EINDRAPPORTAGE ONDERZOEK ROTONDE DONDERBERG N225 – N226 – BROEKHUIZERLAAN LEERSUM

DE BILT, 1 MAART 2019

DENNIS VAN WIEREN / SJOERD REMIJN / RENE SNIJDERS

OPDRACHTGEVER:	PROVINCIE UTRECHT
PROJECTNUMMER:	363423
REFERENTIENUMMER:	SWNL0240001

Inhoudsopgave

		blz.
1.	Inleiding	3
2.	Aanpak	7
3.	Inventarisatie	9
4.	Resultaten rekenkundige analyse	21
5.	Resultaten vergelijking varianten	41
6.	Conclusie en advies	59

Bijlage 1: Memo prognose 2030

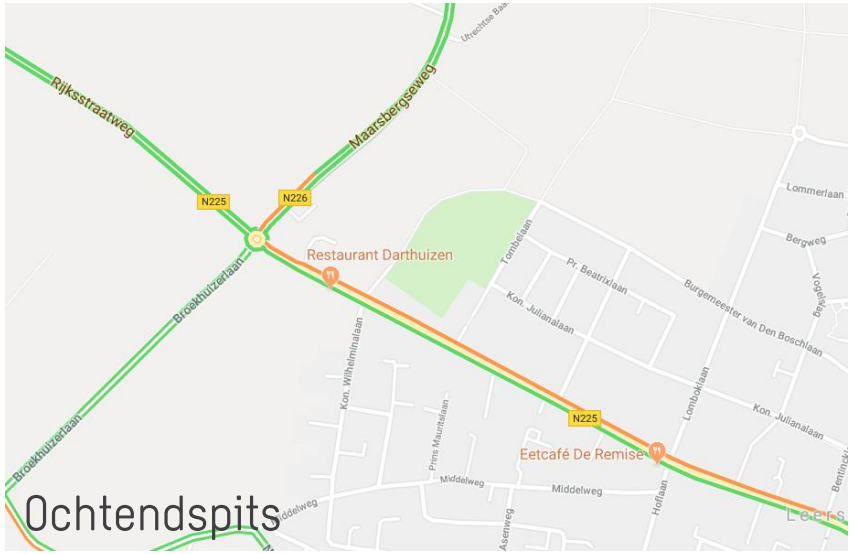
Bijlage 2: Fasendiagrammen (indicatief)

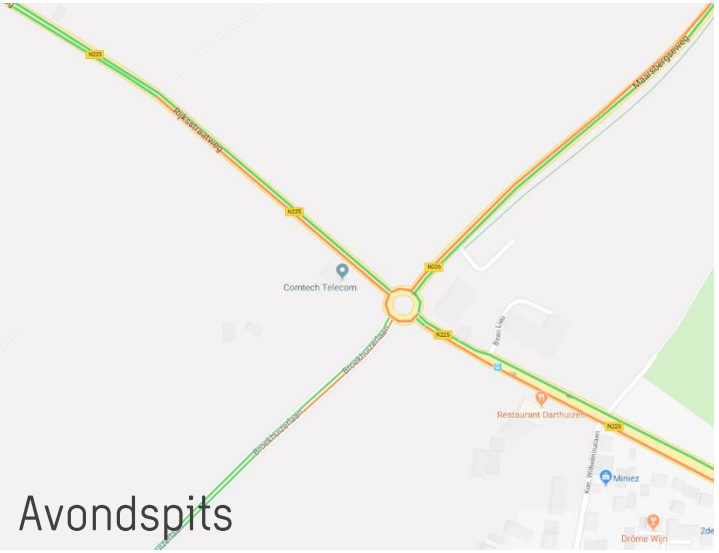
1. INLEIDING

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Bij de rotonde Donderberg in de gemeente Utrechtse Heuvelrug is de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer en het openbaar vervoer een knelpunt tijdens de spitsperioden. Met name tijdens de ochtendspits is dit een probleem: In de huidige situatie is in de ochtendspitsperiode op de oostelijke tak van de N225 veel wachtrijvorming, hetgeen ook een negatief effect heeft op de doorstroming van de bus in de kern Leersum. Daarbij is ook sprake van risico op sluipverkeer over smalle wegen in de kern van Leersum en in het buitengebied ten zuiden van Leersum. Dit sluipverkeer komt dan via de Broekhuizerlaan op de zuidelijke toerit van de rotonde Donderberg en versterkt daardoor het probleem van wachtrijen voor de rotonde vanuit de richting Amerongen. In onderstaande figuren is de stagnatie in de doorstroming gevisualiseerd (bron: Google Maps). Om dit knelpunt te verhelpen zijn al meerdere onderzoeken uitgevoerd naar mogelijke oplossingen.

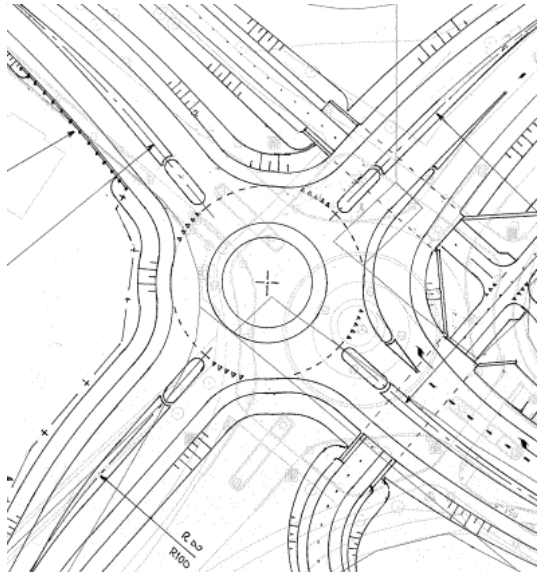




Uit verkeersonderzoek in 2008 komt naar voren dat het toevoegen van een bypass (voor de richting van Leersum naar Maarsbergen) een goede oplossing is om het doorstromingsknelpunt op te lossen. De voorrangssituatie voor fietsers zou daarbij moeten worden aangepast naar fietsers uit de voorrang. In juni 2011 hebben Gedeputeerde Staten en het UVVB besloten om deze bypass aan te leggen. Door weerstand uit de omgeving (gemeente Utrechtse Heuvelrug en grondeigenaren) is de aanleg van de bypass nog niet uitgevoerd. Zowel vanuit de gemeente als vanuit de omgeving is veel weerstand tegen het uit de voorrang halen van fietsers. Om die reden heeft de gemeente Utrechtse Heuvelrug een alternatief ontwerp voor de rotonde opgesteld, een knierotonde, waarbij fietsers wel voorrang houden op de rotonde.

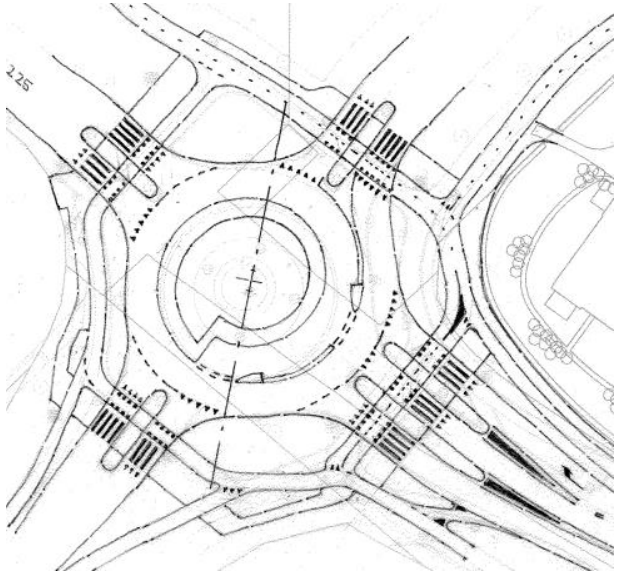
1.2 Vraagstelling

De Provincie Utrecht heeft Sweco gevraagd om beide varianten te beoordelen op voor- en nadelen. Tevens is verzocht om bij de beoordeling ook naar een derde en een vierde variant te kijken: huidige vormgeving rotonde met toevoeging van een rotondedoseerinstallatie (RDI) en de toepassing van een verkeersregelinstallatie (VRI). Hiernaast zijn er ook subvarianten bekeken met fietsers in of uit de voorrang, of het toepassen van een fietstunnel.



Rotonde met bypass (fietsers uit de voorrang)

Rotondedoseerinstallatie (RDI)



Knierotonde (fietsers in de voorrang)

Verkeersregelinstallatie (VRI)

Bij de vier genoemde varianten is naar verschillende subvarianten gekeken. In onderstaande tabel zijn de varianten verder gespecificeerd.

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

1.3. Doelstelling

Het doel is tot een weloverwogen voorkeursvariant te komen, daarbij kijkend naar de vergelijking op het gebied van doorstroming van de verschillende verkeersdeelnemers (gemotoriseerd verkeer, openbaar vervoer, fietsers en voetgangers).

2. AANPAK

2. Aanpak

Om een gedegen analyse en uiteindelijk weloverwogen keuze tussen de varianten te kunnen maken zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Inventarisatie
   In deze stap is de huidige situatie in beeld gebracht. Behalve het verzamelen en toetsen van beschikbare gegevens is het uitvoeren van een observatie van de verkeerssituatie een belangrijk onderdeel in deze stap. De bevindingen ervan zijn opgenomen in hoofdstuk 3.
2. Rekenkundige beoordeling varianten
   Door het uitvoeren van zogenaamde capaciteitsberekeningen zijn in deze stap alle varianten beoordeeld op verkeersafwikkeling. De bevindingen ervan zijn opgenomen in hoofdstuk 4 .
3. Analyse en vergelijking varianten
   De verschillende varianten zijn nader geanalyseerd en onderling vergeleken. Dit is gedaan op basis van de resultaten uit de vorige stap en door de varianten op diverse criteria te beoordelen. De bevindingen van deze stap zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

3. INVENTARISATIE

3.1 GEHANTEERDE VERKEERSCIJFERS

3. Inventarisatie

3.1 Gehanteerde verkeerscijfers

Huidige situatie

De Provincie Utrecht heeft de volgende gegevens beschikbaar gesteld:

- Meetel, *Kentekenonderzoek Rotonde N225-N226 Leersum,* december 2015
- Telwerk BV, *Verkeersonderzoeken Leersum (Brom)fietsverkeer rotonde N225-N226*, oktober 2017
- Telwerk BV, *Verkeersonderzoeken Rotonde N225-N226 bij Leersum*, juni 2018
- NDW, *Intensiteiten Donderberg op doorsnedes N225-N226*, oktober 2017, juni en september 2018

Voor de huidige situatie is uitgegaan van de telling uit juni 2018 (Telwerk BV), dit is de meest recente telling van het autoverkeer, waarbij de verschillende bewegingen op de rotonde duidelijk worden. Dit betreft kwartiertellingen van het gemotoriseerd verkeer verdeeld naar categorie (licht – middelzwaar – zwaar), het bromfiets-, fiets- en voetgangersverkeer. Om uit te sluiten dat de maand juni rustiger is dan de doorgaans drukkere maanden in het najaar (september en oktober) is er op basis van NDW-data van doorsnedes op de N225 en N226 gekeken of er een noemenswaardig verschil is tussen de intensiteiten in juni en september. Dit totale kruispuntbelasting bleek gemiddeld slechts 2% af te wijken, waardoor de telling van juni 2018 als maatgevend kan worden gezien.

Naast het drukste uur is ook in beeld gebracht wat de intensiteiten zijn op de piekmomenten in de ochtend- en avondspits. Hierbij is de piekintensiteit berekend door het drukste kwartier te vermenigvuldigen met 4. Bij de uitgevoerde analyse is daarmee rekening gehouden met een maatgevende periode tijdens de spitsen.

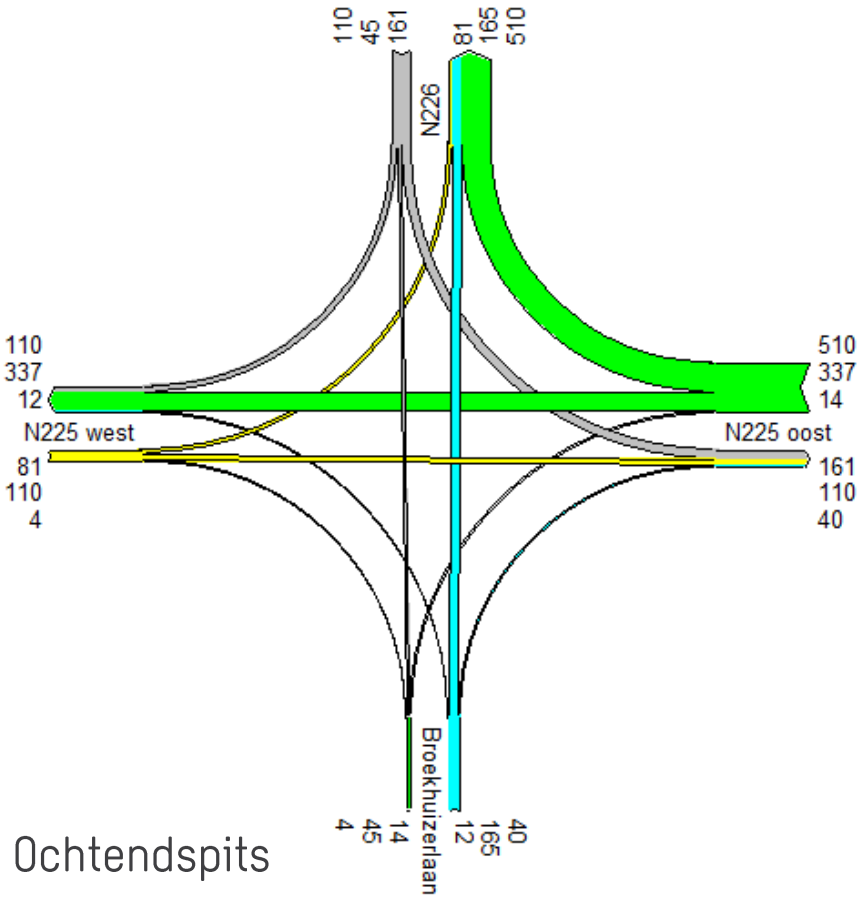
Toekomstige situatie

De Provincie Utrecht heeft een prognose voor het planjaar 2030 opgesteld. De gehanteerde verkeerscijfers zijn afkomstig uit het volgende document:

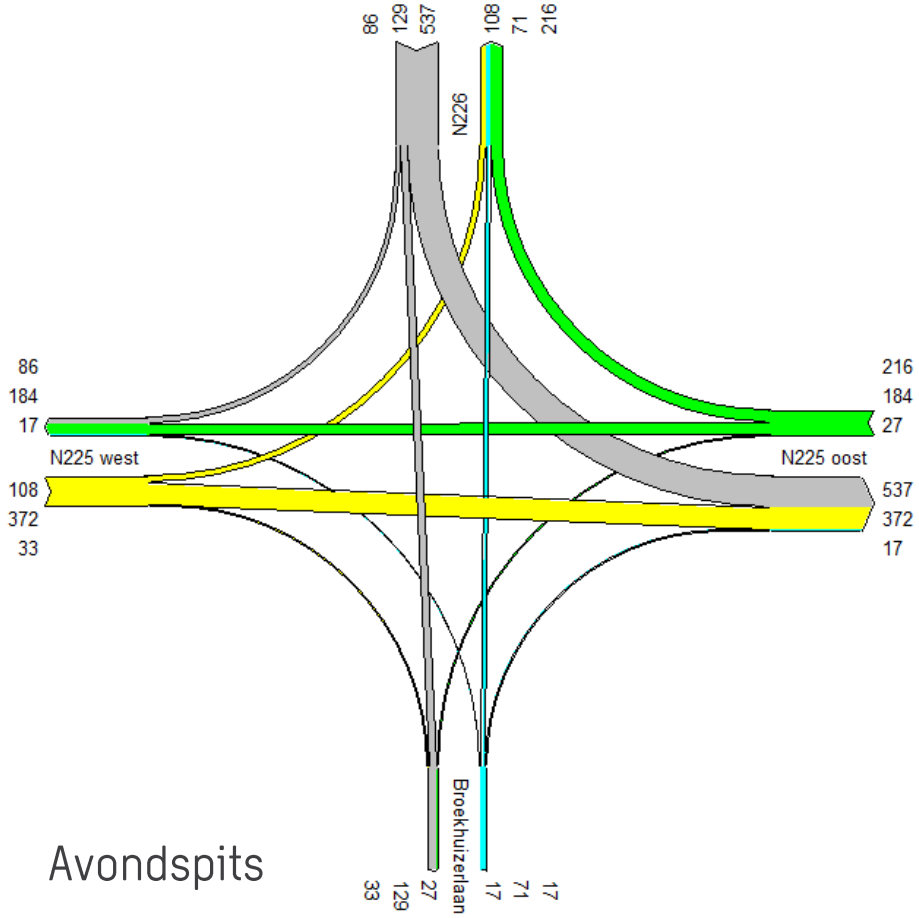
- Provincie Utrecht, M. Sušilović, *Memorandum prognosecijfers 2030 rotonde N225-N226 uit VRU-model 3.2*, juli 2018

Intensiteiten drukste uur

Bron: Telwerk BV, juni 2018



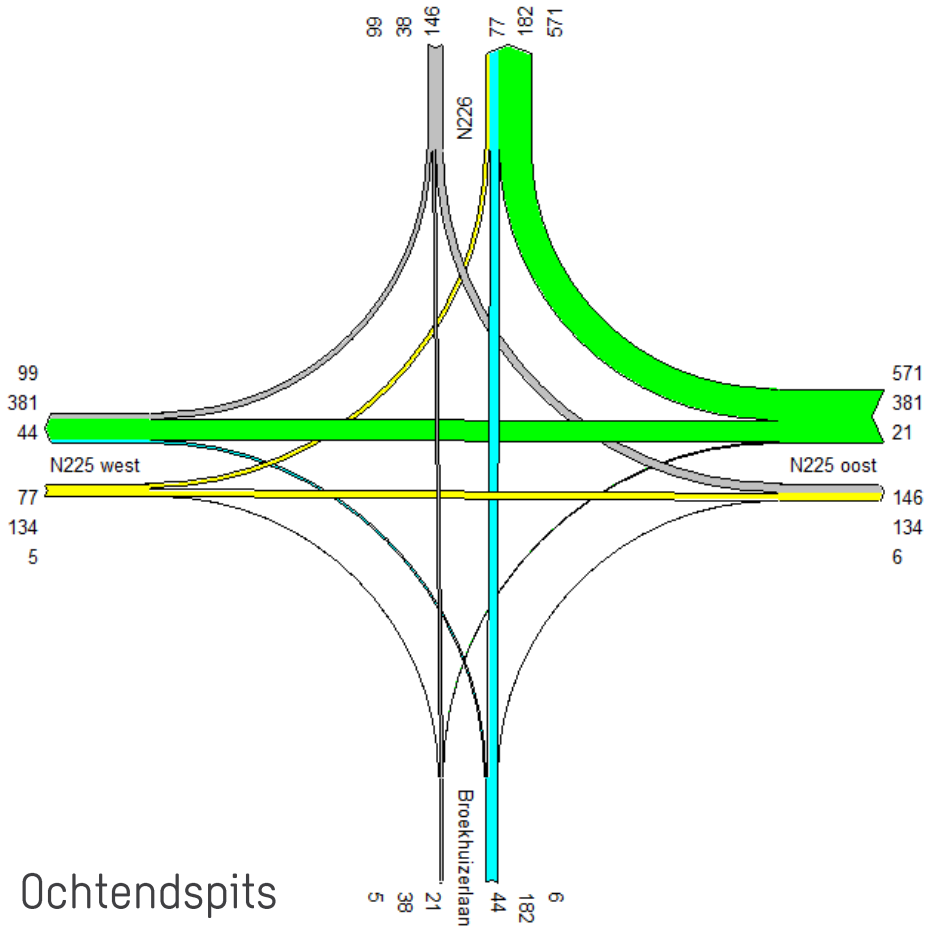
Ochtendspits



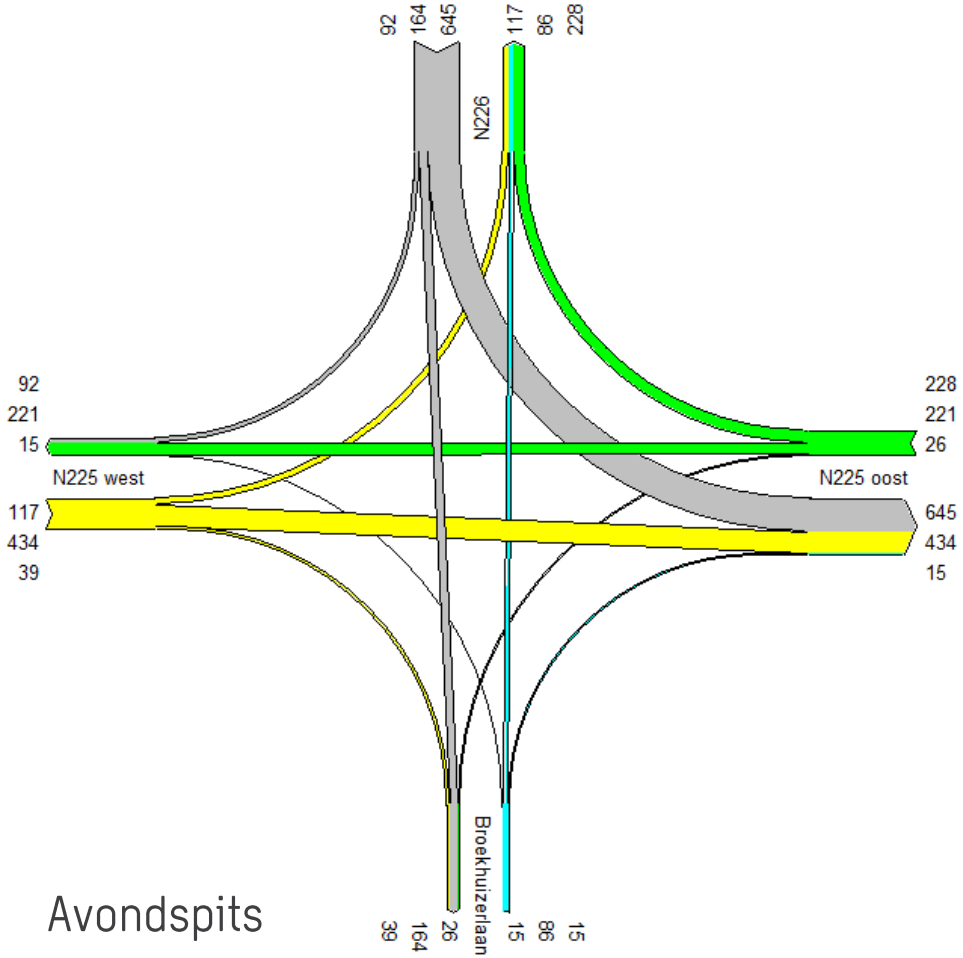
Avondspits

Intensiteiten piekmoment (4x drukste kwartier)

Bron: Telwerk BV, juni 2018



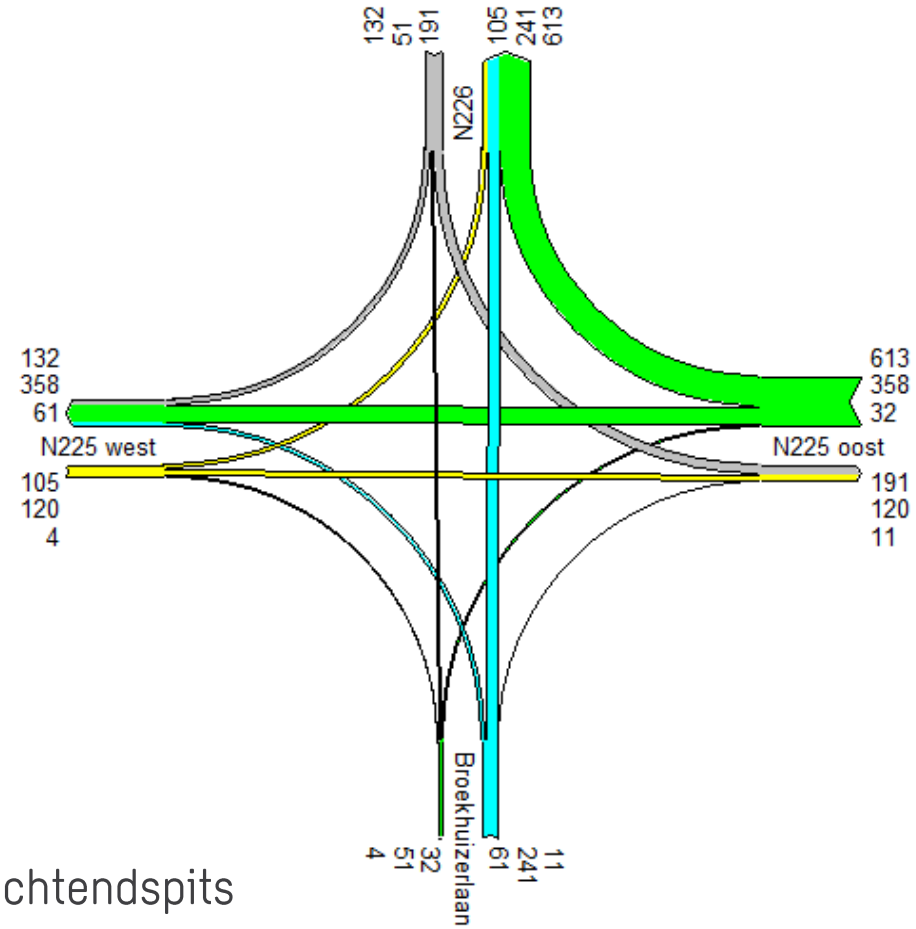
Ochtendspits



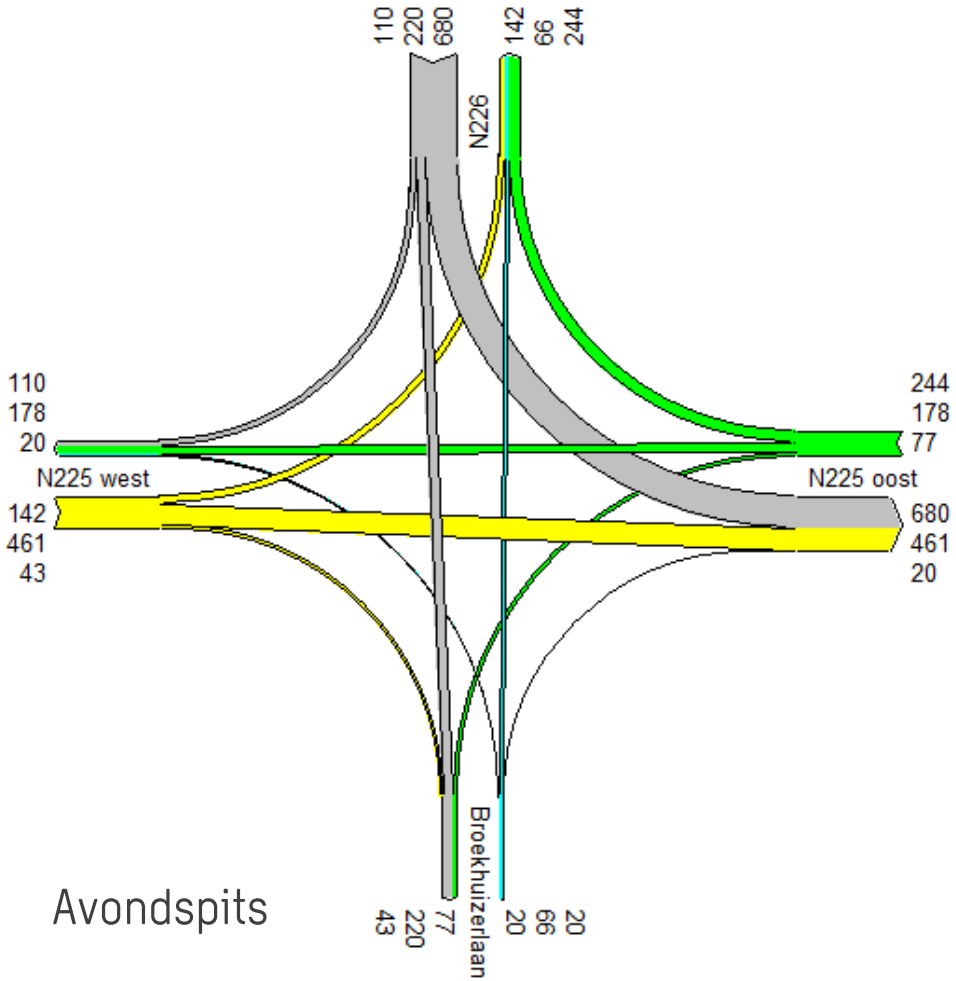
Avondspits

Prognoses 2030

Bron: Prov. Utrecht, 2018



Ochtendspits



Avondspits

3.2 BEVINDIGEN OBSERVATIE

3. Inventarisatie

3.2 Bevindingen observatie

Om een goed beeld te vormen van de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid op de rotonde zijn observaties uitgevoerd, waarbij werd gekeken welke externe factoren een rol spelen bij de huidige verkeersafwikkeling en verkeersveiligheid. De observaties zijn uitgevoerd op 8 november 2018 in de ochtendspits tussen 7.15 en 8.30 en op 15 november in de middag tussen 15:15 en 16:30. Op beide dagen was het weer droog en bewolkt, waarbij op 15 november ook de zon even te zien was.

ochtendspits

Tijdens de ochtendspits zijn meerdere pieken waargenomen in het autoverkeer, waarbij lange wachtrijen ontstonden. De zwaarste verkeersstroom komt vanuit Leersum en gaat op de rotonde rechtsaf en rijdt in noordelijke richting de N226 op. Tijdens het locatiebezoek valt op dat op deze tak van de rotonde geregeld sprake is van (lange) wachtrijen, ook als geen sprake is van conflicterend verkeer op de rotonde. Behalve het autoverkeer ondervindt ook het busverkeer (veel) vertraging op deze tak van de rotonde. Op basis van de bevindingen tijdens het locatiebezoek zijn de belangrijkste oorzaken hiervoor het daadwerkelijk verkeersaanbod op de oostelijke tak in combinatie met het aankomstpatroon en enkele vormgevingsaspecten die op de rotonde capaciteitsbeperkend werken. De belangrijkste oorzaken zijn:

- de aanvoer in pelotonvorm vanaf de VRI in Leersum: het verkeer komt tijdens de piekmomenten geregeld in pelotons aanrijden, hierdoor ontstaat voor de rotonde snel wachtrij;
- de aanvoer in pelotonvorm als sprake is van de aanwezigheid van vrachtverkeer of ander langzaam verkeer zoals landbouwvoertuigen in Leersum: het verkeer komt tijdens de piekmomenten al in een wachtrij aanrijden;
- de inrichting van de weg en het snelheidsregime in Leersum zelf, waardoor het verkeer tijdens de piekmomenten rustig en soms in pelotons de rotonde nadert;
- overstekend fietsverkeer, waaraan voorrang moet worden gegeven. Het verkeer houdt zichtbaar rekening met overstekend fietsverkeer en past de naderingssnelheid hierop aan, hetgeen capaciteitsbeperkend werkt;
- het verkeer dat op de rotonde rechtsaf richting het noorden rijdt heeft een conflict met het overstekend fietsverkeer. Tijdens het locatiebezoek is geconstateerd dat het meeste verkeer rekening houdt met deze overstekende fietsers en bij het afrijden van de rotonde de snelheid aanpast of zelfs afremt om goed te kunnen kijken of fietsers oversteken, hetgeen capaciteitsbeperkend werkt;
- Het fietspad in het noord-oostelijk kwadrant van de rotonde is (te) dicht op de rotonde gesitueerd. Hierdoor heeft het autoverkeer slecht zicht op de fietsers en is pas op het laatste moment duidelijk of de fietsers bij de rotonde oversteken of in noordelijke richting rijden. Behalve dat dit capaciteitsbeperkend werkt, leidt dit ook een enkele keer tot verkeersonveilige situaties.

Met name tussen 7.45 – 8.00 en 8.15 – 8.30 is sprake van pieken in het fietsverkeer: eerst vooral door middelbare scholieren en later door basisschoolkinderen met hun ouders. Fietsers maken vooral gebruik van de oversteek op de noordelijke tak van de rotonde en leveren hierbij hinder op voor het rechtsafslaand verkeer.

Tijdens de piekmomenten is zo nu en dan sprake van wachttrijen op de noordtak en westtak van de rotonde. Deze is echter niet structureel aanwezig. Opvallend is dat een deel van het verkeer vanuit noordelijke richting slecht anticipeert over overstekend fietsverkeer vanuit westelijke richting. Met name tijdens de momenten dat sprake is van wachtrijen, lijkt dit verkeer vooral gefocust te zijn op de mogelijkheid om de rotonde op te rijden, waardoor de overstekende fietsers vanuit westelijke richting soms worden gemist. Tijdens ons locatiebezoek leidde dit tot enkele bijna-ongevallen.

3. Inventarisatie

Aankomstpatroon en overstekend fietsverkeer

Bij beperkt conflicterend verkeer is toch sprake van wachtrijen op de oostelijke tak

Invloed overstekend fietsverkeer en samenstelling fietsstroom

3. Inventarisatie

3.2 Bevindingen observatie

avondspits

In de middag- en avondspits is sprake van andere drukke verkeersstromen dan tijdens de ochtendspits: linksaf vanuit het noorden richting Leersum en rechtdoor vanuit het westen richting Leersum. In de avondspits is het verkeer wel meer verdeeld over de verschillende takken, waardoor de functie van de rotonde beter tot zijn recht komt en de verkeersafwikkelingsproblemen niet groot zijn. Hierbij is ook de rechtsafbeweging vanuit het oosten druk, maar minder druk dan in de ochtend. Deze zware rechtsafslaande beweging leidt echter wel tot een (zwaar) schijnconflict met het verkeer vanuit noordelijke richting. Tijdens de observatie is weliswaar geconstateerd dat het meeste rechtsafslaand verkeer richting aangeeft, doch het heeft wel degelijk invloed op de snelheid en de mate waarin het verkeer vanuit noordelijke richting de rotonde oprijdt.

Het aantal fietsers is hierbij lager dan in de ochtend en meer verdeeld over de west-, noord- en oosttak van de rotonde. De problemen die tijdens de ochtendspits zijn geconstateerd, vielen ook tijdens de middag- en avondspits op, maar hebben niet tot verkeersafwikkelingsproblemen geleid.

Tijdens de piekmomenten is zo nu en dan sprake van wachtrijen op de noordtak en westtak van de rotonde. De wachtrij op de westtak van de rotonde leidt tijdens de piekmomenten tot vertraging voor het busverkeer. Deze wachtrijen zijn echter niet structureel aanwezig en zijn als volgt te beschrijven:

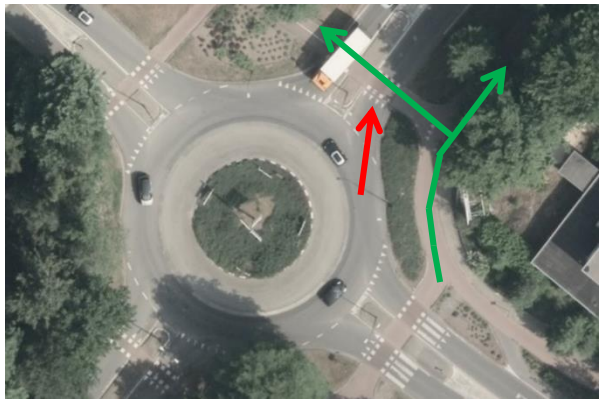
- zodra zich op de oostelijke tak meer verkeer bevindt (o.a. als gevolg van pelotonvorming in pieken), heeft het verkeer vanuit noordelijke richting meer moeite om de rotonde op te rijden en ontstaan op deze tak meer wachtrijen, zeker in combinatie met het overstekend fietsverkeer;
- zodra het verkeer op de noordelijke tak makkelijk de rotonde op kan rijden, heeft het verkeer vanuit westelijke richting meer moeite om de rotonde op te rijden en ontstaan op deze tak meer wachtrijen.
- Juist als een piekomoment op de oostelijke tak is geweest ontstaat eerst (extra) wachtrijvorming op de noordelijke tak en zodra het verkeer vanuit het noorden weer de rotonde op kan rijden, ontstaan dan (extra) wachtrijen op de westelijke tak.

Opvallend is dat een deel van het verkeer vanuit noordelijke richting slecht anticipeert over overstekend fietsverkeer vanuit westelijke richting. Met name tijdens de momenten dat sprake is van wachtrijen, lijkt dit verkeer vooral gefocust te zijn op de mogelijkheid om de rotonde op te rijden, waardoor de overstekende fietsers vanuit westelijke richting soms worden gemist. Tijdens ons locatiebezoek leidde dit tot enkele bijna-ongevallen.

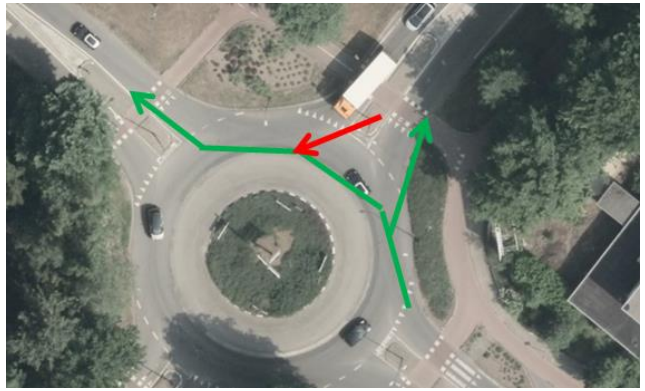
3. Inventarisatie

Wachtrijvorming west- en noordtak

Wel of geen rekening houden met overstekende fietsers



Schijnconflicten op de rotonde



3. Inventarisatie

Tijdens de observatie zijn nog enkele noemenswaardige aandachtspunten met betrekking tot de veiligheid en de vormgeving geconstateerd.

Verkeersveiligheid

Fietsers die vanuit de richting Leersum in westelijke richting de rotonde oversteken, steken vaak 'overdreven' hoog hun hand uit. Deze fietsers willen dus aan het verkeer dat de rotonde verlaat, goed duidelijk maken dat ze op deze locatie de N226 willen oversteken en niet richting het noorden rijden. Dit komt voort uit een bepaalde vorm van (subjectieve) verkeersonveiligheid.

Naast de standaard fietsers kent de rotonde ook veel scooters, bromfietsers en e-bikers. Deze verkeersdeelnemers komen sneller aanrijden, waardoor de automobilisten - na één keer kijken waargenomen hebben dat er geen verkeer op het fietspad aanwezig is - soms 'verrast' worden door de 'plotselinge aanwezigheid van deze verkeersdeelnemers.

Het feit dat er veel scholieren en jonge kinderen gebruik maken van de rotonde maakt het extra belangrijk dat de verkeersveiligheid voor fietsers goed moet worden gewaarborgd.

Voertuigen staan vaak stil op de fietsstrook waardoor fietsers er omheen moeten rijden. Ook dit speelt een rol in de subjectieve onveiligheid.

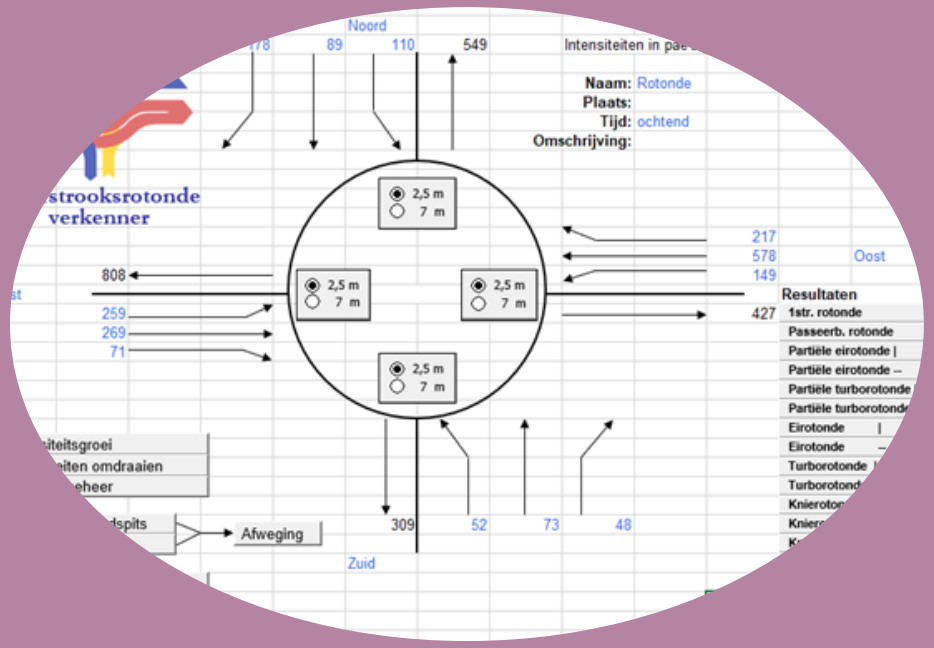
Vormgeving

Het attentieniveau van de fietsoversteken is niet voldoende. Er ontbreekt duidelijke markering (asstreep op het fietspad) en de bebording is niet compleet en voldoet niet aan de richtlijnen. Hierdoor valt de oversteek te weinig op en wordt de weggebruiker ook niet goed geattendeerd op de aanwezigheid van een fietsoversteek in *twee* richtingen.

4. REKENKUNDIGE ANALYSE

REKENKUNDIGE ANALYSE

HUIDIGE SITUATIE



4. Resultaten rekenkundige analyse

Huidige situatie

Om theoretisch de doorstroming van de rotonde te beoordelen zijn berekeningen uitgevoerd met de meerstrooksrotondeverkenner. Dit is een programma waarmee de afwikkelingscapaciteit van een rotonde kan worden beoordeeld. Per tak van de rotonde is een beoordeling gedaan van de belastingsgraad (max 0.80), gemiddelde wachttijd (max 50 sec) en de gemiddelde wachtrij. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de ochtendspits in de huidige situatie en in 2030.

Belangrijk aandachtspunt bij de berekeningen is dat geen rekening wordt gehouden met diverse externe factoren, die tijdens het locatiebezoek waren opgevallen, zoals:

- de invloed van fietsers en voetgangers in de voorrang, dat tot langere wachttijden- en rijen leidt
- de vormgeving van de rotonde, zoals beperkt zicht op fietsers
- de invloed van de VRI in Leersum, dat tot pelotonvorming leidt
- de invloed van vrachtverkeer, dat tot pelotonvorming en een langzamere oprij- en afrijsnelheid leidt

Op basis van de bevindingen tijdens het locatiebezoek geldt dat de rotonde in praktijk slechter functioneert dan 'theoretisch' met het programma wordt bepaald.

Op de volgende sheet zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

Bevindingen huidige situatie

De huidige enkelstrooksrotonde is met de meerstrooksrotondeverkenner doorgerekend. Hierbij zijn voor de huidige situatie de gemeten intensiteiten van 2018 gehanteerd.

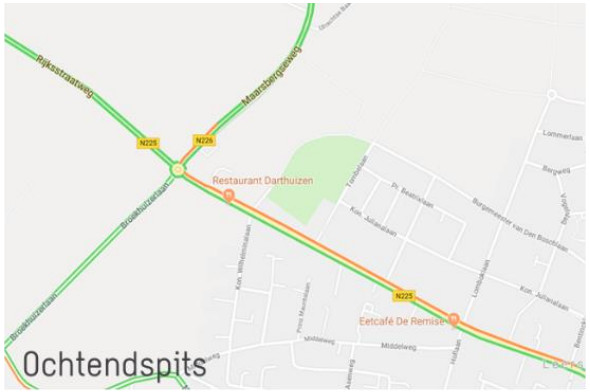
De berekeningen met de rotondeverkenner geven voor de huidige situatie en de intensiteiten uit 2018 de volgende conclusies:

- Een enkelstrooksrotonde voldoet theoretisch o.b.v. het drukste uur
- Een enkelstrooksrotonde **voldoet theoretisch net** o.b.v. het drukste kwartier

Aandachtspunt: omdat in praktijk sprake is van verkeersafwikelingsproblemen c.q. (lange) wachtrijen op de N225-oost in de ochtendspits en op de N225 West en de N226 in de avondspits, heeft de telling uit 2018 dus geen betrekking op het totale verkeersaanbod! De telling betreft immers de hoeveelheid verkeer dat tijdens de meetperiode op de rotonde is afgewikkeld. Daarom is de conclusie voor het drukste moment tijdens de spits logischerwijs dat de rotonde (net) voldoet. De berekende resultaten zullen in praktijk echter (veel) minder rooskleurig uitvallen.

Behalve het verkeersaanbod hebben andere externe factoren ook (negatieve) invloed op de prestatie van de huidige rotonde, en daarmee de berekende resultaten.

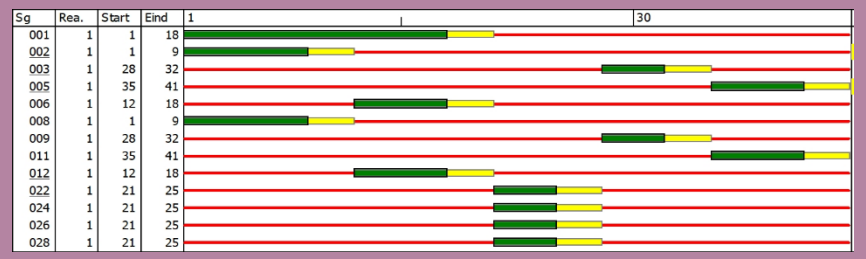
Deze rekenkundige analyse bevestigt de vertraging voor het openbaar vervoer tijdens de ochtendspits op de oostelijke tak en tijdens de avondspits op de westelijke tak van de rotonde.



2018 ochtend	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)	2018 avond	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)
obv drukste uur				*obv drukste uur*			
• N225 Oost	0,68	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae	• N225 Oost	0,36	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae
• Broekhuizerlaan	0,18	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• Broekhuizerlaan	0,16	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
• N225 West	0,15	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• N225 West	0,57	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
• N226	0,29	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• N226	0,59	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
obv drukste kwartier				*obv drukste kwartier*			
• N225 Oost	**0,79**	0 - 5 pae	10-15 s/pae	• N225 Oost	0,42	0 - 5 pae	5 -10 s/pae
• Broekhuizerlaan	0,19	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• Broekhuizerlaan	0,24	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
• N225 West	0,17	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• N225 West	**0,77**	0 - 5 pae	20-25 s/pae
• N226	0,29	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae	• N226	**0,73**	0 - 5 pae	10- 15 s/pae

BEVINDINGEN REKENKUNDIGE ANALYSE VARIANTEN

- MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER
- COCON
- OVERSTEEKBAARHEID
- VVU'S



Sg	Rea.	Start	Eind
001	1	1	18
002	1	1	9
003	1	28	32
005	1	35	41
006	1	12	18
008	1	1	9
009	1	28	32
011	1	35	41
012	1	12	18
022	1	21	25
024	1	21	25
026	1	21	25
028	1	21	25

4. Resultaten rekenkundige analyse

Vormgevingsvarianten

In de rekenkundige analyse zijn de diverse vormgevingsvarianten op het gebied van doorstroming beoordeeld en onderling vergeleken. Hierbij zijn de verkeerscijfers voor 2018 en 2030 gehanteerd zoals deze zijn opgenomen in hoofdstuk 3. De volgende varianten zijn geanalyseerd:

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

VARIANT 1: ENKELSTROOKSROTONDE

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

Variant 1: Enkelstrooksrotonde 2030

Aanvullend op de resultaten voor de huidige enkelstrooksrotonde bij de huidige verkeersbelasting, zijn in onderstaande tabel ook de resultaten voor de situatie in 2030 opgenomen. Logischerwijs zal de verkeersgroei leiden tot een verslechtering van de verkeersafwikkeling van de verkeersafwikkeling. De problemen die reeds in de huidige situatie optreden, zullen verergeren.

Met fietstunnel

Aangezien de meerstrooksrotondeverkenner geen rekening houdt met overstekende fietsers in de voorrang, gelden de waarden in de tabel voor de situatie met fietstunnel. Dit betekent dat de realisatie van een fietstunnel en handhaving van de huidige enkelstrooksrotonde geen oplossing is voor het oplossen van het huidige en toekomstige verkeersafwikkelingsprobleem, zowel in de ochtend als in de avondspits.

Zonder fietstunnel

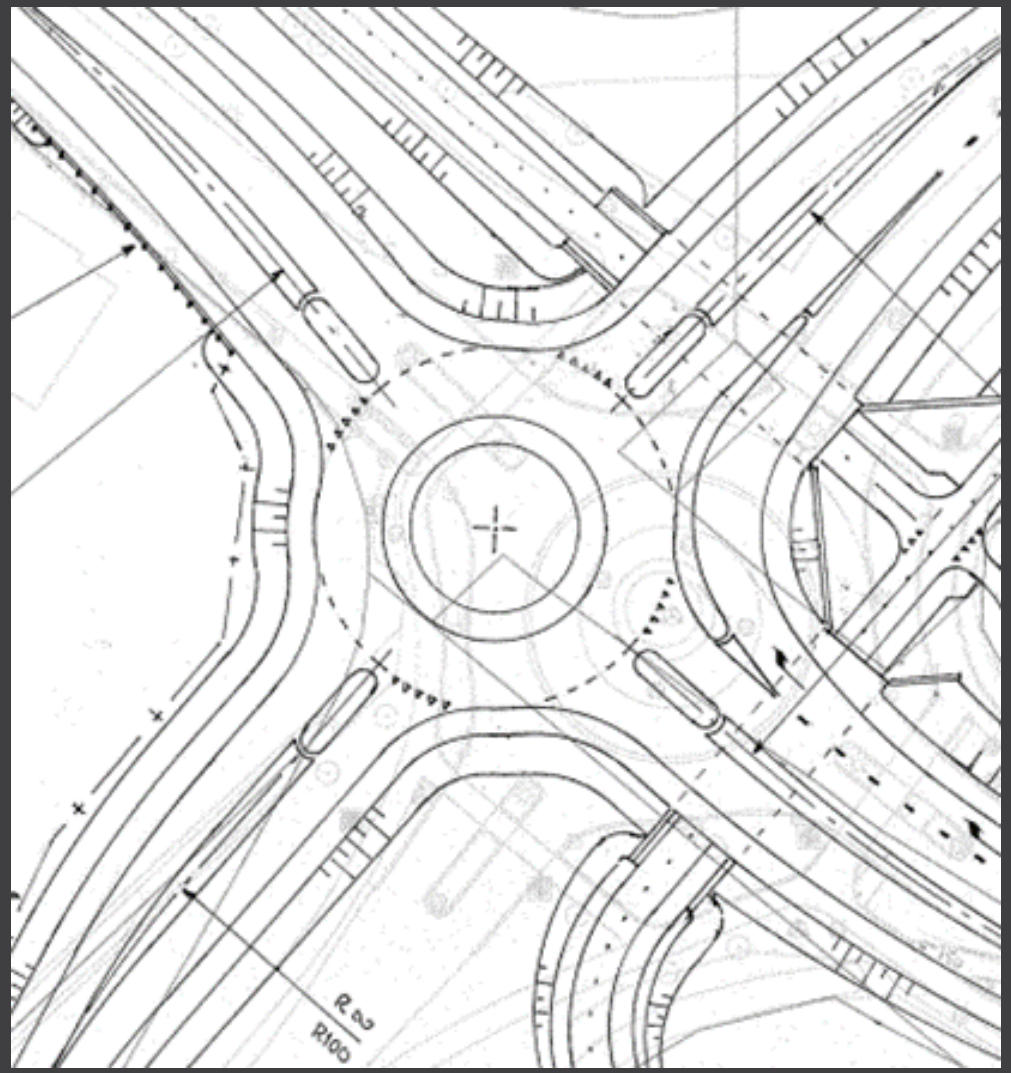
De resultaten van de berekeningen gelden voor de situatie zonder de invloed van fietsers. Zonder een fietstunnel zullen bij handhaving van de gelijkvloerse fietsoversteken met fietsers in de voorrang de theoretische waarden in onderstaande tabel minder rooskleurig uitvallen.

De vertraging voor het openbaar vervoer zal tijdens de ochtendspits op de oostelijke tak en tijdens de avondspits op de westelijke tak van de rotonde ook verslechteren.

	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)		Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)
Ochtend 2018				Avond 2018			
• N225 Oost	0,68	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae	• N225 Oost	0,36	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae
• Broekhuizerlaan	0,18	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• Broekhuizerlaan	0,16	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
• N225 West	0,15	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• N225 West	0,57	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
• N226	0,29	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• N226	0,59	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
Ochtend 2030				Avond 2030			
• N225 Oost	**0,89**	5 - 10 pae	**25 - 30 s/pae**	• N225 Oost	0,45	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
• Broekhuizerlaan	0,27	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• Broekhuizerlaan	0,28	0 - 5 pae	10 - 15 s/pae
• N225 West	0,19	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	• N225 West	**0,99**	110 - 115 pae	**ca. 625 s/pae**
• N226	0,39	5 - 10 pae	5 - 10 s/pae	• N226	**0,83**	5 - 10 pae	15 - 20 s/pae

VARIANT 2: ROTONDE MET BYPASS

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja



Variant 2: Rotonde met bypass

Een rotonde met bypass zorgt voor een verbeterde afwikkeling op de oostelijke en noordelijke tak. Aan de oostkant komt dit door de extra capaciteit en het wegnemen van het conflict tussen het rechtsafslaande verkeer op de toerit en het verkeer op de rotonde zelf. Daarnaast wordt de noordelijke tak verbetert omdat er geen schijnconflict meer is tussen het verkeer vanaf de oostelijke tak en de noordelijke tak.

Uit de berekening blijkt dat de rotondevariant met bypass in 2030 alleen in de avondspits nog capaciteitsproblemen geeft en dan met name op de westelijke en noordelijke tak van de rotonde. Ook blijven de vele andere externe factoren een rol spelen, zoals de vormgeving, het hoge percentage vrachtverkeer, het aankomstpatroon in kleine pelotons en de schijnconflicten tussen het autoverkeer onderling. Hierdoor zal naar verwachting de rotonde slechter functioneren dan uit de berekening blijkt. Omdat de fietsers in deze variant uit de voorrang zijn, heeft het autoverkeer theoretisch geen hinder van de overstekende fietsers. Voor de doorstroming van het autoverkeer zijn er dus geen verschillen tussen de subvarianten 'fietsers uit de voorrang' en 'een fietstunnel'. In beide gevallen heeft het autoverkeer er geen hinder van.

De waarden in de tabel gelden dus zowel voor de situatie met fietsers gelijkvloers uit de voorrang en de situatie met fietstunnel. Dit betekent dat een fietstunnel geen oplossing is voor het oplossen van verkeersafwikkelingsproblemen, maar wel bijdraagt aan een betere verkeersveiligheid en oversteekbaarheid voor fietsers.

De rotonde met bypass biedt het openbaar vervoer op de oostelijke tak van de rotonde meer capaciteit, waardoor de doorstroming zal verbeteren. Op de westelijke tak zal dit niet het geval zijn.

Ochtendspits 2030	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)	Avondspits 2030	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)
Huidige situatie				**Huidige situatie**			
N225 O	**0,89**	5 - 10 pae	**25 - 30 s/pae**	N225 O	0,45	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
Broekhuizerlaan Z	0,27	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	Broekhuizerlaan Z	0,28	0 - 5 pae	10 - 15 s/pae
N225 W	0,19	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N225 W	**0,99**	110 - 115 pae	**ca. 625 s/pae**
N226 N	0,39	5 - 10 pae	5 - 10 s/pae	N226 N	**0,83**	5 - 10 pae	15 - 20 s/pae
Met bypass O->N				**Met bypass O->N**			
N225 O	0,34	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N225 O	0,23	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae
Broekhuizerlaan Z	0,27	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	Broekhuizerlaan Z	0,28	0 - 5 pae	10 - 15 s/pae
N225 W	0,19	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N225 W	**0,99**	110 - 115 pae	**ca. 625 s/pae**
N226 N	0,34	0 - 5 pae	0 – 5 s/pae	N226 N	**0,79**	5 - 10 pae	15 - 20 s/pae

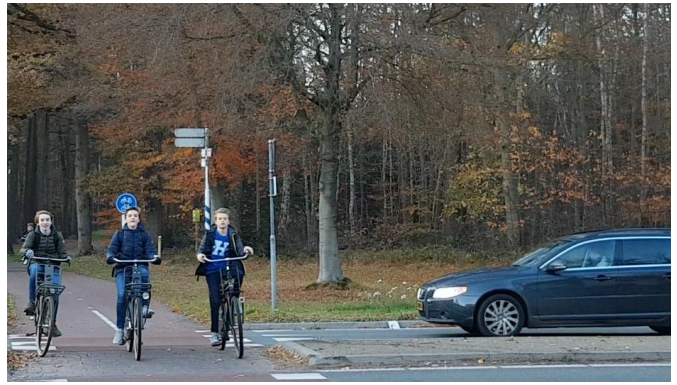
Indien sprake is van een rotonde met bypass, waarbij fietsers gelijkvloers uit de voorrang moeten oversteken, zal de oversteekbaarheid van het fietsverkeer verslechteren. Dit geldt met name voor de oversteek over de bypass, omdat de fietsers hier twee rijstroken over moeten steken. Hierdoor zal de verkeersonveiligheid nog verder toenemen dan in de huidige situatie al het geval is.
Uitgangspunt hierbij is dat sprake is van een voldoende brede middenberm (2,50m), zodat fietsers in twee keer kunnen oversteken en niet in één keer drie rijstroken hoeven over te steken.

Met behulp van de oversteekbaarheidsformule van het CROW een berekening uitgevoerd voor de 'brede' oversteek over de noord- en oostzijde, waarbij fietsers maximaal 2 rijstroken hoeven over te steken: op de oostelijke tak een dubbele toerit en op de noordelijke tak een dubbele afrit. Hieruit komen de volgende conclusies:

- Uit de berekeningen blijkt dat de oversteekbaarheid theoretisch voldoet aan de richtlijn met wachttijden onder de 5 sec.
- Rekeninghoudend met het aankomstpatroon in pelotons op de oostelijke tak zal de wachttijd eerder ca. 10 seconden bedragen, doch deze is dan nog steeds **acceptabel**.

Wachttijd	Kwalificatie
0-5 sec.	Goed
5-10 sec.	Redelijk
10-15 sec	Matig
15-30 sec.	Slecht
>30 sec.	Zeer slecht

Ochtendspits 2030	Intensiteit	Gem. wachttijd	Avondspits 2030	Intensiteit	Gem. wachttijd
Oversteekbaarheid			**Oversteekbaarheid**		
N225 Oost (toerit)	1003 pae	0-5 sec.	N225 Oost (toerit)	499 pae	0-5 sec.
N226 Noord (afrit)	959 pae	0-5 sec.	N226 Noord (afrit)	452 pae	0-5 sec.



VARIANT 3:
ROTONDEDOSEERINSTALLATIE (RDI)

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

Variant 3: Rotondedoseerinstallatie (RDI)

Door (turbo)rotondes te voorzien van een Rotonde Doseer Installatie (RDI) kan de doorstroming verbeteren en de capaciteit worden vergroot. De RDI zal hierbij op basis van gedefinieerde triggers als wachtrijlengte en snelheid op de arm waar de afwikkelingsproblemen zich voordoen, zorgen voor hiaten in de dominante verkeersstroom. Door deze hiaten kan het verkeer op de ondergeschikte arm(en) beter afwikkelen.

Er zijn geen formules beschikbaar om het effect van een RDI door te rekenen, waardoor de winst van een RDI niet hard in cijfers is uit te drukken. Het verwachte effect is daarom beschrijvend weergegeven.

Om de verkeersproblemen op de oostelijke tak tijdens de ochtendspits te verkleinen, dient de RDI de zwaarste conflicterende verkeersstroom op enige afstand voor de rotonde tijdelijk tegen te houden om zo hiaten te creeren, waardoor het verkeer komende vanuit Leersum makkelijker de rotonde kan oprijden. Dit betekent concreet dat het verkeer op noord-, west- en zuidtak dient te worden gedoseerd.

Op basis van de bevindingen tijdens het locatiebezoek en de uitgevoerde analyse is de verwachting echter dat de RDI weinig oorzaken van de verkeersafwikkelingsproblemen wegnemen. Immers, de conflicterende verkeersstromen zijn niet heel groot en daarnaast blijven de invloed van pelotonvorming vanuit Leersum als gevolg van het aanwezige vrachtverkeer en de VRI, de invloed van overstekende fietsers en de invloed van schijnconflicten aanwezig.

Om de verkeersproblemen op de westelijke en noordelijk tak tijdens de avondspits te verkleinen, dient de RDI de zwaarste conflicterende verkeersstroom op enige afstand voor de rotonde tijdelijk tegen te houden om zo hiaten te creeren, waardoor het verkeer komende vanuit het noorden en het westen makkelijker de rotonde kan oprijden. Dit betekent concreet dat het verkeer op oosttak dient te worden gedoseerd, om het verkeer op de noordtak en deels op de westak extra capaciteit te bieden. Daarnaast biedt het doseren van het verkeer op de noordtak extra capaciteit aan het verkeer op de westtak.

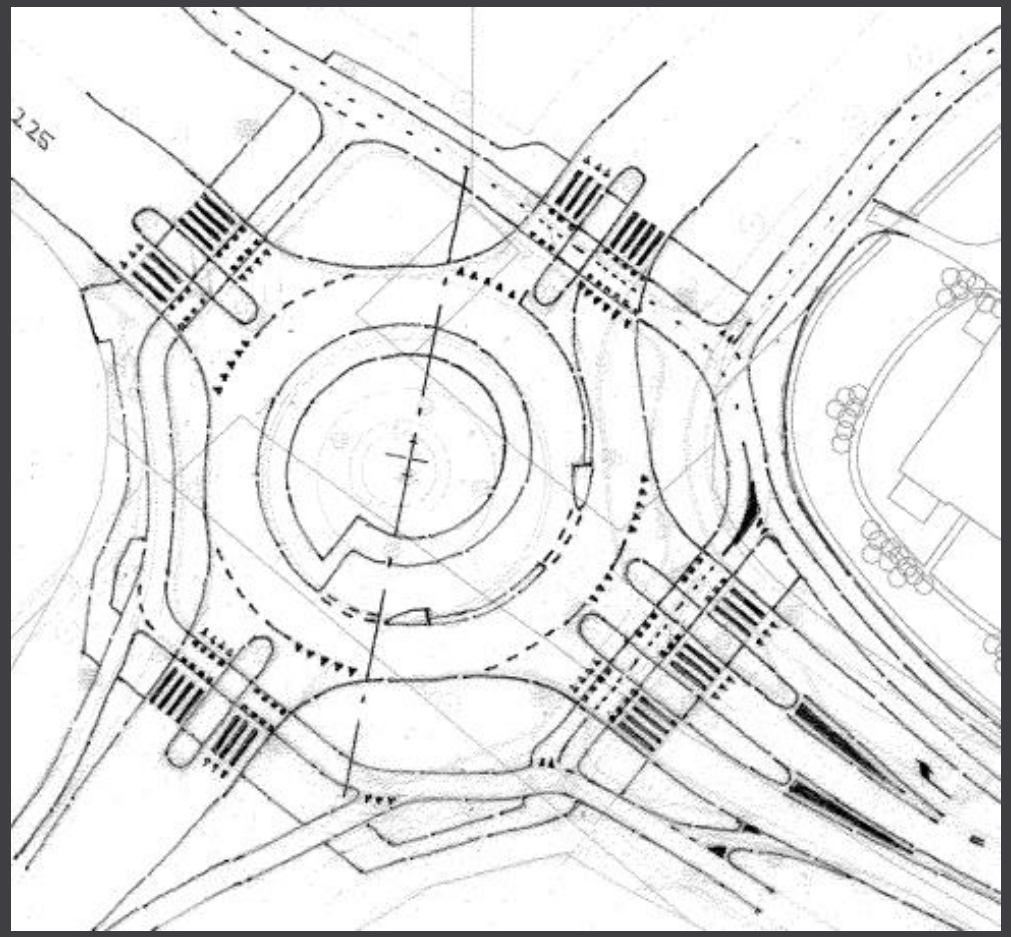
Op basis van de bevindingen tijdens het locatiebezoek en de uitgevoerde analyse is de verwachting dat de RDI een deel van de oorzaken van de verkeersafwikkelingsproblemen in de avondspits wegnemen. Echter, door het verkeer op de oostelijke tak te doseren zal sprake zijn van (lange) wachtrijen in Leersum, hetgeen een verslechterde doorstroming voor zowel het autoverkeer als het openbaar vervoer betekent. Daarnaast blijven de invloed van overstekende fietsers en de invloed van schijnconflicten aanwezig.

Uit oogpunt van verkeersafwikkeling heeft een RDI op deze rotonde naar verwachting weinig oplossend vermogen, voor zowel het autoverkeer als het openbaar vervoer. Daarnaast zal een RDI niet leiden tot een verbetering van de (subjectieve) onveiligheid op de huidige rotonde. De vormgeving en de functie van de huidige rotonde blijft immers ongewijzigd.

Een RDI heeft weinig toegevoegde waarde op deze rotonde.

VARIANT 4: KNIEROTONDE

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja



Variant 4: Knierotonde

Uit de berekening blijkt dat de knierotondevariant in 2030 alleen in de avondspits nog capaciteitsproblemen geeft en dan met name op de westelijke en noordelijke tak van de rotonde. Wel blijven de vele andere externe factoren een rol spelen, zoals de vormgeving, het hoge percentage vrachtverkeer, het aankomstpatroon in kleine pelotons en de schijnconflicten tussen het autoverkeer onderling.

Bij de toepassing van de gedachte knierotondevariant worden fietsers in de voorrang afgewikkeld. Voor fietsers geldt derhalve een goede oversteekbaarheid zonder wachttijden.

Als sprake is van fietsers in de voorrang zal het autoverkeer hinder ondervinden van de overstekende fietsers. De waarden in de tabel gelden echter voor de situatie zonder invloed van fietsers. Hierdoor en vanwege de genoemde externe factoren zal naar verwachting de rotonde slechter functioneren dan uit de berekening blijkt, wat betreft de doorstroming van het autoverkeer. De verwachting is echter dat in de ochtendspits nog steeds een goede verkeersafwikkeling wordt gegarandeerd.

De knierotonde biedt het openbaar vervoer op de oostelijke tak van de rotonde meer capaciteit, waardoor de doorstroming zal verbeteren. Op de westelijke tak zal dit niet het geval zijn.

Ochtendspits 2030	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)	Avondspits 2030	Belastingsgraad (max. 0.80)	Gemiddelde wachtrij	Gem. wachttijd (max. 50 sec)
Huidige situatie				**Huidige situatie**			
N225 O	**0,89**	5 - 10 pae	25 - 30 s/pae	N225 O	0,45	0 - 5 pae	5 - 10 s/pae
Broekhuizerlaan Z	0,27	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	Broekhuizerlaan Z	0,28	0 - 5 pae	10 - 15 s/pae
N225 W	0,19	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N225 W	**0,99**	**110 - 115 pae**	**ca. 620 s/pae**
N226 N	0,39	5 - 10 pae	5 - 10 s/pae	N226 N	**0,83**	5 - 10 pae	15 - 20 s/pae
Knierotonde				**Knierotonde**			
N225 O	0,50R*/0,35L*	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N225 O	0,20R*/0,24L*	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae
Broekhuizerlaan Z	0,27	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	Broekhuizerlaan Z	0,28	0 - 5 pae	10 - 15 s/pae
N225 W	0,19	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N225 W	**0,99**	**110 - 115 pae**	**ca. 620 s/pae**
N226 N	0,32	0 - 5 pae	0 - 5 s/pae	N226 N	**0,79**	0 - 5 pae	10 - 15 s/pae

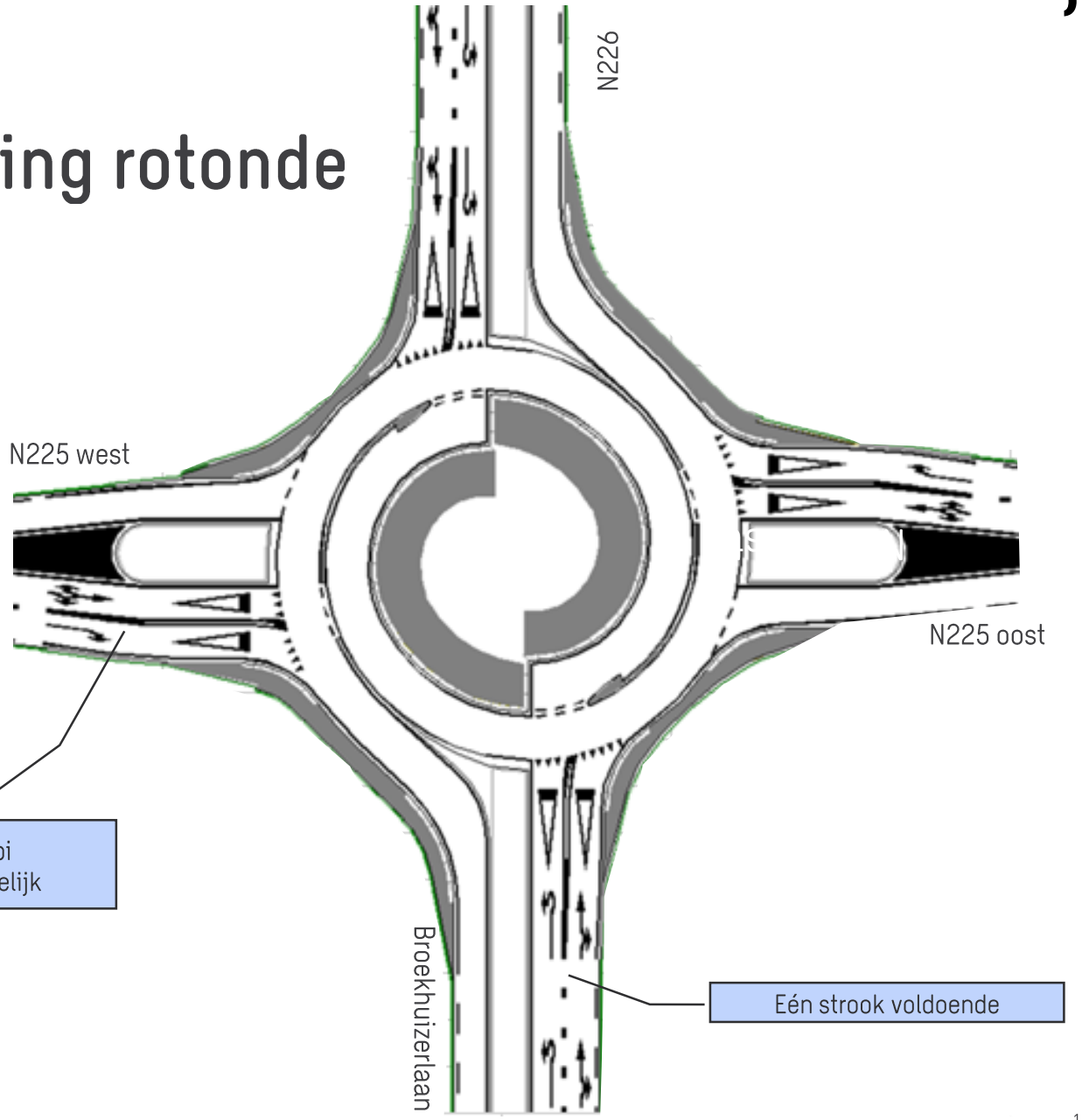
* L/R = belastingsgraad op de linker (L) en de Rechterstrook op de toerit.

Indicatie benodigde vormgeving rotonde

Omdat de beoogde rotondeoplossingen de verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de avondspits niet oplossen is ter indicatie in beeld gebracht welke rotondeoplossing zowel tijdens de ochtend- als avondspits de verkeerafwikkelingsproblemen zullen verbeteren en naar verwachting zelfs voorkomen. Hiervoor is het noodzakelijk om behalve op de oostelijke tak van de rotonde ook op de noordelijke en westelijke tak van de rotonde extra capaciteit te bieden.

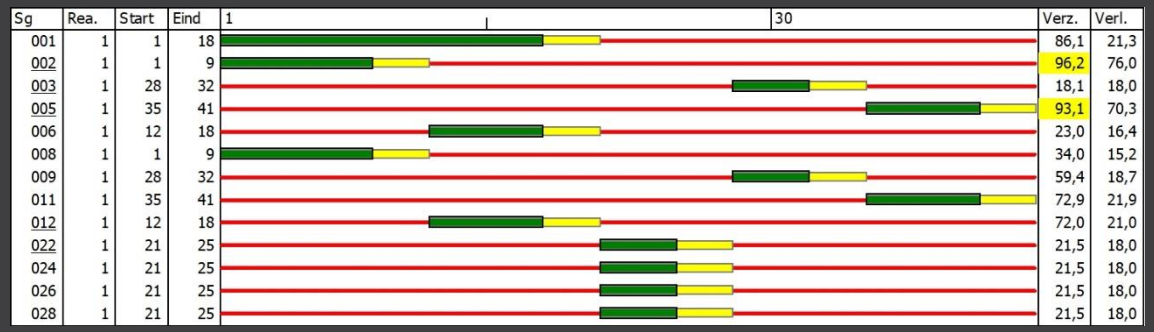
Het betreft hierbij een zogenaamde **partiële turborotonde**. Ter indicatie is deze vormgeving hiernaast weergegeven.

Belangrijk aandachtspunt hierbij is de fietsoversteek over de N226.



VARIANT 5:
VERKEERSREGELINSTALLATIE (VRI)

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja



Sg	Rea.	Start	Eind	Verz.	Verl.
001	1	1	18	86,1	21,3
002	1	1	9	96,2	76,0
003	1	28	32	18,1	18,0
005	1	35	41	93,1	70,3
006	1	12	18	23,0	16,4
008	1	1	9	34,0	15,2
009	1	28	32	59,4	18,7
011	1	35	41	72,9	21,9
012	1	12	18	72,0	21,0
022	1	21	25	21,5	18,0
024	1	21	25	21,5	18,0
026	1	21	25	21,5	18,0
028	1	21	25	21,5	18,0

Variant 5: Verkeersregelinstallatie

Met behulp van het programma COCON is de verkeersafwikkeling beoordeeld voor de situatie waarin op het kruispunt een verkeersregelinstallatie (VRI) is toegepast. Belangrijke beoordelingscriteria hierbij zijn de cyclustijd (max 120 sec) en de belastingsgraad van de maatgevende conflictgroep (max 0.90).

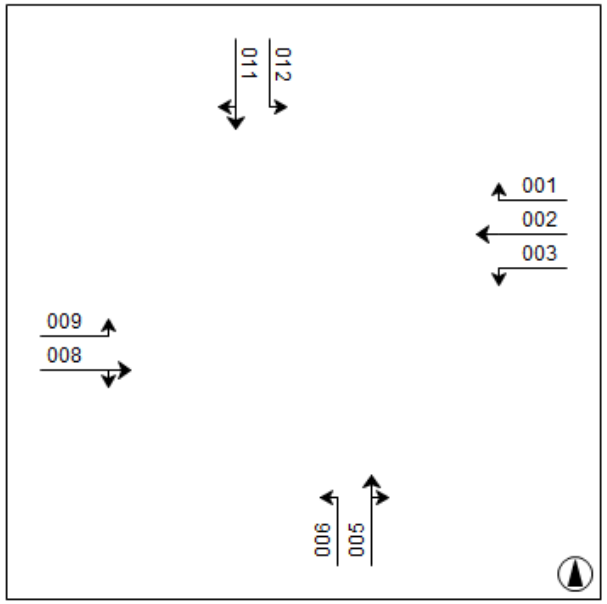
Bij de berekeningen is in eerste instantie uitgegaan van een basisvariant waarin op elke tak van het kruispunt sprake is van een gecombineerde opstelstrook voor rechtsaf/rechtdoor en een aparte opstelstrook voor linksaf.

<u>Met fietstunnel</u>
De berekeningen met COCON voor de situatie met een fietstunnel leiden tot de volgende conclusies voor 2030:

- De fietstunnel leidt tot logischerwijs tot reductie cyclustijd;
- Op alle takken zijn minimaal twee opstelstroken voor het autoverkeer noodzakelijk
- Een aparte opstelstrook voor rechtsaf op oosttak is t.b.v. de ochtendspits noodzakelijk

Variant	Maatgevende conflictgroep	Belastingsgraad (max 0.90)	Cyclustijd (max. 120 s.)
Basisvariant			
• Ochtend 2030	2-9-5-12	0.819	130-140 sec
• Avond 2030	8-3-5-12	0.721	60-70 sec
Met apart richting 1			
• Ochtend 2030	2-9-5-12	0.465	40-50 sec
• Avond 2030	8-3-5-12	0.721	60-70 sec

In de bijlage zijn de fasendiagrammen per variant opgenomen.



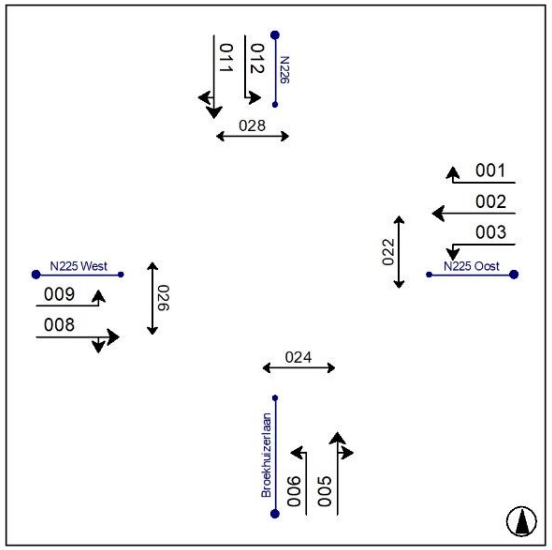
Variant 5: Verkeersregelinstallatie

<u>Zonder fietstunnel</u>

Uitgangspunt is hierbij dat fietsers op alle takken aanwezig zijn en geen deelconflicten tussen fietsers en afslaand autoverkeer worden toegepast.

Op alle takken zijn minimaal twee opstelstroken voor het autoverkeer noodzakelijk. Uit de berekeningen blijkt tevens dat het ten behoeve van de ochtendspits noodzakelijk is om op de oostelijke tak ook een aparte opstelstrook voor rechtsaf richting het noorden toe te passen (richting 1) .

Variant	Maatgevende conflictgroep	Belastingsgraad (max 0.90)	Cyclustijd (max. 120 s.)
Basisvariant			
• Ochtend 2030	2-9-28-5-12	0.840	220-230 sec
• Avond 2030	2-9-28-5-12	0.750	110-120 sec
Met apart richting 1			
• Ochtend 2030	1-9-28-5	0.546	40-50 sec
• Avond 2030	8-3-5-12-22	0.741	110-120 sec



In de bijlage zijn de fasendiagrammen per variant opgenomen.

Wachttijd fietsers en openbaar vervoer

Wachttijd fietsers

- Ter indicatie is met behulp van de COCON-berekeningen de gemiddelde wachttijden voor fietsers bepaald, als geen sprake is van een fietstunnel
- Uit de berekeningen blijkt dat de wachttijd voor fietsers
  - in de ochtendspits acceptabel is
  - tijdens de avondspits matig is .

Periode	Gem. wachttijd
ochtendspits	20-30 sec
avondspits	50-60 sec

- Ten opzichte van de rotondevarianten is sprake van een verslechtering, doch met innovatieve systemen kunnen de belangrijkste fietsoversteken (zoals de snelfietsroute) worden gefaciliteerd, waardoor een acceptabele wachttijd kan worden gegarandeerd

Wachttijd openbaar vervoer

- Gezien beperkte beschikbare ruimte is er van uitgegaan dat het openbaar vervoer niet beschikt over eigen businfrastructuur en meerijdt met het overige verkeer.
- Voor openbaar geldt daarmee dezelfde gemiddelde wachttijd als voor het reguliere gemotoriseerd verkeer met COCON is bepaald
- Om doorstroming voor het openbaar vervoer te garanderen is de mogelijkheid om prioriteitsverlening in de VRI toe te passen
- Bij het goed functioneren van de VRI zal daarmee sprake zijn van een minimale vertraging

5. VERGELIJKING VARIANTEN

5. Resultaten vergelijking varianten

De verschillende varianten zijn beoordeeld op verschillende criteria. Deze hebben we opgedeeld in drie categorieën: doorstroming, verkeersveiligheid en overige criteria.

Doorstroming
- Voertuigverliesuren (wachttijden) gemotoriseerd verkeer
- Voertuigverliesuren (wachttijden) openbaar vervoer
- Voertuigverliesuren (wachttijden) langzaam verkeer
- Totale voertuigverliesuren

Verkeersveiligheid
- Gemotoriseerd verkeer
- Langzaam verkeer

Overige criteria
- Oversteekbaarheid langzaam verkeer
- Inpasbaarheid snelfietsroute Noordzijde N225
- Kans op sluipverkeer wat de N225 mijdt (via Boerenbuurt en Broekhuizerlaan)
- Mogelijk bromfietsers om vlak voor het kruispunt het fietspad op te rijden
- In- en uitrijbaarheid appartementen
- Ruimtebeslag
- Kosten

5.1 DOORSTROMING

5.1 Doorstroming

In de staafgrafiek op de volgende sheet zijn per variant de voertuigverliesuren voor het gemotoriseerd verkeer tijdens de ochtend- en avondspits weergegeven.
Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat voertuigverliesuren voor de rotondevarianten niet één op één te vergelijken zijn met de VRI-varianten. Dit heeft te maken met het feit dat de meerstrooksrotondeverkenner geen rekening houdt met de invloed van het in de voorrang overstekend fietsverkeer: het aantal VVU zal in praktijk dus hoger liggen. Voor de VRI-variant met fietsers in de regeling geldt, dat het aantal VVU wel inclusief de invloed van fietsers.

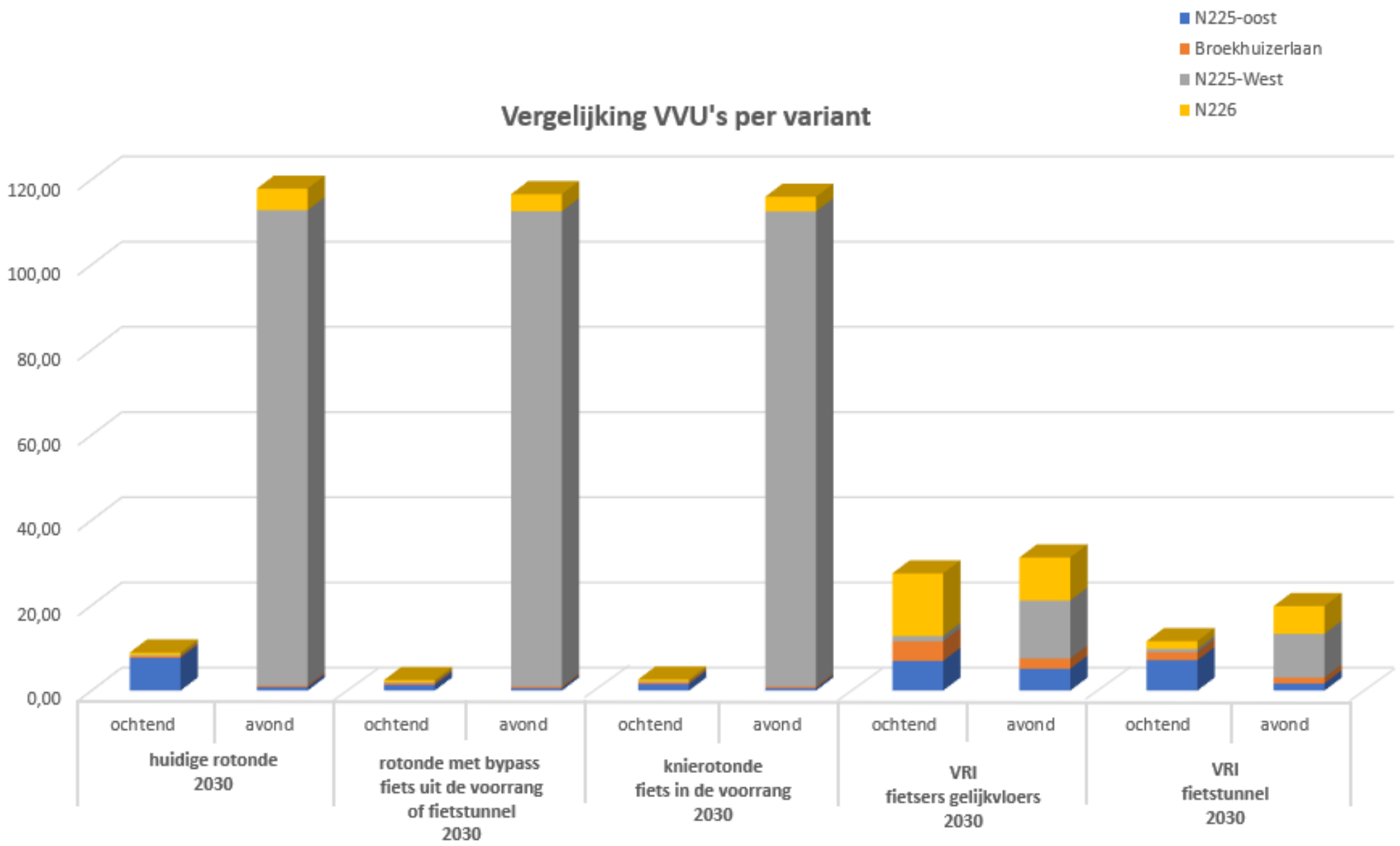
Het aantal VVU is bij een VRI relatief snel hoger dan bij een rotonde, omdat de verkeersstromen onderling worden geregeld en bij een VRI structureel sprake is van wachttijden. Zo zal bij een rotonde die goed functioneert de wachttijd minimaal zijn, terwijl bij een zelfde verkeersbelasting bij een VRI wel sprake is van wachttijden. Andersom kan dit betekenen dat bij een VRI sprake is van hogere wachttijden c.q. een hoger aantal VVU dan bij een rotonde, de VRI wél goed functioneert en een goede doorstroming biedt, terwijl de rotonde niet goed functioneert en de doorstroming stagneert.

Uit de grafiek blijkt dat tijdens de ochtendspits de rotonde met bypass en de knierotonde beter presteert dan de huidige vormgeving. Ook omwille van de doorstroming van het fietsverkeer heeft de knierotonde hierbij de voorkeur. Bij is VRI sprake van structurele wachttijden, waarbij tijdens de ochtendspits het aantal VVU hoger ligt dan de rotondevarianten

De avondspits is maatgevend. De voertuigverliesuren zijn dan veel hoger dan in de ochtendspits. Dit komt omdat twee drukke verkeerstromen (vanuit noorden en vanuit westen) met elkaar conflicteren.
In de avondspits kunnen de onderzochte rotondevarianten de verkeersbelasting conform de prognosecijfers 2030 niet verwerken. Met name de westelijke en noordelijke tak zullen hierbij niet meer voldoen. De toepassing van een VRI lijkt voor de doorstroming de beste optie in de avondspits. De toepassing van een fietstunnel doet het aantal VVU logischerwijs reduceren .

Voor het openbaar vervoer geldt bij alle rotondevarianten dezelfde verliestijd als weergegeven in de grafiek. In de situatie met een VRI kan aan het openbaar vervoer absolute prioriteit worden gegeven.

Op basis van de doorstroming en het aantal VVU is een VRI met een fietstunnel de beste optie.


N225-oost
Broekhuizerlaan
N225-West
N226
Vergelijking VVU's per variant
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
ochtend
avond
ochtend
avond
ochtend
avond
ochtend
avond
ochtend
avond
huidige rotonde 2030
rotonde met bypass fiets uit de voorrang of fietstunnel 2030
knierotonde fiets in de voorrang 2030
VRI fietsers gelijkvloers 2030
VRI fietstunnel 2030

5.2 VERKEERSVEILIGHEID

5.2 Verkeersveiligheid

Om de verschillende varianten te beoordelen op verkeersveiligheid is het belangrijk om te kijken naar het aantal conflicten wat het verkeer heeft, waarbij de conflicten tussen niet-homogene verkeersdeelnemers belangrijker zijn. Dat wil zeggen: de kruisende verkeersdeelnemers moeten zo min mogelijk verschil hebben in massa, snelheid en richting. Een eventueel ongeval tussen een auto en een fiets heeft immers sneller een ernstig gevolg dan een ongeval tussen twee auto's onderling. Conflicten tussen het gemotoriseerde verkeer en het langzaam verkeer (fietsers en voetgangers) wegen hierbij dus zwaarder dan de conflicten tussen het gemotoriseerd verkeer onderling.

Het potentiele conflictpunten bij een VRI is groot. Alhoewel alle conflicten geregeld zijn is gebleken dat een rotonde verkeersveiliger is dan een VRI. Gezien het aantal potentiele conflicten is de toepassing van een rotonde een betere principeoplossing dan een VRI. Uiteraard speelt hierbij de snelheidsremmende werking van de rotonde ook een belangijke rol. Indien sprake is van een rotonde waarbij sprake is van beperkte capaciteit en daarmee kans op wachtrijen en lange wachttijden, neemt de verkeersonveiligheid wel toe.

Bij de rotondevarianten hebben de varianten met een fietstunnel de voorkeur. Fietsers hebben dan geen conflict meer met het autoverkeer. Mocht een fietstunnel niet haalbaar blijken dan heeft een variant met fietsers in de voorrang de voorkeur ten opzichte van de varianten met fietsers uit de voorrang. Een duidelijke vormgeving en zichtbaarheid kan hierbij helpen om het verkeer beter te laten anticiperen. Zonder fietstunnel heeft de knierotonde dus een voorkeur boven de enkelstrooksrotonde met bypass.

5.3 OVERIGE FACTOREN

5.3 Overige factoren

Oversteekbaarheid langzaam verkeer

Indien sprake is van een fietsoversteek met fietsers in de voorrang of een fietstunnel is geen sprake van wachttijd en is de oversteekbaarheid goed. Bij een VRI is de kans op wachttijden groot, doch met slimme voorzieningen in de VRI kan de fietsoversteek gefaciliteerd worden, waardoor de wachttijd kan worden beperkt.

Inpasbaarheid snelfietsroute

Een snelfietsroute aan de noordzijde van het kruispunt is goed inpasbaar als de fietsers snel het kruispunt kunnen passeren. Varianten met fietsers in de voorrang of met een fietstunnel hebben dus de voorkeur.

Een belangrijke voorwaarde voor het faciliteren van een snelfietsroute is het garanderen van een goede verkeersveiligheid voor het overstekend fietsverkeer. De varianten met fietsers uit de voorrang en de varianten die onvoldoende capaciteit bieden voor het autoverkeer (risicogedrag) scoren het minst goed.

Bij een VRI is de kans op wachttijden groot, en scoort deze variant ook niet goed. Doch met slimme voorzieningen in de VRI kan de fietsoversteek gefaciliteerd worden, waardoor de wachttijd kan worden beperkt.

Kans op sluipverkeer dat de N225 mijdt

De kans op sluipverkeer dat bij congestie de N225 probeert te mijden wordt kleiner naarmate de doorstroming verbetert . De kans op sluipverkeer zal bij een goed doorstromende turborotonde of een VRI dus het gunstigst zijn.

Bromfietsers vanaf de rijbaan

De bromfietsers zitten in Leersum op de rijbaan en dienen net voor de rotonde of VRI het fietspad op te rijden. Voor alle varianten geldt dat de gewenste capaciteitsuitbreiding ertoe leiden dat bromfietsers als veel eerder richting het fietspad moeten worden geleid. Alle varianten scoren daarmee negatief ten opzichte van de huidige situatie.

Bereikbaarheid appartementen

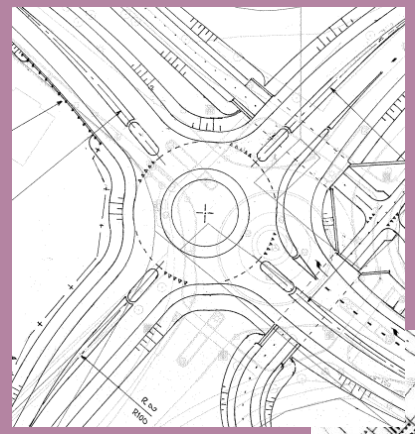
Het appartementengebouw “De Nieuwe Donderberg” wordt via de N226 ontsloten. Deze aansluiting is op circa 80m van de rotonde gelegen. Bij uitbreiding van de rotonde of de realisatie van een VRI bestaat risico op een minder goede bereikbaarheid, bijvoorbeeld als gevolg van wachtrijen voor de rotonde of VRI of het moeten oversteken van meerdere rij- c.q. opstelstroken.

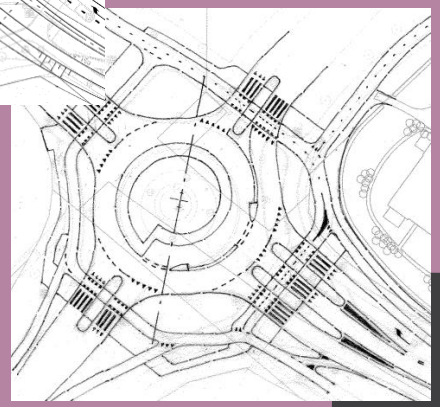
Bij de toepassing van een fietstunnel is de reconstructie ingrijpend, doch de inrit van de appartement behoeft niet te worden verplaatst.

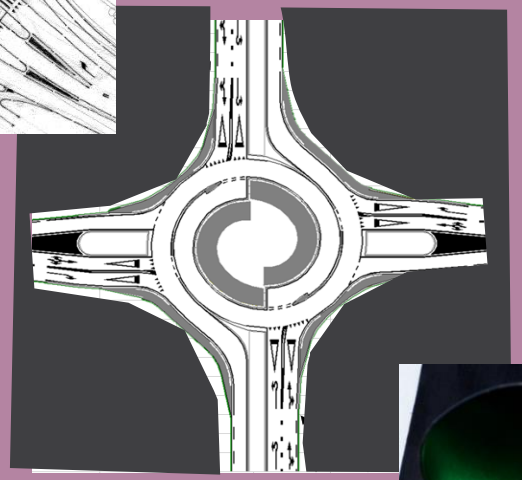
Ruimtebeslag en kosten

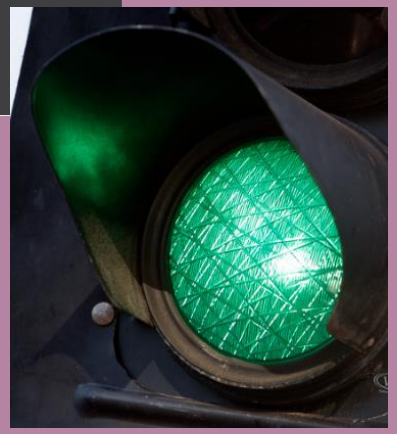
Alle varianten, afgezien van het handhaven van de huidige situatie zullen een beslag leggen op de ruimte rondom de huidige rotonde. De partiele turborotonde en de VRI neemt hierbij de meeste ruimte in beslag. De knierotonde en de rotonde met bypass hebben hierbij nog relatief lage kosten en extra ruimtebeslag t.o.v. de VRI-varianten. Indien een fietstunnel wordt aangelegd, zijn de kosten uiteraard nog veel hoger.

5.4 TOTAAL VERGELIJKING









5.4 Totaalvergelijking

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

Alle varianten zijn op basis van de in de paragrafen 5.1, 5.2 en 5.3 beschreven criteria beoordeeld.
Onderstaand is de beoordeling voor de huidige enkelstrooksrotonde beschreven.

Huidige rotonde
Als geen maatregelen worden getroffen zal de huidige problematiek als gevolg van de verwachte verkeerstoename verslechteren. Dit betekent dat de verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de ochtendspits op de oostelijke tak en tijdens de avondspits op de noordelijke en westelijke tak zullen toenemen. Behalve dat de doorstroming voor het autoverkeer verslechtert, geldt dit ook voor het aanwezige openbaar vervoer. Met name tijdens de avondspits zorgen wachtrijen op de noordelijke tak van de rotonde voor een minder goede bereikbaarheid van het appartementengebouw "De Nieuwe Donderberg".
De situatie voor fietsers blijft qua doorstroming gelijk (fietsers in de voorrang), doch de (subjectieve) onveiligheid zal als gevolg van het extra verkeer toenemen.
Logischerwijs betekent geen maatregelen treffen, dat ruimtelijke en kostentechnische aspecten goed scoort.

Om de huidige doorstroming- en verkeersveiligheidsproblemen te verbeteren is niets doen geen optie.

Huidige rotonde met fietstunnel
Het wegnemen van het (schijn)conflict met overstekende fietsers een positief effect heeft een positief effect op de verkeersveiligheid voor alle verkeersdeelnemers en de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer. Een fietstunnel neemt enkele belangrijke oorzaken van de huidige verkeersafwikkelingsproblemen niet weg, waardoor nog steeds sprake zal zijn van verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de ochtendspits op de oostelijke tak en tijdens de avondspits op de noordelijke en westelijke tak . Behalve dat de doorstroming voor het autoverkeer nog niet optimaal is, geldt dit ook voor het aanwezige openbaar vervoer.
De situatie voor fietsers blijft qua doorstroming gelijk (wachttijd 0 seconden), doch de (subjectieve) onveiligheid wordt optimaal verbeterd, waarbij een fietstunnel ook prima past bij een snelfietsroute zoals deze aan de noordzijde van de N225 gewenst is.

Logischerwijs betekent het aanleggen van een fietstunnel, dat ruimtelijke en kostentechnische aspecten negatief scoort. Bij de realisatie van de fietstunnel vormt het geleiden van de bromfietser vanaf de rijbaan naar het fietspad een belangrijk aandachtspunt.

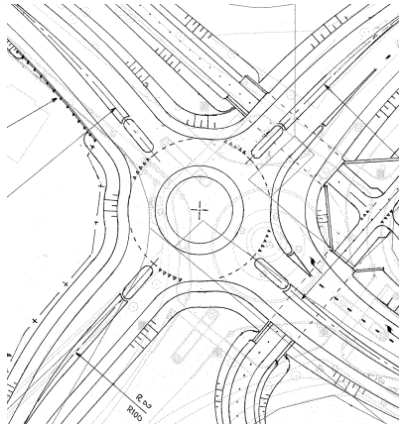
Om de huidige doorstromingsproblemen voor het gemotoriseerd verkeer en daarmee ook het openbaar vervoer te verbeteren is enkel het realiseren van een fietstunnel niet voldoende.
Een fietstunnel draagt wel bij aan de verbetering van de verkeersveiligheid.

Onderstaand is de beoordeling voor de enkelstrooksrotonde met bypass beschreven.

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

enkelstrooksrotonde met bypass, fietsers uit de voorrang

De toepassing van een bypass voor het verkeer dat vanuit oostelijke richting rechtsaf in de richting van de A12/Maarsbergen rijdt, leidt tot een verbetering van de verkeersafwikkeling voor met name het gemotoriseerd verkeer op de oostelijke en noordelijke tak van de rotonde. Hierbij is zelfs de verwachting dat de verkeersafwikkelingsproblemen op de oostelijke tak tijdens de ochtendspits niet meer zullen voorkomen, als een goede bereikbaarheid van de opstelstroken kan worden gegarandeerd.



Behalve dat de doorstroming voor het autoverkeer verbetert, geldt dit ook voor het aanwezige openbaar vervoer op de oostelijke tak.
De bypass biedt geen oplossing voor de verkeersafwikkelingsproblemen op de westelijke tak van de rotonde. Tijdens de avondspits zal naar verwachting nog steeds sprake zijn afwikkelingsproblemen op de noordelijke en westelijke tak van de rotonde. Dit geldt dus ook voor het openbaar vervoer vanuit de richting Doorn.
De situatie voor fietsers verslechtert logischerwijs als deze voorrang moeten verlenen aan het gemotoriseerd verkeer. Enerzijds zal sprake zijn van een verslechterde doorstroming omdat wachttijden zullen optreden, anderzijds zal de (subjectieve) onveiligheid nog meer verslechteren. Juist wanneer een snelfietsoute aan de noordkant van de N225 gewenst is, is dit geen optie.
Logischerwijs betekent de realisatie van een bypass, dat ruimtelijk en kostentechnisch sprake is van een negatieve beoordeling. Behalve dat de bypass gerealiseerd moet worden, vormt het geleiden van de bromfietser vanaf de rijbaan naar het fietspad een belangrijk aandachtspunt.
De ontsluiting van het appartementengebouw "De Donderberg" vormt een aandachtspunt. Ten opzichte van het huidige profiel van de N226 met 2*1 rijstrook, zal in de variant met bypass ter hoogte van de aansluiting sprake zijn van één strook richting de rotonde en twee stroken vanaf de rotonde. De situatie voor het in- en uitrijdend verkeer wordt daarmee minder overzichtelijk.
Om de huidige doorstromingproblemen te verbeteren biedt een enkelstrookrotonde met bypass alleen in de ochtendspits oplossing. De verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de avondspits blijven optreden. Uit oogpunt van (subjectieve) verkeersveiligheid voor de fietsers, met in het bijzonder de fietsers op de snelfietsroute aan de noordzijde van de N225, is 'fietsers uit de voorrang' geen optie.

enkelstrooksrotonde met bypass en fietstunnel

Als bij een enkelstrooksrotonde met bypass in plaats van fietsers uit de voorrang een fietstunnel wordt toegepast, zal sprake zijn van een positief effect op de (subjectieve) verkeersveiligheid voor fietsers. Er zal sprake zijn van een optimale doorstroming en verkeersveiligheid voor fietsers, hetgeen prima past bij een snelfietsroute zoals deze aan de noordzijde van de N225 gewenst is.
Ten opzichte van een enkelstrooksrotonde met bypass en fietsers uit de voorrang, zorgt een fietstunnel niet tot een extra verbetering van de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer en daarmee het openbaar vervoer.
Logischerwijs betekent het aanleggen van een fietstunnel, dat deze variant ruimtelijke en kostentechnische slechter scoort dan de situatie met fietsers uit de voorrang. Bij de realisatie van de fietstunnel vormt het geleiden van de bromfietser vanaf de rijbaan naar het fietspad een belangrijk aandachtspunt.

Om de huidige doorstromingproblemen te verbeteren biedt een enkelstrookrotonde met bypass alleen in de ochtendspits oplossing. De verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de avondspits blijven optreden. Een fietstunnel biedt geen extra capaciteit ten opzichte van de situatie met fietsers uit de voorrang, maar biedt fietsers wel een optimale doorstroming en verkeersveiligheid.

Onderstaand is de beoordeling voor de enkelstrooksrotonde met een RDI beschreven.

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

Enkelstrooksrotonde met RDI

De toepassing van een Rotonde Doseer Installatie op de huidige enkelstrooksrotonde met fietsers in de voorrang zal in beperkte mate de verkeersafwikkelingsproblemen reduceren.
De oorzaken van de verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de ochtendspits zullen door een RDI niet allemaal worden weggenomen, waardoor nog steeds sprake zal zijn van lange wachtrijen en -tijden vanuit Leersum. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de pelotonvorming vanuit Leersum als gevolg van aanwezig vrachtverkeer en de VRI in Leersum. Daarnaast zal nog steeds sprake zijn van een (schijn)conflict met overstekende fietsers in de voorrang.

Tijdens de avondspits zullen de verkeersafwikkelingsproblemen tijdens op de noordelijk en westelijke tak minder groot worden, maar ook tijdens de avondspits worden niet alle oorzaken weggenomen: overstekende fietsers en het schijnconflict met rechtsafslaand autoverkeer zal nog steeds invloed hebben op de afrijcapaciteit. Daarnaast geldt dat het in de avondspits noodzakelijk is om het verkeer vanuit Leersum te doseren, waardoor op de juist oostelijke tak van de rotonde lange wachtrijen - en tijden zullen ontstaan. Behalve dat dit ten koste gaat van de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer, geldt dit ook voor het openbaar vervoer.

Een RDI zal niet leiden tot een optimale verbetering van de verkeersafwikkeling en verkeersveiligheid. De meerwaarde van de toepassing van een RDI, is daarmee niet groot.

Enkelstrooksrotonde met RDI en fietstunnel

Als behalve een RDI ook een fietstunnel zal worden toegepast, zal logischerwijs de doorstroming en verkeersveiligheid optimaal zijn. Dit past prima bij een snelfietsroute zoals deze aan de noordzijde van de N225 gewenst is.
Behalve van een verbetering voor het fietsverkeer, zal een fietstunnel ook een oorzaak van de verkeersafwikkelingsproblemen wegnemen. Doch nog steeds dient rekening te worden gehouden met wachtrijvorming tijdens de ochtendspits op de oostelijke tak en wachtrijvorming op de noordelijke en westelijke tak tijdens de avondspits.
Logischerwijs betekent het aanleggen van een fietstunnel, dat deze variant ruimtelijke en kostentechnische slechter scoort dan de situatie met fietsers inde voorrang. Bij de realisatie van de fietstunnel vormt het geleiden van de bromfietser vanaf de rijbaan naar het fietspad een belangrijk aandachtspunt.

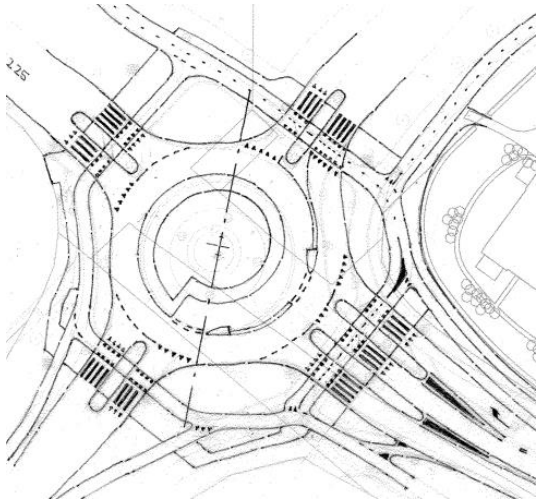
Een RDI en een fietstunnel leiden niet tot een optimale verbetering van de verkeersafwikkeling, maar wel van de verkeersveiligheid. De meerwaarde van de toepassing van een RDI, is niet groot genoeg.

Onderstaand is de beoordeling voor de knierotonde met fietsers in de voorrang beschreven.

Knierotonde met fietsers in de voorrang

De toepassing van een knierotonde, waarbij het verkeer vanuit oostelijke richting extra capaciteit wordt geboden, leidt tot een verbetering van de verkeersafwikkeling voor met name het gemotoriseerd verkeer op de oostelijke en noordelijke tak van de rotonde. Hierbij is zelfs de verwachting dat de verkeersafwikkelingsproblemen op de oostelijke tak tijdens de ochtendspits niet meer zullen voorkomen, als een goede bereikbaarheid van de opstelstroken kan worden gegarandeerd.
Behalve dat de doorstroming voor het autoverkeer verbetert, geldt dit ook voor het aanwezige openbaar vervoer op de oostelijke tak.

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja



De capaciteitsuitbreiding op de oostelijke tak van de rotonde biedt echter geen oplossing voor de verkeersafwikkelingsproblemen op de westelijke tak van de rotonde. Tijdens de avondspits zal naar verwachting nog steeds sprake zijn afwikkelingsproblemen op de noordelijke en westelijke tak van de rotonde. Dit geldt dus ook voor het openbaar vervoer vanuit de richting Doorn.
De situatie voor fietsers blijft nagenoeg gelijk, aangezien de fietsers voorrang hebben. Door een verbeterde vormgeving voor fietsers, zal de (subjectieve) verkeersveiligheid voor fietsers en gemotoriseerd verkeer verbeteren.
Logischerwijs betekent de uitbreiding van de rotonde, dat ruimtelijk en kostentechnisch sprake is van een negatieve beoordeling. Behalve dat de ruimte nodig is voor de knierotonde vormt het geleiden van de bromfietser vanaf de rijbaan naar het fietspad een belangrijk aandachtspunt.

Om de huidige doorstromingproblemen te verbeteren biedt een knierotonde met capaciteitsuitbreiding op de oostelijke tak alleen in de ochtendspits oplossing. De verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de avondspits blijven optreden. Uit oogpunt van (subjectieve) verkeersveiligheid voor de fietsers, met in het bijzonder de fietsers op de snelfietsroute aan de noordzijde van de N225, is de knierotonde ook een goed optie.

Onderstaand is de beoordeling voor de toepassing van een verkeersregelinstallatie beschreven.

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

verkeersregelinstallatie met fietsers in de regeling

Als sprake is van voldoende opstelstroken én opstelstrooklengte kan bij de toepassing van een verkeersregelinstallatie een goede, vlotte en verkeersveilige verkeersafwikkeling worden geboden. Dit betekent dat zowel tijdens de ochtendspits én avondspits weliswaar sprake is van structurele wachtrijen, doch deze zullen bij groen geheel worden afgewikkeld. Behalve dat de doorstroming voor het autoverkeer verbetert, geldt dit ook voor het aanwezige openbaar vervoer op de oostelijke en westelijke tak, waarbij de eventuele vertraging door een prioriteitsverlening tot een minimale waarde kan worden gereduceerd.

Ten opzichte van de huidige situatie is sprake van een verslechtering voor fieters. Immers, bij een rotonde met fietsers in de voorrang is geen sprake van een wachttijd, terwijl de gemiddelde wachttijden voor de fietsers bij de toepassing van een VRI gemiddeld 20-30 seconden tijdens de ochtendspits en gemiddeld 50-60 seconden tijdens de avondspits zullen bedrage. Ook voor fietsers geldt dat door middel van een VRI de fietsrichtingen kunnen worden gefaciliteerd om de vertraging voor fietsers tot een minimale waarde te reduceren.
Ruimtelijke en kostentechisch scoort een VRI niet goed. Dit heeft uiteraard te maken met de benodigde ruimte voor het aantal en de lengte van de opstelstroken en de kosten voor de VRI-installatie.
De ontsluiting van het appartementengebouw "De Donderberg" vormt een aandachtspunt. Ten opzichte van het huidige profiel van de N226 met 2*1 rijstrook, zal in de variant met VRI zijn van twee opstelstroken richting de VRI en één rijstrook vanaf de VRI. De situatie voor het in- en uitrijdend verkeer wordt daarmee minder overzichtelijk, waarbij met name tijdens de avondspits wachtrijen tot voorbij de aansluiting kunnen ontstaan.

De toepassing van een VRI biedt - mits optimaal vormgegeven - een goede oplossing voor huidige verkeersafwikkelingsproblemen. Er zal geen sprake zijn van verkeersafwikkelingsproblemen en daarnaast zijn mogelijkheden aanwezig om het openbaar vervoer én het fietsverkeer te faciliteren, zodat de vertraging voor deze modaliteiten minimaal is.

verkeersregelinstallatie met fietstunnel

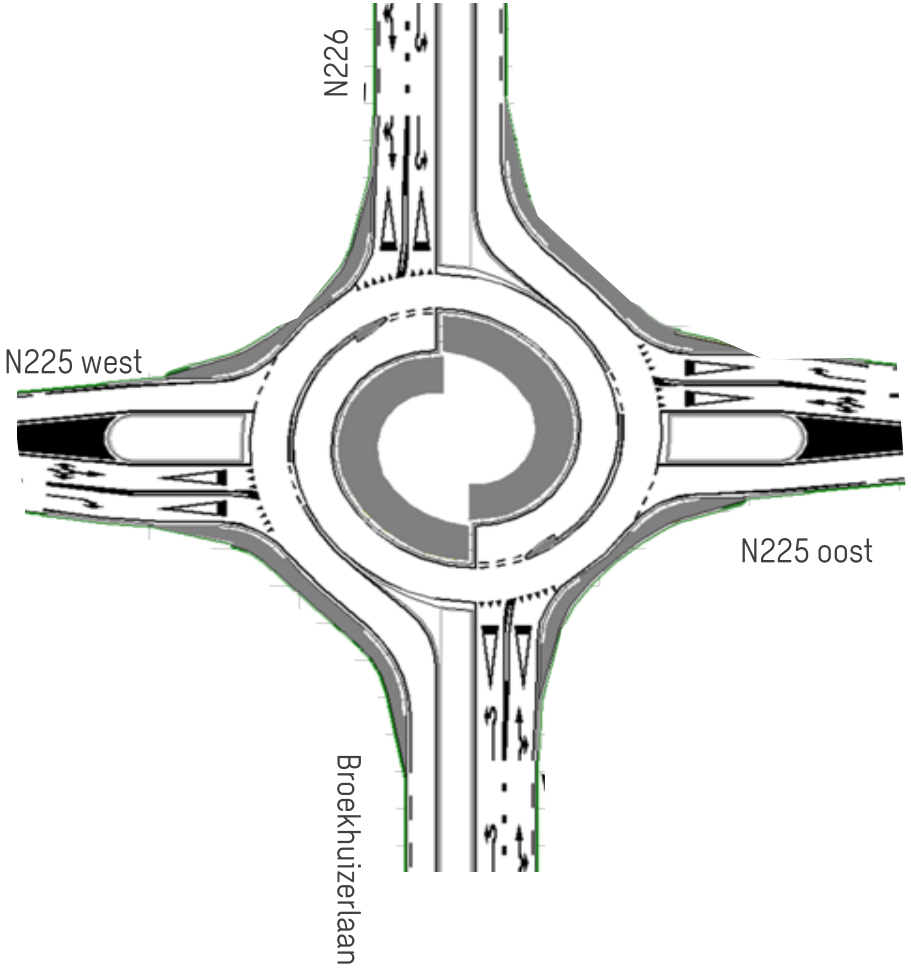
De toepassing van een fietstunnel bij een VRI, zal leiden tot een verbeterde verkeersafwikkeling voor het gemotoriseerde verkeer, ten opzichte van de situatie met fietsers in de regeling. De realisatie van een fietstunnel biedt voor overstekende fietsers ook een optimale doorstroming en verkeersveiligheid, hetgeen prima past bij de gewenste snelfietsroute aan de noordzijde van de N225
Ruimtelijk en kostentechnisch zal de toepassing van een fietstunnel echter negatiever scoren.

Partiële turborotonde

Uit de rekenkundige analyse is gebleken dat een p**artiële turborotonde** de **minimaal benodigde rotondevorm** is om de verkeersafwikkelingsproblemen in de ochtendspits én in de avondspits zoveel mogelijk te voorkomen. Voor deze vormgevingsvariant geldt dat vanuit het provinciaal beleid een fietsoversteek ongelijkvloers dient te worden vormgegeven.

Voor beide spitsperioden geldt dat de verwachting is dat de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer en daarmee het openbaar vervoer zodanig verbetert, dat de kans op verkeersafwikkelingsproblemen niet groot is.
Ten behoeve van de overstekende fietsers geldt dat de toepassing een fietstunnel prima past bij de gewenste snelfietsroute aan de noordzijde van de N225.
Logischerwijs is ruimtelijke en kostentechnisch gezien sprake van een slechte beoordeling. De ruimtelijke impact is groot en de investeringskosten hoog.
De ontsluiting van het appartementengebouw "De Donderberg" vormt een aandachtspunt. Ten opzichte van het huidige profiel van de N226 met 2*1 rijstrook, zal in de variant met een turborotonde ter hoogte van de aansluiting sprake zijn van twee stroken richting de rotonde en één strook vanaf de rotonde. De situatie voor het in- en uitrijdend verkeer wordt daarmee minder overzichtelijk.

De toepassing van een turborotonde met fietstunnel biedt een goede oplossing voor huidige verkeersafwikkelingsproblemen. Er is weinig kans op verkeersafwikkelingsproblemen voor het gemotoriseerd verkeer en daarmee het openbaar vervoer. Daarnaast is sprake van een optimale doorstroming en verkeersveiligheid voor het fietsverkeer.



Totaalbeoordeling

Op de volgende sheet is een beoordelingsmatrix weergegeven, waarbij de beoordeling per variant en per criterium is opgenomen. De beoordeling zoals beschreven in de voorgaande paragrafen is door middel van 'kleuren' gecategoriseerd. Hierbij is een indeling in 5 categorieën aangehouden: 1. zeer goed, 2. goed, 3. redelijk, 4. matig, 5. slecht.

Op basis van de totaalbeoordeling gelden de volgende conclusies:
- enkelstrooksrotonde met fietsers in de voorrang: handhaven van de huidige vormgeving is geen optie
- enkelstrooksrotonde met fietstunnel: het enkel realiseren van een fietstunnel verbetert de verkeersveiligheid, maar lost de doorstromingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer niet op. Dit is daarom geen haalbare variant.
- RDI: de meerwaarde van de toepassing van een RDI is niet groot en lost doorstromings- en veiligheidsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer niet op: geen haalbare variant
- RDI met fietstunnel: Een fietstunnel verbetert de verkeersveiligheid. Een fietstunnel met RDI lost doorstromingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer niet op: geen haalbare variant
- Enkelstrooksrotonde met bypass: De verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de ochtendspits zullen zoveel mogelijk worden voorkomen, doch in de avondspits zal nog steeds sprake zijn van verkeersafwikkelingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer . Omdat fietsers uit de voorrang moeten oversteken, is sprake van een verslechtering van de doorstroming en verkeersveiligheid voor fietsers: geen haalbare variant
- Enkelstrooksrotonde met bypass: Voor fietsers geldt een optimale doorstroming en verkeersveiligheid. De verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de ochtendspits zullen zoveel mogelijk worden voorkomen, doch in de avondspits zal nog steeds sprake zijn van verkeersafwikkelingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer : geen haalbare variant
- Knierotonde: Voor fietsers geldt een optimale doorstroming en een verbeterde verkeersveiligheid door de aangepaste vormgeving van de rotonde. De verkeersafwikkelingsproblemen tijdens de ochtendspits zullen zoveel mogelijk worden voorkomen, doch in de avondspits zal nog steeds sprake zijn van verkeersafwikkelingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer : geen haalbare variant
- Turborotonde met fietsers gelijkvloers De verkeersafwikkelingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer zullen tijdens de ochtend- en avondspits zoveel mogelijk worden voorkomen . Vanuit het provinciaal beleid is bij deze vormgeving het toepassen van gelijkvloerse oversteken voor fietsers geen optie: geen haalbare variant
- Turborotonde met fietstunnel: Voor fietsers geldt een optimale doorstroming en verkeersveiligheid. De verkeersafwikkelingsproblemen zullen tijdens beide spitsen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer zoveel mogelijk worden voorkomen: haalbare variant
- Verkeersregelinstallatie met fietsers gelijkvloers: De verkeersafwikkelingsproblemen zullen tijdens de ochtend- en avondspits voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer zoveel mogelijk worden voorkomen. Voor fietsers geldt dat sprake is van wachttijden. Elke fietsrichting kan in de regeling worden gefaciliteerd, waardoor de wachttijden minimaal zullen zijn: haalbare variant
- Verkeersregelinstallatie met fietstunnel: Voor fietsers geldt een optimale doorstroming en verkeersveiligheid. De verkeersafwikkelingsproblemen zullen tijdens beide spitsen voor gemotoriseerd verkeer en openbaar vervoer zoveel mogelijk worden voorkomen: haalbare variant

SWECO

Variant	doorstroming mvt	doorstroming OV	doorstroming LV	VVU	verkeersveiligheid mvt	verkeersveiligheid LV	oversteekbaarheid IV	snelfietsroute	sluipverkeer	bromfietsers N225	in/uitrit appartement	ruimte	kosten	haalbaarheid
Enkelstrooksrotonde														
fietsers in de voorrang	slecht	slecht	zeer goed	matig	redelijk	redelijk	zeer goed	goed	redelijk	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed	X
fietstunnel	matig	matig	zeer goed	redelijk	goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	redelijk	matig	goed	matig	slecht	X
Enkelstrooksrotonde met RDI														
fietsers in de voorrang	matig	matig	zeer goed	matig	redelijk	redelijk	zeer goed	goed	redelijk	zeer goed	goed	zeer goed	goed	X
fietstunnel	redelijk	redelijk	zeer goed	redelijk	goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	redelijk	matig	goed	matig	slecht	X
Enkelstrooksrotonde met Bypass														
fietsers uit de voorrang	redelijk	zeer goed	matig	matig	goed	slecht	redelijk	slecht	redelijk	matig	redelijk	matig	matig	X
fietstunnel	redelijk	zeer goed	zeer goed	redelijk	goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	redelijk	matig	redelijk	matig	slecht	X
Knierotonde														
fietsers in de voorrang	redelijk	zeer goed	zeer goed	matig	goed	zeer goed	zeer goed	goed	redelijk	matig	goed	matig	matig	X
Turborotonde														
fietstunnel	zeer goed	zeer goed	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	goed	matig	redelijk	matig	slecht	V
VRI														
fietsers in de regeling	zeer goed	zeer goed	redelijk	redelijk	zeer goed	zeer goed	redelijk	redelijk	goed	goed	redelijk	slecht	matig	V
met fietstunnel	zeer goed	zeer goed	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	goed	matig	redelijk	slecht	slecht	V

zeer goed
goed
redelijk
matig
slecht

X niet haalbaar
V haalbaar

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6. Conclusies en aanbevelingen

Bij de rotonde Donderberg in de gemeente Utrechtse Heuvelrug is de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer en het openbaar vervoer een knelpunt tijdens de spitsperioden. Daarnaast is sprake is van subjectieve onveiligheid, vooral bij overstekend fietsverkeer. Dit is echter geen veiligheidsprobleem, maar een belangrijk aandachtspunt dat om verbetering vraagt.

In opdracht van de Provincie Utrecht en de gemeente Utrechtse Heuvelrug heeft Sweco een onderzoek uitgevoerd, waarbij verschillende kruispuntoplossingen onderling zijn vergeleken en zijn beoordeeld op haalbaarheid. Hierbij zijn de volgende varianten beoordeeld.

variant	Fietsers in de voorrang	Fietsers uit de voorrang	fietstunnel
Huidige situatie	Ja	X	Ja
Enkelstrooksrotonde met bypass	X	Ja	Ja
Enkelstrooksrotonde met RDI	Ja	X	Ja
Knierotonde	ja	X	X
Verkeersregelinstallatie	Ja		Ja

Het doel van het onderzoek is te komen tot een weloverwogen voorkeursvariant, die de (subjectieve) verkeersveiligheid en doorstroming voor fietsers, de doorstroming voor het openbaar vervoer en de doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer verbeteren. Behalve deze criteria is hierbij ook gekeken naar andere aspecten zoals verkeersveiligheid gemotoriseerd verkeer, VVU, oversteekbaarheid fietsers en de ruimtelijke inpasbaarheid en kosten. Voor laatstgenoemde criteria geldt dat geen ontwerpen en kostenraming zijn vervaardigd, maar dat de ruimtelijk impact en kosten slechts beschrijvend is weergegeven.

6.1 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde analyse en onderlinge vergelijking van de varianten zijn de volgende conclusies te trekken:

Huidige situatie

- Er is sprake van verkeersafwikkelingsproblemen in zowel de ochtendspits (N225 oost) als in de avondspits (N225-west en N226 noord).
- Er is sprake van een (vooral subjectief) verkeersveiligheidsprobleem, mede als gevolg van een niet optimale vormgeving van de rotonde en het (schijn)conflict met fietsers.
- Als gevolg van de verwachte verkeersgroei zullen de huidige doorstromings- en veiligheidsproblemen verslechteren.

Beoordeling varianten

Uit de beoordeling van de verschillende varianten zijn de volgende conclusies te trekken.

- De realisatie van een fietstunnel lost de verkeers(on)veiligheid op, leidt tot een verbetering van de verkeersafwikkeling, maar is niet dé oplossing voor de verkeersafwikkelingsproblemen;
- De toepassing van een Rotonde Doseer Installatie biedt te weinig meerwaarde om de verkeersafwikkeling te verbeteren.
- Het ombouwen van de huidige rotonde naar een rotonde met bypass of knierotonde, biedt oplossing voor de verkeersafwikkelingsproblemen in de ochtendspits. De verkeersafwikkelingsproblemen in de avondspits verbeteren beperkt, doch zullen door het ombouwen naar een rotonde met bypass of knierotonde niet verdwijnen ;
- Als de verkeersafwikkelingsproblemen niet alleen in de ochtendspits, maar ook in de avondspits moeten worden opgelost, is het toepassen van een enkelstrooksrotonde met bypass of de toepassing van een knierotonde *geen* haalbare oplossingsrichting
- Om de verkeersafwikelingsproblemen voor gemotoriseerd verkeer en daarmee het openbaar vervoer in de ochtend- en avondspits te voorkomen biedt een zgn. partiele turborotonde oplossing. Bij deze vormgeving is de realisatie van een fietstunnel noodzakelijk.
- Een verkeersregelinstallatie (VRI) biedt het gemotoriseerd verkeer zowel tijdens de ochtend- als avondspits een goede verkeersafwikkeling.
- Alhoewel bij een VRI sprake is van structurele wachttijden, kan
  - door middel van prioriteitsverlening de vertraging voor het openbaar vervoer worden geminimaliseerd.
  - elke fietsrichting in de regeling worden gefaciliteerd, waardoor de wachttijden minimaal zullen zijn.
- Uit oogpunt van verkeersdoorstroming en verkeersveiligheid, is een VRI of een (partiele) turborotonde met fietstunnel de beste oplossing.

6.2 Aanbevelingen

Vervolgonderzoek

Op basis van de uitgevoerde analyse en beoordeling van de varianten wordt aanbevolen om een vervolgonderzoek op te starten om de haalbaarheid van de volgende varianten inzichtelijk te maken:

- Verkeersregelinstallatie met fietsers in de regeling
- Verkeersregelinstallatie met fietstunnel
- (partiele) Turborotonde met fietstunnel

Indien geen van deze varianten haalbaar blijkt te zijn, kan alsnog worden teruggevallen op een minder toekomstvaste oplossing. Het is dan van belang om de risico's en consequenties goed in beeld te brengen, zodat een weloverwogen keus kan worden gemaakt welke variant de meest toekomstvaste oplossing is en onder welke voorwaarden de oplossing acceptabel is. Het uitvoeren van een micro-simulatie kan hiervoor uitkomst bieden.

Quick win-maatregelen

Dit onderzoek is uitgevoerd om inzichtelijk te maken welke maatregelen de doorstromings- en veiligheidsproblemen voorkomen. Hiervoor is een reconstructie van het kruispunt noodzakelijk. Om reeds op korte termijn de verkeerssituatie te verbeteren kunnen enkele quick win-maatregelen worden uitgevoerd.

De volgende 'quick win' maatregelen zijn op korte termijn te realiseren om in ieder geval de *(subjectieve) verkeersveiligheid te verbeteren* door het attentieniveau ter hoogte van de oversteken te verbeteren. Hierbij stellen we voor om:

- de bebording conform de ontwerpeisen toe te passen: plaatsen bord D6 op oostelijke tak van de rotonde
- de markering opnieuw aan te brengen
- bij een fietsoversteek in twee richtingen asmarkering toe te passen
- van rode asfaltlaag opnieuw aan te brengen
- De oversteek verhoogd uit te voeren

De volgende 'quick win' maatregel is op korte termijn te realiseren om in ieder *geval (subjectieve) verkeersveiligheid én afrijcapaciteit te verbeteren* door het schijnconflict met de fietsers in noordelijke richting weg te nemen. Hierbij stellen we voor om:

- het huidige fietspad aan de noordoostkant van de rotonde uit te buigen
- meer afstand te creëren tussen de rijbaan van de N226 en het fietspad in noordelijke richting

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: MEMO PROGNOSE 2030

- *Memorandum prognosecijfers 2030 rotonde N225-N226 uit VRU-model 3.2*, juli 2018

Memorandum

Datum	: 31 juli 2018	
Aan	: Leonid Braimaister	
Van	: Mladen Sušilović	Tel: 06-52769781
Onderwerp	: Prognose	

U hebt ons gevraagd prognosecijfers van het verkeer op de rotonde N225 / N226 te leveren.

Gemiddelde werkdag in 2030

Prognose drukste uur ochtendspits (PAE)

N226

			120	46	174			
			10	11	12			
	95	9				1	557	
N225 west	109	8				2	325	N225 oost
	4	7				3	29	
			6	5	4			
			55	219	10			

Broekhuizerlaan

Gemiddelde werkdag drukste maand 2030

Prognose drukste uur ochtendspits (PAE)

N226

			132	51	191			
			10	11	12			
	105	9				1	613	
N225 west	120	8				2	358	N225 oost
	4	7				3	32	
			6	5	4			
			61	241	11			

Broekhuizerlaan

Prognose drukste uur avondspits (PAE)

N226

			100	200	618			
			10	11	12			
	129	9				1	222	
N225 west	419	8				2	162	N225 oost
	39	7				3	70	
			6	5	4			
			18	60	18			

Broekhuizerlaan

Prognose drukste uur avondspits (PAE)

N226

			110	220	680			
			10	11	12			
	142	9				1	244	
N225 west	461	8				2	178	N225 oost
	43	7				3	77	
			6	5	4			
			20	66	20			

Broekhuizerlaan

Prognose 2030

We hebben een prognose voor 2030 uit het verkeersmodel VRU 3.2 beschikbaar.
We hebben van kruispuntstromen van 2010 (basisjaar van het verkeersmodel) en 2030 een lineaire interpolatie voor 2018 gemaakt. Deze interpolatie is vergeleken met de gecorrigeerde tellingen uit 2018.
Op basis daarvan zijn correctiefactoren voor de kruispuntstromen bepaald. Deze factoren zijn toegepast op het prognosejaar 2030 van het verkeersmodel. Op de rijrichtingen waar de prognose 2030 lager is dan de telling 2018 wordt die prognose 2030 vervangen door de telling 2018.
Vanwege onvolkomenheden in het verkeersmodel zijn prognoses voor richtingen 5, 9, 10, 11 en 12 handmatig aangepast.
De prognoses gelden voor de drukste uur van de ochtendspits en de avondspits van een gemiddelde werkdag in 2030 én van een gemiddelde werkdag van de drukste maand in 2030. Ze zijn weergegeven in PAE's.

Advies

Kijken in de toekomst blijft een onzekere zaak. Daarom moet u deze prognose niet te absoluut zien. Hanteer daarom, afhankelijk van het doel van de studie en de aanwezigheid van vage (ruimtelijke) plannen, een marge van bijvoorbeeld -20% en +20 %.

Verantwoording verkeersmodel
We hebben voor deze exercitie het verkeersmodel VRU 3.2 uit mei 2016 gebruikt. Het verkeersmodel is een vraagmodel. Op basis van sociaal economische gegevens wordt de hoeveelheid verkeer per zone geschat. De bestemming van het verkeer wordt met behulp van een zwaartekrachtmodel bepaald.
Het model schat de hoeveelheid verkeer voor vier dagdelen: In VRU3.02 is de gemiddelde werkdagsituatie in beschouwing genomen voor de volgende dagdelen:

- ochtendspits (07.00-09.00 uur);
- avondspits (16.00-18.00 uur);
- restdag (09:00-16:00 + 18:00-07:00 uur) voor OV
- restdag_dag (09.00-16.00 uur) voor autoverkeer
- restdag_avondnacht (18.00-07.00 uur) voor autoverkeer.

Het model houdt bij het toedelen (beperkt) rekening met de capaciteit van de weg en kruispuntweerstanden. Voor elk wegvak is een capaciteit ingevoerd en voor elk kruispunt een (vertragings-)weerstand. Het verkeer wordt in maximaal dertig iteraties toegedeeld. Na elke iteratieslag wordt, rekening houdend met de berekende I/C (intensiteit/capaciteit) verhoudingen, opnieuw de route bepaald.
De toedeling voor een etmaal ontstaat door de toedelingen van de vier dagdelen bij elkaar op te tellen.

Disclaimer
Aan de totstandkoming van onderhavige prognoses, met de tekst en de onderliggende databases, is met grote zorgvuldigheid gewerkt. De Provincie Utrecht aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade als gevolg van het raadplegen van de prognoses, noch voor schade als gevolg van eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden.

Mutaties
De Provincie Utrecht behoudt zich het recht voor om de prognoses zonder voorafgaand bericht of bericht achteraf te wijzigen of te corrigeren.

Mladen Sušilović

BIJLAGE 2: FASENDIAGRAMMEN (INDICATIEF)

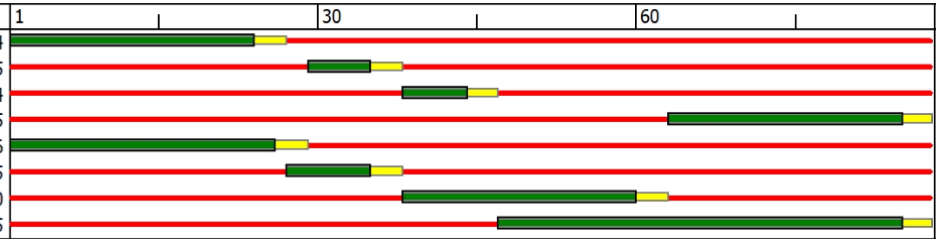
- VRI met fietstunnel
- VRI met fietsers in de regeling

VRI met fietstunnel

Niet haalbaar

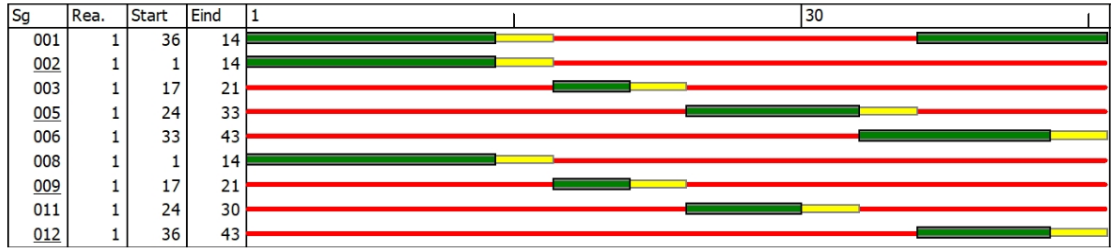
Ochtendspits, *zonder opstelstrook* rechtsaf op oostelijk tak

Sg	Rea.	Start	Eind
002	1	1	24
003	1	29	35
005	1	38	44
006	1	63	85
008	1	1	26
009	1	27	35
011	1	38	60
012	1	47	85



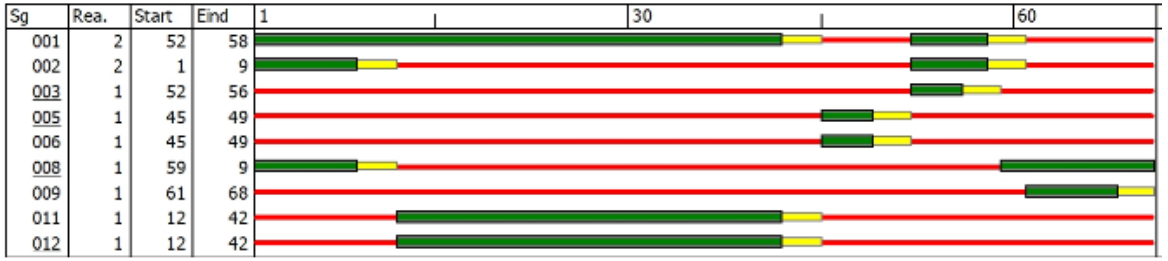
Avondspits, *zonder opstelstrook* rechtsaf op oostelijk tak

Sg	Rea.	Start	Eind
001	1	36	14
002	1	1	14
003	1	17	21
005	1	24	33
006	1	33	43
008	1	1	14
009	1	17	21
011	1	24	30
012	1	36	43



Ochtendspits, *met opstelstrook* rechtsaf op oostelijk tak

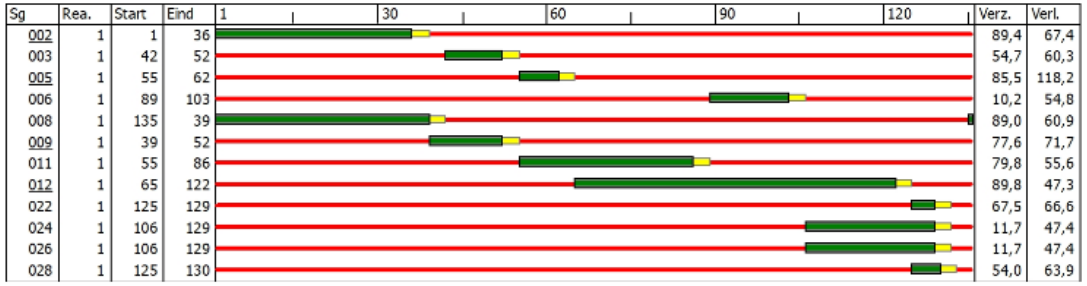
Sg	Rea.	Start	Eind
001	2	52	58
002	2	1	9
003	1	52	56
005	1	45	49
006	1	45	49
008	1	59	9
009	1	61	68
011	1	12	42
012	1	12	42



Avondspits, *met opstelstrook* rechtsaf op oostelijk tak

VRI met fietsers in de regeling

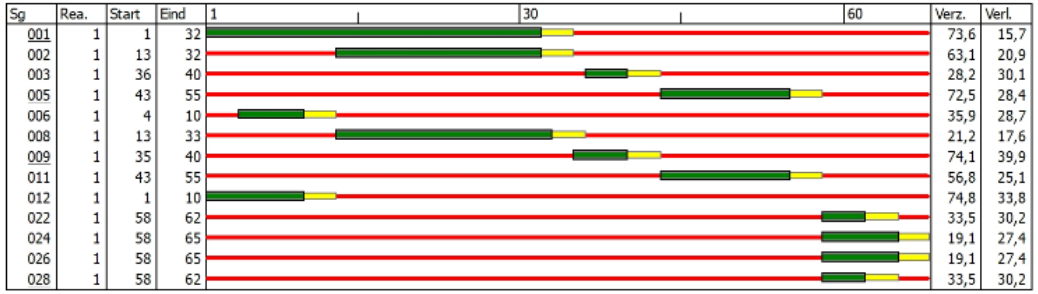
Niet haalbaar



Sg	Rea.	Start	Eind	Verz.	Verl.
002	1	1	36	89,4	67,4
003	1	42	52	54,7	60,3
005	1	55	62	85,5	118,2
006	1	89	103	10,2	54,8
008	1	135	39	89,0	60,9
009	1	39	52	77,6	71,7
011	1	55	86	79,8	55,6
012	1	65	122	89,8	47,3
022	1	125	129	67,5	66,6
024	1	106	129	11,7	47,4
026	1	106	129	11,7	47,4
028	1	125	130	54,0	63,9

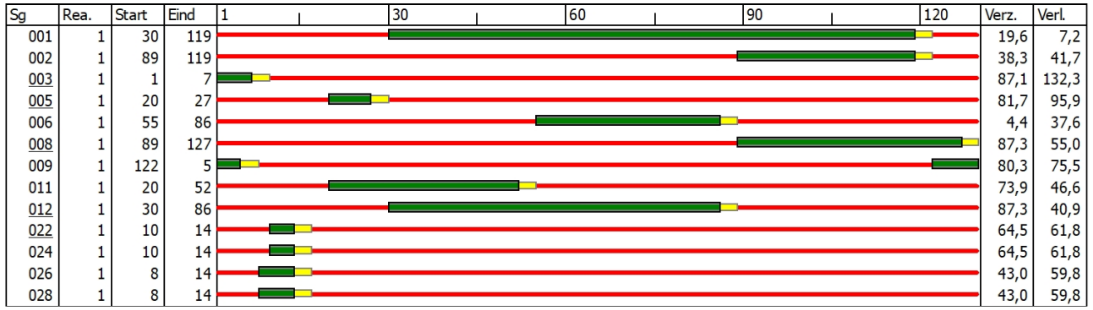
Ochtendspits, *zonder opstelstrook rechtsaf* op oostelijk tak

Avondspits, *zonder opstelstrook rechtsaf* op oostelijk tak



Sg	Rea.	Start	Eind	Verz.	Verl.
001	1	1	32	73,6	15,7
002	1	13	32	63,1	20,9
003	1	36	40	28,2	30,1
005	1	43	55	72,5	28,4
006	1	4	10	35,9	28,7
008	1	13	33	21,2	17,6
009	1	35	40	74,1	39,9
011	1	43	55	56,8	25,1
012	1	1	10	74,8	33,8
022	1	58	62	33,5	30,2
024	1	58	65	19,1	27,4
026	1	58	65	19,1	27,4
028	1	58	62	33,5	30,2

Ochtendspits, *met opstelstrook rechtsaf* op oostelijk tak



Sg	Rea.	Start	Eind	Verz.	Verl.
001	1	30	119	19,6	7,2
002	1	89	119	38,3	41,7
003	1	1	7	87,1	132,3
005	1	20	27	81,7	95,9
006	1	55	86	4,4	37,6
008	1	89	127	87,3	55,0
009	1	122	5	80,3	75,5
011	1	20	52	73,9	46,6
012	1	30	86	87,3	40,9
022	1	10	14	64,5	61,8
024	1	10	14	64,5	61,8
026	1	8	14	43,0	59,8
028	1	8	14	43,0	59,8

Avondspits, *met opstelstrook rechtsaf* op oostelijk tak

Contact

Voor vragen en opmerkingen kunt u contact opnemen met:

Dennis van Wieren
Projectleider / Adviseur Smart Mobility
+31 6 517 837 57
dennis.vanwieren@sweco.nl

www.sweco.nl

SWECO