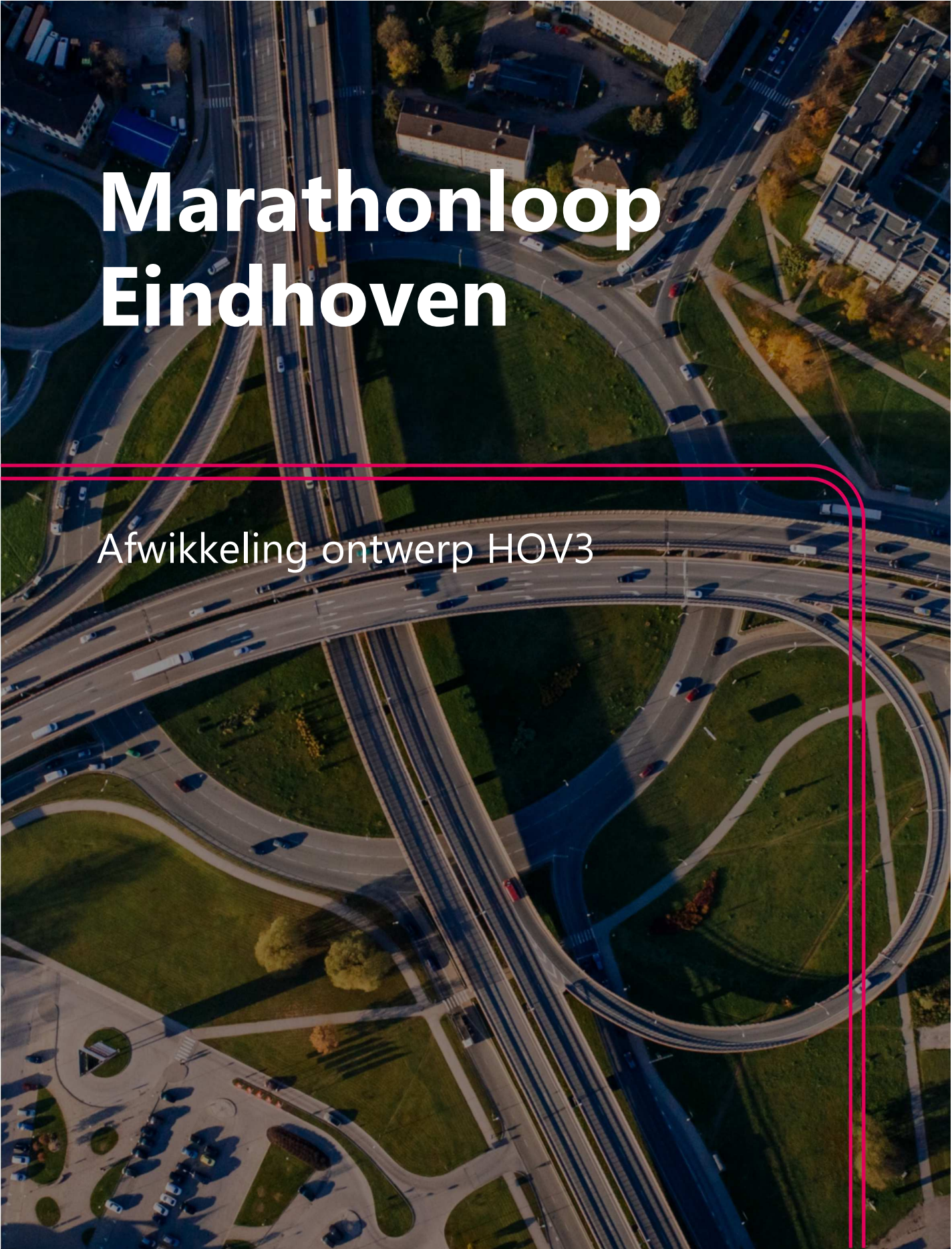
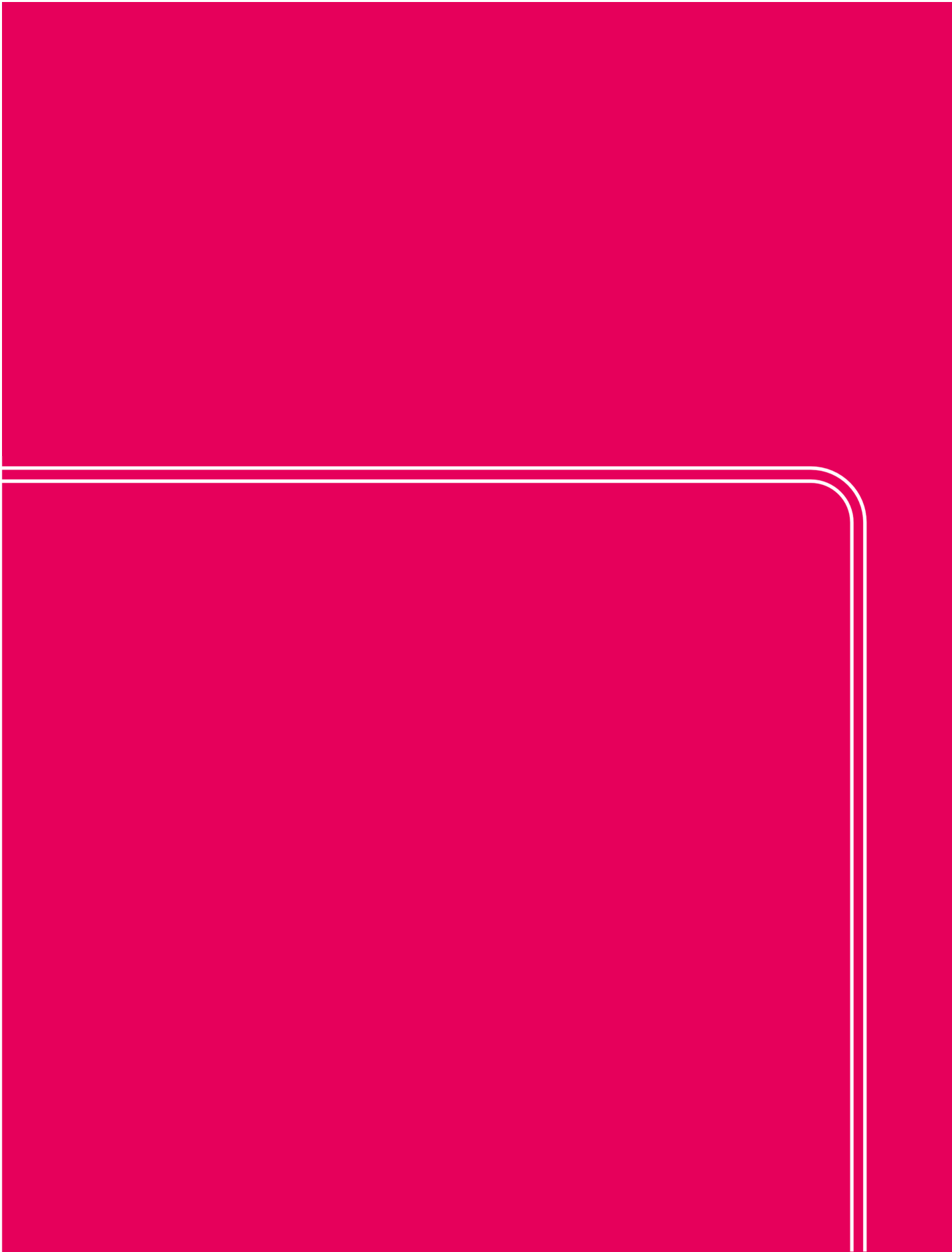




Marathonloop Eindhoven

Afwikkeling ontwerp HOV3



Opdrachtgever

Titel rapport

Kenmerk

Datum publicatie

Projectleider Goudappel

Projectteam Goudappel

Status

© Copyright Goudappel

Gemeente Eindhoven

Marathonloop Eindhoven

006046.20210504.R1.01

4 mei 2021

M. Stege

L. Suijs, A. Roseboom

Concept

[Copyright informatie]

Inhoudsopgave

Introductie	1
1. Uitgangspunten	2
1.1 Studiegebied	2
1.2 Vormgeving kruispunten	3
1.2.1 Huidige vormgeving	3
1.2.2 Toekomstige vormgeving	3
1.2.3 Vormgeving en richtingnummering per kruispunt	3
1.3 Intensiteiten	7
1.4 Uitgangspunten geregelde kruispunten	7
1.4.1 Afrijcapaciteiten	8
1.4.2 Ontruimingstijden	8
1.4.3 Tijdsinstellingen	8
1.4.4 Cyclustijdformule	9
1.5 Uitgangspunten ongeregelde kruispunten	10
1.6 Dynamische simulatie	10
1.7 Beoordelingskader	10
1.7.1 Solitaire kruispuntberekeningen VRI's	10
1.7.2 Solitaire kruispuntberekeningen ongeregelde kruispunten	11
1.7.3 Koppelingen	11
1.7.4 Dynamische simulatie	12
2. Afwikkelingsanalyse solitaire kruispunten	13
2.1 Samenvatting rekenresultaten	13
2.1.1 2015 situatie	14
2.1.2 2030 Situatie	14
2.1.3 Wachtrijen, blokkades en terugslag	14
2.2 VRI 1: Marathonloop - Huizingalaan	15
2.2.1 Overzicht rekenresultaten	15
2.2.2 Wachtrijen	16
2.2.3 Verkeersafwikkeling	17

2.3	Kruispunt 2: Marathonloop - Vijfkamplaan	18
2.3.1	Overzicht rekenresultaten	19
2.3.2	Verkeersafwikkeling	19
2.4	Kruispunt 3: Marathonloop - Montpellierlaan	20
2.4.1	Overzicht rekenresultaten	21
2.4.2	Wachtrijlengtes	21
2.4.3	Verkeersafwikkeling	22
2.5	Kruispunt 4: Marathonloop - Estafettelaan	24
2.5.1	Overzicht rekenresultaten	24
2.5.2	Wachtrijlengtes	25
2.5.3	Verkeersafwikkeling	26
2.6	Kruispunt 5: Marathonloop - Boschdijk	27
2.6.1	Overzicht rekenresultaten	28
2.6.2	Wachtrijlengtes	28
2.6.3	Verkeersafwikkeling	29
2.7	Conclusie solitaire verkeersafwikkeling	30

3. Koppeling VRI's Marathonloop 31

3.1	Analyse koppelingsmogelijkheid	31
3.1.1	Intensiteiten	31
3.1.2	Capaciteiten	31
3.1.3	Cyclustijden	32
3.1.4	Conclusie koppelingsmogelijkheid	32
3.2	Groene Golf Marathonloop (2015)	32
3.3	Koppeling VRI Estafettelaan - Montpellierlaan	33
3.3.1	Koppeling ochtendspits	33
3.3.2	Koppeling avondspits	34
3.3.3	Conclusie koppelingsanalyse VRI Estafettelaan - Montpellierlaan	34

4. Vissim analyse afwikkeling 35

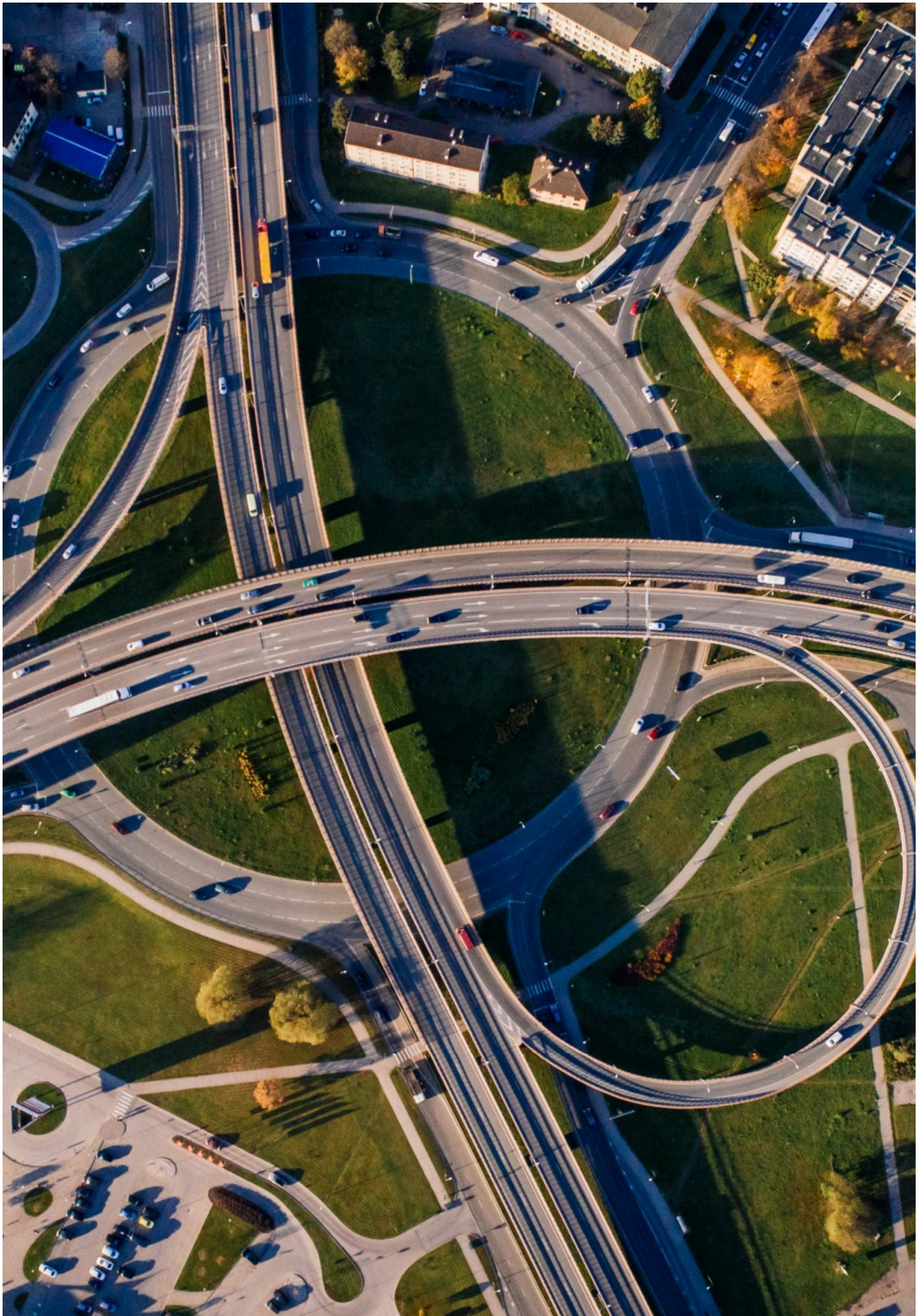
4.1	Verkeersafwikkeling gehele Marathonloop	35
4.1.1	VRI Huizingalaan - Marathonloop	35
4.1.2	Vijfkamplaan	37
4.1.3	Montpellierlaan	38
4.1.4	Estafettelaan	39
4.1.5	Boschdijk	40
4.1.6	Conclusies	42

4.2	Koppeling VRI Estafettelaan – VRI Montpellierlaan	42
4.2.1	Boschdijk en Huizingalaan	43
4.2.2	Estafettelaan	43
4.2.3	Montpellierlaan	44
4.2.4	Vijfkamplaan	45
4.2.5	Conclusie	45

5. Afweging aanvullende maatregelen **46**

5.1	Aanvullende maatregelen	46
5.1.1	Opheffen conflict	46
5.1.2	Intensiteit verlagen	47
5.1.3	Verhogen capaciteit	48
5.2	Conclusie maatregelen	48
5.3	Ontwerp handhaven	49
5.3.1	Filedetectie	49
5.3.2	Vrije koppeling	50
5.3.3	Effect filedetectie en vrije koppeling	50
5.3.4	Inzichtelijk maken effecten	51

Bijlage A. Intensiteiten **52**



Introductie

Tijdens de ontwerpfase van het HOV3 tracé is het concept ontwerp getoetst en bijgesteld. Deze werkzaamheden zijn in meerdere stappen uitgevoerd. Van elk deeltracé is een losse notitie opgesteld met de beschrijving van de toetsing, de resultaten en de aanbevelingen. Op basis van de uitkomst van de toetsing zijn onderdelen van het ontwerp nader beschouwd en indien nodig aangepast.

In dit document zijn alle relevante onderdelen van de losse notities voor het tracé van de Marathonloop samengevoegd en aangevuld tot een totaal document waarin de toetsing van het uiteindelijke ontwerp is beschreven.

Voor de overige onderdelen van het HOV3 tracé, te weten: Anthony Fokkerweg, De Schakel en Luchthavenweg zijn aparte rapporten opgesteld.

1. Uitgangspunten

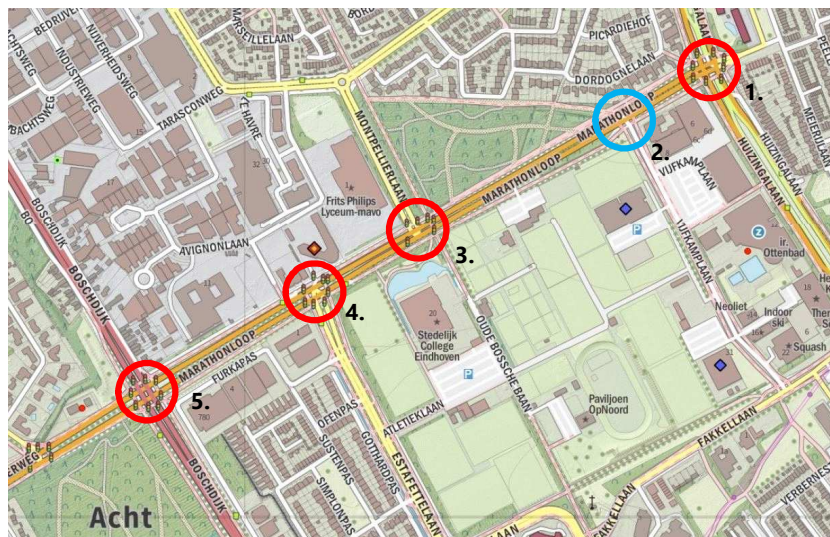
De uitgangspunten vormen de basis van een project. Voor de beoordeling van het HOV3 ontwerp zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

1.1 Studiegebied

De toetsing van het ontwerp is uitgevoerd voor het volledige HOV3 tracé. Deze rapportage richt zich op de analyse en uitkomsten voor het tracé gedeelte van de Marathonloop. Dit tracé loopt vanaf het geregelde kruispunt Marathonloop – Huizingalaan tot en met het geregelde kruispunt Marathonloop – Boschdijk. Binnen het tracé bevinden zich vier geregelde kruispunten en een ongeregeld kruispunt, te weten:

1. Marathonloop – Huizingalaan (VRI);
2. Marathonloop – Vijfkamplaan (ongeregeld);
3. Marathonloop – Montpellierlaan (VRI);
4. Marathonloop – Estafettelaan (VRI);
5. Marathonloop – Boschdijk (VRI).

In figuur 1.1 is een overzicht opgenomen van het tracé Marathonloop en de ligging van de kruispunten.



Figuur 1.1: Overzicht studiegebied

1.2 Vormgeving kruispunten

Voor de afwikkelingsanalyse is gekeken naar de toekomstige vormgevingen. In de Vissim analyse is zowel gekeken naar de huidige vormgeving als de toekomstige vormgeving.

1.2.1 Huidige vormgeving

Voor de huidige vormgeving is de situatie zoals deze op dit moment op straat aanwezig is gehanteerd. Dit betekent dat de Marathonloop in zijn geheel 2x2 rijstroken heeft voor het autoverkeer en dat Openbaar Vervoer geen eigen infrastructuur heeft.

1.2.2 Toekomstige vormgeving

Voor de toekomstige vormgeving is het ontwerp (kenmerk: VKO-20200121) van de gemeente Eindhoven als basis gehanteerd. In dit ontwerp is ruimte gemaakt voor een eigen infrastructuur voor het Openbaar Vervoer. Dit gaat ten kosten van de ruimte voor het doorgaande autoverkeer dat in het beoogde ontwerp over de gehele lengte van de Marathonloop nog één rijstrook per doorgaande rijrichting heeft. Het aantal stroken voor de afslaande richtingen op de Marathonloop en op de zijtakken zijn gehandhaafd. Bij VRI Marathonloop - Estafettelaan zijn aparte afslaande stroken voor het verkeer vanaf de Marathonloop naar de Estafettelaan toegevoegd. Hierdoor worden de deelconflicten op dit kruispunt opgeheven.

In het ontwerp zijn middenbermen opgenomen van minimaal 1,50 meter. De middenbermen zijn bedoeld voor voetgangers als extra steunpunt (veiligheid) indien deze niet in de groenfase kunnen oversteken of starten met oversteken tijdens de geelfase. Voor de berekeningen van de afwikkeling wordt er vanuit gegaan dat voetgangers in één keer de gehele oversteek kunnen maken.

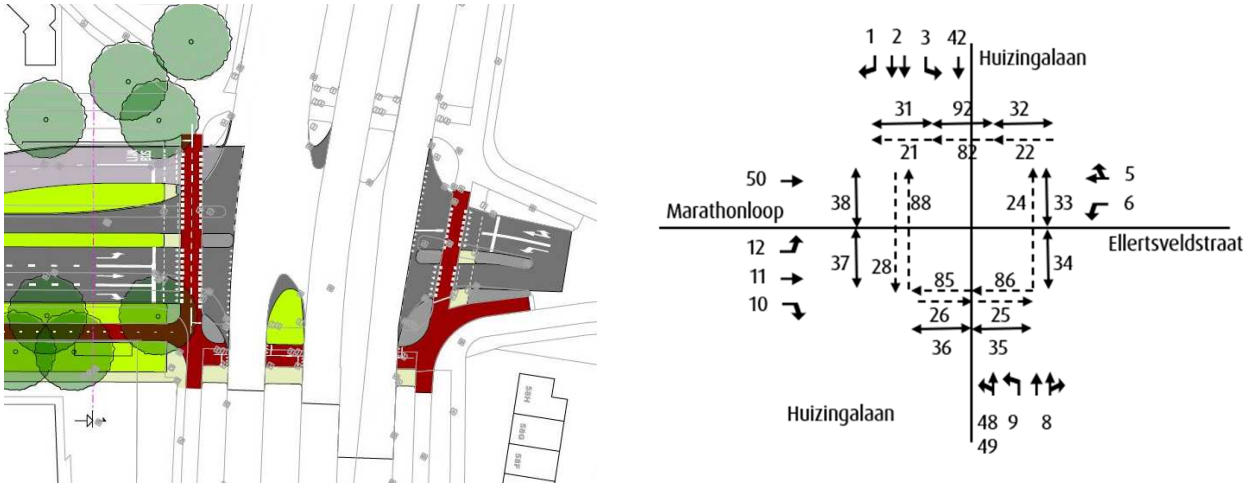
1.2.3 Vormgeving en richtingnummering per kruispunt

Voor de VRI's is de huidige richtingnummering als uitgangspunt gehouden. Voor de voetgangersrichtingen met een middenberm is uitgegaan van een getrapte oversteek. De breedte van de middenberm is hierbij buiten beschouwing gelaten. Hieronder worden per kruispunt toekomstige vormgeving en de richtingnummering naast elkaar getoond.

1.2.3.1 *Kruispunt Huizingalaan*

Het kruispunt Huizingalaan blijft in het nieuwe ontwerp grotendeels hetzelfde als in de huidige situatie. De aansluiting op de Marathonloop verandert wel. Er is in de toekomstige vormgeving nog één rijstrook de Marathonloop op. Dit is in lijn met de toeleidende wegvakken waar ook één rijstrook in de richting van de

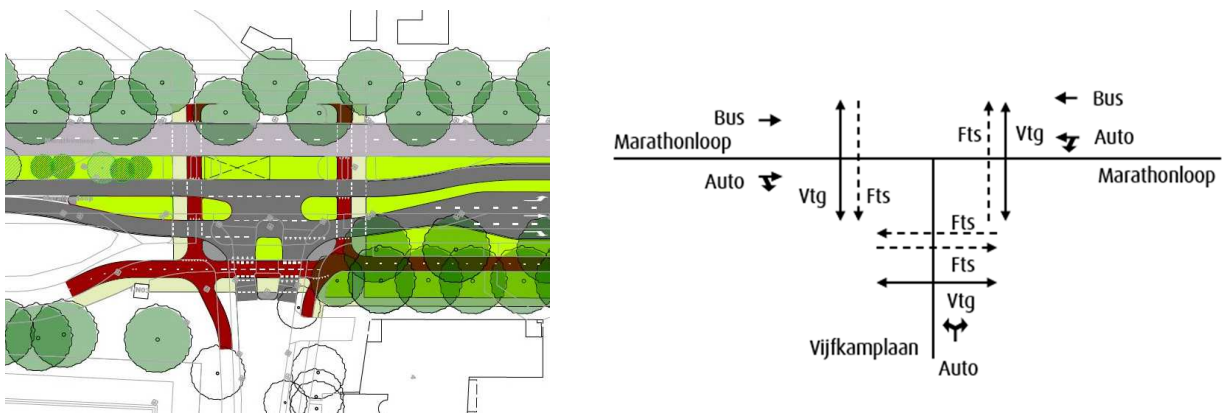
Marathonloop beschikbaar is. De HOV infrastructuur op de Marathonloop heeft bij het kruispunt Huizingalaan een aparte aansluiting.



Figuur 1.2 – Nieuw ontwerp Huizingalaan en richtingnummering VRI

1.2.3.2 Kruispunt Vijfkampaan

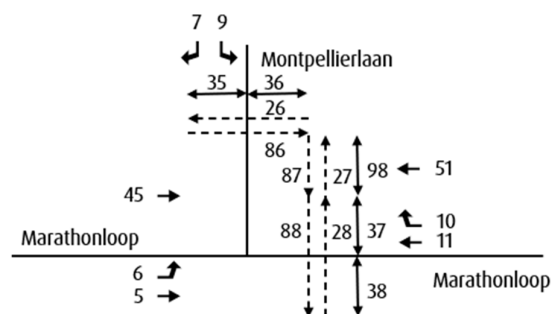
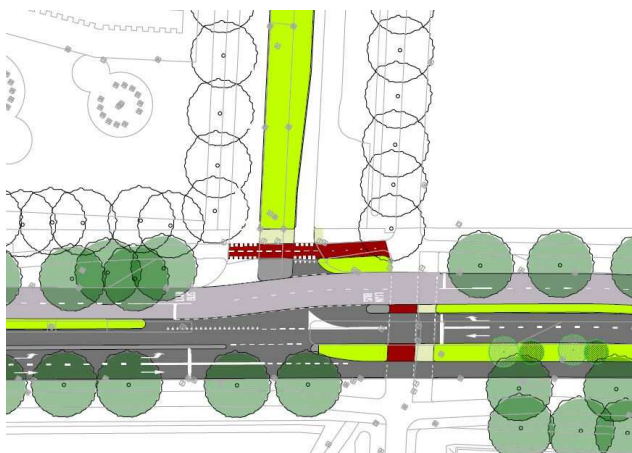
Ter hoogte van het kruispunt Vijfkampaan heeft de Marathonloop in de toekomstige situatie 2x1 rijstroken. In het nieuwe ontwerp is, evenals in de huidige situatie, een brede middenberm aanwezig. Deze middenberm voorziet in een getrapte oversteek van de Marathonloop voor langzaam verkeer. De middenberm heeft voldoende breedte om een auto te laten opstellen zodat linksafslaand verkeer vanuit de Vijfkampaan zich op de middenberm kan opstellen om verkeer op de Marathonloop voor te laten gaan.



Figuur 1.3: Nieuw ontwerp en rijstrookindeling KP Vijfkampaan

1.2.3.3 Kruispunt Montpellierlaan

Op het kruispunt Montpellierlaan is het aantal rijstroken voor doorgaand verkeer op de Marathonloop is één rijstrook voor het doorgaand autoverkeer beschikbaar. De opstelvakken voor het afslaande verkeer blijven gehandhaafd. Aan de noordzijde van de Marathonloop komt ruimte voor eigen infrastructuur voor het openbaar vervoer. Het aantal rijstroken op de Montpellierlaan is teruggebracht van twee naar een rijstrook. De twee opstelvakken op de Montpellierlaan blijven gehandhaafd.

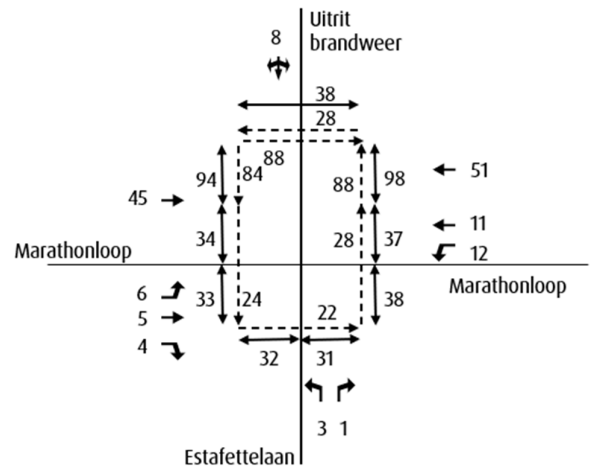
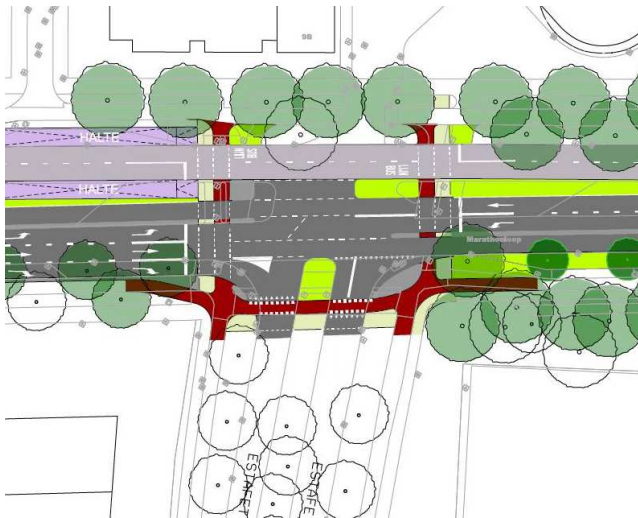


Figuur 1.4 – Nieuw ontwerp en richtingnummering VRI Montpellierlaan

1.2.3.4 Kruispunt Estafettelaan

Op de Estafettelaan is het aantal doorgaande rijstroken in de toekomstige vormgeving terug gebracht naar 1 rijstrook per rijrichting. Voor het afslaand verkeer vanaf de Marathonloop naar de Estafettelaan en linksafslaand verkeer vanaf de Marathonloop richting de brandweerkazerne is een aparte opstelstrook beschikbaar. Hiermee worden de bestaande deelconflicten met tegemoetkomend autoverkeer en doorgaand langzaam verkeer opgeheven. Dit vergroot de verkeersveiligheid op het kruispunt. Voor overstekend langzaam verkeer blijft een middenberm beschikbaar.

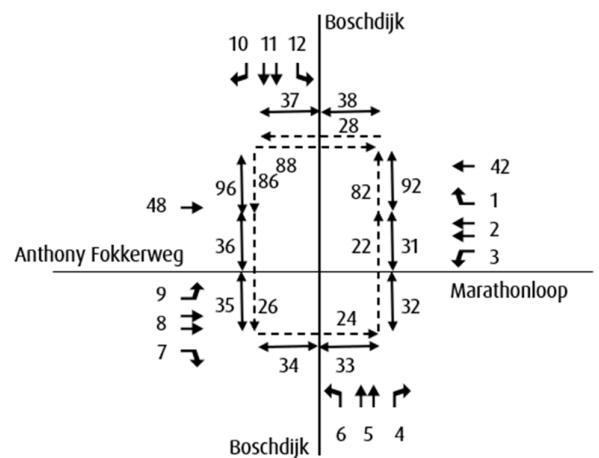
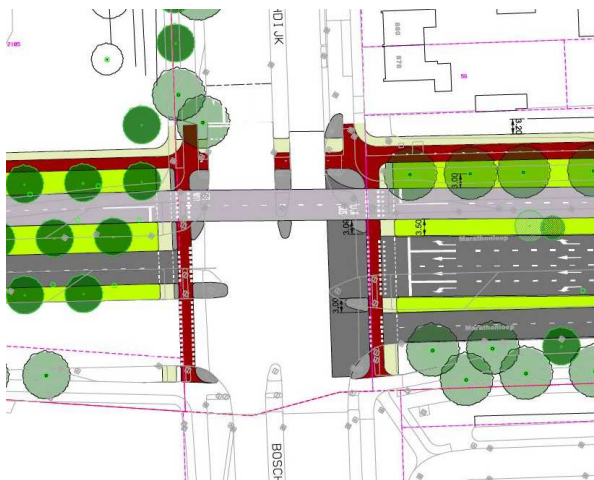
Op kruispunt Estafettelaan is een inrit en een uitrit van de brandweer aanwezig. Op deze richtingen is maar zeer weinig verkeer aanwezig waardoor deze de meeste cycli niet aanwezig zijn. Voor de beoordeling van de verkeersafwikkeling is uitgegaan van een situatie zonder de richtingen van en naar de brandweerkazerne.



Figuur 1.5 – Nieuw ontwerp en richtingnummering VRI Estafettelaan

1.2.3.5 Kruispunt Boschdijk

Op het kruispunt Boschdijk wordt in het toekomstige ontwerp ruimte gemaakt voor eigen infrastructuur voor het openbaar vervoer ten noorden van de Marathonloop. Voor het autoverkeer komen in het toekomstige ontwerp evenveel toe- en afrijdende stroken terug als in de huidige situatie aanwezig zijn. Ten oosten van het kruispunt komen in de toekomstige situatie evenals in de huidige situatie twee rijstroken de Marathonloop op. Deze twee rijstroken voegen vóór het kruispunt met de Estafettelaan samen tot één rijstrook.



Figuur 1.6: Nieuw ontwerp en richtingnummering VRI Boschdijk

1.3 Intensiteiten

Voor deze studie is de verkeersafwikkeling voor zowel 2015 als 2030 beoordeeld. Voor het auto- en vrachtverkeer zijn hiervoor verkeersintensiteiten gehanteerd uit het BBMA verkeersmodel versie 2018. Voor het BBMA verkeersmodel zijn in het planjaar 2030 alle vaststaande ruimtelijke infrastructurele ontwikkelingen opgenomen. Ter controle zijn de 2015 kruispuntstromen vergeleken met een aantal VRI tellingen op het traject. Op basis van deze tellingen zijn de BBMA intensiteiten gecorrigeerd. De correctie is overgenomen voor het planjaar 2030.

Conform de vastgestelde plannen (Ontwikkelingsperspectief Centrum 2040; MIRT onderzoek verstedelijking en bereikbaarheid Brainport) zet de gemeente in op een mobiliteitstransitie gericht op meer lopen, fietsen en OV-gebruik en minder autoverkeer. Voor dit deel van de stad wordt daarbij uitgegaan van een reductie op het aantal autoritten van 10% in de toekomst. Deze correctie van de intensiteiten is meegenomen in de VISSIM analyse. Hiervoor zijn de gecorrigeerde 2030 intensiteiten zijn verlaagd met 10%. De verwachting voor de verkeersintensiteiten voor 2040 ligt in dezelfde ordegrootte of lager. De verdichtingsopgave vindt vooral plaats in en rond het centrum van de stad, de mobiliteitstransitie vangt de meeste groei op na 2030 en autoverkeer wordt meer naar de rand van de stad gebracht.

Wat openbaar vervoer betreft rijden bussen zes keer per uur per richting. De hoeveelheid langzaam verkeer is ingeschat per oversteek, waarbij een oversteek als rustig, normaal of druk is bestempeld. Daarbij is het aantal overstekende fietsers ingesteld op respectievelijk 25, 100 of 200 per uur en het aantal overstekende voetgangers respectievelijk 20, 60 of 100 per uur. In bijlage A is een overzicht van de intensiteiten voor het gemotoriseerde verkeer en de indeling van de voetgangers- en fietsoverstekten opgenomen.

1.4 Uitgangspunten geregelde kruispunten

De geregelde kruispunten zijn doorgerekend met COCON¹. Hiervoor zijn de COCON uitgangspunten van de gemeente Eindhoven gehanteerd.

¹ COCON is programmatuur waarmee onderzocht kan worden wat de optimale inrichting is van een met verkeerslichten geregeld kruispunt, rekening houdend met de indeling van de rijstroken, de opstellengtes en de verdeling van het verkeer over de richtingen.

1.4.1 Afrijcapaciteiten

De volgende afrijcapaciteiten worden gehanteerd.

Vervoerwijze	Richting	Capaciteit per rijstrook (in pae/uur)	Opmerking
Auto	Rechtdoor in centrum:	1900	Zelf inschatten. Op wegen waar >50km/uur wordt gereden is de capaciteit groter dan in de binnenstad / een woonwijk.
	Rechtdoor op invalswegen of op de ring:	2000	
Auto	Linksaf	1700	Afh. van boogstraal instellen
Auto	Rechtsaf	1700	
Auto	Combinaties van 2 of 3 richtingen (conflictvrij)	Per rijstrook varieert de capaciteit tussen 1700 en 2000 pae/uur , afhankelijk van percentage afslaand verkeer	Bij deelconflict ook afhankelijk van intensiteiten deelconflict en opstelruimte
(Brom)fiets		4000 (breedte = 1,8 m)	
Voetganger		5000	

Tabel 1.1: Afrijcapaciteiten

Bij de rijstrooklengte wordt de daadwerkelijke lengte van rijstrook in gevoerd (bij onbeperkte lengte is een waarde van 500 meter aangehouden).

1.4.2 Ontruimingstijden

De ontruimingstijden zijn bepaald op basis van het ontwerp. Daar waar mogelijk worden de huidige ontruimingstijden gehanteerd. Eventueel met correctie voor infrastructurele wijzigingen.

1.4.3 Tijdsinstellingen

De volgende tijdsinstellingen worden gehanteerd:

Omschrijving	Richting	Instelling
Geeltijd / groenknippertijd	Rechtdoor 50 km/uur	3,5 sec.
	Rechtdoor 70 km/uur	4,5 sec.
	afslaand	3,0 sec.
	OV richtingen	3,0 sec.
	fietzers	3,0 sec.
	voetgangers	3,0 sec.
Garantierood	Alle richtingen	2,0 sec
Vastgroen	hoofdrichtingen	5,0 sec.
	zijrichtingen	5,0 sec.
	Fietzers	5,0
	Busrichtingen	4,0
	Voetgangers	Minimaal 5,0* sec.
Verliestijd bij startgroen	Alle richtingen	0 sec.

Tabel 1.2: Tijdsinstellingen COCON

* vastgroentijd voetgangers berekenen. De voetganger moet met een loopsnelheid van 1,0 m/sec in de vastgroentijd 2/3 van de oversteek kunnen maken.

Voor voetgangers wordt er in de berekening vanuit gegaan dat deeloversteken gekoppeld zijn en voetgangers in één keer de gehele oversteek kunnen maken.

1.4.4 Cyclustijdformule

De volgende cyclustijdformule wordt gehanteerd

Parameter	Voertuigafhankelijke regeling
F1	1,2
F2	5
F3	1

Tabel 1.3: Parameters Webster formule

1.5 Uitgangspunten ongeregelde kruispunten

Het ongeregelde kruispunt Marathonloop - Vijfkamplaan is geanalyseerd met de kruispuntverkenner. Op basis van de ontwerp vormgeving en de intensiteiten is gekeken naar wachttijden, belastingsgraden en verliestijden.

1.6 Dynamische simulatie

Binnen deze studie is de verkeersafwikkeling met behulp van de micro simulatiesoftware VISSIM in beeld gebracht. VISSIM heeft een hoog detailniveau en simuleert daarmee de dynamiek in het verkeersproces op een realistische wijze. Het model simuleert individuele weggebruikers/voertuigen en houdt rekening met de interacties hiertussen. VISSIM biedt de volgende voordelen ten opzichte van (statische) berekeningen met COCON.

- In VISSIM wordt rekening gehouden met het daadwerkelijke verkeersaanbod. Richtingen waarop weinig verkeer zit, krijgen enkel groen wanneer verkeer aanwezig is (en niet iedere cyclus).
- In VISSIM kan de interactie van wachtrijvorming/verkeersafwikkeling op nabijgelegen kruispunten in beeld worden gebracht.
- Voor ongeregelde kruispunten (Vijfkamplaan) kan in VISSIM ook het effect van peloton vorming of wachtrijvorming op de Marathonloop in ogenschouw worden genomen ten aanzien van de verkeersafwikkeling.
- Daarnaast kan de verkeersafwikkeling gevisualiseerd worden door middel van filmpjes van de simulatie. Hierin kan de verkeersafwikkeling, de opbouw van wachtrijen en de doorstroming van het verkeer nader worden bekeken.

1.7 Beoordelingskader

De resultaten van de analyses worden getoetst aan de volgende beoordelingskaders.

1.7.1 Solitaire kruispuntberekeningen VRI's

Het belangrijkste beoordelingskader voor geregelde kruispunten is de cyclustijd. Deze mag maximaal 120 seconden bedragen. Wordt de cyclustijd hoger dan daalt de acceptatie van de weggebruikers en neemt de roodlichtnegatie toe. Daarnaast wordt gekeken naar de I/C waarde per richting. Dit is de intensiteit gedeeld door de capaciteit. Deze mag niet hoger zijn dan 90% van de beschikbare capaciteit van een richting. Door niet van 100% van de capaciteit uit te gaan heeft een richting een beperkte restcapaciteit om fluctuaties in het verkeersaanbod op te

vangen. Loopt de I/C verhouding op tot boven de 100% dan ontstaat de kans op overstaan. Dit houdt in dat een voertuig 2x moet stoppen voor hetzelfde licht. Indien de cyclustijd langer wordt dan 120 seconden en de I/C verhouding van de richtingen tegen de maximale waarde van 90% liggen is het verkeersaanbod groter dan de VRI kan verwerken. In dat geval spreekt men van oververzadiging van het gehele kruispunt.

Naast de eerder genoemde criteria wordt ook gekeken naar de wachtrijlengtes. Deze zijn beoordeeld aan de hand van het 95^e percentiel van de wachtrijlengte. Deze waarde geeft aan dat in 95% van de tijd gedurende de spits de wachtrij niet langer is dan deze waarde. De berekende wachtrijlengte wordt vergeleken met de beschikbare opstelcapaciteit.

1.7.2 Solitaire kruispuntberekeningen ongeregelde kruispunten

Voor een ongeregelde vormgeving wordt met name gelet op de verliestijd. Wanneer een weggebruiker naar zijn mening te lang moet wachten (dus meer verliestijd heeft) gaat hij meer risico's nemen (kleinere hiaten accepteren). Dit leidt tot een vermindering van de verkeersveiligheid. De beoordelingscriteria voor een hoofdrichting of een zijrichting verschillen. Verkeer op een hoofdrichting accepteert minder verliestijd dan op een ondergeschikte zijrichting. Ook verschillen de criteria per vervoerswijze. Langzaam verkeer gaat sneller risico's nemen dan gemotoriseerd verkeer.

In tabel 1.4 zijn de beoordelingskaders voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op een ongeregeld kruispunt weergegeven. Aanvullend is gelet op wachtrijlengtes en eventuele terugslag tot op stroomopwaarts gelegen kruispunten.

	Hoofdrichting		Zijrichting	
	Motorvoertuigen	Fiets	Motorvoertuigen	Fiets
Goed	0-25 sec	0-10 sec	0-40 sec	0-20 sec
Redelijk/matig	25-45 sec	10-20 sec	40-60 sec	20-40 sec
Slecht	≥ 45 sec	≥ 20 sec	≥ 60 sec	≥ 40 sec

Tabel 1.4: Beoordelingscriteria ongeregeld kruispunt

1.7.3 Koppelingen

Een koppeling wordt beoordeeld op het voordeel voor de gekoppelde richtingen ten opzichte van het nadeel van de overige richtingen.

Voor de gekoppelde richtingen wordt bepaald hoe goed de groenfasen van de te koppelen richtingen op elkaar aansluiten. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat een groenfase niet tijdens een peloton mag worden beëindigd. In dat geval is de kans zeer groot dat er op startgeel voertuigen in de dilemmazone aanwezig zijn. In dit gebied kunnen automobilisten bij startgeel een verschillende inschatting maken

of ze doorrijden of gaan remmen. Dit kan ertoe leiden dat het voorste voertuig besluit te remmen terwijl het achterste voertuig wil doorrijden. Dit leidt tot kopstaartbotsingen.

Naast het op elkaar aansluiten van de groenfasen wordt gekeken naar het percentage verkeer dat bij de volgrichting moet stoppen. Hierbij wordt het volgende indeling gehanteerd:

- 0 tot en met 10 procent: perfecte groene golf;
- 11 tot en met 20 procent: goede groene golf;
- 21 tot en met 35 procent: redelijke groene golf;
- meer dan 35 procent: slechte/geen groene golf.

Het verkeer wordt aan de rand van het netwerk tegen gehouden om vervolgens als een peloton door het netwerk te kunnen rijden. Wanneer de koppeling echter onvoldoende is merkt het verkeer wel dat ze aan de rand langer staan te wachten maar ervaren ze bij de volgrichtingen geen voordeel van de koppeling.

Een koppeling betekent eigenlijk altijd een verbetering voor de gekoppelde richtingen maar een verslechtering voor het overige verkeer. Deze verslechtering mag niet onacceptabel groot worden. Daarnaast moet het voordeel voor het gekoppelde verkeer opwegen tegen de nadelen voor het overige verkeer.

1.7.4 Dynamische simulatie

In een dynamische simulatie wordt de verkeersafwikkeling beoordeeld op de afwikkelingscriteria wachtrijslengte en verliestijd.

De beoordeling op wachtrijslengte is bedoelt om enerzijds te beoordelen of de opstellengtes in het ontwerp voldoende zijn en anderzijds om zicht te krijgen op de effecten van mogelijke blokkades van opstelstroken, terugslag van wachtrijen op nabijgelegen kruispunten en interacties tussen kruispunten.

De verliestijd wordt met name gebruikt om een vergelijking te maken tussen verschillende intensiteitsvarianten (bijv. ochtendspits / avondspits), verschillende regelingsvarianten (bijv. met en zonder koppeling) en verschillende netwerkvarianten (bijv. verlengen opstelvak).

2. Afwikkelingsanalyse solitaire kruispunten

De eerste stap in de analyse is het inzichtelijke maken van de afwikkeling op de solitaire kruispunten. Hierbij wordt voor zowel 2015 als 2030 de verkeersafwikkeling op de vijf kruispunten beoordeeld.

2.1 Samenvatting rekenresultaten

In onderstaande tabel zijn de kruispunten opgenomen met daarbij de berekende cyclustijden. Voor het ongeregelde kruispunt Vijfkamplaan is de hoogste gemiddelde wachttijd van het kruispunt opgenomen. In de resultaten is de situatie met en zonder busprioriteit weergegeven. In de volgende paragrafen is een verdere toelichting op de resultaten gegeven.

Kruispunt	Busprioriteit	Cyclustijd 2015		Cyclustijd 2030		Opmerkingen
		Och	Avo	Och	Avo	
01. Huizingalaan	Met	113	120	142	115	
	Zonder	101	109	142	104	
02. Vijfkamplaan (ongeregeld)	Met	nvt	nvt	nvt	nvt	Prioriteit niet mogelijk in ongeregelde situatie.
	Zonder	13 sec.	18 sec.	15 sec.	16 sec.	
03. Montpellierlaan	Met	76	75	70	70	Met enkele fietsrealisatie
	Zonder	54	65	61	57	
04. Estafettelaan	Met	90	119	97	94	Zonder in- uitrit brandweer
	Zonder	90	119	97	94	Bus geen conflict met autoverkeer
05. Boschdijk	Met	134	112	115	102	
	Zonder	96	93	94	92	

Tabel 2.1: Overzicht rekenresultaten

2.1.1 2015 situatie

In de 2015 situatie met busprioriteit ontstaat oververzadiging bij VRI Boschdijk. De cyclustijd komt met 134 seconden boven de maximale waarde van 120 seconden. Bij de overige kruispunten ligt de cyclustijd op of onder de 120 seconden. Voor een aantal kruispunten moet hierbij wel worden opgemerkt dat de groentijd voor de hoofdrichtingen meer dan 50 seconden bedraagt. Uit de praktijk is gebleken dat bij lange groentijden de afrijcapaciteit gaat afnemen. Hierdoor zal de richting in de praktijk minder verkeer kunnen verwerken dan berekend.

In de 2015 situatie zonder busprioriteit kunnen alle geregelde kruispunten de intensiteiten wel verwerken. Voor de Estafettelaan maakt met of zonder busprioriteit niet uit aangezien de bus bij deze VRI alleen een conflict heeft met het verkeer van en naar de brandweergarage en deze richtingen niet in de berekening zijn meegenomen.

2.1.2 2030 Situatie

Wanneer de busprioriteit wordt meegenomen, ontstaat in de 2030 alleen op kruispunten Huizingalaan oververzadiging. De cyclustijd ligt boven de maximale waarde van 120 seconden. VRI Boschdijk heeft in de ochtendspits een cyclustijd van 115 seconden en ligt hiermee redelijk dicht tegen de grens van oververzadiging aan.

In de 2030 situatie ontstaat ook zonder OV prioriteit oververzadiging bij het kruispunt met de Huizingalaan. Op de andere kruispunten ligt de cyclustijd onder de 100 seconden.

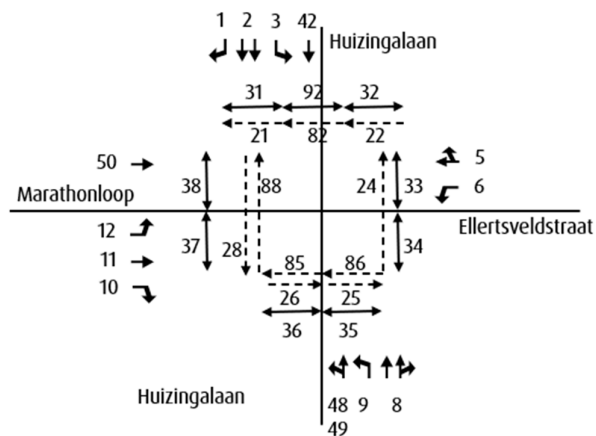
2.1.3 Wachtrijen, blokkades en terugslag

Op veel kruispunten worden wachtrijen langer dan de beschikbare opstelcapaciteit. De naastgelegen stroken worden dan geblokkeerd. In de meeste gevallen zijn de gevolgen van de blokkade in de ontworpen regeling beperkt. In een aantal gevallen slaan de wachtrijen terug tot stroomopwaarts gelegen kruispunten. Dit is het geval bij VRI Huizingalaan en VRI Estafettelaan. Bij VRI Huizingalaan slaat de wachtrij op de westtak terug tot kruispunt Vijfkamplaan. Op de oosttak slaan de wachtrijen terug tot op de stroomopwaarts gelegen kruispunten op de Ellertsveldstraat.

De wachtrij op de oosttak van VRI Estafettelaan slaat terug tot op het geregelde kruispunt met de Montpellierlaan. Dit kan ertoe leiden dat de VRI's tegen elkaar in gaan draaien. Dit zorgt voor een verstoorde verkeersafwikkeling tussen beide kruispunten.

2.2 VRI 1: Marathonloop - Huizingalaan

De bevindingen en conclusies van VRI Huizingalaan zijn hieronder puntsgewijs opgesomd. In tabellen 2.2 en 2.3 zijn de resultaten van de COCON-berekeningen te zien. In figuur 2.1 is de vormgeving en richtingnummering schematisch weergegeven.



Figuur 2.1: Schematische weergave vormgeving VRI Huizingalaan

Vormgeving busbaan

Uit de controle van het ontwerp is gebleken dat bussen die de busbaan oprijden deels over de strook van de tegenrichting rijden. Hierdoor krijgen de bussen die de busbaan oprijden en bussen die de busbaan afrijden een conflict met elkaar terwijl ze dat normaal niet zouden hebben. Aangezien dit soort punten mogelijk met een aanpassing van het ontwerp kunnen worden opgelost is met dit conflict bij het ontwerp van de regeling geen rekening gehouden.

2.2.1 Overzicht rekenresultaten

In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten weergegeven. Het betreft hier de volgende resultaten:

- Cyclustijd met OV prioriteit
- Cyclustijd zonder OV prioriteit;
- Maatgevende conflictgroep;
- Conflictbelasting van de maatgevende conflictgroep.

Regelingsvariant	Jaar	Ochtendspits	Avondspits
HOV3 Vormgeving	2015	113 sec	120 sec
		101 sec	109 sec
		fc01 - fc38 - fc49 - fc09 - fc05	fc01 - fc38 - fc49 - fc09 - fc05
		0,53	0,45
HOV3 Vormgeving	2030	142 sec	115 sec.
		142 sec	104 sec
		fc01 - fc38 - fc49 - fc09 - fc05	fc01 - fc38 - fc49 - fc09 - fc05
		0,65	0,48
Zonder 28/37/38/88	2030	123 sec	115 sec
		100 sec	98 sec
		Fc09 – fc49 – fc35 – fc42	Fc02 – fc05 – fc49 – fc09 – fc12
		0,26	0,63

Tabel 2.2: Resultaten afwikkelingsberekeningen kruispunt Huizingalaan

2.2.2 Wachtrijen

Voor de analyse van de wachtrijen is uitgegaan van de ontwerpvormgeving. Op basis van de ontworpen fasediagrammen met OV prioriteit is de wachtrijlengte bepaald. Dit is de berekende wachtrijlengte (95^{ste} percentiel) in meter per rijstrook. In het overzicht is daarnaast een overzicht gegeven van de beschikbare opstelcapaciteit. De beschikbare opstelcapaciteit is zo ingevuld dat opstelstroken van naastgelegen signaalgroepen niet worden geblokkeerd. In werkelijkheid kan de beschikbare opstelcapaciteit groter zijn. De waarden tussen haakjes geeft aan hoeveel opstelcapaciteit beschikbaar is totdat het stroomopwaarts gelegen kruispunt wordt geblokkeerd.

Signaalgroep	Wachtrij OS 2015	Wachtrij AS 2015	Wachtrij OS 2030	Wachtrij AS 2030	Beschikbare opstelcapaciteit
01	96	60	-	66	110
02	42	42	-	42	120 (r), 70 (l)
03	18	18	-	12	70
05	84	78	-	84	40
06	18	24	-	24	40
08	42	54	-	48	60
09	84	102	-	102	75 (190)
10	54	72	-	72	85
11	54	72	-	78	100 (110)
12	72	126	-	108	90 (110)

Tabel 2.3: Wachtrijlengtes en opstelcapaciteit VRI Marathonloop - Huizingalaan

2.2.3 Verkeersafwikkeling

- In de ochtendspits van 2015 is sprake van een cyclustijd van 101 seconden. In de avondspits van 2015 bedraagt de cyclustijd 109 seconden. Hierbij is de huidige fasevolgorde gehanteerd. De signaalgroep van de busbaan is hier bij in gepast. In beide spitsperioden voldoet de cyclustijd aan de norm van 120 seconden.
- Wanneer een dubbele realisatie wordt ingepast voor OV richting 48 neemt de cyclustijd in de ochtendspits toe tot 113 seconden. In de avondspits ligt de cyclustijd op 120 seconden.
- In de 2030 scenario's daarentegen stijgt de cyclustijd sterk. In de ochtendspits ontstaat een probleem. De berekende cyclustijd ligt rond de 142 seconden. In de avondspits ligt de cyclustijd rond de 104 seconden. De cyclustijd van het kruispunt voldoet in de ochtendspits niet aan de afwikkelingsnorm van 120 seconden. Dat betekent dat een voldoende verkeersafwikkeling in 2030 niet kan worden gegarandeerd.
- Wanneer voor de avondspits een dubbele realisatie voor OV richting 48 wordt meegenomen loopt de cyclustijd op tot 115 seconden. Voor de ochtendspits 2030 -10 kan de dubbele realisatie voor richting 48 bij het fasendiagram worden ingepast zonder de cyclustijd te verhogen.
- Bij een analyse met COCON wordt er vanuit gegaan dat alle richtingen elke cyclus aanwezig zijn. In de praktijk zullen echter niet alle richtingen altijd verkeer hebben. Aanvullend is gekeken naar een situatie zonder de langzaam verkeer oversteek over de Marathonloop (richting 28/37/38/88). Indien deze richtingen niet worden meegenomen daalt de cyclustijd in de ochtendspits naar 100 seconden. In de avondspits ligt de cyclustijd rond de 98 seconden.
- Zonder de langzaam verkeer oversteek komt in de ochtendspits met OV prioriteit de cyclustijd nog net boven de 120 seconden (123 seconden).
- De berekende wachtrijlengtes gaan bij verschillende richtingen tot problemen leiden. Zo gaat wachtend verkeer bij richting 05 mogelijk het stroomopwaarts gelegen kruispunten op de Ellertsveldstraat blokkeren. Daarnaast blokkeert de wachtrij van richting 05 de opstelstrook van richting 06.
- Richting 09 blokkeert met een wachtrij van 102 meter in de avondspits 2030 de opstelstrook van richting 08. In de situatie 2030 zonder de OV ligt de wachtrijlengte rond de 90 meter. Voor het bepalen van de beschikbare opstellengte wordt de afschuining van het vak niet meegenomen. In het geval van richting 09 is het wegvak vrij breed waardoor voertuigen die op de afschuining staan niet de doorgaande richting blokkeren. Indien de afschuining wordt meegenomen bij de beschikbare opstellengte ligt deze op 90 meter.
- Verkeer bij richting 12 blokkeert met een wachtrij van 126 meter de opstelstroken van richtingen 10 en 11. De wachtrij van richting 12 slaat terug tot het stroomopwaarts gelegen kruispunt met de Vijfkamplaan. Hierdoor komt de wachtrij van 12 op de ongeregelde langzaam verkeer oversteek bij kruispunt

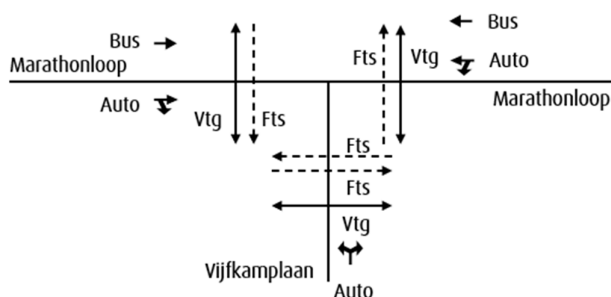
Vijfkamplaan te staan. Doordat er bij kruispunt Vijfkamplaan een brede middenberm is en het langzaam verkeer maar een strook hoeft over te steken is de situatie wel overzichtelijk. Het verlengen van het opstelvak van richting 12 tot de benodigde lengte wordt afgeraden. In dat geval moet het langzaam verkeer op de ongeregelde oversteek bij de Vijfkamplaan twee stroken oversteken. Dit is uit het oogpunt van verkeersveiligheid niet wenselijk.

- Gegeven de (te) hoge cyclustijden is van enige restcapaciteit op dit kruispunt in zowel 2015 als 2030 geen sprake. Wanneer in de 2030 alle richtingen op het kruispunt aanwezig zijn is sprake van overbelasting van het kruispunt.

2.3 Kruispunt 2: Marathonloop - Vijfkamplaan

Het kruispunt Marathonloop – Vijfkamplaan is een ongeregelde T-aansluiting met een brede middenberm. Auto's hebben hier voldoende ruimte om zich op te stellen waardoor linksafslaand verkeer vanaf de Vijfkamplaan de oversteek in twee etappes kan maken. Over beide takken van de Marathonloop zijn langzaam verkeer oversteken aanwezig. Het kruispunt is geanalyseerd met behulp van het programma Omni-X. Naast de analyse van het gemotoriseerde verkeer is ook gekeken naar de oversteekbaarheid van de Marathonloop met behulp van methode De Haes. Hierbij wordt op basis van de loopsnelheid en de oversteekafstand de grote van het benodigde hiaat bepaald. Op basis van de intensiteiten wordt bepaald hoe vaak een hiaat valt dat groter of gelijk is aan het benodigde hiaat. Uitkomst van de analyse is een wachttijd voor de voetganger. De bevindingen en conclusies van kruispunt 2 zijn hieronder puntsgewijs opgesomd. In tabel 2.5 zijn de resultaten van de berekeningen te zien.

De vormgeving van het kruispunt is schematisch weergegeven in figuur 2.2.



Figuur 2.2: Schematische weergave vormgeving kruispunt Vijfkamplaan

2.3.1 Overzicht rekenresultaten

In tabel 2.4 zijn de intensiteiten, de berekende capaciteiten, de I/C verhouding en de wachttijd per strook weergegeven.

Periode / Tak	Intensiteit pae/h	Capaciteit Pae/h	I/C verhouding	Gem. verliestijd Sec.
Ochtendspits 2015				
Marathonloop oost	835	1499	0,56	5
Vijfkamplaan	10	584	0,02	13
Marathonloop west	652	1500	0,43	4
Marathonloop oost	702	1500	0,47	4
Vijfkamplaan	19	346	0,05	18
Marathonloop west	959	1500	0,64	6
Ochtendspits 2030				
Marathonloop oost	1046	1500	0,70	8
Vijfkamplaan	10	444	0,02	15
Marathonloop west	536	1500	0,36	4
Marathonloop oost	753	1500	0,50	6
Vijfkamplaan	19	396	0,05	16
Marathonloop west	881	1500	0,59	6

Tabel 2.4: Overzicht rekenresultaten ontwerpvormgeving kruispunt Vijfkamplaan

2.3.2 Verkeersafwikkeling

- In 2015 situatie heeft het verkeer van de zijweg zowel in de ochtendspits als in de avondspits voldoende capaciteit om de intensiteiten te kunnen verwerken. De wachttijd loopt in de ochtendspits op tot 13 seconden. In de avondspits is dit circa 18 seconden.
- De intensiteit op de Marathonloop is hoog. Maar door de brede middenberm kan het verkeer linksafslaande verkeer de oversteek in twee keer maken.
- De oversteekbaarheid van de Marathonloop voor voetgangers is matig. De wachttijd ligt in de ochtendspits op 11 seconden en in de avondspits rond de 14 seconden.
- In de 2030 situatie neemt de wachttijd voor het autoverkeer in de ochtendspits met enkele seconden toe van 13 seconden naar 15 seconden. In de avondspits

- De oversteekbaarheid van de Marathonloop voor de voetgangers verslechterd in de 2030 in de ochtendspits 11 seconden naar 14 seconden. In de avondspits blijft de wachttijd voor de voetgangers nagenoeg gelijk rond de 14 seconden. Voor beide periode blijft de oversteekbaarheid voor voetgangers matig.

2.4 Kruispunt 3: Marathonloop - Montpellierlaan

Diagram illustrating a road network with 11 nodes and 12 edges. The network is divided into three horizontal sections by two horizontal lines labeled "Marathonloop".

- Top Section:** Contains nodes 7, 9, 35, 36, and 26. Edges are labeled with weights: 7-9 (1), 7-35 (35), 9-36 (36), 35-36 (26), and 36-26 (26).
- Middle Section:** Contains nodes 45, 86, 87, 27, 98, 51, 88, 28, 37, 10, and 11. Edges are labeled with weights: 45-86 (45), 86-87 (86), 87-27 (87), 27-98 (27), 98-51 (98), 51-10 (51), 10-11 (10), 11-37 (11), 37-28 (37), 28-88 (28), and 88-87 (88).
- Bottom Section:** Contains nodes 6 and 5. Edges are labeled with weights: 6-5 (6) and 5-45 (5).

The network is connected such that it forms a single path from node 7 to node 11, passing through all other nodes.

Op het verzoek van de gemeente Eindhoven is uitgegaan van een aparte signaalgroepen voor het langzaam verkeer over de busbaan. De kanttekening

hierbij is dat de breedte van de tussenberm onvoldoende om een fietser of voetganger met bijvoorbeeld een kinderwagen veilig te laten opstellen.

2.4.1 Overzicht rekenresultaten

In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten weergegeven. Het betreft hier de volgende resultaten:

- Cyclustijd met OV prioriteit;
- Cyclustijd zonder OV prioriteit;
- Maatgevende conflictgroep;
- Conflictbelasting van de maatgevende conflictgroep.

Regelingsvariant	Jaar	Ochtendspits	Avondspits
enkele fietsrealisatie	2015	76 sec	75 sec
		54 sec	65 sec
		fc06 - fc10 - fc36	fc05 - fc38 - fc09
		0,29	0,51
dubbele fietsrealisatie	2015	104 sec	123 sec
		86 sec	96 sec
		fc09 - fc87 - fc11 - fc87	fc05 - fc87 - fc09 - fc87
		0,433	0,497
Optimale fasenvolgorde (enkele fietsrealisatie)	2030	70 sec	70 sec
		61 sec	57 sec
		fc11 - fc37	fc05 - fc38 - fc09
		0,46	0,47
Optimale fasenvolgorde (dubbele fietsrealisatie)	2030	119 sec	101 sec
		103sec	89 sec
		fc09 - fc87 - fc11 - fc87	fc05 - fc87 - fc09 - fc87
		0,50	0,46

Tabel 2.5: Resultaten afwikkelsberekening kruispunt Marathonloop - Montpellierlaan

2.4.2 Wachtrijlengtes

Voor het bepalen van de wachtrijlengtes is uitgegaan van de situatie met één fietsrealisatie per cyclus en OV prioriteit. Op basis van de ontworpen fasediagrammen is de wachtrijlengte bepaald. Dit is de berekende wachtrijlengte (95^{ste} percentiel) in meter per rijstrook. In het overzicht is daarnaast een overzicht gegeven van de beschikbare opstelcapaciteit. De beschikbare opstelcapaciteit is zo ingevuld dat opstelstroken van naastgelegen signaalgroepen niet worden geblokkeerd. In werkelijkheid kan de beschikbare opstelcapaciteit groter zijn. De

waarde tussen haakjes geeft aan hoeveel opstelcapaciteit beschikbaar is totdat het stroomopwaarts gelegen kruispunt wordt geblokkeerd.

Signaalgroep	Wachtrij OS 2015	Wachtrij AS 2015	Wachtrij OS 2030	Wachtrij AS 2030	Beschikbare opstelcapaciteit
05	78	132	54	84	80 (160)
06	66	108	66	84	75
07	96	84	54	60	160
09	54	42	30	36	160
10	36	48	54	48	50
11	126	96	90	66	50 (340)

Tabel 2.6: Wachtrijlengtes en opstelcapaciteit VRI Marathonloop – Montpellierlaan

2.4.3 Verkeersafwikkeling

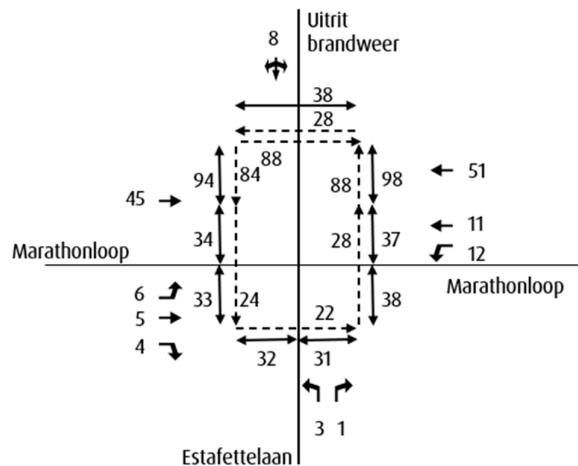
- Gegeven de belangrijkheid van de fietsoversteek over Marathonloop, is de wens van de gemeente Eindhoven om in de cyclus een dubbele groenfase te hanteren voor de fietsers over de Marathonloop. In eerste instantie is het kruispunt doorgerekend met een dubbele fietsrealisatie. Aanvullend is gekeken naar een situatie met één fietsrealisatie. Dit is gedaan om de impact van de tweede realisatie in beeld te brengen.
- Het kruispunt kan de 2015 intensiteiten verwerken. De cyclustijd ligt in de ochtendspits op 86 seconden en in de avondspits op 96 seconden. Het kruispunt blijft hierbij binnen de maximale cyclustijd van 120 seconden.
- Bij een situatie 2015 met één fietsrealisatie ligt de cyclustijd in de ochtendspits rond de 54 seconden. In de avondspits betreft dit 65 seconden.
- Wanneer de OV prioriteit wordt meegenomen in de situatie met dubbele fietsrealisatie neemt de cyclustijd in de ochtendspits toe tot 104 seconden. In de avondspits komt de cyclustijd rond de 123 seconden. In de avondspits van 2015 is met OV-prioriteit dus sprake van een te hoge cyclustijd.
- Voor de 2030 situatie ligt de cyclustijd in de ochtendspits rond de 103 seconden en in de avondspits rond de 89 seconden. Hiermee voldoet het kruispunt in beide spitsen aan de gestelde eisen.
- Wanneer OV prioriteit wordt meegenomen komt de cyclustijd in de ochtendspits rond de 119 seconden.. In de avondspits ligt de cyclustijd rond de 101 seconden.
- Bij een enkele fietsrealisatie ligt de cyclustijd in beide spitsperioden 2030 rond de 60 seconden.
- Bij het toepassen van een dubbele fietsrealisatie heeft het de voorkeur de beide fietsrealisaties gelijkmatig over de cyclus te verdelen. Op die manier staan een fietser niet langer dan een halve cyclus te wachten. Op dit kruispunt is het zeer moeilijk de fietsrealisaties gelijkmatig te verdelen. Het overgrote deel van de cyclus hebben de doorgaande richtingen van de Marathonloop (richting 5 en 11)

groen. De fietsers hebben direct voor en na deze hoofdrichtingen groen. Doordat het conflicterend verkeer vanuit de Marathonloop maar zeer kort groen heeft, is de tijd tussen de twee fietsrealisaties ook kort. Tussen het startgroen van beide realisaties zit maar 26 seconden. Om de fietsrichtingen beter over de cyclus te verdelen moet het groen van richting 5 en 11 worden onderbroken om de fietser ertussen door te laten gaan. Dit is een onwenselijke situatie. Het naar geelsturen tijdens het afwikkelen van een peloton leidt tot kopstaartbotsingen omdat er verkeer in de dilemmazone rijdt op het einde groen moment. In sommige gevallen kan het zo zijn dat het verkeer in pelotons aankomt waardoor er met een dubbele realisatie voor het autoverkeer kan worden toegepast. Maar in dat geval moeten de pelotons van beide zijde gelijktijdig aankomen en worden de mogelijkheden voor alternatieve realisaties van de toeleidende richtingen van VRI Huizingalaan en Estafettelaan mogelijk beperkt. Dit lijkt geen mogelijke oplossing.

- Alhoewel het toepassen van een dubbele fietsrealisatie over het algemeen gunstig is voor de gemiddelde wachttijd van de fietser, is dat bij dit kruispunt niet het geval. Onder de voorwaarde dat het groen van richtingen 05 en 11 niet halverwege de wachtrij mag worden afgebroken neemt de maximale wachttijd voor de fietsers toe op het moment dat een dubbele realisatie wordt toegepast. In een situatie met een enkele realisatie heeft de fietser een maximale wachttijd van 59 seconden (tijd tussen de realisaties (65 sec.) min de groentijd (6 sec.)). In het geval van een dubbele realisatie neemt de cyclustijd toe tot 96 seconden. De langste tijd tussen de startgroenmomenten van de fietsrichting is 70 seconden. De maximale wachttijd voor fietsers bedraagt dan $70 - 6$ is 64 seconden. Dit is hoger dan de 59 seconden bij een enkele realisaties.
- Daarnaast leidt een enkele groenfase tot aanzienlijk lagere cyclustijden waar alle richtingen van profiteren;
- Op basis van de wachtrijlengtes is de verwachting dat verkeer bij richting 05 de opstelstrook van richting 06 gaat blokkeren en visa versa. Dit gaat leiden tot aanzienlijke verkeershinder. Doordat richting 06 direct na richting 05 groen krijgt, zal de wachtrij van richting 06 het afrijden van richting 05 hinderen en mogelijk geheel blokkeren. Als richting 06 groen krijgt kan de wachtrij van richting 05 het afrijden van richting 06 blokkeren. De verwachting is daarnaast dat richting 11 de opstelstrook van richting 10 gaat blokkeren. In een aantal periodes ligt in de ontworpen fasediagrammen de realisatie van richting 10 aan het begin van richting 11. Bij een blokkade kan dit leiden tot een verminderde afwikkeling op richting 10. Het omdraaien van de groenrealisaties van richtingen 10 en 11 is mogelijk, maar dat in beide spitsperiodes tot hogere cyclustijden, wat onwenselijk is.

2.5 Kruispunt 4: Marathonloop - Estafettelaan

De bevindingen en conclusies van kruispunt 4: Marathonloop – Estafettelaan zijn hieronder puntsgewijs opgesomd. In tabellen 2.7 en 2.8 zijn de resultaten van de COCON-berekeningen te zien. In figuur 2.4 is de richtingnummering en de vormgeving schematisch weergegeven.



Figuur 2.4: Schematische weergave vormgeving en richtingnummering VRI Estafettelaan

2.5.1 Overzicht rekenresultaten

In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten weergegeven. Het betreft hier de volgende resultaten:

- Cyclustijd met OV prioriteit;
- Cyclustijd zonder OV prioriteit;
- Maatgevende conflictgroep;
- Conflictbelasting van de maatgevende conflictgroep.

Regelingsvariant	Jaar	Ochtendspits	Avondspits
Optimale fasevolgorde	2015	136 sec	> 200 sec.
		136 sec	> 200 sec
		fc03 - fc08 - fc34 - fc11	fc01 - fc38 - fc08 - fc05
		0,626	0,694
Optimale fasevolgorde Zonder FC06 en 08	2015	90 sec	119 sec
		90 sec	119 sec
		fc03 - fc34 - fc11	fc01 - fc05 - fc38
		0,620	0,688
Optimale fasevolgorde	2030	149 sec	169 sec
		149 sec	169 sec
		fc03 - fc08 - fc34 - fc11	fc01 - fc38 - fc08 - fc05
		0,66	0,61
Optimale fasevolgorde zonder FC06 en 08	2030	97 sec	94 sec.
		97 sec	94 sec
		fc03 - fc34 - fc11	fc01 - fc05 - fc38
		0,66	0,60

Tabel 2.7: Resultaten afwikkelingsberekeningen kruispunt 4 Marathonloop - Estafettelaan

2.5.2 Wachtrijlengtes

Voor het bepalen van de wachtrijlengtes is uitgegaan van de varianten zonder richting 06 en 08. Op basis van de ontworpen fasediagrammen is de wachtrijlengte bepaald. Dit is de berekende wachtrijlengte (95^{ste} percentiel) in meter per rijstrook. In het overzicht is daarnaast een overzicht gegeven van de beschikbare opstelcapaciteit. De beschikbare opstelcapaciteit is zo ingevuld dat opstelstroken van naastgelegen signaalgroepen niet worden geblokkeerd. In werkelijkheid kan de beschikbare opstelcapaciteit groter zijn. De waarde tussen haakjes geeft aan hoeveel opstelcapaciteit beschikbaar is totdat het stroomopwaarts gelegen kruispunt wordt geblokkeerd.

Signaalgroep	Wachtrij OS 2015	Wachtrij AS 2015	Wachtrij OS 2030	Wachtrij AS 2030	Beschikbare opstelcapaciteit
01	12	18	18	18	70
03	30	54	36	36	70
04	36	36	30	36	45
05	96	168	96	150	50 (280)
11	150	114	156	102	70 (160)
12	24	18	24	24	70

Tabel 2.8: Wachtrijlengtes en opstelcapaciteit VRI Marathonloop - Estafettelaan

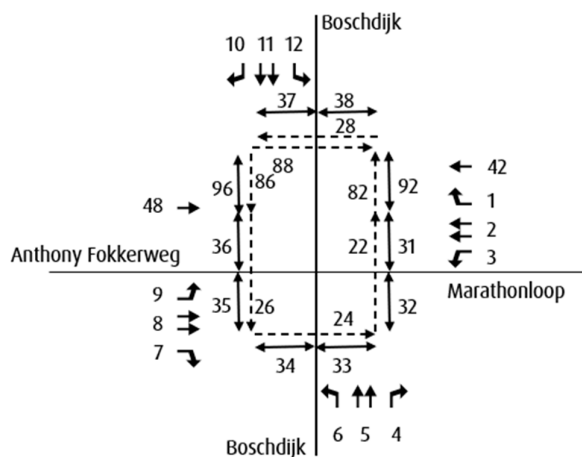
2.5.3 Verkeersafwikkeling

- Bij kruispunt Estafettelaan takt aan de noordkant van het kruispunt de brandweerkazerne aan (richting 8). Daarnaast is er een aparte linksaffer (richting 06) vanaf de westtak richting de brandweerkazerne. In de praktijk zal richting 06 en 08 meestal geen aanvraag hebben. Het standaard opnemen van deze richting in de cyclus leidt tot een onrealistisch slecht afwikkelingsresultaat. Om die reden zijn ook regelingsvarianten doorgerekend waarin richting 06 en 08 geen groenfase heeft.
- In de 2015 situatie met in- en uitrit brandweer ligt de cyclustijd rond de 131 seconden. In de avondspits van 2015 is sprake van een cyclustijd van meer dan 200 seconden. In beide spitsperioden is sprake van een overschrijding van de afwikkelingsnorm van 120 seconden;
- Het weglaten van richting 06 en 08 in de cyclus leidt tot een cyclustijd van 90 seconden in de ochtendspits (2015) en 119 seconden in de avondspits (2015). Daarmee voldoet de cyclustijd in 2015 aan de afwikkelingsnorm van 120 seconden. De cyclustijd is daarentegen aan de hoge kant voor wat feitelijk een T-kruispunt is.
- Een probleem bij dit kruispunt is de hoge benodigde groentijd voor de doorgaande richtingen op de Marathonloop. De benodigde groentijd voor richting 05 bedraagt 84 seconden bij een cyclustijd van 119 seconden. De verzadigingsgraad van deze richting is met 89,8% hoog. Het verkeer heeft de hele groentijd nodig om af te rijden. In de praktijk zie je dat de afrijcapaciteit van een richting daalt naar mate de groentijd langer is. In de berekening wordt hier geen rekening mee gehouden. De grens voor de maximaal geaccepteerde groentijd ligt voor de gemeente Eindhoven rond de 50 seconden. De ontworpen regeling voldoet niet aan deze eis en is daarmee niet acceptabel.
- Het OV heeft alleen een conflict met het overstekende langzame verkeer en de in- en uitrit van de brandweer (richting 06 en 08). Hierdoor is een extra realisatie voor de OV richtingen in beide perioden in te passen binnen de berekende cyclustijd.
- In de ochtendspits van 2030 leidt het standaard opnemen van richting 06 en 08 in de cyclus tot een cyclustijd van 169 seconden in de ochtendspits en 149 seconden in de avondspits. Bij het weglaten van een groenfase voor richting 06 en 08 daalt de cyclustijd naar 97 seconden in de ochtendspits en 94 seconden in de avondspits. Daarmee voldoet het kruispunt in de ochtendspits en de avondspits aan de afwikkelingsnorm van 120 seconden;
- Ook in de 2030 situatie hebben de OV richtingen geen conflicten met de overige autorichtingen. Een extra OV realisatie kan zonder toename van de cyclustijd worden ingepast.

- In de avondspits 2030 ligt de cyclustijd lager dan in de avondspits 2015. De maatgevende conflictgroep voor de avondspits bestaat uit de richtingen 01 – 05 – 38. Uit de intensiteiten blijkt dat richting 05 172 pae rustiger wordt in 2030 ten opzichte van 2015. Door de intensiteitsafname op deze richting daalt de cyclustijd. Op de overige richtingen liggen de intensiteiten 2015 en 2030 nagenoeg gelijk.
- Lange wachtrijen ontstaan alleen bij richtingen 05 en 11. Deze wachtrijen leiden ertoe dat de opstelstroken van richtingen 04 en 12 geblokkeerd worden. De hinder daarvan is echter beperkt: de beide richtingen krijgen ofwel gelijktijdig groen met de hoofdrichtingen (dit geldt voor richting 04), ofwel in het blok direct na het blok met de hoofdrichtingen (dit geldt voor richting 12). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat er hiaten vallen in de verkeersstroom van richting 05 en 11 vanwege verkeer dat naar de opstelstrook van richting 04 en 12 gaat. Bij het ontwerpen van het regelprogramma (detectieveld en instellingen hiaattijden) moet daar rekening mee worden gehouden. Opgemerkt wordt dat de wachtrijlengte bij richting 11 in de ochtendspits van 2030 langer is dan de maximaal beschikbare opstelcapaciteit van 160 meter, wat concreet betekent dat het stroomopwaarts gelegen kruispunt met de Montpellierlaan geblokkeerd zal worden.

2.6 Kruispunt 5: Marathonloop - Boschdijk

De bevindingen en conclusies van kruispunt 5: Marathonloop - Boschdijk zijn hieronder puntsgewijs opgesomd. In tabellen 2.9 en 2.10 zijn de resultaten van de COCON-berekeningen te zien. In figuur 2.5 is de richtingnummering en de vormgeving schematisch weergegeven.



Figuur 2.5: Schematische weergave vormgeving en richtingnummering VRI Boschdijk

2.6.1 Overzicht rekenresultaten

In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten weergegeven. Het betreft hier de volgende resultaten:

- Cyclustijd met OV prioriteit;
- Cyclustijd zonder OV prioriteit;
- Maatgevende conflictgroep;
- Conflictbelasting van de maatgevende conflictgroep.

Regelingsvariant	Jaar	Ochtendspits	Avondspits
Logische fasenvolgorde	2015	134 sec	112 sec
		96 sec	93 sec
		fc02 - fc36 - fc06 - fc10	fc04 - fc08 - fc32 - fc12
		0,54	0,55
Logische fasenvolgorde	2030	115 sec	102 sec
		94 sec	92 sec
		fc02 - fc36 - fc06 - fc10	fc04 - fc08 - fc32 - fc12
		0,55	0,54

Tabel 2.9: Resultaten afwikkelingsberekeningen VRI 5 Marathonloop - Boschdijk.

2.6.2 Wachtrijlengtes

De wachtrijlengtes zijn bepaald op basis van de ontwerpvormgeving. Op basis van de ontworpen fasediagrammen, met OV prioriteit is de wachtrijlengte bepaald. Dit is de berekende wachtrijlengte (95^{ste} percentiel) in meter per rijstrook. In het overzicht is daarnaast een overzicht gegeven van de beschikbare opstelcapaciteit. De beschikbare opstelcapaciteit is zo ingevuld dat opstelstroken van naastgelegen signaalgroepen niet worden geblokkeerd. In werkelijkheid kan de beschikbare opstelcapaciteit groter zijn. De waarde tussen haakjes geeft aan hoeveel opstelcapaciteit beschikbaar is totdat het stroomopwaarts gelegen kruispunt wordt geblokkeerd.

Signaalgroep	Wachtrij OS 2015	Wachtrij AS 2015	Wachtrij OS 2030	Wachtrij AS 2030	Beschikbare opstelcapaciteit
01	84	66	96	90	75 (285)
02	126	102	150	120	75 (r), 150 (l) (285)
03	66	54	72	48	150 (285)
04	54	60	54	54	80
05	66	90	108	108	80 (r), 100 (l)
06	108	90	102	90	100
07	84	78	78	72	105 (170)
08	96	120	96	138	105 (170)
09	144	114	138	114	110 (170)
10	90	66	96	72	60
11	114	90	120	102	60
12	78	90	78	108	60

Tabel 2.10: Wachtrijlengtes en opstelcapaciteit VRI Marathonloop - Boschdijk

2.6.3 Verkeersafwikkeling

- In de ochtendspits 2015 kan het kruispunt de intensiteiten verwerken binnen een cyclustijd van 96 seconden. In de avondspits van 2015 bedraagt de cyclustijd 93 seconden. In beide spitsperioden voldoet de cyclustijd aan de norm van 120 seconden.
- Het toevoegen van een extra realisatie voor het OV zorgt voor een forse toename van de cyclustijd. In de ochtendspits stijgt de cyclustijd naar 134 seconden. In de avondspits blijft de cyclustijd met 112 seconden onder de maximale waarde van 120 seconden.
- In de 2030 scenario's daalt de cyclustijd zowel in de ochtendspits als in de avondspits met 1 à 2 seconden. Dit betekent dat een voldoende verkeersafwikkeling ook in 2030 is gegarandeerd.
- Wanneer een extra realisatie voor het openbaarvervoer wordt toegevoegd komt de cyclustijd in de ochtendspits op 115 seconden. In de avondspits ligt de cyclustijd op 102 seconden.
- De berekende wachtrijlengtes gaan bij het merendeel van de richtingen niet tot (noemenswaardige) blokkades van naastgelegen opstelstroken leiden vanwege de grote opstelcapaciteit op het kruispunt. Uitzondering hier op is richting 02. In de ochtendspits 2015 en 2030 wordt de wachtrij van richting 02 langer dan de beschikbare opstelcapaciteit. De opstelstrook van de rechtsaffer wordt hierdoor geblokkeerd. Bij een situatie zonder busprioriteit ligt de opstellengte voor richting 02 rond de 90 meter.

- Daarnaast treden blokkades op op de westelijke tak (richtingen 07, 08 en 09). Richting 07 blijft in alle perioden binnen z'n opstelvak. Op richting 08 en 09 wordt de wachtrijlengte in een aantal gevallen langer dan de beschikbare opstelruimte. De wachtrij van richting 09 gaat de linkerstrook van richting 08 gaan blokkeren. Voor de situatie zonder OV prioriteit ligt de wachtrijlengte rond de beschikbare opstelcapaciteit.
- Voor de meeste richtingen neemt de wachtrijlengte naar 2030 maar beperkt toe. Daarnaast zijn er een aantal richtingen waar de wachtrijlengte in 2030 korter (of gelijk) is aan de wachtrijlengtes in 2015. Dat de wachtrijlengtes in 2030 voor een aantal richtingen korter of gelijk is aan de 2015 situatie ontstaat doordat op enkele richtingen de intensiteiten licht afnemen.

2.7 Conclusie solitaire verkeersafwikkeling

Uit de afwikkelingsanalyse blijkt dat sommige kruispunten op de piekmomenten moeite hebben het verkeer te verwerken. Het gaat hierbij vooral om VRI Huizingalaan. Door de hoge intensiteit op de Marathonloop ontstaan hier lange wachtrijen. Dit leidt tot een aantal gevallen tot blokkades van naastgelegen stroken. De wachtrij op de oosttak van VRI Estafettelaan slaat op de piekmomenten terug tot voorbij VRI Montpellierlaan. Dit kan leiden tot een verstoorde afwikkeling tussen deze kruispunten. Een mogelijkheid om de terugslag en het negatieve effect er van te beperken is het koppelen van de VRI's. Door het koppelen worden de wachtrijen tussen de kruispunten binnen het tracé geminimaliseerd. Het betekent echter wel dat aan de randen van het gekoppelde netwerk de wachtrijlengtes kunnen toenemen omdat het verkeer hier wordt tegengehouden.

Bij de solitaire analyse is voor de VRI's uitgegaan van een starre regeling waarin alle richtingen elke cyclus aanwezig zijn. Het kan zijn dat op straat bijvoorbeeld de langzaam verkeer richtingen lang niet elke cyclus aanwezig zijn. Hierdoor wordt de cyclustijd korter en kunnen de overige richtingen meer groen krijgen. Dit effect is niet met behulp van Cocon inzichtelijk te maken. Om een beter beeld te krijgen van het effect van een meer voertuigafhankelijke situatie is een dynamische simulatie van de Marathonloop uitgevoerd. Daarnaast geeft een dynamische simulatie ook een beter beeld van de interactie tussen VRI Estafettelaan en VRI Montpellierlaan. Deze is in de volgende hoofdstukken beschreven.

3. Koppeling VRI's Marathonloop

Uit de afwikkelingsanalyse van de solitaire kruispunten is gebleken dat met name tussen VRI Estafettelaan en Montpellierlaan wachtrijen gaan terugslaan. Door middel van een koppeling kan worden voorkomen dat er lange wachtrijen tussen de kruispunten in komen te staan. Daarnaast kan een koppeling leiden tot een hoger comfort voor de automobilisten op de Marathonloop omdat ze dan minder hoeven af te remmen en op te trekken.

Voor de koppeling zijn twee situaties bekeken. De eerste situatie is een koppeling over de gehele Marathonloop. De tweede is alleen een koppeling tussen de VRI's Estafettelaan en Montpellierlaan. Doel van deze analyse is om te kijken hoe kansrijk deze koppelingen zijn.

3.1 Analyse koppelingsmogelijkheid

Niet elke situatie leent zich voor het toepassen van een koppeling. De intensiteiten, de vormgeving en de cyclustijden dienen aan een aantal voorwaarden te voldoen. Voor de intensiteiten geldt dat er een duidelijke hoofdstroom door het netwerk moet zijn. Voor de vormgeving is het wenselijk dat de capaciteit van de te koppelen richtingen gelijk is. Omdat bij een harde koppeling de cyclustijden gelijk worden getrokken is het wenselijk dat deze niet al te veel verschillen.

3.1.1 Intensiteiten

Er is in beide perioden een duidelijke hoofdstroom door het netwerk. De voedende richting vanaf de oostkant verschilt per perioden. Bij VRI Montpellierlaan slaat een aanzienlijk deel van het verkeer in oostelijke richting af en komt er een aanzienlijk deel van het verkeer in westelijke richting bij. Dit kan een reden zijn om het peloton rond dit kruispunt tegen te houden om het verkeer te laten indikken tot een compact peloton.

3.1.2 Capaciteiten

De capaciteit is voor de meeste richtingen in het netwerk gelijk. Alleen bij VRI Boschdijk is er een verschil. De voedende richting van verkeer in oostelijke richting heeft twee stroken. Het verkeer moet tussen VRI Boschdijk en VRI Estafettelaan samenvoegen. Hierdoor wordt het peloton uitgerekt. In westelijke richting komt het verkeer over één strook bij VRI Boschdijk aan en kan het over twee stroken afrijden.

Om de capaciteit van de tweede strook te gebruiken moet het peloton hier tegen worden gehouden.

3.1.3 Cyclustijden

De cyclustijden van de verschillende kruispunten verschillen aanzienlijk. Met name VRI Montpellierlaan heeft aanzienlijk lagere cyclustijd dan de overige kruispunten. Doordat de cyclustijd omhoog wordt gehaald vanwege de koppeling neemt met name de verliestijd voor het verkeer van de zijrichtingen en het langzaam verkeer over de Marathonloop toe.

3.1.4 Conclusie koppelingsmogelijkheid

De situatie is niet optimaal voor een koppeling. Bij VRI Montpellerlaan is een aanzienlijke stroom van en naar de zijrichting. Het verkeer moet hier mogelijk worden tegen gehouden om het peloton weer te laten in te dikken. Bij VRI Boschdijk moet het peloton worden tegengehouden zodat deze zich over de beschikbare opstelstroken kan verdelen. Dit betekent dat het peloton over een streng van vier VRI's mogelijk al twee keer moet stoppen. Hierdoor komt het voordeel van het comfort voor de weggebruikers deel te vervallen.

3.2 Groene Golf Marathonloop (2015)

Uit de analyse van de koppeling blijkt dat de groenfasen van de regelingen redelijk op elkaar af te stemmen zijn. Maar het percentage stops bij de volgrichtingen is hoog. Er is zeker geen sprake van een goede groene golf. Door de zware belasting op een aantal kruispunten is de groentijd maar net genoeg voor het verwerken van het verkeer. Bij een koppeling is altijd een zekere mate van restruimte nodig om goed te kunnen koppelen. Deze restruimte is er niet. Door pelotondiffusie en de beperkte groentijd zal vaak de staart van het peloton niet door de groenfase komen. De groenfase wordt tijdens het afrijden van het peloton beëindigd wat kan leiden tot kopstaartbotsingen. Om te voorkomen dat er wachtrijen opbouwen binnen het netwerk zal aan de randen gedoseerd moeten worden. Dit leidt tot langere wachttijden en wachtrijen bij VRI's Huizingalaan en Boschdijk.

Bij een harde koppeling worden de cyclustijden gelijk getrokken. Dit betekent dat op een aantal kruispunten de cyclustijd aanzienlijk toeneemt. Zo neemt de cyclustijd bij VRI Montpellierlaan toe van 70 naar 120 seconden. Dit geeft een forse verslechtering van de verkeersafwikkeling van de zijrichtingen en het langzaam verkeer op de oversteken over de Marathonloop.

Gezien het feit dat voor de gekoppelde richtingen de meerwaarde zeer beperkt is en het nadeel voor het overige verkeer fors is, wegen de voordelen van een koppeling niet op tegen de nadelen. Een koppeling over de gehele streng biedt geen meerwaarde voor de verkeersafwikkeling.

3.3 Koppeling VRI Estafettelaan - Montpellierlaan

In de afwikkelingsstudie van de solitaire kruispunten is gekeken naar de mogelijkheden om de vier VRI's op de Marathonloop te koppelen. Uit deze analyse is gebleken dat dit voor de Marathonloop niet leidt tot een verbetering van de verkeersafwikkeling. Daarnaast is in de afwikkelingsstudie gebleken dat de verkeersafwikkeling tussen de Estafettelaan en de Montpellierlaan mogelijk wordt verstoord doordat de wachtrijen van VRI Estafettelaan terugslaan tot op het kruispunt Montpellierlaan. Uit de analyse is de vraag naar voren gekomen of het niet mogelijk is om alleen de kruispunten Estafettelaan en Montpellierlaan te koppelen.

3.3.1 Koppeling ochtendspits

Bij de analyse van de volledige Marathonloop was een cyclustijd noodzakelijk van 110 seconden. Indien alleen VRI Estafettelaan en VRI Montpellierlaan worden gekoppeld kan worden gewerkt met een cyclustijd van 98 seconden. In de ochtendspits is VRI Estafettelaan het maatgevende kruispunt.

3.3.1.1 Dubbele fietsrealisaties

In eerste instantie is gekeken naar een situatie met een dubbele fietsrealisatie bij VRI Montpellier. Uit deze analyse blijkt dat een koppeling in westelijke richting (de spitsstroom) goed mogelijk is. Maar dat het verkeer in oostelijke richting in dat geval zeer ongelukkig uitkomt bij VRI Montpellier. Op circa tweederde van het peloton wordt de groentijd afgekapt en gaat de richting naar geel. Dit is een onwenselijke situatie. Het leidt tot kopstaartbotsingen wanneer het voorste voertuig bij geel wil stoppen en de achterste denkt nog door te kunnen rijden.

3.3.1.2 Enkele fietsrealisatie

Wanneer de extra fietsrealisatie uit het fasendiagram wordt gehaald, krijgt de rechtdoorgaande richting 05 (richting Huizingalaan) meer ruimte. Hierdoor kan de richting langer groen blijven en kan het hele peloton binnen de groentijd afrijden. Daarnaast ontstaat er voor richting 06 (linksaf richting Montpellierlaan) ruimte om aan het eind van de groentijd van richting 05 te komen. Hierdoor kan het verkeer tijdens het groen van richting 05 het vak bereiken en vervolgens als een compact peloton afrijden.

3.3.2 Koppeling avondspits

In de avondspits is het kruispunt Estafettelaan het maatgevende kruispunt van de gehele Marathonloop. De benodigde cyclustijd van 120 seconden blijft ook bij een koppeling van alleen VRI Estafettelaan en VRI Montpellierlaan noodzakelijk.

3.3.2.1 Dubbele fietsrealisatie

In de avondspits is een zelfde beeld te zien als in de ochtendspits. Bij VRI Estafettelaan heeft de doorgaande richting 05 (richting Huizingalaan) een zeer lange groentijd nodig. De volgrichting bij VRI Montpellierlaan heeft onvoldoende groen om het gehele peloton te koppelen. Er kan voor worden gekozen om het peloton eerst bij rood te laten aankomen. Voordeel hiervan is dat de grote linksafstroom zich op het linksafvak kan opstellen en rechtdoorgaande verkeer kan indikken tot een compact peloton. Dit houdt echter wel in dat het verkeer in westelijke richting ongelukkig bij het groen van de volgrichting uitkomt. De groentijd wordt na circa een derde van het peloton beëindigd.

3.3.2.2 Enkele fietsrealisatie

Indien de extra fietsrealisatie bij VRI Montpellierlaan eruit wordt gehaald, ontstaat extra ruimte voor beide doorgaande richtingen. Dit leidt ertoe dat de groentijd van richting 05 zo ver verlengd kan worden dat het gehele peloton in een keer door de groenrealisatie kan. Daarnaast kan de groentijd van richting 11 worden opgeschoven waardoor ook het verkeer in westelijke richting een koppeling heeft. Het peloton komt wel enkele seconden te vroeg aan. Vervolgens kan wel het gehele peloton goed afrijden. De linksaffer (richting 06) richting de Montpellierlaan kan aan het eind van de groentijd van de doorgaande richting groen krijgen. Hierdoor kan het linksafslaande verkeer tijdens het groen van richting 05 de linksafstrook bereiken en vervolgens afrijden.

3.3.3 Conclusie koppelingsanalyse VRI Estafettelaan - Montpellierlaan

Uit de koppelingsanalyse blijkt dat de kruispunten Montpellierlaan en Estafettelaan in beide spitsperiodes wel te koppelen zijn maar dat de dubbele fietsrealisatie bij VRI Montpellierlaan dan komt te vervallen. Indien de tweede fietsrealisatie wordt gehandhaafd wordt bij VRI Montpellierlaan de groentijd tijdens het afrijden van het peloton beëindigd wat zorgt voor een onwenselijke situatie. De gekoppelde situatie tussen VRI Estafettelaan en Montpellierlaan biedt voordelen voor de te koppelen richtingen. Voor de overige richtingen bij VRI Montpellierlaan neemt de verliestijd wel toe door een toename van de cyclustijd. Een verdere analyse met een dynamische simulatie is zeker een optie.

4. Vissim analyse afwikkeling

Uit de solitaire berekeningen is gebleken dat het tracé van de Marathonloop in het nieuwe ontwerp zwaar belast is. In de solitaire berekeningen wordt voor het bepalen van de cyclustijden en de wachtrijlengtes uitgegaan van een starre regeling. Op straat zullen de regelingen voertuigafhankelijk regelen. Richtingen waar geen verkeer is krijgen geen groen waardoor er meer tijd overblijft voor de andere richtingen. Om dit effect ook in de analyses mee te nemen is de verkeersafwikkeling geanalyseerd met behulp van een dynamische simulatie. Bij de analyse zijn de huidige 2015 situatie en de toekomstige 2030 naast elkaar gezet. Doel is het in beeld brengen van het verschil in afwikkelingskwaliteit tussen beide varianten. De wens van de gemeente Eindhoven is dat de kwaliteit van de verkeersafwikkeling in de toekomst van voldoende niveau blijft en niet onacceptabel minder is dan in de huidige situatie.

4.1 Verkeersafwikkeling gehele Marathonloop

De uitgangspunten voor de dynamische simulatie zijn beschreven in hoofdstuk 2. De resultaten voor de verkeersafwikkeling op de Marathonloop worden in dit hoofdstuk per kruispunt beschreven. De berekende wachtrijen van Vissim zijn in de beoordeling niet meegenomen. Vissim bepaald de wachtrijlengte door de staart van de file (< 10 km/uur) te volgen. Op de Marathonloop treedt echter soms een schokgolf op. Voertuigen moeten even afremmen tot een snelheid van minder dan 10 km/uur en kunnen vervolgens weer doorrijden. Doordat de snelheid van de voertuigen onder de 10 km/uur komt ziet Vissim dit als de staart van een wachtrij. Hierdoor worden zeer lange wachtrijen bepaald terwijl dit geen stilstaande wachtrij is maar langzaam rijdend verkeer. Voor het bepalen van de benodigde opstellengtes worden de berekende wachtrijlengtes van de solitaire berekeningen gebruikt.

4.1.1 VRI Huizingalaan - Marathonloop

In tabel 4.1 en 4.2 zijn de resultaten voor het kruispunt Huizingalaan weergegeven. In tabel 4.1 zijn de gemiddelde verliestijden per modaliteit gedurende een ochtend- of avondspits weergegeven. In tabel 4.2 zijn de gemiddelde verliestijden uitgesplitst naar rijrichting. Uit de resultaten per modaliteit valt te concluderen dat

de verkeersafwikkeling voor het nieuwe ontwerp in 2030 vergelijkbaar is met de afwikkeling in de referentiesituatie. Een dergelijke conclusie sluit aan bij de verwachtingen vanuit de solitaire berekeningen. In de ochtendspits is voor het autoverkeer een kleine teruggang in afwikkelingskwaliteit te zien. Deze verandering wordt veroorzaakt door verkeer richting de Marathonloop wat incidenteel wat moeizaam richting Marathonloop afrijdt als gevolg van een wat minder vlotte verkeersafwikkeling op de Marathonloop zelf (zie ook toelichting bij kruispunt Montpellierlaan).

Modaliteit	Gemiddelde verliestijd Referentie 2015		Gemiddelde verliestijd Nieuw ontwerp 2030	
	OS	AS	OS	AS
MVT	41	42	51	43
OV	nvt	nvt	6	6
FIETS	31	29	28	25
VOETGANGER	41	40	32	29

Tabel 4.1 - Gemiddelde verliestijden in seconden Huizingalaan per modaliteit

Wanneer wordt gekeken naar de uitsplitsing per rijrichting is te zien dat voor de meeste richtingen de verliestijd toeneemt. In de ochtendspits zitten de afnames op de zuidtak van de Huizingalaan en de Marathonloop. In de avondspits is ook een afname zichtbaar op de noordtak van de Huizingalaan. Relevante toename zit vooral op de oosttak in de ochtendspits.

Richting	Verliestijd referentie 2015		Verliestijd nieuw ontwerp 2030	
	Ochtendspits	Avondspits	Ochtendspits	Avondspits
01	39	47	55	39
02	42	40	49	44
03	29	32	46	50
04	42	40	62	46
05	44	42	61	49
06	45	45	55	54
07	49	48	41	35
08	38	40	36	32
09	43	42	60	49
10	39	43	30	40
11	39	39	39	40
12	39	39	59	47

Tabel 4.2 - Gemiddelde verliestijden in seconden Huizingalaan per richting

4.1.2 Vijfkamplaan

In tabel 4.3 en 4.4 zijn de resultaten voor het kruispunt Vijfkamplaan weergegeven. In tabel 4.3 zijn de gemiddelde verliestijden per modaliteit gedurende een ochtend- of avondspits 2015 en 2030 weergegeven. In tabel 4.4 is de uitsplitsing naar rijrichting gemaakt. Uit de resultaten valt te concluderen dat de verkeersafwikkeling in beide varianten goed is. De oversteekbaarheid van de Marathonloop voor langzaam verkeer gaat lichtjes achteruit maar wordt nog altijd geclassificeerd als goed (<20 sec). De verkeersafwikkeling vanaf de Vijfkamplaan linksaf de Marathonloop op (richting west) neemt in het nieuwe ontwerp iets in kwaliteit af. Doordat de Marathonloop nog slechts één rijstrook voor doorgaand verkeer heeft, vindt verkeer vanaf de Vijfkamplaan minder gemakkelijk een voldoende groot hiaat om linksaf te kunnen slaan. De verliestijd voor verkeer vanaf de Vijfkamplaan neemt toe van zo'n 5 seconden in de huidige situatie tot 15-20 seconden in het toekomstig ontwerp. Desalniettemin is er ook in de toekomstige situatie nog altijd sprake van een goede verkeersafwikkeling.

Modaliteit	Verliestijd Referentie 2015		Verliestijd Nieuw ontwerp 2030	
	Ochtendspits	Avondspits	Ochtendspits	Avondspits
MVT	1	2	4	4
OV	0	0	0	0
FIETS	1	1	2	2
VOETGANGER	6	9	12	9

Tabel 4.3 - Gemiddelde verliestijden in seconden Vijfkamplaan per modaliteit

Wanneer wordt gekeken naar de gemiddelde verliestijden per richting valt op dat de verliestijd voor verkeer vanuit de Vijfkamplaan in de ochtendspits aanzienlijk toeneemt. Dit wordt verklaard door de rollende wachtrij welke in de ochtendspits ontstaat door de terugslaande wachtrij vanaf VRI Estafettelaan.

Richting	Gemiddelde verliestijd Referentie 2015		Gemiddelde verliestijd Nieuw ontwerp 2030	
	Ochtendspits	Avondspits	Ochtendspits	Avondspits
Marathonlaan oost	2	4	5	5
Vijfkamplaan	4	7	22	13
Marathonlaan west	3	3	3	4

Tabel 4.4:- Gemiddelde verliestijden in seconden Vijfkamplaan per kruispunttak

4.1.3 Montpellierlaan

In Tabel 4.5 en 4.6 zijn de resultaten voor het kruispunt Montpellierlaan weergegeven. In tabel 4.5 zijn de gemiddelde verliestijden per modaliteit gedurende een ochtend- of avondspits weergegeven. In tabel 4.6 is de uitsplitsing gemaakt naar rijrichting. Voor het autoverkeer is in deze resultaten nauwelijks onderscheid waarneembaar tussen de huidige en toekomstige situatie. Voor het langzaam verkeer is echter wel een duidelijke verandering waarneembaar. Doordat het doorgaande autoverkeer in het nieuwe ontwerp slechts één strook heeft is aanzienlijk meer groentijd nodig om dit verkeer goed te kunnen verwerken. Dit zorgt voor een hogere cyclustijd en gaat daarmee ten koste van de oversteekbaarheid van de Marathonloop. Ondanks de hogere verliestijden is de verkeersafwikkeling voor het langzame verkeer ook in de 2030 situatie voldoende.

Modaliteit	Referentie 2015		Nieuw ontwerp 2030	
	OS	AS	OS	AS
MVT	24	25	25	19
OV	nvt	nvt	1	1
FIETS	14	15	21	22
VOETGANGER	15	16	40	23

Tabel 4.5 – Gemiddelde verliestijden in seconden Montpellierlaan per modaliteit

Wanneer de gemiddelde verliestijden worden uitgesplitst naar rijrichting is zichtbaar dat de verliestijd voor de rechtsaffers (richting 7 en 10) hoger worden en voor de overige richtingen nagenoeg gelijk of lager worden. De toenames zijn echter beperkt tot enkele seconden.

Richting	Gemiddelde verliestijd referentie 2015		Gemiddelde verliestijd nieuw ontwerp 2030	
05	20	20	10	11
06	31	38	31	27
07	17	16	23	18
09	32	33	29	30
10	25	25	36	30
11	27	27	28	20

Tabel 4.6 – Gemiddelde verliestijden in seconden Montpellierlaan per richting

Hoewel de verliestijd (vertraging) voor het autoverkeer in de toekomstige situatie vergelijkbaar is met de referentie situatie, is er in de ochtendspits wel sprake van een matige tot slechte verkeersafwikkeling op de oostelijk kruispunttak van het kruispunt. Op het wegvak tussen de Huizingalaan en de Montpellierlaan is er in de ochtendspits sprake van langzaam rijdend en stilstaand verkeer. Incidenteel slaat deze 'rollende' wachtrij terug tot aan het kruispunt Huizingalaan.

Dit is enerzijds het gevolg van de enkele strook op de Marathonloop en het hoge verkeersaanbod, en wordt anderzijds veroorzaakt doordat verkeer op de Montpellierlaan niet altijd goed kan afrijden richting Estafettelaan als gevolg van wachtrijvorming daar en het ontbreken van coördinatie tussen beide kruispunten.

4.1.4 Estafettelaan

In tabel 4.7 en 4.8 zijn de resultaten voor het kruispunt Estafettelaan weergegeven. In tabel 4.7 zijn de gemiddelde verliestijden per modaliteit gedurende een ochtend- of avondspits weergegeven. In tabel 4.8 is voor het autoverkeer een uitsplitsing gemaakt naar rijrichting. Het nieuwe ontwerp resulteert voor alle modaliteiten in een verminderde verkeersafwikkeling. Als gevolg van het terugbrengen van het aantal rijstroken voor doorgaand verkeer is een hogere cyclustijd nodig om al het verkeer goed te kunnen verwerken. Dit is duidelijk terug te zien in de verliestijden voor de verschillende modaliteiten. Voor langzaam verkeer gaat met name de oversteekbaarheid van de Marathonloop sterk achteruit, terwijl voor gemotoriseerd verkeer op alle rijrichtingen een achteruitgang wordt waargenomen.

Modaliteit	Referentie 2015		Nieuw ontwerp 2030	
	OS	AS	OS	AS
MVT	12	14	21	25
OV	nvt	nvt	4	4
FIETS	5	6	18	18
VOETGANGER	9	10	23	25

Tabel 4.7 – Gemiddelde verliestijden in seconden Estefattelaan per modaliteit

Bij de uitsplitsing naar rijrichting is te zien dat voor alle richtingen de verliestijd toeneemt in zowel de ochtenspits als de avondspits. De grootste toenames zitten op de richtingen van en naar de Estafettelaan.

Richting	Gemiddelde verliestijd referentie 2015		Gemiddelde verliestijd nieuw ontwerp 2030	
01	14	19	16	35
03	17	20	39	42
04	12	14	23	33
05	13	15	24	28
06	nvt	nvt	nvt	nvt
08	nvt	nvt	nvt	nvt
11	12	13	17	18
12	12	14	27	42

Tabel 4.8 – Gemiddelde verliestijden in seconden Estefattelaan per rijrichting

Uit de simulatie blijkt dat op de oostelijke tak van dit kruispunt (richting 11) geregeld sprake is van terugslag van wachtrijen tot op de Montpellierlaan. Dit kan leiden tot kruispuntblokkades op het aangrenzende kruispunt. Bovendien leidt dit tot een verminderde capaciteit voor doorgaand verkeer op de Montpellierlaan zoals ook bij de resultaten voor de Montpellierlaan is beschreven.

Ook op de westelijke tak van het kruispunt wordt forse wachtrijvorming waargenomen. Dit is met name het geval in de avondspits. Met ruim 200 meter wachtrij resulteert dit echter niet tot terugslag tot op de Boschdijk. De afwikkeling is op de westelijke tak dus weliswaar stroperige met forse pieken in de wachtrijvorming, maar dit leidt niet tot blokkades van aangrenzende kruispunten.

Een belangrijk voordeel van de nieuwe vormgeving zijn de aparte opstelvakken voor het verkeer naar de Estafettelaan. Hierdoor zijn de deelconflicten tussen het linksafslaande verkeer en de hoofdstromen uit de tegenrichting en tussen het afslaande autoverkeer en het langzame verkeer langs de Marathonloop niet meer aanwezig. Het opheffen van de deelconflicten vraagt om extra tijd in de regeling. Dit heeft invloed op de verkeersafwikkeling. Maar is wel een structurele verbetering van de verkeersveiligheid voor zowel het autoverkeer als het langzame verkeer.

4.1.5 Boschdijk

In tabel 4.9 en 4.10 zijn de resultaten voor het kruispunt Boschdijk weergegeven. In tabel 4.9 zijn de gemiddelde verliestijden per modaliteit gedurende een ochtend- of avondspits weergegeven. In tabel 4.10 is een uitsplitsing gemaakt naar rijrichting. De verkeersafwikkeling in de toekomstige situatie neemt af ten opzichte van de referentie variant. Voor alle modaliteiten is een verhoogde verliestijd waargenomen. Echter is dit niet het gevolg van de gewijzigde vormgeving, maar van een verandering in de verkeersbelasting in de toekomstige situatie. Het aantal

beschikbare rijstroken per modaliteit is in de toekomstige situatie immers vergelijkbaar met de referentie situatie.

	Referentie		Nieuw ontwerp	
	OS	AS	OS	AS
MVT	39	38	46	44
OV	nvt	nvt	7	7
FIETS	31	31	32	32
VOETGANGER	32	31	45	45

Tabel 4.9 – Gemiddelde verliestijden in seconden Boschdijk per modaliteit

Bij de uitsplitsing naar rijrichting is te zien dat alleen bij richting 07 in de ochtendspits een verlaging van de gemiddelde verliestijd zichtbaar is. Alle andere richtingen krijgen in 2030 te maken met een hogere gemiddelde verliestijd.

Richting	Gemiddelde verliestijd referentie 2015		Gemiddelde verliestijd nieuw ontwerp 2030	
01	39	32	51	48
02	40	38	49	45
03	42	42	60	55
04	27	34	28	35
05	38	36	45	40
06	44	42	51	50
07	35	33	33	34
08	38	39	38	41
09	43	47	48	49
10	41	37	52	47
11	37	37	41	40
12	43	42	51	51

Tabel 4.10 – Gemiddelde verliestijden in seconden Boschdijk per richting

4.1.5.1 Samenvoegen verkeer voor VRI Estafettelaan

Het verkeer vanaf de noordtak van VRI Boschdijk rijdt met twee stroken de Marathonloop op. Vervolgens moet het verkeer voor VRI Estafettelaan samenvoegen naar een strook. Uit de dynamische analyse bleek dat de opstelruimte op dit wegvak aan de korte kant was voor de wachtrij. In een aantal gevallen sloeg de wachtrij terug tot tegen VRI Boschdijk aan. Door het samenvoegpunt wat meer op te schuiven richting VRI Estafettelaan ontstaat er

meer opstelruimte op het wegvak waardoor de kans op terugslag kleiner wordt. Deze optimalisatie van het ontwerp is uitgevoerd en in de verdere analyse meegenomen.

4.1.6 Conclusies

Op basis van de gepresenteerde resultaten kan worden geconcludeerd dat met het nieuwe ontwerp van de Marathonloop alle modaliteiten (met uitzondering van de bus) wat moeten inleveren om het openbaar vervoer hier met prioriteit te kunnen afhandelen op vrijliggende infrastructuur.

Deze verminderde verkeersafwikkeling is primair het gevolg van de teruggebrachte capaciteit voor de doorgaande richting van 2 naar 1 rijstrook. De impact ligt hoofdzakelijk ter hoogte van de kruispunten Estafettelaan en Montpellierlaan. Het kruispunt Estafettelaan wordt tegen het maximum belast en is maatgevend voor de verkeersafwikkeling op het westelijk trajectdeel.

Over het algemeen kan het kruispunt de intensiteiten net verwerken en is de verkeersafwikkeling matig. In de spitsperioden wordt bij kleine pieken in het verkeersaanbod de maximum intensiteit overschreden en treedt op de oostelijke tak van het kruispunt wachtrijvorming op welke terugslaat tot aan het kruisingsvlak met de Montpellierlaan. Hierdoor is er voor doorgaand verkeer ter hoogte van de Montpellierlaan geregeld geen (of beperkte) mogelijkheid om af te kunnen rijden bij groen licht. Dit resulteert ook ten oosten van de Montpellierlaan in een matige, stroperige verkeersafwikkeling met tijdens de spitsuren in oost- westrichting incidenteel 'rollende' wachtrijen tot aan het kruispunt met de Huizingalaan. Mogelijk kan een koppeling tussen beide kruispunten het effect van de terugslag verkleinen. Er is een aanvullende analyse uitgevoerd naar het oplossend vermogen van een koppeling tussen beide kruispunten. De resultaten van deze analyse zijn in paragraaf 4.2 beschreven.

Op de overige kruispunten (Huizingalaan, Vijfkamplaan en Boschdijk) is slechts een minimaal effect op de verkeersafwikkeling als gevolg van het aangepaste ontwerp geconstateerd.

4.2 Koppeling VRI Estafettelaan – VRI Montpellierlaan

Ten behoeve van het verbeteren van de verkeersafwikkeling tussen de Estafettelaan en de Montpellierlaan (en daarmee de hele Marathonloop) is onderzocht of een harde koppeling van beide kruispunten tot een verbetering kan leiden. Een harde koppeling wil zeggen dat de koppeling altijd is gegarandeerd. Dit betekent dat een

voedende richting pas groen mag krijgen als het peloton bij de volgrichting gegarandeerd kan doorrijden.

Zoals reeds in paragraaf 4.1 is geconstateerd is het kruispunt Estafettelaan maatgevend voor een goede verkeersafwikkeling op de Marathonloop. Een koppeling met het naastgelegen kruispunt Montpellierlaan kan voordelen opleveren. Een nadeel is dat het verkeer aan het begin van de koppeling wordt tegen gehouden om een compact peloton te vormen. De opstelcapaciteit tussen beide kruispunten wordt niet of nauwelijks benut. Dit kan leiden tot langere wachtrijen bij de voedende richtingen. De resultaten van een koppeling tussen de Estafettelaan en de Montpellierlaan wordt hieronder per kruispunt besproken.

4.2.1 Boschdijk en Huizingalaan

In de beoordeling van het resultaat van de koppeling tussen de Estafettelaan en de Montpellierlaan is geconstateerd dat deze (zoals ook verwacht mocht worden) geen effect hebben op de doorstroming op de kruispunten met de Boschdijk en de Huizingalaan. Op de verkeersafwikkeling op deze kruispunten wordt daarom niet aanvullend ingegaan.

4.2.2 Estafettelaan

Op het kruispunt Estafettelaan is in zowel de ochtend- als de avondspits een negatief effect op de verliestijden van het verkeer waarneembaar (zie tabel 4.11). Voor het autoverkeer wordt dit veroorzaakt door een verminderde flexibiliteit in de regeling waardoor sommige richtingen langer moeten wachten dan in de ongekoppelde situatie. Als wordt gedifferentieerd naar rijrichtingen dan wordt wel een positief effect geconstateerd voor verkeer vanuit het oosten (Montpellierlaan). Voor dit verkeer verbeterd de verkeersafwikkeling ter hoogte van het kruispunt Estafettelaan als gevolg van de gerealiseerde koppeling. Dit is ook terug te zien in de wachtrijvorming op de oostelijke tak van het kruispunt. De mate waarin wachtrijen vanaf de Estafettelaan terug slaan tot op het kruispunt met de Montpellierlaan is sterk gereduceerd als gevolg van de koppeling.

Voor met name het langzaam verkeer is het effect van een gekoppelde regeling zeer negatief. Dit is terug te zien in de verliestijden voor zowel fiets als voetganger. Door de koppeling heeft de doorgaande richting voor verkeer vanaf VRI Montpellierlaan extra groen nodig. Dit om een eventuele wachtrij voor de stopstreep en peloton vanaf de Montpellierlaan te kunnen verwerken en omdat de richting wat eerder naar groen gaat zodat het peloton zonder afremmen kan doorrijden. Dit leidt ertoe dat er minder ruimte over blijft voor de fietsers en voetgangers over de Marathonloop.

Modaliteit	Ongekoppeld		Gekoppeld	
	OS	AS	OS	AS
MVT	21	25	23	38
OV	4	4	8	8
FIETS	18	18	41	52
VOETGANGER	23	25	64	73

Tabel 4.11 - Gemiddelde verliestijden in seconden Estafettelaan.

4.2.3 Montpellierlaan

Op het kruispunt Montpellierlaan is eveneens in zowel de ochtend- als de avondspits een negatief effect op de verliestijden van het verkeer waarneembaar (zie tabel 4.12). Ook hier is dit het gevolg van verminderde flexibiliteit in de regeling en het ophogen van de cyclustijd ten opzichte van de ongekoppelde variant. Net als bij de Estafettelaan is enkel een positief effect in de verkeersafwikkeling waarneembaar op de gekoppelde rijrichting vanuit het westen. Op de oostelijke tak van het kruispunt wordt zelfs een forse verslechtering van de verkeersafwikkeling waargenomen. Naast een toegenomen verliestijd vanuit het oosten, neemt ook de wachtrijvorming op de Marathonloop toe ten opzichte van de ongekoppelde situatie. Dit betekent dat er vaker dan in een ongekoppelde variant sprake is van terugslag tot op de Huizingalaan. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de opstelcapaciteit tussen VRI Montpellierlaan en VRI Estafettelaan niet of nauwelijks wordt benut. Het verkeer dat in een ongekoppelde situatie op dit wegvak staat, staat nu voor de stopstreep bij VRI Montpellierlaan.

Voor het langzaam verkeer is een koppeling tussen beide regelingen zeer negatief. Dit is terug te zien in de verliestijden voor zowel fiets als voetganger. De cyclustijd voor VRI Montpellierlaan is aanzienlijk opgehoogd om aan te sluiten bij de cyclustijd van VRI Estafettelaan. De extra tijd in de cyclus komt met name ten goede aan het verkeer op de gekoppelde doorgaande autorichtingen. Hierdoor ontstaat voor het overstekende langzaam verkeer een aanzienlijk langere verliestijd. Bovendien ondervindt het openbaar vervoer als gevolg van de koppeling extra vertraging omdat deze niet meer op ieder moment met prioriteit kan worden gerealiseerd.

Modaliteit	Ongekoppeld		Gekoppeld	
	OS	AS	OS	AS
MVT	25	19	32	26
OV	1	1	19	15
FIETS	21	22	43	53
VOETGANGER	40	23	43	52

Tabel 4.12 - Gemiddelde verliestijden in seconden Montpellierlaan.

4.2.4 Vijfkamplaan

Op de Vijfkamplaan wordt een beperkt negatief effect van de koppeling ter hoogte van de Estafettelaan en de Montpellierlaan geconstateerd. Als gevolg van de frequenter optredende lange wachtrijen op de Marathonloop is de Marathonloop ter hoogte van de Vijfkamplaan wat minder goed oversteekbaar voor langzaam verkeer. Ook heeft verkeer vanuit de Vijfkamplaan meer moeite om linksaf de Marathonloop op te rijden. De verkeersafwikkeling op deze locatie blijft desalniettemin goed.

4.2.5 Conclusie

Geconcludeerd mag worden dat een harde koppeling van de verkeersregelingen Estafettelaan en Montpellierlaan niet (of maar zeer beperkt) bijdraagt aan een verbeterde verkeersafwikkeling op de Marathonloop. Geadviseerd wordt daarom om niet uit te gaan van gekoppelde verkeersregelingen.

Een koppeling tussen beide kruispunten minimaliseert de kans op terugslag van wachtrijen op het aangrenzende kruisingsvlak. Daartegenover staat dat de koppeling leidt tot een verminderde verkeersafwikkeling voor andere modaliteiten op de kruispunten zelf en tot een verminderde doorstroming van doorgaand verkeer over de gehele Marathonloop. Met name in de ochtendspits wordt een verslechtering geconstateerd voor de doorstroming van doorgaand verkeer tussen de Huizingalaan en de Estafettelaan.

5. Afweging aanvullende maatregelen

Uit de studie blijkt dat het kruispunt met de Estafettelaan maatgevend is voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op de Marathonloop. Een harde koppeling of een regeltechnische afstemming biedt niet de oplossing. Aanvullend is gekeken naar maatregelen om de verkeersafwikkeling te verbeteren.

De verkeersafwikkeling verloopt met name in de ochtendspits moeizaam. Bij de berekeningen is uitgegaan van een 2030 intensiteit -10%. De gemeente is voornemens om middels mobiliteitsbeleid het autogebruik te laten afnemen in de stad. Voor dit gebied wordt uitgegaan van ca 10% reductie. Uit de berekeningen blijkt dat het tracé volledig aan z'n capaciteit zit. Wanneer de afname van 10% niet wordt gehaald, komt de kwaliteit van de verkeersafwikkeling nog meer onder druk te staan. Een zekere restcapaciteit op het tracé kan dan zeker gewenst zijn. Deze restcapaciteit is specifiek bedoeld voor de pieken in het verkeersaanbod.

5.1 Aanvullende maatregelen

Voor het vaststellen van mogelijke infrastructurele maatregelen is de verkeersafwikkeling op het kruispunt nader beschouwd met COCON. Op basis van deze analyse zijn de problemen verder in beeld gebracht en is gekeken naar mogelijke oplossingen. Om de verkeersafwikkeling te verbeteren is het noodzakelijk de verkeersbelasting en cyclustijd omlaag te brengen.

Voor het verlagen van de cyclustijd moeten maatregelen worden getroffen op de richtingen uit de maatgevende conflictgroep. Hiervoor zijn een aantal opties:

- Een conflict opheffen waardoor er minder richtingen in de conflictgroep zitten;
- De intensiteit op een richting verlagen;
- De capaciteit op een richting verhogen.

5.1.1 Opheffen conflict

Het opheffen van een conflict kan bijvoorbeeld door gecombineerde stroken te splitsen in een aparte rijstrook per richting. Bij de Estafettelaan hebben alle richtingen al een eigen strook waardoor dit geen oplossing is. Daarnaast kan het

oplossen van een conflict door het verbieden of opheffen van een rijrichting. Opties voor het opheffen van een richting uit de maatgevende conflictgroep zijn het opheffen van de voetgangersoversteek 33/34 over de westtak van de Marathonloop of het verbieden van linksafslaand verkeer vanaf de Estafettelaan.

5.1.1.1 Opheffen voetgangersoversteek

Het opheffen van de voetgangersoversteek heeft een gunstig effect op de cyclustijd en de wachtrijlengte op de oosttak. Maar de vraag is of dit een wenselijke situatie oplevert. Voetgangers vanuit de zuidwestkant van het kruispunt moeten eerst de Estafettelaan oversteken om vervolgens via de oversteek over de oosttak de Marathonloop over te steken. De verwachting is dat een aanzienlijk deel van de overstekende voetgangers een relatie heeft met de bushalte aan de noordwest kant van het kruispunt. Voor deze voetgangers ontstaat een onlogische looproute. Dit kan gaan leiden tot het ongeregeld oversteken van de Marathonloop over de westtak.

5.1.1.2 Verbieden linksafslaand verkeer Estafettelaan

De tweede optie, het verbieden van het linksafslaand verkeer vanaf de Estafettelaan, zorgt voor een aanzienlijke vermindering van de bereikbaarheid van de bedrijven en woningen welke worden ontsloten via de Estafettelaan. Verkeer kan niet meer rechtstreeks richting de A2 weg rijden. Op de Marathonloop is geen goede optie om te keren. Verkeer zal worden weggedrukt naar de overige ontsluitingen van het gebied, zoals richting het zuiden naar de 1^e Lieve de Keylaan en richting het westen naar de Furkapas. Dit levert geen wenselijke situatie op.

5.1.2 Intensiteit verlagen

Een tweede optie is het verlagen van de intensiteit op de richtingen van de maatgevende conflictgroep. Door het verkeer via andere routes te leiden daalt de benodigde groentijd en daarmee de cyclustijd. Dit heeft alleen effect als de berekende groentijd van de betreffende richting hoger is dan z'n minimale groentijd. Voor beide spitsperiodes voldoen alleen de doorgaande richtingen op de Marathonloop hieraan. Gezien de wegenstructuur in het gebied en de functie van de Marathonloop zijn passende alternatieven beperkt. Afhankelijk van de bestemming van het verkeer kan de Lieve de Keylaan in combinatie met de Boschdijk nog een alternatief zijn. Daarnaast is bij de berekeningen al uitgegaan van een afname van 10% van het berekende verkeersaanbod. De mogelijkheden voor het verlagen van de intensiteit op de Marathonloop lijken zeer beperkt.

5.1.3 Verhogen capaciteit

Het verhogen van de capaciteit van een richting komt in deze vormgeving neer op het toevoegen van een extra rijstrook op een richting. Hierdoor daalt de benodigde groentijd voor de betreffende richting en daarmee daalt ook de cyclustijd. Een extra strook betekent ook extra opstelruimte waardoor de kans op terugslag van de wachtrijen op de achtergelegen kruispunten verder wordt verkleind. Het effect van een capaciteitsuitbreiding is het grootst op de zwaarst belaste richting.

Het uitbreiden van de capaciteit van richting 11 heeft een aanzienlijk effect op de cyclustijd in de ochtendspits. Deze daalt van 97 naar circa 69 seconden. In de avondspits heeft de maatregelen geen effect. De strook is ruimtelijk echter niet goed in te passen.

5.2 Conclusie maatregelen

Het opheffen van de voetgangersoversteek of de linksaffer heeft een gunstig effect op de cyclustijd. Ook in de avondspits is hier een gunstig effect te zien. Bij het opheffen van de voetgangersoversteek is dit effect beperkt tot enkele seconden. Bij het opheffen van de linksaffer vanaf de Estafettelaan is het effect bijna 20 seconden. Deze vormgevingen vragen geen uitbreiding van de infrastructuur waardoor dit eenvoudig in te passen is in de vormgeving. Wel heeft het een negatief effect voor andere verkeersdeelnemers aangezien deze niet van de kortste route gebruik kunnen maken. Het effect op de opstellengte op de oosttak is echter beperkt. De cyclustijden worden korter maar de groentijden worden ook korter. Bij het opheffen van de voetgangersoversteek is dit maximaal 25 meter, bij het opheffen van de linksaffer maximaal 40 meter.

Het verdubbelen van richting 11 zorgt in de ochtendspits voor de grootste afname van de cyclustijd. In de avondspits heeft dit echter geen effect. Door de extra opstelstrook kan het verkeer zich over twee stroken verdelen en is de daling van de wachtrijlengte dan ook het grootst. In de ochtendspits daalt de wachtrijlengte tot circa 100 meter. De kans dat de wachtrij terug gaat slaan op het kruispunt met de Montpellier is zeer klein.

Voor het voorkomen van terugslag naar het kruispunt met de Montpellierlaan en daarmee het voorkomen van het vollopen van de Marathonloop is regeltechnische gezien het verdubbelen van de doorgaande richting de beste optie.

5.3 Ontwerp handhaven

Een andere keuze is bewust niet te dimensioneren op de piek, maar juist de balans te zoeken tussen een verkeersafwikkeling die met uitzondering van incidenten tijdens de spitsuren nog acceptabel is en het bevorderen van het gebruik van alternatieven. De studie laat zien dat verwacht mag worden dat de afwikkelingsproblemen zich alleen in de ochtendspits voordoen voor een periode van slechts circa 15 minuten. De overige tijd heeft het ontwerp voldoende capaciteit om het verkeer op een acceptabele wijze af te wikkelen.

Indien wordt gekozen de ontwerpwerpvormgeving te handhaven wordt geaccepteerd dat op drukke momenten in de ochtendspits de verkeersafwikkeling kortstondig kan haperen. Door optimalisaties in de VRI door te voeren kunnen de haperingen worden gedetecteerd en kunnen maatregelen worden genomen om de gevolgen van de haperingen te verkleinen. Mogelijke maatregelen zijn het toepassen van filedetectie en het toepassen van een vrije koppeling tussen de VRI's Estafettelaan en Montpellierlaan.

5.3.1 Filedetectie

5.3.1.1 Instroom beperken

Door filedetectoren op te nemen op het wegvak tussen de VRI Estafettelaan en VRI Montpellierlaan kan worden gedetecteerd wanneer de staart van de wachtrij in de buurt komt van VRI Montpellierlaan. Door de instroom bij VRI Montpellierlaan te beperken wordt voorkomen dat verkeer stil komt te staan op het kruispuntsvlak van VRI Montpellierlaan. Wanneer het kruispuntsvlak vrij blijft worden de andere verkeersstromen zoals verkeer van en naar de Montpellierlaan en het langzame verkeer niet gehinderd door stilstaande voertuigen. Dit zorgt voor een hogere verkeersveiligheid en een betere verkeersafwikkeling voor de overige verkeersstromen.

5.3.1.2 Uitstroom verbeteren

Naast het beperken van de instroom kan de uitstroom worden geoptimaliseerd. Een richting blijft verlengen (tot z'n maximum groentijd) tot het hiaat in de verkeersstroom groter wordt dan een vooraf ingestelde waarde. In sommige gevallen gebeurt het dat een langzaam voertuig of een voertuig dat uitvoegt naar een naastgelegen strook zorgt voor een onterecht hiaat. De richting gaat dan naar geel terwijl er nog verkeer aankomt. In geval van file is het zeer onwenselijk dat de volgrichting te vroeg naar geel gaat. Om deze reden kan tijdens de filemelding de ingestelde waarde voor de grote van het hiaat (hiaattijd) tijdelijk worden verhoogd. Hierdoor wordt de kans op het te vroeg naar geelsturen van de richting verkleind.

Daarnaast kan er voor worden gekozen om voor een korte periode de groentijd van de richting wat te verhogen.

5.3.2 Vrije koppeling

Uit de dynamische simulatie is gebleken dat een harde (gegarandeerde) koppeling niet het gewenste effect heeft. Een andere optie is het toepassen van een vrije koppeling. In dat geval draaien beide VRI's los van elkaar. Ze houden geen rekening met elkaar en draaien de cyclustijd die op dat moment voor dat kruispunt optimaal is. De voedende VRI (Montpellierlaan) telt de hoeveelheid verkeer die bij groen over de stopstreep rijdt. Wanneer dit er meer zijn dan een ingestelde waarde wordt het gezien als een peloton. In dat geval geeft VRI Montpellierlaan aan de volgende VRI (Estafettelaan) door dat er een peloton aankomt. Wanneer VRI Estafettelaan op dat moment groen is, houdt deze het groen even vast tot het peloton de stopstreep is gepasseerd. Komt het peloton op een ongeschikt moment aan bij VRI Estafettelaan dan wordt er niks gedaan en moet het peloton wachten. De koppeling wordt alleen tot stand gebracht als het op dat moment past binnen de regeling bij de volgrichting. Hierdoor is de impact van de koppeling op beide regelingen aanzienlijk kleiner dan bij een harde (gegarandeerde) koppeling.

Een vrije koppeling kan de situatie voorkomen dat een richting naar geel gaat terwijl er net een peloton aankomt. Dit draagt bij aan de doorstroming, logica en acceptatie van de regeling en geeft een verhoging van het comfort van voor de weggebruiker.

5.3.3 Effect filedetectie en vrije koppeling

Het toepassen van filedetectie geeft het ontwerp niet extra capaciteit. Haperingen in de verkeersafwikkeling worden daarmee niet opgelost. Wel kan filedetectie het moment van terugslag uitstellen, de gevolgen van de terugslag verminderen en de duur van de terugslag verkorten.

Een vrije koppeling kan op momenten zorgen voor een net wat vloeiender doorstroming van het verkeer. Dit kan er toe leiden dat er net dat beetje extra verkeer wordt verwerkt waardoor de terugslag uitblijft. Doordat echter niet te voorspellen is wanneer de vrije koppeling inschakelt zal ook deze maatregel de haperingen in de verkeersafwikkeling niet volledig voorkomen. Wel draagt het bij aan het comfort van de weggebruiker, de logica en acceptatie van de regeling en de doorstroming.

Een voordeel van de maatregelen is het feit dat dit met name softwarematige maatregelen zijn. Hierdoor zijn de kosten voor het toepassen van de maatregelen beperkt.

Het toepassen van een vrije koppeling in combinatie met filedetectie tussen de kruispunten Estafettelaan en Montpellierlaan draagt zeker bij aan de verbetering van de doorstroming op de Marathonloop.

5.3.4 Inzichtelijk maken effecten

De effecten van de vrije koppeling en de filedetectie worden onderzocht middels een dynamische simulatie. Hiervoor worden de bestaande simulatieregelingen uitgebreid met de filedetectie en de vrije koppeling. Op basis van de verliestijden uit Vissim en de Vissim fimpjes van de verkeersafwikkeling wordt vervolgens bepaald of de maatregelen voldoende toegevoegde waarde hebben.

Bijlage A. Intensiteiten

												in 1186												in 1151												in 828												in 834																																			
Boschdijk												uit 1184												uit 1151												Montpellier												uit 827												uit 835												363 233 25 Huizingalaan											
287 641 217												1 249												452 133												versch 1																																															
10 11 12												2 724												11 1105												10 128												11 825																																			
												3 211												12 46												11 699												12 10												Marathonloop												4 7											
434 9												845 5												336 6												619 5												263 12																																			
612 8												125 4												519 5												33 4												3 1												176 11																							
268 7												6 5 4												81 10																								3 0												178 10												9 8 7											
												282 363 140																																																238 193 23																							
Boschdijk												Estafettelaan												In 855												in 652												Vijfkampweg												Huizingalaan																							
												in 969												uit 855												uit 652												in 619																																			
												uit 970																																				uit 617																																			
																																																												p-terrein																							

			in uit			1052			in uit			965			550,5			436			in uit			706			in uit			701			213			211			25			Huizingalaan					
207 599 302			Boschdijk												422 132			Montpellier																													
10 11 12						1 214									7 9						10 164			11 692									1			2			3						4 5		
						2 666						11 946																																	5 185		
						3 172						12 19						11 543						12 10																					6 40		
355 9						1306 5						504 6						950 5												417 12																	
978 8						162 4			3 1			827 5						9 4						3 1						271 11																	
246 7			6 5 4						106 25												14 1						263 10									9 8 7											
			316 604 188																																				303 250 26								
						Estafettelaan						In uit			1331			in uit			959			Vijfkampweg																							
			Boschdijk									In uit			1331			in uit			959						in uit			951																	
						1468																					in uit			951																	
						1468																								951																	

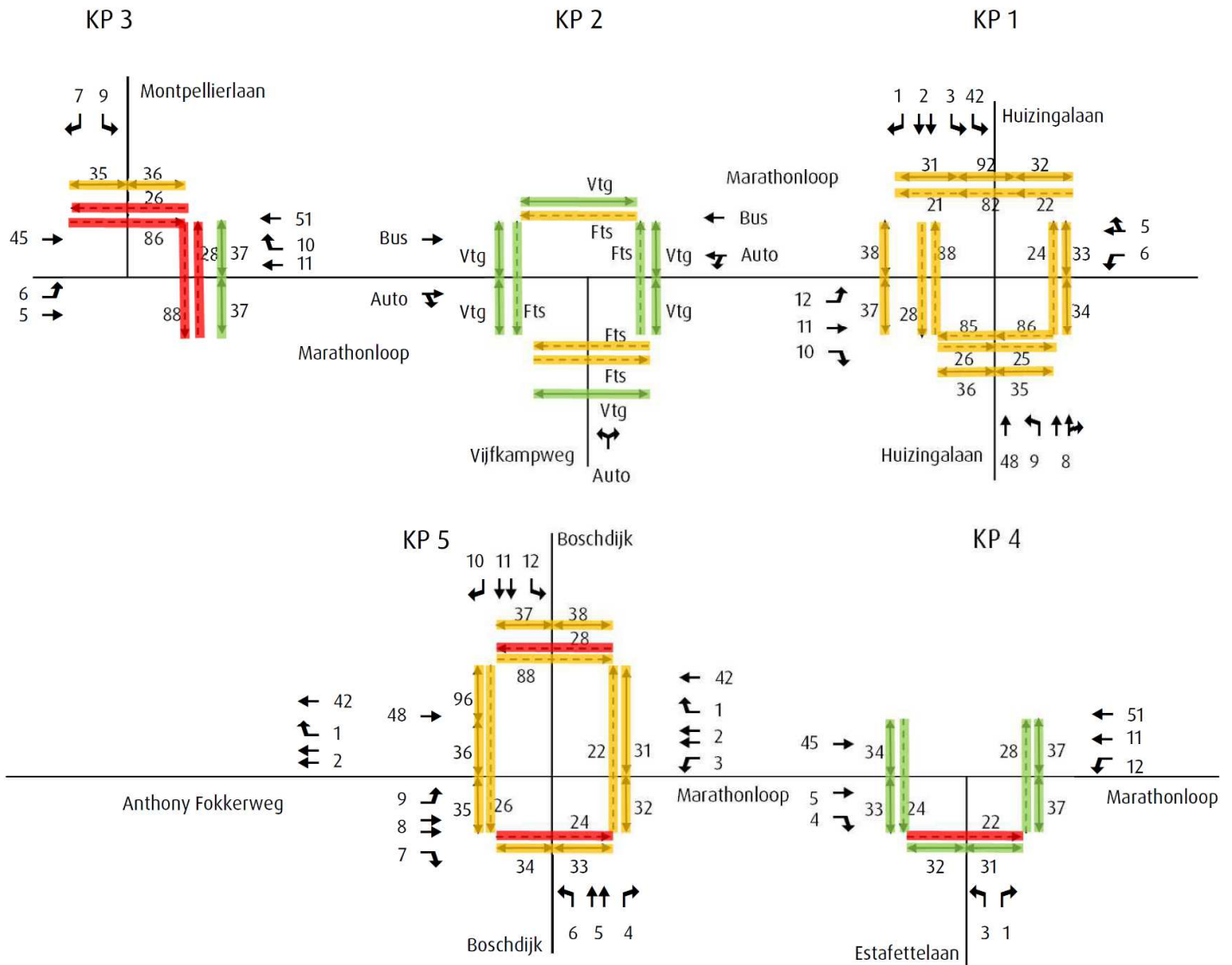
Ochtendspits 2030 gecorrigeerd
PAE

Boschdijk												in uit 1245 1244		in uit 1208 1207		332 100		Montpellier 436 in uit 1040 1040		in uit 1044 1045		451 191 32		Huizingalaan	
265 590 198 10 11 12												1 275 2 780 3 189		11 1159 12 48		7 9		10 165 11 876		11 1036 12 9		Marathonloop		4 8 5 282 6 17	
369 9 519 8 199 7												739 5 103 4		3 1 86 16		320 6 437 5		510 5 26 4		3 1 4 0		213 12 158 11 139 10		9 8 7 311 254 29	
Boschdijk												Estafettelaan		in uit 755 756		in uit 536 536		Vijfkampweg		in uit 510 509		Huizingalaan			

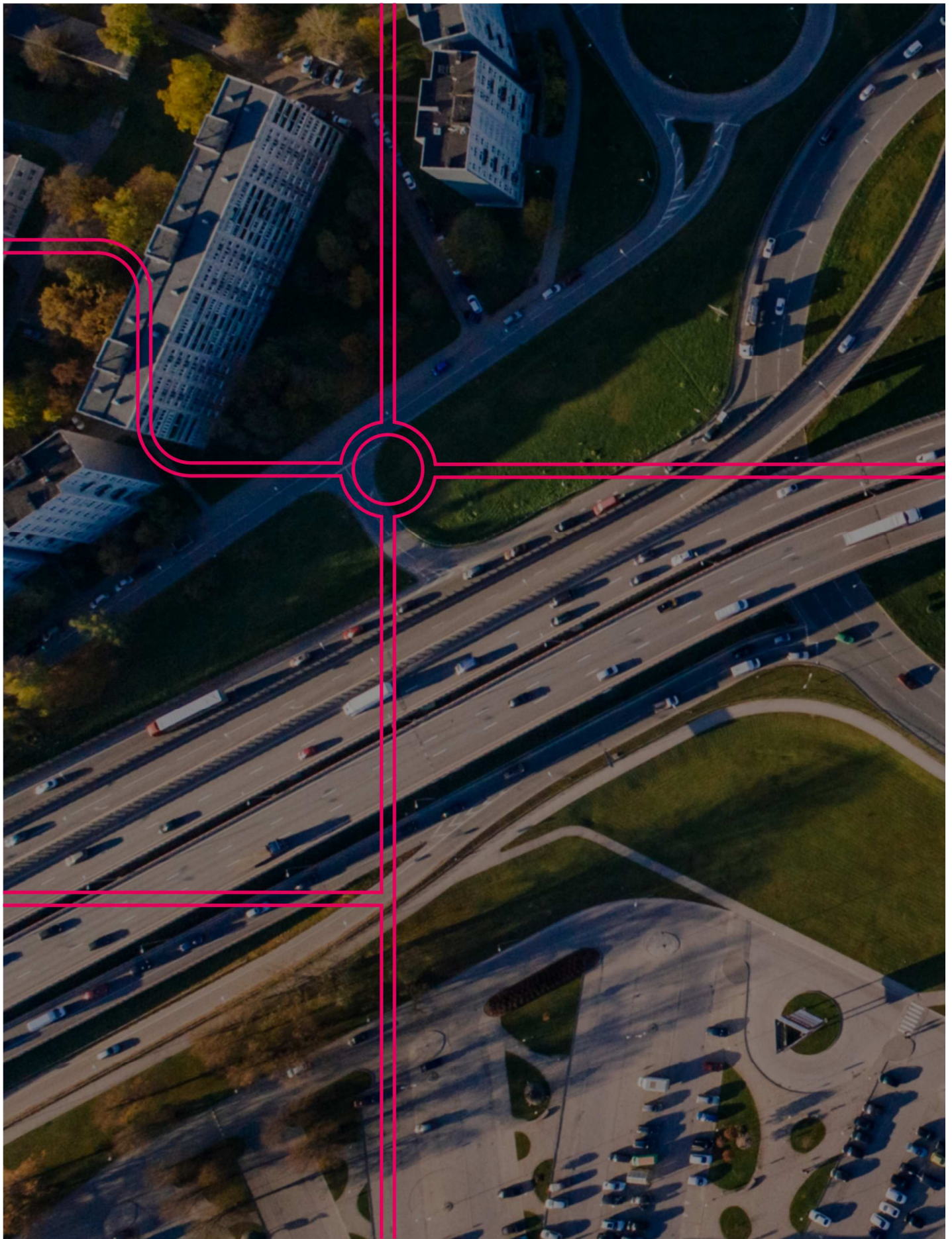
Avondspits 2030 gecorrigeerd
PAE

[illegible]

Indeling langzaam verkeer oversteken



- Rustige richting FTS 25 per uur, VTG 20 per uur
- Normale richting FTS 100 per uur, VTG 60 per uur
- Drukke richting FTS 200 per uur, VTG 100 per uur



Goudappel BV werkt vanuit Amsterdam, Den Haag, Deventer, Eindhoven en Leeuwarden

Snipperlingsdijk 4
7417 BJ Deventer
The Netherlands

Postbus 161
7400 AD Deventer
The Netherlands

+31(0) 570 666 222
info@goudappel.nl
www.goudappel.nl

BTW NL 0072 11 879 B01
KVK 3801 7479
IBAN NL09 INGB 0001 2746 32