

# **Planstudie Ring Utrecht A27/A12**

## **Dynamisch Model Ring Utrecht**

Bouw en toepassing dynamisch verkeersmodel

Deelconcept bouw Model en eerste doorrekeningen referentie

Opdrachtgever:  
Rijkswaterstaat Utrecht

Grontmij Nederland B.V.  
De Bilt, februari 2012

# Verantwoording

**Titel** : Planstudie Ring Utrecht A27/A12 Dynamisch Model Ring Utrecht

**Subtitel** : Bouw en toepassing dynamisch verkeersmodel

**Projectnummer** : 306568

**Referentienummer** : GM-0058371

**Revisie** : C0

**Datum** : 2012  
(Dit deelconcept zal uitgebreid worden met de berekeningen  
tbv optimalisatie varianten voor trechterstap 2 tot 1 compleet  
rapport bouw en berekeningen dmru)

**Auteur(s)** :

**E-mail adres** :

**Gecontroleerd door** :

**Paraaf gecontroleerd** :

**Goedgekeurd door** :

**Paraaf goedgekeurd** :

**Contact** : Grontmij Nederland B.V.  
De Holle Bilt 22  
3732 HM De Bilt  
Postbus 203  
3730 AE De Bilt  
T +31 30 220 74 44  
F +31 30 220 02 94  
www.grontmij.nl

# Inhoudsopgave

1	Inleiding/achtergrond .....	4
1.1	Tweede fase planstudie: het Voorkeursalternatief (VKA) als vertrekpunt .....	4
1.1.1	Het VKA uit fase 1: uitbreiding A27 en A12, opwaardering NRU .....	4
1.2	Aanpak A27/A12 .....	5
1.2.1	Fase 2a en fase 2b .....	5
1.2.2	Opgave fase 2a: 'van 800 naar 1' .....	5
1.2.3	Drie trechterstappen .....	6
1.3	Leeswijzer .....	6
2	Probleemstelling en werkwijze .....	7
2.1	Relevantie van thema Verkeer .....	7
2.2	Plangebied en studiegebied .....	7
2.3	Probleemstelling / onderzoeksvragen .....	7
2.4	Werkwijze .....	7
3	Bouw DMRU basisjaar en toekomstjaar .....	9
3.1	Maken NRM-matrices 2009 en 2020 voor de uitsnede .....	9
3.2	Basisjaar 2009 .....	9
3.2.1	Algemeen / Inleiding .....	9
3.2.2	Stap 1 - Netwerk .....	10
3.2.3	Stap 2 - Ritdistributie NRM .....	11
3.2.4	Stap 3 - Verfijnen zones naar DMRU-niveau .....	12
3.2.5	Stap 4 - Statische kalibratie (Questor) .....	14
3.2.6	Stap 5 - Dynamische kalibratie (REMODE) .....	15
3.3	Toekomstjaar 2020 .....	19
3.3.1	De uitgangspunten voor het DMRU 2020 .....	19
3.3.2	Stap 1 - Verschil tussen NRM 2009 en 2020 .....	19
3.3.3	Stap 2 - Groei vertalen naar DMRU .....	20
3.3.4	Stap 3 - Correcties doorvoeren in dynamische matrix .....	20
3.4	Netwerkvarianten 2020 .....	20
4	Resultaten / analyse .....	21
4.1	DMRU 2020 - Referentie .....	21
4.1.1	Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten .....	22
4.1.2	Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten .....	23
4.1.3	Overig: belangrijke knelpunten .....	24
4.1.4	Rode draad Referentie 2020 .....	25

# 1 Inleiding/achtergrond

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 achtergrond, en besluit met een leeswijzer.

## 1.1 Tweede fase planstudie: het Voorkeursalternatief (VKA) als vertrekpunt

[NB: deze en de paragrafen hierna wellicht aanzienlijk inkorten.]

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 en bestaat uit twee fasen. Fase 1 van de Planstudie staat in het teken van het bepalen van een Voorkeursalternatief (VKA). In de tweede fase wordt dit VKA via een aantal stappen concreet uitgewerkt.

### 1.1.1 Het VKA uit fase 1: uitbreiding A27 en A12, opwaardering NRU

In Fase 1 zijn de mogelijke oplossingen in kaart gebracht. In een milieueffectrapportage zijn de effecten van deze oplossingen geïnventariseerd. De resultaten zijn gebundeld in een milieueffectrapport: het MER 1<sup>e</sup> fase Ring Utrecht. Dit MER is in augustus 2010 publiek gemaakt. “De Commissie,” zo wordt in het toetsingsadvies van de Cie MER verwoord, “is van oordeel dat de essentiële informatie in het MER 1<sup>e</sup> fase aanwezig is om het milieubelang een volwaardige rol te laten spelen bij het selecteren van een voorkeursalternatief of alternatieven die in de tweede fase van het MER verder worden uitgewerkt. [...] Het MER 1<sup>e</sup> fase vormt een goede basis om het vervolgproces van de tweede fase in te gaan.”

Op 3 december 2010 heeft het bevoegd gezag een Voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld. Het Voorkeursalternatief bestaat uit:

- **A27:** uitbreiding van de capaciteit van de A27 aan de oostzijde van Utrecht en de knooppunten Lunetten en Rijnsweerd, waarbij verkeersstromen worden gescheiden (ontweven); bij het uitbreiden van de A27 gaat de voorkeur uit naar het verbreden van de bestaande bak bij Amelisweerd met ongeveer 15 meter aan weerszijden (met in iedere rijrichting 7 rijstroken), inclusief een overkluizing met een lengte van ongeveer 250 meter;
- **A12:** uitbreiding van de A12 met een extra rijstrook in beide rijrichtingen op de parallelbaan;
- **NRU:** opwaardering van de Noordelijke Randweg Utrecht (NRU) tot een volwaardig onderdeel van de Ring Utrecht (minimaal 2 x 2 rijstroken, ongelijkvloerse kruisingen, maximumsnelheid van ten minste 80 kilometer per uur).

Het VKA is het vertrekpunt voor alle volgende stappen in de planstudie. Het VKA geeft aan voor welke onderdelen van de Ring concrete maatregelen uitgewerkt moeten worden – de A27, de A12 en de NRU – en welke typen maatregelen dit betreft. Het VKA zorgt daarnaast voor een begrenzing van de speelruimte in de verdere planvorming: mogelijke oplossingen en maatregelen die in de eerste fase van de planstudie wel zijn onderzocht en afgewogen maar uiteindelijk niet in het VKA zijn opgenomen, worden in het vervolgtraject niet verder meer meegenomen.

Afspraken over de tweede fase: aparte trajecten voor de A27/A12 en voor de NRU:

<sup>1</sup> Een voorbeeld daarvan is een variant waarbij de bak bij Amelisweerd niet verbreed wordt en op de A27 een maximumsnelheid van 80 km/u zou gaan gelden. Een ander voorbeeld is een variant waarbij de NRU door Leidsche Rijn heen doorgetrokken wordt naar de A12. Ook deze variant – en een eventuele ruimtereservering daarvoor – zijn met het vaststellen van het VKA komen te vervallen.

:

- **A27/A12:** voor de concrete uitwerking van de uitbreiding van de A12 en de A27 (inclusief de aanpassingen van de knooppunten Lunetten en Rijnsweerd) is de minister van Infrastructuur en Milieu bevoegd gezag. Met de betrokken gemeenten vindt tussentijds afstemming plaats. Daarnaast hebben de betrokken gemeenten een adviesrol bij formele stappen in het besluitvormingstraject.
- **NRU:** de gemeente Utrecht en de provincie Utrecht zijn bevoegd gezag voor de opwaardering van de NRU.

In fase 2 worden opnieuw milieueffectrapportages uitgevoerd: één voor de A27/A12 en één voor de NRU, uiteraard onderling afgestemd.

## 1.2 Aanpak A27/A12

### 1.2.1 Fase 2a en fase 2b

Om het selectieproces inzichtelijk te laten verlopen, wordt in de tweede fase van de planstudie in twee stappen naar het eindresultaat toegewerkt:

- fase 2a: uitwerking van het VKA tot één Voorkeursvariant;
- fase 2b: uitwerking van de Voorkeursvariant in het OTB A27/A12.

Het streven is om medio 2012 de onderzoeken en analyses te hebben afgerond die nodig zijn om een Voorkeursvariant aan te wijzen. Daarna wordt deze Voorkeursvariant uitgewerkt met de mate van detail die voor een OTB noodzakelijk is.

#### 1.2.2 Opgave fase 2a: 'van 800 naar 1'

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. Het Voorkeursalternatief gaat daarom uit van een eveneens tweeledige oplossing: (1) verbreding van de weg, en (2) het ontweven van de verschillende verkeersstromen voordat het verkeer de flessenhals tussen Lunetten en Rijnsweerd binnenrijdt, zodat er op dit wegvak zelf veel minder weefbewegingen uitgevoerd hoeven te worden.

In de eerste fase van de planstudie is duidelijk geworden dat er voor het ontweven van de verkeersstromen in principe twee systemen in aanmerking komen:

- **Knopen:** een systeem waarbij de doorgaande verkeersstroom A27-A28 in de knooppunten gescheiden wordt van het overige verkeer en via fysiek gescheiden rijbanen de flessenhals tussen Lunetten en Rijnsweerd passeert.
- **Splitsen:** een systeem waarbij de doorgaande verkeersstroom A27-A28 vóór de knooppunten wordt afgescheiden en via een bypass om de knooppunten wordt heen geleid. Bij dit systeem blijft het wel mogelijk om tussen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd alsnog in te voegen in de verkeersstroom die vanaf de A27 doorrijdt naar de A28, maar het aantal voertuigen dat tussen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd van rijstrook moet wisselen wordt wel veel geringer. Immers, al het doorgaande verkeer via de A27-A28 kan al voor de knooppunten voor de bypass kiezen en daarmee de knooppunten omzeilen.

Binnen het systeem 'splitsen' zijn er vervolgens varianten met verschillende aantallen rijstroken mogelijk. Verder valt er zowel bij 'knopen' als bij 'splitsen' te variëren met de positionering van de verschillende rijbanen tussen Knooppunt Lunetten en Knooppunt Rijnsweerd: beide rijbanen voor het A27-A28-verkeer aan de oostzijde van de twee rijbanen voor het overige verkeer, één links en één rechts enzovoort. Ook zijn er bij deeltracés vóór en na het wegvak Lunetten – Rijnsweerd en ter hoogte van de aansluitingen verschillende varianten mogelijk. Daar komt nog bij dat er met al dit soort afzonderlijke varianten heel veel combinaties te maken zijn. Voor de A12 zijn er eveneens verschillende afzonderlijke varianten en combinaties daarvan mogelijk, terwijl er uiteindelijk ook nog eens een adequate combinatie van A27- en A12-varianten gemaakt moet worden.

In de afgelopen periode zijn alle varianten geïnventariseerd en systematisch geordend in een boomstructuur. In totaal, zo is gebleken, zijn er in principe circa 800 varianten te onderscheiden. In het OTB voor de A27/A12 kan echter slechts één variant worden opgenomen. Daarmee wordt duidelijk wat dé opgave is in fase 2a: 'van 800 naar 1'.

### 1.2.3 Drie trechterstappen

Om van 800 varianten naar 1 Voorkeursvariant te komen, is een trechterproces noodzakelijk. In dit proces worden drie trechterstappen onderscheiden.

#### **Trechterstap 1: 'van 800 naar 200'**

De eerste trechterstap is erop gericht een forse eerste schifting aan te brengen. In deze stap wordt in elk geval gekeken naar de verschillende systemen: 'knopen', 'splitsen' met 6 rijstroken per rijrichting, en 'splitsen' met 7 rijstroken per rijrichting. In de boomstructuur van de varianten vertegenwoordigen deze systemen de hoofdtakken.

In trechterstap 1 zijn twee criteria van doorslaggevend belang ('*knock out*-criteria):

- **Probleemoplossend vermogen:** kan voldaan worden aan normen voor doorstroming en reistijden?
- **Maakbaarheid:** zijn systemen/varianten technisch uitvoerbaar?

Daarnaast wordt via oordelen van deskundigen (*expert opinions*) bepaald of voldaan kan worden aan randvoorwaarden op het gebied van verkeersveiligheid en op het gebied van luchtkwaliteit en geluid.

#### **Trechterstap 2: 'van 200 naar 20'**

In de tweede trechterstap worden de resterende varianten nader onderzocht en beoordeeld op verschillende criteria. Op grond daarvan wordt een selectie gepresenteerd en verantwoord van 20 varianten die de beste perspectieven bieden.

#### **Trechterstap 3: 'van 20 naar 1'**

In trechterstap 3 worden van de resterende 20 varianten de effecten zodanig in beeld gebracht dat het voor de betrokken bestuurders mogelijk wordt een afweging en een keuze te maken. Het uiteindelijke resultaat hiervan is dat er 1 Voorkeursvariant overblijft. Deze Voorkeursvariant wordt in fase 2b uitgewerkt in het OTB A27/A12.

## 1.3 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

In hoofdstuk 2 staat de probleemstelling en werkwijze beschreven hoe het DMRU opgebouwd is. Hoofdstuk 3 bevat de uitwerking daarvan op een meer technisch niveau. Hoofdstuk 4 gaat in op de toepassing voor het doorrekenen van de toekomstvarianten Referentie, Splitsen, Knopen en de gedurende de looptijd van het project toegevoegde variant Selecteren. Hoofdstuk 5 tenslotte bevat aandachtspunten ten aanzien van het vervolg.

Veel informatie staat in bijlagen, welke in een aparte bestanden zijn opgenomen.

## 2 Probleemstelling en werkwijze

### 2.1 Relevantie van thema Verkeer

Verkeersprestatie en verkeersafwikkelingskwaliteit zijn de essentie, de bestaansreden van de studie / het project. De complexiteit van de problematiek en de oplossingen maakt dat er aan vele oplossingen zowel voor- als nadelen zitten. Het is daarom zaak dat de materie met de juiste mix van instrumenten geanalyseerd wordt, om alle effecten zo goed mogelijk in beeld te krijgen.

Om naast de NRM-berekeningen een goede onderlinge afweging te kunnen maken tussen de vele ontwerpvarianten, is besloten om een dynamisch model te bouwen. Gekozen is voor een model in Dynasmart.

### 2.2 Plangebied en studiegebied

In de tweede fase van de planstudie Ring Utrecht bestaat het plangebied voor de A27/A12 uit de weginfrastructuur:

- 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 28 vanaf het begin van de weg tot en met de aansluiting Uithof.”

[Pm kaartje](#)

### 2.3 Probleemstelling / onderzoeksvragen

De overkoepelende probleemstelling is als volgt samen te vatten:

In de referentiesituatie is sprake van een scala aan verkeersproblemen die ten koste gaan van een goede bereikbaarheid van de regio Midden Nederland en de onderlinge bereikbaarheid van andere delen van het land, met name van en naar de Randstad.

De oplossingen waarnaar gezocht wordt, beogen deze problemen te verminderen, en de verkeersprestatie (in algemene zin) te laten voldoen aan de normen die in de Nota Mobiliteit genoemd worden.

Op meer gedetailleerd niveau is de vraag waar, welke verkeersproblemen bestaan, en welke daarvan in welke mate opgelost worden door varianten van de verbreding, waarbij onderscheid tussen ontwerpen inzichtelijk gemaakt kan worden.

### 2.4 Werkwijze

Het onderzoeksinstrumentarium bestaat uit een set van statische en dynamische verkeersmodellen.

Het statische verkeersmodel is het bestaande NRM Randstad 2.3. Met een studiegebied dat de hele Randstad omvat.

Als dynamisch model op regio-schaal is binnen dit project het (mesoscopische) Dynamisch Model Ring Utrecht ontwikkeld en toegepast. Het gebruikte pakket daarvoor is Dynasmart. In een latere fase worden ook berekeningen gedaan met een microsimulatiemodel, opgebouwd in het pakket Paramics, voornamelijk voor visualisatiedoeleinden. In de vertaling van statisch naar

dynamisch model is zo veel mogelijk vastgehouden aan de NRM-basis. De bewerkingen zijn gedaan met inzet van een samenspel van de pakketten Questor en Questor dynamisch.

### **Motivatie NRM**

NRM Randstad is gebruikt in 1<sup>e</sup> fase MER. Rijkswaterstaat stelt/eist dat daar zo veel mogelijk bij aangesloten moet worden. Daarom is ook in deze tweede fase het NRM Randstad 2.3 ingezet. Berekeningen met het NRM Randstad 2.3 zijn parallel aan de DMRU-werkzaamheden uitgevoerd door bureau DHV.

### **Motivatie Dynamisch model**

De complexiteit van de problematiek en van de oplossingen maakt dat op diverse plekken in het netwerk (helaas) nog congestieverschijnselen zullen optreden, die bovendien een sterke samenhang vertonen. Alleen met een dynamische model zijn deze verschijnselen goed in beeld te brengen: op- en afbouw van intensiteiten en vooral files en wachtrijen als functie van de tijd.

### **Motivatie Dynasmart**

Met Dynasmart kunnen berekeningen op de schaal van een gehele regio gedaan worden met runtijden die binnen het uur vallen. Rijkswaterstaat geeft verder aan dat voor dit pakket draagvlak bij de regionale partners is, aangezien er voor de stad Utrecht een model Utrecht Bereikbaar is gebouwd, en voor Provincie en RWS een zogenoemd Dynamisch Model Midden Nederland (DMMN).

### **Aanpak op hoofdlijnen tot aan dynamisch berekeningen**

Het NRM Randstad 2.3 is gebruikt als basis voor de productie- en attractiegegevens per zone. Op basis hiervan is een statische matrix voor 2009 gegenereerd die opnieuw statisch gekalibreerd is aan de hand van tellingen.<sup>2</sup>

Als 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' minder auto's.

De vertaalslag naar de 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.

[PM in trechterstap 2 doorrekening varianten op basis van dit model](#)

---

<sup>2</sup> Tot deze handelwijze is besloten na vergeefse dynamische kalibratiepogingen, en nadat de oorzaak voor die moeilijkheden herleid kon worden tot een onevenwichtigheid in de NRM-matrix, die zich vooral wrekt bij het dynamiseren en het inzoomen tot het nu betreffende studiegebied.



## 3 Bouw DMRU basisjaar en toekomstjaar

Dit hoofdstuk beschrijft de bouw van het model.

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

De rittenmatrix in het Dynamisch Model Ring Utrecht (DMRU) is gebaseerd op het NRM. Dit is gedaan voor vier alternatieven: het basisjaar, het nulalternatief (Referentie), het alternatief Splitsen en het alternatief Knopen. In een later stadium is hieraan Selecteren toegevoegd. Binnen de toedelingsmethodiek van het NRM is het niet mogelijk een uitsnedematrix te genereren voor een studiegebied, zoals nodig is voor de Ring Utrecht. Qblok biedt daartoe geen mogelijkheden. Als alternatief is daarom in overleg met de opdrachtgever besloten een uitsnedematrix te genereren via een toedeling in CUBE Voyager. Deze toedelingsmethodiek is aangeleverd en vervolgens voor dit project toegepast.

De 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 blijken 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 deze 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 getracht de uitsnedematrix zo goed mogelijk bij de oorspronkelijke Q-blok-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<sup>3</sup>.

### 3.2 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 u) en een avondspits (14:00 – 20:00 u)
- 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 toedelingsresultaten.
- 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 voor de A2 tussen Maarssen en Oudenrijn.

<sup>3</sup> Het volledige CUBE-Voyager project staat in de map:

<<P:\306568\01 NRM\ Voyager Toedeling in NRM Randstad V2\ toedeling\_rvm\_ring.cat>>

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:

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

In onderstaande subparagrafen worden deze stappen nader beschreven.

### 3.2.2 Stap 1 - Netwerk

Het netwerk van het DMRU is gebaseerd op een uitsnede van het DMMN. 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; deze worden beschreven in de **Bijlage Logboek netwerkwijzigingen**.

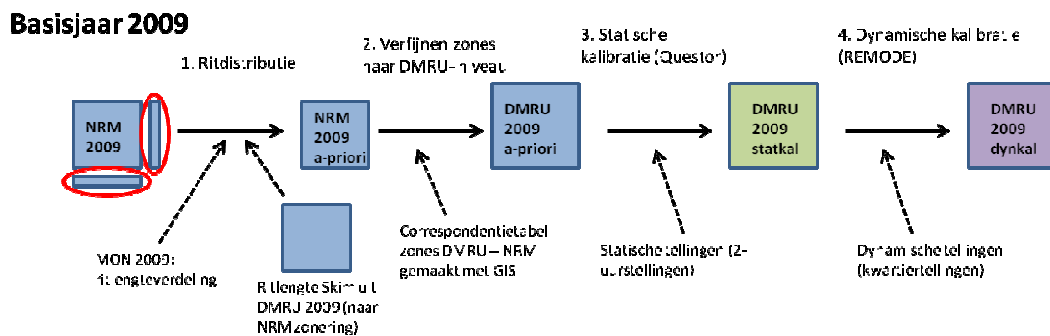


Figuur 1: Het netwerk van het DMMN 2009



Figuur 2: Het netwerk van het DMRU 2009. In **Bijlage DMRU-zones** is een kaart met de DMRU-zones opgenomen.

### 3.2.3 Stap 2 - Ritdistributie NRM



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

De matrices van het DMRU zijn gebaseerd op de attracties en producties (de aankomsten en vertrekken per zone) uit het NRM<sup>4</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 bevat-

<sup>4</sup> Waar hier wordt gesproken over het NRM wordt de NRM-uitsnede bedoeld die is beschreven in paragraaf 3.1.

ten. 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.

De HB-relaties tussen zones op NRM-zoneniveau zijn, uitgaande van de NRM randtotalen, bepaald met behulp van een zwaartekrachtmodel. Daarbij is de verdeling van het aantal ritten naar rijtjidsklasse getoetst op de verdeling uit het MON. Eerst zijn skim-matrices afgeleid met initiële rijtijden tussen de zones op basis van het DMRU-netwerk. Met behulp van de verdeling van ritten naar rijtijd en deze skim-matrices is vervolgens de aantrekkelijkheid tussen de zones bepaald. Om tot realistische matrices te komen zijn er diverse correcties toegepast:

- Voor externe zones (met name snelwegzones) is uitgegaan van een langere reistijd en is een reistijdverdeling meegenomen in plaats van een zone-naar-zone reistijd.
- Onlogische HB-relaties (zoals verkeer vanuit de richting A2 Den Bosch dat naar de A27 richting Gorinchem wil gaan via Everdingen) zijn verwijderd of sterk verlaagd.

Met behulp van de Fratar-procedure, waarbij de attracties en producties per zone worden vastgezet, zijn vervolgens de HB-relaties bepaald. Deze procedure wordt beschreven in **Bijlage Fratar-procedure**.

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>5</sup>.

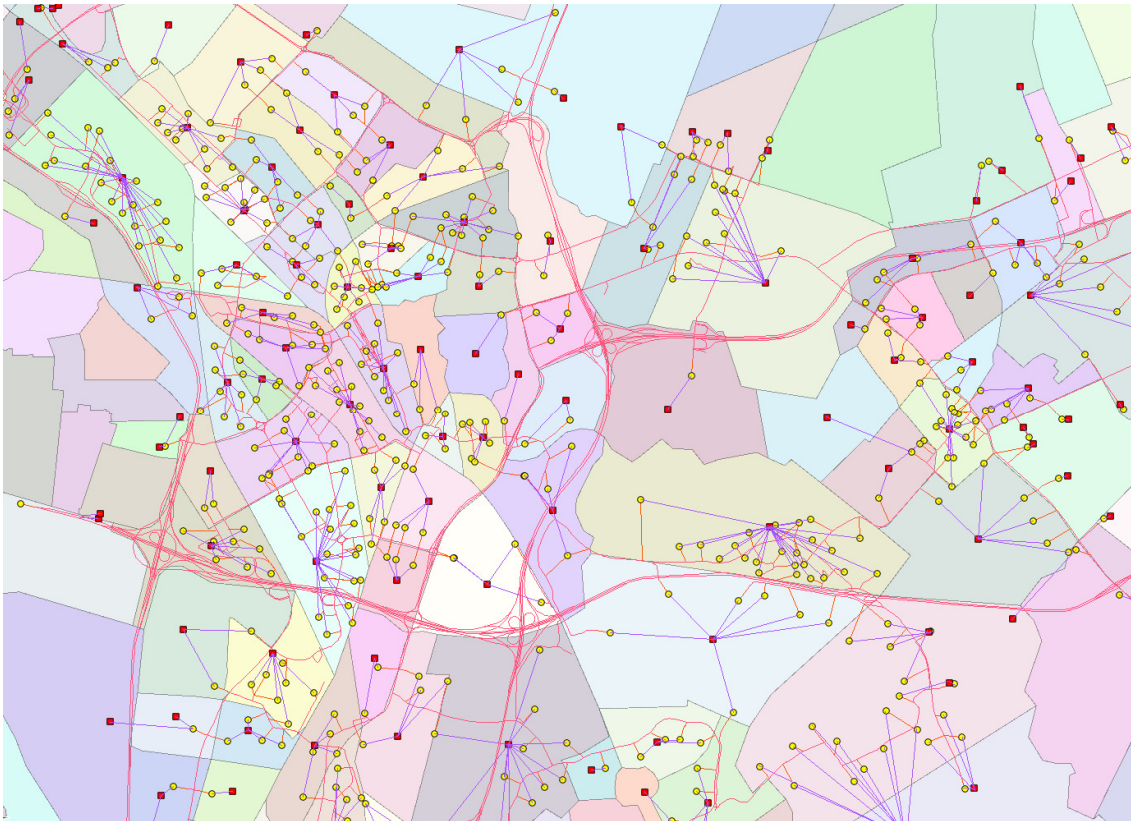
### 3.2.4 Stap 3 - Verfijnen zones naar DMRU-niveau

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 A2; 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.

<sup>5</sup> Waardoor het risico bestaat dat de matrix 'kapotgekalibreerd' wordt.



*Figuur 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). In de bijlage zijn grafieken van de gebruikte profielen opgenomen.

### 3.2.5 Stap 4 - 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.

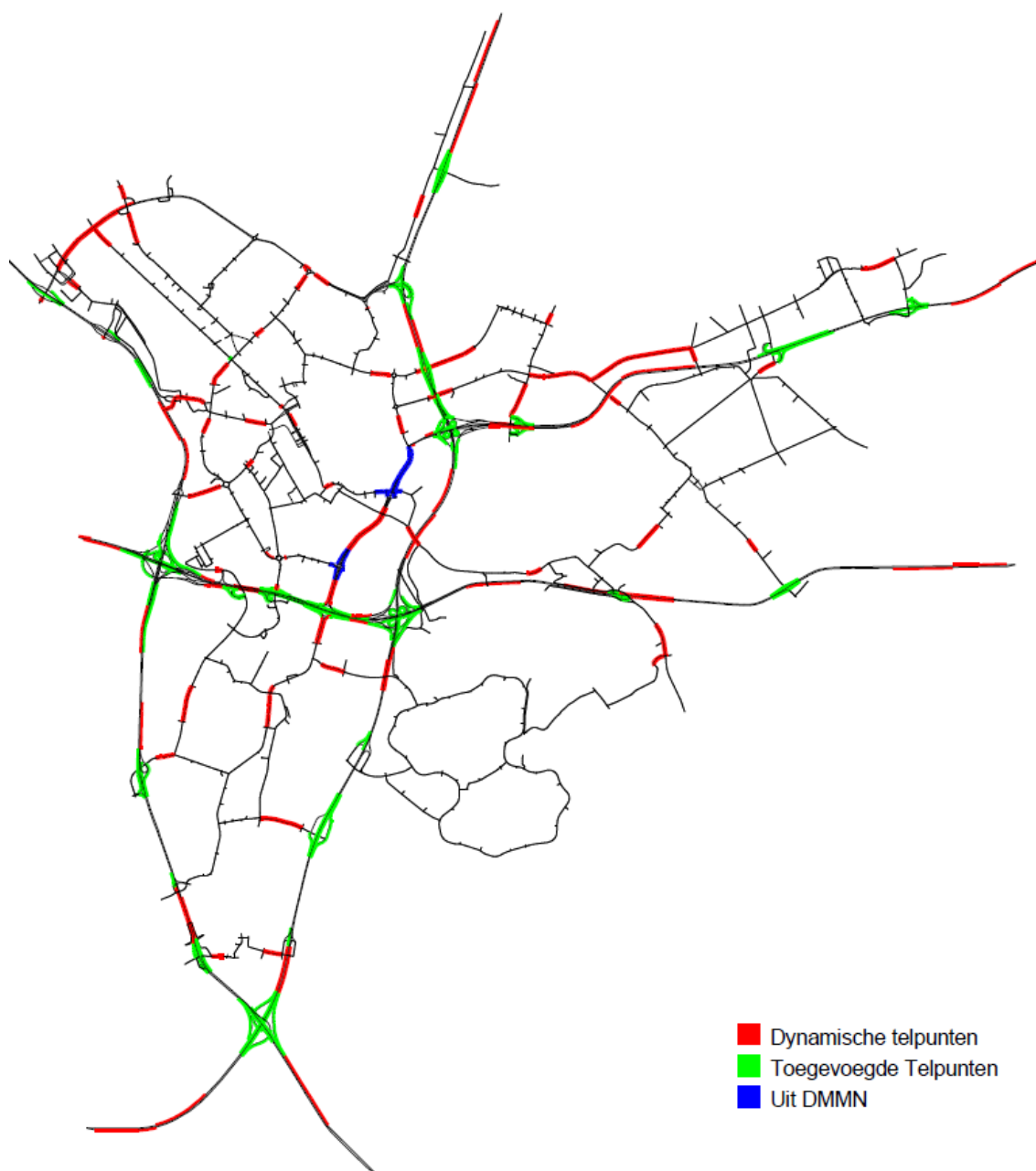
De input voor de statische kalibratie bestaat uit 1) een statische evenwichtstoedeling met Questor, en 2) aan het netwerk gekoppelde telpunten. Deze telpunten bestaan uit:

- 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 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.



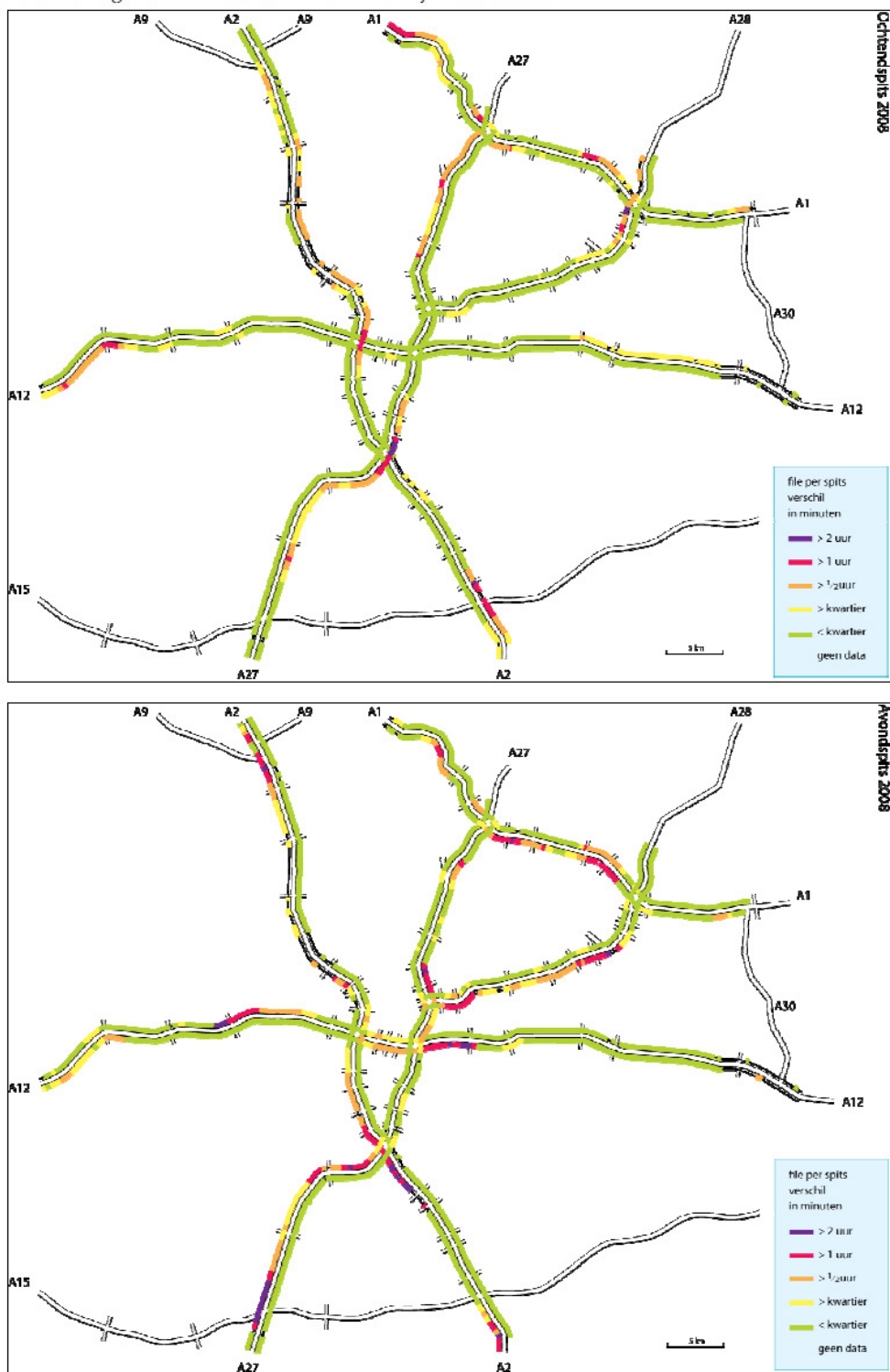
Figuur 5: Gebruikte telpunten in de statische kalibratie

### 3.2.6 Stap 5 - 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.

Resultaten Basisjaar + filebeelden



Figuur 6: Uit 'Basisgegevens Droog': filebeelden 2008



De kalibratie van de filebeelden is gebaseerd op het document 'Basisgegevens Droog', zie **Figuur 6**. 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 parallelbaan 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 kp Everdingen: valt buiten model
- A27 richting Gorinchem voorbij kp Everdingen: valt buiten model

In **Figuur 7 en**

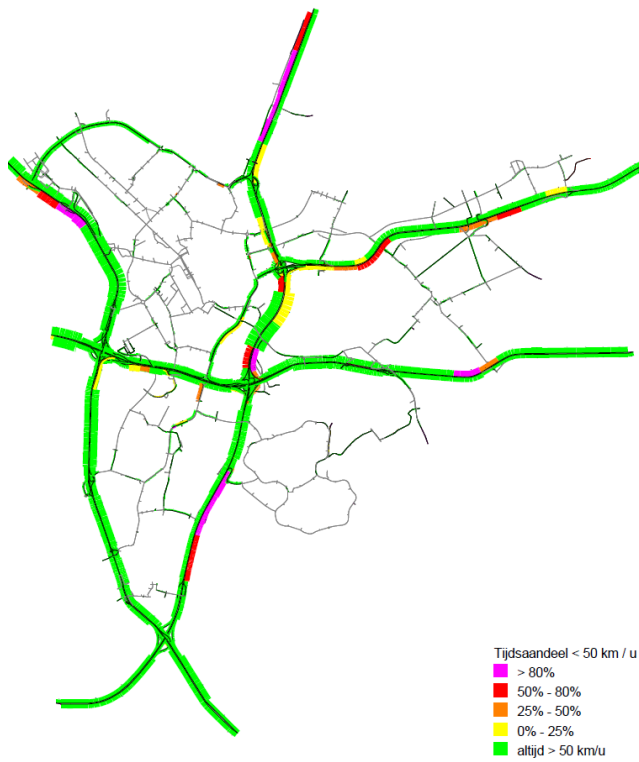
**Figuur 8** zijn de filelocaties in het DMRU weergegeven. De files op de A2 richting Den Bosch en de A27 richting Gorinchem komen niet terug in het model omdat de oorzaak van het knelpunt buiten het netwerk ligt. Verder treedt er in het model geen terugslag van de A27 op de parallelbanen van de A12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

Tabel 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 1: Telcijfers vergeleken met DMRU-intensiteiten**

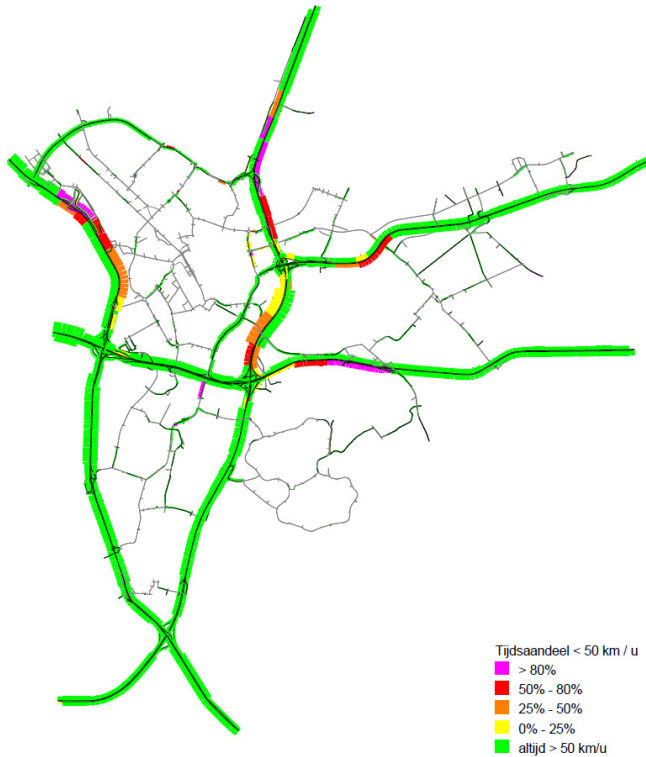
	Ochtendspits		Avondspits	
	OWN	HWN	OWN	HWN
T<4.0	93	44	89	44
4<T<5.5	10	3	14	3
T>5.5	1	0	1	0

	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%



 Grontmij KNELPUNTEN DMRU 2009 Ochtendspits

Figuur 7: Filebeeld DMRU 2009 Ochtendspits



 Grontmij KNELPUNTEN DMRU 2009 Avondspits

Figuur 8: Filebeeld DMRU 2009 Avondspits

### 3.3 Toekomstjaar 2020

Voor het toekomstjaar zijn 3 varianten gebouwd:

- Referentie 2020
- Splitsen 7Y
- Knopen.

#### 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 drie 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:

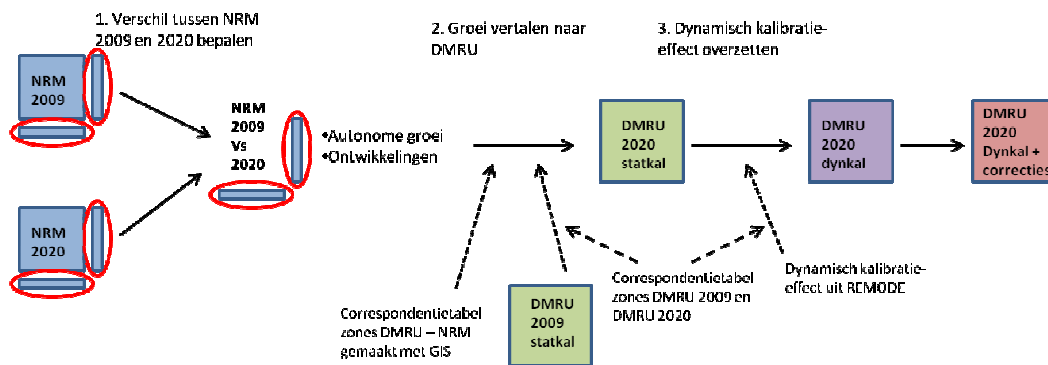
- A28 2x3
- Parallelstructuur A2
- A27 ten zuiden van Knooppunt Lunetten 2x4
- A12 richting Veenendaal 2x3

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:

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

#### Toekomstjaar 2020



Figuur 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>6</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 ruimtelijke ontwikkelingen. 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>6</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 verstoring werkt op onze resultaten, is na het doorvoeren van de dynamische kalibratie-correctie een aanvullende correctie doorgevoerd.

## 3.4 **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, en in de bijlagemap 'Modelontwerpen' is per variant een strokenschema opgenomen.

- Referentie 2020:
  - De parallelbaan van de A12 tussen Knooppunt Oudenrijn en Knooppunt Lunetten is opgenomen met 2 rijstroken, conform de huidige situatie
  - De Ring-Noord is gelijkvloers vormgegeven, conform de huidige situatie.

[PM beschrijving netwerkvarianten Splitsen, Knopen, Selecteren.](#)

## 4 Resultaten / analyse

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de resultaten die voor de toekomstvarianten geproduceerd zijn.

[PM versiebeheer varianten tijdens optimalisatie runs](#)

Omdat veel knelpunten in beide spitsen optreden, zijn de resultaten in onderstaande beschrijving eerst geordend naar locatie, en dan pas naar spitsperiode. Aan het eind van de analyse van iedere modelvariant staan onder het kopje 'rode draad' de belangrijkste knelpunten genoemd. Dit hoofdstuk eindigt met aanvullende analyses waarin wordt gekeken naar trajecttijden, aantal voertuigverliesuren, intensiteiten op thermometerpunten en kiemknelpunten.

### 4.1 DMRU 2020 - Referentie

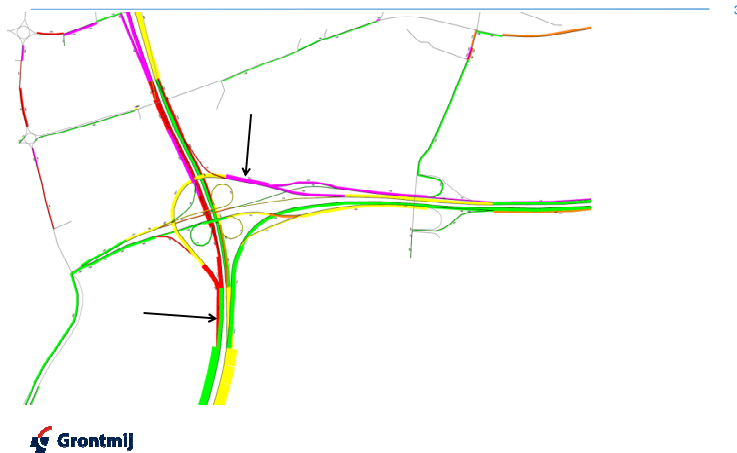
Het referentiemodel 2020 heeft als doel om knelpunten in kaart te brengen die optreden als er geen maatregelen genomen worden (vormgeving Lunetten – Rijnsweerd conform huidige situatie). Verder is de A12 parallelbaan tussen Oudenrijn en Lunetten vormgegeven met 2 rijstroken, conform de huidige situatie, en is de Ring-Noord, de NRU gelijkvloers uitgevoerd.

#### 4.1.1 Knooppunt Rijnsweerd: belangrijke knelpunten

##### Knooppunt Rijnsweerd Avondspits

### Referentie 2020 (Rijnsweerd Avondspits)

Fileduur

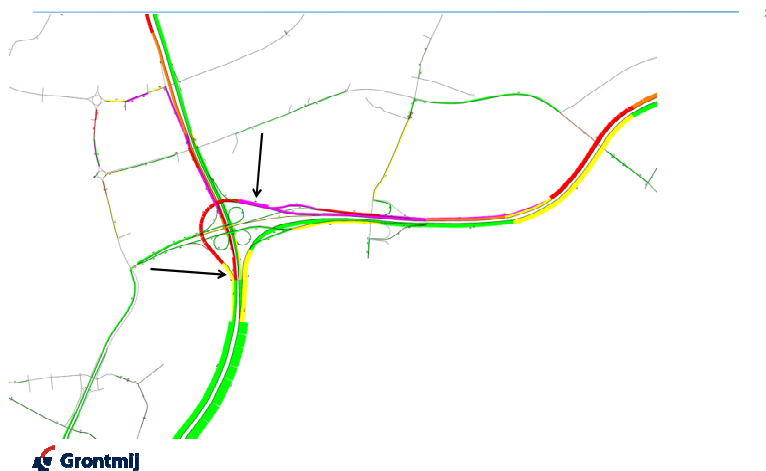


In de avondspits treden de grootste knelpunten op bij het Knooppunt Rijnsweerd. Het noord-zuidverkeer op de A27 kan niet afgewikkeld worden over 2 rijstroken bij de samenvoeging van de parallelbaan en de hoofdrijbaan, waardoor er een forse file ontstaat. Ook het verkeer van de A28 Oost naar de A27 Zuid heeft niet voldoende aan 2 rijstroken op de boog in Knooppunt Rijnsweerd. Deze twee hoofdknelpunten ontstaan al vroeg in de simulatie. Hierdoor ontstaat veel omrijgedrag in het model, bijvoorbeeld verkeer dat vanaf de A28 via de Veemarkt en de Waterlinieweg naar het zuiden reist. Dit omrijgedrag is aanzienlijk en veroorzaakt nieuwe knelpunten, waardoor het verkeersbeeld later in de simulatie vertroebeld wordt.

##### Knooppunt Rijnsweerd Ochtendspits

### Referentie 2020 (Rijnsweerd Ochtendspits)

Fileduur



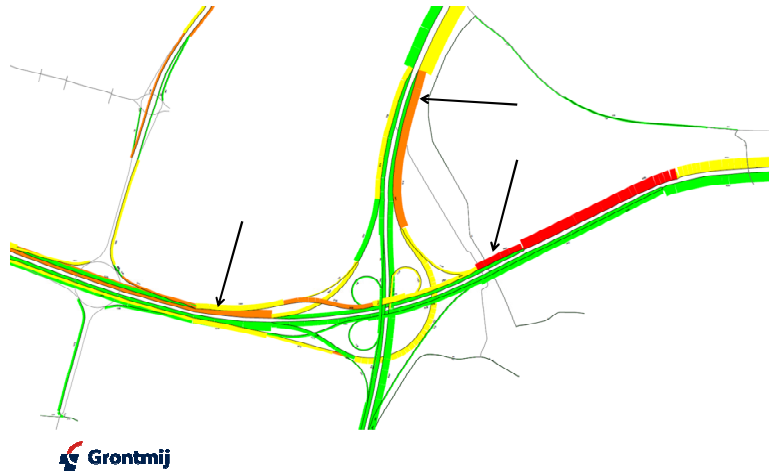
De ochtendspits laat in Knooppunt Rijnsweerd grotendeels hetzelfde verkeersbeeld zien als de avondspits. Ook hier is duidelijk onvoldoende capaciteit om het noord-zuidverkeer op de A27 en het verkeer van de A28 oost richting de A27 Zuid te kunnen afwikkelen, waardoor al aan het begin van de simulatie forse files ontstaan.

#### 4.1.2 Knooppunt Lunetten: belangrijke knelpunten

##### Knooppunt Lunetten Avondspits

### Referentie 2020 (Lunetten Avondspits)

Fileduur

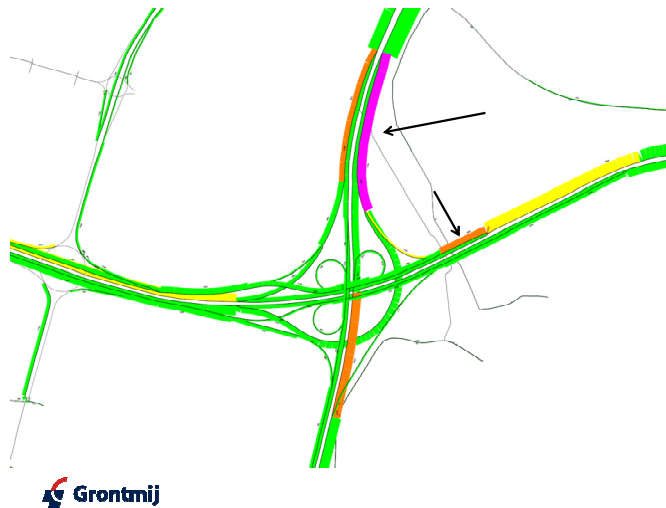


In Knooppunt Lunetten treden in de Referentie 2020 alleen lokale knelpunten op zonder ernstige terugslag. Omdat Knooppunt Rijnsweerd een zware bottleneck is voor het verkeer, is de instroom van de A27 noord richting Knooppunt Lunetten beperkt. De samenvoeging van de verkeersstromen van de A12 West en de A12 Oost richting de A27 Noord levert een lokaal knelpunt op. 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. Bij het begin van de parallelbaan van de A12 richting west, net 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 Rijsbruggerweg – Houten komt. In de huidige situatie komt die verkeersrelatie vanuit het zuiden op Knooppunt Lunetten af.

## Knooppunt Lunetten Ochtendspits

**Referentie 2020 (Lunetten Ochtendspits)**

Fileduur

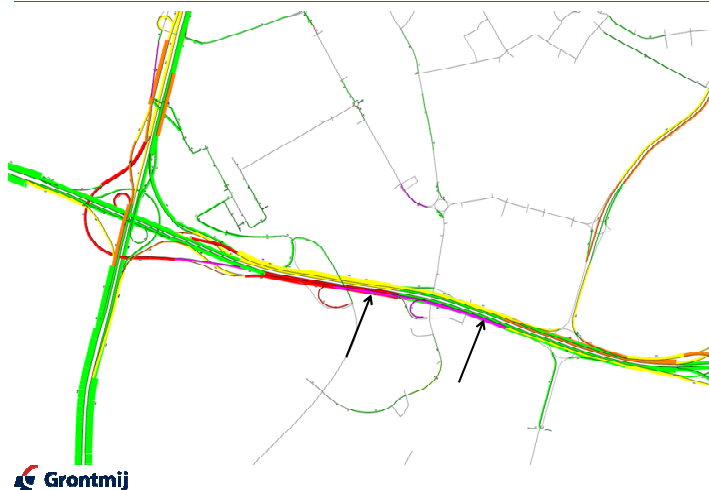


Ook in de ochtendspits levert de samenvoeging van de verkeersstromen van de A12 West en de A12 Oost richting de A27 Noord een lokaal knelpunt op.

## 4.1.3 Overig: belangrijke knelpunten

**Referentie 2020 (A12 Avondspits)**

Fileduur



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.

Verder ontstaan er knelpunten op de A12 parallelbaan van knooppunt Oudenrijn richting Knooppunt Lunetten. De 2 rijstroken op de parallelbaan bieden hier onvoldoende capaciteit.



#### 4.1.4 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 slaan terug tot ver buiten het studiegebied. Verder zorgt de onverbrede parallelbaan van de A12 tussen Knooppunt Oudenrijn en Knooppunt Lunetten 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 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 omrijroutes die op hun beurt weer nieuwe knelpunten veroorzaken. Hierdoor wordt het verkeersbeeld uiteindelijk vertroebeld en zijn er op basis van het model geen zinvolle uitspraken meer te doen over het verdere verloop van de spitsen.