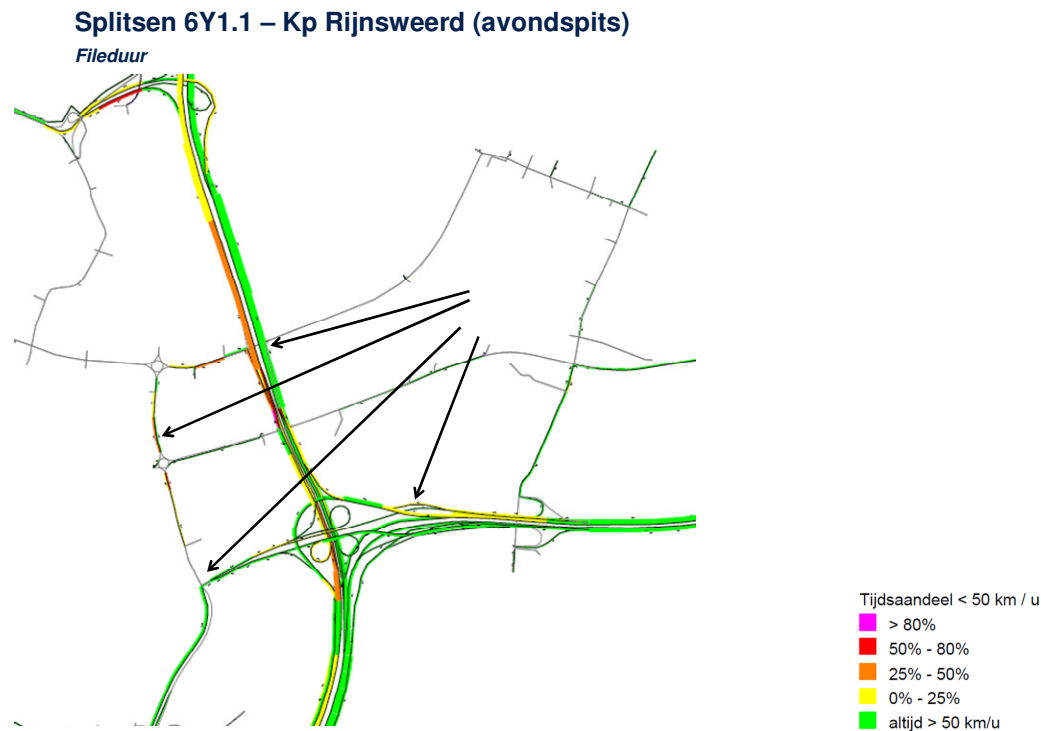
## 5.4 DMRU 2020 – Splitsen 6Y 1.1

### 5.4.1 Ontwerp Splitsen 6Y 1.1

Splitsen 6Y 1.1 is gebaseerd op Splitsen 7Y 1.1. De optimalisaties die voor Splitsen 7Y zijn doorgevoerd, zijn dus automatisch meegenomen in Splitsen 6Y 1.1.

In Splitsen 6Y 1.1 gaat de hoofdrijbaan van de A27 tussen Knooppunt Rijnsweerd en Knooppunt Lunetten voor een deel terug naar 4 rijstroken (was 5 rijstroken).

### 5.4.2 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten



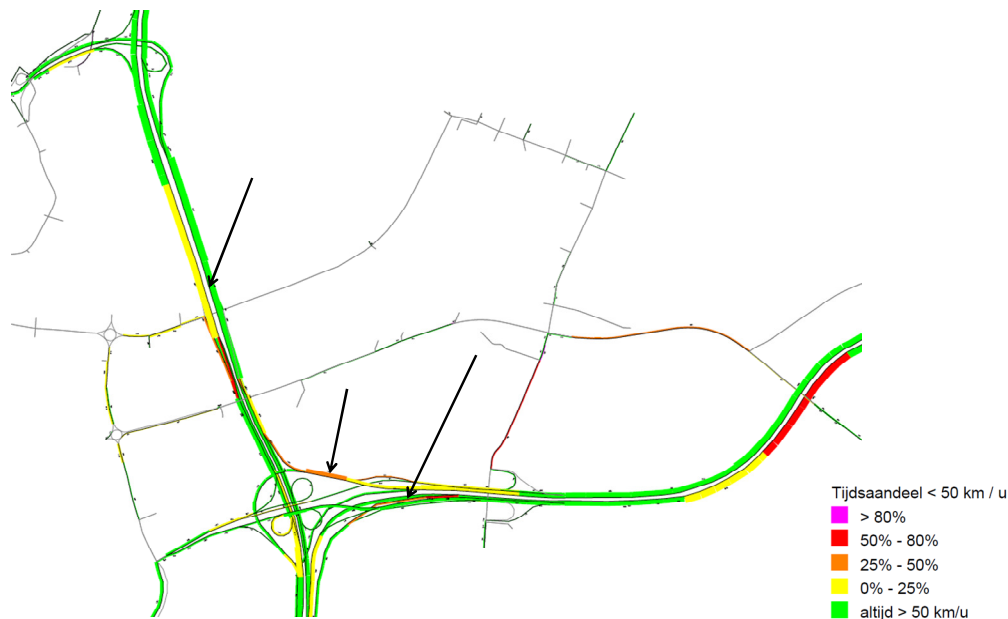
Figuur 5-14 Splitsen 6Y 1.1 – Knooppunt Rijnsweerd avondspits

Het verkeersbeeld van Knooppunt Rijnsweerd verandert niet noemenswaardig ten opzichte van Splitsen 7Y, zo laat Figuur 5-14 zien. De pijlen in de figuur geven de plaatsen aan waar (ook hier) het omrijgedrag tot vertragingen elders leidt.<sup>6</sup> Het gaat om het verkeer vanuit het Noorden richting Knooppunt Lunetten, dat via de Waterlinieweg omrijdt om het knelpunt richting Knooppunt Lunetten te ontwijken.

<sup>6</sup> Deze informatie halen we uit de onderliggende data. Aan de kleuren in het plaatje is dit niet volledig te zien omdat het hier het filebeeldplaatje betreft: naast alle HWN-wegvakken zijn slechts enkele OWN-wegvakken geselecteerd.

### Splitsen 6Y1.1 – Kp Rijnsweerd (ochtendspits)

Fileduur



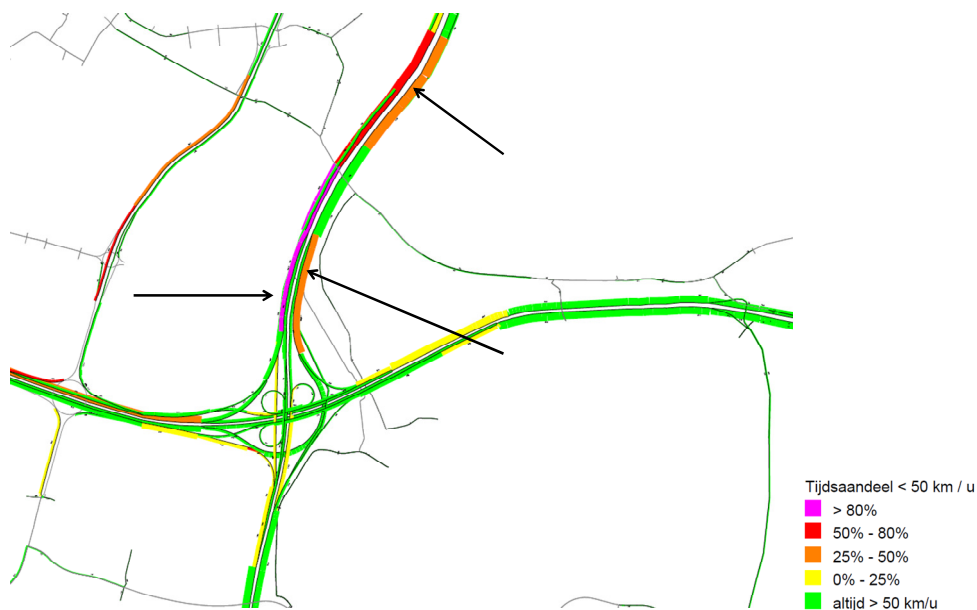
Figuur 5-15 Splitsen 6Y 1.1 – Knooppunt Rijnsweerd ochtendspits

Ook in de ochtendspits (zie Figuur 5-15) verandert er niet veel in het verkeersbeeld van Knooppunt Rijnsweerd. Doordat verkeer op de A27 richting noord vanuit Knooppunt Lunetten gedoesterd doorgelaten wordt, zijn er in Knooppunt Rijnsweerd minder problemen bij de uitvoering richting de A28.

#### 5.4.3 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten

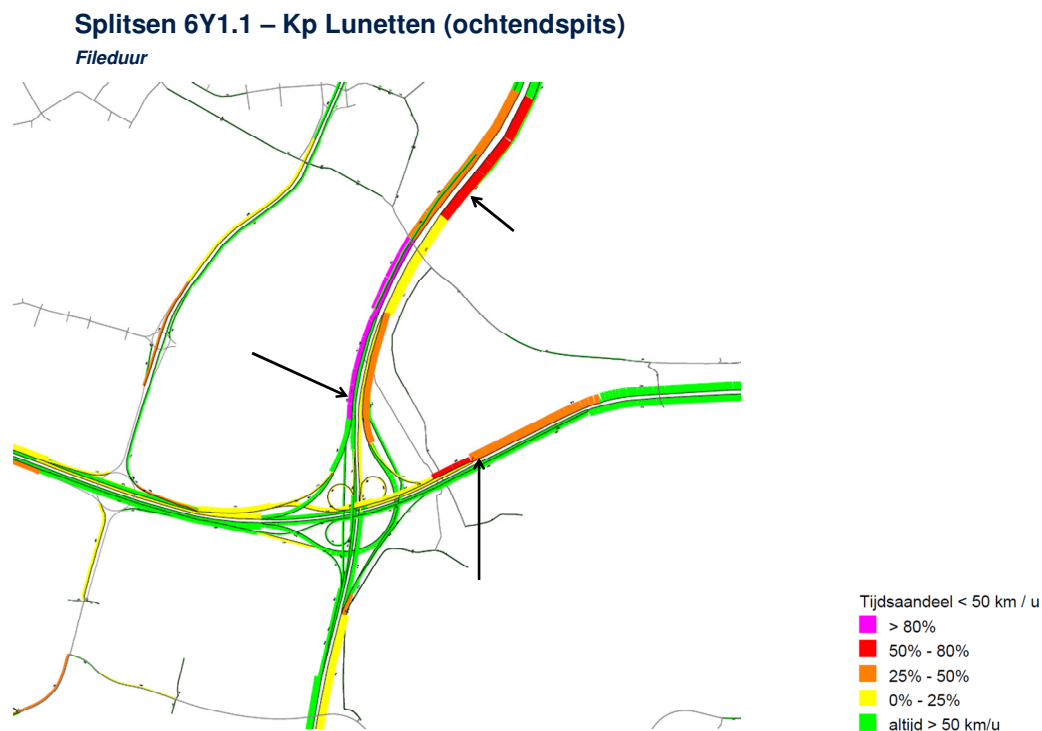
### Splitsen 6Y1.1 – Kp Lunetten (avondspits)

Fileduur



Figuur 5-16 Splitsen 6Y 1.1 – Knooppunt Lunetten avondspits

Ook in Splitsen 6Y is de samenvoeging richting het noorden juist boven Knooppunt Lunetten problematisch, zoals te zien is in Figuur 5-16. Maar iets verder stroomafwaarts ontstaat een nieuw knelpunt doordat de 4 rijstroken onvoldoende capaciteit bieden om het verkeer af te wikkelen. (Ter informatie: in Splitsen 7Y1.1 rijden hier 7.900 mvt/u.) Voor het knelpunt van de A27 vanuit Hilversum naar de A12 richting Den Haag verandert niet veel ten opzichte van Splitsen 7Y1.1; de file slaat iets sneller terug doordat er minder bufferruimte is.



Figuur 5-17 Splitsen 6Y 1.1 – Knooppunt Lunetten ochtendspits

Ook in de ochtendspits zijn er voor Splitsen 6Y 1.1 overeenkomsten met het beeld van Splitsen 7Y 1.1, zoals in Figuur 5-17 is te zien. Belangrijk extra knelpunt is dat, evenals in de avondspits, de hoofdrijbaan van de A27 richting het noorden onvoldoende capaciteit biedt. Het probleem is iets sterker dan in de avondspits.

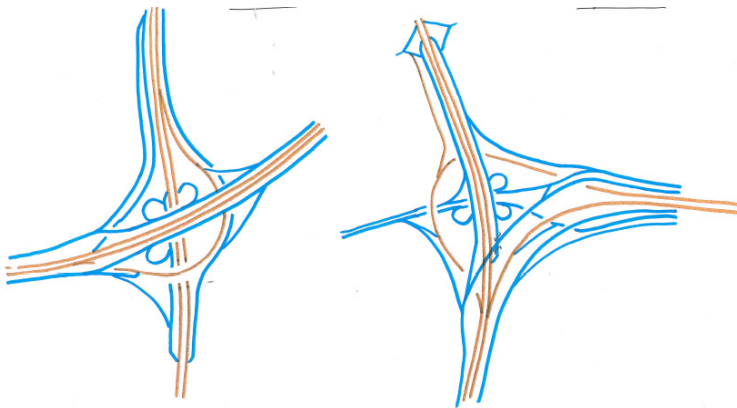
#### 5.4.4 Rode draad

Ten opzichte van Splitsen 7Y 1.1 beperken de verschillen zich tot de versmalling. De hoofdrijbaan van de A27 richting het noorden stroomt minder goed door. Een licht bijkomend effect is dat hierdoor de verkeersafwikkeling bij Knooppunt Rijnsweerd juist iets beter verloopt. Richting het zuiden overheerst het knelpunt voor verkeer van de A27 naar de A12 West. Hierdoor is moeilijk in te schatten wat het effect is van het teruggaan van 5 naar 4 rijstroken.



## 5.5 Selecteren 1.0 en 1.1

In de aanloop naar de variant Selecteren 1.1 zoals in het vorige hoofdstuk geïntroduceerd, is eerst een variant Selecteren 1.0 bekeken. Zie Figuur 5-18.

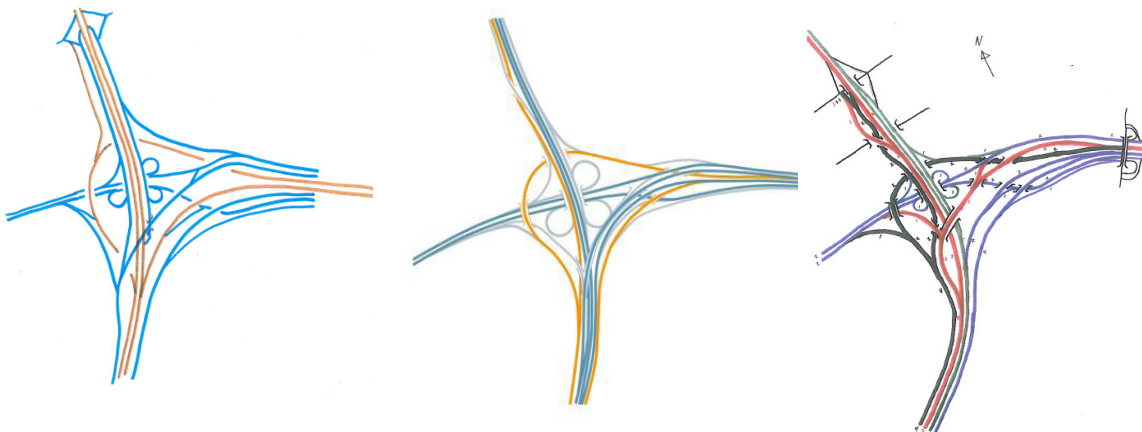


Figuur 5-18 Variant Selecteren 1.0 (Schematisch) links Knooppunt Lunetten, rechts Knooppunt Rijnsweerd.

Deze Selecteren 1.0 is ingebouwd in het model en doorgerekend.

### 5.5.1 Ontwerptimalisatie Selecteren 1.1 t.o.v. 1.0

Parallel aan de berekening met het DMRU is door RWS het verkeerstechnisch ontwerp opgepakt. Daaruit bleken enkele onoplosbare ontwerpknelpunten: de beschikbare lengte is te klein om de benodigde hoogteverschillen te realiseren (zonder onacceptabel van ontwerprijlijnen af te wijken). De oplossing daarvoor is gevonden door omwisseling van de aantakking vanuit het noorden en het oosten op de A27-rijbanen richting het zuiden. Zo is in Selecteren 1.1 de buitenste boog vanuit de A28 aangesloten op de meest westelijke A27-rijbaan richting het zuiden. De toegang vanaf de aansluiting Veemarkt op de banen naar het zuiden is in dit ontwerp opgelost door een breiwerkconstructie toe te passen tussen de aansluiting Veemarkt en Knooppunt Rijnsweerd, een zogenoemde 'cross-over'. Voor de duidelijkheid zijn in onderstaande figuur de schematische weergaven nog eens naast elkaar gezet.



Figuur 5-19 Verschil tussen Selecteren 1.0 (linker afbeelding) en Selecteren 1.1 (middelste en rechter afbeelding).

We beschrijven in dit hoofdstuk alleen de resultaten van de variant Selecteren met ontwerpoptimalisatie, Selecteren 1.1 genoemd.

### 5.5.2 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten

#### Selecteren 1.1 – Kp Rijnsweerd (avondspits)

Fileduur



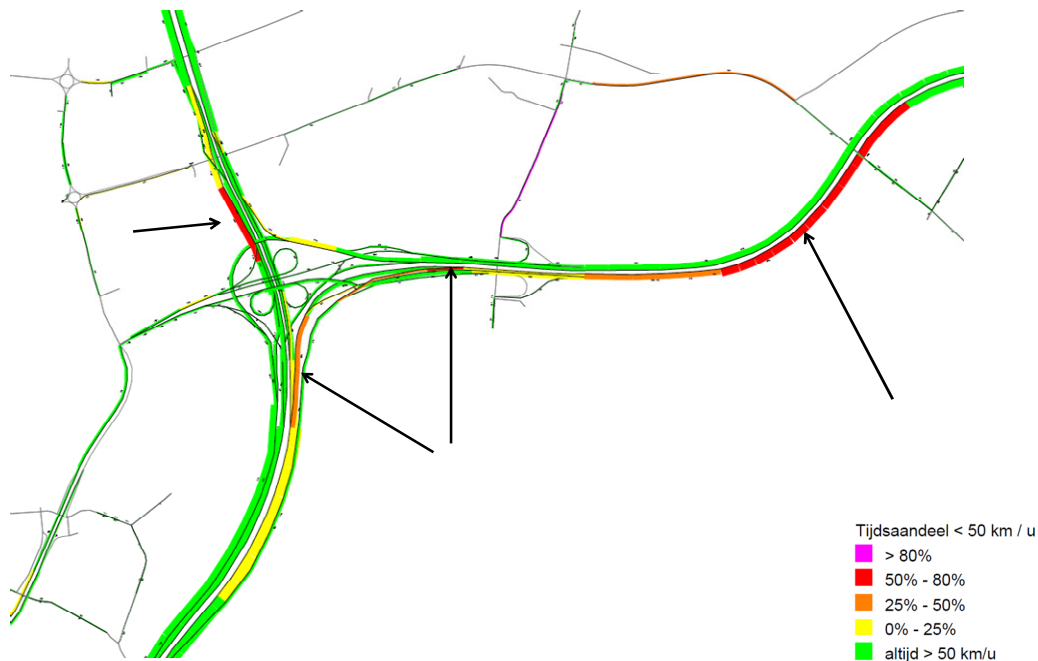
Figuur 5-20 Selecteren 1.1 – Knooppunt Rijnsweerd avondspits

In Knooppunt Rijnsweerd treedt in de variant Selecteren 1.1. in de avondspits nog één knelpunt op, zoals Figuur 5-20 laat zien. Komend vanuit het noorden heeft de meest westelijke rijbaan van de A27<sup>7</sup> onvoldoende capaciteit met 2 rijstroken tussen de uitvoeging richting Utrecht / Waterlinieweg en de lus naar de A28 richting Amersfoort.

<sup>7</sup> In de huidige situatie is dit een parallelbaan, in Selecteren heeft deze rijbaan een bredere functie, namelijk ook voor verkeer naar Den Haag. 'Parallelbaan' lijkt daarvoor niet de geschikte aanduiding.

### Selecteren 1.1 – Kp Rijnsweerd (ochtendspits)

Fileduur



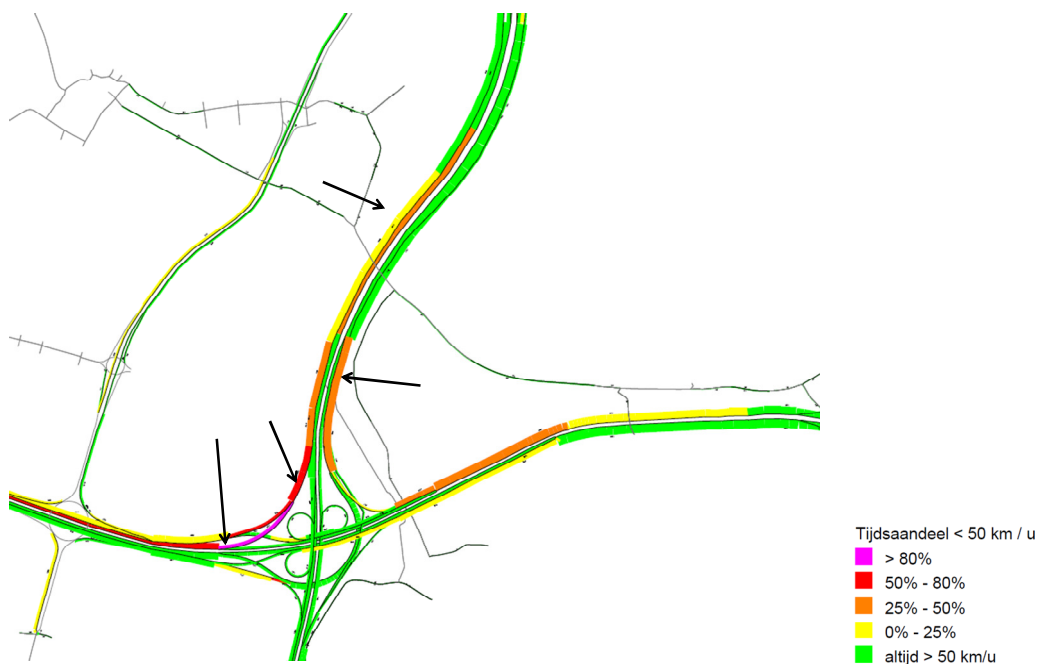
Figuur 5-21 Selecteren 1.1 – Knooppunt Rijnsweerd ochtendspits

Het genoemde knelpunt op de meest westelijke rijbaan van de A27 treedt ook in de ochtendspits op (zie Figuur 5-21). Verder ontstaat er vertraging op de A28 richting Amersfoort: de drie rijstroken bieden hier onvoldoende capaciteit. Dit beeld komt overeen met de resultaten van Splitsen 7Y 1.1.

#### 5.5.3 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten

### Selecteren 1.1 – Kp Lunetten (avondspits)

Fileduur

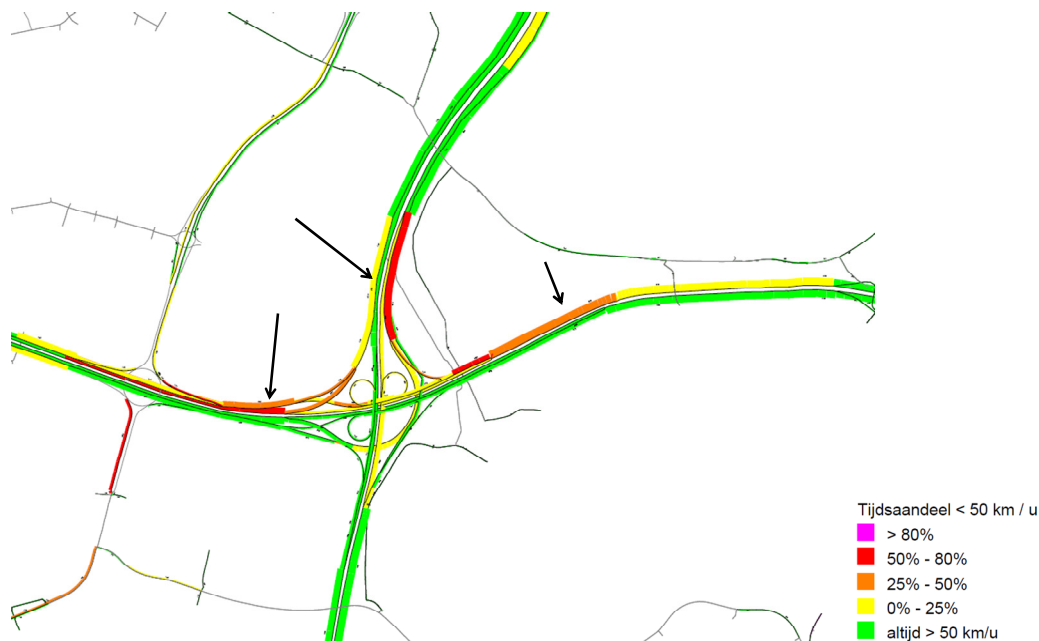


Figuur 5-22 Selecteren 1.1 – Knooppunt Lunetten avondspits

Selecteren kent (zie Figuur 5-22) een knelpunt op de A12 richting den Haag, voornamelijk op de hoofdrijbaan, door tekort schietende capaciteit. Dit veroorzaakt wat terugslag op de hoofdrijbaan van de A27 naar de A12 richting Den Haag. Verder heeft de hoofdrijbaan van de A27 richting Arnhem / Breda met 3 rijstroken net niet voldoende capaciteit. Het knelpunt van het samenvoegen van het verkeer richting het noorden komt overeen met dat in de variant Splitsen.

### Selecteren 1.1 – Kp Lunetten (ochtendspits)

Fileduur



Figuur 5-23 Selecteren 1.1 – Knooppunt Lunetten ochtendspits

Ook in de ochtendspits ontstaat (zie Figuur 5-23) file op de hoofdrijbaan van de A12 richting west. De hoofdrijbaan A27 richting Arnhem / Breda heeft in de ochtendspits voldoende capaciteit.

#### 5.5.4 Rode draad

Het voornaamste knelpunt in Selecteren is de hoofdrijbaan van de A12 richting Den Haag vanaf Knooppunt Lunetten. De zwaarste knelpunten die in Splitsen optreden, zijn in de variant Selecteren afwezig.

## 5.6 Netwerkprestatie

Netwerkindicatoren zijn

- verkeersprestatie, uitgedrukt in aantal voertuigkilometers;
- vertragingverliezen, uitgedrukt in aantal voertuigverliesuren.

Beide geaggregeerd over het netwerk of over delen ervan.

Deze indicatoren, al dan niet opgesplitst naar deelnetwerken, geven een geaggregeerd beeld van de verkeersafwikkeling in de modelvarianten. Afzonderlijk per variant zeggen de resultaten niet zo veel. Zij zijn vooral zinvol in onderlinge vergelijking tussen varianten.

De interpretatie van de resultaten is overigens niet helemaal eenduidig. De verkeersprestatie kan gezien worden als een maat voor hoeveel verkeer het netwerk verwerkt (en dus minimaal *kan* verwerken), maar extra kilometers door omrijgedrag tellen daarin ook mee.

Ook de samengestelde vertragingen geven niet een 100 % beeld. De extra rijtijd door omrijden wordt niet zichtbaar indien de bepaling geschiedt door per wegvak de rijnsnelheid met de vrije rijnsnelheid te vergelijken, en toe te passen op de op dat wegvak rijdende auto's. De vrije rijtijd van omrijders is in feite voor een deel een rijtijdverlies, maar wordt hier dus niet zichtbaar.

### 5.6.1 Werkwijze

Er is eerst een onderverdeling gemaakt van hoofdwegennet en onderliggend wegennet. Onder het hoofdwegennet vallen de snelwegen (A2, A27, A28 en de A12) en de NRU, het overige wegennet rekenen we tot het onderliggend wegennet. Eerst is per link het aantal voertuigverliesuren en het aantal voertuigkilometers bepaald.

- Vertragingen zijn gedefinieerd als de opgelopen vertraging ten opzichte van het rijden met de geldende maximumsnelheid;
- De verkeersprestatie is per link berekend als de intensiteit vermenigvuldigd met de lengte van de link.

Vervolgens zijn deze resultaten geaggregeerd naar de deelnetwerken hoofdwegennet en onderliggend wegennet. Ook is in de tijd geaggregeerd: eerst naar kwartieren en vervolgens over de hele simulatieperiode.

### 5.6.2 Resultaten

**Tabel 5-1 Verkeersprestatie**

#### Verkeersprestatie

(aantal vkm's)

	Splitsen 6Y 1.1		Splitsen 7Y 1.1		Selecteren 1.1	
	OS	AS	OS	AS	OS	AS
HWN	3.867.784	4.696.533	3.868.872	4.693.753	3.868.998	4.658.078
OWN	1.016.602	1.378.780	1.008.854	1.379.868	1.021.393	1.334.975
Totaal	4.884.386	6.075.312	4.877.727	6.073.621	4.890.391	5.993.054

Relatief (S7Y = 100%)

HWN	100%	100%			100%	99%
OWN	101%	100%			101%	97%
Totaal	100%	100%			100%	99%

De verhoudingsgetallen zijn gerelateerd aan de waarden voor Splitsen 7Y 1.1.

In Tabel 5-1 staan de verkeersprestaties voor zowel het hoofdwegennet (HWN) als het onderliggend wegennet (OWN).

De verkeersprestatie ligt voor de verschillende varianten dicht bij elkaar; ook de cijfers voor afzonderlijke runs liggen dicht bij elkaar. Wat opvalt is het verschil tussen de ochtendspits en de

avondspits. In de ochtendspits rijdt minder verkeer. In de spitsuren bevat de matrix van de twee avondspitsuren ruim 10 % meer verkeer dan die van de twee ochtendspitsuren. De avondspits kent naast woon-werkverkeer ook veel andersoortig verkeer. Bovendien geldt dat de ochtendspits een steiler tijdsafhankelijk profiel kent; vooral in de aanloopuren in de vroege ochtend.

**Tabel 5-2 Geaggregeerde vertragingen**

**Vertragingen**

(aantal vvu's)

	Splitsen 6Y 1.1		Splitsen 7Y 1.1		Selecteren 1.1	
	OS	AS	OS	AS	OS	AS
HWN	3.736	5.623	3.241	5.266	3.456	3.135
OWN	10.322	22.973	9.983	22.953	10.712	20.211
Totaal	14.058	28.596	13.224	28.219	14.168	23.346
Relatief (S7Y = 100%)						
HWN	115%	107%			107%	60%
OWN	103%	100%			107%	88%
Totaal	106%	101%			107%	83%

In Tabel 5-2 staan de vertragingen voor zowel het hoofdwegennet (HWN) als het onderliggend wegennet (OWN). Alle waarden in de tabel zijn gemiddelden over 5 runs.

Wat betreft de onderliggende waarden voor de afzonderlijke runs geldt dat de vertragingen flink kunnen verschillen per modelrun. Dit geldt met name voor varianten met forse knelpunten. De omrij-effecten en secundaire knelpunten die hierin optreden veroorzaken een grillig verkeersbeeld. In de afzonderlijke modelruns is dit effect vooral te zien bij Splitsen 7Y en Splitsen 6Y in de avondspits.

Er is een groot verschil tussen de ochtendspitswaarden en de avondspitswaarden. De avondspits kent een langere periode met veel verkeer, en heeft in de twee drukste uren sowieso al meer dan 10 % meer verkeer dan de ochtendspits.

Het meest opvallend is dat in de avondspits Selecteren significant minder vertraging heeft dan Splitsen, en dat de waarden voor de verschillende varianten in de ochtendspits veel dichter bij elkaar liggen. Splitsen 6Y doet het slechter dan Splitsen 7Y.

## 5.7 Intensiteiten op thermometerpunten

In onderstaand overzicht (Tabel 5-3) staan de intensiteiten weergegeven voor dezelfde locaties als in de NRM-rapportages voor de planstudie. Ook hier geldt als overweging dat de vergelijking met de Referentie 2020 niet goed te maken is, omdat in dat model de spits niet volledig goed doorgerekend kan worden. De intensiteit van bijvoorbeeld Rijnsweerd naar Lunetten ligt, als gevolg van de bottleneck bij Rijnsweerd, zo'n 20 tot 30 % lager dan in de hieronder vermelde varianten. De reductie ten noorden van knooppunt Rijnsweerd is, door stilstaand verkeer, zelfs nog sterker.

Daarom geven we hier vooral de onderlinge vergelijking, waarbij net als voor de netwerkindicatoren Splitsen 7Y als 100 % gekozen wordt.

Tabel 5-3 Intensiteiten op thermometerpunten (als index t.o.v. Splitsen7Y (=100%))

Thermometerpunten	S6Y 1.1		S7Y 1.1		Selecteren 1.1	
	OS	AS	OS	AS	OS	AS
A12 Lunetten - Aansluiting Rijsbruggerweg richting oost	101%	99%	100%	100%	105%	104%
A12 Lunetten - Aansluiting Rijsbruggerweg richting west	99%	99%	100%	100%	89%	98%
A27 Houten - Lunetten richting noord	99%	100%	100%	100%	98%	95%
A27 Houten - Lunetten richting zuid	100%	100%	100%	100%	95%	101%
<b>A27 Rijnsweerd - Lunetten richting noord</b>	<b>96%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>102%</b>	<b>99%</b>
<b>A27 Rijnsweerd - Lunetten richting zuid</b>	<b>101%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>114%</b>	<b>117%</b>
A27 Ring Noord - Veemarkt richting noord	98%	100%	100%	100%	97%	94%
A27 Ring Noord - Veemarkt richting zuid	101%	98%	100%	100%	102%	105%
A28 De Uithof - Den Dolder richting oost	100%	102%	100%	100%	99%	103%
A28 De Uithof - Den Dolder richting west	101%	100%	100%	100%	97%	97%
Waterlinieweg richting noord	112%	102%	100%	100%	91%	89%
Waterlinieweg richting zuid	101%	100%	100%	100%	72%	73%
<b>A27 Rijnsweerd - Lunetten: per rijbaan</b>						
A27 Rijnsweerd - Lunetten richting noord Bypass	113%	105%	100%	100%	97%	100%
A27 Rijnsweerd - Lunetten richting noord HRB	92%	99%	100%	100%	102%	99%
A27 Rijnsweerd - Lunetten richting zuid Bypass	101%	98%	100%	100%	-	-
A27 Rijnsweerd - Lunetten richting zuid HRB	101%	100%	100%	100%	-	-
A27 Rijnsweerd - Lunetten richting zuid HRB Den Bosch Arnhem	-	-	-	-	nvt	nvt
A27 Rijnsweerd - Lunetten richting zuid HRB Den Haag	-	-	-	-	nvt	nvt

(rechtsonder in de tabel is voor Selecteren 'nvt' vermeld, omdat de structuur van het systeem daar afwijkt van Splitsen. De verdeling van het verkeer over de beide rijbanen is ongeveer 50/50.)

#### Avondspits

In de avondspits is de hoeveelheid verkeer die wordt afgewikkeld op het wegvak A27 Rijnsweerd-Lunetten richting zuid in Selecteren 17 % groter dan in Splitsen. Dit komt omdat het hoofdknelpunt uit Splitsen, het wegvak van de A27 noord naar de A12 west, is opgelost in Selecteren. Samenhangend daarmee is een afname van de hoeveelheid verkeer op de Waterlinieweg te zien in Selecteren. Verder valt op dat de intensiteiten in Splitsen 6Y en Splitsen 7Y redelijk goed met elkaar overeenkomen.

#### Ochtendspits



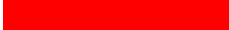










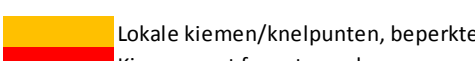


Het wegvak A27 Lunetten-Rijnsweerd richting noord kent in de ochtendspits een lagere intensiteit voor Splitsen 6Y dan voor Splitsen 7Y en Selecteren. Dit strookt met de versmalling (minder rijstroken) in Splitsen 6Y ter hoogte van de bak van Amelisweerd.



In zuidelijke richting valt op dat de intensiteiten van Splitsen 6Y en Splitsen 7Y dicht bij elkaar liggen. De versmalling heeft hier nauwelijks of geen effect omdat het maatgevende knelpunt stroomafwaarts ligt, juist ten noorden van Knooppunt Lunetten. Dat dit knelpunt in Selecteren verholpen is, is terug te zien in de 14 % hogere intensiteiten voor Selecteren in deze zuidelijke richting.

## 5.8 Overzicht knelpuntkiemen

Voor het overzicht vergelijken we de varianten met elkaar op basis van knelpuntkiemen: de plaats waar de knelpunten ontstaan. Daarbij is in Tabel 5-4, ter illustratie, ook de huidige situatie meegenomen, op basis van Monica-gegevens en de modeluitkomsten van het DMRU 2009.

**Tabel 5-4 Overzicht van de kiemen van de knelpunten**

	Huidig	2020
	Referentie	Splitsen 6/7
	Selecteren	
<b>Knooppunt</b> Boog A28 -> A27 Zuid		
<b>Rijnsweerd</b> N->Z verkeer A27		
Z->N verkeer parallelbaan A27 Veemarkt		
<b>Knooppunt</b> A12 HRB richting Den Haag		
<b>Lunetten</b> Samenvoeging verkeer A12 ri A27 Noord		
A27 -> A12 West		
A12 PRB vanuit oosten richting Lunetten		
<b>Overig</b> De Uithof PRB ri Oost		

 Lokale kiemen/knelpunten, beperkte vertraging  
 Kiemen met forse terugslag

Toelichting per knelpuntkiem:

- **Knooppunt Rijnsweerd**
  - *Boog A28 Oost richting A27 Zuid*  
In zowel Splitsen als Selecteren is de capaciteit voor deze verkeersbeweging vergroot waardoor het knelpunt niet meer optreedt.
  - *Noord→Zuid-verkeer A27*  
In zowel Splitsen als Selecteren is de capaciteit voor deze verkeersbeweging vergroot. In Splitsen vinden omrijbewegingen plaats: verkeer verlaat de A27 via de afrit Veemarkt en rijdt via onder meer de Sartreweg en de Waterlinieweg naar de A12 (en van daar wellicht ook weer naar de A27 richting Houten). Dit om het zware knelpunt (in Splitsen) zuidelijker op de A27 bij Knooppunt Lunetten te vermijden. Gevolg is dat de hoeveelheid noord-zuidverkeer bij Knooppunt Rijnsweerd in Splitsen kleiner is, waardoor het lokale knelpunt hier helemaal niet meer optreedt.
- *De Uithof richting Amersfoort*  
Dit is de variant Selecteren geen knelpunt, omdat er een zogenoemde Duitse invoeger is verondersteld. Dit kan overigens evengoed in Splitsen gerealiseerd worden.
- *A12 hoofdrijbaan richting Den Haag*  
In alle varianten stroomt deze slecht door. In Selecteren nog iets slechter dan in Splitsen omdat er meer instroom is vanaf de A27 Noord. Samenhangend daarmee is de parallelrijbaan van de A12 ook niet congestievrij.
- **Knooppunt Lunetten**
  - *Samenvoeging verkeer van de A12 richting de A27 Noord*  
Dit is in alle varianten een knelpunt.
  - *Verkeer vanuit A27 Noord richting A12 West*  
Doordat Knooppunt Rijnsweerd een bottleneck is in de Referentie, treedt dit knelpunt daar minder sterk op. Dit is echter het hoofdknelpunt in Splitsen. In Selecteren is de capaciteit van deze verkeersbeweging fors vergroot waardoor dit knelpunt niet meer optreedt.  
*A12 parallelrijbaan vanuit oosten richting Knooppunt Lunetten*  
Deels ontstaat dit knelpunt door de nieuwe aansluiting Rijsbruggerweg / Houten A12.