

NOTITIE

Onderwerp	Probleemoplossend vermogen ontwerpvarianten knooppunt Deil
Project	MIRT-verkenning A2 Deil-Vught
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Projectcode	116091
Status	Definitief 03
Datum	8 juni 2021
Referentie	116091-6.7/21-008.701
Auteur(s)	I.A.E. Overtoom MSc

Gecontroleerd door	ir. M.J. Hovenga, ir. E.L. Zuurbier
Goedgekeurd door	A.M. Springer Rouwette MSc
Paraaf	



Bijlage(n)	I Rijstrokenschema's Deil kansrijke alternatieven
------------	---

Aan	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Kopie	

1 INLEIDING

Deze notitie vat de informatie samen die is verzameld over het probleemoplossend vermogen van de verschillende ontwerpvarianten voor knooppunt Deil. Het doel van de notitie is om locatiegericht inzicht te geven in de meest doeltreffende ontwerpelementen als onderdeel van het concept-voorkeursalternatief. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie fasen waarin variantenonderzoek heeft plaatsgevonden:

- 1 tijdens het ontwerpproces van de integrale opgaven en kansrijke alternatieven in najaar 2019;
- 2 tijdens het proces van beoordeling van de oplossingen in de kansrijke alternatieven in voorjaar 2020;
- 3 tijdens het proces van samenstellen van het concept VKA in najaar 2020 en voorjaar 2021.

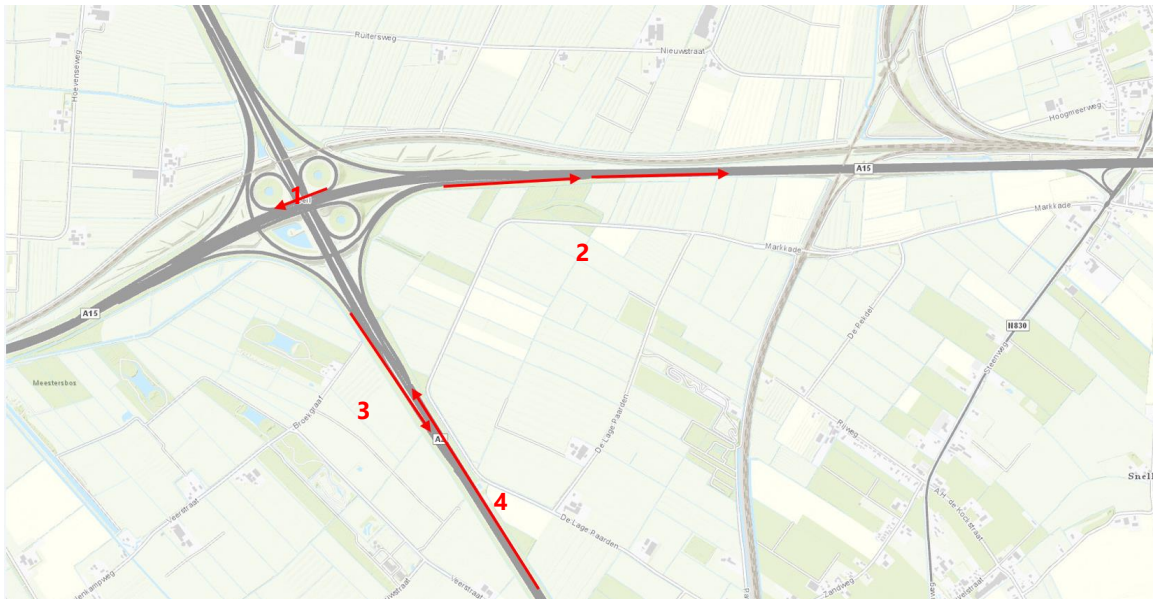
De notitie is als volgt opgebouwd: hoofdstuk 2 bespreekt de informatie uit fase 1 en bevat aanbevelingen voor aanvullend onderzoek voor specifieke knelpunten. Hoofdstukken 4 en 0 beschrijven de opzet en resultaten van het aanvullende onderzoek in fase 2 en 3. De notitie eindigt in hoofdstuk 0 met aanbevelingen voor de in het concept-voorkeursalternatief op te nemen ontwerpvarianten.

2 PROBLEMANALYSE

Er zijn vier knelpunten in het knooppunt geconstateerd met behulp van een dynamische simulatie van de autonome situatie 2030¹. Deze knelpunten, te zien in afbeelding 2.1, zijn:

- 1 weefvak op rangeerbaan A15Li;
- 2 samenvoeging en invoeging verbindingswegen A15 Deil - Meteren;
- 3 samenvoeging verbindingswegen A15 - A2Re;
- 4 invoeging aansluiting Waardenburg en uitvoeging knooppunt Deil A2Li.

Afbeelding 2.1 Knelpunten in de autonome situatie



3 INFORMATIE UIT FASE 1

Dit hoofdstuk behandelt de ontwerpvarianten die zijn ontwikkeld voor de knelpunten in het knooppunt, op basis van de informatie die tijdens het ontwerpproces van de integrale opgaven en kansrijke alternatieven (medio 2019 tot voorjaar 2020) beschikbaar is gekomen.

Per knelpunt is het verwachte probleemoplossend vermogen van de verschillende varianten beschreven, voor de intensiteiten in de referentiesituatie en de intensiteiten met verkeersaantrekkende werking als gevolg van de verbreding tussen Deil en Empel. In de kansrijke alternatieven in de verkenning zijn voor het knooppunt verschillende varianten onderzocht. Aangenomen is dat knelpunten die worden geconstateerd bij intensiteiten voor Deil-Empel 2x4 (alternatieven A en B) ook bestaan (en wellicht erger worden) bij Deil-Empel 2x5 (alternatief C). Of knelpunten die zijn geconstateerd bij een variant die alleen voor Deil-Empel 2x5 is doorgerekend, ook bij Deil-Empel 2x4 bestaan, is situatie-afhankelijk.

De beschikbare informatie waar inschattingen van de effecten op zijn gebaseerd, zijn:

- dynamische simulatie (met Vissim) van enkele varianten voor het knooppunt als geheel met autonome intensiteiten bij scenario 2030HOOG, uitgevoerd als onderdeel van de integrale ontwerpgegevens in najaar 2019;

¹ Ten tijde van het opstellen van de probleemanalyse waren enkel de autonome verkeerscijfers voor scenario 2030HOOG bekend. Deze zijn dus gebruikt. In deze notitie wordt waar nodig de analyse nog aangescherpt met cijfers van scenario 2040HOOG.

- NRM intensiteiten en I/C-verhoudingen voor de referentiesituatie en de kansrijke alternatieven bij scenario 2040HOOG;
- dynamische simulatie (met FOSIM) van enkele wegvakken en enkele kansrijke alternatieven met bovengenoemde intensiteiten (2040HOOG), uitgevoerd als onderdeel van de knelpuntenanalyse in januari 2020.

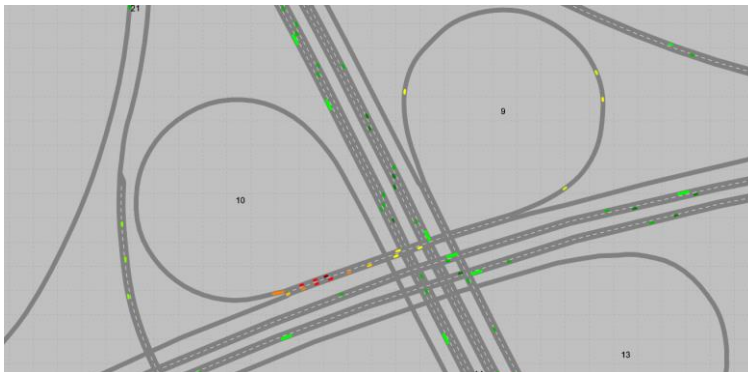
NB: in de gehanteerde modelleringen is geen rekening gehouden met effecten van COVID-19, invoering van 100 km/uur of inzet van een Breed Mobiliteitspakket. Het exacte effect van deze ontwikkelingen is moeilijk in te schatten, maar de verwachting is dat alle 3 leiden tot enkele procenten minder verkeer in de spitsen op de weg.

3.1 Weefvak rangeerbaan A15Li

3.1.1 Referentiesituatie

In de referentiesituatie is een verminderde doorstroming te zien in het weefvak. Dit komt door een toename van verkeersstromen op de oost-zuid- en zuid-west-relatie, het feit dat de zuid-west-boog erg krap is, en het feit dat het weefvak ongeveer 5 % te kort is. Bij toekomstscenario 2040HOOG stijgt de I/C-verhouding in het weefvak naar 0,79¹ in de avondspits met 100 % wevend verkeer. In afbeelding 3.1 is te zien dat er in de dynamische simulatie met intensiteiten voor 2030HOOG al turbulentie ontstaat.

Afbeelding 3.1 Turbulentie in weefvak A15Li in de ochtendspits bij 2030HOOG



3.1.2 Varianten

Rijstrokerschema's van de varianten binnen de kansrijke alternatieven zijn te vinden in bijlage I.

Onderstaande tabel vat de bevindingen voor knelpunt 1 samen, met in de kolom de onderzochte varianten en in de rijen de verschillende criteria. De toelichting volgt na de tabel.

Tabel 3.1 Effecten van varianten op bestaande en nieuwe knelpunten

Variant/criterium	0. weefvak behouden	1/2. lostrekken weefvak	3. fly-over zuidwest	4. fly-over zuidoost
rangeerbaan A15 Li doorstroming weefvak	--	++	++	++

¹ Bij een weefvakcapaciteit van 1.750 mvt/uur conform Handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen van Rijkswaterstaat.

Variant/criterium	0. weefvak behouden	1/2. lostrekken weefvak	3. fly-over zuidwest	4. fly-over zuidoost
rangerbaan A15 Li doorstroming samenvoeging ri. Rotterdam	0	-	--	n.v.t.
rangerbaan A15 Li verkeersveiligheid oost-zuid	0	-	--	+
rangerbaan A2Li doorstroming	-	--	++	n.v.t.
hoofdrijbaan A2Li zuid doorstroming	?	?	?	n.v.t.
hoofdrijbaan A2Re noord Doorstroming	0	0	?	n.v.t.
conclusie	variant valt af vanwege slechte doorstroming weefvak	optie voor het concept-VKA	optie voor het concept-VKA	geen aanvulling voor doorstroming alleen voor verkeersveiligheid

Advies

Het wegnemen van het doorstromingsknelpunt in het weefvak, zorgt in alle gevallen voor doorstromingsknelpunten op andere locaties. Van belang is om uit te zoeken wat de effecten van deze doorstromingsknelpunten zijn op de hoofdrijbaan A2, omdat dit op basis van de beschikbare informatie niet direct te bepalen is. Het advies is een gefaseerd onderzoek en afweging:

- 1 onderzoeken wat de effecten zijn van de varianten 1/2 (lostrekken weefvak) en 3 (fly-over zuid-west) op de doorstroming op de hoofdrijbaan A2 bij verbreding naar 2x4 door inzet van 2 dynamische modelberekeningen (zie hoofdstuk 3 en 4);
- 2 indien uit nader onderzoek blijkt dat een fly-over zuid-west het meest gunstige is voor de doorstroming: een afweging maken om de fly-over oost-zuid ook toe te voegen ten behoeve van de verkeersveiligheid.

Onderbouwing

Variant 0: weefvak behouden

Deze variant is niet onderzocht in de alternatieven, maar wel denkbaar omdat de I/C-verhouding in de referentie 2040 op 0,79 ligt. Hoewel bij deze I/C-verhouding doorstromingsproblemen ontstaan, hoeft er nog geen terugslag te zijn richting de hoofdbanen. De kans is echter groot dat dit bij verbreding van de A2 naar 2x4 of 2x5 wel gebeurt vanwege de verkeersaantrekkende werking.

Als het weefvak blijft liggen in alternatief A (2x4) en C (2x5) kan de theoretische I/C-verhouding oplopen tot boven de 1,0 (zie

tabel 3.2). Dit duidt op structurele congestie en grote kans op terugslag. Deze I/C-verhouding is bepaald door de intensiteiten op de 2 verbindingswegen bij elkaar op te tellen. Wel moet er hierbij opgemerkt worden dat de ontwerpvarianten van de verbindingswegen die voor deze alternatieven zijn gemodelleerd mogelijk op zichzelf al een verkeersaantrekkende werking hebben. De verwachting is echter dat het extra verkeer voornamelijk een gevolg is van de capaciteitsuitbreiding op de hoofdrijbaan. Onderstaande I/C-verhoudingen moeten daarom gezien worden als bovengrens.

Tabel 3.2 Theoretische I/C-verhoudingen weefvak voor Deil-Empel 2x4 en 2x5

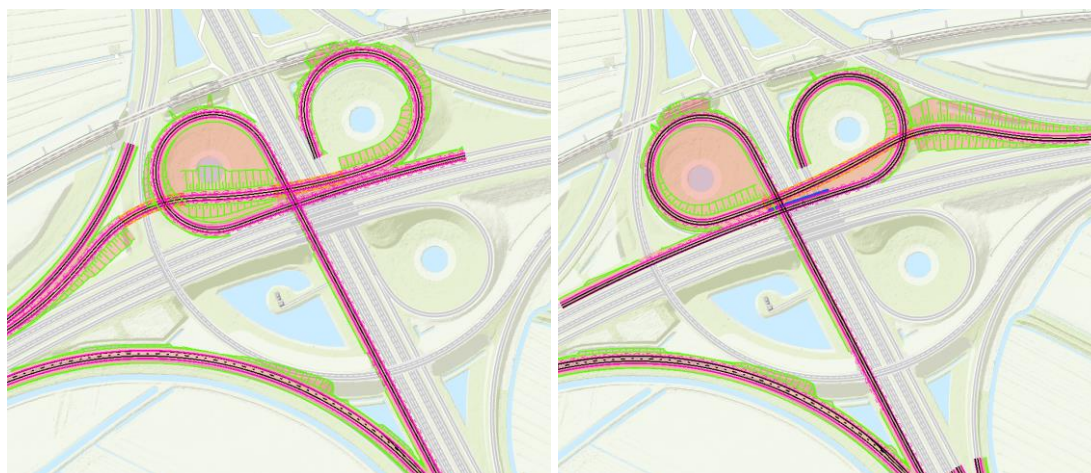
	Alternatief A (2x4)		Alternatief C (2x5)	
	OS	AS	OS	AS
intensiteit oost-zuid	776	844	827	1.355
intensiteit zuid-west	1.153	1.040	1.366	1.163
theoretische I/C 'weefvak' A15Li	1,10	1,08	1,25	1,44

Conclusie

Wanneer op de hoofdrijbaan voor 2x4 of 2x5 wordt gekozen, wordt afgeraden het weefvak te behouden.

Variant 1/2: behouden klaverblad, lostrekken weefvak

Afbeelding 3.2 Links: variant 1 (conform alternatief 0+), rechts: variant 2 (conform alternatief A)



Het principe van variant 1 en 2, die in alternatieven 0+ (2x3) en A (2x4) zijn onderzocht, is dat de klaverbladbogen behouden blijven, maar het weefvak wordt losgetrokken. Wij zien hierbij de volgende effecten:

- door het ontvlechten wordt het doorstromingsknelpunt op deze locatie weggenomen door het voorkomen van weefbewegingen;
- beide varianten brengen verkeersveiligheidsrisico's met zich mee gezien de ongebruikelijke vormgeving en parallel lopende verbindingswegen in combinatie met krappe bogen. Deze risico's zijn het minst zwaar in variant 2¹;
- bij verbreding naar 2x4 en 2x5 is er een aanzienlijke toename van verkeer te zien op de zuid-noord- en zuid-west-relatie, waardoor het weefvak op de A2Li onder druk komt te staan. Op basis van het NRM 2040 is in alternatief A de I/C-verhouding hier in de ochtendspits 0,94², wat leidt tot structurele congestie en mogelijk terugslag op de A2;
- een deel (400 mvt/u) van dit verkeer in het weefvak is doorgaand verkeer in noordelijke richting op de A2 dat de rangeerbaan kiest als alternatief voor de (filegevoelige) hoofdrijbaan, en is dus niet wevend

¹ De risico's waar hier over wordt gesproken zijn gebaseerd op de human factors analyse, hoewel er wel een afwijking is van de richtlijn bij beide varianten. In een later stadium is besloten dat deze richtlijnafwijking onacceptabel is. Toch is de verkeerskundige analyse van deze varianten relevant ten aanzien van de uiteindelijk gemaakte keuzes in het concept VKA.

² Bij een weefvakcapaciteit van 1.750 mvt/uur conform Handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen van Rijkswaterstaat.

verkeer. Als dit verkeer in mindering wordt gebracht, kan de I/C-verhouding in dit weefvak dalen naar 0,71;

- het effect op de hoofdrijbaan A2Li is nog onduidelijk. Enerzijds wordt de druk op de hoofdrijbaan in het knooppunt minder door het gebruik van de rangeerbaan, anderzijds is dit gebruik van de rangeerbaan onbedoeld en kan de congestie die het weefvak veroorzaakt terugslaan op de A2 ten zuiden van het knooppunt. De gevolgen voor de hoofdrijbaan A2 kunnen inzichtelijk worden gemaakt, met een dynamische simulatie van het gehele knooppunt met de laatste verkeerscijfers en een verdeling van doorgaand verkeer over de hoofd- en rangeerbaan conform NRM.

Conclusie

Deze variant leidt tot een verbetering van de doorstroming, maar heeft bij 2x4 en 2x5 nadelen voor de rangeerbaan met weefvak langs A2Li die hierbij behouden blijft en heeft verkeersveiligheidsrisico's ten aanzien van de ongebruikelijke vormgeving. Advies is extra onderzoek naar het gebruik van de rangeerbaan en effecten op de hoofdrijbaan (zie hoofdstuk 3 en 4).

Variant 3: fly-over zuid-west

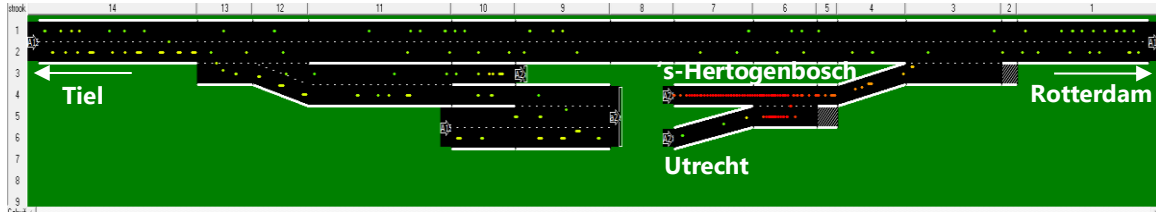
Afbeelding 3.3 Fly-over zuid-west in alternatief B (links) en alternatief C (rechts)



Het principe van deze variant is dat zowel het weefvak in noordelijke richting als het weefvak in westelijke richting wordt weggenomen, door het aanleggen van een directe verbindingsweg. Wij zien hierbij de volgende effecten:

- de doorstroming op de zuid-west-, oost-zuid- en west-noord-relatie verbetert door het wegnemen van de weefvakken. Het doorstromingsknoelpunt in noordelijke richting op de A2 verplaatst zich (ten opzichte van alternatief A) door afwezigheid van de rangeerbaan naar de hoofdrijbaan in het knooppunt. Hier is een I/C-verhouding van 0,91 (alternatief B) en 0,95 (alternatief C) te zien in de ochtendspits. Het wegnemen van het weefvak brengt een verkeersveiligheidsrisico met zich mee op de oost-zuid-relatie (alleen bij alternatief B in verband met behoud klaverbladlus oost-zuid);
- de directe verbindingsoog (fly-over) heeft een dusdanige verkeersaantrekkende werking op de zuid-west-relatie dat een nieuw knelpunt ontstaat bij de samenkomst van de verbindingswegen van de A2 naar de A15 richting Rotterdam. Hier stijgt de I/C-verhouding in de ochtendspits naar 0,82 (alternatief B) en 0,86 (alternatief C). Mogelijk kan de congestie die hier ontstaat leiden tot terugslag richting de A2 ten noorden en zuiden van het knooppunt. Omdat de fly-over stroomopwaarts een kortere afstand tot de hoofdrijbaan heeft dan de originele verbindingsweg, kan deze terugslag eerder de hoofdrijbaan bereiken. Voor deze locatie is van alternatief C (2x5) een FOSIM simulatie gemaakt, hierin is te zien dat de congestie terugslaat richting het zuiden (afbeelding 3.4). Om de gevolgen voor de hoofdrijbaan inzichtelijk te maken, is een dynamische simulatie nodig van het gehele knooppunt met de laatste verkeerscijfers.

Afbeelding 3.4 FOSIM verbindingswegen A15Li bij alternatief C (rijrichting van links naar rechts)



Conclusie

Deze variant leidt tot een verbetering van de doorstroming op de A2 en in het knooppunt bij 2x4 en 2x5, maar heeft nadelen voor de stroomafwaartse doorstroming richting Rotterdam en de verkeersveiligheid op de oost-zuid-relatie (alleen bij alternatief B in verband met behoud van de klaverbladlus oost-zuid). Het advies is extra onderzoek uit te voeren naar het effect van de congestie richting Rotterdam op de hoofdrijbaan A2 (zie hoofdstuk 3 en 4).

Variant 4: fly-over oost-zuid

Afbeelding 3.5 Fly-over oost-zuid in alternatief C



- het principe van deze variant is om de klaverbladlus op de oost-zuid-relatie te vervangen door een directe verbindingsweg. Ten opzichte van varianten 1, 2 en 3 wordt hierbij het aantal convergentiepunten niet verder gereduceerd, omdat er op de A2Re al geen rangerbaan aanwezig is. Wel is hierbij te zien als effect dat reistijd op de oost-zuid-verbinding korter is;
- de verkeersveiligheid op deze relatie verbetert. Bij een klaverbladlus zonder voorafgaand weefvak bestaat namelijk het risico dat weggebruikers de krappe lus niet verwachten en niet of te laat afremmen. Om deze reden staat een dergelijke vormgeving dan ook niet in de ontwerprichtlijnen;
- een minpunt kan zijn dat een directe verbindingsboog een verkeersaantrekkende werking heeft, maar deze valt naar verwachting in het niet naast de verkeersaantrekkende werking in zuidelijke richting die de vormgeving Deil-Empel 2x4 en 2x5 op zichzelf al hebben. Ook is er dankzij de capaciteitsuitbreiding bij de samenvoeging van de verbindingswegen naar de A2 richting 's-Hertogenbosch geen sprake van een nieuw knelpunt. Deze capaciteitsuitbreiding is dan ook een randvoorwaarde.

Conclusie

Deze variant leidt niet direct tot een verbetering van de doorstroming, maar leidt wel tot een verbetering van de verkeersveiligheid.

3.2 Verbindingswegen A2 - A15Re Deil - Meteren

3.2.1 Referentiesituatie

2030HOOG

In de dynamische simulatie van het knooppunt voor 2030HOOG komt de samenvoeging van de verbindingswegen van de A2 en de invoeging op de A15 richting Tiel naar voren als een doorstromingsknelpunt. Het betreft hier een clustering van convergentiepunten waar in de spitsen de intensiteiten en de hoeveelheid vrachtverkeer te groot wordt om voldoende hiaten te vinden. De hierdoor ontstane congestie kan terugslaan naar de hoofdrijbanen van de A2, met name richting het noorden, (zie afbeelding 3.6).

Afbeelding 3.6 Terugslag congestie op verbindingsweg A2Re-A15Re in de avondspits 2030HOOG



2040HOOG

Uit de NRM-resultaten is te zien dat de I/C-verhouding op de locatie van de samenvoeging en rijstrookvermindering van de verbindingswegen oploopt naar 0,79 in de ochtendspits. Voor verbindingswegen in knooppunten kan een I/C-verhouding van boven de 0,7 al duiden op structurele congestie. De I/C-verhouding op de A15 tussen Deil en Meteren stijgt in de referentiesituatie 2040 naar 0,94 in de avondspits, wat betekent dat hier sprake is van structurele congestie die terug kan slaan op de verbindingswegen en richting de A2. Verwachting is dat bij verbreding van de A2 Deil-Empel naar 2x4 of 2x5 de bijkomende toename in verkeer niet verwerkt kan worden in deze wegvakken bij gelijkblijvend ontwerp.

3.2.2 Varianten

Rijstrookenschema's van de varianten binnen de kansrijke alternatieven zijn te vinden in bijlage I.

Tabel 3.3 geeft een samenvatting van de effecten van de varianten op de doorstroming van verschillende wegvakken waar bestaande of nieuw ontstane knelpunten zijn. Voor de hoofdrijbaan A15 geldt dat het onderscheidend vermogen van de varianten zit in de verkeersveiligheidsrisico's en het beperken van de terugslag van de congestie die onvermijdelijk komt kijken bij het terugbrengen van het aantal rijstroken naar 2.

Tabel 3.3 Effecten van varianten op bestaande en nieuwe knelpunten

Variant/criterium		1. Symmetrisch weefvak Deil-Meteren (conform alternatief 0+)	2. Asymmetrisch weefvak Deil-Meteren (conform alternatieven A en B)	3. Lostrekken vbw en doelgroepstrook (conform alternatief C)
verbindingsweg A2Re	doorstroming	--	+	--
verbindingsweg A2Li	doorstroming	-	+	+
hoofdrijbaan A15 Deil - Meteren	beperking terugslag	-	0	+
	verkeersveiligheid	0	-	0
hoofdrijbaan A2Li zuid	doorstroming	?	+	+
hoofdrijbaan A2Re noord	doorstroming	?	+	?
conclusie		slechte doorstroming	goede doorstroming, mogelijk verkeersveiligheidsrisico's	slechte doorstroming, wel minder verkeersveiligheidsrisico's

Advies

Variante 2 laat aantoonbaar de beste resultaten zien als het gaat om de doorstroming. Het advies is daarom om deze variant onderdeel te laten zijn van het concept-voorkeursalternatief en in de nadere uitwerking (volgende fase) te toetsen of de verkeersveiligheidsrisico's geaccepteerd kunnen worden. Aangezien het om gemiddelde risico's gaat, is de kans groot dat deze geaccepteerd kunnen worden. Indien deze risico's niet geaccepteerd worden, kan in de planuitwerking nader onderzoek plaatsvinden naar mitigerende maatregelen.

Onderbouwing

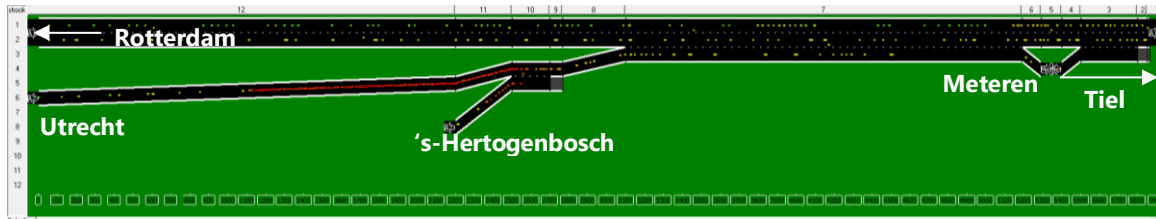
Variante 1: weefvak Deil-Meteren

Het principe van deze variant is dat het ontwerp van de verbindingswegen gelijk blijft, maar tussen Deil en Meteren een weefvak wordt ingepast. Hiermee wordt het meest stroomafwaartse knelpunt weggenomen door de verandering van het convergentiepunt. De variant is doorgerekend voor 0+ (2x3) en A (2x4). Wij zien hierbij de volgende effecten:

- de I/C-verhouding op de A15 Deil-Meteren daalt in alternatief A naar 0,72 in de avondspits;
- na het weefvak gaat het aantal rijstroken echter weer terug naar 2 en stijgt de I/C-verhouding op de A15 naar 0,92, wat op structurele congestie duidt;
- het meer stroomopwaartse knelpunt bij de samenvoeging en rijstrookvermindering van de verbindingswegen blijft bestaan. Hier stijgt de I/C-verhouding in alternatief A zelfs naar 0,93 in de ochtendspits.

Deze variant is voor alternatief A (Deil-Empel 2x4) middels een FOSIM simulatie doorgerekend met intensiteiten voor 2040HOOG, zie afbeelding 3.7. Te zien is dat het opheffen van het knelpunt bij de invoeging op de A15 bevorderlijk werkt voor de doorstroming ter plekke, maar dat er na aansluiting Meteren enige congestie ontstaat die terugslaat tot iets voor de aansluiting. Ook is te zien dat de verbeterde doorstroming tussen Deil en Meteren het probleem in het stroomopwaartse knelpunt nog niet oplost. De ontstane congestie slaat terug op de verbindingsweg vanuit het Noorden. Het effect op de hoofdrijbaan A2 is niet goed in te schatten op basis van de beschikbare informatie.

Afbeelding 3.7 FOSIM A15Re Deil-Meteren bij alternatief A



Conclusie

Omdat deze variant het stroomopwaartse knelpunt in de verbindingswegen niet oplost, wordt afgeraden deze variant toe te passen.

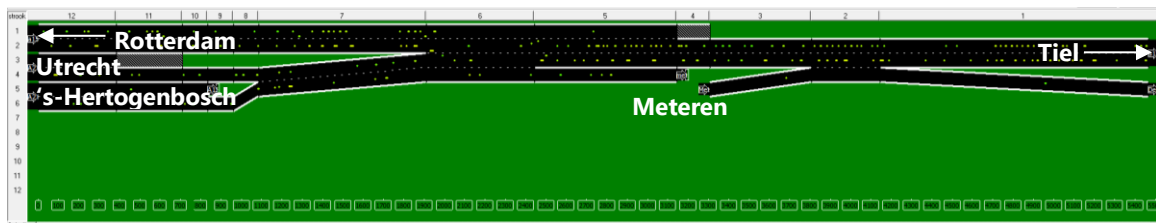
Variant 2: wegnemen rijstrookvermindering verbindingswegen en asymmetrisch weefvak Deil-Meteren

Het principe van deze variant is dat zowel het convergentiepunt in de verbindingswegen als het convergentiepunt bij de invoeging op de A15 worden weggenomen. Om dit in te passen, wordt het wegvak tussen Deil en Meteren vormgegeven als asymmetrisch weefvak en is er een rijstrookbeëindiging ingepast tussen de af- en oprit van aansluiting Meteren. De variant is doorgerekend voor alternatief B (2x4). Wij zien de volgende effecten:

- door het wegnemen van beide convergentiepunten in het originele knelpunt, verbetert de doorstroming hier aanzienlijk. De I/C-verhouding daalt in alternatief B op de verbindingswegen naar 0,52 in de ochtendspits en op de A15 Deil-Meteren (waar lokaal 4 rijstroken zijn) naar 0,54 in de avondspits;
- wel moet bij deze variant na aansluiting Meteren het aantal rijstroken op de A15 weer middels een rijstrookafstreping worden teruggebracht naar 2. Op die locatie stijgt de I/C-verhouding dan ook naar 0,92, wat duidt op structurele congestie;
- de principekeuzes in deze variant hebben nadelen voor verkeersveiligheid. De nieuwe verkeersveiligheidsrisico's (zie onderstaand) schatten wij in als 'gemiddeld' conform de VOA-risicotabel:
 - het toepassen van een asymmetrisch weefvak tussen Deil en Meteren kan leiden tot meer ongevallen;
 - doorgaand vrachtverkeer op de A15 moet een rijstrook naar rechts opschuiven, wat in combinatie met de rijstrookafstreping kan leiden tot meer ongevallen.

Deze variant is doorgerekend met een FOSIM model met intensiteiten voor alternatief B (Deil-Empel 2x4) met hoog groeiscenario in het jaar 2040. In afbeelding 3.8 is te zien dat het verwachte doorstromingsknelpunt op de hoofdrijbaan A15 nog geen problemen oplevert voor de doorstroming stroomopwaarts. Deze variant is daarmee naar verwachting te realiseren zonder grote bijkomende knelpunten. Het 2040 hoge groeiscenario kan worden beschouwd als een maximaal scenario, mede gezien het feit dat effecten van een breed mobiliteitspakket, 100 km/uur en COVID-19 hier niet in zijn meegenomen. Deze scenario's/inzet werken allemaal verkeersverlagend.

Afbeelding 3.8 FOSIM A15Re Deil-Meteren bij alternatief B



Conclusie

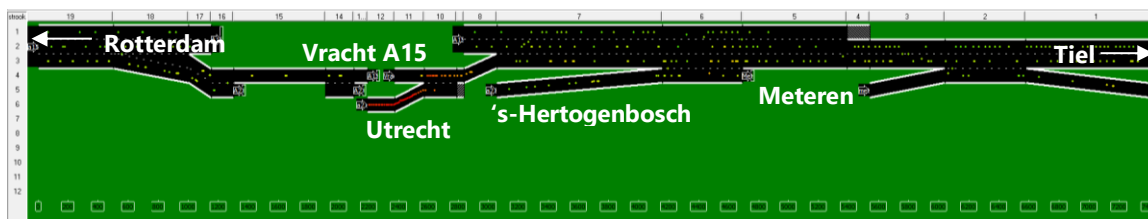
Ten behoeve van de doorstroming van de verbindingswegen en om terugslag naar de A2 te voorkomen, is het advies om deze variant toe te passen in het concept-voorkeursalternatief. Wel zijn er nadelen voor de verkeersveiligheid en de doorstroming op de hoofdrijbaan A15.

Variant 3: lostrekken verbindingswegen, doelgroepstrook A15 en weefvak Deil-Meteren

Het principe van deze variant is dat de verbindingswegen van de A2 van elkaar worden losgetrokken en doorgaand vrachtverkeer op de A15 om het knooppunt heen wordt geleid via een doelgroepstrook. De verbindingsweg uit Utrecht voegt in bij de doelgroepstrook waarna deze samenvoegen met de A15. De verbindingsweg uit 's-Hertogenbosch komt verderop bij de A15 middels een weefvak tussen Deil en Meteren. Met het lostrekken van de verbindingswegen en het aanleggen van het weefvak, zijn de convergentiepunten in het originele knelpunt weggenomen. Ook is er door de constructie met de doelgroepstrook geen verplichte rijstrookwissel voor vracht zoals in variant 2. Verder is er ook bij deze variant een rijstrookafstreping tussen de af- en oprit van Meteren nodig. Deze variant is doorgerekend voor alternatief C (2x5). Wij zien de volgende effecten:

- in het FOSIM model met intensiteiten van alternatief C (Deil-Empel 2x5), is te zien dat dit de doorstroming op de verbindingsweg vanuit 's-Hertogenbosch en op de A15 verbetert (afbeelding 3.9);
- bij de invoeging van de verbindingsweg uit Utrecht bij de doelgroepstrook stijgt de I/C-verhouding bij alternatief C lokaal naar 0,79 in de ochtendspits, wat voor een verbindingsweg kan duiden op structurele congestie. In afbeelding 3.9 is te zien dat dit leidt tot congestie met terugslag op de verbindingsweg. Om te weten of de congestie ook terugslaat richting de A2, is een dynamische simulatie nodig van het gehele knooppunt met de laatste verkeerscijfers. Wij kunnen aannemen dat dit knelpunt ook bestaat bij Deil-Empel 2x4, omdat de 2 betreffende verkeersstromen geen gebruik maken van de A2 Deil-Empel;
- bij de rijstrookafstreping tussen de af- en oprit van Meteren stijgt de I/C-verhouding naar 0,97 in de avondspits, wat zeker op structurele congestie op de A15 duidt met mogelijk terugslag. In afbeelding 3.9 is echter geen terugslag richting het knooppunt te zien. Ten opzichte van variant 2 zijn er 2 voordelen op het gebied van verkeersveiligheid:
 - het weefvak tussen Deil en Meteren is symmetrisch;
 - het doorgaande vrachtverkeer zit al op de juiste strook.

Afbeelding 3.9 FOSIM A15Re Deil-Meteren bij alternatief C



Conclusie

Ten behoeve van de doorstroming van noord naar oost wordt deze variant afgeraden. Wel heeft de variant voordelen voor de verkeersveiligheid ten opzichte van variant 2.

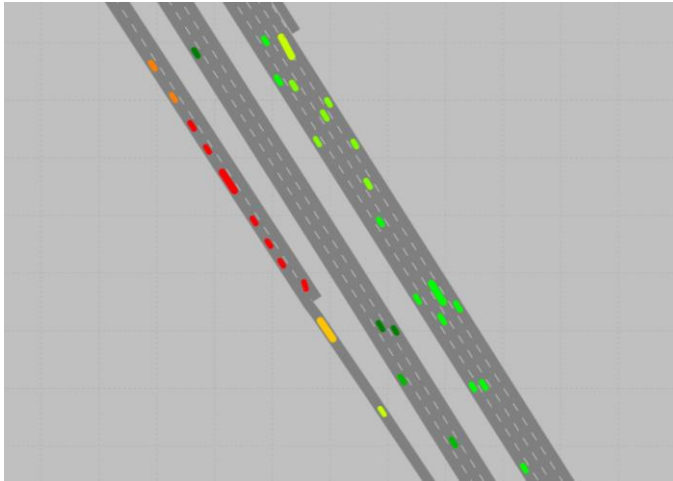
3.3 Verbindingswegen A15 - A2Re

3.3.1 Referentiesituatie

Uit de dynamische simulatie met intensiteiten van 2030HOOG komt naar voren dat de rijstrookvermindering na de samenvoeging van de verbindingswegen richting het zuiden een knelpunt vormt (zie afbeelding 3.10). De NRM resultaten voor de referentie 2040 laten zien dat de I/C-verhouding hier oploopt naar 0,76 in de ochtendspits, wat voor een verbindingsweg kan duiden op structurele congestie.

De verwachting is dat bij gelijkblijvende vormgeving van het wegvak het extra verkeer als gevolg van een verbreding Deil-Empel naar 2x4 of 2x5 niet verwerkt kan worden met mogelijke terugslag naar de A15 als gevolg.

Afbeelding 3.10 Congestie bij rijstrookvermindering verbindingswegen A15 - A2Re in de ochtendspits 2030HOOG



3.3.2 Varianten

Er is 1 variant voor dit knelpunt doorgerekend voor alle alternatieven: het wegnemen van de rijstrookvermindering en het toepassen van een asymmetrisch weefvak tussen Deil en Waardenburg. Hiermee wordt het convergentiepunt weggenomen, waardoor de doorstroming op de verbindingswegen verbetert. In alternatieven A, B (Deil-Empel 2x4) en C (Deil-Empel 2x5) zakt de I/C-verhouding op de verbindingswegen naar circa 0,45. Wel betekent dit dat er op de A2 tussen Deil en Waardenburg een asymmetrisch weefvak met afvallende rijstrook moet worden ingepast, wat verkeersveiligheidsrisico's oplevert. Deze effecten zijn samengevat in tabel 3.4

Tabel 3.4 Effecten van variant op bestaande en nieuwe knelpunten

Variant	Verbindingswegen A15	Hoofdrijbaan A2
	doorstroming	verkeersveiligheid
1. asymmetrisch weefvak Deil - Waardenburg	++	-

Advies

Omwille van de doorstroming en in verband met de relatie tot knelpunt 1, is het advies om deze ontwerpvariant toe te passen.

3.4 Invoeging Waardenburg en uitvoeging knooppunt Deil A2Li

3.4.1 Referentiesituatie

In noordelijke richting zijn er vaak doorstromingsproblemen tussen aansluiting Waardenburg en knooppunt Deil in de ochtendspits. In afbeelding 3.11 is te zien dat in 2030 al turbulentie ontstaat in dit wegvak. In 2040 stijgt de I/C-verhouding hier naar 0,97, wat duidt op structurele congestie.



3.4.2 Varianten

In alle kansrijke alternatieven is dit wegvak vormgegeven als een weefvak tussen de aansluiting en het knooppunt. Een opgave is hier dat de hoofdrijbaan A2 van 4 rijstroken (concept-voorkeursalternatief) naar 3 rijstroken in het knooppunt moet gaan. Hiervoor bestaan 2 varianten: een asymmetrisch weefvak (conform kansrijk alternatief A) en een symmetrisch weefvak met een rijstrookafstreping in het knooppunt (conform kansrijk alternatief B). Ook wordt de locatie van aansluiting Waardenburg in de alternatieven gevarieerd. De effecten van wijziging van de locatie zijn geen onderdeel van deze notitie. In tabel 3.5 zijn de effecten van de twee varianten voor het weefvak samengevat.

Tabel 3.5 Effecten van variant op bestaande en nieuwe knelpunten

Variant	1. Asymmetrisch weefvak Waardenburg - Deil (conform kansrijk alternatief A)	2. Symmetrisch weefvak Waardenburg - Deil met rijstrookafstreping (conform kansrijk alternatief B)
doorstroming A2 (gezien de inherente capaciteitssterugloop in het knooppunt)	++	+
verkeersveiligheid A2	0	-

Advies

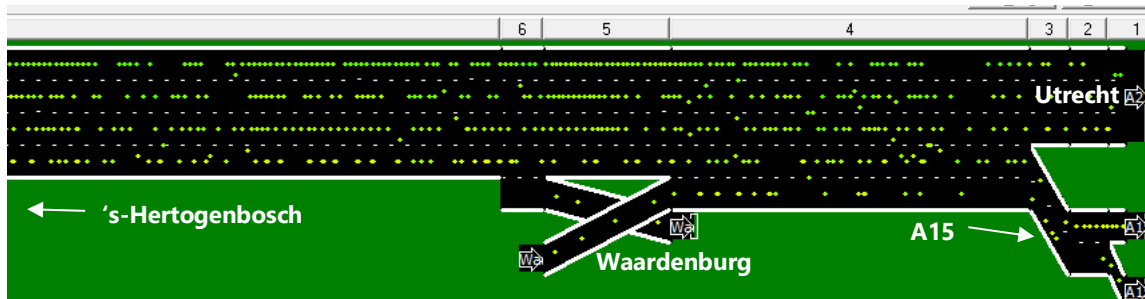
Op basis van de beschikbare informatie, presteert variant 1 het beste op het gebied van doorstroming en verkeersveiligheid. Er wordt dan ook aangeraden om deze variant op te nemen in het voorkeursalternatief.

Onderbouwing

Variant 1: asymmetrisch weefvak Waardenburg - Deil

Bij deze variant komt de oprit van Waardenburg bij de A2 als samenvoeging en gaat dit over in een weefvak naar de A15 met 2 rijstroken. 3 rijstroken gaan rechtdoor het knooppunt in. Gezien het feit dat de capaciteit van de hoofdrijbaan in dit wegvak van 5 rijstroken naar 3 gaat, is er in kansrijk alternatief A een redelijk goede doorstroming te zien (zie afbeelding 3.12). Wel dient hierbij te worden opgemerkt dat de locatie van aansluiting Waardenburg in het concept-voorkeursalternatief dichterbij het knooppunt ligt ten opzichte van kansrijk alternatief A.

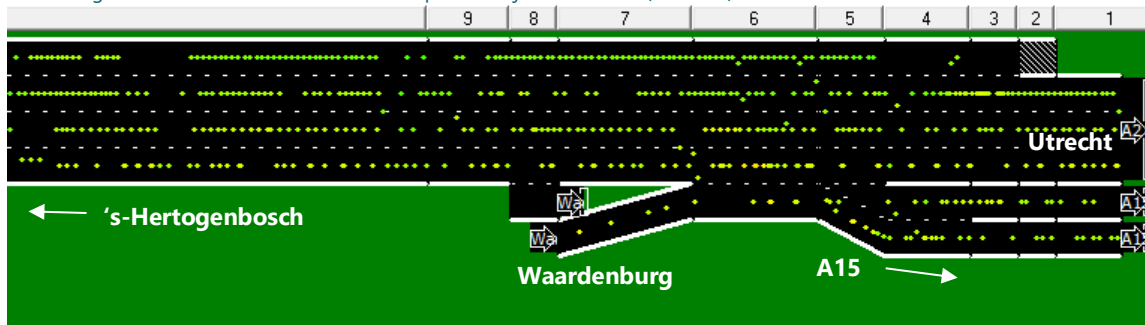
Afbeelding 3.12 FOSIM simulatie A2Li ochtendspits kansrijk alternatief A (variant 1)



Variant 2: symmetrisch weefvak Waardenburg - Deil met rijstrookafstreping in knooppunt

Bij deze variant wordt tussen de oprit van Waardenburg en de uitvoeging naar de A15 een symmetrisch weefvak aangelegd met een opdikking van de verbindingswegen. Hierdoor gaat de hoofdrijbaan met 4 rijstroken het knooppunt in waar deze moeten worden teruggebracht naar 3 door middel van een rijstrookafstreping. De variant laat een acceptabele doorstroming zien (afbeelding 3.13) met soms enige congestie bij de rijstrookafstreping. Bij de rijstrookafstreping stijgt de I/C-verhouding van 0,70 naar 0,92, wat niet alleen risico's voor de doorstroming oplevert, maar vooral ook voor de verkeersveiligheid. Daarom is deze variant niet wenselijk.

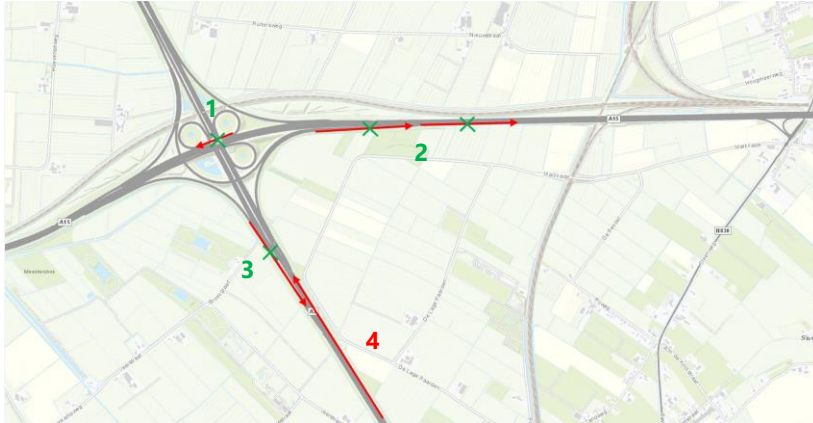
Afbeelding 3.13 FOSIM simulatie A2Li ochtendspits kansrijk alternatief B (variant 2)



3.5 Mogelijke resterende knelpunten

Uit bovenstaande informatie kan worden geconcludeerd dat de geadviseerde ontwerpvarianten knelpunten 1, 2 en 3 kunnen oplossen. Knelpunt 4 blijft mogelijk bestaan en is gerelateerd aan de locatie van aansluiting Waardenburg. Afbeelding 3.14 geeft een overzicht van de opgeloste knelpunten.

Afbeelding 3.14 Opgeloste knelpunten op basis van de beschikbare informatie



Daarnaast zijn er wegvakken waar nog onduidelijkheid over bestaat op basis van de beschikbare informatie en in het licht van andere ontwerpvoorstellen. Behalve knelpunt 4, zijn dit de wegvakken die in Afbeelding 3.15 oranje gemarkeerd zijn: de doorgaande wegvakken in noordelijke richting in het knooppunt (rangeerbaan en hoofdrijbaan), de verbindingswegen richting Rotterdam en de A15 richting Tiel bij de rijstrookafstropping bij Meteren. Meer gedetailleerd onderzoek moet aantonen wat er in deze wegvakken gebeurt (zie hoofdstuk4).

Afbeelding 3.15 Mogelijke resterende knelpunten na doorvoeren ontwerpvoorstellen uit kansrijke alternatieven



4 AANVULLEND ONDERZOEK FASE 2

Om antwoord te geven op de openstaande vragen gesteld in paragraaf 3.1 en 3.5, is bij de trechtering van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief aanvullend onderzoek uitgevoerd. Deze vragen zijn:

- 1 wat is het probleemoplossend vermogen van een fly-over zuid-west ten opzichte van een ontvlechting van het weefvak op de A15Li?
- 2 hoe is de doorstroming in de in Afbeelding 3.15 gearceerde wegvakken bij de voorgestelde oplossingen?

Dit hoofdstuk presenteert de uitgangspunten, belangrijkste resultaten en bijbehorende conclusies uit dat onderzoek.

4.1 Uitgangspunten

Er zijn twee varianten gesimuleerd met de simulatiesoftware PTV Vissim. In Tabel 4.1 zijn de uitgangspunten voor beide varianten samengevat. Een belangrijk uitgangspunt in deze fase is dat aansluiting Waardenburg naar het noorden wordt verplaatst. Omdat in het concept VKA de keuze is gemaakt aansluiting Waardenburg toch op de huidige locatie te laten liggen, zijn in fase 3 nogmaals extra berekeningen uitgevoerd met nieuwe uitgangspunten. De uitkomsten van deze berekeningen zijn te vinden in hoofdstuk 0.

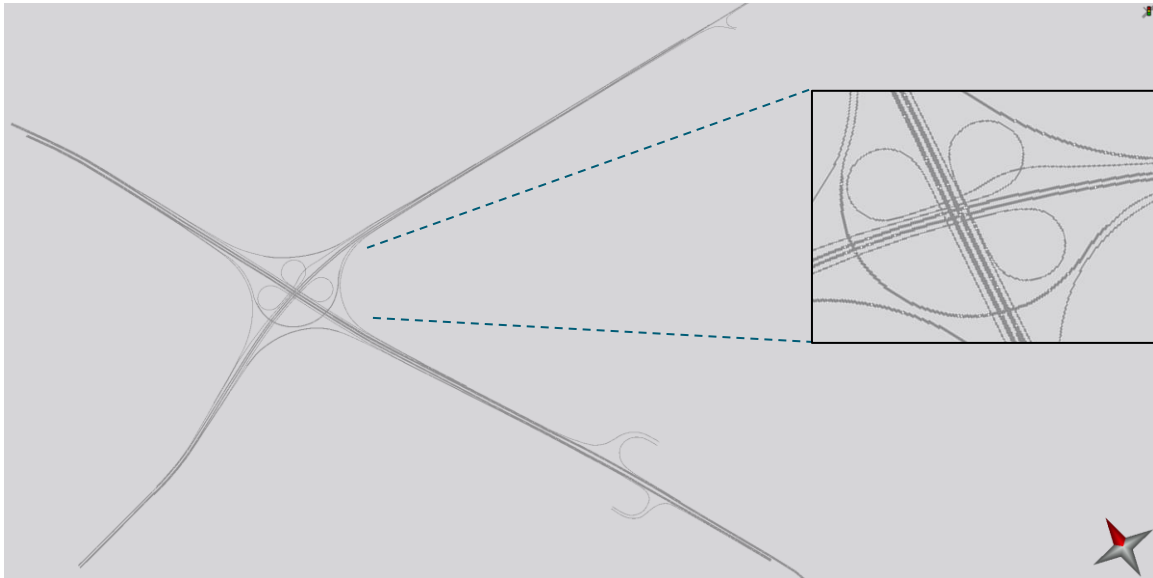
Tabel 4.1 Uitgangspunten simulatiemodellen varianten knooppunt Deil

Onderdeel	Variant A		Variant B
netwerk	A2 HRB	2x4 (conform voorlopig VKA)	
	A15Re HRB ri. Tiel	doorlopend asymmetrisch weefvak, rijstrookafstreping bij Meteren (conform voorlopig VKA)	
	A15Li rangeerbaan ri. R'dam	ontvlochten conform kansrijk alternatief A	fly-over zuid-west conform kansrijk alternatief B
	A2Li rangeerbaan ri. Utrecht	rangeerbaan en weefvak behouden	rangeerbaan en weefvak verwijderd (fly-over)
	verbindingswegen A2 ri. Tiel	samengevoegd als 2 rijstroken, asymmetrisch weefvak A15 (conform voorlopig VKA)	
	verbindingswegen A15 ri. 's-Hertogenbosch	samengevoegd als 2 rijstroken, asymmetrisch weefvak A2 (conform voorlopig VKA)	
	aansluiting Waardenburg	verplaatst naar het noorden	
verkeersintensiteiten (NRM)	WLO scenario	2040 HOOG	
	kansrijk alternatief	A2	B
	dagdeel	ochtendspits (07.00-09.00 uur)	

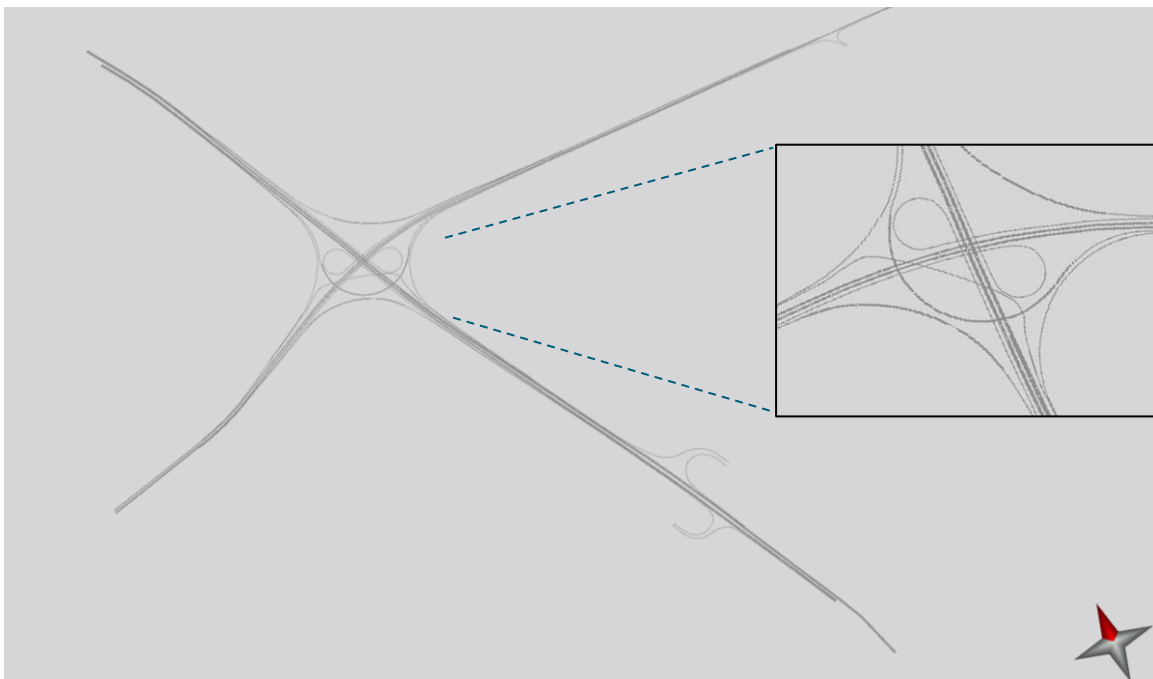
4.1.1 Netwerken

Bij de vormgeving van de netwerken is het elementair ontwerp gebruikt van het concept-voorkeursalternatief (werkhypothese), aangevuld met enkele inpassingsontwerpen op knelpuntlocaties. De netwerken van de varianten verschillen alleen als het gaat om de verbindingswegen zuid-west en oost-zuid en de rangeerbanen. Afbeelding 4.1 en afbeelding 4.2 geven de netwerken weer.

Afbeelding 4.1 Netwerk variant A



Afbeelding 4.2 Netwerk variant B



4.1.2 Verkeer

Er is voor gekozen om bij variant A uit te gaan van verkeersintensiteiten conform kansrijk alternatief A2 en bij variant B van kansrijk alternatief B. In beide alternatieven heeft het traject tussen Deil en Empel 4 rijstroken. De intensiteiten liggen daarom niet erg veel uit elkaar, maar juist op de verbindingswegen naar de A15 is er een verschil wegens de verkeersaantrekkende werking van de varianten. Voor de verbindingsweg van zuid naar west, die we hier bestuderen, ligt de intensiteit bij alternatief circa 15 % hoger.

Dit aanvullende onderzoek richt zich specifiek op de wegvakken waar op basis van de voorheen beschikbare informatie geen conclusies over konden worden getrokken. Voor deze wegvakken is op basis van de NRM resultaten bevonden dat de ochtendspits maatgevend is. Daarom zijn de simulaties uitgevoerd met ochtendspits intensiteiten (07.00 - 09.00 uur). Het alleen onderzoeken van de ochtendspits betekent wel dat de resultaten niet alle knelpunten in het knooppunt laten zien. Overige knelpunten waren al in beeld op basis van de beschikbare informatie.

Om een realistische verdeling van verkeer over de spitsperiode te krijgen, is een spitsprofiel toegepast waarbij in het midden van de spits meer voertuigen het netwerk in komen dan aan de randen van de spits. Deze verdeling is per kwartier gemaakt. Het totaal over de spitsperiode blijft gelijk.

Het NRM laat zien dat bij variant A de rangeerbaan op de A2Li wordt gebruikt door doorgaand verkeer (circa 400 voertuigen per uur in de ochtendspits). In de dynamische toedeling van het VISSIM model is daarom rekening gehouden met de mogelijkheid voor doorgaand verkeer om gebruik te maken van de rangeerbaan, maar deze rangeerbaan heeft een hogere weerstand gekregen dan de hoofdrijbaan. Na het convergeren van de toedeling bleek er geen gebruik gemaakt te worden van deze mogelijkheid.

4.1.3 Data verzameling en simulatie opzet

Zowel tijdens het kalibratieproces als tijdens de simulatie is de reistijd, vertraging en aantal voertuigen gemeten voor een paar specifieke locaties. Daarnaast is de modelanimatie gebruikt voor verificatie en signaleren van knelpunten. Voor beide varianten bleken 10 modelruns voldoende om resultaten te genereren waar eenduidige uitspraken over gedaan kunnen worden.

4.2 Resultaten

De verkeersafwikkeling van beide varianten is bestudeerd voor de wegvakken zoals beschreven in paragraaf 3.5, weergegeven in onderstaande afbeelding 3.3. Dit zijn de volgende wegvakken:

- 1 weefvak A2Li tussen Waardenburg en Deil;
- 2 doorgaande rijbaan A2Li door het knooppunt (rangeerbaan en hoofdrijbaan);
- 3 samenvoeging en invoeging verbindingswegen A15Li richting Rotterdam;
- 4 rijstrookafstropping A15Re bij Meteren.

Afbeelding 4.3 Te beoordelen wegvakken

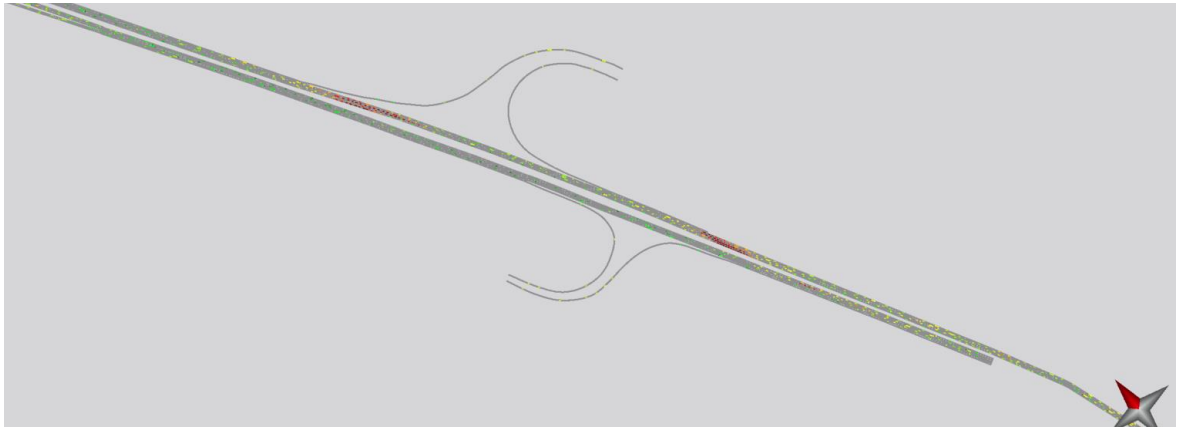


4.2.1 Locatie 4: weefvak A2Li tussen Waardenburg en Deil

Beschrijving effecten

Zowel in variant A als in variant B is te zien dat er naarmate de ochtendspits vordert steeds meer congestie ontstaat in het weefvak tussen aansluiting Waardenburg en knooppunt Deil. Deze congestie slaat terug voorbij de aansluiting en richting de Waalbrug, zie afbeelding 4.4. Hierdoor loopt met name tussen de Waalbrug en aansluiting Waardenburg de vertraging het meeste op.

Afbeelding 4.4 Congestie in weefvak Waardenburg-Deil met schokgolven naar Waalbrug in variant A



Door dit knelpunt komt er met name in de tweede helft van de ochtendspits minder verkeer in stroomafwaartse wegvakken, waardoor mogelijke knelpunten hier afnemen. In Tabel 4.2 is het verloop van de vertraging en voertuigverliesuren tussen de Waalbrug en het knooppunt over het hoogtepunt van de ochtendspits te zien. Te zien is dat in de late ochtendspits de vertraging meer dan de helft van de gehele reistijd op dit wegvak uitmaakt. De opgelopen vertraging is echter niet substantieel: op het hoogtepunt minder dan 2 minuten over een afstand van 3 km.

Tabel 4.2 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren (VUU) tussen de Waalbrug en knooppunt Deil

Tijd	Variant A			Variant B		
	Gemiddelde vertraging		VUU	Gemiddelde vertraging		VUU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)		Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	35	27 %	18	35	27 %	19
07.45 - 08.00 uur	66	41 %	36	70	43 %	39
08.00 - 08.15 uur	96	51 %	52	108	54 %	58
08.15 - 08.30 uur	107	53 %	57	109	54 %	59

De I/C-verhouding (op basis van het NRM) in dit wegvak in de ochtendspits is bij kansrijk alternatief A2 0,79 en bij kansrijk alternatief B 0,94, terwijl de capaciteit gelijk is tussen de alternatieven. Deze I/C-verhouding is mede zo hoog vanwege de grote hoeveelheid wendend verkeer. De hoge mate van turbulentie is te verklaren door de combinatie van deze hoge I/C-verhouding, hoge mate van wendend verkeer en de hoeveelheid verplichte rijstrookwissels die in dit wegvak (van circa 950 m) moeten worden uitgevoerd. De grootte van het knelpunt hangt ook samen met de locatie van aansluiting Waardenburg.

Conclusie

Het weefvak tussen Waardenburg en Deil vormt in beide varianten een knelpunt met terugslaan schokgolven tot aan de Waalbrug. Hoewel de relatieve vertraging hier oploopt tot meer dan de helft van de reistijd, is de absolute vertraging niet substantieel: op het hoogtepunt minder dan 2 minuten over een afstand van 3 km. Er is geen significant verschil te zien tussen de varianten. Dit knelpunt is in beide varianten bepalend voor de doorstroming van het knooppunt. Hierdoor zijn de effecten van de varianten voor de verbindingswegen van het knooppunt moeilijker te zien.

De oorzaak van de congestie is een combinatie van het volgende:

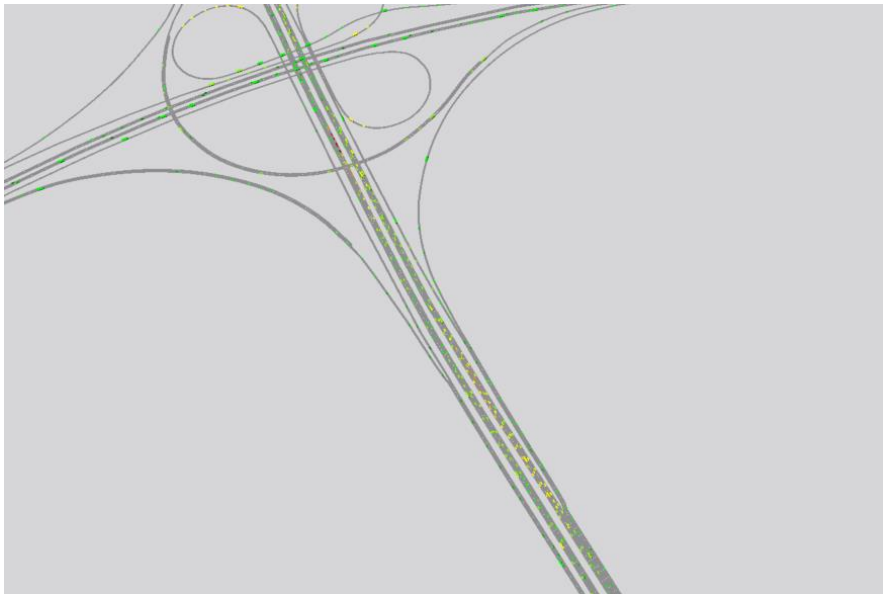
- 1 hoge I/C-verhouding in het wegvak;
- 2 hoge mate wevend verkeer;
- 3 veel verplichte rijstrookwissels over een lengte van circa 950 m.

4.2.2 Locatie 5: doorgaande rijbanen in knooppunt

Beschrijving effecten

Bij beide varianten is de doorstroming door het knooppunt heen in noordelijke richting redelijk goed, maar treedt er soms enige turbulentie op. Bij variant A is de doorstroming op de rangeerbaan door het knooppunt goed. In tegenstelling tot het NRM, liet het VISSIM model geen doorgaand verkeer zien dat gebruik maakt van de rangeerbaan. Daarom zit hier alleen het wevende verkeer van en naar de A15 op. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de redelijk goede doorstroming van het knooppunt. Hier is een relatie met het stroomopwaartse knelpunt tussen Waardenburg en Deil. Afbeelding 4.5 laat de doorstroming in het knooppunt zien in variant A in de vroege ochtendspits.

Afbeelding 4.5 Turbulentie in knooppunt in vroege ochtendspits variant A



In Tabel 4.3 is voor beide varianten de absolute en relatieve vertraging op de hoofdrijbaan in het knooppunt weergegeven, alsmede de voertuigverliesuren. Dit is voor het hoogtepunt van de spits gedaan (07.30 - 08.30 uur). Hierbij vallen twee dingen op:

- 1 de vertraging neemt af richting het einde van het hoogtepunt van de ochtendspits. Te zien is dat de congestie zich langzaam verplaatst naar het stroomopwaartse knelpunt tussen aansluiting Waardenburg en knooppunt Deil;

- 2 bij variant A ligt de vertraging hoger dan bij variant B. De reden hiervan is dat er in kansrijk alternatief A meer voertuigen van zuid naar noord reizen. De toedeling van het NRM liet zien dat een deel van het doorgaande verkeer gebruik maakte van de rangeerbaan die ook door het knooppunt loopt in noordelijke richting. Dit betekent in feite dat de capaciteit door het knooppunt heen bij dit alternatief hoger ligt dan bij alternatief B en dat leidt tot het aantrekken van meer verkeer. De toedeling in VISSIM laat echter zien dat al het doorgaande verkeer in variant A gebruik maakt van de hoofdrijbaan, waardoor de intensiteiten hier dus hoger liggen. Het verschil is echter klein, met name gekeken naar de absolute vertraging, die op het hoogtepunt bij variant A 49 seconden is en bij variant B 36 seconden.

Tabel 4.3 Verhouding vertraging ten opzichte van gehele reistijd en voertuigverliesuren op de hoofdrijbaan A2Li binnen het knooppunt

Tijd	Variant A			Variant B		
	Gemiddelde vertraging		VVU	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)		Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	27	27 %	10	21	23 %	8
07.45 - 08.00 uur	44	38 %	19	36	33 %	15
08.00 - 08.15 uur	49	41 %	21	32	31 %	13
08.15 - 08.30 uur	43	38 %	18	30	30 %	12

Conclusie

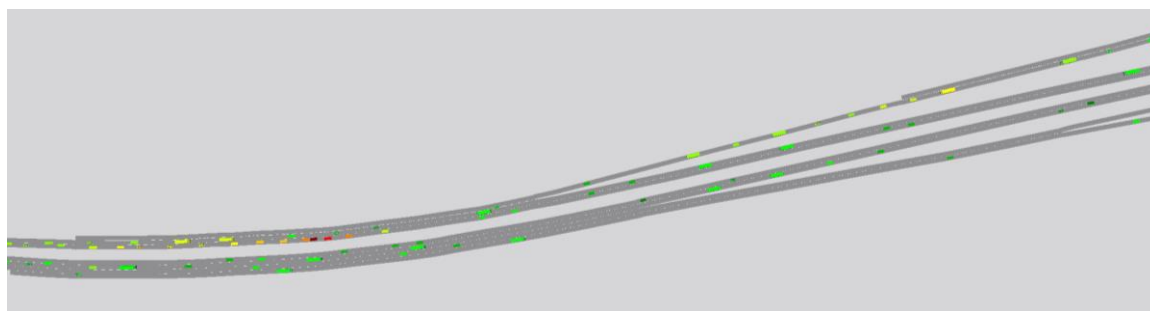
Beide varianten laten een redelijk goede doorstroming zien door het knooppunt heen met een vertraging van maximaal 50 seconden. Aan het verloop van de vertraging is te zien dat hier een relatie ligt met het stroomopwaartse knelpunt tussen Waardenburg en Deil. Mogelijk kan de vertraging in het knooppunt oplopen als dit stroomopwaartse knelpunt afneemt. In dat geval kan in variant A ook verkeer gezien worden dat de rangeerbaan als doorgaande route gebruikt en zou de vertraging in variant A lager komen te liggen dan in variant B.

4.2.3 Locatie 6: samenvoeging en invoeging verbindingswegen richting Rotterdam

Beschrijving effecten

De aanleiding om dit wegvak te onderzoeken, is dat het NRM hier bij kansrijk alternatief A2 een I/C-verhouding van 0,76 liet zien en bij kansrijk alternatief B een I/C-verhouding van 0,82. Het simulatiemodel laat echter in geen van beide gevallen congestie zien. Bij de invoeging is soms enige turbulentie te zien (zie Afbeelding 4.6), maar de doorstroming is over het algemeen goed.

Afbeelding 4.6 Turbulentie bij invoeging richting Rotterdam in variant A



In Tabel 4.4 zijn de vertraging en de voertuigverliesuren te zien. Deze zijn gemeten voor de verbindingsweg vanuit 's-Hertogenbosch tot na de invoeging bij de A15. Te zien is dat de vertraging hier laag blijft. Mogelijk bestaat er een relatie met de stroomopwaartse knelpunten, maar of er op deze plek congestie zou zijn als de doorstroming stroomopwaarts zou verbeteren, is nog maar de vraag. Ook is te zien dat de vertraging iets hoger ligt in variant A dan in variant B, terwijl de intensiteiten bij variant B circa 15 % hoger liggen. Dit indiceert dat niet de intensiteit, maar de vormgeving van het wegvak bepalend is voor de vertraging. Een fly-over stroomt over het algemeen beter door dan een klaverbladlus. Wel is variant B gevoeliger voor de stroomopwaartse doorstroming: wanneer het wegvak tussen Waardenburg en Deil beter doorstroomt, komt de congestie gemakkelijker in dit wegvak terecht, omdat dit het eerste stroomafwaartse convergentiepunt is. Ook liggen de intensiteiten van 's-Hertogenbosch naar Rotterdam hoger bij variant B.

Tabel 4.4 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren verbindingsweg 's-Hertogenbosch - Rotterdam

Tijd	Variant A			Variant B		
	Gemiddelde vertraging		VVU	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)		Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	15	15 %	1	10	11 %	1
07.45 - 08.00 uur	17	17 %	1	16	16 %	2
08.00 - 08.15 uur	18	17 %	2	14	15 %	1
08.15 - 08.30 uur	18	17 %	1	12	13 %	1

Conclusie

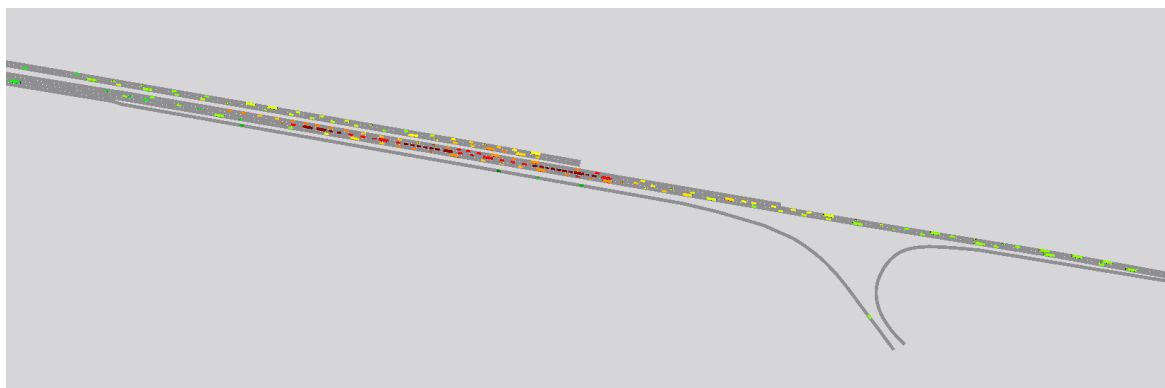
De doorstroming in dit wegvak is over het algemeen goed. Mogelijk kan de doorstroming verslechteren wanneer het wegvak tussen Waardenburg en Deil beter doorstroomt. Variant B is hier gevoeliger voor dan variant A.

4.2.4 Locatie 7: rijstrookafstreping A15Re bij Meteren

Beschrijving effecten

Bij de rijstrookafstreping op de A15 bij Meteren is in beide varianten congestie te zien (zie Afbeelding 4.7). In variant B is deze congestie groter dan in variant A. In geen van beide gevallen is echter terugslag te zien tot in het weefvak vanaf Deil.

Afbeelding 4.7 Congestie bij rijstrookafstreping A15 Meteren in variant B



In Tabel 4.5 zijn de vertraging en voertuigverliesuren te zien op de A15 vanaf de invoeging van de A2 tot aan de invoeging van Meteren. Hierbij valt op dat de vertraging en piek van de vertraging bij variant B hoger liggen dan bij variant A. Dit is te verklaren door de grotere hoeveelheid verkeer die in kansrijk alternatief B van het zuiden naar het oosten gaat, waarschijnlijk als gevolg van de nieuwe aansluiting bij Empel. Hier ligt waarschijnlijk geen relatie met het verschil in vormgeving van knooppunt Deil, omdat de doorstroming op de rangeerbaan en verbindingswegen bij beide varianten redelijk tot goed is. Daarom kan voor het concept-voorkeursalternatief uitgegaan worden van de vertraging die te zien is bij variant A. Er is in het verloop van het knelpunt over de tijd geen verband te zien met het stroomopwaartse knelpunt bij Waardenburg, maar dat wil niet zeggen dat er geen verband is. Mogelijk verergert dit knelpunt wanneer de doorstroming bij Waardenburg verbetert.

Tabel 4.5 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren A15Re vanaf invoeging A2 tot invoeging Meteren

Tijd	Variant A			Variant B		
	Gemiddelde vertraging		VVU	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)		Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	8	9 %	2	10	11 %	2
07.45 - 08.00 uur	17	18 %	4	28	27 %	7
08.00 - 08.15 uur	24	24 %	6	48	38 %	13
08.15 - 08.30 uur	15	16 %	4	49	39 %	12

Conclusie

Er treedt bij beide varianten congestie op die niet terugslaat tot in het weefvak. Mogelijk verslechtert het knelpunt wanneer de doorstroming bij Waardenburg verbetert. Aandachtspunt is dat dit knelpunt verslechtert wanneer de aansluiting bij Empel toch in het ontwerp wordt opgenomen.

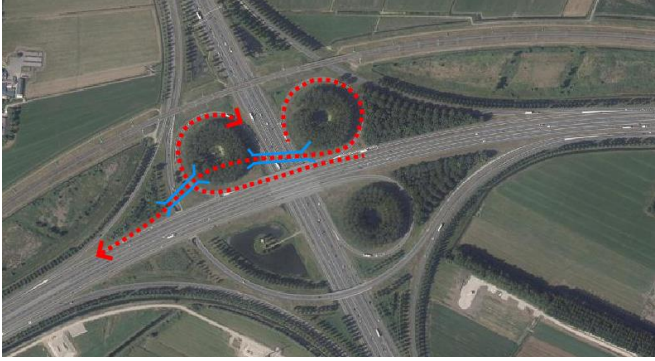
5 AANVULLEND ONDERZOEK FASE 3

Met de onderzoeken uit fase 1 en 2 ligt alle onderbouwing met betrekking tot de doorstroming klaar voor de varianten die in de kansrijke alternatieven zijn onderzocht voor knooppunt Deil. In het integrale afwegingsproces naar het uiteindelijke voorkeursalternatief zijn echter op twee punten keuzes gemaakt waardoor de uitgangspunten voor het VKA niet meer overeenkomen met de uitgangspunten van de bovenstaande onderzoeken. Daarom is een derde onderzoeksfase toegevoegd waarin het doel is om de doorstroming van het VKA met de nieuwste uitgangspunten te verifiëren.

De wijzigingen zijn als volgt:

- 1 naar aanleiding van verkeersveiligheidsoverwegingen is de vorm van de ontvlechting van het weefvak op de A15Li aangepast ten opzichte van de onderzochte varianten. In het nieuwe ontwerp voegt verkeer op de relatie oost-zuid direct uit vanaf de HRB A15Li en wordt de rangeerbaan opgeheven (zie Afbeelding 5.1);
- 2 de aansluiting Waardenburg wordt op de huidige locatie behouden;
- 3 er zijn nieuwe NRM doorrekeningen gedaan voor het VKA met NRM 2020 waardoor de verkeersstromen iets wijzigen.

Afbeelding 5.1 Ontwerp ontvlechting VKA



Bij deze fase staan de volgende vragen centraal:

- blijven de conclusies uit de vorige fasen met betrekking tot de doorstroming op de aandachtswegvakken (zie Afbeelding 5.2) staan?
 - met de nieuwe verkeerscijfers voor het VKA?
 - heeft het behouden van aansluiting Waardenburg op de huidige locatie een positief effect op de doorstroming tussen Waardenburg en Deil (locatie 4) en wat doet dit met de stroomafwaartse locaties?
- heeft het nieuwe ontwerp voor de ontvlechting nog gevolgen voor de doorstroming op de A15Li (locatie 8 in Afbeelding 5.2)?

Afbeelding 5.2 Mogelijke resterende knelpunten concept-voorkeursalternatief



5.1 Uitgangspunten

Net als in fase 2, vindt doorrekening plaats met de dynamische simulatiesoftware PTV Vissim. De uitgangspunten zijn voor het grootste deel hetzelfde als bij de doorrekening in fase 2, met uitzondering van het weefvak op de A15Li, de locatie van aansluiting Waardenburg en de verkeersintensiteiten. In tabel 5.1 zijn de uitgangspunten nog een keer op een rij gezet.

Tabel 5.1 Uitgangspunten simulatiemodellen varianten knooppunt Deil

Onderdeel	modellering concept VKA	
netwerk	A2 HRB	2x4
	A15Re HRB ri. Tiel	doorlopend asymmetrisch weefvak, rijstrookafstreping bij Meteren
	A15Li rangeerbaan ri. R'dam	ontvlochten conform nieuw ontwerp (Afbeelding 5.1)
	A2Li rangeerbaan ri. Utrecht	rangeerbaan en weefvak behouden
	verbindingswegen A2 ri. Tiel	samen gevoegd als 2 rijstroken, asymmetrisch weefvak A15
	verbindingswegen A15 ri. 's-Hertogenbosch	samen gevoegd als 2 rijstroken, asymmetrisch weefvak A2
	aansluiting Waardenburg	behouden op huidige locatie
verkeersintensiteiten (NRM)	WLO scenario	2040 HOOG
	run	VKA, maximumsnelheid 130 km/u, zonder breed mobiliteitspakket (worst case)
	dagdeel	ochtendspits (07.00-09.00 uur)

5.2 Resultaten

De verkeersafwikkeling van beide varianten is bestudeerd voor de wegvakken zoals hierboven beschreven, weergegeven in onderstaande afbeelding 5.3 Dit zijn de volgende wegvakken:

- 1 weefvak A2Li tussen Waardenburg en Deil;
- 2 doorgaande rijbaan A2Li door het knooppunt (rangeerbaan en hoofdrijbaan);
- 3 samenvoeging en invoeging verbindingswegen A15Li richting Rotterdam;
- 4 rijstrookafstreping A15Re bij Meteren;
- 5 hoofdrijbaan A15Li tussen uitvoeging naar Utrecht en uitvoeging naar 's-Hertogenbosch.

Afbeelding 5.3 Mogelijke resterende knelpunten concept-voorkeursalternatief



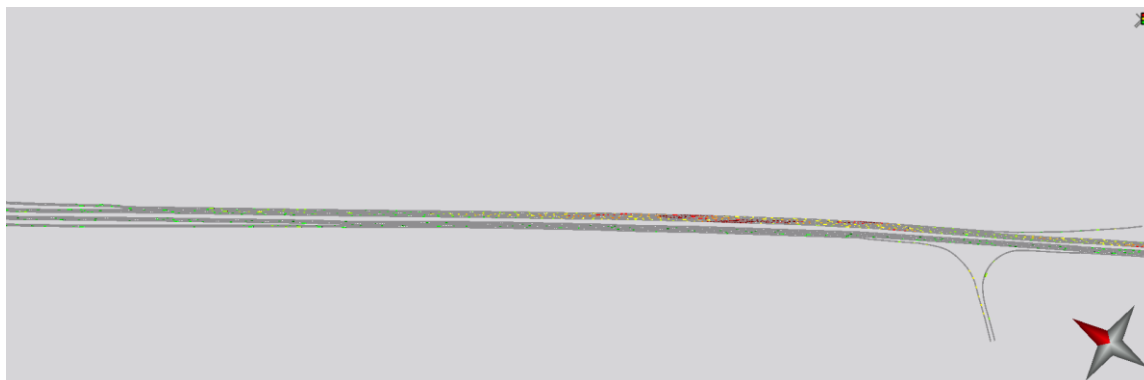
5.2.1 Locatie 4: weefvak A2Li tussen Waardenburg en Deil

Beschrijving effecten

Naarmate de ochtendspits vordert, ontstaat er lichte congestie in het weefvak tussen aansluiting Waardenburg en knooppunt Deil. Deze congestie slaat terug voorbij de aansluiting en richting de Waalbrug,

zie Afbeelding 5.4. Daardoor is de vertraging in het weefvak zelf en de vertraging tussen de Waalbrug en aansluiting Waardenburg ongeveer gelijk.

Afbeelding 5.4 Congestie in weefvak Waardenburg-Deil met terugslag richting Waalbrug



Door dit knelpunt komt er met name in de tweede helft van de ochtendspits minder verkeer in stroomafwaartse wegvakken, waardoor mogelijke knelpunten hier afnemen. In tabel 5.2 is het verloop van de vertraging en voertuigverliesuren tussen de Waalbrug en het knooppunt over het hoogtepunt van de ochtendspits te zien. Te zien is dat in de late ochtendspits de vertraging meer dan de helft van de gehele reistijd op dit wegvak uitmaakt. Na de spits lost de congestie vanzelf weer op. De opgelopen vertraging is echter niet substantieel: op het hoogtepunt circa 2,5 minuten over een afstand van 3 km.

De I/C-verhouding in dit wegvak is 0,86¹ in de ochtendspits. De hoge mate van turbulentie is te verklaren door de combinatie van de hoge intensiteiten, hoge mate van wevend verkeer en de hoeveelheid verplichte rijstrookwissels die in dit wegvak moeten worden uitgevoerd.

De vertraging ligt iets hoger dan bij de variantenstudie in fase 2. Naar verwachting komt dit doordat de afstand waarover 4 rijstroken beschikbaar zijn, korter is. Dit is blijkbaar bepalender voor de doorstroming dan de lengte van het weefvak. Het weefvak is meer dan 1 km langer is dan in de eerder onderzochte varianten. Echter is de ervaring dat verplichte rijstrookwissels over het algemeen over een korte afstand voorin het weefvak plaatsvinden, dus deze langere afstand heeft weinig effect. Het verschil is echter klein: minder dan een minuut over een afstand van 3 km.

Tabel 5.2 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren (VVU) tussen de Waalbrug en knooppunt Deil

Periode	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	32	25 %	18
07.45 - 08.00 uur	52	36 %	30
08.00 - 08.15 uur	89	49 %	51
08.15 - 08.30 uur	159	63 %	87

¹ Op basis van de handmatige I/C-bepaling voor het VKA met de CIA, zoals toegelicht in de ontwerpnota.

Conclusie

Het weefvak tussen Waardenburg en Deil vormt ook bij het concept VKA een knelpunt met lichte congestie die terugslaat tot aan de Waalbrug. Hoewel de relatieve vertraging hier oploopt tot meer dan de helft van de reistijd, is de absolute vertraging niet substantieel: op het hoogtepunt circa 2,5 minuten over een afstand van 3 km. Dit knelpunt is bepalend voor de doorstroming van stroomafwaartse locaties in het knooppunt.

De oorzaak van de congestie is een combinatie van het volgende:

- 1 hoge I/C-verhouding in het weefvak;
- 2 hoge mate wevend verkeer;
- 3 veel verplichte rijstrookwissels.

Het knelpunt hangt samen met de locatie van aansluiting Waardenburg. In de eerder onderzochte varianten lag de vertraging iets lager. Dit toont aan dat de lengte waarover 4 rijstroken beschikbaar zijn op de hoofdrijbaan bepalender is voor de doorstroming dan de lengte waarover geweeft kan worden. Het verschil in vertraging is echter klein.

5.2.2 Locatie 5: doorgaande rijbaan in knooppunt Deil

Beschrijving effecten

Hoofdrijbaan

De doorstroming op de hoofdrijbaan in het knooppunt in noordelijke richting is goed, gezien het feit dat de I/C-verhouding er in de ochtendspits 0,81¹ is. Sporadisch treedt er enige turbulentie op. Hier is sprake van een relatie met het stroomopwaartse knelpunt in het weefvak tussen Waardenburg en Deil. Mogelijk neemt de turbulentie toe wanneer dit knelpunt is opgelost.

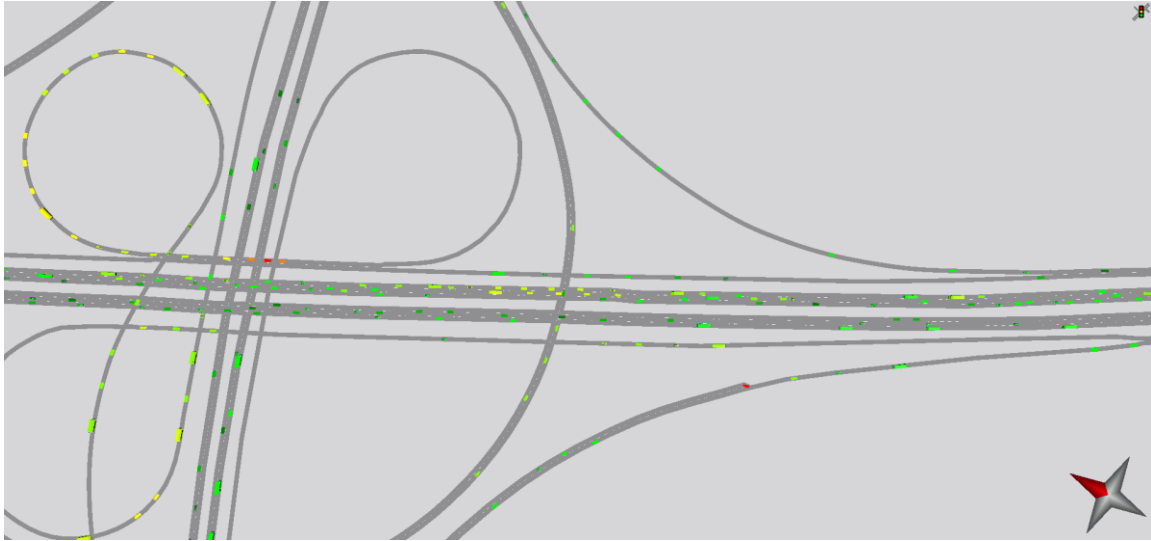
Rangeerbaan

Op de rangeerbaan is de doorstroming redelijk tot goed, hoewel de I/C-verhouding in het weefvak in de ochtendspits 0,89² is. De redelijk tot goede doorstroming is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat het verkeer van zuid naar west hier meer dan 90 % van het verkeer in het weefvak uitmaakt en het weefvak dus in feite vrijwel als uitvoeging fungeert. Ook is hier een relatie met het stroomopwaartse knelpunt tussen Waardenburg en Deil. Wel is te zien dat er sporadisch turbulentie kan optreden wanneer een voertuig op de relatie oost-noord geen hiaat kan vinden. In Afbeelding 5.5 is het gevolg te zien.

¹ Op basis van de handmatige I/C-bepaling voor het VKA met de CIA, zoals toegelicht in de ontwerpnota.

² Op basis van de handmatige I/C-bepaling voor het VKA met de CIA, zoals toegelicht in de ontwerpnota.

Afbeelding 5.5 Turbulentie op rangeerbaan in de ochtendspits



Vertragingen

In Tabel 5.3 is voor de hoofdrijbaan en rangeerbaan de absolute en relatieve vertraging op de hoofdrijbaan in het knooppunt weergegeven, alsmede de voertuigverliesuren. Dit is voor het hoogtepunt van de ochtendspits gedaan (07.30 - 08.30 uur). Hierbij vallen twee dingen op:

- 1 de vertraging is laag: op het hoogtepunt korter dan een minuut;
- 2 de vertraging neemt af richting het einde van het hoogtepunt van de ochtendspits. Te zien is dat de congestie zich langzaam verplaatst naar het stroomopwaartse knelpunt tussen aansluiting Waardenburg en knooppunt Deil;
- 3 op de hoofdrijbaan ligt de vertraging hoger dan op de rangeerbaan.

Tabel 5.3 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren (VVU) hoofdrijbaan en rangeerbaan A2Li in knp Deil

Periode	Hoofdrijbaan A2Li			Rangeerbaan A2Li		
	Gemiddelde vertraging		VVU	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)		Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	30	30%	12	11	25%	1
07.45 - 08.00 uur	51	42%	22	12	26%	1
08.00 - 08.15 uur	44	38%	19	9	22%	1
08.15 - 08.30 uur	29	29%	11	9	21%	1

Conclusie

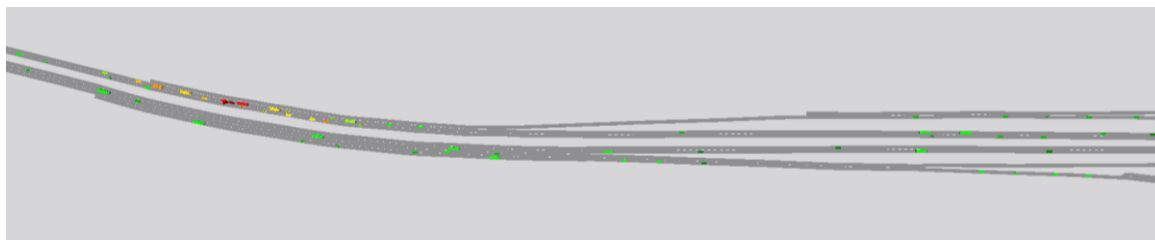
De hoofdrijbaan en rangeerbaan laten redelijk goede doorstroming zien met een vertraging van maximaal 51 seconden. Aan het verloop van de vertraging is te zien dat hier een relatie ligt met het stroomopwaartse knelpunt tussen Waardenburg en Deil. Mogelijk kan de vertraging in het knooppunt oplopen als dit stroomopwaartse knelpunt afneemt.

5.2.3 Locatie 6: samenvoeging en invoeging verbindingswegen ri. Rotterdam

Beschrijving effecten

De aanleiding om dit wegvak te onderzoeken, is dat de I/C-verhouding hier 0,72 - 0,78¹ is. Het simulatiemodel laat echter geen congestie zien. Bij de invoeging is soms enige turbulentie te zien (zie Afbeelding 5.6), maar de doorstroming is over het algemeen goed.

Afbeelding 5.6 Turbulentie bij invoeging richting Rotterdam



In Tabel 5.4 zijn de vertraging en de voertuigverliesuren te zien. Deze zijn gemeten voor de verbindingsweg vanuit 's-Hertogenbosch tot na de invoeging bij de A15. Te zien is dat de vertraging hier laag blijft. Mogelijk bestaat er een relatie met het stroomopwaartse knelpunt tussen Waardenburg en Deil, maar de verwachting is dat ook bij het oplossen van dit knelpunt er geen congestie zal ontstaan in dit wegvak.

Tabel 5.4 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren (VVU) verbindingsweg 's-Hertogenbosch - Rotterdam

Periode	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	15	15 %	1
07.45 - 08.00 uur	17	17 %	1
08.00 - 08.15 uur	18	17 %	2
08.15 - 08.30 uur	18	17 %	1

Conclusie

Hoewel in dit wegvak een relatief hoge I/C-verhouding te zien is, treedt er geen structurele congestie op en blijft de vertraging gering. Ook wanneer het stroomopwaartse knelpunt tussen Waardenburg en Deil oplost, blijft de doorstroming hier naar verwachting redelijk tot goed.

5.2.4 Locatie 7: rijstrookafstreping A15Re bij Meteren

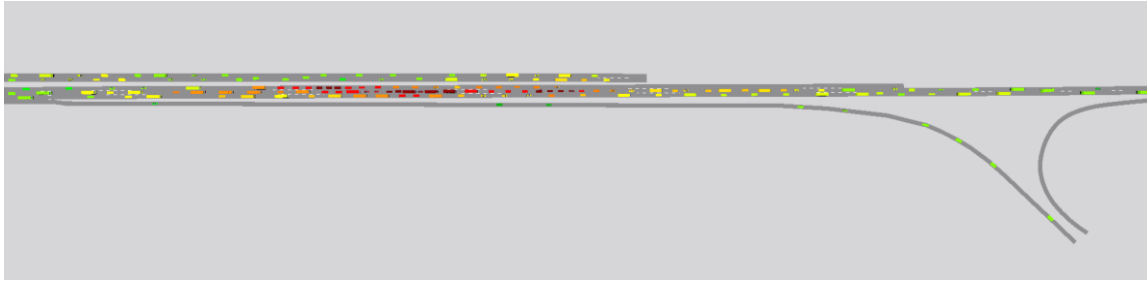
Beschrijving effecten

De I/C-verhouding ter hoogte van de rijstrookafstreping bij aansluiting Meteren is 0,83². Hierdoor ontstaat vóór de rijstrookafstreping lichte congestie (zie afbeelding 5.7). Deze congestie slaat echter niet terug tot voorbij het weefvak tussen Deil en Meteren.

¹ Op basis van de handmatige I/C-bepaling voor het VKA met de CIA, zoals toegelicht in de ontwerpnota.

² Op basis van de handmatige I/C-bepaling voor het VKA met de CIA, zoals toegelicht in de ontwerpnota.

Afbeelding 5.7 Congestie bij rijstrookafstreping A15 Meteren



In Tabel 5.5 zijn de vertraging en voertuigverliesuren te zien op de A15 vanaf de invoeging van de A2 tot aan de invoeging van Meteren. Hierbij valt op dat de vertraging op het hoogtepunt ongeveer de helft van de reistijd uitmaakt. In absolute zin is de vertraging echter gering: iets meer dan een minuut. Er is in het verloop van het knelpunt over de tijd geen verband te zien met het stroomopwaartse knelpunt bij Waardenburg, waarschijnlijk omdat het grootste deel van het verkeer hier afkomstig is van de A15 en niet de A2. Echter is er waarschijnlijk wel een lichte samenhang. Mogelijk verergert dit knelpunt wanneer de doorstroming bij Waardenburg verbetert.

Tabel 5.5 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren (VVU) A15Re vanaf invoeging A2 tot invoeging Meteren

Periode	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	9	11 %	2
07.45 - 08.00 uur	23	23 %	6
08.00 - 08.15 uur	77	50 %	21
08.15 - 08.30 uur	49	39 %	13

Conclusie

Ter hoogte van de rijstrookafstreping bij Meteren is lichte congestie te zien. De vertraging is echter gering en de congestie slaat niet terug tot voorbij het weefvak Deil - Meteren. Er is waarschijnlijk een lichte samenhang met het stroomopwaartse knelpunt bij Waardenburg, maar deze is veel minder dan in de eerder beschreven wegvakken, omdat hier het grootste deel van het verkeer vanaf de A15 komt.

5.2.5 Locatie 8: hoofdrijbaan A15Li tussen uitvoeging naar Utrecht en uitvoeging naar 's-Hertogenbosch

Beschrijving effecten

Omdat het verkeer richting 's-Hertogenbosch in het nieuwe ontwerp langer op de hoofdrijbaan A15 blijft rijden, is het van belang aandacht te besteden aan de effecten hiervan op de doorstroming. De I/C-verhouding op het wegvak is 0,61¹, dus er wordt geen congestie verwacht. Ook in het dynamische model is een goede doorstroming te zien. Tabel 5.6 laat de vertraging in het wegvak zien. Hierin is te zien dat deze redelijk laag blijft. Wel is hier een relatie met een stroomopwaarts knelpunt tussen Est en Deil, maar de verwachting is niet dat hier een nieuw knelpunt ontstaat wanneer de stroomopwaartse is opgelost.

¹ Op basis van de handmatige I/C-bepaling voor het VKA met de CIA, zoals toegelicht in de ontwerpnota

Tabel 5.6 Vertraging in verhouding tot gehele reistijd en voertuigverliesuren (VVU) A15Li tussen uitvoering ri. Utrecht en uitvoering ri. 's-Hertogenbosch

Periode	Gemiddelde vertraging		VVU
	Absoluut (s)	Relatief (% van reistijd)	
07.30 - 07.45 uur	8	20 %	0
07.45 - 08.00 uur	11	25 %	1
08.00 - 08.15 uur	9	22 %	1
08.15 - 08.30 uur	12	26 %	1

Conclusie

Het ontwerp waarbij verkeer richting 's-Hertogenbosch langer op de hoofdrijbaan A15Li blijft rijden heeft geen negatieve gevolgen voor de doorstroming in dit wegvak.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

Afbeelding 6.1 laat alle (mogelijke) knelpunten zien, die onderzocht en in deze notitie besproken zijn. Onderstaand volgt een samenvatting van de effecten in deze wegvakken, bij de onderzochte varianten.

Afbeelding 6.1 Alle (mogelijke) knelpunten die onderzocht zijn



- 1 de twee varianten voor knelpunt 1 (ontvlechten weefvak en fly-over zuid-west) lossen beide met zekerheid het knelpunt in het weefvak op de A15Li op. Ook laten de twee varianten weinig verschil in doorstroming van omringende wegvakken zien. Dit verschil blijft waarschijnlijk beperkt, omdat er stroomopwaarts in het weefvak tussen Waardenburg en Deil, een nieuw knelpunt ontstaat. Wij raden aan dit knelpunt nader te onderzoeken en optimaliseren in de planuitwerking (mogelijk door de afstand tussen nieuwe aansluiting en het knooppunt zo groot mogelijk te houden);

- 2 samenvoeging en invoeging verbindingswegen A15 Deil - Meteren: omwille van de doorstroming is de variant waarbij de verbindingswegen als 2 rijstroken samenkomen met de A15 en een asymmetrisch weefvak tussen Deil en Meteren wordt toegepast het meest wenselijk. Deze variant brengt wel enkele verkeersveiligheidsrisico's met zich mee;
- 3 samenvoeging verbindingswegen A15 - A2Re: de variant waarbij de verbindingswegen als 2 rijstroken samenvoegen met de A2 laat een goede doorstroming zien en zien wij als randvoorwaardelijk om knelpunt 1 op te lossen;
- 4 omwille van de doorstroming en verkeersveiligheid is een asymmetrisch weefvak hier de meest wenselijke variant. Wel ontstaat er in het wegvak tussen Waardenburg en Deil alsnog een knelpunt vanwege de hoge I/C-verhouding, de hoge mate wevend verkeer en het aantal verplichte rijstrookwissels. Hierdoor ontstaan schokgolven die terugslaan tot aan de Waalbrug. De absolute vertraging blijft echter beperkt: circa 2,5 minuten over een afstand van 3 km;
- 5 de hoofdbaan in noordelijke richting in het knooppunt stroomt redelijk goed door, gezien het feit dat hier een capaciteitsvermindering is van 4 naar 3 rijstroken;
- 6 de doorstroming van de verbindingswegen richting Rotterdam is ondanks een hoge I/C-verhouding in allebei de onderzochte varianten goed;
- 7 bij de rijstrookafstreping op de A15 bij Meteren is enige congestie te zien. Deze slaat echter niet terug tot in het weefvak.

Tevens heeft het aanvullende onderzoek uitgewezen dat het knelpunt tussen Waardenburg en Deil een aantal stroomafwaartse knelpunten doet verminderen. Wanneer het knelpunt (bijvoorbeeld door de aansluiting aan te passen) geoptimaliseerd kan worden in de planuitwerking, verslechtert mogelijk de doorstroming in deze wegvakken. Er is een (mogelijke) relatie te zien met het knelpunt bij Waardenburg en de volgende wegvakken:

- hoofdbaan en rangeerbaan A2Li in het knooppunt. De variant met een fly-over zuid-west is hier het meest gevoelig voor;
- verbindingswegen richting Rotterdam. De variant met een fly-over zuid-west is hier het meest gevoelig voor;
- rijstrookafstreping op de A15 bij Meteren. De gevoeligheid van dit knelpunt is echter beperkt, omdat het meeste verkeer vanaf de A15 komt.

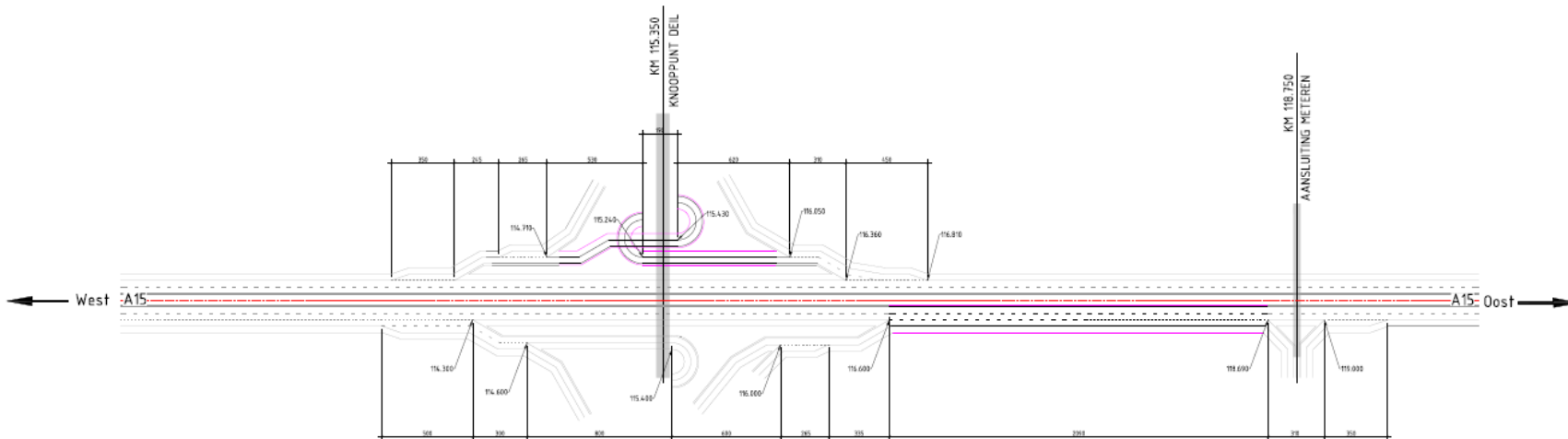
6.2 Aanbevelingen

Op basis van de in deze notitie gepresenteerde informatie, is het advies de volgende ontwerpvarianten mee te nemen in het concept-voorkeursalternatief voor knooppunt Deil:

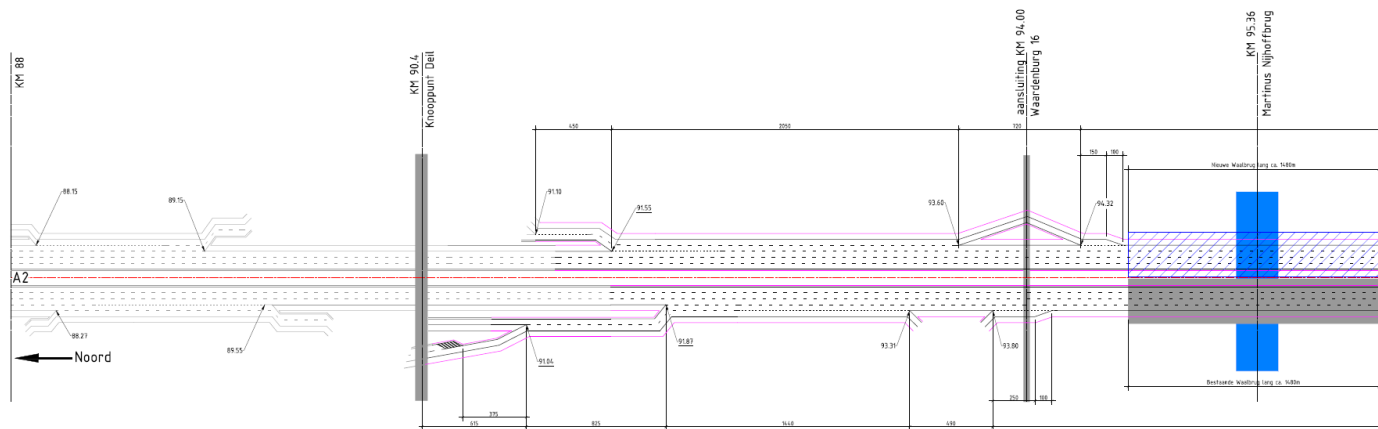
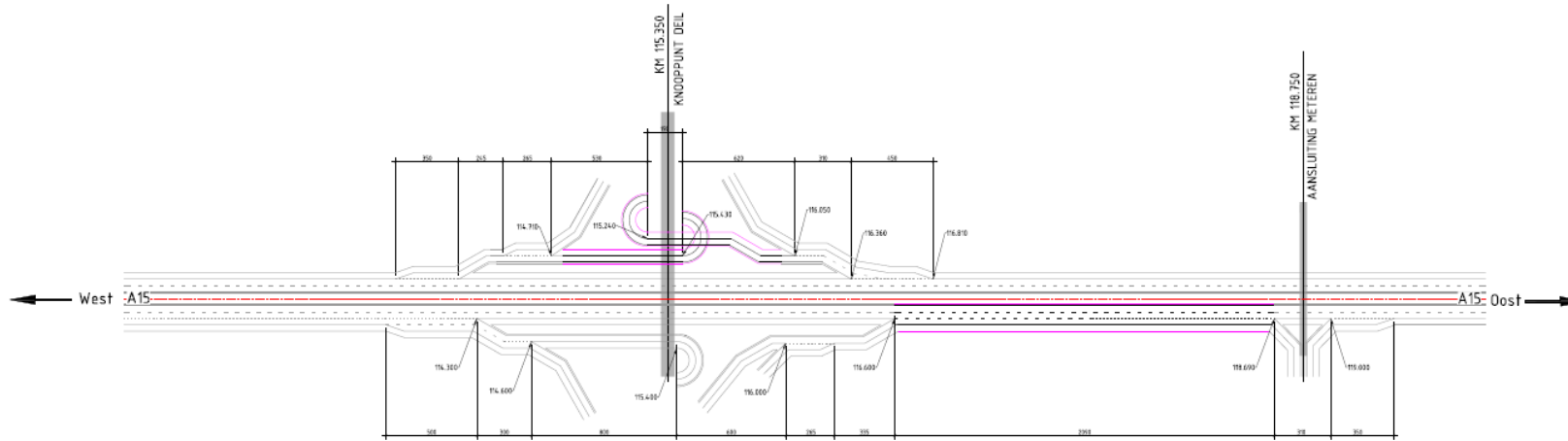
- voor knelpunt 1 is het advies variant 1/2 (ontvlechten weefvak A15Li) op te nemen en de discussie te voeren of gebruik van de rangeerbaan door doorgaand verkeer als wenselijk wordt gezien. Indien dit niet het geval is, kan in de planuitwerking de mogelijkheid worden onderzocht om de verbindingsweg west-noord af te sluiten en daarmee de rangeerbaan op te heffen. Deze weg wordt in de ochtendspits door slechts 95 voertuigen per uur gebruikt in alternatief A2;
- voor knelpunt 2 is het advies variant 2 (asymmetrisch weefvak Deil - Meteren) op te nemen in het concept-voorkeursalternatief met het voorstel om de bijkomende verkeersveiligheidsrisico's te accepteren;
- voor knelpunt 3 is het advies de enige ontwerpvariant op te nemen in het concept-voorkeursalternatief;
- voor knelpunt 4 is het advies om ontwerpvariant 1 (asymmetrisch weefvak) op te nemen in het concept-voorkeursalternatief;
- daarnaast is het advies om in de planuitwerkingsfase onderzoek te doen naar het knelpunt in het weefvak tussen Waardenburg en Deil in de ochtendspits, en de mogelijkheden voor optimalisatie.

BIJLAGE: RIJSTROKENSHEMA'S DEIL KANSRIJKE ALTERNATIEVEN

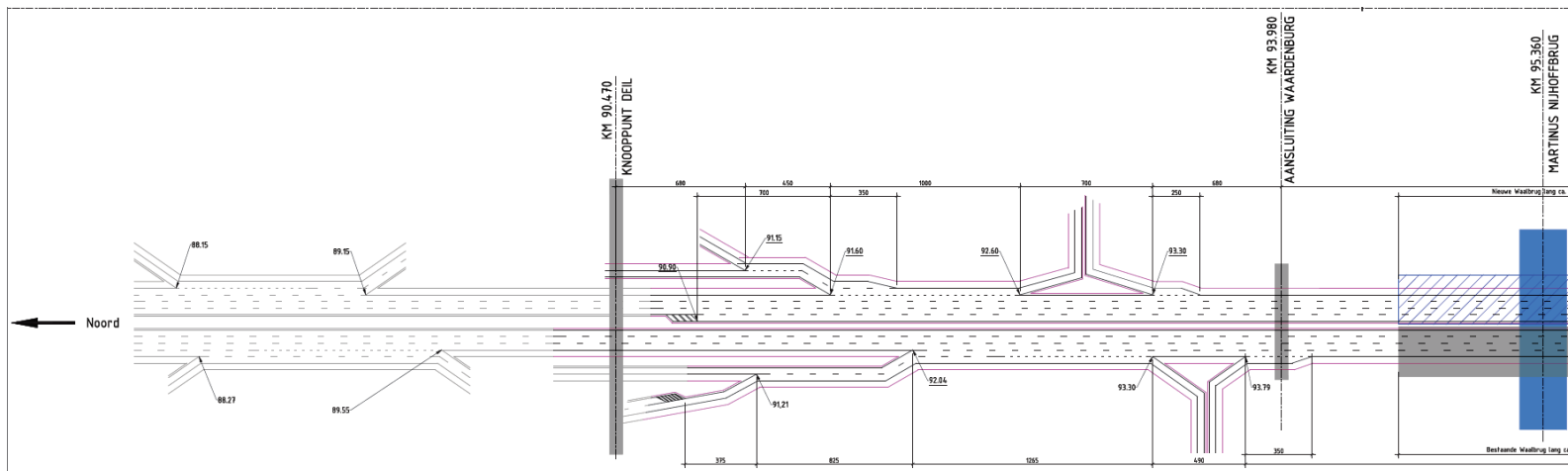
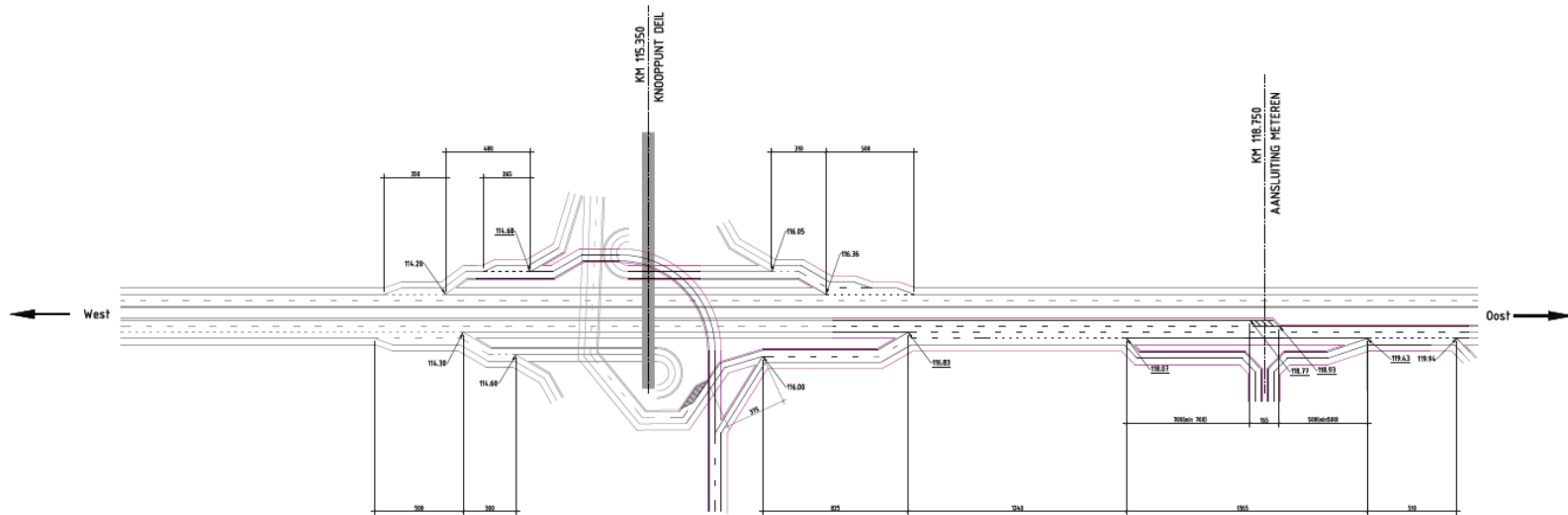
Afbeelding I.1 Rijstrokenschema Deil alternatief 0+ (knelpunt 1: variant 1, knelpunt 2: variant 1)



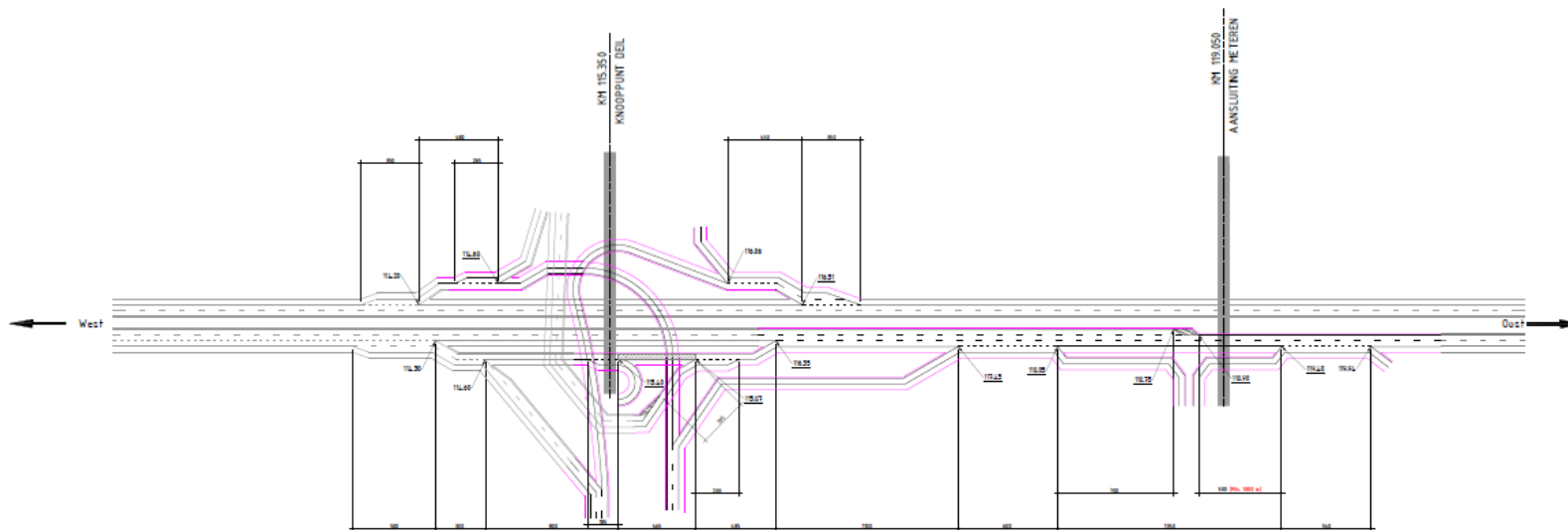
Afbeelding I.2 Rijstrokenschema Deil alternatief A (knooppunt 1: variant 2, knooppunt 2: variant 1, knooppunt 4: variant 1)



Afbeelding I.3 Rijstrokschema Deil alternatief B (knelpunt 1: variant 3, knelpunt 2: variant 2, knelpunt 4: variant 2)



Afbeelding I.4 Rijstrokschema Deil alternatief C (knelpunt 1: variant 4, knelpunt 2: variant 3)



Afbeelding I.5 Rijstrokschema knooppunt Deil concept VKA (voorjaar 2021)

