

Rapport

VERKEERSTUDIE BROMTOL

Studie naar de afwikkelingscapaciteit van de
Bromtol

COLOFON

Titel:	Verkeerstudie Bromtol
Subtitel:	Studie naar de afwikkelingscapaciteit van de Bromtol
Opdrachtgever:	Gemeente Oosterhout Bart Kokken Bas van der Burgt
Opdrachtnemer:	DTV Consultants B.V. Robbert de Koning
Datum:	14 januari 2020
Kenmerk:	190266/RKo
Status rapport:	DEFINITIEF

1	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel van het onderzoek	4
1.3	Leeswijzer	4
2	INVENTARISATIE	6
2.1	Verkeerstelling	6
2.2	Wachtrijmeting	7
2.3	Toekomstige situatie	9
2.4	Relatie bromtol met A59	10
3	BEOORDELING VERKEERSAFWIKKELING	13
3.1	Huidige ontwerp: Enkelstrooksrotonde	13
3.2	Statische berekening: Meerstrooksrotondeverkenner	14
3.3	Dynamische berekening: Vissim simulatie	14
3.3.1	Verloop van de spitsperioden	17
4	ONTWERP VARIANTEN	20
4.1	Ontwerpvariant 1: Ovonde	20
4.2	Ontwerpvariant 2: Turborotonde	22
4.3	Afwikkelingscapaciteit in 2035	25
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	28
5.1	Conclusies	28
5.2	Aanbevelingen	29

INLEIDING

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Op het kruispunt Weststadweg – Technologieweg – Brieltjensweg – Stelvenseweg, beter bekend als de rotonde Bromtol in de gemeente Oosterhout, is door een groeiend verkeersaanbod steeds vaker sprake van een mindere verkeersafwikkeling. In 2012 is een eerste verkeersstudie uitgevoerd waarin de afwikkelingscapaciteit van de rotonde is beoordeeld. Ook is toen het toekomstig presteren van de rotonde onderzocht aan de hand van modelcijfers. Nu de reconstructie daadwerkelijk is voorzien, wil de gemeente Oosterhout de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op de rotonde nogmaals beschouwen.



1.2 DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het doel van deze studie is verdeeld naar de volgende hoofdvragen:

- Wat is de afwikkelingscapaciteit van de huidige rotonde in 2019 en 2040?
- Wat is de afwikkelingscapaciteit van de twee oplossingsvarianten, de ovonde en de turborotonde in het prognosejaar 2040?
- Indien de oplossingsvarianten de voorspelde verkeersdruk van 2040 niet kunnen verwerken, tot welk jaar is de afwikkelingscapaciteit wel voldoende?

1.3 LEESWIJZER

Het rapport volgt de procesmatig doorlopen stappen van het onderzoek om zo antwoord te geven op de onderzoeksvragen. In hoofdstuk 2 is de inventarisatie beschreven van het gebruik van de rotonde in zowel de huidige als toekomstige situatie. Hoofdstuk 3 beschrijft de beoordeling van de kwaliteit van de verkeersafwikkeling van het huidige ontwerp, waarna in hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de simulatie van de ontwerpvarianten. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies en aanbevelingen opgesomd.

INVENTARISATIE

2 INVENTARISATIE

2.1 VERKEERSTELLING

Om de verkeersstromen op de rotonde te inventariseren zijn camera's geplaatst, die van 25 september tot 11 oktober 2019 opnames hebben gemaakt van de rotonde en de westelijke Weststadweg (figuur 2.1 en 2.3).

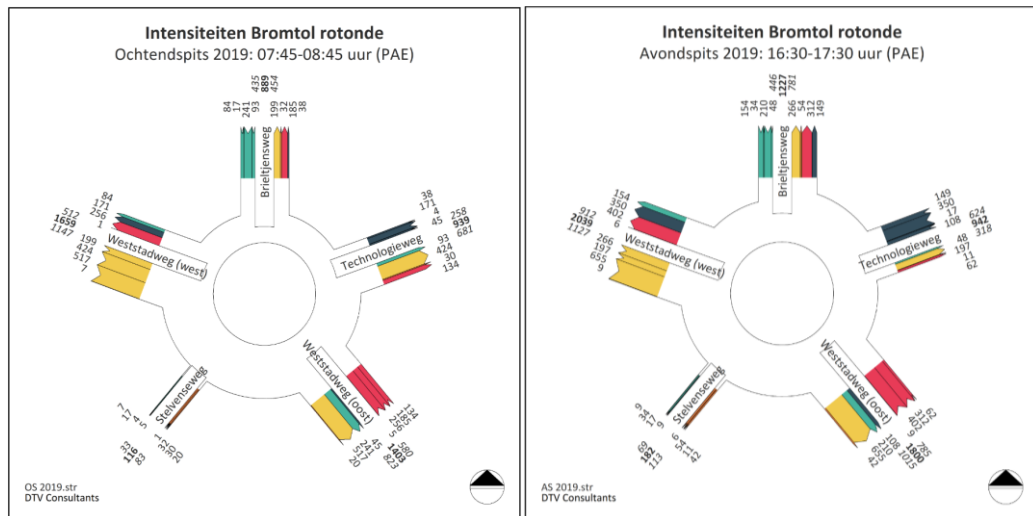


Figuur 2.1. Beelden van de Bromtol waarmee het verkeer is geteld.

Parallel aan de opnameperiode zijn ook telslangen weggelegd op onder andere toegangswegen van de rotonde. Gegevens van deze telslangen zijn gebruikt om te bepalen welke van de dertien dagen representatieve dagen waren. Van de twee dagen die qua intensiteiten het dichtst bij het gemiddelde van alle dertien dagen lagen, zijn de verkeersstromen op de rotonde nader in beeld gebracht. Dit betrof woensdag 2 en woensdag 9 oktober 2019. Het verkeer in de ochtendspits (07.00 – 09.00) en avondspits (16.00 – 18.00) van deze twee dagen is per kwartier geteld. Hierbij is onderscheid gemaakt naar personenauto's, motors, licht vrachtverkeer en zwaar vrachtverkeer. Het gemiddelde van deze twee dagen is vervolgens gebruikt als basis voor de capaciteitsberekeningen. In figuur 2.2 staan de resultaten van de tellingen omgezet naar PAE's¹ in het drukste uur van de ochtend- en avondspits.

In zowel de ochtend- als avondspits gaat de grootste verkeersstroom op de rotonde van de Weststadweg (west) naar de Weststadweg (zuid). Alleen de stromen van en naar de Technologieweg zijn in de ochtendspits duidelijk gespiegeld ten opzichte van de avondspits. Verder zijn de verkeersstromen op de rotonde ongeveer gelijk in beide spitsen.

¹ PAE (PersonenAuto Equivalent) is een meetwaarde die wordt gebruikt om de intensiteit of capaciteit van een weg of kruispunt te bepalen. Een vrachtauto heeft een hogere PAE waarde dan een personeauto.



Figuur 2.2. Intensiteiten (uitgedrukt in PersonenAuto Equivalent) in het drukste uur van de ochtend- en avondspits in 2019.

2.2 WACHTRIJMETING

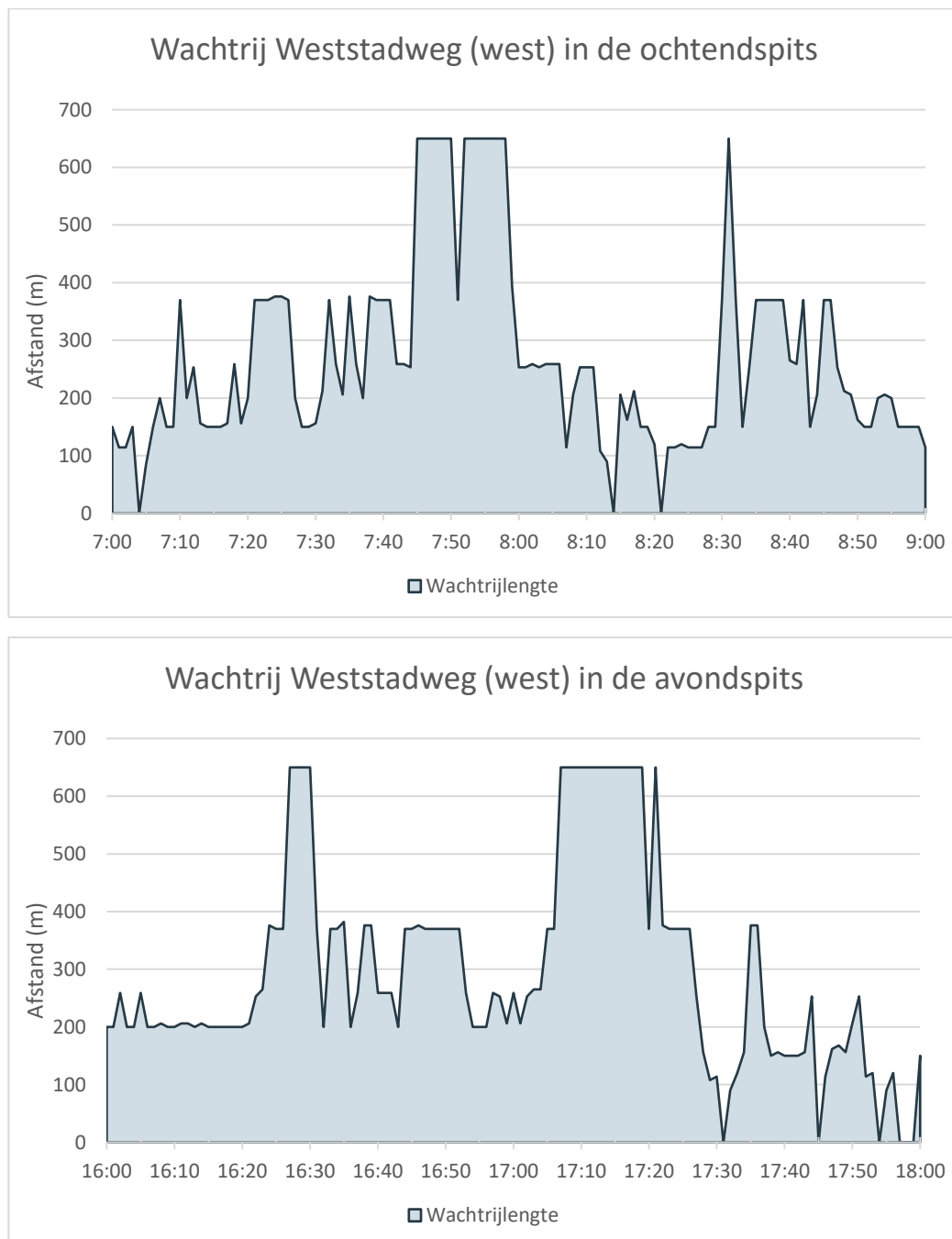
Op 2 en 9 oktober is een inschatting gemaakt van de wachtrijlengte op de Weststadweg (west). Onder andere verkeersborden en lantaarnpalen dienden hierbij als referentiepunten. De afstand van de rotonde tot aan deze referentiepunten plus het aantal auto's wat voorbij dit punt staat, geeft een beeld van de lengte van de wachtrij.



Figuur 2.3. Beeld van de Weststadweg (west) waarmee de wachtrij is gemeten.

In de grafieken in figuur 2.4 is de gemiddelde wachtrijlengte van beide dagen weergegeven voor de ochtend- en avondspits. Uit de metingen kan worden geconcludeerd dat in beide spitsen sprake is van oververzadiging: in een kwartier komen er meer auto's aan dan kunnen worden verwerkt (in de grafieken neemt de wachtrij dan niet af tot 0). Dit betekent dat tijdens

de tellingen de capaciteit is geteld in plaats van de intensiteit. Om de werkelijke intensiteit meer te benaderen, is het gemiddelde aantal wachtende auto's per kwartier bij de tellingen opgeteld. Tijdens de meting kon niet verder dan 650 meter worden gekeken. Vanaf dat punt werd het beeld te onscherp. Het is echter wel mogelijk dat de wachtrij op bepaalde momenten deze 650 meter heeft overschreden.



Figuur 2.4. Verloop van de wachtrijlengtes op de Weststadweg (west) in de ochtend- en avondspits

2.3 TOEKOMSTIGE SITUATIE

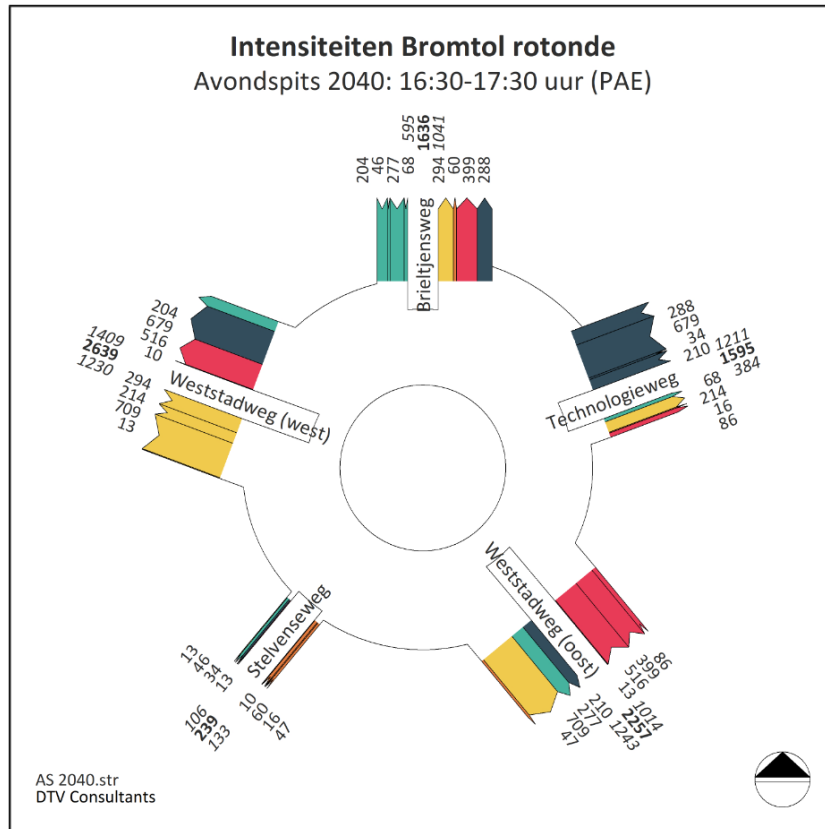
Naast het vaststellen van het gebruik van de rotonde in de huidige situatie, is ook het gebruik in de toekomstige situatie (2040) geïnterpreteerd. Omdat de avondspits de maatgevende periode is, is voor de toekomstige situatie alleen de avondspits geanalyseerd. Hiervoor is het BBMA² als basis gebruikt. In overleg met de gemeente Oosterhout zijn de volgende groeipercentages vastgelegd.

Groei tussen 2019 en 2040	
Weststadweg (zuid)	26%
Stelvenseweg	6%
Weststadweg (west)	7%
Brieltjensweg	29%
Technologieweg	92%

Tabel 2.5. De groeipercentages per arm tussen 2019 en 2040.

De beperkte stijging van de verkeersdruk op de Weststadweg (west) is een gevolg van een herinrichting van knooppunt Hooipolder. In de huidige situatie is een deel van het verkeer op de Bromtol permanent sluipverkeer. De verwachting is dat met een verbeterde doorstroming op knooppunt Hooipolder dit verkeer meer van de rijkswegen gebruik zal gaan maken. De grote toename van het verkeer op de Technologieweg is het gevolg van de mogelijke uitbreiding van het industrieterrein Weststad III. De intensiteiten voor de avondspits in 2040 staan in figuur 2.6.

² BBMA (BrabantBrede ModelAanpak) is een samenwerking tussen de Provincie Noord-Brabant en Brabantse wegbeheerders met doel om een goed onderbouwd statisch verkeersmodel te bouwen. Met dit model worden prognoses gedaan over de verdeling van het verkeer over de provincie in de toekomst.



Figuur 2.6. Intensiteiten (PAE) in het drukste uur van de avondspits in 2040.

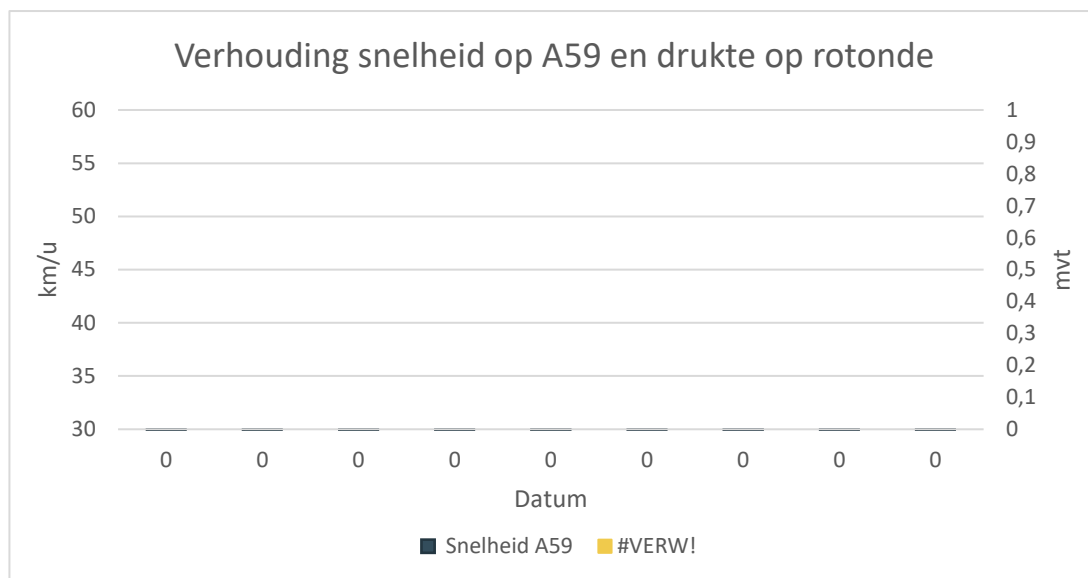
2.4 RELATIE BROMTOL MET A59

Om een indicatie te geven van de samenhang tussen de doorstroming op de A59 en de drukte op de rotonde, is de gemiddelde snelheid op de A59 vergeleken met de intensiteit op de Weststadweg (west). Van de dertien opnamedagen zijn tien dagen gekozen om de volgende twee variabelen met elkaar te vergelijken:

- De gemiddelde snelheid in de avondspits op de A59 in oostelijke richting.
- De intensiteit in de avondspits op de Weststadweg (west) richting de rotonde.

In grafiek 2.7 zijn de stippellijnen de gemiddelde trendlijnen. Zo is te zien dat op de dagen dat de gemiddelde snelheid op de A59 laag is, de gemiddelde intensiteit op de Weststadweg iets hoger is dan gemiddeld. Op basis van deze vergelijking kan niet worden vastgesteld of er een causaal verband is tussen de twee variabelen. Daarvoor is een uitgebreider onderzoek nodig. De grafiek geeft wel een eerste indruk van een mogelijk verband.

De modelcijfers van 2040 gaan uit van een situatie waarin het knelpunt op knooppunt Hooipolder (A59 en A27) is opgelost. In de prognose is er vanuit gegaan dat dit als gevolg heeft dat er minder sluipverkeer over de rotonde rijdt.



Figuur 2.7. De intensiteiten op de Weststadweg (west) afgezet tegen de snelheid op de A59 in oostelijke richting.

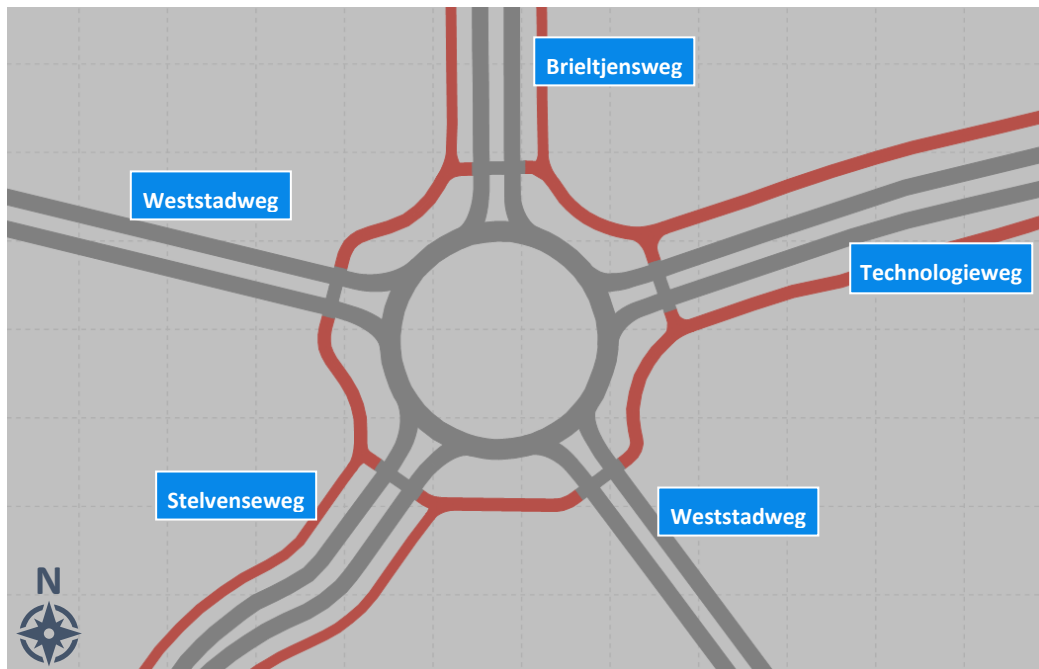
3 BEOORDELING VERKEERSAFWIKKELING

Door middel van een statische berekening met de 'Meerstrooksrotondeverkenner' is aangetoond of het huidige ontwerp van de Bromtol de 2019 of 2040 intensiteiten kan verwerken. De berekeningen zijn uitgevoerd voor het drukste uur voor de ochtend- en avondspits in 2019 en de avondspits in 2040.

Daarnaast zijn ook dynamische berekeningen uitgevoerd met het microsimulatie model Vissim om zo ook het effect van de fluctuaties in de verkeersstromen op de rotonde te onderzoeken.

3.1 HUIDIGE ONTWERP: ENKELSTROOKSROTONDE

Het huidige ontwerp is een enkelstrooksrotonde met vijf takken. Dit ontwerp is gesimuleerd om enerzijds een beeld te geven van de ernst van het doorstromingsprobleem en anderzijds te fungeren als referentiesituatie.



Figuur 3.1. De huidige situatie als Vissimnetwerk.

Uitgangspunten voor de simulatie

- De snelheid op de rotonde is, gebaseerd op de rijcurve, 25 km/u voor het autoverkeer en 20 km/u voor het vrachtverkeer. Deze snelheden zijn bepaald aan de hand van de boogstralen op de rotonde.
- Behalve het maken van de bocht is de rijtaak op deze rotonde relatief eenvoudig. Oprijdend verkeer hoeft daarom niet verder af te remmen.
- Gemotoriseerd verkeer heeft voorrang op fietsers bij de oversteken.

3.2 STATISCHE BEREKENING: MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER

In tabel 3.2 staan de resultaten van de statische berekening voor 2019 en 2040. Over het algemeen geldt dat een verzadigingsgraad (verhouding tussen de intensiteit en capaciteit op een toeleidende rijstrook van de rotonde) tot 0,8 als acceptabel wordt beschouwd. Er is dan nog voldoende restcapaciteit om fluctuaties in het verkeer (verkeersaanbod en weersinvloeden) op te vangen. Een verzadigingsgraad van hoger dan 1,0 is in de tabel als 'oververzadiging' opgenomen. Voor de statische berekening is gerekend met de intensiteiten van het drukste uur.

Arm	Verzadigingsgraad		
	2019		2040
	Ochtendspits	Avondspits	Avondspits
Weststadweg (zuid)	0,82	0,88	Oververzadiging
Stelvenseweg	0,33	0,41	Oververzadiging
Weststadweg (west)	Oververzadiging	Oververzadiging	Oververzadiging
Brieltjensweg	0,42	0,72	Oververzadiging
Technologieweg	0,31	Oververzadiging	Oververzadiging

Tabel 3.2. De resultaten van de berekeningen van de huidige situatie met de meerstrooksrotondeverkenner.

Ochtendspits 2019

De Weststadweg (west) is in de ochtendspits oververzadigd. Het aantal voertuigen wat conflicteert met deze arm is beperkt, maar de arm heeft te weinig capaciteit om het aanbod van verkeer op de arm zelf af te wikkelen. Ook op de Weststadweg (zuid) is de acceptabele verzadigingsgraad net overschreden. Hoewel hier het aanbod van verkeer op de arm zelf beperkt is, is er meer conflicterend verkeer wat naar de Technologieweg en de Brieltjensweg rijdt. Daardoor vallen er te weinig hiaten op de rotonde om op te rijden vanaf de Weststadweg (zuid). Op de andere armen is er voldoende capaciteit om het verkeer te verwerken.

Avondspits 2019

In de avondspits ligt de verzadigingsgraad op iedere arm van de rotonde hoger dan in de ochtendspits. Dit komt door duidelijk hogere intensiteiten. Ook op de Technologieweg is nu sprake van oververzadiging. Hoewel het aanbod van verkeer op de arm zelf nog beperkt is, is de stroom conflicterende voertuigen te groot om al het verkeer op te kunnen laten rijden. Op de Stelvenseweg en de Brieltjensweg is nog voldoende capaciteit om het verkeer te verwerken.

Avondspits 2040

In 2040 zijn de intensiteit dusdanig toegenomen dat op alle armen sprake is van oververzadiging.

3.3 DYNAMISCHE BEREKENING: VISSIM SIMULATIE

Door middel van simulaties is de verliestijd per arm bepaald. Voor de simulaties zijn kwartierintensiteiten gebruikt. Hiermee zijn de fluctuaties in de spits gerealiseerd die niet uit de Meerstrooksrotondeverkenner blijken. Per scenario zijn vijf runs gesimuleerd om tot robuuste resultaten te komen. Het gemiddelde van de vijf runs is het uiteindelijke resultaat. De resultaten zijn getoond in tabel 3.3. De verliestijd is de extra tijd die het verkeer kwijt is door

vertraging op de rotonde. Dit is dus het verschil in tijd met een free flow³ situatie. De ochtendspits van 2040 is niet gesimuleerd omdat uit de eerste berekeningen bleek dat in 2019 de avondspits de maatgevende periode is.

Om te achterhalen wat de grens is van een acceptabele verliestijd, wordt de vergelijking met een verkeerslichtenregeling gemaakt. Een verkeerslichtenregeling op een kruispunt buiten de bebouwde kom heeft in principe een maximale cyclustijd van 120 seconden. De gemiddelde groentijd is dan ongeveer 25 seconden. De volgende vuistregel wordt vaak gebruikt om een indicatie te geven van de gemiddelde verliestijd op basis van de cyclustijd:

$$\text{Verliestijd} = \frac{\text{Cyclustijd} - \text{Groentijd}}{2}$$

Dit betekent dat de gemiddelde verliestijd $(120 - 25) / 2 = 45$ seconden zou zijn. Aangezien een rotonde in principe een betere doorstroming zou moeten hebben dan een verkeerslichtenregeling, wordt 45 seconden in dit onderzoek beschouwd als bovengrens van een acceptabele verliestijd.

Over het algemeen zijn de resultaten van de dynamische berekening zeer vergelijkbaar met de resultaten van de statische berekening. Dit geeft aan dat het model een goede representatie van de werkelijkheid is. Voor deze berekening zijn de intensiteiten van het drukste uur per spits gebruikt.

Arm	Gemiddelde verliestijd per richting (sec/min)		
	2019		2040
	Ochtendspits	Avondspits	Avondspits
Weststadweg (zuid)	19 / 0,3	34 / 0,6	271 / 4,5
Stelvenseweg	33 / 0,5	40 / 0,7	33 / 0,6
Weststadweg (west)	26 / 0,4	214 / 3,6	591 / 9,8
Brieltjensweg	11 / 0,2	23 / 0,4	88 / 1,5
Technologieweg	12 / 0,2	385 / 6,4	988 / 16,5

Tabel 3.3. De resultaten van de berekeningen van de huidige situatie met Vissim.

Ochtendspits 2019

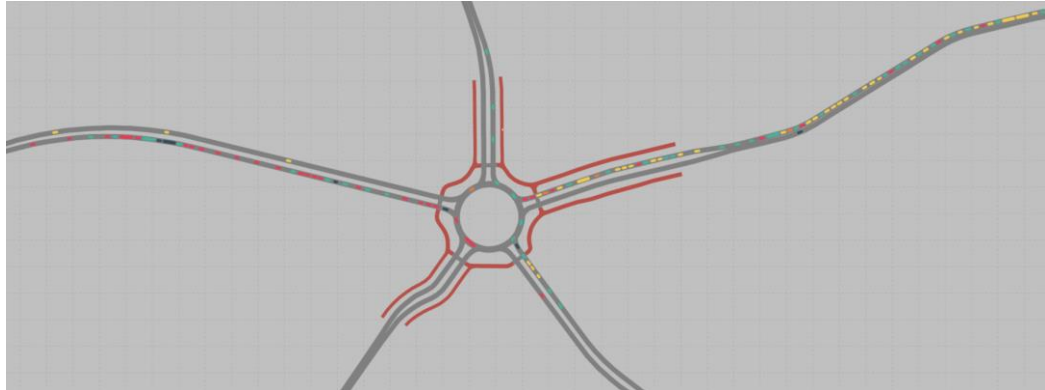
In de ochtendspits van 2019 is de verliestijd op alle armen nog relatief laag. Wat opvalt is dat de Stelvenseweg in de simulaties hoger uitvalt ten opzichte van de statische berekening. In de simulaties heeft het verkeer van de Stelvenseweg blijkbaar meer hinder van het conflicterende verkeer op de rotonde. Verder komt het beeld overeen met de statische berekening.

Avondspits 2019

In de avondspits van 2019 heeft het verkeer op de Technologieweg en Weststadweg (west) een zeer grote verliestijd, respectievelijk ongeveer 6,4 minuut en 3,6 minuut. De Weststadweg (zuid) en de Stelvenseweg hebben beide een verliestijd die nog onder de acceptabele grens vallen, namelijk respectievelijk 34 en 40 seconden. De Brieltjensweg heeft de laagste verliestijd in de avondspits van 2019. Dit kan worden verklaard uit het feit dat het verkeer de

³ Een 'free flow' situatie is een situatie waarin het verkeer geen hinder heeft van ander verkeer. De enige vertraging die het verkeer oploopt in een free flow situatie wordt veroorzaakt door de infrastructuur. Deze situatie wordt gebruikt als referentie om te bepalen wat de vertraging is als gevolg van de hoeveelheid verkeer.

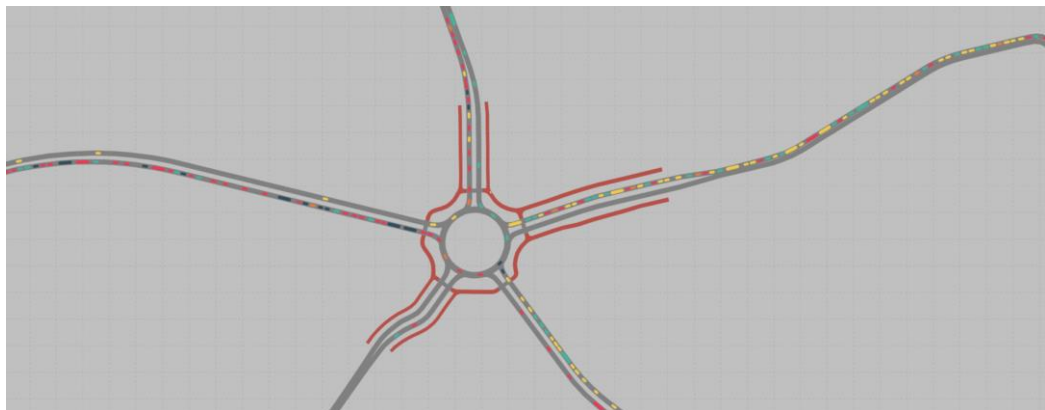
Technologieweg niet kan uitrijden. Hierdoor ontstaan grotere hiaten voor het verkeer komende vanaf de Brieltjensweg. In figuur 3.4 is te zien hoe in de simulatie om ongeveer 17:30 lange wachtrijen staan op de Weststadweg (west) en Technologieweg.



Figuur 3.4. Screenshot van simulatie van huidig ontwerp in de avondspits van 2019 om 17:30.

Avondspits 2040

In de avondspits van 2040 loopt de verliestijd op de Technologieweg zelfs op tot 16,5 minuut. Ook op de andere armen loopt de verliestijd hoog op. De intensiteiten zijn in 2019 al te hoog voor het huidige ontwerp, het is duidelijk dat dit ontwerp de gestegen intensiteiten van 2040 niet kan verwerken.

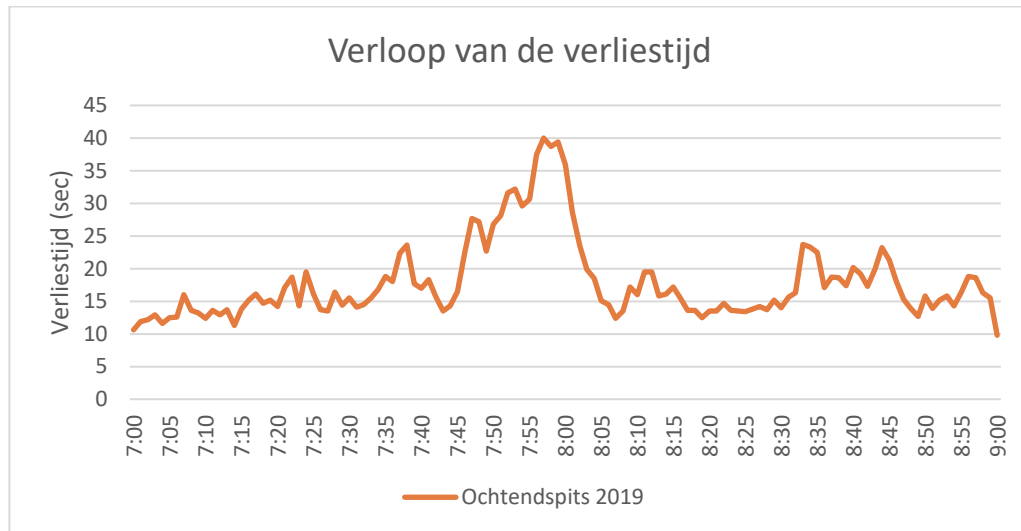


Figuur 3.5. Screenshot van simulatie van huidig ontwerp in de avondspits van 2040 om 17:15.

In figuur 3.5 is een screenshot van de simulatie getoond, waarop goed te zien is dat in 2040 ook lange wachtrijen ontstaan op de Weststadweg (zuid) en Brieltjensweg.

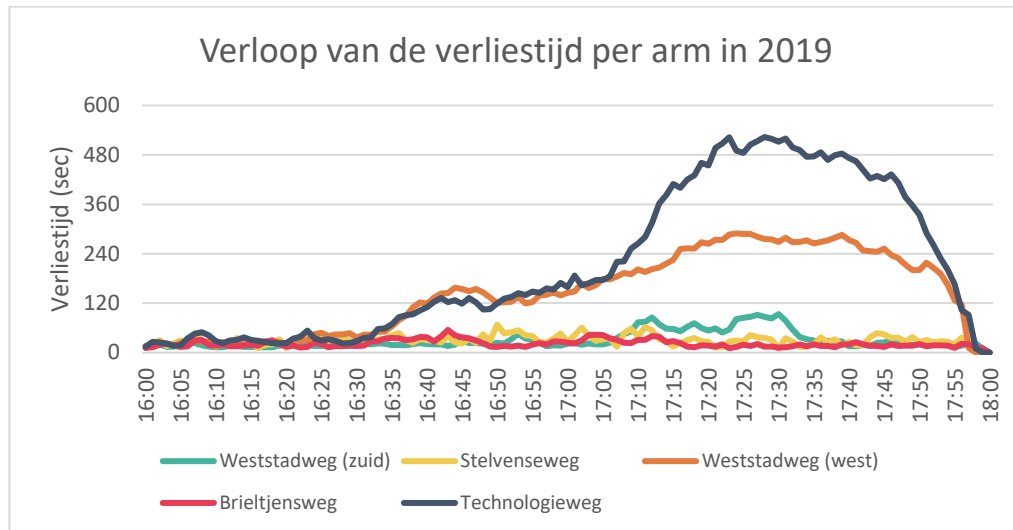
3.3.1 Verloop van de spitsperioden

Het verloop van de gemiddelde verliestijd op de rotonde in de ochtendspits van 2019 is getoond in figuur 3.6. In figuur 3.7 en 3.8 is de gemiddelde verliestijd per arm voor de avondspits in 2019 en de avondspits in 2040 getoond. De verliestijd in de avondspitsen is per arm getoond, zodat deze als vergelijking kunnen dienen met de uitkomsten van de ontwerpvarianten.

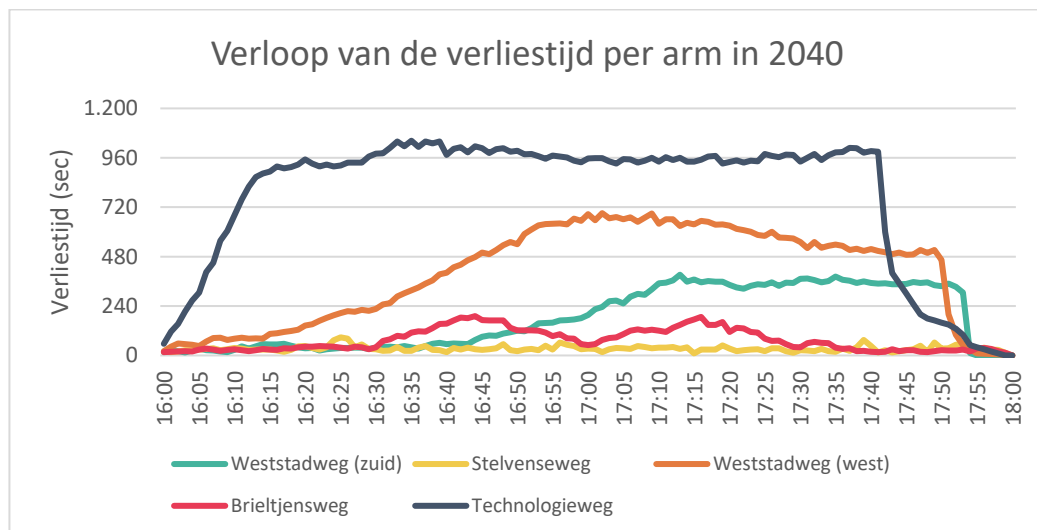


Figuur 3.6. Verloop van de gemiddelde verliestijd van alle voertuigen op de rotonde in de ochtendspits.

In de ochtendspits is te zien dat de doorstromingsproblemen zich concentreren tot een periode van ongeveer 20 minuten. Namelijk van 07:45 tot 08:05. Gemiddeld over de hele spitsperiode is de verliestijd op de rotonde in de ochtendspits laag. De gemiddelde verliestijd blijft over de hele spits onder de 45 seconden.



Figuur 3.7. Verloop van de verliestijd van alle voertuigen per arm in de avondspits van 2019.



Figuur 3.8. Verloop van de verliestijd van alle voertuigen per arm in de avondspits van 2040.

In de avondspits van 2019 gaat de gemiddelde verliestijd op de Weststadweg (west) en Technologieweg al snel richting de 120 seconden. Tussen 17:00 en 18:00 gaan de gemiddelde verliestijden zelfs naar ruim boven de 4 minuten op de Weststadweg (west) en 8 minuten op de Technologieweg.

In de avondspits van 2040 beginnen de problemen op de Technologieweg vrijwel meteen aan het begin van de spitsperiode. De problemen houden de gehele spitsperiode aan met een gemiddelde verliestijd van rond de 16 minuten. Op de andere armen ligt de gemiddelde verliestijd in het drukste uur boven de 2 minuten.

The background is a solid orange color with several overlapping, semi-transparent geometric shapes in varying shades of orange, creating a modern, abstract design. The shapes are primarily triangles and quadrilaterals, some pointing towards the corners and others towards the center.

BEOORDELING VERKEERSAFWIKKELING ONTWERPVARIANTEN

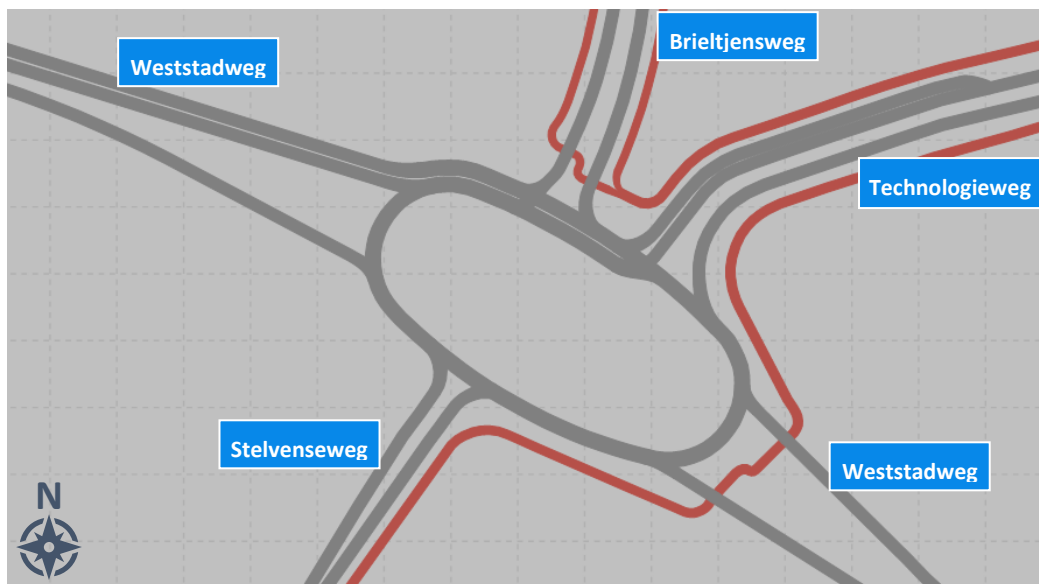
4 ONTWERPVARIANTEN

In dit simulatieonderzoek zijn naast het huidige ontwerp nog vier ontwerpvarianten gesimuleerd. Uit simulatie van de eerste twee varianten bleek al snel dat deze de toekomstige verkeersdruk niet goed kunnen verwerken. Daarom is de analyse van de initiële ontwerpen gestopt, zijn beide ontwerpen geoptimaliseerd en zijn de geoptimaliseerde versies verder geanalyseerd.

In dit hoofdstuk zijn de resultaten beschreven van de simulatiestudie voor beide varianten. Beide varianten zijn ieder vijf keer gesimuleerd om tot robuuste resultaten te komen. Voor iedere variant is berekend wat het effect is op de doorstroming. De resultaten van de simulaties met de huidige vormgeving en 2040 verkeersstromen dienen als referentie voor de ontwerpvarianten. De volgende berekeningen zijn uitgevoerd voor de avondspits van 2040. Omdat de verliestijd in beide varianten op sommige momenten in de spits nog boven het acceptabele niveau liggen, is ook onderzocht hoe de varianten presteren in 2035.

4.1 ONTWERPVARIANT 1: OVONDE

Het eerste oplossingsontwerp is een ovonde. Dit is een enkelstrooksrotonde alleen dan met een meer ovale vorm. Daardoor liggen de aansluitingen op de rotonde verder uit elkaar en is de snelheid op de rotonde wat hoger. In dit ontwerp is er een extra rijstrook bijgekomen tussen de Technologieweg en de Weststadweg (west) om meer capaciteit te creëren voor het verkeer vanaf de Technologieweg. Daarnaast is de fietspadenstructuur iets aangepast, waardoor de oversteken iets veiliger worden.



Figuur 4.1. Het definitieve ontwerp van de ovonde als Vissimnetwerk.

Uitgangspunten voor de simulatie

- De snelheid op de rotonde is op het rechte stuk 40 km/u en in de bochten 25 km/u voor het personenverkeer en 20 km/u voor het vrachtverkeer. Deze snelheden zijn bepaald aan de hand van de boogstralen op de rotonde.

- De snelheid bij benadering van de rotonde ligt op beide kanten van de Weststadweg op 30 km/u voor het personenverkeer en 25 km/u voor het vrachtverkeer. Vanaf deze armen is de bocht op de rotonde minder scherp en hoeft het verkeer dus minder af te remmen.
- Op de overige armen ligt de snelheid bij benadering op 25 km/u voor personenverkeer en 20 km/u voor het vrachtverkeer.
- Ongeveer 40% procent van het verkeer vanaf de Technologieweg naar de Weststadweg (west) gebruikt de binnenste rijstrook op de rotonde. Vanaf de Weststadweg (zuid), Stelvenseweg en Brieltjensweg gebruikt ongeveer 5% van het verkeer deze rijstrook.
- Gemotoriseerd verkeer heeft voorrang op fietsers bij de oversteken.

Simulatie resultaten

In de simulaties zijn gemiddelde verliestijden en wachtrijlengtes geanalyseerd. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de ovonde vergeleken met het huidige ontwerp en toekomstige verkeersstromen.

Herkomst	Gemiddelde verliestijd (sec/min)		Gemiddelde wachtrijlengte (m)	
	Huidige situatie	Ovonde	Huidige situatie	Ovonde
Weststadweg (zuid)	197 / 3,3	28 / 0,5	333	25
Stelvenseweg	33 / 0,5	23 / 0,4	1	1
Weststadweg (west)	418 / 7,0	299 / 5,0	1.024	647
Brieltjensweg	72 / 1,2	50 / 0,8	44	26
Technologieweg	875 / 14,6	170 / 2,8	697	202

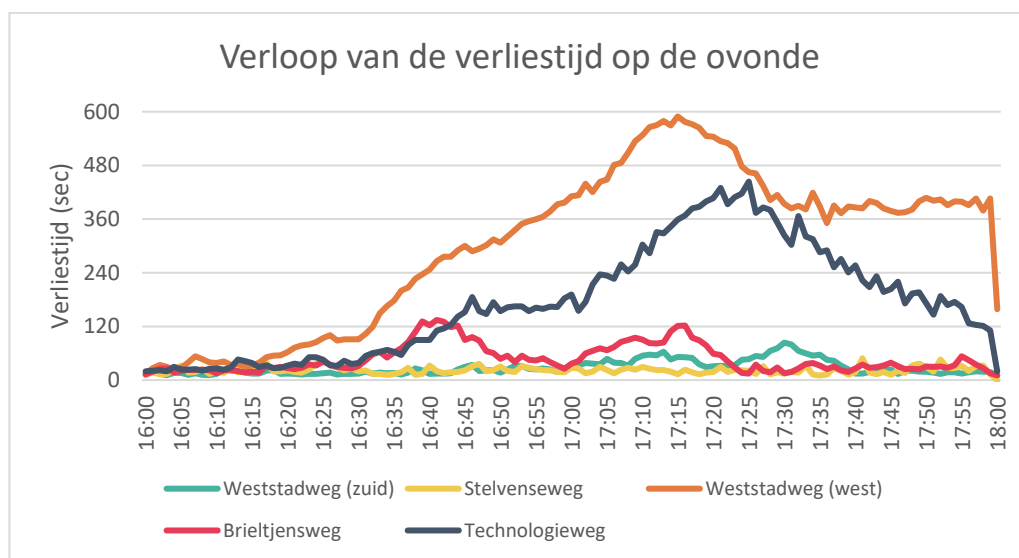
Tabel 4.2. De resultaten van de simulatie van de ovonde in vergelijking met de huidige situatie.

De ovonde heeft met de intensiteiten van 2040 nog steeds grote afwikkelingsproblemen. Ook is duidelijk te zien dat de verliestijd zeer onevenwichtig is verdeeld over de verschillende armen.

- De gemiddelde verliestijd op de Weststadweg (zuid) vermindert sterk ten opzichte van het huidige ontwerp. Op deze arm is het aanbod van verkeer blijkbaar nog beperkt genoeg dat het elimineren van schijnconflicten een redelijk positief effect heeft. De gemiddelde verliestijd op deze arm is een acceptabele 30 seconden. De gemiddelde wachtrij neemt ook sterk af tot 25 meter.
- Op de Stelvenseweg verlaagt, de al relatief lage, gemiddelde verliestijd naar een acceptabele 23 seconden.
- De gemiddelde verliestijd per voertuig op de Weststadweg (west) daalt naar 5 minuten. Dit is dus nog steeds een zeer hoge verliestijd. Dit is ook goed verklaarbaar omdat er met dit ontwerp weinig maatregelen worden genomen. Terwijl deze arm in de huidige situatie al grote doorstromingsproblemen heeft. Het relatief kleine positieve effect komt voort uit het weghalen van schijnconflicten en het iets verhogen van de oprijnsnelheid. Ondanks het relatief lage aantal conflicterende voertuigen, zorgt de hoge aanbod verkeer op de arm zelf voor deze doorstromingsproblemen. Ook de gemiddelde wachtrijlengte is met 647 meter nog erg hoog.
- Op de Brieltjensweg verlaagt de gemiddelde verliestijd naar 50 seconden, wat net boven de acceptabele grens ligt. Doordat de conflicterende verkeersstromen van deze arm verdeeld zijn over twee rijstroken, vallen er meer gaten. Daardoor ontstaan er meer oprijmogelijkheden.
- Op de Technologieweg verlaagt de gemiddelde verliestijd naar 2,8 minuten. Hoewel het een verbetering is ten opzichte van de huidige situatie is dit nog steeds een te grote

vertraging. Hoewel er capaciteit wordt toegevoegd in de vorm van een rijstrook richting de Weststadweg (west), kan hier niet optimaal gebruik van worden gemaakt. Het conflicterende verkeer is namelijk nog steeds geconcentreerd tot een enkele rijstrook. Daardoor vallen er minder hiaten waarin het verkeer vanaf de Technologieweg zou kunnen oprijden. De gemiddelde wachtrij in de spits neemt af tot ongeveer 200 meter.

In figuur 4.3 is het verloop van de verliestijd per arm getoond. Hieruit blijkt dat op de Weststadweg (west) en Technologieweg de gemiddelde verliestijd over bijna anderhalf uur hoger dan 100 seconden is. De verliestijd op de Brieltjensweg gaat op een aantal momenten in de spits ook over de 100 seconden heen. De verliestijd op de Weststadweg (zuid) komt op het drukste moment van de spits ook in de buurt van de 100 seconden. Door onderstaande figuur te vergelijken met figuur 3.8 is te zien wat het effect is van het ontwerp.



Figuur 4.3. De verloop van de gemiddelde verliestijd van alle voertuigen per arm van de ovonde.

4.2 ONTWERPVARIANT 2: TURBOROTONDE

De tweede oplossingsvariant is een combinatie van een turborotonde en spiraalrotonde. Ook ligt er een fietstunnel onder de Weststadweg (zuid). In het definitieve liggen drie opstelstroken op de Weststadweg (zuid). Op de Weststadweg (west) en Technologieweg liggen twee op- en afrijden rijstroken. Het fietspad gaat in een tunnelbak onder de Weststadweg (zuid) door.



Figuur 4.4. Het definitieve ontwerp van de turborotonde als Vissimnetwerk.

Uitgangspunten voor de simulatie

- De snelheid op de rotonde is 30 km/u voor het personenverkeer en 25 km/u voor het vrachtverkeer. Deze snelheden zijn bepaald aan de hand van de boogstralen op de rotonde.
- Het verkeer dat de rotonde nadert, remt al sneller af omdat de rijtaak op deze rotonde ingewikkelder is. Om de tijd te nemen om de juiste rijstrook te kiezen, remt het verkeer af naar 40 km/u op ongeveer 100 meter voor de rotonde.
- Bij het oprijden van de rotonde moet het verkeer in de meeste gevallen naar meerdere conflicterende rijstroken kijken. Om een goed overzicht te krijgen van de rotonde en eventueel conflicterend verkeer remt het oprijdende verkeer af tot 20 km/u net voor de rotonde.
- Van het verkeer vanaf de Weststadweg (zuid) richting de Technologieweg gebruikt ongeveer 5% de binnenste rijstrook op de rotonde. Van het verkeer richting de Weststadweg (west) gebruikt ongeveer 75% de binnenste rijstrook.
- Van het verkeer vanaf de Stelvensweg richting de Technologieweg gebruikt ongeveer 5% de binnenste rijstrook.
- Van het verkeer vanaf de Weststadweg (west) richting de Technologieweg gebruikt ongeveer 75% de binnenste rijstrook.
- Van het verkeer vanaf de Brieltjensweg richting de Weststadweg (west) gebruikt al het verkeer de buitenste rijstrook.
- Van het verkeer vanaf de Technologieweg richting de Weststadweg (west) gebruikt ongeveer 30% de binnenste rijstrook.
- Gemotoriseerd verkeer heeft voorrang op fietsers bij de oversteken.

Simulatie resultaten

In de simulaties zijn gemiddelde verliestijden en wachtrijlengtes geanalyseerd. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de turborotonde vergeleken met het huidige ontwerp en toekomstige verkeersstromen.

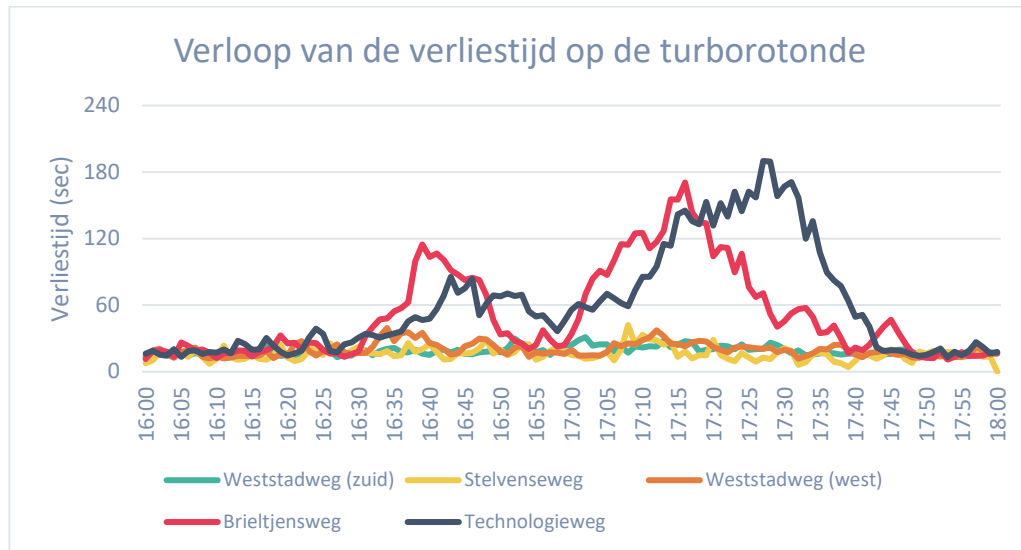
Herkomst	Gemiddelde verliestijd (sec/min)		Gemiddelde wachtrijlengte (m)	
	Huidige situatie	Turborotonde	Huidige situatie	Turborotonde
Weststadweg (zuid)	197 / 3,3	16 / 0,3	333	9
Stelvenseweg	33 / 0,5	17 / 0,3	1	1
Weststadweg (west)	418 / 7,0	19 / 0,3	1.024	1
Brieltjensweg	72 / 1,2	56 / 0,9	44	40
Technologieweg	875 / 14,6	63 / 1,0	697	119

Tabel 4.5. De resultaten van de simulatie van de turborotonde in vergelijking met de huidige situatie.

De gemiddelde verliestijd wordt met de turborotonde over het algemeen sterk verminderd.

- Op de Weststadweg (zuid) verlaagt de gemiddelde verliestijd naar 16 seconden, wat zeer acceptabel is. Door de toevoeging van de extra rijstroken worden de grootste verkeersstromen vanaf deze arm uit elkaar gehaald, waarmee de capaciteit toeneemt. Daarnaast wordt ook het conflicterende verkeer verdeeld over twee rijstroken, waardoor er meer hiaten ontstaan. Gemiddeld is er maar een wachtrij van 9 meter.
- De gemiddelde verliestijd op de Stelvensweg zakt ook naar een zeer acceptabel niveau van ongeveer 17 seconden. Gemiddeld is er geen wachtrij op deze arm.
- Op de Weststadweg (west) verlaagt de gemiddelde verliestijd sterk naar een acceptabel niveau van 19 seconden. De extra capaciteit op deze arm kan optimaal worden benut en scheidt twee grote verkeersstromen (rechtsaf richting Weststadweg (zuid) en Technologieweg/Brieltjensweg. Daarnaast is er ook relatief weinig conflicterend verkeer, dus zijn er genoeg hiaten. Gemiddeld is er geen wachtrij op deze arm.
- De verliestijd op de Brieltjensweg verbetert iets ten opzichte van de huidige situatie, maar scoort iets slechter dan bij de ovonde. Doordat de doorstroming op de Technologieweg verbetert, is er in deze situatie meer conflicterend verkeer voor de Brieltjensweg langs. De verliestijd op deze arm is relatief hoog met 54 seconden en ligt daardoor net boven de acceptabele grens. Dit is ook in de gemiddelde wachtrijlengte van 40 meter.
- Op de Technologieweg daalt de verliestijd naar 1 minuut. Hoewel dit een grote stap vooruit is, is dit nog steeds hoger dan de acceptabele grens. De grote verbetering is een resultaat van de extra capaciteit die optimaal benut kan worden. Echter zorgt de combinatie van een groot aanbod van verkeer op de arm zelf en redelijk veel conflicterend verkeer op de rotonde toch nog tot een gemiddelde wachtrij van 119 meter.

In figuur 4.6 is het verloop van de verliestijd op de turborotonde getoond. De verliestijd op de Brieltjensweg en Technologieweg gaat op het drukste moment in de spits richting de 200 seconden. Ongeveer een half uur lang heeft het verkeer op deze armen een vertraging van meer dan 100 seconden. Van de andere armen blijft de verliestijd gedurende de hele spits tot onder de acceptabele grens. Door onderstaande figuur te vergelijken met figuur 3.8 is te zien wat het effect is van het ontwerp.



Figuur 4.6. De verloop van de gemiddelde verliestijd van alle voertuigen per arm van de turborotonde.

4.3 AFWIKKELINGSCAPACITEIT IN 2035

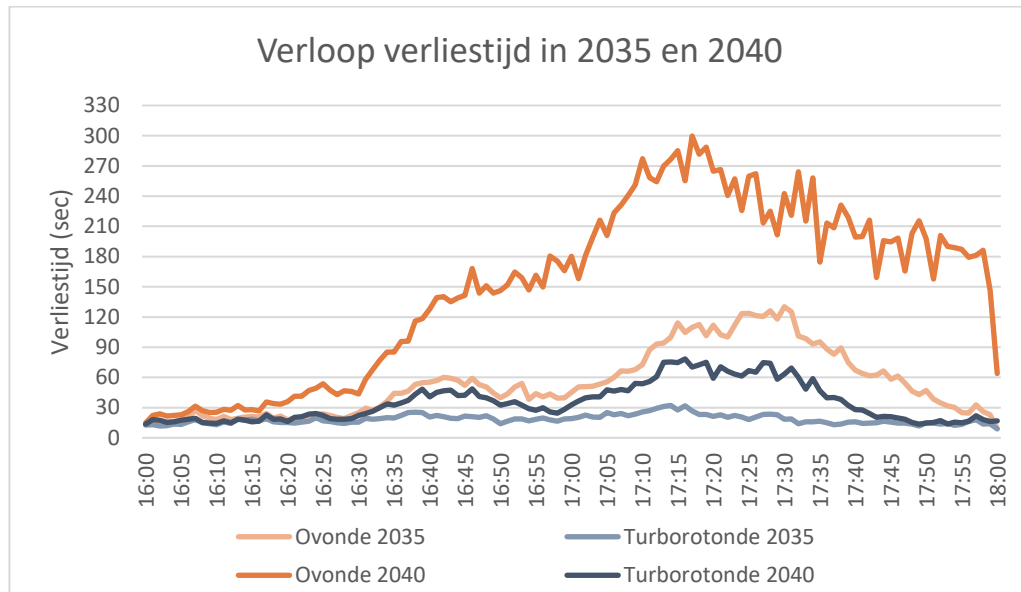
De afwikkelingscapaciteit van de ovonde is niet toereikend voor de verkeersdruk van 2040. Op de turborotonde treedt op het drukste moment in de spits van 2040 ook wat oververzadiging op. Daarom is voor de varianten onderzocht hoe ze presteren met een verlaagde verkeersdruk. Door het terugrekenen van de gemiddelde groei tussen 2019 en 2040 blijkt dat het verkeer op de rotonde iedere vijf jaar gemiddeld met 8% groeit. De intensiteiten van 2040 zijn met 8% verlaagd om het prognosejaar 2035 te vormen. In tabel 4.7 staan de verliestijden per arm in 2035 vergeleken met 2040.

Herkomst	Gemiddelde verliestijd (sec/min)			
	Ovonde		Turborotonde	
	2040	2035	2040	2035
Weststadweg (zuid)	28 / 0,5	22 / 0,4	16 / 0,3	14 / 0,2
Stelvenseweg	23 / 0,4	22 / 0,4	17 / 0,3	14 / 0,2
Weststadweg (west)	299 / 5,0	108 / 1,8	19 / 0,3	15 / 0,2
Brieltjensweg	50 / 0,8	30 / 0,5	56 / 0,9	23 / 0,4
Technologieweg	170 / 2,8	44 / 0,7	63 / 1,0	22 / 0,4

Tabel 4.7. De gemiddelde verliestijden per arm in 2035 vergeleken met 2040.

Ook in het prognosejaar 2035 heeft de ovonde nog een te hoge verliestijd op de Weststadweg (west). Op de Technologieweg zakt de verliestijd dan net onder de grens en kan het verkeer dus voldoende afwikkelen.

Op de turborotonde blijft de gemiddelde verliestijd per voertuig op alle armen ruim onder de halve minuut. Ook de Brieltjensweg en de Technologieweg hebben in 2035 dus ruim voldoende afwikkelingscapaciteit.



Figuur 4.8. Het verloop van de gemiddelde verliestijd van alle voertuigen op de rotonde voor de ovonde en turborotonde in 2035 en 2040.

In figuur 4.8 is het verloop van de gemiddelde verliestijd van alle voertuig op de rotonde getoond. Hoewel deze sterk afneemt op de ovonde als 2035 wordt vergeleken met de ovonde in 2040, is deze nog ruim boven een acceptabel niveau. De verliestijd op de ovonde in 2035 is zelfs nog bijna het dubbele van de verliestijd op de turborotonde in 2040. De verliestijd op de turborotonde in 2035 blijft gedurende de hele spits rond of zelfs onder de 30 seconden.

Het verschil tussen de lijnen van 2035 en 2040 zegt ook iets over de robuustheid van de maatregel. Het feit dat de ovonde in 2040 veel grotere verliestijden heeft dan in 2035 betekent dat deze variant een stijging van intensiteiten niet goed kan verwerken. Een zelfde stijging van intensiteiten heeft op de turborotonde een significant kleiner effect op de verliestijd. Daarmee is de turborotonde een veel robuustere variant.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 CONCLUSIES

De ontwerpvarianten ovonde en turborotonde zijn gesimuleerd voor het prognosejaar 2040. De afwikkelingscapaciteit is per arm beoordeeld en vergeleken met de huidige situatie. Omdat gerekend is met het prognosejaar 2040, bevatten de resultaten enige onzekerheid. De beoordeling van de varianten moet met een marge worden geïnterpreteerd. Hoe de varianten zich tot elkaar verhouden is echter wel met zekerheid te bepalen op basis van deze resultaten.

Op de huidige rotonde zijn de twee belangrijkste knelpunten:

- op de Weststadweg (west) is voor het grote aanbod van verkeer te weinig capaciteit met maar een rijstrook
- op de Technologieweg is een redelijk groot aanbod van verkeer wat moeite heeft met de rotonde oprijden door veel conflicterende voertuigen op de rotonde

Om deze knelpunten op te lossen en de afwikkelingscapaciteit van de rotonde te verhogen, zijn twee varianten ontworpen:

- een ovonde met een dubbele rijstrook vanaf de Technologieweg naar de Weststadweg (west)
- een turborotonde met twee rijstroken vanaf de Weststadweg (west) en Technologieweg en drie rijstroken vanaf de Weststadweg (zuid)

In onderstaande tabellen is aangegeven hoe goed beide varianten, met de verkeersdruk van 2040, zijn afgestemd op:

- het aanbod van verkeer op de arm zelf
- de hoeveelheid conflicterende verkeer op de rotonde voor de arm

‘Zeer laag’ in de tabel betekent dat het aanbod van verkeer zeer laag is in verhouding met de beschikbare capaciteit. ‘Zeer hoog’ betekent dat er te veel verkeer is ten opzichte van de capaciteit.

In de laatste kolom is aan de hand van een kleur aangetoond hoe de afwikkeling op die arm is. De kleur rood betekent dat de afwikkeling slecht is en groen dat de afwikkeling goed is.

Eerst zijn de resultaten van de simulatie van het huidige ontwerp, met de verkeersdruk van 2040, getoond als referentie.

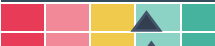
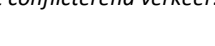
Huidig ontwerp

	Aanbod verkeer op arm	Aanbod conflicterend verkeer	Afwikkeling				
Weststadweg (zuid)	Redelijk	Redelijk	▲	■	■	■	■
Stelvenseweg	Zeer laag	Zeer hoog	■	■	■	▲	■
Weststadweg (west)	Zeer hoog	Laag	▲	■	■	■	■
Brieltjensweg	Redelijk	Hoog	■	▲	■	■	■
Technologieweg	Zeer hoog	Hoog	▲	■	■	■	■

Tabel 5.1. De afwikkeling op de arm als gevolg van het verkeer op de arm zelf en het conflicterend verkeer.

Met het huidige ontwerp leiden de verkeersstromen op de rotonde tot grote vertragingen op de Weststadweg (west) en Technologieweg.

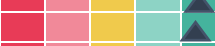
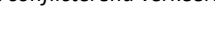
Ovonde

	Aanbod verkeer op arm	Aanbod conflicterend verkeer	Afwikking
Weststadweg (zuid)	Laag	Redelijk	
Stelvenseweg	Zeet Laag	Zeet hoog	
Weststadweg (west)	Zeet hoog	Laag	
Brieltjensweg	Redelijk	Hoog	
Technologieweg	Redelijk	Zeet hoog	

Tabel 5.2. De afwikkeling op de arm als gevolg van het verkeer op de arm zelf en het conflicterend verkeer.

Met de ovonde wordt het capaciteitsprobleem op de Weststadweg (west) nauwelijks verbeterd. Het knelpunt op de Technologieweg wordt met dit ontwerp enkelzijdig aangepakt. Hoewel de capaciteit op de Technologie verhoogt, wordt het conflicterende verkeer niet beter afgewikkeld.

Turborotonde

	Aanbod verkeer op arm	Aanbod conflicterend verkeer	Afwikking
Weststadweg (zuid)	Laag	Redelijk	
Stelvenseweg	Zeet laag	Hoog	
Weststadweg (west)	Redelijk	Laag	
Brieltjensweg	Redelijk	Hoog	
Technologieweg	Hoog	Hoog	

Tabel 5.3. De afwikkeling op de arm als gevolg van het verkeer op de arm zelf en het conflicterend verkeer.

In het ontwerp van de turborotonde heeft de Weststadweg (west) twee rijstroken waarover de verkeersstromen worden verdeeld. Daarmee wordt het capaciteitsprobleem op deze arm volledig opgelost. Doordat het verkeer vanaf de Technologieweg met twee rijstroken kan oprijden en het conflicterende verkeer op de rotonde ook is verdeeld over twee rijstroken, worden beide aspecten van dit knelpunt aangepakt. Door het hoge aanbod verkeer op de Technologieweg, treedt op die arm nog steeds vertraging op. Het verkeer op de Brieltjensweg heeft ook nog last van het grote aantal conflicterende voertuigen op de rotonde.

5.2 AANBEVELINGEN

Ontwerpkeuze

De aanbeveling is om de turborotonde te realiseren. Dit ontwerp pakt de grootste knelpunten op deze rotonde aan en heeft over het algemeen een goede afwikkelingscapaciteit. Behalve een piekmoment is er weinig vertraging in deze situatie. Ook is de turborotonde een veel robuustere optie dan de ovonde. Hoewel ook deze variant enige vertraging oplevert in het drukste half uur, is dit ontwerp een geschikte optie voor deze situatie.

Ontsluiting industrieterrein

Omdat ook met de turborotonde op het piekmoment nog enige vertraging optreedt, is het op de lange termijn misschien nodig om een extra ontsluiting te realiseren van het industrieterrein. Een nog grotere rotondevariant is op deze locatie namelijk niet gewenst in verband met fietsverkeer en ruimtegebrek. Een extra ontsluiting zal niet alleen de verkeersdruk op de rotonde verminderen, maar ook een extra optie bieden in het geval van bijvoorbeeld een ongeluk op de Technologieweg.