RAPPORT

Utrecht-West
Aansluiting A2/NRU

Oplossingsrichtingen korte en middellange termijn

Klant: Provincie Utrecht

Referentie: T&PR001D01
Versie: 01/Finale versie
Datum: 7 november 2016

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Utrecht-West Aansluiting A2/NRU
Ondertitel:	
Referentie:	T&PR001D01
Versie:	01/Finale versie
Datum:	7 november 2016
Projectnaam:	Utrecht-West
Projectnummer:	BE7614-100-100
Auteur(s):	Suzanne van Lieshout

Opgesteld door:	Suzanne van Lieshout
Gecontroleerd door:	Albert Nauta
Datum/Initialen:	
Goedgekeurd door:	
Datum/Initialen:	

Classificatie
Vertrouwelijk

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The quality management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1 Inleiding 1

1.1 Behoefte aan inzicht verkeersvraagstuk aansluiting A2/NRU 1

1.2 Aanpak 1

2 Probleemanalyse 3

3 Oplossingsrichtingen: eerste verkenning 8

3.1 Beschrijving per oplossingsrichting 8

3.2 Overzicht resultaten 19

4 Oplossend vermogen bij toenemende verkeersdruk 21

4.1 Robuustheid M1 en M3 bij 10% extra verkeer 21

4.2 Robuustheid M3 bij 20% extra verkeer 22

4.3 Netwerkeffecten Divergerende Diamantaansluiting (M3) 22

5 Conclusies en aanbevelingen 23

5.1 Conclusies 23

5.2 Aanbevelingen 23

Bijlagen

Bijlage 1 Begeleidingsteam

Bijlage 2 Beschrijving toegepaste dynamische verkeersmodel

Bijlage 3 Ruimtelijke inpassing Fly-overs

1 Inleiding

1.1 Behoefte aan inzicht verkeersvraagstuk aansluiting A2/NRU[1]

Op de A2 aan de westkant van Utrecht spelen een aantal verkeersvraagstukken. Concreet gaat het om:

- Doseren van de Leidsche Rijntunnel;
- Verkeersafwikkeling op de aansluiting van de NRU (N230) op de A2;
- Verkeersafwikkeling op de A2 en A12;
- Verkeersafwikkeling op de gemeentelijke en provinciale wegen in de omgeving van de A2.

Voor elk van bovenstaande vraagstukken geldt dat er problemen zijn in de verkeersafwikkeling, met uitstralingseffecten naar andere delen van het wegennet aan de westkant van Utrecht.

Er is behoefte aan het scherper maken van de problemen en vooral om inzicht te verkrijgen in mogelijke oplossingsrichtingen voor zowel korte als de middellange termijn voor elk van deze vraagstukken.

Deze rapportage gaat specifiek in op de verkeersafwikkeling bij de aansluiting van de NRU (N230) op de A2. Dit is een druk kruispunt waar regelmatig dubbele stops voor het verkeer voorkomen. Bovendien zorgt het wevend verkeer op de NRU (N230) richting A2 voor een slechte doorstroming en onveilige situaties op de NRU. Ook is er een sterke relatie met de verkeersafwikkeling bij de Leidsche Rijntunnel: bij filevorming voor de tunnel ontstaat onder meer terugslag op de afritten bij de aansluiting A2/NRU.

Op termijn staan verbeteringen op het oostelijk deel van de NRU op het programma, waardoor de huidige problematiek bij de aansluiting op de A2 naar verwachting nog verder zal toenemen[2].

Doel van deze studie A2/NRU is dan ook om te verkennen welke oplossingsrichtingen voor de korte en middellange termijn zinvol zijn om nader te onderzoeken. Het betreft een eerste verkenning naar mogelijke oplossingen en het oplossend vermogen hiervan.

In 2013 heeft Het Groene Golf Team (GGT) in opdracht van de provincie Utrecht reeds onderzoek gedaan naar de verkeersregelinstallatie op de aansluiting van de A2/NRU. De geadviseerde aanpassingen aan de regeling zijn doorgevoerd, maar hebben het probleem niet opgelost. Vandaar dat nu breder wordt gekeken naar andersoortige oplossingen.

De studie is uitgevoerd in samenwerking met alle regiopartners in het gebied, te weten: provincie Utrecht, Rijkswaterstaat Midden-Nederland, gemeente Utrecht en gemeente Stichtse Vecht (zie bijlage 1 samenstelling begeleidingsteam).

1.2 Aanpak

Vanwege de samenhang met de overige verkeersvraagstukken die er liggen rondom Utrecht-West, is gebruik gemaakt van het verkeersmodel dat ook voor de Studie Tunneldosering Leidsche Rijntunnel is ingezet.
Hierdoor is er consistentie in de uitgangspunten en resultaten.

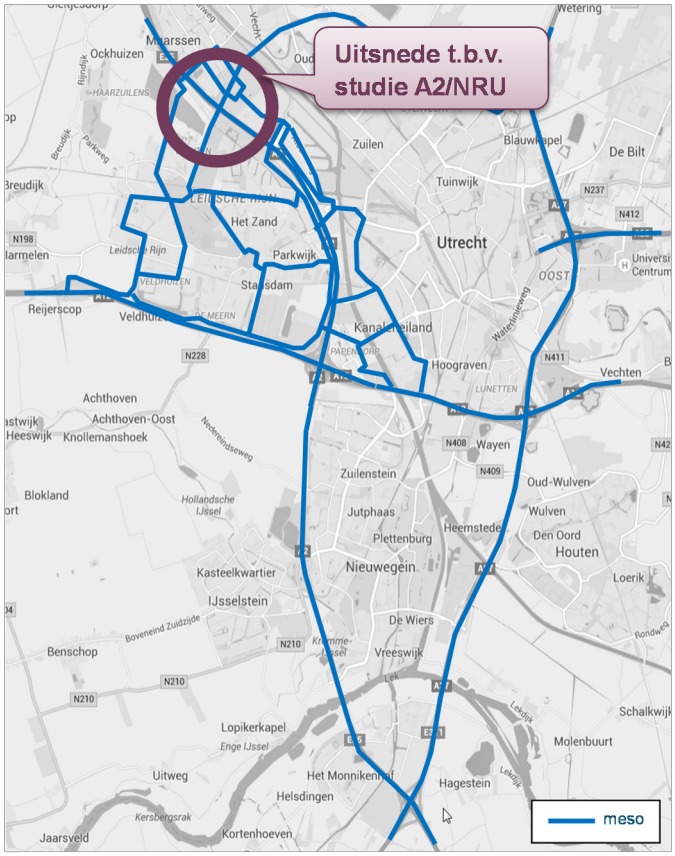
[1] *Aansluiting Maarssen op de A2 (afrit nr. 6)*
[2] *In 2012 en 2013 zijn door de gemeenteraad van Stichtse Vecht twee moties ingediend m.b.t. de aanpak van de verbetering van de NRU, waarbij de wens is uitgesproken de aanpak van de NRU niet uit te stellen en te pleiten voor een integrale aanpak waarin de aansluiting A2/NRU is meegenomen.*

Afgelopen jaar heeft RHDHV in opdracht van de gemeente Utrecht en Rijkswaterstaat Midden-Nederland het Dynamisch Verkeersmodel Utrecht (DVU) gebouwd, gebaseerd op het statische verkeersmodel Rekentool+. Het vigerende DVU beschrijft de huidige verkeersafwikkeling in de ochtendspits van 6 tot 10 uur, en in de avondspits van 15 tot 19 uur. Ten behoeve van de Studie Tunneldosering Leidsche Rijntunnel is het model voor het gebied nabij de A2 meer in detail gebracht (micro-simulatie) en voor het restgebied iets versoberd (om lange rekentijden te voorkomen). In Afbeelding 1 is het modelgebied voor de tunneldosering Leidsche Rijntunnel weergegeven. Ten behoeve van deze studie aansluiting A2/NRU is een uitsnede gemaakt voor een microsimulatie (zie Afbeelding 1).

Het toegepaste verkeersmodel is een dynamisch model opgesteld in Aimsun 8 Expert. In dit model kan overgegaan worden van mesoscopisch niveau (regio) naar microsimulatie (bijv. een aansluiting), zie ook bijlage 2. Beide niveaus zijn toegepast in deze studie. In eerste instantie is onderzoek gedaan naar de situatie en het oplossend vermogen van maatregelen op de aansluiting zelf. Dit is doorgerekend op microscopisch niveau. Vervolgens is onderzoek gedaan naar eventuele netwerkeffecten in de regio. Daarvoor is dezelfde maatregel nog eens doorgerekend op mesoscopisch niveau, waarbij voor de aansluiting de optimale kruispuntconfiguratie en regeling is ingebracht.

Voor de probleemanalyse is naast het verkeersmodel ook gebruik gemaakt van de kennis en ervaringen van de wegbeheerders zelf. Daarvoor is ondermeer een interview gehouden met het Regionaal Tactisch Team (RTT) van de regio Midden-Nederland.

De studie is met name gericht op het verkeerstechnisch functioneren van de oplossingsrichtingen. Aspecten als ruimtelijke inpassing, verkeersveiligheid en kosten zijn slechts indicatief bepaald en behoeven nader onderzoek.



Afbeelding 1 Meso model Studie Doseren Leidsche Rijntunnel en uitsnede micromodel A2/NRU

Royal HaskoningDHV

2 Probleemanalyse

De huidige situatie is met behulp van het dynamisch microscopisch verkeersmodel doorgerekend, voor zowel de ochtend- als de avondspitsperiode. Om de situatie zo goed mogelijk na te bootsen, is op de aansluiting de bestaande verkeerslichtenregeling in het model ingebracht (CCOL-regeling).

De uitkomsten van deze modelberekeningen zijn geanalyseerd op simulatiebeelden, die eventuele wachtrijvorming laat zien, en voertuigverliesuren van het studiegebied (zie Afbeelding 2).

Simulatiebeelden: omdat gerekend is met een dynamisch verkeersmodel wordt de op- en afbouw van een spitsperiode duidelijk in beeld gebracht. In deze rapportage is telkens een beeld (snapshot) van de simulatie opgenomen, dat representatief is voor de het drukste uur in de spits.

Voertuigverliesuren: voor elke spitsperiode van 4 uur is de hoeveelheid voertuigverliesuren in de spits binnen het studiegebied van de microsimulatie weergegeven. Het studiegebied omvat de aansluiting van de NRU op de A2, inclusief alle toe- en afritten en inclusief de aansluiting van Maarssenbroek op de NRU.

Filedetectie op de A2
In de huidige situatie is er filedetectie aanwezig op de toeritten van de A2. Zodra er file ontstaat op de A2 en deze terugslaat op de toeritten, gaat de verkeerslichtenregeling verkeer vanaf de NRU naar de A2 gedoseerd toelaten. Dit is een specifiek regelscenario binnen de bestaande regeling. In deze studie is de werking van dit scenario niet meegenomen in de berekeningen. Het betreft immers een specifieke situatie (niet regulier) waarvan de oorzaak bovendien buiten het studiegebied ligt. Weliswaar kan dit regelscenario de huidige problematiek versterken, maar het is niet de oorzaak van de huidige problematiek.

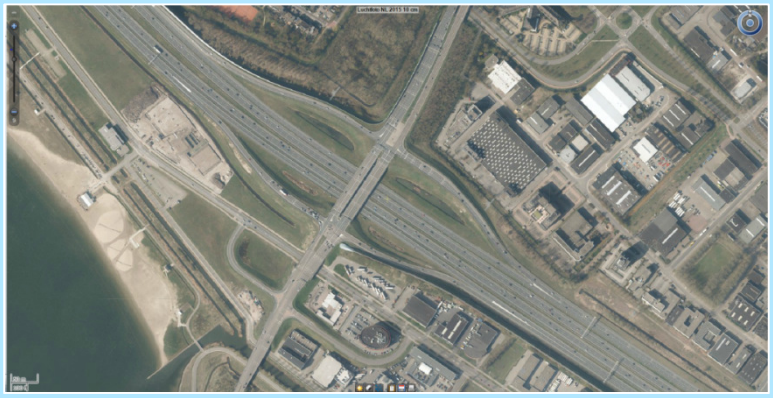
Afbeelding 2 Studiegebied van microscopisch verkeersmodel

Huidige situatie: probleemanalyse

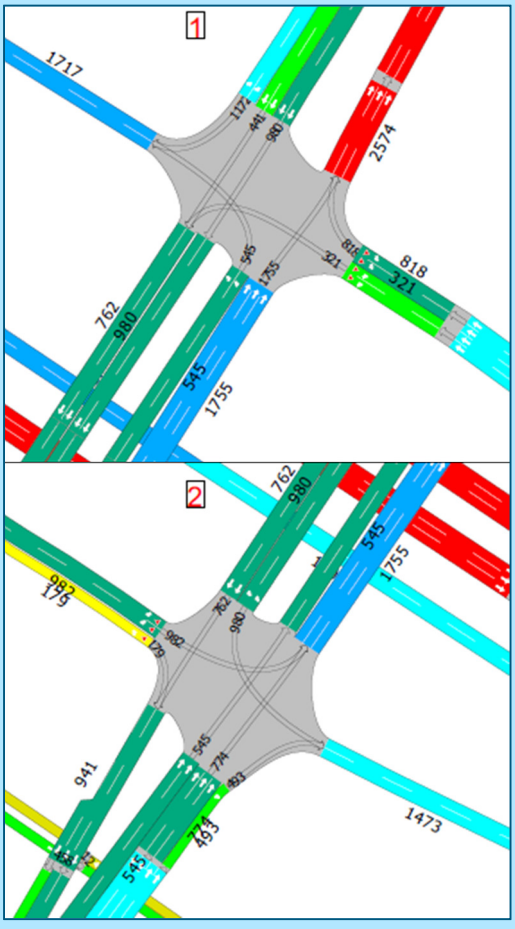
Beschrijving:

De aansluiting A2/NRU is een zwaar belaste aansluiting. De uitwisseling tussen de NRU en de A2 is sterk. Dit is terug te zien in de verkeersstromen op de aansluiting. De zwaarste belastingen zitten op de volgende richtingen:

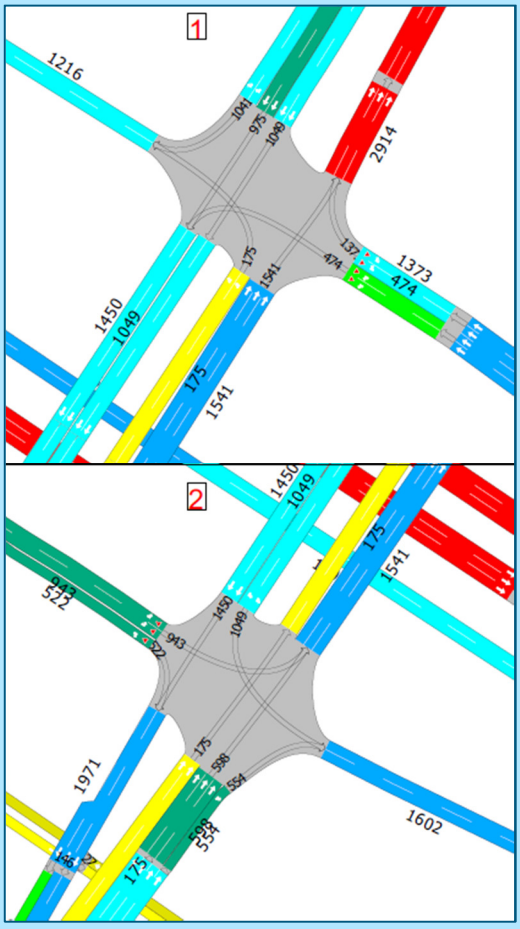
- NRU naar de A2, in beide richtingen;
- Beide afritten van de A2 naar de NRU.



Intensiteiten 2015 (1. Noordelijk kruispunt 2. Zuidelijk kruispunt)

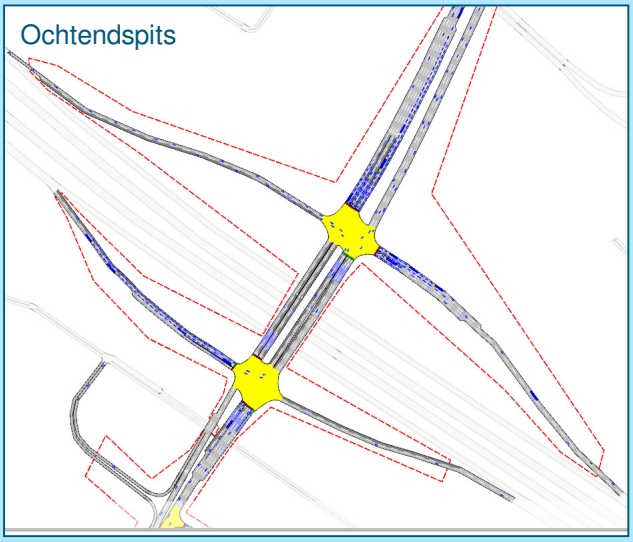


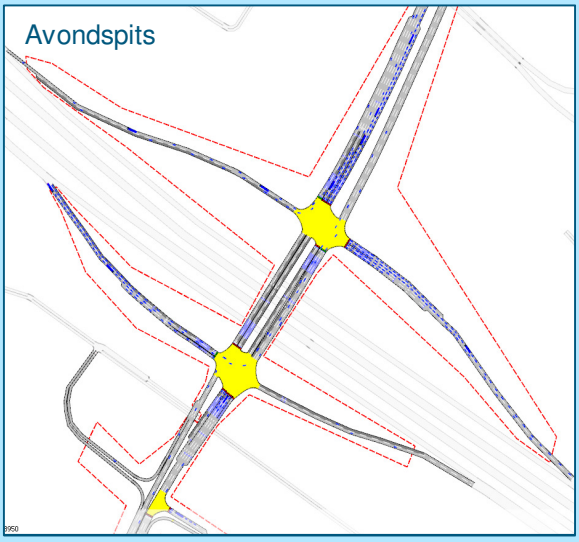
Ochtendspits



Avondspits

Simulatiebeelden:





In onderstaande tabel is weergegeven op welke locaties wachtrijen ontstaan en in welke periode. Een wachtrij is in dit geval gedefinieerd als de situatie waarin het verkeer in de simulatie te maken heeft met meer dan 1 stop voor het verkeerslicht (overstaan).

Wachtrijvorming	Ochtend	Avond
NRU	7:45-10:00 uur	17:00-17:45 uur
Afrit vanuit Amsterdam	Geen structurele wachtrij	17:00-17:45 uur
Afrit vanuit Den Bosch	Geen structurele wachtrij	16:45-19:00 uur

Voertuigverliesuren:

VVU	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	539	694	1233

Beschrijving verkeersafwikkeling huidige situatie:

De verkeersafwikkeling bij de aansluiting A2/NRU kent twee probleempunten:

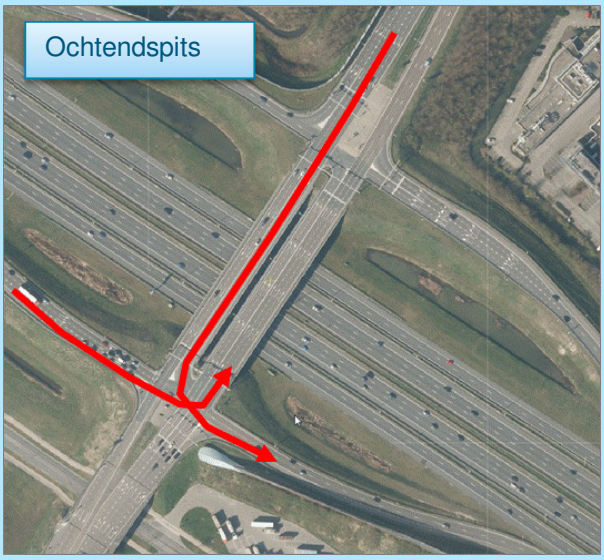
1. Verkeersafwikkeling van de A2 naar de NRU vice versa;
2. Weefprobleem op de NRU tussen de aansluiting Maarssenbroek en de aansluiting A2/NRU.

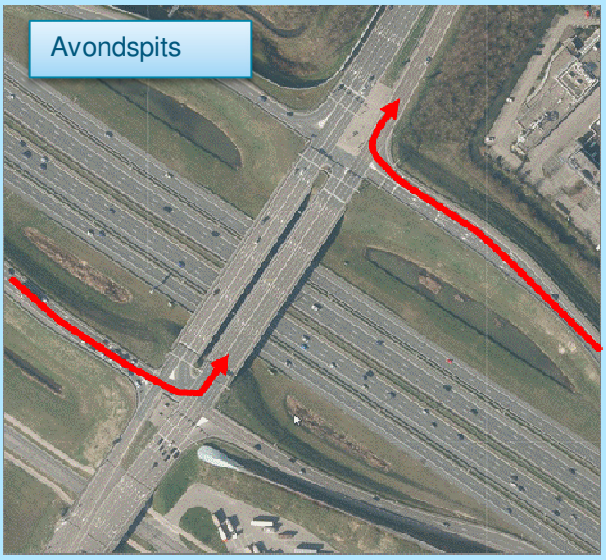
Het eerste probleempunt doet zich voor in zowel ochtend- als avondspits, maar is in de avondspits structureler van aard. Het tweede punt (weefprobleem) speelt hoofdzakelijk in de ochtendspits.

Verkeersafwikkeling van de A2 naar de NRU en vice versa

In de ochtendspits zijn het vooral de verkeersstromen vanaf de A2 uit Amsterdam richting de NRU en de stroom vanaf de NRU richting de A2 in zuidelijke richting waar de afwikkeling moeizaam verloopt. Beide linksaf bewegingen zorgen voor wachtrijvorming op de afrit resp. de NRU (zie rode pijlen in het linker plaatje van onderstaande afbeelding).

In de avondspits zijn het vooral de verkeersstromen vanaf de A2 naar de NRU die voor problemen in de verkeersafwikkeling zorgen. Dit leidt tot filevorming op beide afritten (zie rode pijlen in het rechter plaatje van onderstaande afbeelding).





Verkeersafwikkeling op de NRU tussen Maarssenbroek en de A2/NRU

Op de NRU kruisen twee grote verkeersstromen elkaar: verkeer van de NRU, wat voornamelijk de A2 richting Amsterdam als bestemming heeft (blauwe pijl in afbeelding hiernaast), en verkeer vanaf Maarssenbroek, dat in hoofdzaak de A2 richting Den Bosch als bestemming heeft (rode pijl in afbeelding hiernaast).

De weeflengte in combinatie met de beschikbare afrijcapaciteit op het kruispunt zorgt ervoor dat hier met name in de ochtendspits lange wachtrijen ontstaan. Deze wachtrijen slaan terug op de NRU.

Daarnaast zorgt de grote hoeveelheid wevend verkeer in combinatie met de wachtrijvorming die daarbij ontstaat, regelmatig voor gevaarlijke manoeuvres. Tijdens de spits gaat het voornamelijk om kop-staart ongevallen. Buiten de spitsperioden zijn het juist de grote snelheidsverschillen tussen verkeer op de NRU en verkeer oprijdend vanuit Maarssenbroek die voor gevaarlijke situaties zorgen.

Overall beeld probleemanalyse huidige situatie:

In de huidige situatie blijken met name de verkeersstromen tussen de NRU en de A2 in beide richtingen de drukste bewegingen. Opvallend hierbij is dat de relatie NRU - A2-Amsterdam in zowel ochtend- als avondspits in beide richtingen druk is. De relatie NRU – A2-Den Bosch kent wel duidelijke spitsrichtingen: in de ochtend richting A2-Den Bosch, in de avondspits vanaf de A2-Den Bosch richting NRU.

Het valt op dat het met name de linksaf bewegingen zijn die voor de grootste problemen in de verkeersafwikkeling zorgen. Deze richtingen zijn maatgevend in de verkeerslichtenregeling en daarmee in de totale verkeersafwikkeling.

Uit de probleemanalyse is verder naar voren gekomen dat de terugslag op de NRU niet alleen het gevolg is van de beperkte afrijcapaciteit bij het kruispunt, maar ook van het grote aandeel wevend verkeer in de ochtendspits vanuit Maarssenbroek en de NRU.

3 Oplossingsrichtingen: eerste verkenning

Een werksessie met de wegbeheerders heeft geresulteerd in een 7 tal oplossingsrichtingen, die in meer of mindere mate zouden kunnen bijdragen aan een betere verkeersafwikkeling bij de aansluiting A2/NRU. Voor elk van deze oplossingsrichtingen is in eerste instantie verkend wat het oplossend vermogen zou kunnen zijn, alvorens deze als maatregel verder in detail uit te werken.

In dit hoofdstuk zijn alle oplossingsrichtingen beschreven en is de mate van oplossend vermogen in beeld gebracht. Hiervoor is in de meeste gevallen gebruik gemaakt van het microscopisch verkeersmodel. In een aantal gevallen is een inschatting gemaakt op basis van de verkeersstromen uit het mesoscopisch dynamisch verkeersmodel.

In alle gevallen is gerekend met het huidige verkeersaanbod. Dit houdt in dat er nog geen onderzoek is gedaan naar verschuivingseffecten binnen het totale wegennetwerk, door bijvoorbeeld een aantrekkende werking van de oplossingsrichting. Wanneer uit de eerste verkenning blijkt dat een oplossingsrichting voldoende oplossend vermogen biedt voor de afwikkeling op de aansluiting A2/NRU, kan in een volgende stap worden gekeken naar de gevolgen op netwerkniveau.

Ook zijn in deze studie eventuele effecten van een verbetering op het oostelijk deel van de NRU nog niet meegenomen.

3.1 Beschrijving per oplossingsrichting

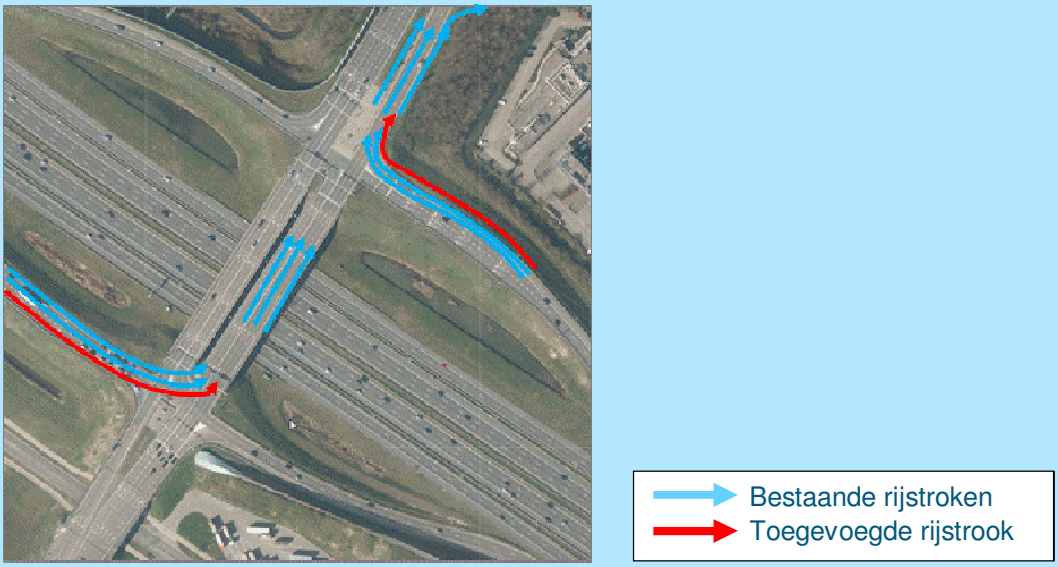
M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie

Beschrijving:
Uitbreiding van de afrijcapaciteit van de afritten naar de NRU door het toevoegen van extra rijstroken:

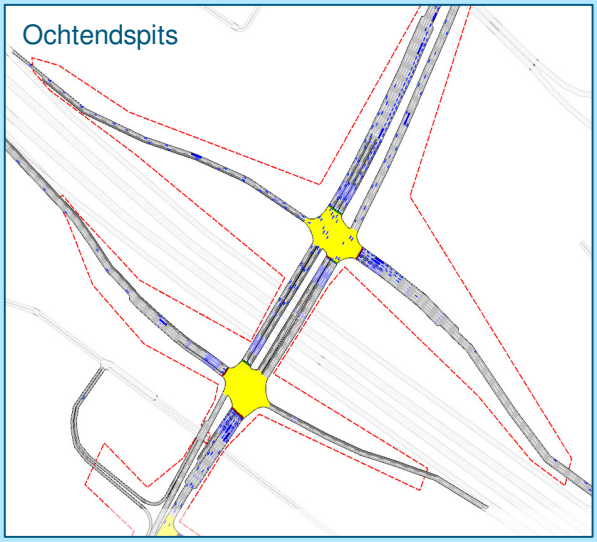
- 1 extra rijstrook op richting 10 (afrit vanuit Den Bosch);
- 1 extra rijstrook op richting 6 (afrit vanuit Amsterdam).

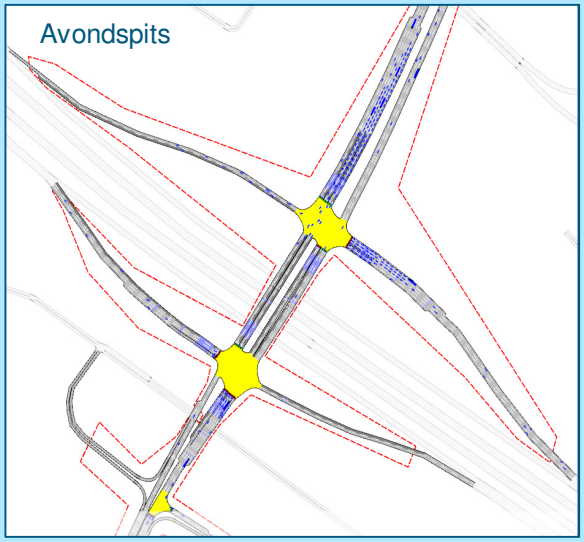
Vanwege de korte (weef)afstanden is het belangrijk om met name het verkeer richting Maarssenbroek via de NRU voortijdig goed te informeren over de juiste rijstrook.

Deze maatregel is voor beide spitsperioden doorgerekend met het microscopisch verkeersmodel.



Simulatiebeelden:





Voertuigverliesuren:

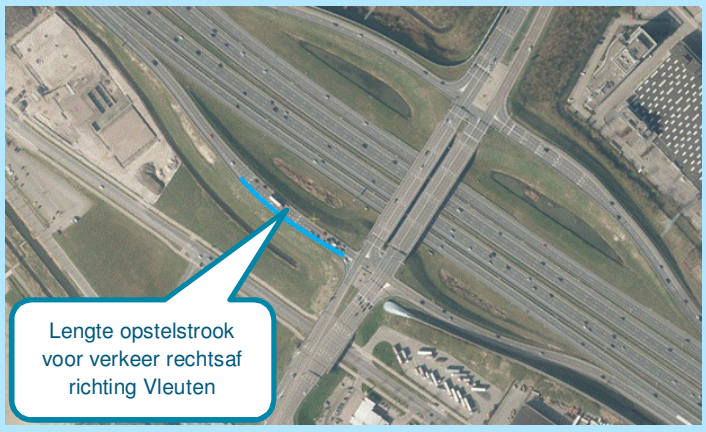
VVU	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	539	694	1233
M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie	463	307	771
Verschil	-14%	-55%	-37%

Beschrijving verkeersafwikkeling M1-aanpassing in de kruispuntconfiguratie:

Uit de simulaties blijkt dat door uitbreiding van het aantal rijstroken op de afritten de wachtrijen tot beheersbare lengte zijn teruggebracht: er komen geen dubbele stops meer voor. Het verkeer kan zonder vertraging worden afgewikkeld van de A2 naar de NRU.

De maatregel biedt echter geen oplossing voor het weefprobleem op de NRU. Het toevoegen van het aantal rijstroken biedt wel wat ruimte in de regeling, waardoor het verkeer vanaf de NRU naar verhouding iets meer groentijd krijgt in de regeling. Dit is echter onvoldoende om de huidige problematiek van het weven op te lossen: er ontstaan nog steeds wachtrijen op de NRU.

Ook komt door de oplossing van het knelpunt op de afritten een nieuw knelpunt naar voren: verkeer vanaf de afrit Amsterdam richting Vleuten heeft maar net voldoende afrijcapaciteit/ opstelruimte, waardoor de wachtrij voor het kruispunt op piekmomenten verder reikt dan de opstelstrook. Dit hindert het doorgaande verkeer vanaf de afrit naar de NRU. In de huidige situatie kwam dit probleem niet in beeld, doordat dit verkeer in de wachtrij op de afrit stond en de opstelruimte überhaupt niet kon bereiken. Bij verdere uitwerking van deze oplossingsrichting zal nader onderzoek nodig zijn of dit probleem zich ook voordoet in het definitief ontwerp. Zo ja, dan zijn aanpassingen in het ontwerp nodig.



M2: Halve aansluiting ter hoogte van Maarssenseweg

Beschrijving:

Aanleg van een extra ‘halve’ aansluiting vanuit Maarssenbroek naar de A2-Amsterdam vice versa, ter hoogte van Maarssenseweg/Burgemeester Waverijnweg. In het verleden lag hier ook de aansluiting Maarssenbroek. Omstreeks 1981 werd deze oude aansluiting gesloten en is de nieuwe aansluiting A2/NRU in gebruik genomen.

Doel van de extra aansluiting is om de verkeersdruk op de aansluiting A2/NRU te verlagen door een deel van het verkeer een andere route te geven. Bovendien kan het de reistijd voor het verkeer vanuit Maarssenbroek naar de A2-Amsterdam vice versa beperken. Dit verkeer ondervindt nu veel vertraging op de aansluiting bij de NRU.

Modelresultaten:

Met het mesoscopisch dynamisch verkeersmodel zijn selected links gedraaid op de toe- en afrit vanaf de NRU naar Maarssenbroek. Hieruit is afgeleid hoeveel verkeer vanuit Maarssenbroek gebruik maakt van de toe- of afrit naar de A2-Amsterdam:

Intensiteiten (mvt/uur)	Ochtend	Avond
Vanuit Maarssenbroek richting A2-Amsterdam	250	200
Vanuit A2-Amsterdam richting Maarssenbroek	80	90

Verkeer vanuit de A2-Amsterdam richting Maarssenbroek maakt in de huidige situatie ook gebruik van de Heldinnenlaan ten westen van de A2. Dit om de zwaar belaste linksaf beweging te mijden. Vandaar dat bovenstaande tabel een ‘scheve’ verhouding laat zien tussen beide richtingen.

Beschrijving verkeersafwikkeling M2-halve aansluiting ter hoogte van Maarssenseweg:

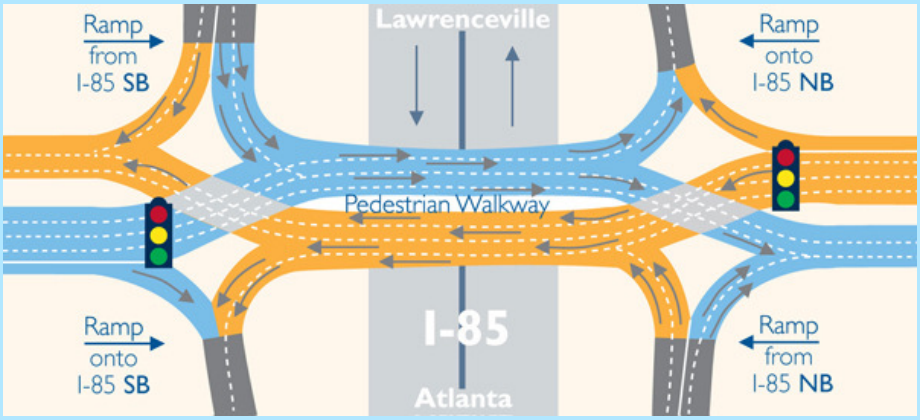
De relatie Maarssenbroek – A2-Amsterdam blijkt relatief klein te zijn. Het is daarmee een relatief dure maatregel voor een relatief kleine doelgroep om het probleem bij de aansluiting A2/NRU te verzachten/op te lossen. Bovendien is er kans op ongewenst gebruik van de aansluiting door bijvoorbeeld verkeer dat vanaf de NRU via Maarssenbroek gaat sluipen om via deze aansluiting naar de A2 te rijden.
Deze maatregel is daarom niet verder uitgewerkt of doorgerekend in het microscopisch verkeersmodel.

M3: Divergerende Diamantaansluiting

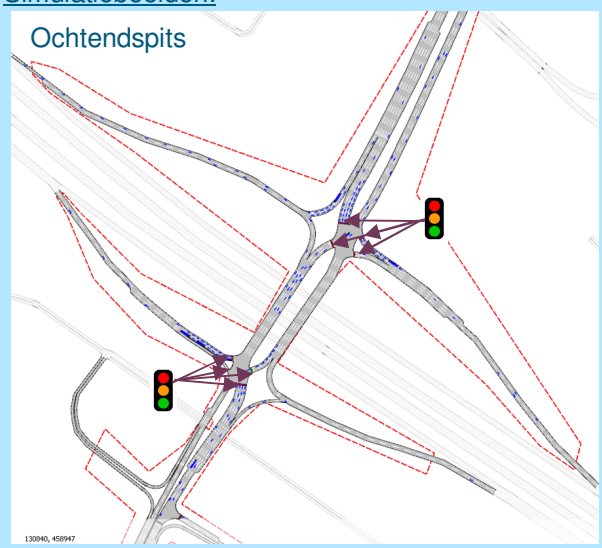
Beschrijving:
Een divergerende diamantaansluiting is een afwijkende aansluitingsvorm. De linksaf en rechts afslaande verkeersstromen zijn uit elkaar gehaald door ze op het kruispunt te laten wisselen van rijbaan en het verkeer op het viaduct dat in dezelfde richting rijdt te laten weven. Hierdoor zijn er veel minder conflicterende verkeerstromen en ontstaat een hogere capaciteit. Deze vormgeving biedt met name een oplossing als er zware conflicterende linksaf stromen zijn op een conventionele Haarlemmermeer-aansluiting, zoals bij de aansluiting A2/NRU het geval is.

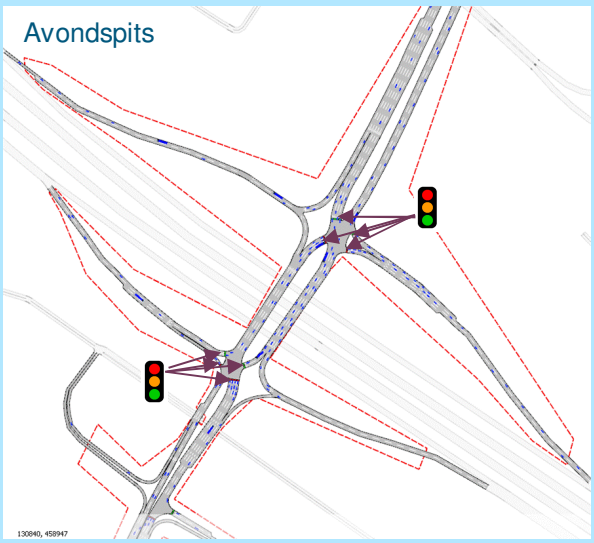
Bij deze aansluitingsvorm rijdt het verkeer over een korte lengte links van elkaar. Dit is vrij uniek in Nederland en vraagt dan ook om een goede en eenduidige weginrichting, om verwarring voor weggebruikers te voorkomen. Tegelijkertijd is het aantal conflictenpunten minder dan bij een conventionele Haarlemmermeeraansluiting.

Deze aansluitingsvorm is niet eerder in Nederland toegepast. In de USA zijn er al meer dan 60 gerealiseerd en ook in Frankrijk is de divergerende diamantaansluiting toegepast. Onderstaande afbeelding is een schematische weergave van het principe van een divergerende diamantaansluiting, zoals toegepast in de USA.



Simulatiebeelden:





Voertuigverliesuren:

VVU	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	539	694	1233
M3: divergerende diamantaansluiting	178	192	370
Verschil	-67%	-72%	-70%

Beschrijving verkeersafwikkeling M3-divergerende diamantaansluiting:
De divergerende diamantaansluiting biedt voldoende capaciteit en kan het verkeer in zowel de ochtend- als avondspits goed afwikkelen. Er ontstaan geen wachtrijen meer.
Vanuit verkeersveiligheidsperspectief zijn de kruisingsvlakken boven aan de afritten ook van VRI's voorzien. Verkeer richting de toeritten kan vrij, zonder verkeerslichten, worden afgewikkeld.

Door de vlotte afwikkeling en daarmee ook een betere afrijcapaciteit voor het verkeer vanaf de NRU, ontstaan er ook geen weefproblemen meer op de NRU tussen Maarssenbroek en de A2.

De divergerende diamantaansluiting is doorgerekend met 2x4 rijstroken op het viaduct zelf. Dit blijkt voldoende voor een goede en vlotte afwikkeling van het verkeer. Dit betekent dat de oplossing past binnen de huidige beschikbare ruimte van het viaduct (nu 4 + 5 rijstroken op het viaduct).

Een eerste verkenning van de inpasbaarheid van deze aansluitingsvorm laat zien dat het past binnen de beschikbare ruimte. Echter de ruimtelijke inpassing van de diamantaansluiting moet in een verdere uitwerking van deze oplossingsrichting nader onderzocht worden, waarbij met name de inpassing van het kruispunt Haarrijnse Rading met De Heldinnenlaan/Nieuwe Wetering een aandachtspunt is.

M4: Rerouten verkeer vanuit Maarssenbroek richting A2-Den Bosch via Atoomweg

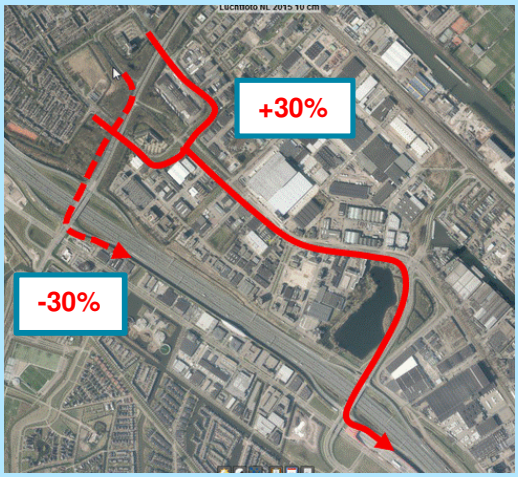
Beschrijving:
Door in de ochtendspits verkeer vanuit Maarssenbroek richting het zuiden via de Atoomweg en aansluiting Leidsche Rijn Centrum te sturen/informeren, is er minder wevend verkeer op de aansluiting A2/NRU. Het gaat alleen om de richting naar het zuiden, de tegenrichting houdt wel de aansluiting A2/NRU als voorkeursroute vast. Deze maatregel is enkel bedoeld voor de ochtendspits, wanneer de verkeersstroom vanuit Maarssenbroek naar de A2-Den Bosch het zwaarst is.

Het is een relatief eenvoudige maatregel die geen extra infrastructurele uitbreiding vraagt van de aansluiting A2/NRU. Wel moeten de groentijden van de verkeerslichtenregelingen op de kruispunten van de alternatieve route mogelijk iets worden aangepast.

De maatregel heeft een informatief karakter; verkeer krijgt reisinformatie op het onderliggend wegennet van Maarssenbroek, waarop men zelf kan beslissen de route via de NRU te nemen of door te rijden via de Atoomweg. Omdat het geen dwingend karakter heeft, is vooraf lastig in te schatten hoeveel verkeer deze alternatieve route zal nemen. In de berekeningen is een aanname gedaan dat 30% van het huidige verkeer vanuit Maarssenbroek dat nu gebruik maakt van de toerit naar A2-Den Bosch bij de aansluiting NRU, zal doorrijden via de Atoomweg.

Het langer vasthouden van het verkeer op het onderliggend wegennet past niet geheel binnen de Sturingsvisie Midden-Nederland. Maar met zicht op een structurele oplossing is deze maatregel wel toepasbaar.

Er zijn vele uitvoeringsvormen mogelijk voor het rerouten van verkeer, zoals vaste bebording, een dynamisch paneel of incar-systemen. In deze verkenning is de verschijnings-vorm buiten beschouwing gelaten en alleen gekeken naar het effect op de verkeersafwikkeling wanneer een deel van het verkeer via een andere route rijdt.



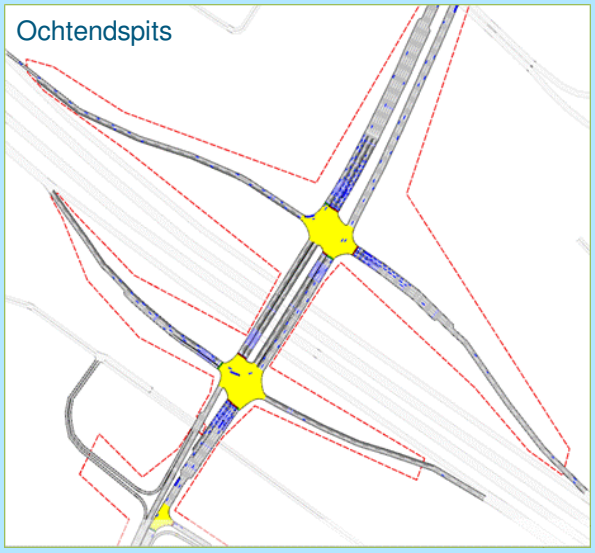
Modelresultaten

Met het mesoscopisch dynamisch verkeersmodel zijn selected links gedraaid op de toerit naar de NRU vanuit Maarssenbroek. Hieruit is afgeleid hoeveel verkeer vanuit Maarssenbroek gebruik maakt van de toerit naar de A2-Den Bosch. De omvang van deze verkeersstroom geeft weer dat het om een substantieel aandeel gaat en de oplossingsrichting daarom zinvol is om nader te bekijken.

Intensiteiten (mvt/uur)	Ochtend
Vanuit Maarssenbroek richting A2-Den Bosch	510

Simulatiebeelden

Ochtendspits



Voertuigverliesuren:

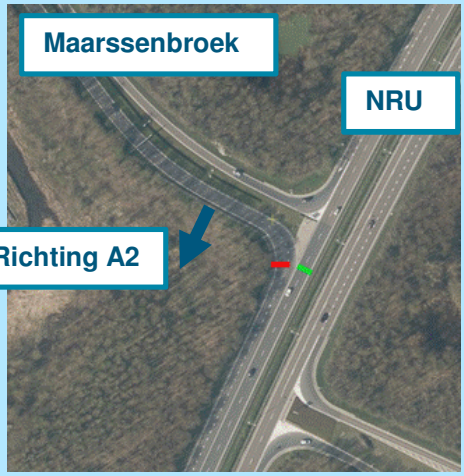
VVU	Ochtend
Huidige situatie	539
M4: Rerouten verkeer via Atoomweg	269
Verschil	-50%

Beschrijving verkeersafwikkeling M4-Rerouten verkeer vanuit Maarssenbroek via Atoomweg:
Wanneer in de ochtendspits 30% van het verkeer vanuit Maarssenbroek richting de A2-Den Bosch kiest voor de route via de Atoomweg, dan is de verkeersafwikkeling in de ochtendspits goed: er ontstaan geen wachtrijen meer op de NRU of in het algemeen. De linksaf beweging is in de ochtendspits zwaar belast en vermindering met ca. 150 mvt/uur (= 30% van verkeer vanuit Maarssenbroek richting A2-Den Bosch) biedt veel ruimte in de regeling, waar ook de andere richtingen van profiteren.
Ook het weefprobleem op de NRU is opgelost, wat bovendien bijdraagt aan de verkeersveiligheid.

Op de alternatieve route is voldoende ruimte om dit extra verkeer in de ochtendspits te verwerken. De regeling bij de Atoomweg-LageWeide viaduct en de regeling bij de aansluiting Leidsche Rijn Centrum hebben voldoende ruimte om deze extra verkeersstroom binnen de huidige cyclustijden te verwerken. Deze verkeersstroom kan gelijktijdig groen krijgen met de tegengestelde richting, die veel zwaarder en daarmee maatgevend is in de regeling.

M5: VRI bij invoegend verkeer vanuit Maarssenbroek op de NRU

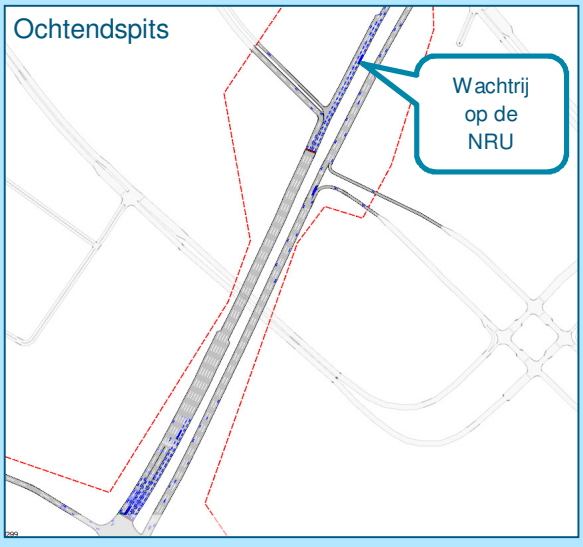
Beschrijving:



Het weven van het verkeer vanuit Maarssenbroek (richting A2-Den Bosch) met het verkeer op de NRU (richting A2-Amsterdam) leidt er toe dat de huidige opstel- en afrijcapaciteit bij het kruispunt niet volledig benut wordt. Bovendien leidt het tot onveilige situaties. Met een VRI kan het verkeer om en om geregeld worden.

De maatregel is vooral bedoeld voor de ochtendspits, wanneer de toestroom vanuit Maarssenbroek het zwaarst is. Het is echter niet geloofwaardig om de verkeerslichtenregeling alleen in de ochtendspits in te schakelen en de andere perioden van de dag uit te schakelen. Vandaar dat deze maatregel voor beide spitsen is doorgerekend. Voor de ochtendspits is een snapshot weergeven van de simulatie (avondspits geeft een vergelijkbaar beeld).

Simulatiebeelden



Voertuigverliesuren:

VVU	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	539	694	1233
M5: VRI bij invoegend verkeer Maarssenbroek	659	916	1575
Verschil	+22%	+32%	+27%

Beschrijving verkeersafwikkeling M5 VRI bij invoegend verkeer Maarssenbroek op NRU:

Uit de simulaties met het microscopisch dynamisch verkeersmodel blijkt dat een koppeling nodig is met het kruispunt bij de aansluiting A2/NRU. Deze koppeling is in de simulaties opgenomen. Wanneer er geen koppeling is, is de toestroom voor verkeer te groot en loopt het opstelvak voor de aansluiting A2/NRU snel vol. Met een ontruimingstijd van 15 seconden blijft de afwikkeling naar de aansluiting A2/NRU goed beheersbaar. Echter een ontruimingstijd van 15 seconden leidt weer tot lange wachtrijen op de NRU.

Er is nagedacht over een andere locatie van de VRI's maar de inschatting is dat de verkeersafwikkeling dan niet anders is.

De verliestijd ten opzichte van de huidige situatie neemt toe doordat er eerder file ontstaat op de NRU. Nu worden alle voertuigen tegengehouden bij het dosseerlicht, ook het verkeer dat in de huidige situatie ongehinderd rechtsaf of rechtdoor kan rijden zodra de weg richting deze signaalgroepen vrij is.

Kortom: het plaatsen van VRI's bij het invoegend verkeer vanuit Maarssenbroek is als aparte maatregel niet oplossend voor het weefprobleem. Mogelijk kan het wel in combinatie met (een) andere maatregel(en) bijdragen aan het verkeersveiligheidsprobleem van het invoegend verkeer vanuit Maarssenbroek.

M6: Fly-over A2-NRU

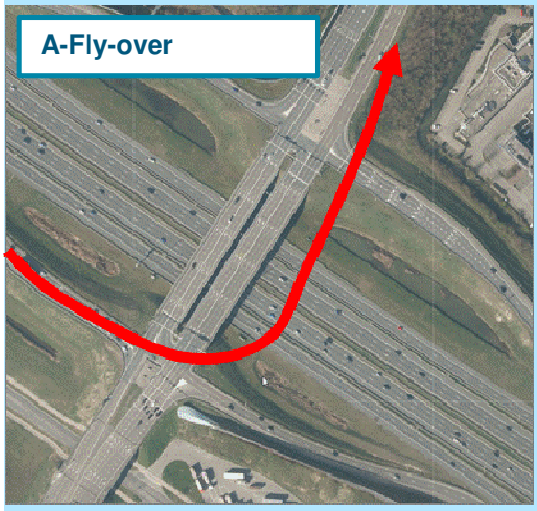
Beschrijving:

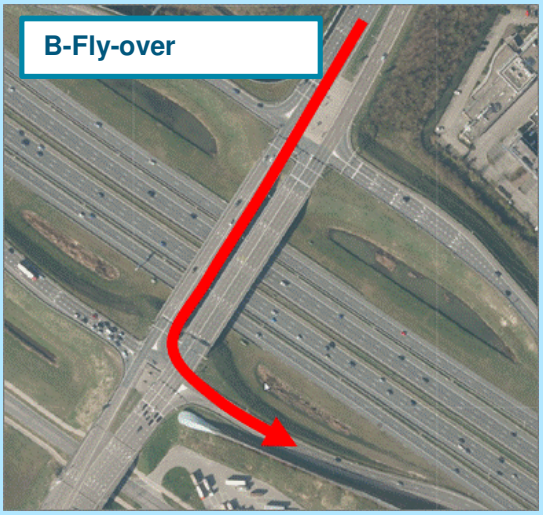
De aanleg van een fly-over bij de aansluiting A2/NRU zorgt ervoor dat je een zware verkeersstroom buiten de aansluiting om afwikkelt, waardoor die verkeersstroom een vrije afwikkeling heeft en het overige verkeer meer ruimte krijgt. In deze studie zijn twee fly-overs separaat verkend:

A. A2-Amsterdam richting de NRU;
B. NRU richting de A2-Den Bosch. Waarbij voor het verkeer vanuit Maarssenbroek de huidige aansluiting in gebruik blijft.

Beide fly-overs zijn dubbelstrooks uitgevoerd.

De oplossingsrichtingen zijn afzonderlijk bekeken met het microscopische verkeersmodel.

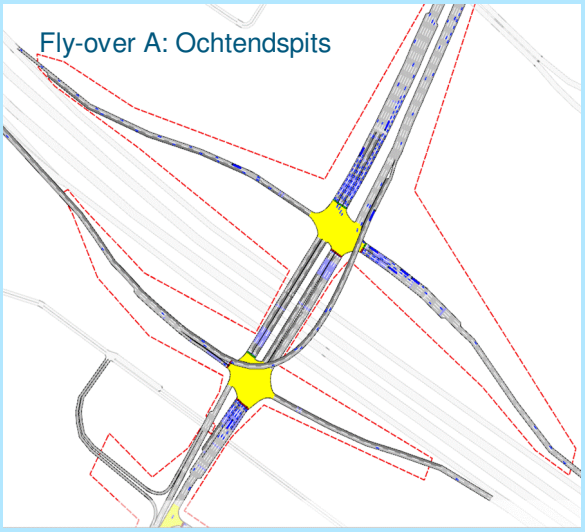


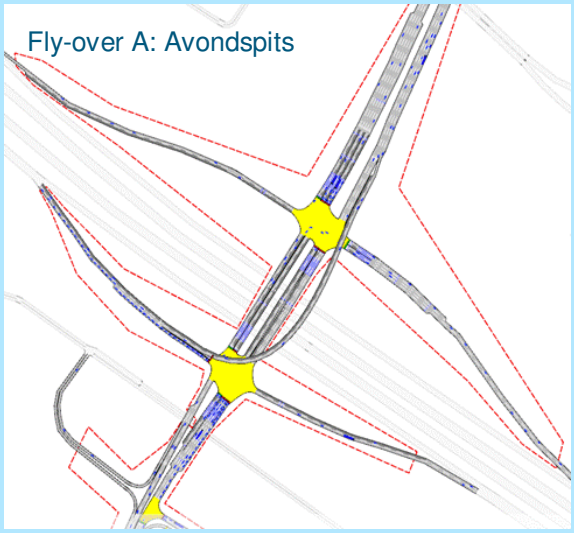


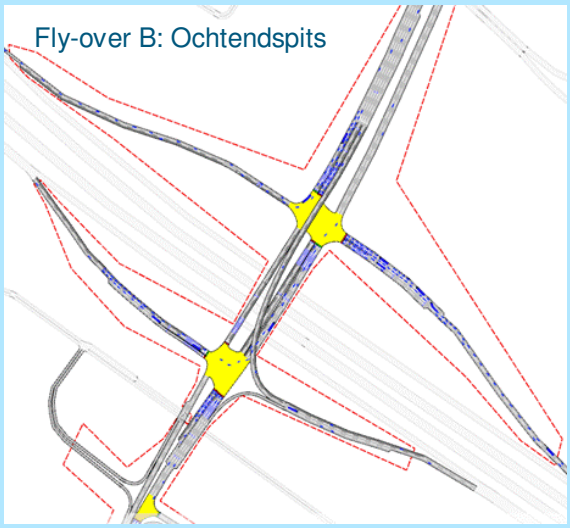
Voertuigverliesuren:

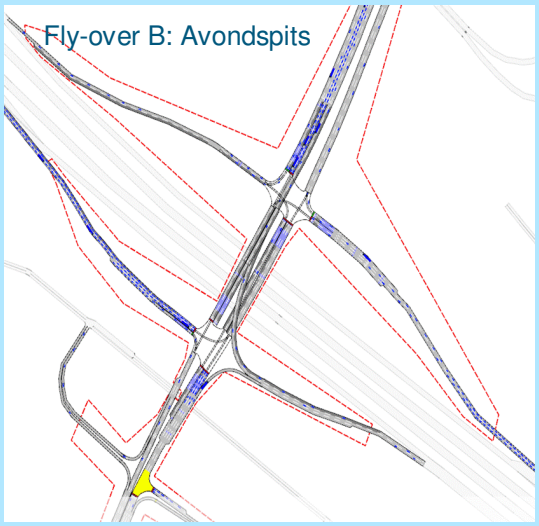
VVU	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	539	694	1233
M6A: Fly-over vanuit A2-Amsterdam	167	435	602
Verschil: Fly-over vanuit A2-Amsterdam	-69%	-37%	-51%
M6B: Fly-over vanuit NRU	335	794	1129
Verschil: Fly-over vanuit NRU	-38%	+14%	-8%

Simulatiebeelden:









Beschrijving verkeersafwikkeling M6 Fly-over A2-NRU:

A- Fly-over A2-Amsterdam richting NRU

Uit de simulaties blijkt dat met een fly-over richting de NRU de huidige wachtrijen in de avondspits volledig oplossen. Wel komt er een nieuw knelpunt in beeld bij de afrit vanuit Amsterdam. De opstelruimte voor het rechts afslaand verkeer richting Vleuten is bij de huidige instellingen onvoldoende om het verkeersaanbod te kunnen verwerken, waardoor er alsnog filevorming ontstaat op de afrit. In een eventuele uitwerking naar een definitief ontwerp moet nader worden onderzocht of een aanpassing van de verkeerslichtenregeling dit knelpunt voldoende oplost. Zo niet, dan is aanpassing van het ontwerp noodzakelijk.

B- Fly-over NRU richting A2-Den Bosch

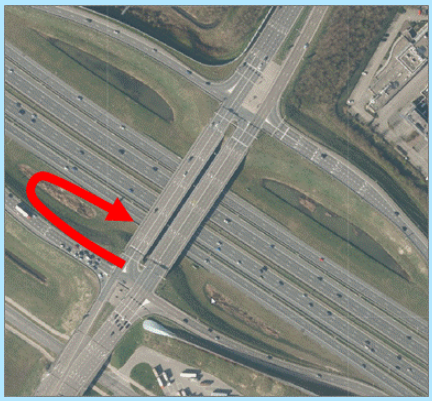
Uit de simulaties blijkt dat met een fly-over richting de A2-Den Bosch in de ochtendspits de wachtrij op de NRU en de wachtrij op de afrit vanuit Amsterdam volledig oplossen. Echter vanaf de afrit vanuit A2-Den Bosch blijft de rechtsaf beweging een knelpunt, met lange wachtrijen tot gevolg. In een eventuele uitwerking naar een definitief ontwerp moet nader worden onderzocht of een aanpassing van de verkeerslichtenregeling dit knelpunt voldoende oplost. Zo niet, dan is aanpassing van het ontwerp noodzakelijk.

In de avondspits blijft de afwikkeling vanaf beide afritten van de A2 naar de NRU een knelpunt.

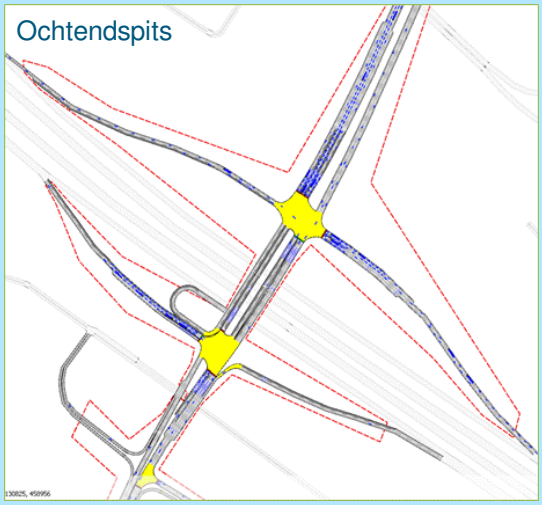
Voor beide fly-overs is een eerste toets uitgevoerd op maakbaarheid. De resultaten van deze toets zijn opgenomen in bijlage 3. Deze oplossingsrichting is ruimtelijke niet in te passen (o.a. te korte weefvaklengtes) en dus niet maakbaar.

M7: Vogelbekoplossing

Beschrijving:
Verleggen van de toerit vanuit de NRU richting de A2-Den Bosch. Hierdoor haal je een linksaf beweging uit de verkeerslichtenregeling. De huidige toerit blijft gehandhaafd voor het verkeer vanuit Vleuten.
Voor de ochtendspits is een snapshot weergeven van de simulatie.



Simulatiebeelden:



Voertuigverliesuren:

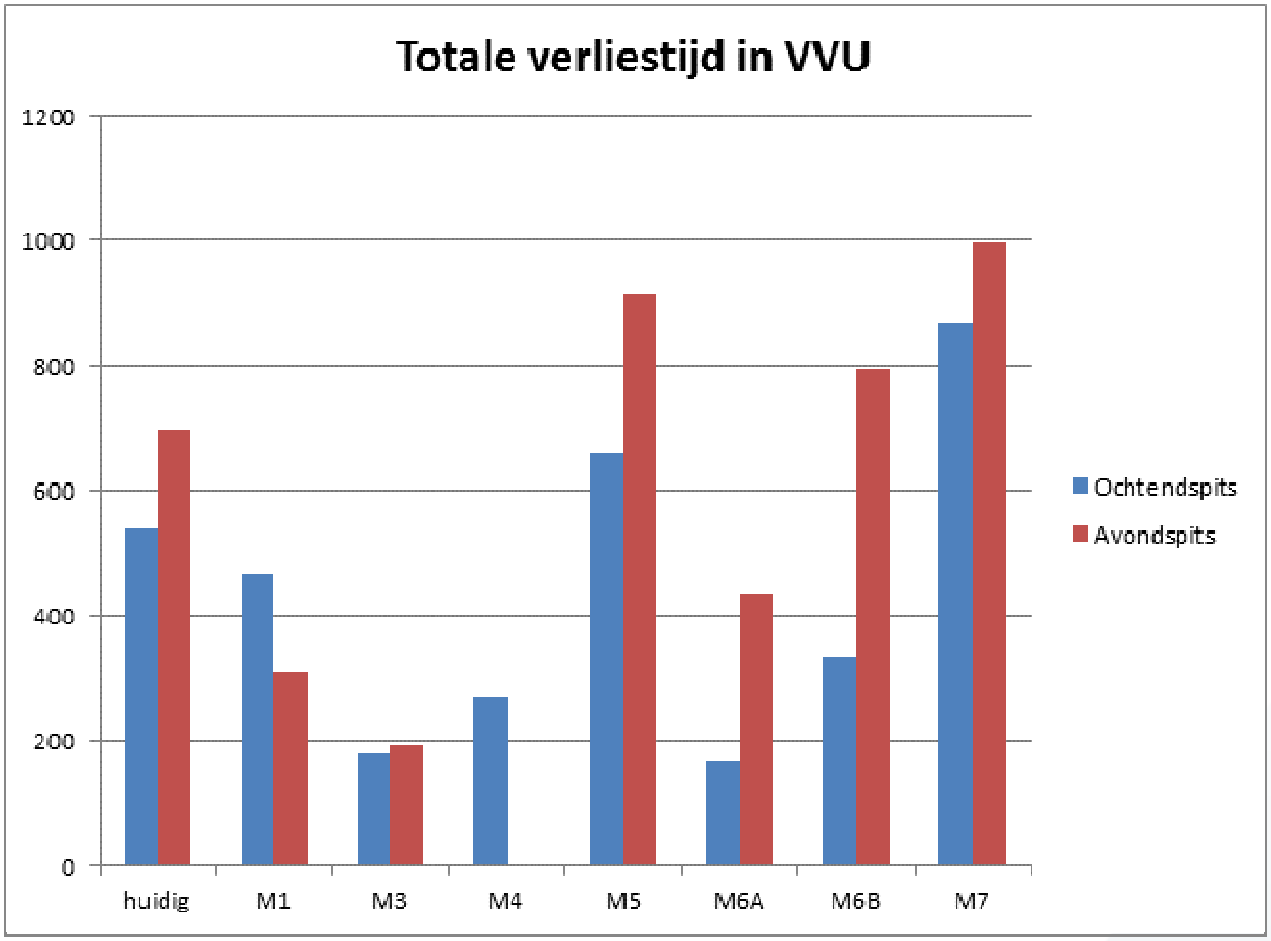
VVU	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	539	694	1233
M7: Vogelbekoplossing	869	994	1863
Verschil	+62%	+43%	+51%

Beschrijving verkeersafwikkeling M7 Vogelbekoplossing:
Uit de berekeningen met het microscopisch dynamisch verkeersmodel blijkt dat de Vogelbekoplossing het knelpunt op de afrit A2-Amsterdam oplost. Echter de knelpunten van het wevend verkeer op de NRU en de wachtrij op de afrit A2-Den Bosch lossen niet op: de wachtrijen zijn hetzelfde als in de huidige situatie. De verliestijd neemt toe ten opzichte van de huidige situatie, om twee redenen. Ten eerste krijgt de rechtsaffer minder groen doordat er in dit ontwerp meer richtingen alternatief mee kunnen realiseren met de NRU (eerst alleen de rechtsaffer vanaf de A2 zuid). Ten tweede stelt het verkeer in dit ontwerp zich op, vanaf de NRU richting de A2 zuid, op de middelste twee rijstroken voor de VRI. In de huidige situatie zijn dit de twee linker rijkstroken. Doordat deze richting oververzadigd is ontstaat er een wachtrij op de NRU waardoor de NRU in een veel eerder stadium al volledig blokkeert dan in de huidige situatie.

De ruimte tussen de afrit uit Amsterdam en de A2 is te krap om de Vogelbekoplossing in te passen. De oplossingsrichting is dus niet ruimtelijk in te passen en daarmee niet maakbaar.

3.2 Overzicht resultaten

Alle maatregelen zijn in eerste instantie verkend met het huidige verkeersaanbod. Van alle maatregelen zijn de voertuigverliesuren berekend, zoals ook in voorgaande paragraaf is weergegeven. Onderstaande grafiek geeft een totaaloverzicht van de voertuigverliesuren per maatregel.



* M4-rerouten verkeer Maarssenbroek via Atoomweg, is een maatregel die alleen in de ochtendspits wordt ingezet. Voor de avondspits wordt dan ook verondersteld dat de verliestijd gelijk is aan de verliestijd in de huidige situatie.

Afbeelding 3 Voertuigverliesuren per oplossingsrichting

Voor elk van de oplossingsrichtingen is ook een indicatieve inschatting van de kosten gemaakt. Dit geeft, samen met de voertuigverliesuren, een eerste beeld van de kansrijkheid van de maatregelen. In onderstaand overzicht zijn de resultaten van deze eerste verkenning samengevat.

Maatregel	Oplossend vermogen	Kosten indicatie	Ruimtelijk inpasbaar?	Realisatie termijn	Conclusie
M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie	Ochtend: beperkt Avond: goed	1-2,5 M€	Ja	1-3 jaar	✓
M2: Halve aansluiting t.h.v. Maarssenseweg	Beperkt	5-25 M€	Ja	1-3 jaar	✗
M3: Divergerende Diamantaansluiting	Zeer goed	2-5 M€	Ja	1-3 jaar	✓
M4: Rerouten verkeer vanuit Maarssenbroek	Ochtend: goed	< 0,5 M€	Ja	< 1 jaar	✓
M5: VRI bij invoegend verkeer Maarssenbroek	Negatief[1]	< 0,5 M€	Ja	1-3 jaar	✓
M6: A-Fly-over vanuit A2-Amsterdam	Goed	> 25 M€	Nee	> 5 jaar	✗
M6: B-Fly-over vanuit NRU	Beperkt	> 25 M€	Nee	> 5 jaar	✗
M7: Vogelbekoplossing	Negatief	> 25 M€	Nee	> 5 jaar	✗

1 als afzonderlijke maatregel negatief. Mogelijk wel positief in combinatie met een andere maatregel.

4 Oplossend vermogen bij toenemende verkeersdruk

Vanuit de eerste verkenning (zie hoofdstuk 3) zijn drie oplossingsrichtingen als kansrijk bestempeld:

- M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie
- M3: Divergerende Diamantaansluiting
- M4: Rerouten verkeer vanuit Maarssenbroek

Oplossingsrichting M5-VRI bij invoegend verkeer vanuit Maarssenbroek bleek als afzonderlijke maatregel niet oplossend, maar kan in combinatie met een andere maatregel mogelijk wel een positief effect sorteren.

De overige oplossingsrichtingen bleken te beperkt oplossend te zijn in verhouding tot de benodigde investering om de oplossing te realiseren.

Maatregel M4-rerouten van verkeer vanuit Maarssenbroek is een relatief eenvoudig en op korte termijn te realiseren maatregel. Hoewel de maatregel niet volledig oplossend is, is deze maatregel gezien de beperkte benodigde investeringen al op korte termijn kosteneffectief. Bovendien kan deze maatregel ook worden ingezet voor niet-reguliere situaties (calamiteiten).

De overige twee oplossingsrichtingen betreffen aanpassingen in de infrastructuur die voor een langere periode worden gerealiseerd. Voor deze oplossingsrichtingen is dan ook gekeken naar de mate van robuustheid; wat zijn de effecten van deze maatregelen op de middellange termijn. Hiervoor is gekeken naar een situatie met 10% extra verkeer én een situatie met 20% extra verkeer. Dit is een theoretische aanname, aangezien de toename van het verkeer per wegvak zal verschillen, afhankelijk van sociaal economische gegevens maar ook afhankelijk van de beschikbare ruimte in het wegennet elders. Echter de berekeningen met 10% en 20% extra verkeer geven wel inzicht in de robuustheid van de maatregel.

4.1 Robuustheid M1 en M3 bij 10% extra verkeer

In onderstaande tabel zijn de voertuigverliesuren weergegeven van beide maatregelen, waarbij de totale HB-matrix is opgehoogd met 10% extra verkeer.

VVU	Aanbod	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	Huidig	539	694	1233
M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie	+10%	786	628	1396
M3: Divergerende Diamantaansluiting	+10%	264	234	498

Uit deze tabel blijkt dat de aanpassingen in de kruispuntconfiguratie (M1) een beperkte ‘houdbaarheid’ hebben. Bij 10% meer verkeer benadert de verkeersafwikkeling in de avondspits weer het niveau van de huidige situatie en ontstaan er dus weer knelpunten. In de ochtendspits is de verkeersafwikkeling bij 10% meer verkeer zelfs weer slechter dan in de huidige situatie.
Dit geeft aan dat deze maatregel beperkt robuust is.

De divergerende diamantaansluiting laat ook in een situatie met 10% extra verkeer een goede verkeersafwikkeling zien. Er ontstaan nog geen knelpunten of wachtrijen. Het totaal aantal VVU’s is bij 10% meer verkeer nog altijd 60% lager dan in de huidige situatie.

4.2 Robuustheid M3 bij 20% extra verkeer

In onderstaande tabel zijn de voertuigverliesuren weergegeven van de divergerende diamantaansluiting, waarbij de totale HB-matrix is opgehoogd met 20% extra verkeer. De maatregel met aanpassingen in de kruispuntconfiguratie (M1) is niet meer met 20% extra verkeer doorgerekend, omdat deze bij 10% meer verkeer al op het niveau van de huidige situatie zat. Daarnaast is in de tabel een M3+ weergegeven, waarbij op de afrit A2-zuid een extra rechtsaf opstelstrook is meegenomen.

VVU	Aanbod	Ochtend	Avond	Totaal
Huidige situatie	Huidig	539	694	1233
M3: Divergerende Diamantaansluiting	+20%	439	421	860
M3+: Divergerende Diamantaansluiting + extra rechtsaf opstelstrook op afrit A2-zuid	+20%	438	319	757

Uit deze tabel blijkt dat de divergerende diamantaansluiting ook met 20% meer verkeer nog steeds een betere verkeersafwikkeling laat zien dan de huidige situatie: het totaal aantal voertuigverliesuren is nog altijd 30% lager dan in de huidige situatie.

Bij 20% meer verkeer blijkt op de rechtsaf richting vanuit de A2-Den Bosch naar de NRU een wachtrij te ontstaan. Voor de lange termijn is dan nog een verbetering mogelijk door hier een extra rijstrook te realiseren (zoals in M1). Dit geeft de oplossingsrichting M3+. Het aantal VVU's bij deze oplossing M3+ blijft daardoor voor de ochtendspits gelijk, maar voor de avondspits neemt het aantal VVU's dan nog af met ca. 100 VVU's.

4.3 Netwerkeffecten Divergerende Diamantaansluiting (M3)

Voor de divergerende diamantaansluiting is tevens gekeken naar mogelijke netwerkeffecten. De maatregel 'scoort' goed op voertuigverliesuren en kan daarmee een verkeersaantrekkende werking hebben voor verkeer dat nu elders een alternatief zoekt. Dit zou mogelijk een negatief effect kunnen hebben op verkeer verder stroomafwaarts van de aansluiting A2/NRU (van de afrit NRU naar Maarssenbroek).

De divergerende diamantaansluiting is in de huidige situatie voor de avondspits doorgerekend in het Hybride model voor de Leidsche Rijntunnel. Uit de simulaties blijkt dat het verkeer op de aansluiting goed verwerkt wordt. Op netwerkniveau zijn er geen verschuivingen in verkeersstromen te constateren. Kortom het is een goede oplossing voor de aansluiting A2/NRU en de maatregel heeft geen (negatieve) gevolgen voor de verkeersafwikkeling op het omliggend wegennet.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Uit deze verkenning van oplossingsrichtingen voor de verkeersproblematiek op de aansluiting A2/NRU is naar voren gekomen dat er een drietal maatregelen kansrijk zijn om op korte termijn een betere verkeersafwikkeling te genereren:

- M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie
- M3: Divergerende Diamantaansluiting
- M4: Rerouten verkeer vanuit Maarssenbroek

M4: Rerouten verkeer vanuit Maarssenbroek
Dit is een relatief goedkope maatregel die op zeer korte termijn realiseerbaar is. Deze maatregel biedt op korte termijn voor de ochtendspits een verbetering in de verkeersafwikkeling. Daarnaast biedt deze maatregel kansen om ook in te zetten als regelscenario in niet-reguliere situaties.

M1: Aanpassingen in de kruispuntconfiguratie
Deze maatregel biedt een goede verkeersafwikkeling en kan op korte termijn realiseerbaar zijn. De maatregel is beperkt robuust. Dit houdt in dat tot een toename van 10% van het verkeer de maatregel een verbetering biedt ten opzichte van de huidige situatie

M3: Divergerende Diamantaansluiting
Deze maatregel biedt tot wel 70% verbetering in de verkeersafwikkeling ten opzichte van de huidige situatie. Ook is de maatregel robuust; met 10% resp. 20% meer verkeer is het aantal voertuigverliesuren nog altijd 60 tot 30% lager dan in de huidige situatie.

De divergerende diamantaansluiting is relatief eenvoudig te realiseren, maar een ingrijpende (onbekende) maatregel voor de weggebruiker. Het is een unieke vormgeving die in Nederland niet eerder is toegepast. Op het punt van vormgeving en verkeersveiligheid dient deze maatregel dan ook verder te worden uitgewerkt.

5.2 Aanbevelingen

De aanbeveling is om op korte termijn de oplossingen M1 en M3 samen met de betrokken partners te onderzoeken op haalbaarheid. Belangrijke aandachtspunten daarbij zijn de haalbaarheid van het ontwerp in relatie tot verkeersveiligheid en noodzakelijke investeringen. De eerste stap zal zijn het uitwerken van de oplossingen in een voorlopig ontwerp (VO). En, indien de maatregelen goed inpasbaar blijken, uitwerken naar een definitief ontwerp.

M1 (rerouten van verkeer vanuit Maarssenbroek) kan met zicht op een structurele oplossing al op korte termijn worden uitgevoerd. Het advies is dan ook om voor deze maatregel de uitvoeringsvorm te bepalen en vervolgens op korte termijn te realiseren.

Bijlage 1 Begeleidingsteam

De studie is uitgevoerd in samenwerking met een begeleidingsteam van de betrokken wegbeheerders. De begeleidingsgroep is betrokken geweest bij de voortgang van het onderzoek in de vorm van meerdere brainstormsessies en beoordeling van de rapportage.

De volgende personen hebben zitting gehad in het begeleidingsteam:

- Marc Klinkers (Provincie Utrecht)
- Henk Strubbe (Provincie Utrecht)
- Theun Schaaf (RWS-MN)
- Mark Edelbroek (RWS-MN)
- Paul van de Bovenkamp (Gemeente Stichtse Vecht)
- Robert Gijsen (gemeente Utrecht)
- Cees Verbokkum (gemeente Utrecht).

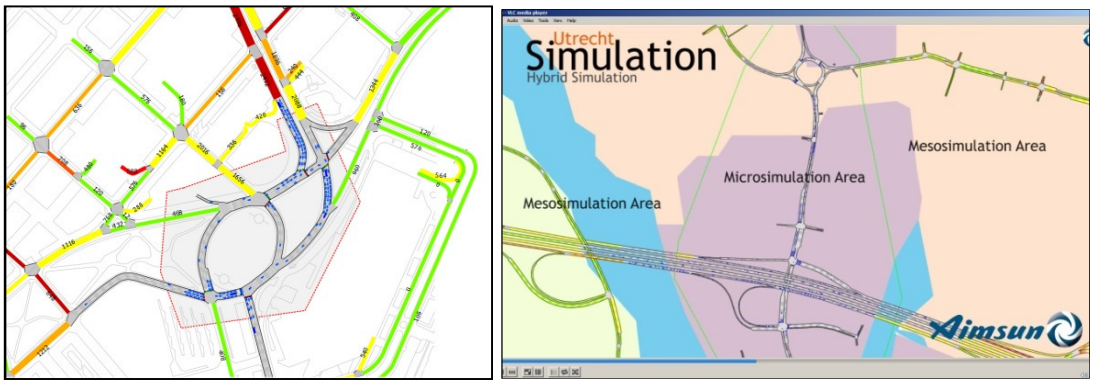
Royal HaskoningDHV

Bijlage 2 Beschrijving toegepaste dynamische verkeersmodel

Als basis is gebruik gemaakt van het verkeersmodel dat is toegepast bij de studie Tunneldosering Leidsche Rijn. Voor de studie Tunneldosering zijn dynamische modellen vanuit statische modellen opgesteld in Aimsun 8 Expert. Hierdoor kan eenvoudig geschakeld worden tussen de statische en dynamische modelvormen, zodat er grote consistentie is tussen statische en dynamische uitgangspunten en resultaten. Alle gebruikte en resulterende gegevens bevinden zich in één datawereld. Er is dus geen redundantie van gegevens, elk wegvak bijvoorbeeld zit maar één keer in het systeem met precies dezelfde kenmerken zoals lengte en snelheid.

In het model kan overgegaan worden van verkeersplanning in een mesoscopisch model van een groot netwerk (regio in één dynamisch model) naar infrastructuurontwerp met een microsimulatie (bijvoorbeeld een streng van kruispunten). Maar ook een mengvorm meso-micro is mogelijk in een hybride dynamisch model (zie onderstaande figuur), waarin bijvoorbeeld het effect van exacte verkeersregelingen (programma uit de werkelijkheid 1 op 1 in het model) op de wijde omgeving onderzocht moet worden.

Aimsun rekent op zowel op meso- als microniveau volledig dynamisch, waarbij voor alle geregelde kruispunten de optimale regeling wordt doorgerekend op basis van de beschikbare kruispuntconfiguratie en de berekende verkeersstromen.



Figuur: Hybride dynamisch verkeersmodel in Aimsun 8 Expert (combinatie van meso en micro)

Daarnaast kunnen door de integratie van statische en dynamische modellen details van het verplaatsingsgedrag, zoals de verkeersafwikkeling op kruispunten, gedetailleerd worden doorgerekend en in hun gemiddelde essentie teruggebracht worden naar het statische model.

Voor de dynamische verkeersmodellen wordt bij vertrek de op dat moment beste route gekozen. Maar niet iedere automobilist beschikt over dezelfde informatie, sommigen rijden een route dagelijks, andere incidenteel, sommigen hebben optimale navigatie, andere geen enkele. Zo zal een deel van de automobilisten besluiten om tijdens de rit een andere route te kiezen als blijkt de verkeerssituatie op deze route daar om vraagt. De meest optimale route wordt dus tijdens de verplaatsing vaak opnieuw berekend.

Bij de dynamische toedeling wordt het verkeer als individuele voertuigen per tijdsinterval toegedeeld aan het wegennetwerk. Tijdens het simulatieproces worden voortdurend nieuwe routes berekend, rekening houdend met de aanwezige kennis van en verkeersdrukte in het netwerk.

Royal HaskoningDHV

Bijlage 3 Ruimtelijke inpassing Fly-overs

De ruimtelijke inpasbaarheid van de fly-overs is op 3 aspecten verkend:

- ⇨ Horizontale boogstraal;
- ⇨ Benodigde weefvaklengte op de NRU;
- ⇨ Verticaal alignement

Horizontale boogstraal

In de eerste plaats is gekeken welke horizontale boogstraal haalbaar is om beide fly-overs in te kunnen passen. Ruimere boogstralen dan R=165 blijken niet inpasbaar in de omgeving.

Tabel 5.9 uit de ROA 2014 geeft aan dat R=165 toepasbaar is met een verkanting van 5% en een afnemende snelheid van 70 -> 50 km/uur. M.a.w. de ontwerpsnelheid aan het begin van deze bogen dient max. 70 km/uur te zijn. Dit zou kunnen, maar is geen gewenste situatie.

tabel 5.9. Minimale horizontale boogstraal niet-hoofdbanen (afnemende snelheden)

situatie	boogstraal per ontwerpsnelheid voor niet-hoofdbanen		
	120 -> 90 km/h	90 -> 70 km/h	70 -> 50 km/h
5,0 % verkanting	700	385	165

Benodigde weefvaklengte op de NRU

Uitgaande van een ontwerpsnelheid (teruggebracht naar) 70 km/uur is omwille van de bewegwijzering minimaal 350 meter weefvaklengte nodig. Op de afbeelding (zie volgende pagina) is te zien dat er in de huidige situatie slechts 125 meter beschikbaar is. Er is nog wel weefvaklengte te winnen door ter plaatse van de splitsing tussen NRU en 'verbindingsboog richting Den Bosch' een kleinere boogstraal toe te passen in combinatie met het verleggen van de rechtsaf vakken richting Amsterdam naar buitenzijde 'verbindingsboog ri. Den Bosch'. Echter dit is onvoldoende om aan de minimale lengte van 350 meter te kunnen voldoen (en heeft mogelijk nog verticale consequenties).

Voor de lengte van het weefvak zijn eisen aan de bewegwijzering (zie tabel 6.16) maatgevend boven eisen aan de manoeuvreerlengte (blz. 141 - ROA 2014).

tabel 6.16. Minimumlengtes symmetrische weefvakken op basis van bewegwijzering

aantal rijstroken					minimale weefvaklengte vanuit bewegwijzering			
toeleidende rijbanen		weefvak	afbuigende rijbanen		120 km/h	90 km/h	70 km/h	50 km/h
links	rechts		links	rechts				
2-strooks	2-strooks	4-strooks	2-strooks	2-strooks	600 m	450 m	350 m	n.v.t.

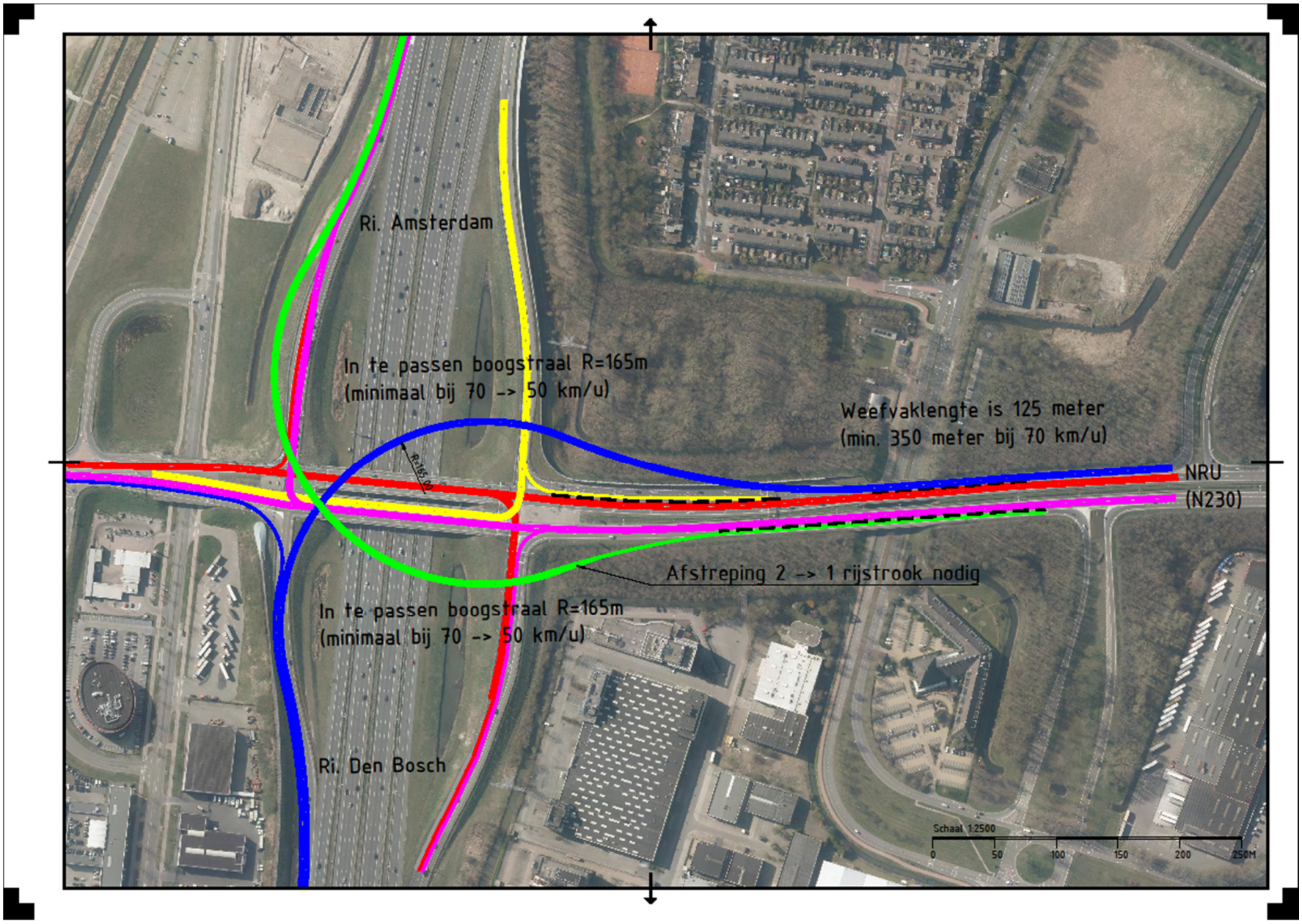
Verticaal alignement

De alignementen (horizontaal/verticaal) zijn niet uitgewerkt, maar het lijkt erop dat de fly-overs in verticale zin wel te realiseren zijn (o.b.v. max. langshelling 5%). Het is echter de vraag of de zichtbaarheid in de bogen voldoende is. Ook bestaat de kans dat de ruimtelijke helling van max. 9% overschreden wordt. Om deze effecten beter in beeld te krijgen moeten de alignementen verder worden uitgewerkt.

Overige opmerkingen

De turbulentie-afstanden zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de NRU hier overgaat in een discontinuïteit en ervan uitgaande dat de ontwerpsnelheid is afgebouwd naar 70 km/uur t.p.v. invoeger.

De verbindingsboog van Amsterdam richting NRU moet afgestreept worden van 2 naar 1 rijstrook om aan te kunnen sluiten op de huidige NRU.


Ri. Amsterdam
In te passen boogstraal R=165m
(minimaal bij 70 -> 50 km/u)
Weefvaklengte is 125 meter
(min. 350 meter bij 70 km/u)
NRU
(N230)
Afstreping 2 -> 1 rijstrook nodig
In te passen boogstraal R=165m
(minimaal bij 70 -> 50 km/u)
Ri. Den Bosch
Schaal 1:2500
0
50
100
150
200
250M