Rapport

Onderwerp: Verkeersstudie 2x2 Rijnbrug Rhenen
Projectnummer: 354012
Referentienummer: SWNL0208024

Auteur: Falco de Jong
Datum: 14-06-2017

Verkeerskundige effecten van 2x2 op de Rijnbrug bij Rhenen

Definitief

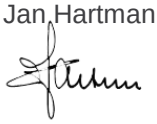
Sweco
De Holle Bilt 22
Oranjerie
3732 HM De Bilt

T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Sweco Nederland B.V.
De Bilt
Handelsregister 30129769
Statutair gevestigd te De Bilt

Falco de Jong
Adviseur Smart Mobility en Modellen
T +31 88 811 56 03
M +31 6 51 81 55 79
Falco.deJong@sweco.nl

Verantwoording

Titel	Verkeerskundige effecten Rijnbrug Rhenen
Subtitel	
Projectnummer	354012
Referentienummer	SSWNL0208024
Revisie	D1
Datum	14-06-2017
Auteur(s)	Falco de Jong
E-mailadres	Falco.deJong@sweco.nl
Gecontroleerd door	Jan Hartman
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Rob van Hout
Paraaf goedgekeurd	

Samenvatting

Om de verkeersafwikkeling op en rond de knoop N233/N225 en op de Rijnbrug bij Rhenen te verbeteren hebben de samenwerkende overheden in december 2012 een bestuursovereenkomst gesloten waarin is besloten tot de realisatie van een Tidal Flow op de Rijnbrug als kostenefficiënte oplossing voor de middellange termijn (tot 2030). Bekend is dat de Tidal Flow geen oplossing is voor de lange termijn (na 2030). Na 2030 ontstaan opnieuw knelpunten rond de knoop N233-N225, gezien voortgaande economische en ruimtelijke ontwikkelingen in de regio's Food Valley en Rivierenland. Wel geeft de Tidal Flow, ook na 2030 nog een positieve bijdrage aan bereikbaarheid.

Bij de voorbereiding van de realisatie van de Tidal Flow is naar voren gekomen dat verbouw van de huidige brug veel technische risico's met zich meebrengt. Bij de noodzakelijke structurele vernieuwing van de brug ontstaat de mogelijkheid voldoende breedte op de brug te bieden voor een wegconfiguratie met twee vaste rijstroken per richting (2x2).

De nu voorliggende studie beschrijft het onderzoek naar de verkeerskundige effecten van de 2x2, afgezet tegen de effecten van de Tidal Flow. In de analyses is zowel de situatie dat de brug als 2x2 wordt uitgevoerd (tussen viaduct Hogeweg en de N225) als de situatie dat de 2x2 wordt doorgetrokken (tot de N320) bezien. De reikwijdte van deze verbreding is te zien in paragraaf 2.3, in Bijlage 8 is een overzichtskaart gegeven van het onderzochte tracé.

Belangrijke notie vooraf is dat de 2x2 in de drukste spitsrichting een vergelijkbare capaciteit biedt als de Tidal Flow. Anders gezegd; de 2x2 biedt als meerwaarde dat ook de tegen-spitsrichting 2 rijstroken tot de beschikking heeft. Daarnaast vervalt de investering in realisatie, aansturing en beheer en onderhoud van de Tidal Flow installaties.

De 2x2-variant faciliteert per etmaal 3,4% meer verkeer in noordelijke richting en 2,7% meer verkeer in zuidelijke richting over de Rijnbrug, ten opzichte van de 2+1 'Tidal Flow'-variant. Deze bescheiden verkeerstoename wordt verklaard uit het gegeven dat de extra capaciteit in de vergelijking ten dienste staat van de minst drukke richting.

Wanneer de I/C-waarde (intensiteit/capaciteit verhouding) van de Rijnbrug 2x2 wordt vergeleken met de Tidal Flow, wordt geconcludeerd dat er geen nieuwe of zwaardere knelpunten zullen optreden.

Uit de beperkte verkeerstoename is ook af te leiden dat het percentage doorgaand verkeer op de Rijnbrug niet of nauwelijks wijzigt. In 2012 is door middel van kentekenonderzoek vastgesteld dat minder dan 5% van het personenautoverkeer en 9% van het vrachtverkeer als doorgaand verkeer kan worden aangemerkt. Op basis van de modelruns met het NRM kan geconcludeerd worden dat het percentage doorgaand verkeer met 2x2 op de Rijnbrug maximaal 1% hoger uit komt (in 2030). Uit de runs blijkt ook dat het percentage doorgaand verkeer in de spitsen lager ligt dan in de dal-periode en dat de spitsdrukte en vertraging (hier of elders) niet zorgt voor beduidend meer doorgaand verkeer.

Om de doorstroming gedetailleerd in beeld te brengen zijn de varianten ook doorgerekend met een microsimulatiemodel. Daarbij kwam naar voren dat zowel het kruispunt van de N233 met de Achterbergsestraatweg (actueel ontwerp) als met de Geertesteeg (reeds gerealiseerde vormgeving) het verkeer kunnen verwerken. Alleen het kruispunt Cuneraweg/N233 (Rondweg-Oost) kan het verkeer in de avondspits niet ongestoord verwerken. Daarbij ontstaat op piekmomenten een wachtrij van zo'n 150 meter aan de

noordzijde van de rotonde. Deze wachtrij staat ook in de Tidal Flow situatie en groeit met een realisatie van de brug als 2x2 met enkele tientallen meters.

De kruising van de N233 met de Achterbergsestraatweg kan het verkeer verwerken bij aanwezigheid van een gelijkvloerse fietsoversteek. Wel ontstaan zo nu en dan langere wachtrijen door de spoorwegsluiting. Vervolgens duurt het met name in de avondspits enige tijd voordat het verkeersbeeld weer genormaliseerd is. In de minst gunstige situatie is de wachtrij aan de oostzijde nog niet opgelost voor een nieuwe spoorwegsluiting.

Een ongelijkvloerse fietsoversteek geeft meer ruimte in de regeling en zal daarom een positief effect hebben op de verkeersdoorstroming voor zowel auto als fietsverkeer. Het zal alleen niet het probleem oplossen van lange wachtrijen voor het autoverkeer na een spoorwegsluiting, wel zullen de wachtrijen sneller afnemen. Gezien de aard en omvang van de vertragingen en het beperkte positieve effect is een ongelijkvloerse fietsoversteek onzes inziens niet noodzakelijk.

Hiermee voldoen de genoemde maatregelen op de N233 zoals in het verleden geformuleerd voor de Tidal Flow ook voor de 2x2 situatie. En zijn er specifiek voor de 2x2 situatie geen aanvullende maatregelen noodzakelijk. Enige aandachtspunt is de langere wachtrij op de Rondweg-Oost.

De toekomstvastheid van de oplossing met 2x2 rijstroken op de Rijnbrug blijft beperkt, doordat de knoop (N233/N225) in 2030 duidelijk zijn capaciteit heeft bereikt. Daarbij is uitgegaan van het ontwerp van de knoop zoals voor de Tidal Flow is uitgewerkt met onder andere 2x2 rijstroken rechtdoor ter hoogte van de Zwarteweg en De Stikke Hucht (en de recente door Sweco uitgevoerde regeltechnische analyse). Uit de analyse blijkt dat met name de het oostelijke kruispunt op de N225 het verkeer niet goed kan afwikkelen. Daarbij is in theorie regeltechnisch voldoende groentijd te geven om het verkeer af te wikkelen maar zijn de opstelstroken (en beschikbare ruimte) onvoldoende. Hierdoor lopen de opstelvakken over waardoor langere filevorming ontstaat. Oplossingsrichtingen om het verkeer op de knoop (N233/N225) wel af te wikkelen zullen daarom ingrijpende effecten hebben. Gedacht kan worden aan meer ruimte creëren waarbij waarschijnlijk 1 of meerdere gebouwen gesloopt moeten worden en/of het viaduct verbreed. Andere mogelijkheid is het ´volledig´ afsluiten van takken (zoals de Kastanjelaan) om meer ruimte in de regeling te krijgen. Dit zou de capaciteit van de regelingen op de knoop en daarmee levensduur van deze oplossing vergroten.

Verder is gekeken vanaf welk jaar de doorstroming onacceptabel (meer dan 1 keer overstaan (stoppen voor het verkeerslicht)) wordt verstoord. Voor de ochtendspits ligt dit met het doorgerekende ontwerp rond de jaren 2025/2026, voor de avondspits is dit pas in 2030. Daarbij is zoals aangegeven met name het oostelijke kruispunt van de knoop op de N225 maatgevend.

Bij het realiseren van de 2x2 variant is in de avondspits in noordelijke richting een extra vermindering van 260 voertuigverliesuren (VVU) op de knoop haalbaar (Tidal Flow verminderde de vertraging met 1.400 VVU). Indien de 2x2 aan de zuidzijde van de Rijnbrug wordt doorgetrokken tot aan de N320 dan is daar in de ochtendspits nog eens een vermindering van 68 VVU haalbaar omdat de vertraging bij de invoeging (Kesteren) in de hoofdstroom kan worden weggenomen. Dit zal ook een positief effect hebben op de verkeersveiligheid.

Alles overziend onderstreept deze studie de conclusie van de eerdere studies naar de Tidal Flow en aanvullende maatregelen, namelijk dat deze de verkeersafwikkeling verbeteren maar dat ze geen toekomst vaste oplossing bieden op lange termijn (na 2030). Het realiseren van de Rijnbrug als 2x2 geeft enige meerwaarde voor het verbeteren van de verkeersafwikkeling met slechts zeer beperkte verkeerstoenames (2% a 3,5%) en toename aan doorgaand verkeer (plus 1%). Daar boven laat de 2x2 variant tot aan de N320 ook een meerwaarde zien boven de variant met alleen 2x2 op de brug (viaduct Hogeweg).

Tabel: Overzicht met effecten

	Afwikkeling	Verkeersaantrekkende werking
Nulvariant	In de huidige situatie ontstaat reeds veel vertraging. Als er niet in het tracé van de N233 geïnvesteerd wordt zal de vertraging toenemen en zal de bereikbaarheid van Food Valley en Rivierenland verder verslechteren.	Door de toenemende vertraging zal verkeer de N233 gaan mijden.
Tidal Flow	De Tidal Flow geeft een verbetering van de verkeersafwikkeling (1400 VVU) voor de middellange termijn. Op de lange termijn ontstaat opnieuw vertraging rond de knoop N233/N225.	De Tidal Flow heeft weinig tot geen verkeersaantrekkende werking.
Rijnbrug 2x2 ***tussen N225 en Hogeweg***	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tussen de N225 en de Hogeweg geeft een verdere verbetering van de verkeersafwikkeling (1400+260 VVU). Met name in de avondspits ontstaat minder vertraging. Ook voor deze variant geldt dat op de lange termijn de knoop N233/N225 het verkeer niet meer kan verwerken.	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tot aan de Hogeweg heeft een zeer beperkte verkeersaantrekkende werking (2 – 3,5%).
Rijnbrug 2x2 ***tussen N225 en N320***	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tussen de N225 en de N320 geeft een nog verdere verbetering van de verkeersafwikkeling (1400+260+68 VVU). Zowel in de ochtend- als avondspits ontstaat minder vertraging. Ook voor deze variant geldt dat op de lange termijn de knoop N233/N225 het verkeer niet meer kan verwerken. Daarbij wordt het oostelijke kruispunt van de knoop op de N225 maatgevend (het 'volledig' afsluiten van takken op dit kruispunt kan de capaciteit en daarmee de levensduur nog iets vergroten).	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tot aan de N320 heeft een zeer beperkte verkeersaantrekkende werking (2 – 3,5%).

Tabel: Overzicht verkeersafwikkeling kruispunten

	Nulvariant	*Tidal Flow*	Rijnbrug 2x2 *tussen N225 en Hogeweg*	Rijnbrug 2x2 *tussen N225 en N320*
Cuneraweg – Rondweg-Oost				
N233 - Geertesteeg				
N233 - Achterbergsestraatweg				
N233 – De Stikke Hucht /Zwarteweg				
N233 – N225 Oost|				
N233 – N225 West|				
N233 – N320				
N233 – Hoofdstraat				

Legenda verkeersafwikkeling			
Goed	*Acceptabel*	*Matig*	*Slecht*
Geen vertraging of wachtrijen	*Incidenteel een wachtrij*	*Zo nu en dan lange wachtrijen en overstaand verkeer*	*Lange wachtrijen filevorming en overstaand verkeer*

Inhoudsopgave

1 Inleiding 8
1.1 Aanleiding 8
1.2 Doel 8
1.3 Rijnbrug 2x2 verwachtingen 8
1.4 Uitgangspunten 9
1.5 Leeswijzer 9
2 Scope van de studie en maatregelen 10
2.1 Aanleiding/huidige situatie 10
2.2 Verkeersstudies WERV-gebied en Tidal Flow (projecthistorie) 11
2.2.1 Fase 1 Beleidskader 11
2.2.2 Fase 2 Probleemverkenning zuidelijke ontsluiting WERV-gebied (2006) 11
2.2.3 Fase 3 Onderzoek haalbaarheid en effectiviteit Tidal Flow (2007) 11
2.2.4 Fase 4 Vervolgstudie toekomstvastheid van het WERV-gebied (2008) 12
2.2.5 Actualisatie Tidal Flow Rijnbrug (middellange termijn) 2012/2013 12
2.3 Rijnbrug varianten 13
2.3.1 Tidal Flow 13
2.3.2 2x2 tussen N225 en Hogeweg 13
2.3.3 2x2 tussen N225 en N320 13
2.4 Modellen 13
2.4.1 NRM 13
2.4.2 Paramics 14
3 Macroscopische analyses 15
3.1 NRM-model (scope) 15
3.2 Varianten 15
3.2.1 Verkeerstoenames 16
3.2.2 Kruispunten op N233 17
3.3 Resultaten selected-link analyse 17
3.4 Resultaten Variant 2x2 N225 - Hogeweg 19
3.5 Bevindingen 20
4 Microsimulatie 21
4.1 Paramics model (scope) 21
4.2 Varianten 21
4.3 Afwikkeling knoop N233/N225 21
4.3.1 2030 2x1 0-Variant 21

4.3.2 2+1 Tidal Flow 22
4.3.3 2x2 N225 - Hogeweg 24
4.3.4 2x2 N225 - N320 24
4.3.5 Toekomstvastheid knoop 25
4.3.6 Ontwerp suggestie knoop 2x2 25
4.4 Doorstroming Kesteren (N233 N320) 26
4.5 Toekomstvastheid maatregelen N233 Rijnbrug 2x2 28
4.5.1 Rondweg-Oost (N233) – Cuneraweg 28
4.5.2 Cuneraweg (N233) - Geertesteeg 29
4.5.3 Lijnweg (N233) - Achterbergsestraatweg 30
4.6 Bevindingen 32
5 Conclusies 34
5.1 Verkeerstoename 34
5.2 Verkeersomvang 34
5.3 Doorgaand verkeer 34
5.4 Verkeersafwikkeling 35
5.4.1 Knoop N233/N225 35
5.4.2 2x2 tussen de N225 tot N320 Kesteren 35
5.4.3 Toekomstvastheid kruispunten N233 36
5.5 Suggestie vervolgonderzoek 37

Bijlage 1: Intensiteiten op de Rijnbrug
Bijlage 2: I/C waarden van de 2x2 tussen N225 en N320
Bijlage 3: Verkeerstoename ten opzichte van basisjaar 2010
Bijlage 4: Intensiteit per rijrichting over de Rijnbrug per HB-paar gepresenteerd
Bijlage 5: Verliestijden voor alle varianten op de Knoop N233/N225
Bijlage 6: Opgenomen vormgeving, kruispunten van de N233, N225
Bijlage 7: Selected Link analyses
Bijlage 8: Overzichtskaart

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De verkeersafwikkeling op en rond de knoop N233/N225 en de Rijnbrug is al langere tijd een knelpunt. De druk op dit knelpunt zal verder toenemen door de groei van verkeer ten gevolge van voorgenomen ruimtelijke en economische ontwikkelingen in de regio. Daarmee zal de bereikbaarheid van, en verbinding tussen, de regio's Food Valley en Rivierenland ook verder onder druk komen te staan.

In de afgelopen jaren zijn meerdere studies uitgevoerd die hebben uitgewezen dat een Tidal Flow op de Rijnbrug een oplossing kan zijn voor de huidige problematiek, maar geen oplossing is voor de extra verkeersvraag op de lange termijn (na 2030), gegenereerd door o.a. aanvullende economische en ruimtelijke ontwikkelingen. Wel heeft de Tidal Flow door de toegenomen capaciteit op de brug ook na 2030 nog een positieve bijdrage aan bereikbaarheid van de regio. Op 11 december 2012 hebben de betrokken partijen een bestuursovereenkomst (BO) gesloten waarin de fasering van een middellange termijn oplossing (Tidal Flow) en het onderzoeken van oplossingen voor de lange termijn is vastgelegd. Bij de uitwerking voor realisatie van de Tidal Flow is naar voren gekomen dat verbouw van het huidige brugdek zoveel risico's met zich meebrengt dat het beter is het huidige brugdek te vernieuwen. Door dit gegeven leeft er in de stuurgroep, naast de bekende effecten van een Tidal Flow, behoefte aan inzicht in de gevolgen van een variant waarin de brug als 2x2 rijstroken wordt uitgevoerd.

Dit onderzoek geeft inzicht in de verkeerskundige effecten van realisatie van 2x2 rijstroken. De gevraagde verkeerskundige effecten worden afgezet tegen de gevonden effecten van de Tidal Flow variant.

1.2 Doel

Doel van de studie is inzicht verkrijgen in de verkeerskundige effecten van een gewijzigd profiel op de Rijnbrug. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in een situatie waarbij alleen de brug zelf als 2x2 wordt uitgevoerd (N225 tot viaduct Hogeweg) als de situatie dat de 2x2 wordt doorgetrokken (tot de N320).

1.3 Rijnbrug 2x2 verwachtingen

De Tidal Flow heeft positieve effecten op de bereikbaarheid van het gebied, maar het is geen structurele oplossing. Door de Tidal Flow ontstaat een groter verkeersaanbod op de N233 in noordelijke richting (ochtendspits). In de avondspits zal de in zuidelijke richting opengestelde Tidal Flow het verkeer vanaf toerit Rhenen een vlotte afwikkeling bieden. Naar verwachting zullen de positieve doorstromingseffecten na 2020 sterk afvlakken, vanwege verdere toename van het autoverkeer. Daarbij ontstaan opnieuw wachtrijen bij de kruispunten. In de uitgevoerde Tidal Flow studies zijn maatregelen ontwikkeld om lokale knelpunten bij de kruising met de Geertesteeg en Achterbergsestraatweg op te heffen. Verwacht kan worden dat het maatregelenpakket in een periode van circa 10 jaar zijn kracht verliest. Daarmee biedt het maatregelenpakket geen oplossing voor de lange termijn (na 2030).

Het realiseren van de Rijnbrug als 2x2 geeft in de drukste spitsrichting een vergelijkbare capaciteit als de Tidal Flow. Anders gezegd de 2x2 biedt als meerwaarde dat ook de tegen-spitsrichting 2 rijstroken ter beschikking heeft. Daarmee is de verwachting dat het verkeerskundige effect van een 2x2 Rijnbrug klein zal zijn. Wel bleek bij het uitwerken van

de Tidal Flow dat in de avondspits in noordelijke richting (Tidal Flow is dan in de drukkere zuidelijke richting open) in 2030 opnieuw vertraging met filevorming te ontstaan. Hier zal dus naar verwachting de 2x2 zijn grootste meerwaarde geven.

1.4 Uitgangspunten

De analyses vinden plaats in twee stappen:

1. macroniveau: vaststellen van de verkeerstoename ten gevolge van de capaciteitsuitbreiding op de Rijnbrug.
2. microniveau: vaststellen van de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op de lokale wegvakken en kruispunten.

Uitgangspunten hierbij zijn:

- Dat de capaciteitsverruiming van de rotonde N233/Geertesteeg (al gerealiseerd) en N233/Achterbergsestraatweg (nog te realiseren) als vaststaand onderdeel van deze studie is;
  - In Bijlage 6 zijn de in de simulatie opgenomen vormgevingen van de kruispunten van de N233 met de N225, Achterbergsestraatweg en Geertesteeg weergegeven;
- Inzicht op de middellange termijn, waarvoor de periode tot 2030 wordt aangehouden;
- Het verkeersmodel NRM West 2016 waarbij uitgegaan wordt van de actuele WLO-scenario's van het CPB;
  - Voor toekomstvastheid van de maatregelen wordt uitgegaan van het hoge verkeersgroei scenario;
- Het Paramics simulatiemodel wat ook is toegepast voor de ontwikkeling van de Tidal Flow;
- Instellingen van de door Sweco ontwikkelde VRI voor de knoop N233/N225 o.b.v. het laatste Tidal Flow ontwerp;
  - Daarbij hoort tevens: het uitzetten Utopia, en geen doorgaand verkeer meer over Spoorbaanweg en Kastanjelaan.

Gelijktijdig met de analyse van de Rijnbrug 2x2 is er een planstudie Rondweg-Oost Veenendaal. De N233 is uiteraard de verbinding van beide infrastructurele projecten. Geconstateerd is dat de capaciteitsvergroting op de Rijnbrug vooral een lokaal effect heeft met name op het rivierkruisend verkeer. Het effect van de toename van de verbreding naar 2x2 (ten opzichte de Tidal Flow) is niet of nauwelijks van invloed op de verkeerstromen op het noordelijke deel van de N233.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de scope van deze studie, de projecthistorie en een toelichting op de modellen beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de analyse met het NRM (macroscopische model) beschreven. Daarna worden in hoofdstuk 4 de resultaten gegeven van de berekeningen met het microsimulatiemodel. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de conclusies gegeven.

2 Scope van de studie en maatregelen

In dit hoofdstuk beschrijven wij scope van deze studie en het proces van de vijf fasen van de WERV-studies (Wageningen Ede Rhenen Veenendaal) van 2006 tot 2013.

In Bijlage 8 is een overzichtskaart gegeven van het onderzochte tracé

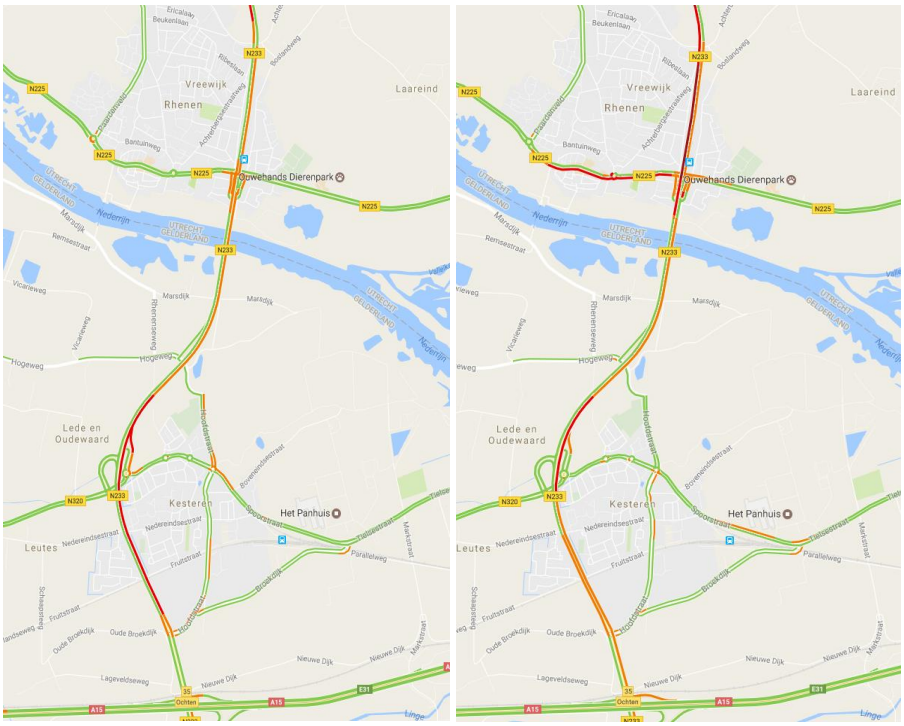
2.1 Aanleiding/huidige situatie

De aanleiding van de studie naar de Tidal Flow is de dagelijkse vertraging die optreedt rond de Rijnbrug. In de huidige situatie ontstaat lange filevorming op de N233 (zowel in de ochtend- als avondspits). Er ontstaat in beide spitsen voornamelijk een knelpunt bij de knoop N233/N225. Daarnaast is de brug zelf een bottleneck en ontstaat bij de aansluiting N233/N320 een knelpunt.

In de ochtendspits ontstaat de meeste terugslag richting het Noorden op de N233 die vanaf de knoop regelmatig terugslaat tot aan de A15. Daarnaast ontstaan ook wachtrijen op de N320.

In de avondspits ontstaat de terugslag richting het noorden en het zuiden op de N233. Richting het zuiden slaat de file vanaf de knoop (op de N233) terug tot voorbij de Achterbergsestraatweg. Richting het noorden slaat de file terug tot aan de A15. Daarnaast ontstaan ook lange wachtrijen op de N225 zowel vanuit Wageningen als vanuit Rhenen.

Zoals uit de beschrijving naar voren komt kent iedere spits zijn eigen kenmerken en is er geen duidelijke spiegeling tussen de spitsen aanwezig. Zie ook Figuur 1.



Figuur 1: Typisch verkeersbeeld rond de Rijnbrug bij Rhenen, links ochtendspits, rechts avondspits

2.2 Verkeersstudies WERV-gebied en Tidal Flow (projecthistorie)

De uiteenzetting gaat vooral in op de input in de verschillende fasen. Met andere woorden welke varianten c.q. oplossingsrichtingen zijn onderzocht. Tevens zijn de conclusies uit de verschillende fasen weergegeven.

2.2.1 *Fase 1 Beleidskader*

Projectnummer Sweco : 217375 Probleemverkenning
In augustus 2006 is het gezamenlijke beleidskader WERV N233/N225 bestuurlijk vastgesteld. Dit kader beschrijft de uitgangspunten met betrekking tot het verbeteren van de bereikbaarheid van de zuidelijke ontsluiting van het WERV-gebied (een wens van de WERV-regio) en verbeteren van de doorstroming op de knoop N233/N225 in Rhenen (een wens van de provincie Utrecht). Als vervolgstap op het beleidskader is er een studie uitgevoerd naar de knelpunten en oplossingsrichtingen voor deze problematiek.

2.2.2 *Fase 2 Probleemverkenning zuidelijke ontsluiting WERV-gebied (2006)*

Projectnummer Sweco: 217489
In aansluiting op de probleemgerichte analyse zijn in deze fase oplossingsrichtingen bepaald en doorgerekend. Deze oplossingsrichtingen hadden betrekking op de korte, middellange- en lange termijn. De fase 2 heeft tot de volgende conclusies geleid:

- De problematiek rond de knoop bij Rhenen doet zich met name voor gedurende de spitsperioden (ochtend- en avondspits).
- De verkeersproblemen rond de knoop bij Rhenen worden veroorzaakt door een beperkte capaciteit van de Rijnbrug en een verstorende werking van de knoop in combinatie met een hoog verkeersaanbod.
- Ten aanzien van de regelstrategie is de “weerstand” op de N233 gewenst om doorgaand verkeer door het WERV-gebied te minimaliseren. Het gevolg hiervan is echter ook een ongewenst leefbaarheidsprobleem in de kernen Rhenen en Kesteren.
- Korte termijn oplossingsrichtingen op de knoop zijn uitgeput en bieden geen verbetering. Middellange (tot 2030) en lange termijn (na 2030) oplossingen bieden een betere kans tot het beperken van de verkeersproblematiek.
- Het rigoureus aanpakken van de knoop bij Rhenen en het realiseren van een Tidal Flow op de Rijnbrug lijkt de verkeersproblematiek voor een deel op te kunnen lossen.
- Het realiseren van een randweg rond Rhenen en het verplaatsen van de uitwisseling tussen de N233 en de N225 leidt tot een duidelijke verbetering van de verkeersafwikkeling.
- Met een deel van de middellange (tot 2030) en lange termijn (na 2030) oplossingsrichtingen wordt buiten de oorspronkelijke beleidskaders getreden. De ruimtelijke effecten van deze oplossingsrichtingen zullen nader onderzocht moeten worden.

2.2.3 Fase 3 *O*nderzoek haalbaarheid en effectiviteit Tidal Flow (2007)

Projectnummer Sweco: 239200
In deze fase is de Tidal Flow nader uitgewerkt (ontwerp) op zowel de vormgeving, functioneren als constructieve aspecten van de brug.

Hierbij is een drietal scenario’s modelmatig onderzocht:

- Tidal Flow open in zuidelijke richting (avondspits);
- Tidal Flow open in noordelijke richting (ochtendspits);
- Tidal Flow gesloten (daluren)

De fase 3 heeft tot de volgende conclusies geleid

- Het oplossend vermogen van de maatregel voor de kern Rhenen blijft vooral beperkt tot de avondspits, zowel qua bereikbaarheid als leefbaarheid.
- In de ochtendspits is het oplossend vermogen qua bereikbaarheid beperkt, hier verplaatsen de knelpunten zich naar de kruispunten buiten de kern Rhenen.
- De bereikbaarheid van de WERV-regio (noord) blijft onder druk staan, doordat de knelpunten op de N233 zich in noordelijke richting verplaatsen.
- De maatregelen m.b.t. het openbaar vervoer zijn beperkt van omvang en het is de vraag of een modal shift van 5% uit de auto naar het OV een realistische doelstelling is.

2.2.4 Fase 4 Vervolgstudie toekomstvastheid van het WERV-gebied (2008)

Projectnummers Sweco: 248124 / 248254

Door de Tidal Flow ontstaat een groter verkeersaanbod op de N233 in noordelijke richting (ochtendspits). Er ontstaan wachtrijen bij de kruispunten. Er zijn maatregelen ontwikkeld om lokale knelpunten bij de kruising met de Geertesteeg en de Rondweg Oost op te heffen.

Op de korte termijn laat de Tidal Flow een behoorlijke verbetering in de regionale bereikbaarheid en leefbaarheid zien. De doorrekening van de middellange termijn oplossingen (Tidal Flow + capaciteit verruimende maatregelen) met extra ruimtelijke ontwikkelingsplannen laat echter zien dat de effecten van het totaalpakket na 2020 sterk afnemen. Geconcludeerd kan worden dat het maatregelenpakket in een periode van circa 10 jaar zijn kracht verliest. Daarmee biedt het maatregelenpakket geen oplossing voor de lange termijn (na 2030). Wel heeft de Tidal Flow ook na 2030 nog een positieve bijdrage aan bereikbaarheid.

2.2.5 Actualisatie Tidal Flow Rijnbrug (middellange termijn) 2012/2013

Zuidelijke ontsluiting Food Valley (Projectnummer Sweco:312983 - rapportage GM-0063938)

De provincie Utrecht heeft Sweco (destijds Grontmij) opgedragen in het kader van het onderzoek naar verbetering van de zuidelijke ontsluiting van Food Valley een actualisatie uit te voeren van de middellange termijn oplossingsrichtingen die in 2008 waren voorgesteld voor de N233 te Rhenen en in het bijzonder voor de Tidal Flow op de Rijnbrug. De provincie Gelderland, de Regio Food Valley en de Regio Rivierenland zijn direct betrokken bij deze studie. Conclusies van deze actualisatie zijn:

- De Tidal Flow heeft positieve effecten op de bereikbaarheid van het gebied, maar het is geen structurele oplossing.
- Het verkeer op de Rijnbrug is voor ruim 95% aan te merken als regionaal en lokaal gebonden verkeer is.
- De kosten batenanalyse laat zien dat de investering in de Tidal Flow een maatschappelijk renderende investering is, die na 6 jaar weer is terugverdiend.

Tot slot wordt momenteel door Sweco een uitwerking gemaakt van een verkeerslichtenregeling op de knoop N233/N225 op basis van het laatste ontwerp vanuit de Tidal Flow studies.

2.3 Rijnbrug varianten

Varianten die in deze studie worden meegenomen.

2.3.1 Tidal Flow

In deze variant wordt een Tidal Flow gerealiseerd op de Rijnbrug tussen de N225 en viaduct met de Hogeweg. Binnen de Tidal Flow variant zijn 3 situaties mogelijk:

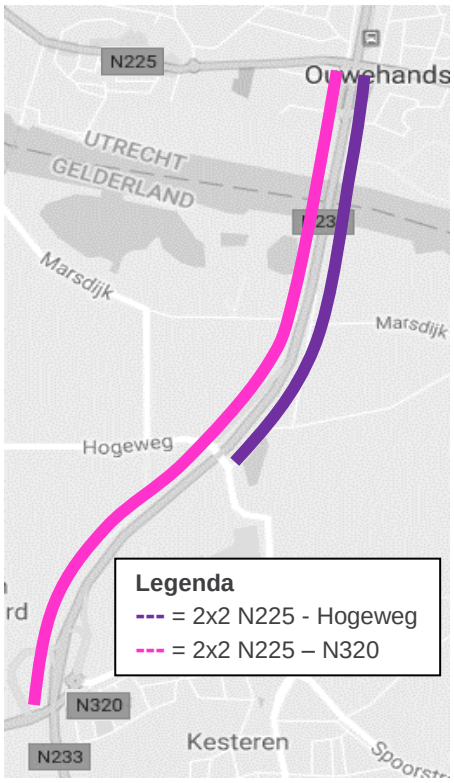
- Ochtendspits: Tidal Flow open in noordelijke richting (=2 rijstroken beschikbaar in noordelijke richting en 1 in zuidelijke richting);
- Avondspits: Tidal Flow open in zuidelijke richting (=2 rijstroken beschikbaar in zuidelijke richting en 1 in noordelijke richting);
- Daluren: Tidal Flow gesloten (=1 rijstrook beschikbaar in zowel noordelijke als zuidelijke richting).

2.3.2 2x2 tussen N225 en Hogeweg

In deze variant worden er 2x2 rijstroken gerealiseerd op de Rijnbrug tussen de N225 en het viaduct met de Hogeweg (zie Figuur 2).

2.3.3 2x2 tussen N225 en N320

In deze variant worden er 2x2 rijstroken gerealiseerd op de Rijnbrug tussen de N225 en de aansluiting met de N320 (zie Figuur 2).



Figuur 2: Varianten 2x2 N225 – Hogeweg & B225 – N320

Bij realisatie van de 2x2 variant vervalt de investering in realisatie, aansturing en beheer en onderhoud van de Tidal Flow installaties. De verwachting is dat de Tidal Flow configuratie een groter verkeersveiligheidsrisico met zich meebrengt dan een reguliere 2x2 situatie. Het aspect veiligheid is echter niet onderzocht in de scope van deze studie.

2.4 Modellen

2.4.1 NRM

Voor de regio Food Valley/Rivierenland is geen actueel regionaal macroscopisch verkeersmodel beschikbaar waarin beide regio's goed zijn opgenomen. Om voor deze studie goed de verkeersaantrekkende werking (routekeuze) inzichtelijk te maken en een zo geheten groei-modelrun (mogelijke extra verkeersgeneratie) te doen is wel een betrouwbaar model nodig. Daarom is gekozen hiervoor uit te gaan van het NRM (macroscopische model van Rijkswaterstaat). De regio Food Valley ligt precies op het grensvlak tussen het NRM Oost en NRM West. Voor deze studie is uitgegaan van het NRM West 2016 omdat dit model de beste beschrijving geeft van de verkeerstromen op de hoofdwegen in de provincie Utrecht waar het grootste deel van het studiegebied in ligt.

In het NRM zijn alle sociaaleconomische ontwikkelingen opgenomen en daarnaast alle vastgestelde plannen uit onder andere het MIRT. Daarom geeft het NRM een goede inschatting van de verkeerstromen op met name de hoofdwegen. Echter het NRM kent een

grove zonering waardoor er geen goede uitspraken gedaan kunnen worden over het onderliggend wegennet. Verder is het NRM een statisch model en zonder kruispunt modellering waardoor slechts globaal de vertragingen worden gemodelleerd (alleen op de wegvakken). Daarbij zal ook bij knelpunt in het netwerk het verkeer wel worden toegedeeld pas bij zeer hoge vertraging zullen ritten niet meer plaatsvinden of verschuiven naar de randen van de spits. Daarom is het goed om naast de resultaten van het NRM ook inzichten te krijgen met het beschikbare microsimulatiemodel in Paramics.

Uit de analyse met het NRM volgen resultaten over verkeersaantrekkende werking, percentage doorgaand verkeer en I/C-waardes op wegvakken.

2.4.2 Paramics

In de Actualisatiestudie Tidal Flow Rijnbrug zijn de sociaaleconomische gegevens en plannen in de WERV-regio nagelopen (2012/2013). Daarnaast zijn de verkeerscijfers in het model naast de tellingen en prognoses van het NRM gelegd. Hierin is geen aanleiding gezien de verkeerscijfers die ten grondslag liggen aan de analyse van de effecten van de ‘Tidal Flow’ te herzien.

Ook voor deze studie zijn de cijfers van het Paramics model opnieuw bekeken. Om de houdbaarheid van de ‘Tidal Flow’ in het licht van het nieuwe NRM2016 te bepalen, zijn resultaten van het Paramics-model uit de WERV-studies afgezet tegen die van het NRM2016 West, zie Bijlage 1. Daarbij is voor de modelgegevens gekeken naar de cijfers van het prognosejaar 2030.

Op basis van de vergelijkingen tussen de modellen voor wat betreft intensiteiten, spitsrichting blijven de resultaten uit de WERV-studie bruikbaar. De beelden uit het Paramics-model zijn niet afwijkend van recente cijfers uit het NRM2016.

Verder geeft het Paramics-model een gedetailleerde weergave van de verkeersafwikkeling waarbij het verkeer op voertuigniveau wordt gesimuleerd. Daarmee geeft de toepassing van dit simulatiemodel goede aanvullende informatie op de globalere analyse met het NRM. Uit het Paramics model volgen resultaten over rijtijden, wachtrijlengtes en verliestijden.

3 Macroscopische analyses

In dit hoofdstuk worden de resultaten en conclusies toegelicht van de analyse van verschillende vormgevingsvarianten voor de Rijnbrug met het NRM.

3.1 NRM-model (scope)

Het NRM West wordt in deze studie alleen toegepast om de verkeersaantrekkende werking op de N233 en Rijnbrug bij Rhenen inzichtelijk te maken. Daarbij geeft het NRM tevens de belasting op de wegvakken. Het statische model geeft vooral inzicht in de verkeersvraag (hoeveel en waar) en globaal inzicht in de doorstroming (intensiteit/capaciteit verhouding). Verder kent het NRM geen kruispuntmodellering daarom zullen uitspraken hierover in dit hoofdstuk slechts een vergelijking zijn met voorgaande studies. Met het microsimulatiemodel (volgende hoofdstuk) wordt in meer detail op de afwikkeling op kruispunten ingegaan.

De analyses zijn uitgevoerd met het meest recente NRM-West. Het NRM 2016 heeft als basisjaar 2010 en als prognosejaar onder meer 2030, waarbij uitgegaan wordt van de actuele WLO-scenario's van het CPB. Deze scenario's zijn er in twee versies, Hoog en Laag. In deze studie is uitgegaan van het hoge scenario zodat zoveel mogelijk inzicht ontstaat in de toekomstvastheid van het oplossend vermogen voor de Rijnbrug en de in voorgaande studies (Tidal Flow) bedachte maatregelen. Daarnaast omdat de huidige intensiteiten op de brug al dicht tegen het hoge scenario aan liggen en dat daarmee het lage scenario de verkeersvraag te veel zal onderschatten.

3.2 Varianten

Het doel van deze analyse is de verkeerstoename van een 2x2 inrichting op de Rijnbrug te duiden te opzichten van met name de Tidal Flow (2030) en hoe het verkeer afwikkelt. Daarnaast is het scenario doorgerekend voor 2030 waarin geen infrastructurele maatregelen worden gerealiseerd, Rijnbrug 2x1. Verder wordt nog bepaald door wie de route over de Rijnbrug wordt gebruikt (lokaal, regionaal of doorgaand verkeer). Hiervoor zijn allereerst een vijftal netwerkvarianten gedefinieerd:

- **Basisjaar:** Basisjaar 2010: 2x1 rijstroken;
- **2x1**: Prognosejaar 2030: 2x1 rijstroken;
- **2+1 (Tidal Flow):** Prognosejaar 2030: 2+1 wisselstrook;
- **2x2 N225 - N320:** Prognosejaar 2030: 2x2 rijstroken tot N320.

Bij de 2x2 variant gaan wij bij de NRM modelberekeningen uit van de variant (2x2 tussen de N225 en de aansluiting met de N320) omdat deze ook het maximale effect (verkeersomvang) zal geven. Een verder uitwerking van de variant met alleen 2x2 tussen de N225 en de Hogeweg vindt plaats met het microsimulatiemodel, zie hoofdstuk 4.

Met het NRM zijn drie dagdelen gemodelleerd, te weten:

- Ochtendspits (7:00 tot 9:00 uur);
- Avondspits (16:00 tot 18:00 uur);
- Restdag (overige dagdelen).

De intensiteiten verkregen uit het NRM op de Rijnbrug zijn de input voor het berekenen van de verkeerstoename. Een selected-link analyse van de Rijnbrug biedt vervolgens het inzicht in de percentages lokaal, regionaal en doorgaand verkeer welke van de Rijnbrug gebruik maken, zie hiervoor paragraaf 3.3.

In de tabellen in Bijlage 1 zijn de intensiteiten op de brug uit verschillende bronnen tegen elkaar afgezet. De telgegevens uit 2016 overschrijden in de ochtendspits de prognoses voor 2030. In het NRM wordt dit deels veroorzaakt door een knelpunt ten zuiden van de aansluiting Kesteren waar de I/C-waarde (intensiteit/capaciteit verhouding) groter is dan 0,9[1], zie ook Bijlage 2. Gezien deze constatering is al in 2012 met de opdrachtgever overeengekomen dat voor de analyses van de verkeersafwikkeling realistische verkeershoeveelheden worden gehanteerd gebaseerd op groeiprognose uitgaande van de telcijfers. Bij de Tidal Flow berekeningen voor de ochtendspits is van deze hogere intensiteiten uitgegaan. De realisatie van de Rijnbrug als 2x2 geeft geen verdere knelpunten dan in Tidal Flow studie voorzien. In noordelijke richting zal het huidige ontwerp en maatregelen op de N233 tot 2030 voldoen.

In de avondspits in zuidelijke richting geeft het NRM voor 2030 op de N233 juist hogere waarden dan in de voorgaande Tidal Flow studies is gehanteerd. Voor de avondspits is dus in de voorgaande studie met lagere intensiteiten gerekend. Dit betekent dat de maatregelen nu met deze hogere intensiteiten getoetst moeten worden.

3.2.1 Verkeerstoenames

Aan de hand van deze resultaten is in onderstaande tabellen de groeifactor van het verkeer per variant ten opzichte van de Tidal Flow situatie (=100%) weergegeven. De 2x2 faciliteert ten opzichte van de 2+1 variant (Tidal Flow), op etmaalniveau 3,4% meer verkeer in noordelijke richting en 2,7% in zuidelijke richting over de Rijnbrug.

Tabel 1: Groeifactorvergelijking intensiteit op de Rijnbrug richting Rhenen per dagdeel voor de varianten 2+1 & 2x2

Variant	Ochtendspits	Avondspits	Restdag	Etmaal
2+1 (2030)	100,0	100,0	100,0	100,0
2x2 (2030)	103,6	106,7	102,7	103,4

Tabel 2: Groeifactorvergelijking intensiteit op de Rijnbrug richting Kesteren/A15 per dagdeel voor de varianten 2+1 & 2x2

Variant	Ochtendspits	Avondspits	Restdag	Etmaal
2+1 (2030)	100,0	100,0	100,0	100,0
2x2 (2030)	104,1	102,3	102,5	102,7

In Bijlage 3 zijn tevens de groeifactoren gegeven ten opzichte van het basisjaar (2010).

De maximale toename is in de avondspits in noordelijke richting (tegenspitsrichting). In de Tidal Flow studie bleek reeds voor deze spits in deze richting opnieuw vertraging en filevorming zou ontstaan. Hier wordt dan ook de grootste meerwaarde van de 2x2 variant gemeten.

[1] Vanaf een I/C waarde van 0,8 treedt er in het NRM vertraging op, de I/C waarde kan in het NRM oplopen naar maximaal 1. Daarbij neemt de vertraging en weerstand in het netwerk geleidelijk toe.

3.2.2 Kruispunten op N233

De intensiteiten voor de ochtendspits in het NRM in de 2x2 variant liggen in 2030 ter hoogte van de kruisingen met de Achterbergsestraatweg, Geertesteeg en Rondweg-Oost in dezelfde orde grote als in de Paramics studie voor de Tidal Flow. Het beeld is dat op takken wisselend het NRM of het Paramics model iets hogere intensiteiten geeft het gaat daarbij maximaal om ongeveer 100 mvt/uur op een intensiteit van 1200 tot 1500 mvt/uur. Daarmee is het aannemelijk dat de doorstroming rond de kruispunten van de N233 met de intensiteiten uit het NRM vergelijkbaar is aan de Paramics studie voor de Tidal Flow en dat deze maatregelen voor deze spits niet opnieuw getoetst hoeven te worden voor deze spits.

Voor de avondspits geldt dat de intensiteiten in het NRM met de 2x2 variant steeds 100 tot 200 mvt/uur hoger liggen dan in de Paramics berekeningen voor de Tidal Flow. Daarbij is het verstandig de getroffen maatregelen op nieuw te toetsen met de intensiteiten zoals nu door het NRM voorspeld. Kanttekening is wel dat het NRM de verkeersstromen op de zijtakken niet goed inschat door gebrek aan detail van het achterliggende gebied.

De maatregelen zijn opnieuw getoetst voor met name de avondspits met de hogere intensiteiten uit het NRM. Dit is met het microsimulatiemodel uitgevoerd, zie paragraaf 4.5 voor de gedetailleerde resultaten.

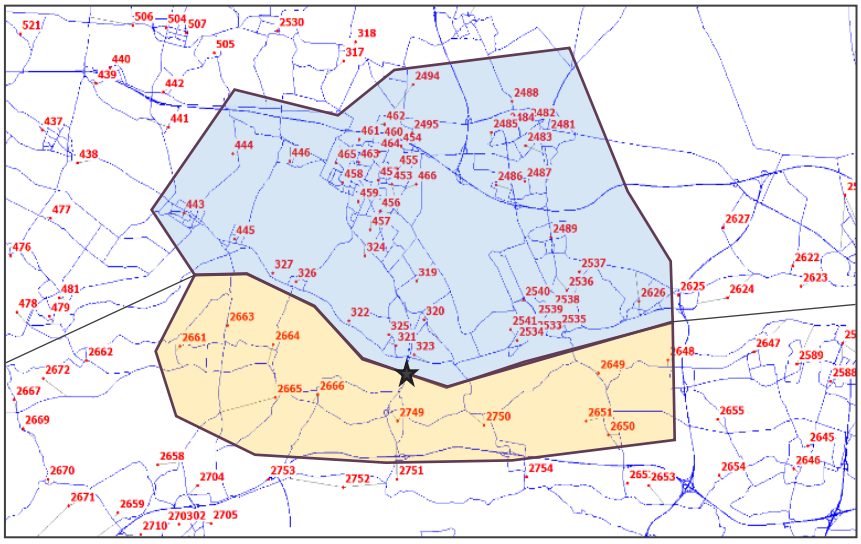
3.3 Resultaten selected-link analyse

In deze paragraaf worden de resultaten van de selected-link analyse[2] in het NRM beschreven. Deze analyse is uitgevoerd in alle varianten, waarbij de herkomst-bestemmingsrelaties van het verkeer dat de Rijnbrug passeert, inzichtelijk wordt gemaakt.

De definitie van doorgaand verkeer is in deze selected-link analyse overgenomen uit het kentekenonderzoek (Grontmij), welke in 2012 in opdracht van de projectgroep Rijnbrug is uitgevoerd. Tot het doorgaande verkeer wordt derhalve alleen verkeer gerekend dat via de A12 of de A15 het onderzoeksgebied binnenkomt en dat via respectievelijk de A15 of de A12 weer verlaat. Het onderzoeksgebied in het NRM, is in Figuur 3 weergegeven.

Het blauwe deel is het gebied ten noorden van de Rijnbrug (Zuidelijke Food Valley). Het gele deel is het gebied tussen de Rijn en de A15/A50 (Rivierenland). De selected-link is in deze analyse een wegvak op de Rijnbrug, met een sterretje aangegeven in Figuur 3.

[2] Bij een selected link analyse wordt een wegvak geanalyseerd (hier de Rijnbrug) en wordt per rijrichting gekeken waar het verkeer vandaan komt en naar toe gaat.



Figuur 3: Het onderzoeksgebied opgedeeld in Rivierenland (geel) en Food Valley (blauw)

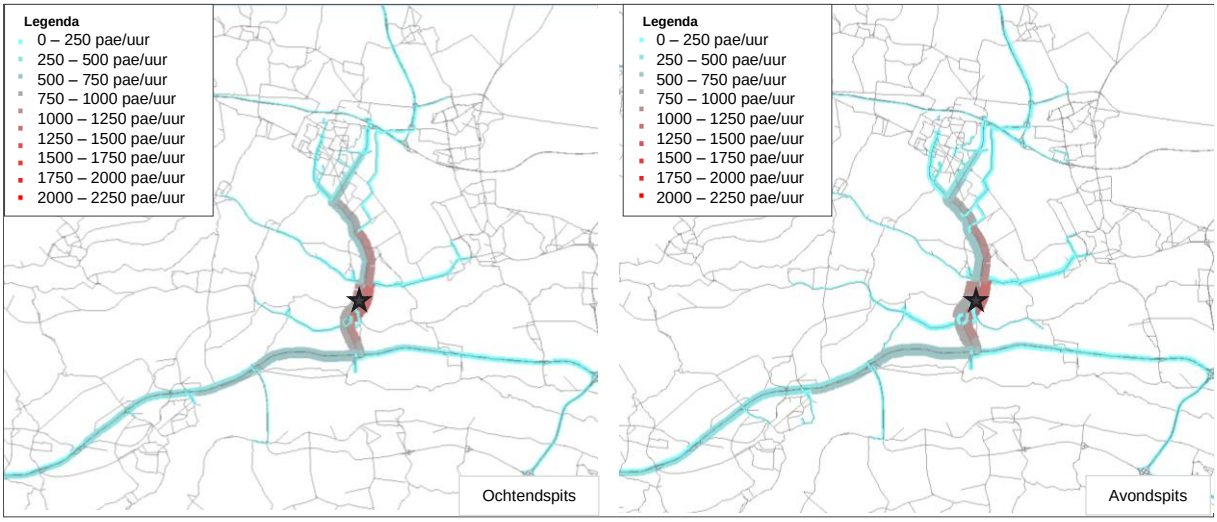
Voor het overzichtelijk rapporteren van de resultaten van deze selected-link analyse, worden de in onderstaande tabel beschreven herkomst-bestemmingsparen (HB-paren) geanalyseerd.

Tabel 3: Verkeerstype per herkomst/bestemmings-paar

Type Verkeer	Herkomst/Bestemming	Herkomst/Bestemming
Lokaal	Rivierenland	Zuidelijke Food Valley
Regionaal	A15	Zuidelijke Food Valley
Regionaal	Rivierenland	A12
Doorgaand	A15	A12

In Figuur 4 is de uitkomst van de selected-link analyse voor de ochtendspits en de avondspits weergegeven, deze figuren zijn in Bijlage 7 groter weergeven[3].

[3] In de figuren van de selected-link analyse is te zien dat de Dragonderweg in het NRM nog gebruikt wordt, dit is een fout in het NRM die zal worden gemeld bij Rijkswaterstaat. Het effect van deze fout op deze studie zal zeer beperkt zijn. De verwachting is dat als de Dragonderweg in het NRM wordt afgesloten dat dit geen of verlagend effect heeft op de intensiteiten op de Rijnbrug. Daarom zijn de nu gehanteerde cijfers goed of een worstcase.



Figuur 4: Selected-link analyse 2030 op de Rijnbrug in de ochtendspits (links) en avondspits (rechts).

In Bijlage 4 zijn tabellen opgenomen met de intensiteit per rijrichting over de Rijnbrug (respectievelijk noord, zuid), per HB-paar gepresenteerd (in mvt/uur). Deze resultaten zijn vervolgens per periode gesommeerd, om zodoende voor al het verkeer over de Rijnbrug, per dagdeel te berekenen welk percentage respectievelijk lokaal, regionaal en doorgaand verkeer is. Daaruit komt naar voren dat voor het doorgaande verkeer een kleine stijging te zien is, naarmate de capaciteit op de brug toeneemt. Tussen de referentie 2030 2x1 en de 2x2 variant wordt een maximaal verschil van 1% extra doorgaand verkeer berekend.

Het kentekenonderzoek van 2012 geeft de meest betrouwbare informatie over de hoeveelheid doorgaand verkeer. Geconstateerd is dat de NRM-modelresultaten hogere percentages laten zien, zowel in het basisjaar 2010 als in het prognosejaar 2030. Dit komt omdat het NRM niet is gekalibreerd op het uitgevoerde kentekenonderzoek, daarnaast omdat het NRM de lange afstandsritten iets overschat. Daarom is het te adviseren die uitkomsten niet in absolute zin leidend te laten zijn. Wel kunnen conclusies verbonden worden aan de ‘relatieve’ verschillen, in de vergelijking tussen varianten.

Als de gevonden toename van het doorgaand verkeer wordt toegepast op het Kentekenonderzoek Rijnbrug (2012) neemt het percentage doorgaand verkeer toe van 4,6% naar 5,6% per etmaal (voor de zware bedrijfsvoertuigen van 9,6% naar 10.6% per etmaal).

Verder wordt in het Kentekenonderzoek een aantal noties gemaakt betreffende de resultaten. Daarbij wordt er geconstateerd dat tijdens de spits het percentage doorgaand verkeer lager ligt dan op etmaalbasis. Deze conclusie kan ook uit dit onderzoek worden getrokken. Dit betekent dat verkeer niet geneigd is tijdens de spits de N233 meer te gaan gebruiken als alternatieve doorgaande route.

3.4 Resultaten Variant 2x2 N225 - Hogeweg

In het NRM is de 2x2 variant doorgerekend waarbij het 2x2 deel doorloopt tot de aansluiting Kesteren met de N320. Op basis van die uitkomsten is het ook mogelijk conclusies te trekken over de variant 2x2 tot aan de Hogeweg maar dit geeft alleen globale informatie. Omdat het statische NRM geen gedetailleerde inschatting kan geven van de vertraging en

daarmee van de verschillen tussen deze twee varianten is (in Hoofdstuk 4) een uitgebreidere analyse uitgevoerd met het dynamische model. Waarin de effecten duidelijker en de verschillen beter inzichtelijk worden.

3.5 Bevindingen

In de macroscopische analyse is allereerst met behulp van het NRM voor de middellange termijn (tot 2030) de mate van verkeerstoename voor de 2x2 variant onderzocht, ten opzichte van de Tidal Flow. Hieruit volgt de conclusie:

- De 2x2-variant faciliteert ten opzichte van de 2+1 'Tidal Flow' variant per etmaal, 3,4% meer verkeer in noordelijke richting en 2,7% meer verkeer in zuidelijke richting over de Rijnbrug.

In de ochtendspits voor de prognose 2030 is in de Tidal Flow studie met hogere of vergelijkbare intensiteiten gerekend en zal de realisatie van de Rijnbrug als 2x2 geen verdere knelpunten geven dan in voorgaande studie voorzien. In noordelijke richting zal het huidige ontwerp en maatregelen op de kruispunten op de N233 zoals bedacht in de Tidal Flow situatie volstaan ook bij de 2x2.

In de avondspits in zuidelijke richting geeft het NRM juist hogere waarden dan in de voorgaande Tidal Flow studies is gehanteerd. In de avondspits is in de voorgaande studies met lagere intensiteiten gerekend in zuidelijke richting.

- Daarmee is het wenselijk de kruispunten en maatregelen op de N233 met name voor de avondspits te toetsen met de hogere intensiteiten uit het NRM.

Zie ook paragraaf 4.5.

Verder is door middel van een selected-link analyse onderzocht welk verkeer (lokaal, regionaal of doorgaand) gebruik zal maken van de Rijnbrug in Rhenen, nadat deze als 2x2 is uitgevoerd. Uit deze selected-link analyse volgen de inzichten:

- Er is een kleine stijging te zien van het doorgaande verkeer naarmate de capaciteit op de brug toeneemt, dit blijft beperkt tot maximale toename van 1%.
    - Als dit wordt toegepast op de cijfers uit het kentekenonderzoek neemt het percentage doorgaand verkeer toe van 4,6% naar 5,6% per etmaal (voor de zware bedrijfsvoertuigen van 9,6% naar 10.6% per etmaal).
- Tot slot is in het NRM tijdens de spits het percentage doorgaand verkeer lager dan op etmaalbasis (gelijk aan het kentekenonderzoek). Daarmee is voor de N233 te concluderen dat deze route tijdens de spits geen extra doorgaand verkeer aantrekt.

4 Microsimulatie

In dit hoofdstuk worden de resultaten en conclusies toegelicht van de analyse van verschillende vormgevingsvarianten voor de Rijnbrug met het Paramics microsimulatiemodel.

4.1 Paramics model (scope)

Naar aanleiding van voorgaande analyse met het NRM zijn de varianten tevens doorgerekend met het microsimulatiemodel. Hierbij is gebruik gemaakt van het bestaande Paramics model dat is gebruikt voor de uitwerking van de Tidal Flow. Dit model is geactualiseerd voor de laatste ontwerpen van de verschillende kruispunten op de N233. Zoals eerder aangegeven is de verkeersprognose zoals opgenomen in de simulatie voldoende actueel voor de regionale ontwikkelingen. Verder is toekomstvastheid onderzocht voor de intensiteiten in de 2x2 situatie uit het NRM (2 a 3% hoger) en de verkeerslichtenregeling zoals deze is ontworpen door Sweco voor de knoop N233/N225. Daarbij is een simulatie uitgevoerd voor zowel de ochtend- (6:00 tot 10:00 uur) als de avondspits (15:00 tot 19:00 uur).

4.2 Varianten

Met het model zijn de volgende varianten doorgerekend voor planjaar 2030:

- 0-variant huidige infrastructuur planjaar 2030;
- Tidal Flow geactualiseerd;
- 2x2 N225 - Hogeweg: 2x2 rijstroken op de Rijnbrug tussen de N225 en viaduct met de Hogeweg;
- 2x2 N225 - N320: 2x2 rijstroken op de Rijnbrug tussen de N225 en de aansluiting Kesteren met de N320;
- Toekomstvastheid kruispunten N233: Cuneraweg – Rondweg-Oost, Geertesteeg en Achterbergsestraatweg.

Zie ook Figuur 2 in Hoofdstuk 2.

4.3 Afwikkeling knoop N233/N225

4.3.1 2030 2x1 0-Variant

Als de infrastructuur niet wordt uitgebreid ontstaat lange filevorming op de N233 (zowel in de OS als AS), zie Figuur 5. Er ontstaat in beide spitsen voornamelijk een knelpunt bij de knoop N233/N225. Daarnaast is de brug zelf een bottleneck en ontstaat bij de aansluiting N233/N320 een knelpunt.

In de ochtendspits ontstaat de meeste terugslag richting het Noorden op de N233 die vanaf de knoop terugslaat tot op de A15. Daarnaast ontstaan ook lange files op de N320.

In de avondspits ontstaat de terugslag richting het noorden en het zuiden op de N233. Richting het zuiden slaat de file op de N233 terug tot voorbij de Achterbergsestraatweg. Richting het noorden slaat de file op de N233 terug tot op de A15. Daarnaast ontstaan ook lange wachtrijen op de N225 zowel vanuit Wageningen als vanuit Rhenen.

Deze files en vertraging zorgen voor een verslechterde bereikbaarheid van de gehele regio Rivierenland en Food Valley. Daarnaast zorgen de files met terugslag tot op de Rijksweg A15 ook voor vertraging voor ander doorgaand verkeer waaronder het (inter)nationale

goederenvervoer op de Rijksweg. Hierdoor krijgt dit knelpunt een boven regionale uitstraling, dit zou een zeer onwenselijke situatie geven.

Figuur 5: Filevorming links ochtendspits (8:40 uur), rechts avondspits 2x1 rijstroken (oranje = langzaam rijdend, rood = langzaam rijdend tot stilstaand).

4.3.2 2+1 Tidal Flow

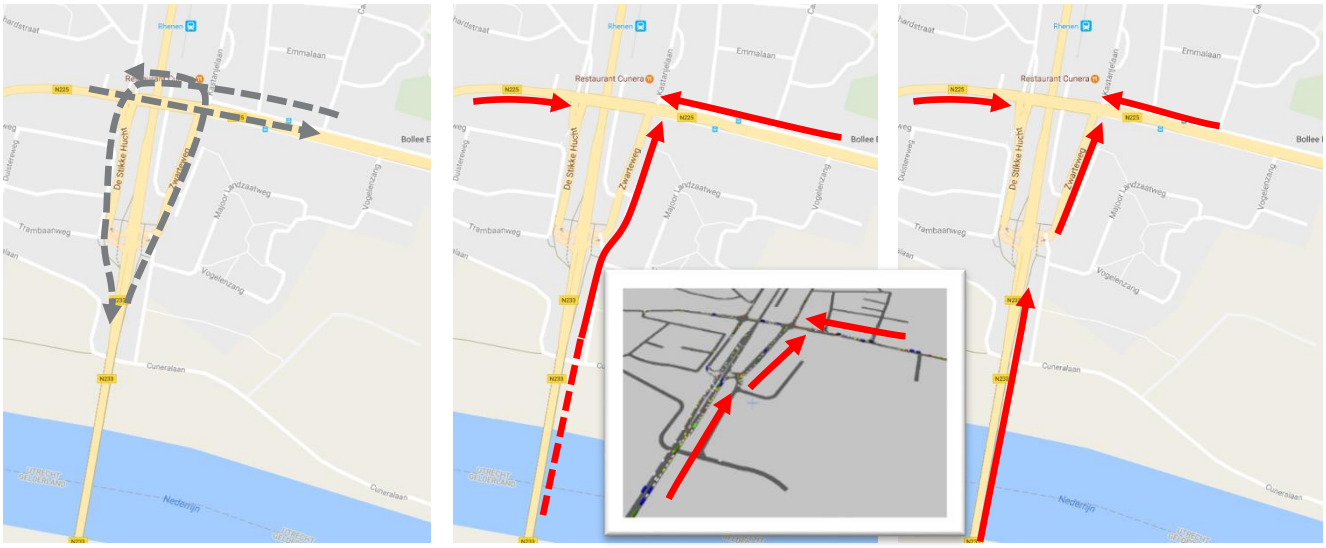
Zoals in voorgaande studies aangegeven biedt de Tidal Flow een verbeterde doorstroming ten opzichte van de huidige infrastructuur, maar is geen structurele oplossing voor de fileproblematiek op lange termijn (na 2030). Daarbij zit de knoop in 2030 aan zijn capaciteit en treedt er opnieuw enige vertraging op. Tot in 2030 geeft de Tidal Flow een duidelijke

verbetering van afname van de verkeersdoorstroming, dit bedraagt in 2030 nog altijd een winst van 1.400 voertuigverliesuren per werkdag.

In de ochtendspits ontstaat vertraging op de Rijnbrug richting het noorden. Deze vertraging is met name het gevolg van terugslag vanaf verkeerslichten aan de oostzijde van de knoop (N225). Daarbij kunnen de conflicterende verkeersstroom vanuit Wageningen richting de Rijnbrug, vanaf de Rijnbrug richting Rhenen en die vanuit Rhenen Richting Wageningen niet vlot worden afgewikkeld. Daarbij is in theorie regeltechnisch voldoende groentijd te geven om het verkeer af te wikkelen maar zijn de opstelstroken (en beschikbare ruimte) onvoldoende lang. Hierdoor lopen de opstelvakken over waardoor langere filevorming ontstaat.

Hierbij ontstaan wachtrijen op de Zwarteweg, N225 vanuit het oosten en de genoemde vertraging op de Rijnbrug. Daarbij ontstaat op de Rijnbrug filevorming waarbij de rechterrijstrook (van de Tidal Flow) zo nu en dan wordt geblokkeerd door de wachtrij vanaf de VRI. De vertraging is nu van korte duur (half uur tijdens de spits) maar bij verder toename van het verkeer zal ook de vertraging verder toenemen.

Ook in de avondspits ontstaat vertraging rond de knoop N233/N225 waarbij op verschillende takken van de knoop wachtrijen staan voor de verkeerlichten, daarbij moet verkeer zo nu en dan overstaan (komt niet in één fase door groen). Alleen op de Rijnbrug zelf ontstaat structurele filevorming waarbij met name de capaciteit op de brug zelf in noordelijke richting (Tidal Flow is richting het zuiden open) te kort schiet. Daarbij blijft de file op de N233 beperkt tot voorbij de aansluiting Kesteren (N320) en niet tot op de A15 omdat de capaciteit van de knoop met het Tidal Flow ontwerp groter is geworden.

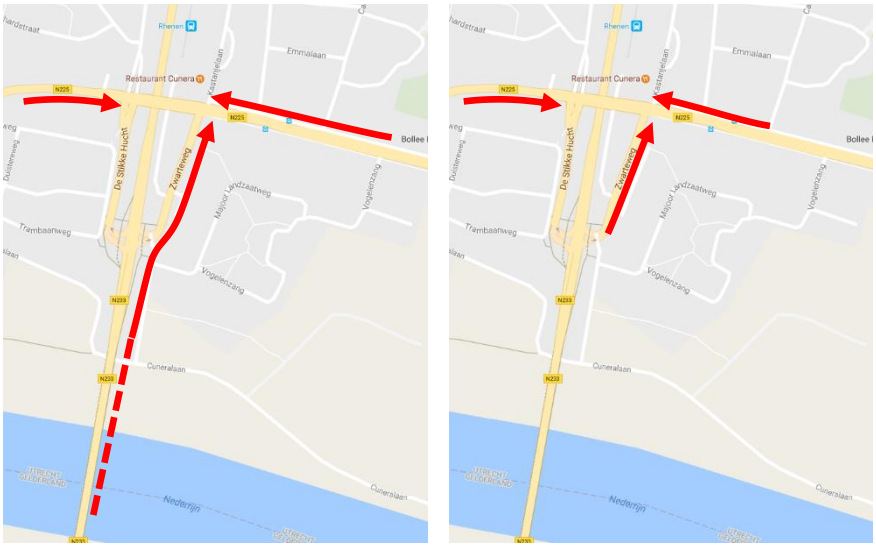


Figuur 6: Conflicterende stromen (links) wachtrijen OS (midden) wachtrijen AS (rechts) (bij 2+1 Tidal Flow)

4.3.3 2x2 N225 - Hogeweg

In de situatie met 2x2 rijstroken tussen de N225 en de Hogeweg is de doorstroming in de ochtendspits gelijk aan de Tidal Flow situatie. Dit is logisch omdat ook de infrastructuur in de drukste richting (richting het noorden) ook vergelijkbare capaciteit heeft.
Richting het zuiden is wel meer infrastructuur beschikbaar, hier treden in de situatie met Tidal Flow geen wachtrijen op wel is de rijtijd verbeterd (ongeveer 50 seconden) door de grotere capaciteit op de brug.

In de avondspits is een duidelijk verbetering zichtbaar in de verkeersdoorstroming. Dit treedt niet op in de drukste spitsrichting (richting het zuiden) maar in de (iets) rustigere noordelijke richting op de brug. In de avondspits richting het noorden ontstaat in de Tidal Flow situatie filevorming op de brug door de beperkte capaciteit. In de situatie met 2x2 tussen de N225 en de Hogeweg is deze filevorming bijna geheel opgelost. Incidenteel is er terugslag van de VRI maar deze lost steeds snel weer op. Dit levert meer dan 260 voertuigverliesuren winst op per avondspits.



Figuur 7: 2x2 N225 - Hogeweg wachtrijen OS (links) wachtrijen AS (rechts)

4.3.4 2x2 N225 - N320

In de situatie met 2x2 rijstroken tot de aansluiting met de N320 is de doorstroming rond de knoop in zowel de ochtend als de avondspits gelijk aan de situatie met alleen 2x2 op de brug. De grotere hoeveelheid verkeer (2 tot 3%) heeft weinig effect op de doorstroming omdat het grootste deel hiervan wordt afgewikkeld op de N233 waar voldoende capaciteit is toegevoegd.

In Bijlage 5 zijn grafieken opgenomen met de verliestijd op de knoop in de verschillende varianten. Ook daarin is te zien dat in de ochtendspits de verschillen klein zijn maar dat de 2x2 varianten iets beter scoren dan de Tidal Flow. In de avondspits is wel duidelijk een afname aan verliestijd te zien door het realiseren van de Rijnbrug als 2x2. Hier is geen verschil tussen de ‘2x2 N225 – Hogeweg’ of ‘2x2 N225 - N320’ omdat in deze analyse alleen de knoop (N233/N225) is meegenomen (overige vertraging zie volgende paragraaf).

4.3.5 Toekomstvastheid knoop

Zoals aangegeven is in 2030 (met het hoge scenario) de capaciteit van de knoop overschreden. Dit geldt met name voor de ochtendspits waarbij lange files ontstaan. Dit ligt met name aan het overlopen van de opstelvakken rond het oostelijke kruispunt op de N225. In de avondspits (2030) kan het verkeer wel voldoende worden verwerkt en ontstaan alleen wachtrijen waarbij zo nu en dan verkeer moet overstaan.

Daarmee is het oostelijke kruispunt van de knoop op de N225 maatgevend geworden. Het 'volledig' afsluiten van takken op dit kruispunt kan de capaciteit en daarmee de levensduur van deze oplossing nog iets vergroten.

Met het model is een analyse gedaan tot welk jaar de knoop een acceptabele doorstroming geeft. Daaruit blijk de tot 2025 – 2026 in de ochtendspits de vertraging beperkt blijft tot wachtrijen en incidenteel overstaand verkeer.

4.3.6 Ontwerp suggestie knoop 2x2

Deze variant is niet met het model doorgerekend.

Bij een 2x2 uitvoering van de brug kan de westzijde van de knoop anders worden vormgegeven. Het is daarbij mogelijk om de N233 noord - zuid en De Stikke Hucht richting de brug gelijktijdig groen te geven (dit is in de Tidal Flow situatie niet mogelijk omdat dan niet altijd 2 stroken beschikbaar zijn op de brug). Daarmee is er maar 1 rijstrook nodig op de N233 (richting 08, zie figuur 8). De N233 heeft dan alleen nog een conflict met de overstekende fietsers. Het is denkbaar deze fietsoversteek af te sluiten en fietsers van en naar het station om te laten rijden via het viaduct van de N225, zie Figuur 8. Deze vormgeving geeft een onbelemmerde doorstroming voor het verkeer op De Stikke Hucht en de N233 richting de brug. Verder geeft dit geen verlichting van de regeling op de N225 waarbij het oostelijke kruispunt maatgevend is en blijft.

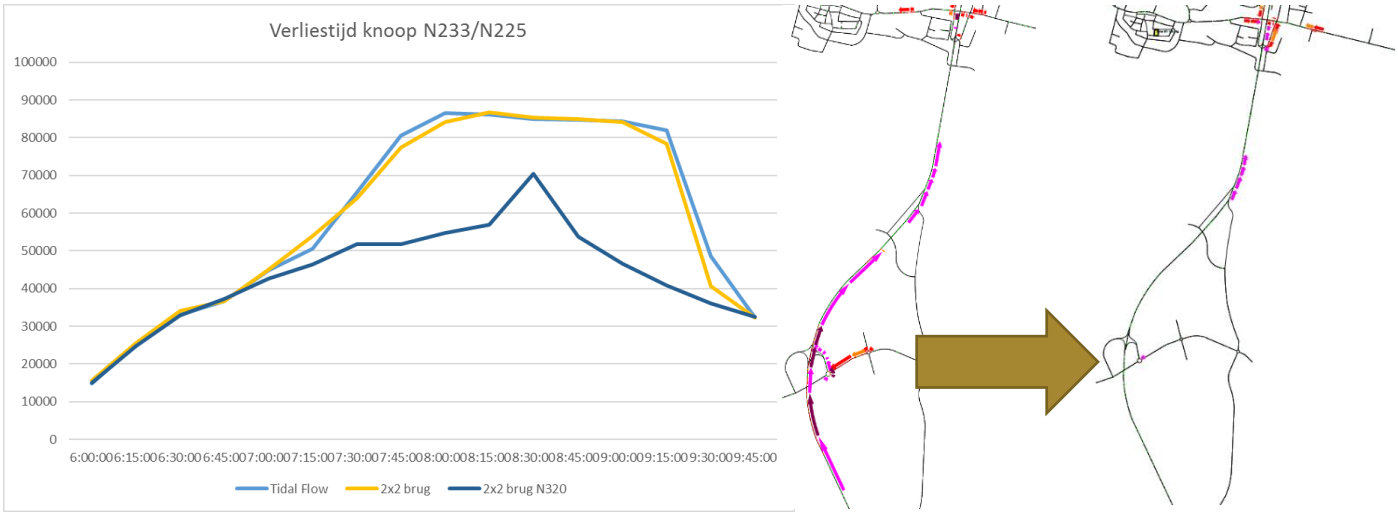
Op het oostelijke kruispunt van de N233 is het niet mogelijk om verkeer ongeregeld af te wikkelen. Dit komt doordat de N233 tussen het kruispunt met de Zwarteweg en het Viaduct van de N225 weer terug gaat van 2 naar 1 rijstrook. Omdat dit een relatief korte afstand is (<175 meter) is het wenselijk dit conflict te blijven regelen.

Figuur 8: Vormgeving oostelijke rijbaan N233 bij 2x2 op de brug

4.4 Doorstroming Kesteren (N233 N320)

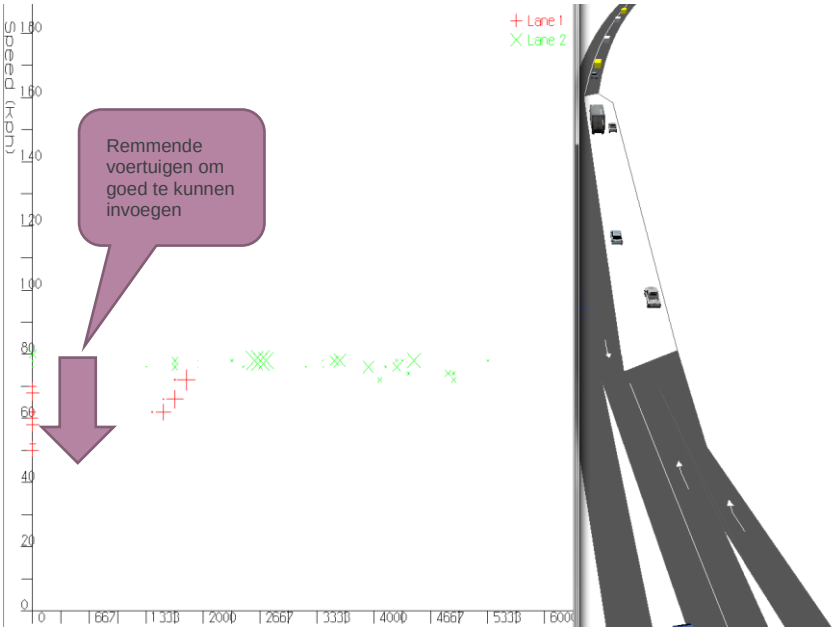
Zoals aangegeven is met het simulatiemodel 2 varianten doorgerekend van 2x2 rijstroken op de Rijnbrug. Eén met alleen 2x2 tussen de N225 en de Hogeweg en één met 2x2 van de N225 tot aan de aansluiting Kesteren en de N320.

In de Tidal Flow en de 2x2 N225 - Hogeweg ontstaat in de ochtendspits vertraging bij de invoeger van de N320 op de N233 door de grote hoeveelheid verkeer richting de brug. Daarbij wil meer dan 2100 mvt/uur over de N233 richting de brug. Dit is meer dan over 1 rijstrook afgewikkeld kan worden. Daarbij ontstaat vertraging en filevorming. In de 2x2 situatie tot de N320 kan dit verkeer wel goed worden afgewikkeld. In de onderstaande grafiek is duidelijk de afname aan verliestijd te zien door de realisatie van 2x2 tot aan de N320. De winst bedraagt zo'n 68 voertuigverliesuren per ochtendspits.



Figuur 9: verliestijd aansluiting Kesteren, 2x2 N225 - Hogeweg versus 2x2 N225 - N320.

In de avondspits bedraagt de maximale intensiteit in de 2x2 variant tussen de N225 en de Hogeweg zo'n 1700 mvt/uur. Dit kan in het simulatiemodel net worden afgewikkeld. Wel ontstaat er vertraging bij het invoegen waarbij het invoegende verkeer de hoofdstroom verstoort. Daarbij daalt de snelheid van 80 km/h naar zo'n 40 tot 50 km/h, daarnaast is dit ook een aandachtspunt voor de verkeersveiligheid.

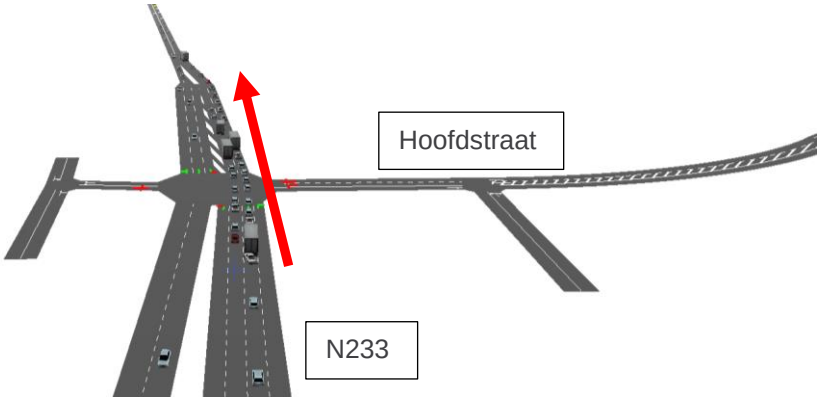


Figuur 9: Snelheidsdaling rond invoeger Kesteren

Voor het wegvak ten zuiden van de aansluiting Kesteren (tussen de Hoofdstraat en N320) wordt tevens vertraging voorzien. In deze studie is met twee modellen een analyse gemaakt van de doorstroming. Voor dit wegvak laten de modellen het volgende zien:

- In het NRM is een hoge I/C waarde geconstateerd (0,9), dit geeft aan dat er vertraging ontstaat.
- In het Paramicsmodel is de afwikkeling op het wegvak slechts licht verstoord (lagere gemiddelde snelheid).
    - Dit komt doordat in het simulatiemodel de bottleneck zich met name aan het begin van het wegvak begeeft. Daarbij is de kruising met de Hoofdstraat en de samenvoegen van 2 naar 1 rijstrook maatgevend. Hier ontstaat zo nu en dan terugslag tot op het kruispunt, waarna het gedoseerd het wegvak op stroomt. Daarbij ontstaat colonnevorming waarbij het verkeer in pelotons zijn weg vervolgt, zie Figuur 10.

De intensiteit op dit wegvak is hier in het drukste uur gelijk aan de capaciteit van 1 rijstrook. Beide modellen voorspellen vertraging maar de omvang blijft beperkt.



Figuur 10: vertraging bij kruispunt N233/Hoofdstraat.

4.5 Toekomstvastheid maatregelen N233 Rijnbrug 2x2

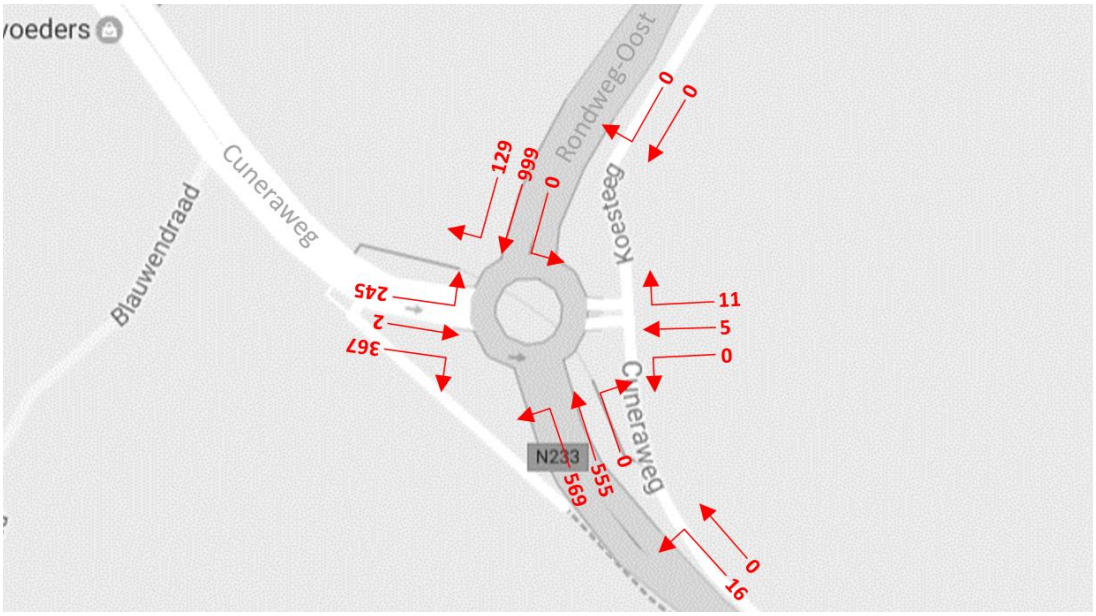
Uit hoofdstuk 3 is gebleken dat in de avondspits de intensiteiten in het NRM met 2x2 rijstroken op de brug steeds 100 tot 200 mvt/uur hoger liggen dan in de Paramics berekeningen van de Tidal Flow studie (dit verschil treedt niet op in de ochtendspits). Daarom is de toekomstvastheid onderzocht in Paramics, waarbij de intensiteiten uit Paramics zijn opgehoogd tot de intensiteiten uit het NRM. Dit is gedaan voor de belangrijkste kruispunten op de N233 tussen de knoop en Rondweg-Oost Veenendaal:

- Rondweg-Oost (N233) – Cuneraweg;
- Cuneraweg (N233) – Geertesteeg;
- Lijnweg (N233) – Achterbergsestraatweg.

Bij het onderzoek naar toekomstvastheid is uitgegaan van de hogere NRM intensiteiten. Wanneer de intensiteit in het NRM lager zijn (dit komt voor op een aantal zijtakken) dan in Paramics, zijn de intensiteit uit Paramics gehanteerd. Daarnaast is gebruik gemaakt van de verhoudingen linksaf, rechtdoor en rechtsafslaand verkeer uit Paramics, wanneer deze niet in het NRM wordt gegeven. Daarmee zijn de toekomstvastheid berekening uitgevoerd met de hoogst gevonden intensiteiten in voor de avondspits (zoals eerder aangegeven, geeft de ochtendspits vergelijkbare intensiteiten als in de eerdere studies waardoor geen nieuwe knelpunten verwacht hoeven worden). In Bijlage 6 is de vormgeving weergegeven van de kruispunten waarmee ze zijn doorgerekend.

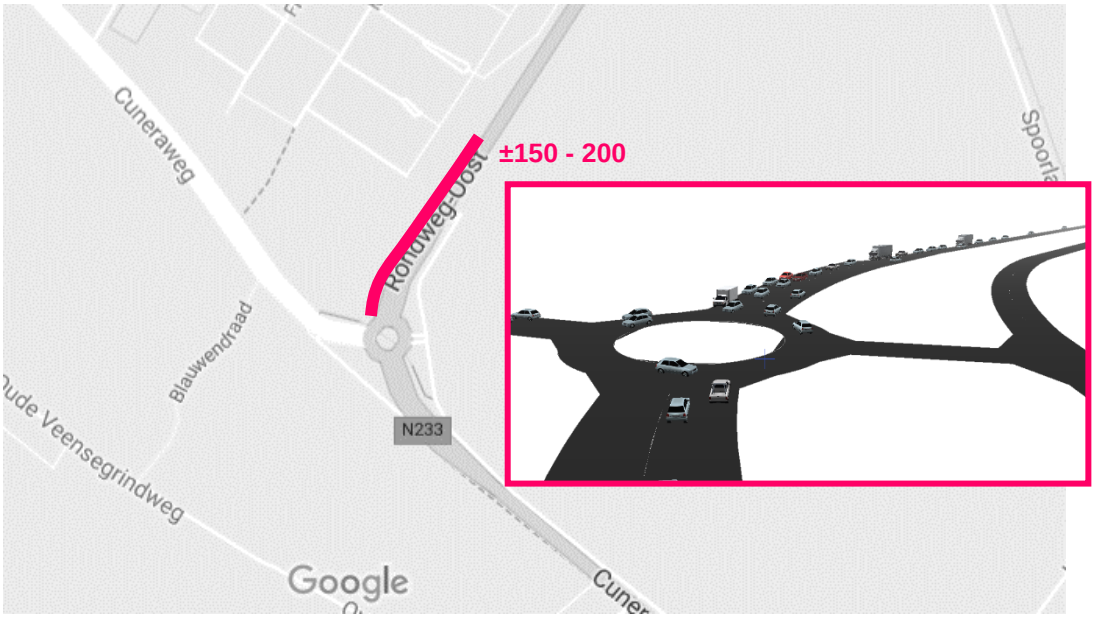
4.5.1 Rondweg-Oost (N233) – Cuneraweg

Figuur 11 geeft de gebruikte intensiteiten voor de kruising Rondweg-Oost (N233) – Cuneraweg weer. De intensiteiten van en naar de Koesteeg en Cuneraweg (zijweggetje ten oosten van de rotonde) zijn niet opgenomen in het NRM en zijn daarom overgenomen uit Paramics. De totale intensiteit op de overige kruisingstakken is gebaseerd op het NRM. De verhoudingen linksafslaand, rechtdoorgaand en rechtsafslaand verkeer op elke kruisingstak is gebaseerd op Paramics.



Figuur 11: Intensiteiten Rondweg-Oost (N233) - Cuneraweg

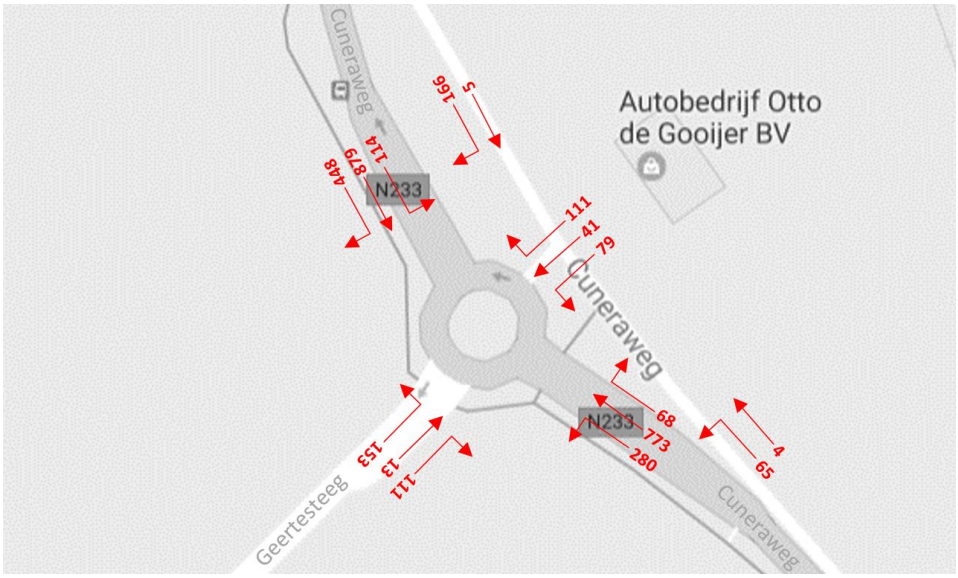
Uit de berekening naar de toekomstvastheid blijkt dat er terugslag ontstaat (van ±150 - 200 m) op de Rondweg-Oost (zie rode lijn in Figuur 12). Deze terugslag is niet structureel aanwezig (enkel aanwezig tijdens piekbelastingen tijdens de spits).



Figuur 12: Resultaat kruising Rondweg-Oost (N233) - Cuneraweg

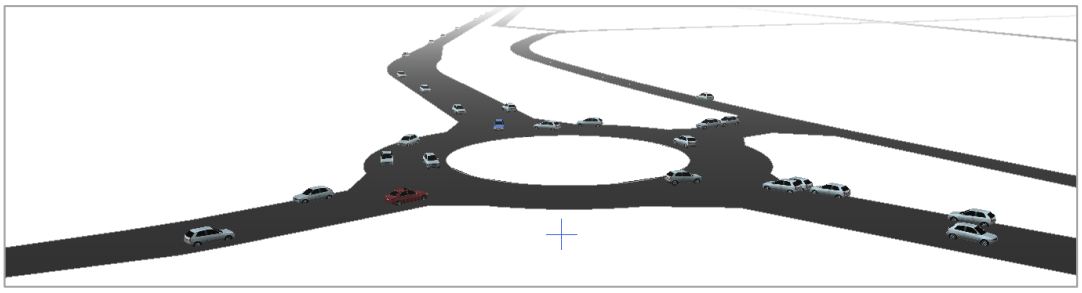
4.5.2 Cuneraweg (N233) - Geertesteeg

Figuur 13 geeft de gebruikte intensiteiten voor de kruising Cuneraweg (N233) – Geertesteeg weer. Op deze rotonde is de verhouding afslaand verkeer bepaald aan de hand van de verhouding van intensiteiten uit het Paramics model.



Figuur 13: Intensiteiten Cuneraweg (N233) - Geertesteeg

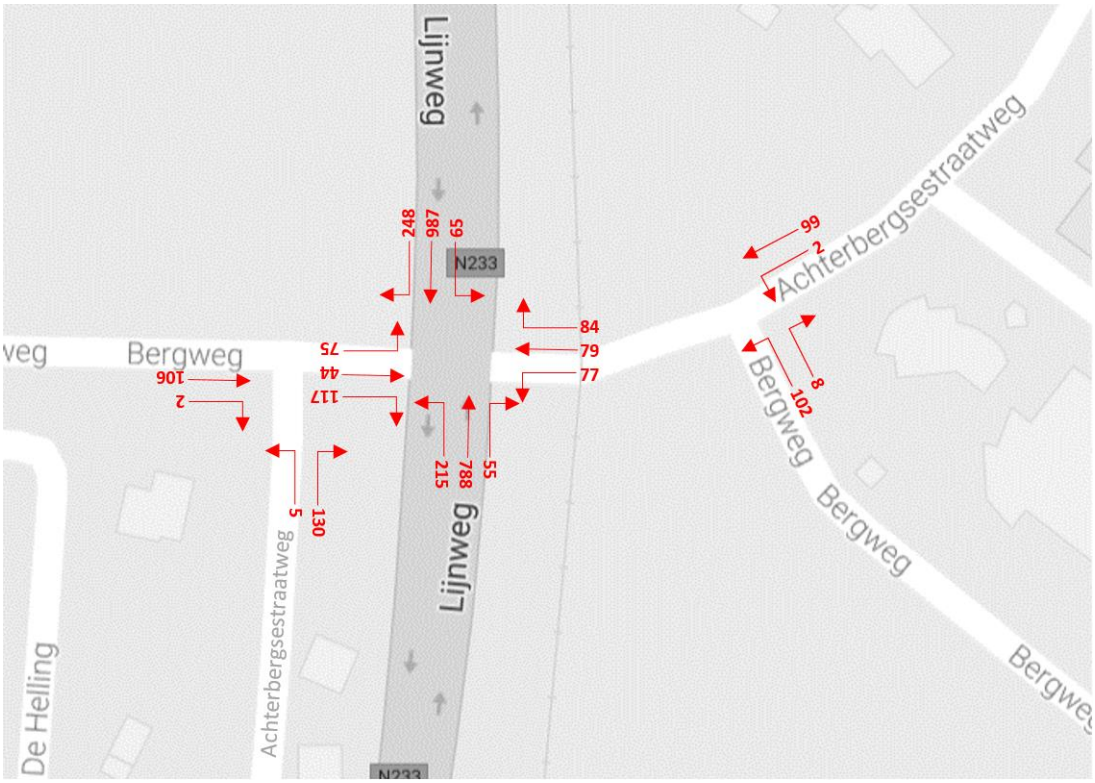
Uit de berekening voor de toekomstvastheid blijkt dat er met de hogere intensiteiten geen lange terugslag ontstaat op deze kruising (zie Figuur 14). Bij de Geertesteeg ontstaat op het drukste moment een wachtrij van zo'n 75 meter op de Geertesteeg zelf waarbij dit verkeer moeite heeft de rotonde op te komen, deze lost binnen enkel minuten weer op.



Figuur 14: Resultaat kruising Cuneraweg (N233) - Geertesteeg

4.5.3 Lijnweg (N233) - Achterbergsestraatweg

Figuur 15 geeft de gebruikte intensiteiten voor de kruising Lijnweg (N233) – Achterbergsestraatweg weer. De intensiteiten van en naar de Achterbergsestraatweg en Bergweg hebben in Paramics een hogere intensiteit dan in het NRM. Daarom is op deze kruisingstakken de intensiteit overgenomen uit Paramics.

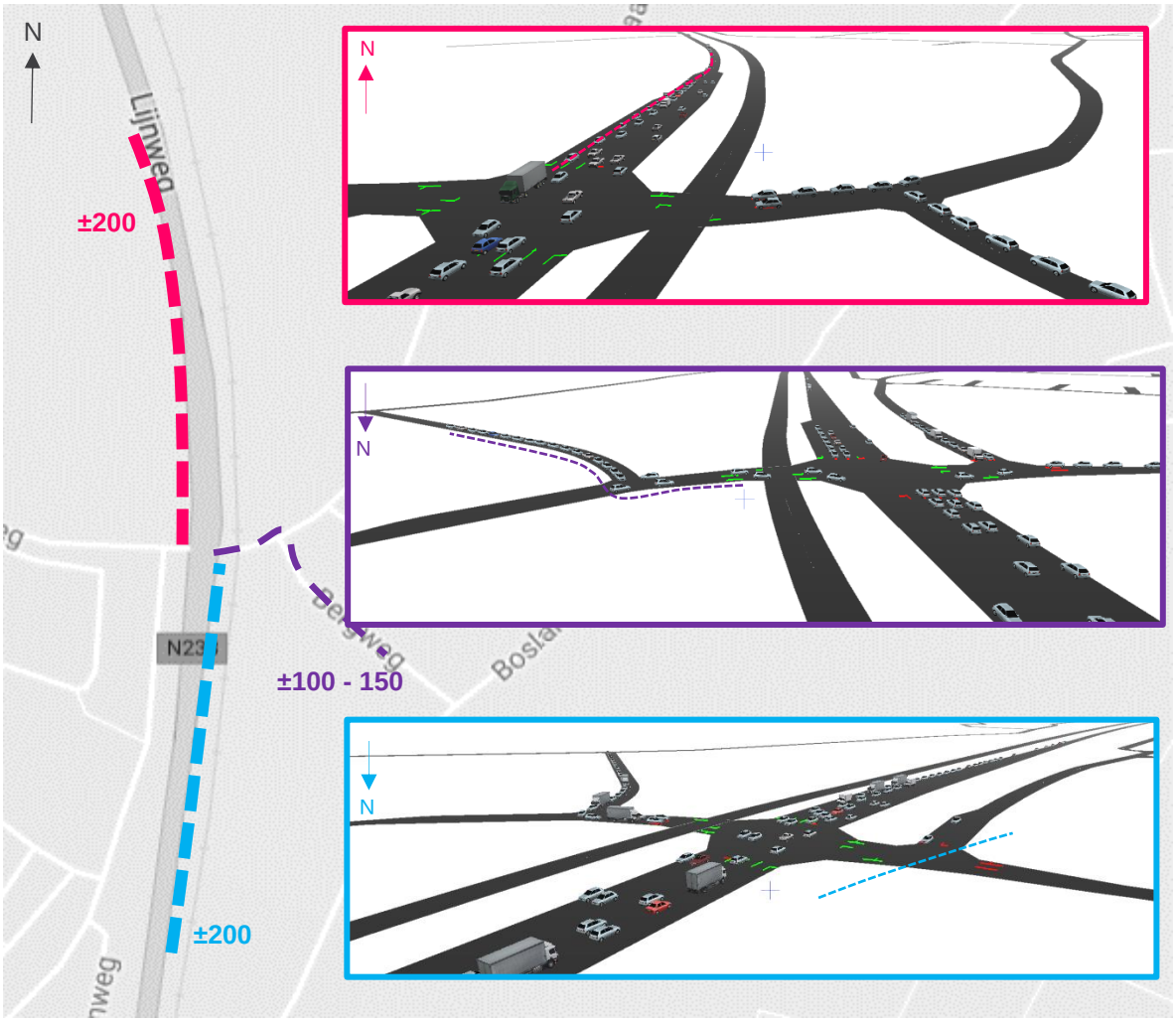


Figuur 15: Intensiteiten Lijnweg (N233) - Achterbergsestraatweg

Uit de berekening naar toekomstvastheid komt naar voren dat er voldoende capaciteit aanwezig is op dit kruispunt om het verkeersaanbod te kunnen verwerken. De cyclustijd van de VRI op deze kruising ligt tussen de 80 en 90 seconden (zonder trein). Tijdens een spoorwegsluiting ontstaat er zo nu en dan langere wachtrijvorming (met name op de zijtakken). Vanaf het moment dat de spoorwegovergang weer vrij is, zijn er 4 a 5 VRI-cycli (8 tot 10 min) nodig voordat er weer een genormaliseerd verkeersbeeld is. Alleen op de Bergweg (oostzijde N233) is zo nu en dan de wachtrij nog niet weggewerkt voordat er weer een nieuwe spoorsluiting is (zie ook Figuur 16).

Op de N233 vullen de opstelvakken zich zo nu en dan volledig, maar er ontstaat geen structurele wachtrijvorming (zie Figuur 16). Fietsers hebben een gemiddelde wachttijd (zonder trein) tussen de 30 en 35 seconden en kunnen dus gelijkvloers worden afgewikkeld.

Het ongelijkvloers realiseren van de fietsoversteek zal een positief effect hebben op de verkeerslichting regeling waardoor de doorstroming zal verbeteren. Echter dit zal het punt van de lange wachtrijen na de spoorwegsluiting niet oplossen.



Figuur 16: Resultaat kruising Lijnweg (N233) - Achterbergsestraatweg

4.6 Bevindingen

Op de middellange termijn (tot 2030) zullen ook met de voorgenomen maatregelen rond de knoop N233/N225 opnieuw vertragingen ontstaan rond de knoop N233/N225. In de ochtendspits is met name de oostzijde van de knoop maatgevend en ontstaan wachtrijen voor de VRI die terugslaan op de N225 en N233 op de Rijnbrug. Uit de analyse blijkt dat met name het oostelijke kruispunt op de N225 het verkeer niet goed kan afwikkelen. Daarbij is in theorie regeltechnisch voldoende groentijd te geven om het verkeer af te wikkelen maar zijn de opstelstroken (en beschikbare ruimte) onvoldoende lang. Hierdoor lopen de opstelvakken over waardoor langere filevorming ontstaat. Oplossingsrichtingen om het verkeer op de knoop (N233/N225) wel af te wikkelen zullen daarom ingrijpende effecten hebben. Gedacht kan worden aan meer ruimte creëren voor opstelvakken (is lastig in de

krappe bebouwde omgeving), het viaduct verbreden en/of het ´volledig´ afsluiten van takken (zoals de Kastanjelaan[4]) om meer ruimte in de regeling te krijgen.

In de avondspits is het met name de Rijnbrug zelf waar onvoldoende capaciteit geboden wordt, waardoor in noordelijke richting filevorming optreedt. Daarmee zit de knoop in 2030 weer aan zijn capaciteit (uitgaande van hoge verkeersgroei). Het realiseren van 2x2 op de Rijnbrug geeft in de ochtendspits geen verder verlichting omdat de wachtrijen voor de VRI blijven bestaan. In de avondspits geeft het realiseren van 2x2 wel verlichting omdat daarmee de belangrijkste bottleneck wordt weggenomen. Dit levert zo'n 260 voertuigverliesuren winst op per avondspits op de knoop.

Op basis van de toekomstvastheid berekeningen kan geconcludeerd worden dat zowel het kruispunt van de N233 met de Achterbergsestraatweg als met de Geertesteeg het verkeer kunnen verwerken. Alleen het kruispunt Cuneraweg/N233 (Rondweg-Oost) kan het verkeer niet ongestoord verwerken. Daarbij ontstaat op piekmomenten een wachtrij van zo'n 150 meter aan de noordzijde van de rotonde. Deze wachtrij staat al in de Tidal Flow variant en groeit met een realisatie van de brug als 2x2 met enkele tientallen meters. De wachtrij blijft beperkt tot het drukste moment van de spits.

De kruising van de N233 met de Achterbergsestraatweg kan het verkeer verwerken inclusief een gelijkvloerse fietsoversteek. Wel ontstaan zo nu en dan langere wachtrijen door de spoorwegsluiting. Vervolgens duurt het met name in de avondspits enige tijd voordat het verkeersbeeld weer genormaliseerd is. In de minst gunstige situatie is de wachtrij aan de oostzijde nog niet opgelost voor een nieuwe spoorwegsluiting.

Het ongelijkvloers realiseren van de fietsoversteek zal een positief effect hebben op de verkeerslichting regeling waardoor de doorstroming zal verbeteren. Echter dit zal het punt van de langer wachtrijen na de spoorwegsluiting niet oplossen.

Hiermee voldoen de genoemde maatregelen zoals in het verleden geformuleerd voor de Tidal Flow ook voor de 2x2 situatie. Er zijn specifiek voor de 2x2 situatie geen duidelijk aanvullende maatregelen noodzakelijk. Het enige aandachtspunt is de wachtrij op de Rondweg-Oost.

Voor het doortrekken van 2x2 rijstroken tot aan de N320 kan worden geconcludeerd dat dit een duidelijke verbetering geeft van de verkeersafwikkeling in de ochtendspits. Er willen meer dan 2100 mvt/uur richting de brug, wat over 1 rijstrook niet kan worden afgewikkeld. Dit levert zo´n 68 voertuigverliesuren winst op per ochtendspits. In de avondspits levert dit slechts een kleine verbetering op omdat dan de verkeerstroom en de verstoring kleiner zijn. Voor de avondspits geeft het een verbetering voor de verkeersveiligheid doordat de vertraging bij het invoegen en het conflict met de hoofdstroom wordt weggenomen.

[4] In deze studie en modellen is uitgegaan dat de Kastanjelaan en de Spoorbaanweg niet meer gebruikt worden door doorgaand verkeer.

5 Conclusies

Alles overziend onderstreept deze studie de conclusie van de eerdere studies naar de Tidal Flow en aanvullende maatregelen, namelijk dat deze de verkeersafwikkeling verbeteren maar dat ze geen robuuste oplossing bieden op lange termijn (na 2030). Wel heeft de Tidal Flow door de capaciteitsuitbreiding ook na 2030 nog een positieve bijdrage aan bereikbaarheid van de regio.

Het realiseren van de Rijnbrug als 2x2 geeft duidelijk meerwaarde voor het verbeteren van de verkeersafwikkeling ten opzichte van de Tidal flow met slechts zeer beperkte verkeerstoenames (2% a 3,5%) en hoegenaamd geen toename aan doorgaand verkeer (max 1%). Daar boven laat de 2x2 variant van de N225 tot aan de N320 ook een duidelijke meerwaarde zien boven de variant met alleen 2x2 tussen de N225 tot de Hogeweg. Toch geeft de 2x2 vormgeving van de Rijnbrug slechts een beperkt robuustere oplossing doordat de knoop (N233/N225) in 2030 duidelijk zijn capaciteit heeft bereikt.

In Bijlage 8 is een overzichtskaart gegeven van het onderzochte tracé en de verschillende kruispunten.

5.1 Verkeerstoename

In de macroscopische analyse is allereerst met behulp van het NRM voor de middellange termijn (tot 2030) de mate van verkeerstoename voor de 2x2 variant onderzocht (met het hoge scenario), ten opzichte van de Tidal Flow. Hieruit volgt de conclusie:

- De 2x2-variant faciliteert ten opzichte van de 2+1 ‘Tidal Flow’ variant per etmaal, 3,4% meer verkeer in noordelijke richting en 2,7% meer verkeer in zuidelijke richting over de Rijnbrug.

5.2 Verkeersomvang

Vervolgens zijn de NRM cijfers vergeleken met de in de Tidal Flow studie gehanteerde cijfers, daar uit blijk het volgende. In de ochtendspits voor de prognose 2030 is in de Tidal Flow studie met hogere of vergelijkbare intensiteiten gerekend en zal de realisatie van de Rijnbrug als 2x2 geen verdere knelpunten geven dan in voorgaande studie voorzien. Te concluderen is verder dat in noordelijke richting het huidige ontwerp en maatregelen op de N233 zal voldoen.

In de avondspits in zuidelijke richting geeft het NRM juist hogere waarden dan in de voorgaande Tidal Flow studies is gehanteerd. In de avondspits is in de voorgaande studies met lagere intensiteiten gerekend. Hieruit volgt de conclusie dat het wenselijk is de kruispunten en maatregelen op de N233 met name voor de avondspits opnieuwe te toetsen met de hogere intensiteiten uit het NRM.
Zie ook paragraaf 5.4.

5.3 Doorgaand verkeer

Verder is door middel van een selected-link analyse onderzocht welk verkeer (lokaal, regionaal of doorgaand) gebruik zal maken van de Rijnbrug in Rhenen, nadat deze als 2x2 is uitgevoerd. Uit deze selected-link analyse volgen de cijfers:

- Er is een kleine stijging te zien van het doorgaande verkeer naarmate de capaciteit op de brug toeneemt, dit blijft beperkt tot een maximale toename van 1%.
    - Als dit wordt toegepast op de cijfers uit het kentekenonderzoek neemt het percentage doorgaand verkeer toe van 4,6% naar 5,6% per etmaal (voor de zware bedrijfsvoertuigen van 9,6% naar 10,6% per etmaal).

Tot slot is in het NRM tijdens de spits het percentage doorgaand verkeer lager dan op etmaalbasis (gelijk aan het kentekenonderzoek). Daarmee is voor de N233 te concluderen dat deze route tijdens de spits geen extra doorgaand verkeer aantrekt.

5.4 Verkeersafwikkeling

5.4.1 Knoop N233/N225

De toename van verkeer door economische en ruimtelijke ontwikkelingen (in het hoge scenario) zorgen ervoor dat op de middellange termijn (tot 2030) ook met maatregelen rond de knoop N233/N225 opnieuw vertragingen ontstaan. In de ochtendspits is met name de oostzijde van de knoop maatgevend en ontstaan wachtrijen voor de VRI die terugslaan op de N225, Zwarteweg en N233 op de Rijnbrug. In de avondspits is het met name de Rijnbrug zelf (in de situatie dat er maar één rijstrook is) waar onvoldoende capaciteit geboden wordt, waardoor in noordelijke richting filevorming optreedt tot voor bij de aansluiting Kesteren. Daarmee zit de knoop in 2030 weer aan zijn capaciteit. Het realiseren van 2x2 op de Rijnbrug geeft in de ochtendspits geen verdere verlichting omdat de wachtrijen voor de VRI blijven bestaan. In de avondspits geeft het realiseren van 2x2 wel verlichting omdat daarmee de belangrijkste bottleneck wordt weggenomen. Dit levert zo´n 260 voertuigverliesuren winst op per avondspits.

Uit de analyse blijkt dat met name het oostelijke kruispunt op de N225 het verkeer niet goed kan afwikkelen. Daarbij is in theorie regeltechnisch voldoende groentijd te geven om het verkeer af te wikkelen maar zijn de opstelstroken (en beschikbare ruimte) onvoldoende lang. Hierdoor lopen de opstelvakken over waardoor langere filevorming ontstaat. Voor oplossingsrichtingen om het verkeer op de knoop (N233/N225) wel af te wikkelen kan gedacht worden aan meer ruimte creëren voor de opstelstroken wat erg ingrijpend is. Een andere optie is het ´volledig´ afsluiten van takken (zoals de Kastanjelaan) om meer ruimte in de regeling te krijgen, dit zal de capaciteit knoop en daarmee de levensduur van de maatregelen vergroten.

Verder is gekeken vanaf welk jaar de doorstroming onacceptabel (meer dan 1 keer overstaan (stoppen voor het verkeerslicht)) wordt verstoord. Voor de ochtendspits ligt dit rond de jaren 2025/2026, voor de avondspits is dit pas in 2030.

5.4.2 2x2 tussen de N225 tot N320 Kesteren

Voor het doortrekken van 2x2 rijstroken tot aan de N320 kan worden geconcludeerd dat dit een duidelijke verbetering geeft van de verkeersafwikkeling in de ochtendspits. Er willen meer dan 2100 mvt/uur richting de brug wat over 1 rijstrook niet kan worden afgewikkeld. Het aanleggen van het 2x2 profiel tot de aansluiting met de N320 levert zo´n 68 voertuigverliesuren winst op per ochtendspits. In de avondspits levert dit slechts een kleine verbetering op omdat dan de verkeerstroom en de verstoring kleiner zijn. Wel geeft het ook voor de avondspits een verbetering voor de verkeersveiligheid doordat een de vertraging bij het invoegen en het conflict met de hoofdstroom wordt weggenomen.

5.4.3 Toekomstvastheid kruispunten N233

Op basis van de toekomstvastheid berekeningen voor de avondspits hoog groeiscenario (ochtendspits geeft geen knelpunten) kan geconcludeerd worden dat zowel het kruispunt van de N233 met de Achterbergsestraatweg als met de Geertesteeg het verkeer kunnen verwerken. Alleen het kruispunt Cuneraweg/N233 (Rondweg-Oost) kan het verkeer niet ongestoord verwerken. Daarbij ontstaat op piekmomenten een wachtrij van zo'n 150 meter aan de noordzijde van de rotonde. Deze wachtrij staat al in de Tidal Flow variant en groeit met een realisatie van de brug als 2x2 met enkele tientallen meters. De wachtrij blijft beperkt tot het drukste moment van de spits.

De kruising van de N233 met de Achterbergsestraatweg kan het verkeer verwerken inclusief een gelijkvloerse fietsoversteek. Wel ontstaan zo nu en dan langere wachtrijen door de spoorwegsluiting. Vervolgens duurt het met name in de avondspits enige tijd voordat het verkeersbeeld weer genormaliseerd is. In de minst gunstige situatie is de wachtrij aan de oostzijde nog niet opgelost voor een nieuwe spoorwegsluiting.

Het ongelijkvloers realiseren van de fietsoversteek zal een positief effect hebben op de verkeerslichting regeling waardoor de doorstroming zal verbeteren. Dit punt zal de lange wachtrijen na de spoorwegsluiting niet oplossen. Gezien de aard en omvang van de vertragingen en het beperkte positieve effect is een ongelijkvloerse fietsoversteek ons inziens niet noodzakelijk.

Hiermee voldoen de genoemde maatregelen, zoals in het verleden geformuleerd voor de Tidal Flow, ook voor de 2x2 situatie. Er zijn specifiek voor de 2x2 situatie geen duidelijk aanvullende maatregelen noodzakelijk. Enige aandachtspunt is de wachtrij op de Rondweg-Oost.

In de volgende tabel is een overzicht gegeven van de belangrijkste effecten en constateringen per variant.

Tabel 4: Overzicht met effecten

	Afwikkeling	Verkeersaantrekkende werking
Nulvariant	In de huidige situatie ontstaat reeds veel vertraging. Als er niet in het tracé van de N233 geïnvesteerd wordt zal de vertraging toenemen en zal de bereikbaarheid van Food Valley en Rivierenland verder verslechteren.	Door de toenemende vertraging zal verkeer de N233 gaan mijden.
Tidal Flow	De Tidal Flow geeft een verbetering van de verkeersafwikkeling (1400 VVU) voor de middellange termijn. Op de lange termijn ontstaat opnieuw vertraging rond de knoop N233/N225.	De Tidal Flow heeft weinig tot geen verkeersaantrekkende werking.
Rijnbrug 2x2 ***tussen N225 en Hogeweg***	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tussen de N225 en de Hogeweg geeft een verdere verbetering van de verkeersafwikkeling (1400+260 VVU). Met name in de avondspits ontstaat minder vertraging. Ook voor deze variant geldt dat op de lange termijn de knoop N233/N225 het verkeer niet meer kan verwerken.	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tot aan de Hogeweg heeft een zeer beperkte verkeersaantrekkende werking (2 – 3,5%).
Rijnbrug 2x2 ***tussen N225 en N320***	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tussen de N225 en de N320 geeft een nog verdere verbetering van de	De Rijnbrug uitvoeren met 2x2 rijstroken tot aan de N320

	verkeersafwikkeling (1400+260+68 VVU). Zowel in de ochtend- als avondspits ontstaat minder vertraging. Ook voor deze variant geldt dat op de lange termijn de knoop N233/N225 het verkeer niet meer kan verwerken. Daarbij wordt het oostelijke kruispunt van de knoop op de N225 maatgevend (het 'volledig' afsluiten van takken op dit kruispunt kan de capaciteit en daarmee de levensduur nog iets vergroten).	heeft een zeer beperkte verkeersaantrekkende werking (2 – 3,5%).

Tabel 5: Overzicht verkeersafwikkeling kruispunten

	Nulvariant	Tidal Flow	Rijnbrug 2x2 tussen N225 en Hogeweg	Rijnbrug 2x2 tussen N225 en N320
Cuneraweg – Rondweg-Oost				
N233 - Geertesteeg				
N233 - Achterbergsestraatweg				
N233 – De Stikke Hucht /Zwarteweg				
N233 – N225 Oost|				
N233 – N225 West|				
N233 – N320				
N233 – Hoofdstraat				

Legenda verkeersafwikkeling			
Goed	***Acceptabel***	***Matig***	***Slecht***
Geen vertraging of wachtrijen	*Incidenteel een wachtrij*	*Zo nu en dan lange wachtrijen en overstaand verkeer*	*Lange wachtrijen filevorming en overstaand verkeer*

5.5 Suggestie vervolgonderzoek

Uit deze studie komt naar voren dat het realiseren van de Rijnbrug als 2x2 een verbetering geeft voor de verkeersafwikkeling (afname van VVU). Mocht er gekozen worden om de Rijnbrug als 2x2 verder uit te werken adviseren wij nog nader studie te verrichten naar:

- De mogelijkheden om op het oostelijke kruispunt van de knoop (N225) meer ruimte te creëren (voor de opstelvakken of in de regeling) waardoor de afwikkeling zou kunnen verbeteren en de robuustheid van de oplossing toeneemt.
  - Het 'volledig' afsluiten van takken op dit kruispunt kan de capaciteit en daarmee de levensduur vergroten.
- De mogelijk vormgeving van de westzijde van de knoop. Het is daarbij mogelijk om de N233 noord - zuid en De Stikke Hucht richting de brug gelijktijdig groen te geven.

Bijlage 1

In de volgende tabellen is een vergelijking gemaakt tussen de intensiteiten op de Rijnbrug uit de nu uitgevoerde analyse met het NRM, tellingen uit 2016 en het Paramics model uit de voorgaande Tidal Flow studies.

Tabel 4: Intensiteit op de Rijnbrug richting Rhenen/Veenendaal per dagdeel en variant

Variant	Ochtendspits [mvt/uur]	Avondspits [mvt/uur]
Basisjaar (2010)	1300	1300
Tellingen april 2016	1400	1400
2x1 (2030)	1300	1400
2+1 (2030)	1300	1450
Paramics 2+1 (2030)	1900	1450
2x2 (2030) maximaal	1400	1550

Tabel 5:Intensiteit op de Rijnbrug richting Kesteren/A15 per dagdeel en netwerkvariant

Variant	Ochtendspits [mvt/uur]	Avondspits [mvt/uur]
Basisjaar (2010)	1200	1500
Tellingen april 2016	1200	1400
2x1 (2030)	1250	1500
2+1 (2030)	1250	2000
Paramics 2+1 (2030)	1300	1700
2x2 (2030) maximaal	1350	2050

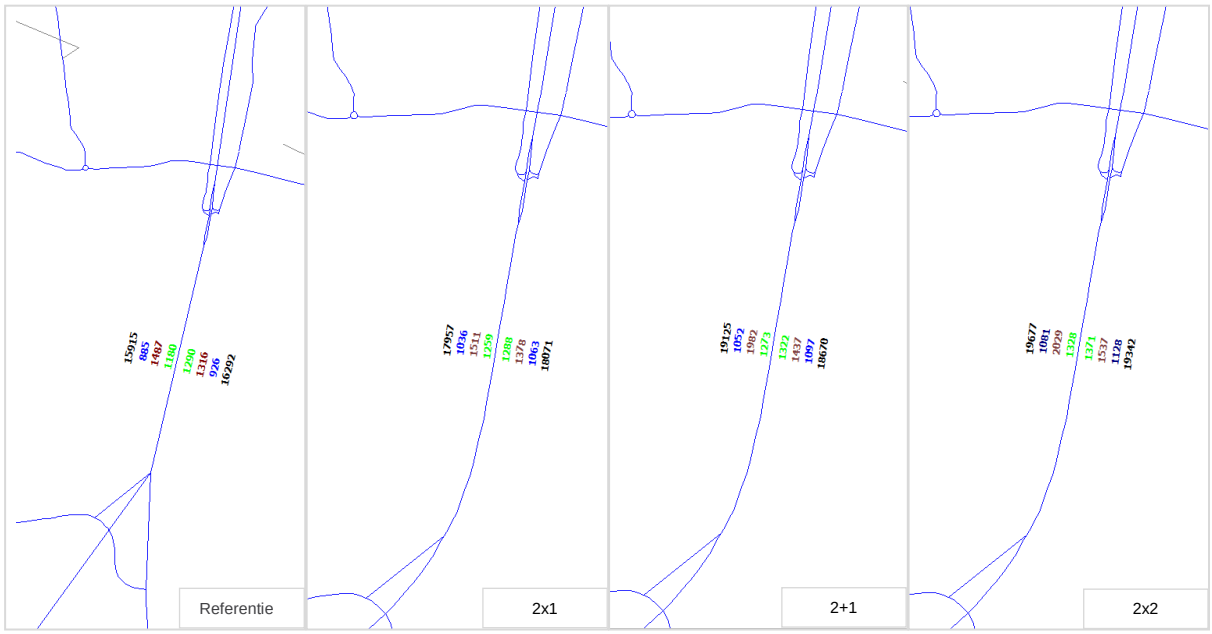
In de volgende tabellen is per richting per dagdeel voor iedere variant de intensiteit [mvt/uur] op de Rijnbrug uitgeschreven. De etmaalintensiteit [mvt/24 uur] is de som van het gewogen gemiddelde van de uur-intensiteiten tijdens de ochtendspits, de avondspits en de restdag.

Tabel 6:Intensiteit [mvt/uur op de Rijnbrug richting Rhenen/Veenendaal per dagdeel en netwerkvariant

Variant	Ochtendspits [mvt/uur]	Avondspits [mvt/uur]	Restdag [mvt/uur]	Etmaal [mvt/24uur]
Basisjaar (2010)	1290	1316	926	16292
2x1 (2030)	1288	1378	1063	18071
2+1 (2030)	1322	1437	1097	18670
2x2 (2030)	1371	1537	1128	19342

Tabel 7: Intensiteit [mvt/uur] op de Rijnbrug richting Kesteren/A15 per dagdeel en netwerkvariant

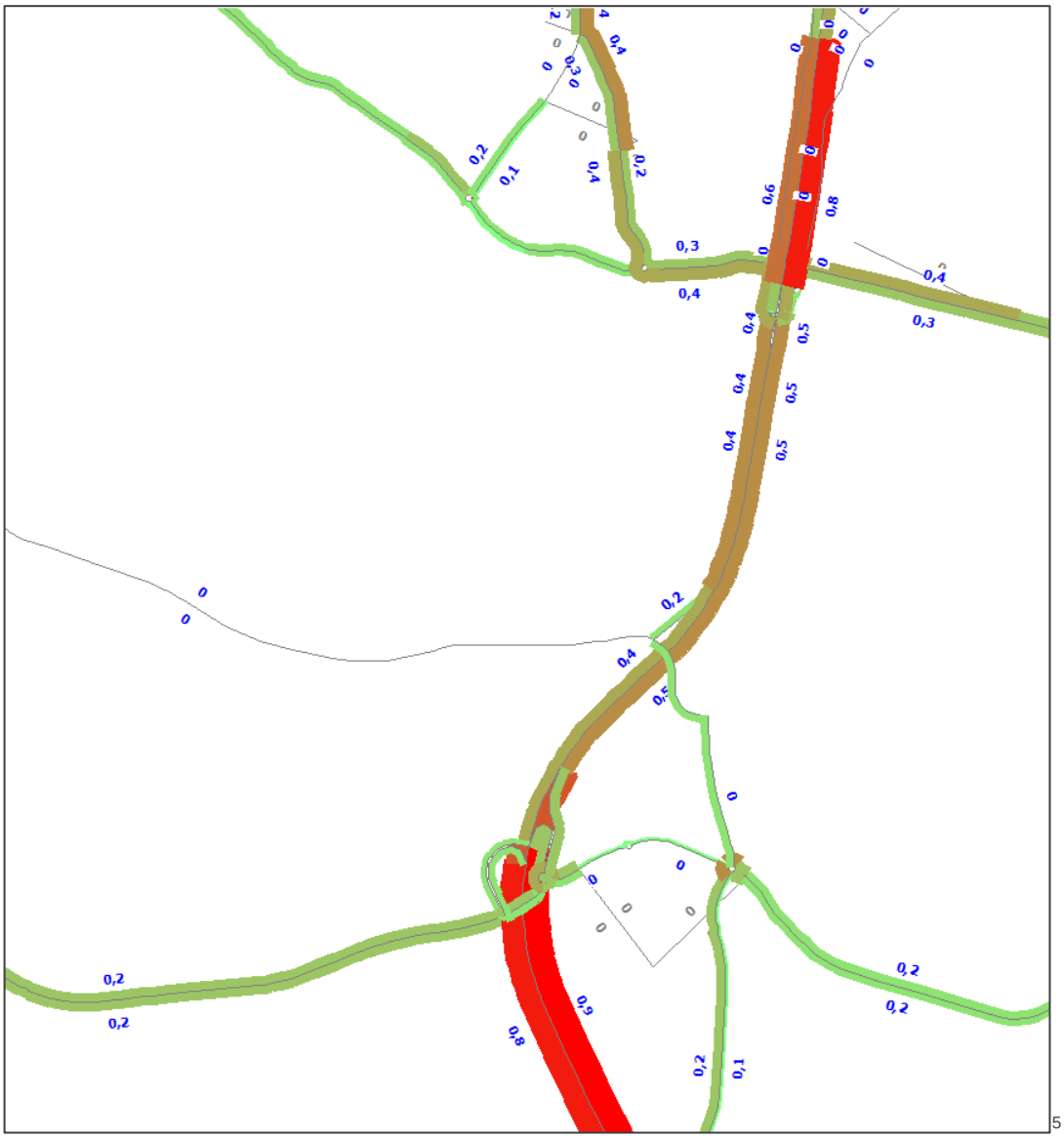
Variant	Ochtendspits [mvt/uur]	Avondspits [mvt/uur]	Restdag [mvt/uur]	Etmaal [mvt/24uur]
Basisjaar (2010)	1180	1487	885	15915
2x1 (2030)	1259	1511	1036	17957
2+1 (2030)	1273	1982	1052	19125
2x2 (2030)	1328	2029	1081	19677



Intensiteiten in mvt/uur voor de ochtendspits (groen), de avondspits (bruin) en de restdag (blauw) en per etmaal (zwart) op de Rijnbrug bij Rhenen, voor de varianten (v.l.n.r.); referentie (2010), 2x1, 2+1 en 2x2 maximaal (2030).

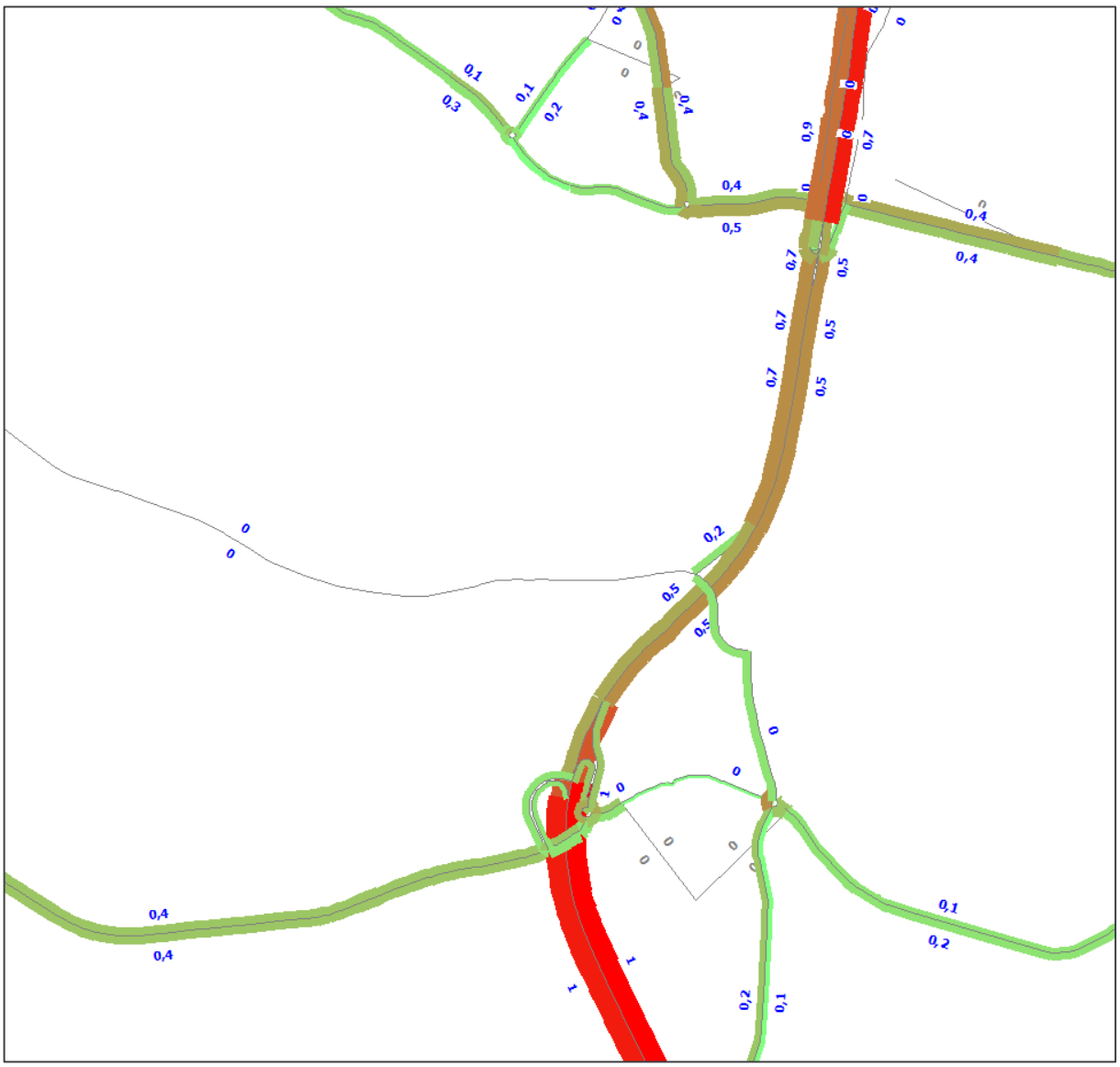
Bijlage 2

Deze bijlage bevat plots met de I/C verhouding in de ochtendspits (zie onderstaande figuur) en avondspits (zie volgende pagina) van de 2x2 tussen N225 en N320.



IC verhouding (ochtendspits)

[5] Zoals te zien in de plots geeft de N225 geen hoge I/C waarde, wel ontstaan hier zo nu en dan wachtrijen. Dit komt omdat de plots uit het NRM komen en de wachtrijen worden veroorzaakt door de verkeerslichtenregeling die niet in het statische NRM kunnen worden opgenomen



I/C verhouding plot avondspits

Bijlage 3

De toename van het totale verkeer vergeleken met de referentievariant, verschilt over de varianten van 10,1% tot 21,8%. De grootste toename in verkeer over de Rijnbrug wordt gerealiseerd in de variant 2x2 (2030) tijdens de avondspits (34,9%) in zuidelijke richting ten opzichte van de referentie situatie (2010).

Tabel 8: Groeifactor intensiteit op de Rijnbrug richting Rhenen per dagdeel en netwerkvariant

Variant	Ochtendspits	Avondspits	Restdag	Etmaal
Basisjaar (2010)	100,0	100,0	100,0	100,0
2x1 (2030)	99,7	104,3	113,4	110,1
2+1 (2030)	102,2	108,5	116,8	113,5
2x2 (2030)	105,8	115,8	119,9	117,4

Tabel 9: Groeifactor intensiteit op de Rijnbrug richting Kesteren/A15 per dagdeel en netwerkvariant

Variant	Ochtendspits	Avondspits	Restdag	Etmaal
Basisjaar (2010)	100,0	100,0	100,0	100,0
2x1 (2030)	105,7	100,6	115,2	111,5
2+1 (2030)	106,8	131,9	116,9	118,5
2x2 (2030)	111,1	134,9	119,9	121,8

Bijlage 4

In de hiernavolgende tabellen is de intensiteit per rijrichting over de Rijnbrug (respectievelijk noord, zuid), per HB-paar gepresenteerd (in [mvt/uur]).

Tabel 10: Intensiteit [mvt/uur] op de Rijnbrug richting Rhenen per dagdeel voor de 2x2 variant in 2030

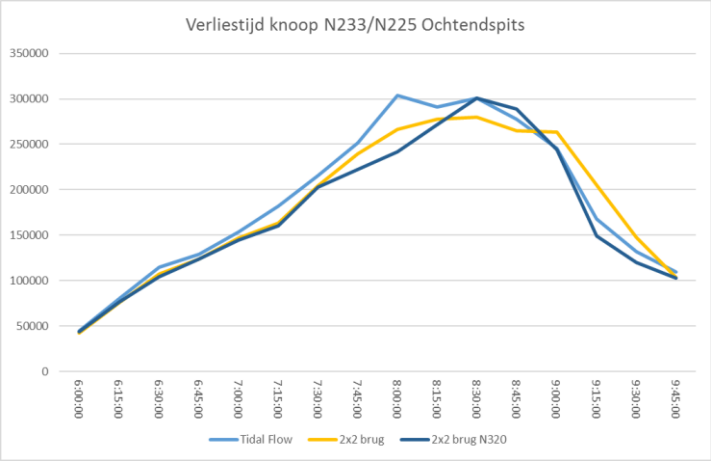
Herkomst	Bestemming	Ochtendspits	Avondspits	Restdag
Rivierenland	Food Valley	280	228	212
A15	Food Valley	805	1017	675
Rivierenland	A12	151	94	118
A15	A12	135	197	123
Totaal		**1371**	**1536**	**1128**

Tabel 11: Intensiteit [mvt/uur] op de Rijnbrug richting Kesteren per dagdeel voor de 2x2 variant in 2030

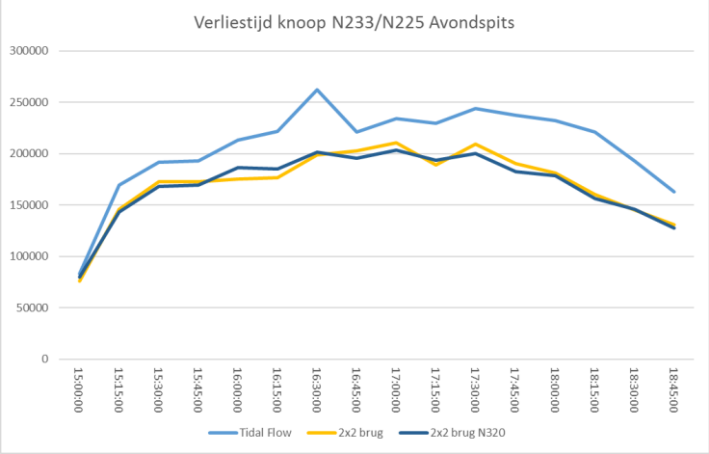
Herkomst	Bestemming	Ochtendspits	Avondspits	Restdag
Food Valley	Rivierenland	250	606	214
Food Valley	A15	837	1066	638
A12	Rivierenland	96	190	114
A12	A15	144	167	115
Totaal		**1327**	**2029**	**1081**

Bijlage 5

Deze bijlage bevat de verliestijden voor alle varianten (Tidal Flow, 2x2 N225 - Hogeweg en 2x2 N225 - N320) op de Knoop N233/N225 in de ochtendspits en avondspits.



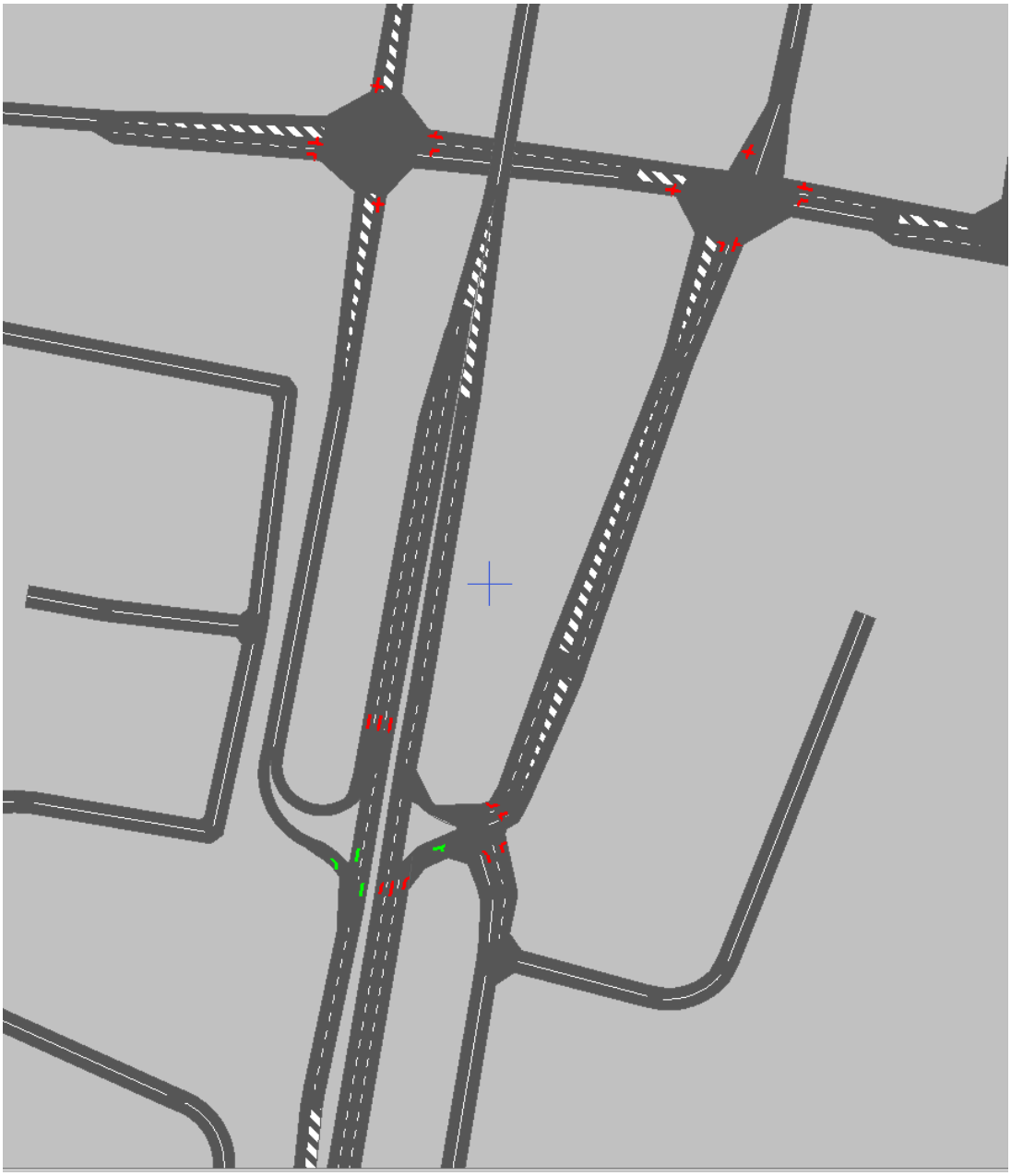
Verliestijd knoop N233/N225 ochtendspits



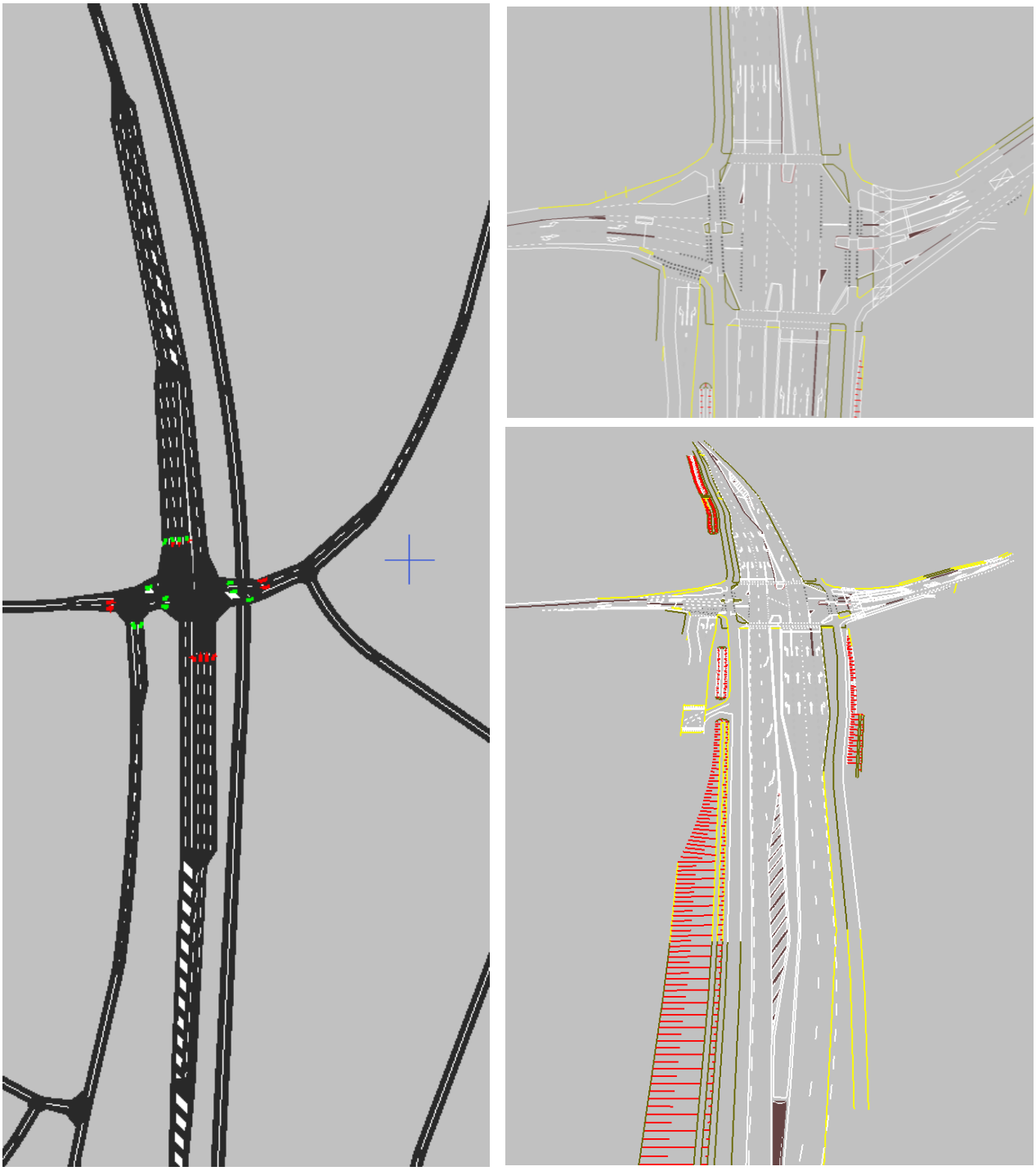
Verliestijd knoop N233/N225 avondspits

Bijlage 6

Vormgeving, kruispunten van de N233, N225, Achterbergsestraatweg en Geertesteeg in simulatiemodel.

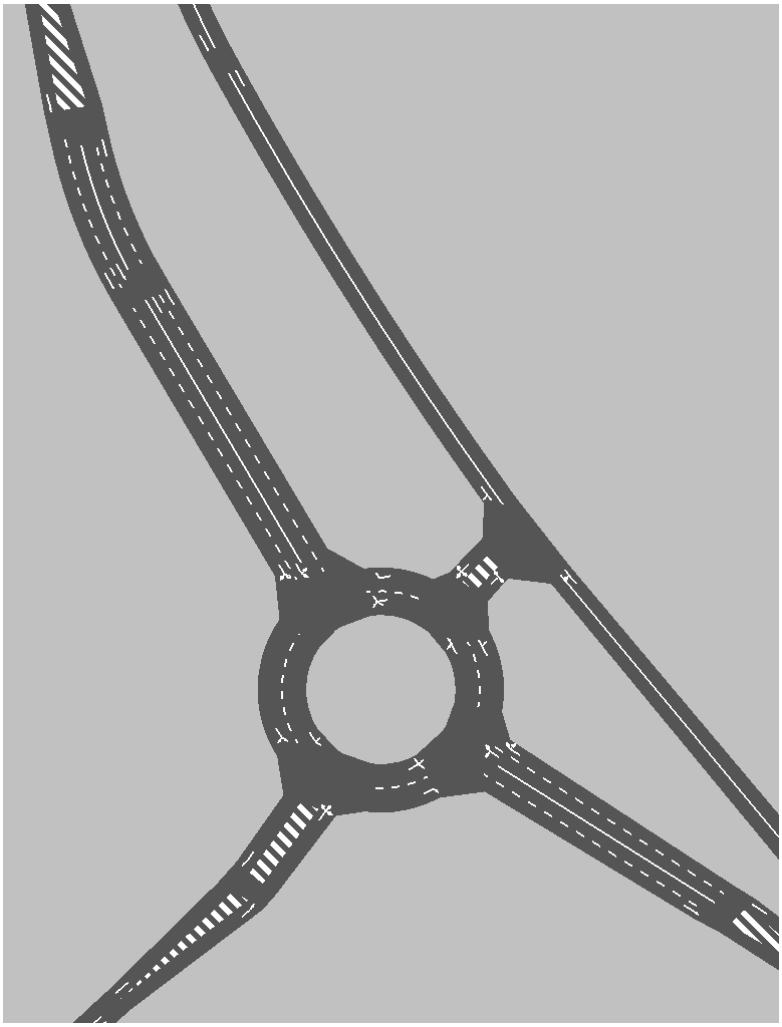


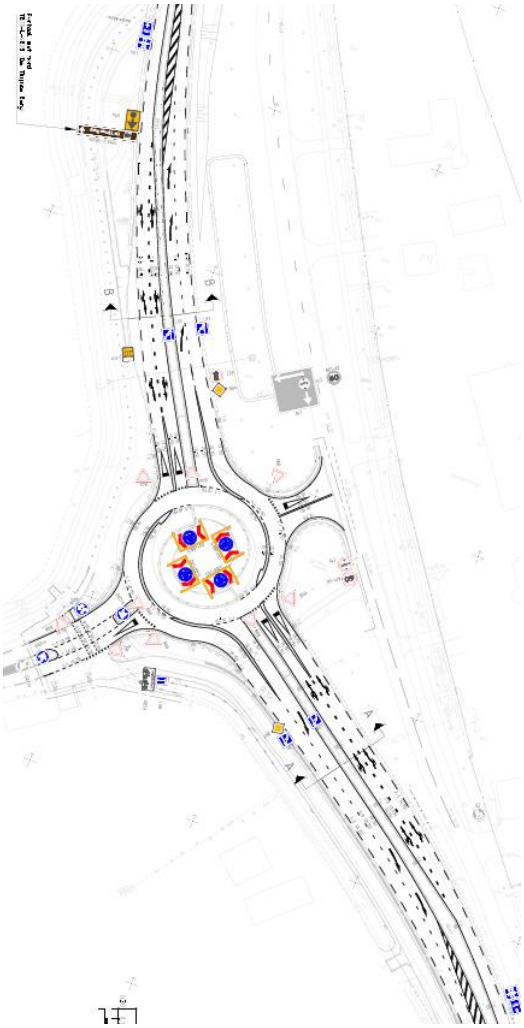
Vormgeving N233 – N225 in simulatiemodel



Vormgeving N233 – Achterbergsestraatweg in simulatiemodel

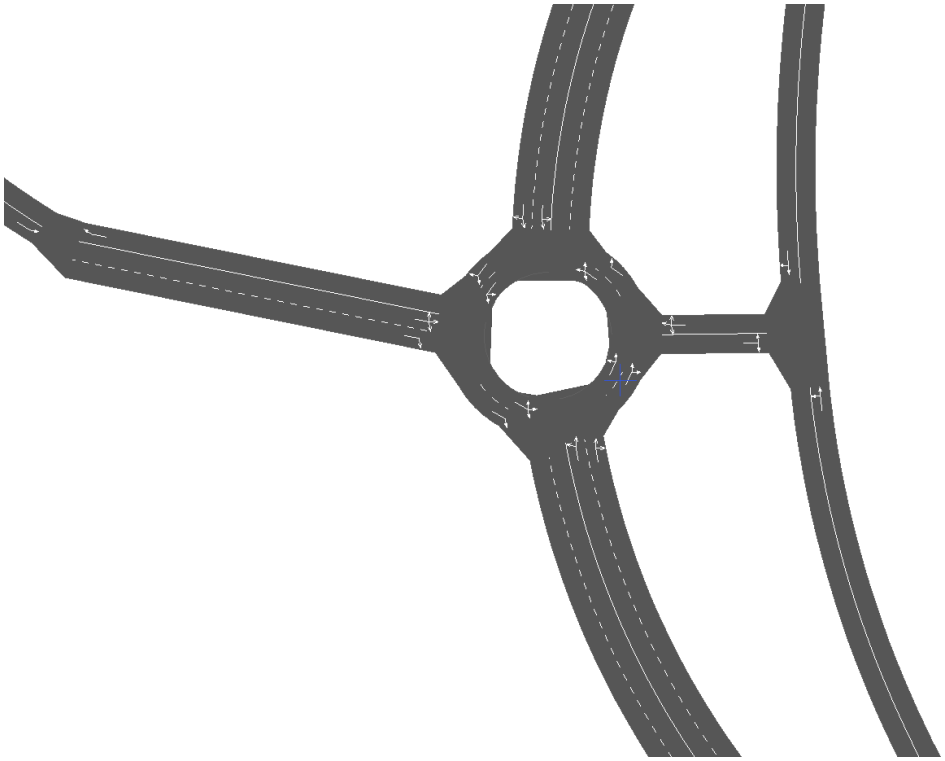
Rechts de laatste ontwerptekening





Vormgeving N233 – Geertesteeg in simulatiemodel

Rechts ontwerptekening + visualisatie uit presentatie van de Provincie en gemeente Rhenen van de bewonersavond op 18 januari 2016

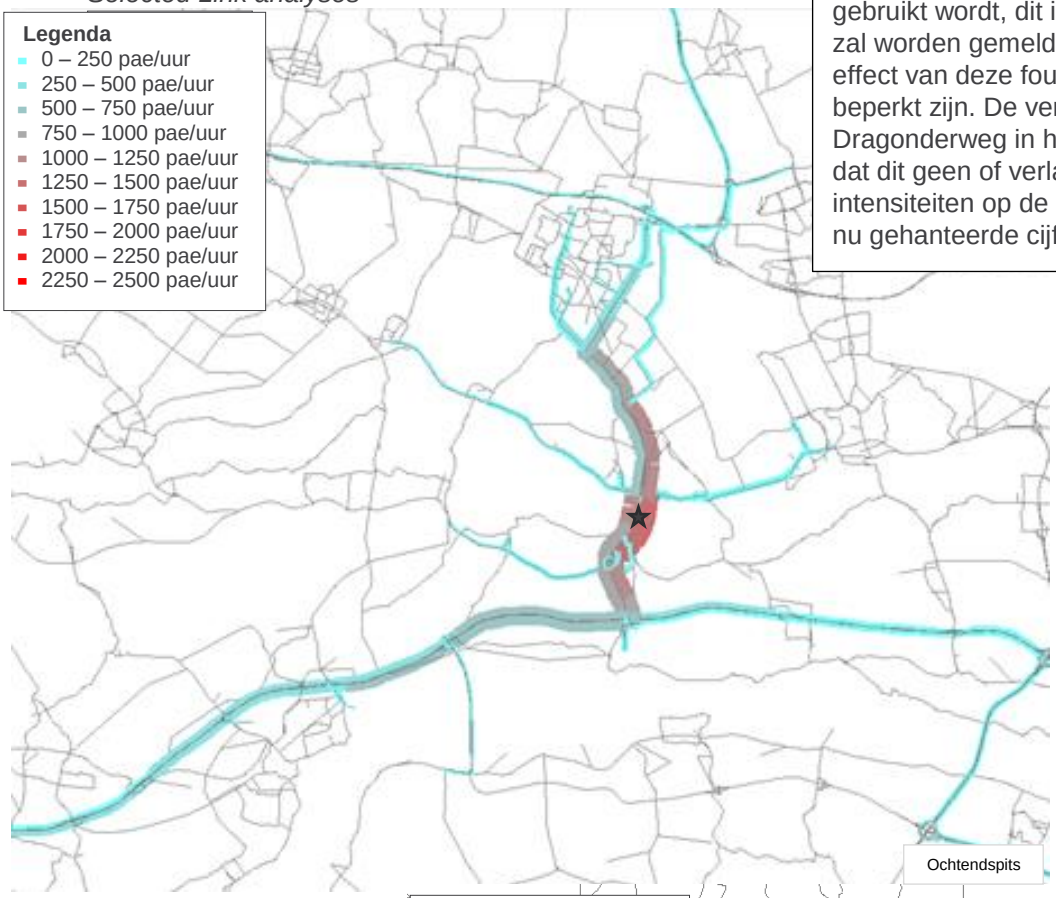


Rondweg-Oost (N233) – Cuneraweg

Bijlage 7

Selected Link analyses

In de figuren van de selected-link analyse is te zien dat de Dragonderweg in het NRM nog gebruikt wordt, dit is een fout in het NRM die zal worden gemeld bij Rijkswaterstaat. Het effect van deze fout op deze studie zal zeer beperkt zijn. De verwachting is dat als de Dragonderweg in het NRM wordt afgesloten dat dit geen of verlagend effect heeft op de intensiteiten op de Rijnbrug. Daarom zijn de nu gehanteerde cijfers goed of een worstcase.



Ochtendspits

Avondspits

Bijlage 8

Overzichtskaart

Geanalyseerde kruispunten