



N409 – Rondweg Houten

Rapport

Projectnummer	40459
Status	Definitief
Versie	1.0
Datum	21-03-2013

Copyright

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke van Vialis bv.

2013Vialis bv©

Documentbeheer

Versie	Datum	Auteur	Projectnummer Status	Opmerkingen
0.1	07-02-2013	Ing. W.J. Mak	Concept	
1.0	21-03-2013	Ing. W.J. Mak	Definitief	

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel van het onderzoek.....	4
1.3	Randvoorwaarden onderzoek:	5
1.4	Gebruikte gegevens	5
2	Simulatie onderzoek	6
2.1	Opzet simulatie model	6
2.2	Aanpassingen verkeersregeling geoptimaliseerde varianten	7
3	Resultaten.....	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Resultaten Ochtendspits.....	9
3.3	Resultaten Avondspits.....	12
4	Conclusies en aanbevelingen	16
4.1	Maatregelen	16
4.2	Conclusies	16
4.3	Aanbevelingen	17
Bijlage 1	Kruispunt – richtingnummers.....	18
Bijlage 2	Intensiteiten.....	20
Bijlage 3	Gewijzigde detectieveld.....	23
Bijlage 4	Gewijzigde groeninstellingen.....	24
Bijlage 5	Overzicht verliestijden.....	25
Bijlage 6	Kostenraming.....	31

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincie Utrecht is voornemens om het kruispunt N409 Utrechtseweg - Essenkade (K086, figuur 1) te reconstrueren als gevolg van verkeersveiligheidsproblematiek. Deze reconstructie is echter pas zinvol wanneer de verkeersafwikkeling op het kruispunt Utrechtseweg - Rondweg Houten (K107, figuur 1) met kruispunt K086 is afgestemd.

Het kruispunt Utrechtseweg - Rondweg Houten maakt deel uit van een doorstromingstraject op de rondweg van de gemeente Houten. De verkeerslichtenregelingen op de Rondweg zijn dusdanig dat de Rondweg enigszins de allure heeft van een groene golf. Daarbij komt dat de afstand tot het kruispunt Rondweg - de Gaarde beperkt is en dien ten gevolge het verkeer vanuit veiligheidsoverwegingen wordt gekoppeld.

Om op netwerk niveau de gevolgen van de gewenste aanpassingen goed inzichtelijk te krijgen is er een netwerkstudie gemaakt met behulp van een dynamisch model (VISSIM).

Onderstaande kruispunten worden in de studie meegenomen (Figuur 1):

- K086: N409 Utrechtseweg - Essenkade;
- K106: Rondweg Houten - de Borch;
- K107: Rondweg - de Gaarde – Utrechtseweg;
- K108: Rondweg Houten - de Gaarde (onderdeel van verkeersregeling van KP1);
- K110: Rondweg Houten - de Hoeve.

Op bijlage I is een detail overzicht van de kruispunten, inclusief de richting nummers opgenomen.



Figuur 1: Rondweg Houten met kruispunten

1.2 Doel van het onderzoek

Het verkeersonderzoek moet hierbij een antwoord geven op de vraag:

N409 – Rondweg Houten

1. Wat is de maximale afwikkelingscapaciteit (groentijd) voor het verkeer vanaf de N409 Utrechtseweg linksaf richting Houten, rekening houdend met een betrouwbaarheid van 95 % dat wachtrijen vanaf kruispunt K107 niet terugslaan tot over de aansluiting De Borch (K106) en de Gaarde (K108) in met name de ochtendspits.
2. Wat is de maximale afwikkelingscapaciteit (groentijd) voor het verkeer op de Rondweg Houten rekening houdend met een betrouwbaarheid van 95 % dat wachtrijen vanaf kruispunt K107 niet terugslaan tot over de aansluiting Essenkade (kruispunt K086) in met name de avondspits.

De resultaten worden vergeleken met de huidige situatie waarbij inzicht wordt gegeven op de vraag :

- a. Welke maatregelen dragen ertoe bij om de doorstroming op de N409 te verbeteren?
- b. Wat is het effect van de maatregelen van de N409 op de doorstroming van de Rondweg Houten?

De kruispunten Rondweg - de Borch (K106) en Rondweg - de Hoeve (K110) worden in de studie opgenomen vanwege de verkeersregeltechnische koppelingen en invloed op Rondweg - de Gaarde (K107 – K108).

1.3 Randvoorwaarden onderzoek:

Beleidsvisie van de gemeente Houten is dat de wachtrijen niet mogen terugslaan op de stroomopwaarts gelegen kruispunten. Als ontwerpeis wordt hierbij een betrouwbaarheid van 95% gehanteerd.

1.4 Gebruikte gegevens

Voor de bouw van het simulatie netwerk (VISSIM) zijn de volgende gegevens gebruikt:

- De berekeningen vinden plaats op basis van de aangeleverde intensiteitset voor het jaar 2015, aangevuld met telcijfers opgehoogd met jaarlijks 0,5% tot 2015 en nog eens extra opgehoogd met 10% verkeer in verband met robuustheid. Voor een overzicht van de gebruikte intensiteiten wordt verwezen naar bijlage 2;
- Revisietekeningen van de geregelde kruispunten, (bron: Vialis);
- Verkeersregelprogramma's van de geregelde kruispunten, (bron Vialis);
- Verder geldt dat:
 - De afstand tussen KP107 en KP086 bedraagt 430 meter
 - De afstand tussen KP107 en KP106 bedraagt 200 meter
 - De afstand tussen KP107 en KP108 bedraagt 180 meter
- Voor de voetgangers zijn geen gegevens bekend en is een aanname gedaan van 20 voetgangers per uur per richting, hetgeen inhoudt dat de voetgangersoversteek ongeveer elke 3 minuten wordt aangevraagd.
- Voor de fietsrichtingen zijn geen gegevens bekend en is een aanname gedaan van 60 fietsers per uur per richting, hetgeen inhoudt dat er ongeveer elke minuut de fietsrichtingen worden aangevraagd.

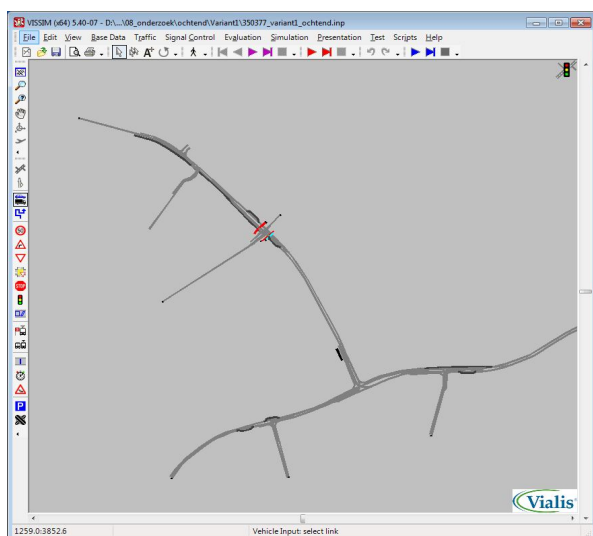
2 Simulatie onderzoek

In dit hoofdstuk wordt het simulatiemodel besproken en de daarbij onderzochte varianten.

2.1 Opzet simulatie model

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van het simulatie programma Vissim. Met behulp van het programma wordt inzicht gegeven in de verkeersafwikkeling, zowel visueel als statistisch. Om varianten te kunnen vergelijken wordt allereerst een referentie model gemaakt van de bestaande situatie. Met behulp van dit referentiemodel worden oplossingsvarianten vergeleken.

Het simulatie netwerk loopt van het kruispunt Rondweg Houten - de Borch, tot het kruispunt Rondweg Houten - de Hoeve en in noordelijke richting tot voorbij het kruispunt N409 - Essenkade. (figuur 2).



Figuur 2: Rondweg Houten met kruispunten in simulatiemodel

Voor deze studie zijn een tweetal varianten onderzocht:

- Basismodel van zowel de ochtendspits en de avondspits;
Het basismodel geeft een weergave van de huidige situatie 2012 met een te verwachten verkeersbelasting 2015 extra opgehoogd met 10%. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de te verwachten verkeersafwikkeling.
- Geoptimaliseerde variant, eveneens van de ochtendspits en de avondspits.
In deze variant zijn de verkeersregelprogramma's en de bijbehorende detectievelden geoptimaliseerd naar de huidige standaarden en het te verwachten verkeersaanbod, met als centrale vraag of de huidige wegindeling (infrastructuur) in de toekomst niet te hoeven worden uitgebreid indien de verkeersregelprogramma's geoptimaliseerd zijn.

Indien regeltechnische maatregelen niet voldoende garantie geven voor een robuuste verkeersafwikkeling kan aanvullend een extra infrastructuur variant worden gesimuleerd.

Van elke variant is een simulatie gemaakt van 4200 seconden. De eerste 600 seconden worden gebruikt op het netwerk te vullen met verkeer. Daarna worden vanaf seconde 600 tot 4200

statistische kengetallen verzameld. Elke variant is 10 keer gesimuleerd met een verschillende startwaarde van de randomgenerator.

De volgende verkeersgegevens zijn gemeten:

- Intensiteiten voor de kalibratie en de controle van het model;
- Voertuigverliesuren van autoverkeer, gemiddelde van de 10 simulatie runs.
- Wachtrijlengte van het autoverkeer voor de stopstrepen; Per subrun van 600 seconden wordt de maximale wachtrijlengte bepaald. Hierover wordt het gemiddelde van de 10 simulaties berekend. Ook het absolute maximum wordt bepaald.
- Gemiddelde aantal stops dat een voertuig maakt voor het verkeerslicht. Indien deze waarde onder de 1 blijft, betekent dit dat de volledige wachtrij tijdens de groenfase wordt afgebroken.
- Aantal malen dat de maximum beschikbare opstelruimte wordt overschreden gedurende de 10 simulaties op de Rondweg Houten en de N409.

2.2 Aanpassingen verkeersregeling geoptimaliseerde varianten

Bij het simuleren van het basismodel zijn de volgende knelpunten met betrekking tot de doorstroming gesignaleerd:

Ochtendspits:

- De doorstroming op de N409 is stroperig vanaf de Rondweg Houten in de richting van K86.
- De beschikbare opstelruimte voor het verkeerslicht op K86 wordt 29 keer overschreden waarbij de staart van de file 29 keer de Rondweg Houten bereikt. De gemiddelde wachtrij bedraagt 270 meter met een maximum van 460 meter.
- Door deze wachtrij kan het verkeer op de toeleidende verkeersrichtingen K107-64 en K107-72 niet goed afrijden tijdens groenlicht, waardoor ook hier, hetzij in mindere mate, wachtrijen ontstaan.
- Het probleem wordt vooral veroorzaakt door:
 - o Het detectie veld voor de doorgaande richting K86-02 is beperkt tot 80 meter voor de stopstreep.
 - o Uitvoegend verkeer op K86 richting 03 veroorzaakt een hiaat in de verkeerstroom op richting 02 waardoor de maximum ingestelde groentijd niet wordt gehaald.

Avondspits

- De doorstroming op de N409 is stroperig vanaf K86 in de richting van de Rondweg Houten.
- De wachtrij op de N409 voor de Rondweg Houten bedraagt gemiddeld 240 meter. De wachtrij blokkeert 18 keer het kruispunt K86 – Essenkade.
- De maximum opstelruimte van 150 meter op de Essenkade voor de N409 wordt 60 keer overschreden.
- De problemen worden vooral veroorzaakt door:
 - o Het detectieveld voor de doorgaande richtingen K86-08-68 en K107-61-63 is beperkt tot 80 meter voor de stopstreep.
 - o Uitvoegend verkeer een hiaat laat vallen op de hoofdrichtingen.

2.2.1 Aanpassingen geoptimaliseerde variant

In de geoptimaliseerde variant zijn de onderstaande maatregelen aangebracht (tabel 1 en 2).

Voor K086 (tabel 1):

- Aanpassen van het detectieveld op de doorgaande richtingen door middel van het aanbrengen van extra detectielussen op afstand (Iver-detectie afstanden) waardoor een betere hiaatmeting wordt bereikt.
- Aanpassen van de hiaattijden als gevolg van een gewijzigd detectieveld;
- Aanpassen van de maximum groentijden in de ochtendspits en de avondspits aan het verkeersaanbod;
- Aanpassen van de maximum groentijden indien de file ingreep op de N409 aanspreekt
- Aanpassen van het detectieveld op de Essenkade voor de richtingen 04 en 05. De wijzigingen aan de infrastructuur voor het beter aangeven van de twee opstelstroken is hierbij nog niet meegenomen.

Voor K107-108-109

- Aanpassing van de groentijden in de ochtendspits voor richting 64 en richting 72.
- Aanpassing van de groentijden in de avondspits voor de richting 61, richting 63 en richting 11
- Aanbrengen van een extra verweglus op de richting 61 en 63 voor een betere hiaatmeting.

KRP	Lusno.	Basis			Variant		
		Afstand [m]	Lengte [m]	Hiaat [s]	Afstand [m]	Lengte [m]	Hiaat [s]
K86	D021	1	4	3.0	5	20	0.5
	D022	80	1	5.0	80 en 120	1	3.0
	D041	2	6		4	17	
	D042	0.5	1		1	1	3.0
	D051	2	6		15	20	
	D052	0.5	1		1	1	3.0
	D081	75	1	5.0	80 en 120	1	3.0
	D082	1	1	3.0	5	20	0.5
	D621	70	1	5.0	70 – 90 – 120	1	3.0
	D622	1	2	3.0	5	20	0.5
	D681	52	1	5.0	5	1	3.0
	D682	1	4	3.0	60 – 75 – 90 - 120	20	0.5
K107	D634	--	--	--	120 (FC61 en FC63)	1	3.0

Tabel 1 Gewijzigde detectie met bijbehorende hiaattijd instellingen

Krp	FC	Basis		Variant	
		Ochtend [s]	Avond [s]	Ochtend [s]	Avond [s]
K086	FC02	40	40	60	60
	FC04	15	15	20	25
	FC05	15	15	20	25
	FC08	30	50	30	60
	FC11	10	10	10	10
	FC68	30	50	30	60
K107	FC61	45	50	50	50
	FC63	30	30	60	60
	FC64	50	30	50	50

Tabel 2: Aanpassingen maximumgroentijden ochtendspits en avondspits.

3 Resultaten

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de uitkomsten van de simulatie van de twee varianten:

- Basis 2012;
- Geoptimaliseerde variant

Van elke spitsperiode, ochtend- en avondspits zijn 10 verschillende simulatieruns gemaakt van elk één uur.

3.2 Resultaten Ochtendspits

3.2.1 Wachtrijlengte

> Ochtendspits Basis Gemiddelde maximale filelengte <						
Max Ruimte	Link	Gem.	Max.	Sdev	Overschrijding	95%
430	8602	269	462	135	29	404
80	8604	20	97	15	1	35
100	8605	48	121	21	4	69
300	8608	26	225	60	0	86
230	8662	4	153	16	0	21
230	8668	94	218	44	0	138
430	10761	21	60	11	0	32
430	10763	63	179	27	0	89
180	10764	89	214	56	14	145
200	10772	93	235	45	7	138

Tabel 3 Wachtrijlengte ochtendspits, basisvariant

Het wegvak tussen K86 en de Rondweg-Houten (8602) wordt gedurende de 10 simulaties in totaal 29 keer overschreden. De staart van de wachtrij komt op het kruispunt met de Rondweg Houten. Vooral de richtingen naar de N409 (10764 en 10772) ondervinden hiervan hinder. De wachtrij op de rechtsafrichting 64 bereikt 14 keer de maximale waarde, die van de linksafrichting 72 7 keer.

> Ochtendspits Geoptimaliseerd Gemiddelde maximale filelengte <						
Max Ruimte	Link	Gem.	Max.	Sdev	Overschrijding	95%
430	8602	221	461	133	19	354
80	8604	22	111	17	3	39
100	8605	57	154	26	9	82
300	8608	25	277	59	0	84
230	8662	3	68	10	0	13
230	8668	73	219	37	0	110
430	10761	18	42	9	0	27
430	10763	55	150	22	0	78
180	10764	73	214	43	7	116
200	10772	78	206	32	1	110

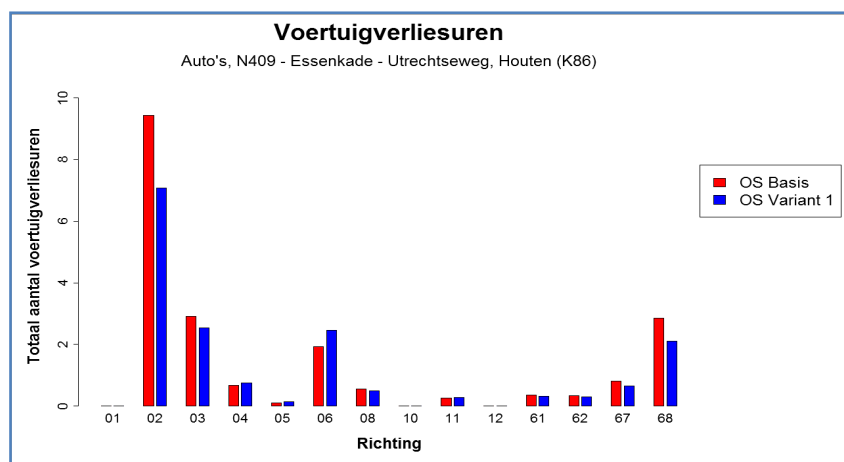
Tabel 4 Wachtrijlengte ochtendspits, geoptimaliseerde variant

Na optimalisatie van de basis variant daalt het aantal overschrijdingen op link8602 van 29 met ongeveer 33% tot 19 keer een overschrijding. De 95% graad wordt hierdoor lager en daalt dan van 400 meter naar 350 meter. Door de optimalisatie van K86 worden de wachtrijen ook op K107 korter. Ook hier daalt het aantal overschrijdingen met meer dan 50%.

Op de Essenkade (8604 en 8605) neemt de wachtrijlengte (link 8605) toe. Het aantal overschrijdingen stijgt hierbij van 4 naar 9, terwijl het 95% overschrijdingspunt stijgt van 69 meter naar 82 meter.

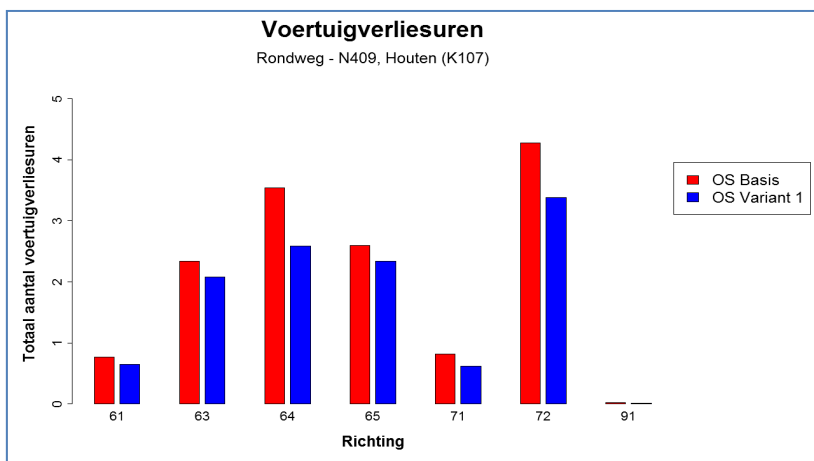
3.2.2 Voertuigverliesuren

Het gemiddelde aantal voertuig verliesuren op K86 neemt in de ochtendspits op de belangrijkste hoofdrichting (Ri02) af, zoals figuur 2 laat zien. Ook het verkeer op de linksafrichting richting 03 de Essenkade op, profiteert hiervan. Op de zijrichtingen nemen de voertuig verliesuren (Ri06) toe. In feite betekent dit dat de groentijd wordt herverdeeld ten gunste van een betere doorstroming op de N409.



Figuur 2 K86, Gemiddelde Voertuigverliesuren Ochtendspits.

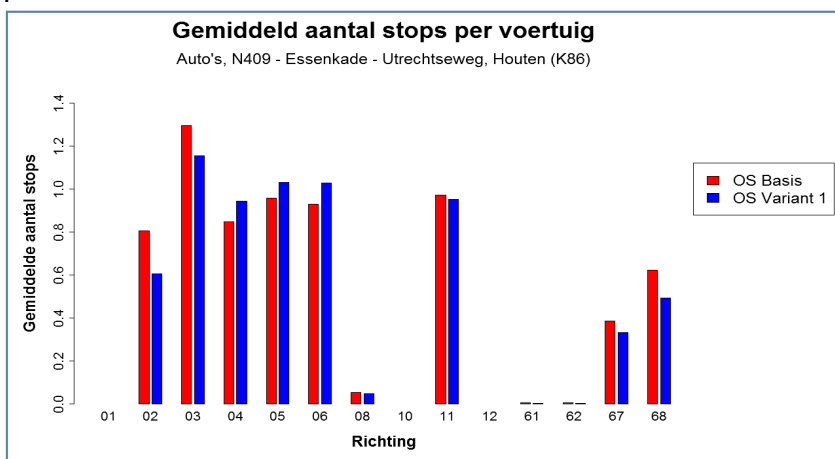
Op K107 nemen de voertuigverliesuren op alle richtingen af. Dit wordt veroorzaakt doordat het verkeer op de N409 beter kan doorstromen. De rechtsafrichting 64 en de linksaf richting 72 profiteren hier ook van.



Figuur 3 K107, Gemiddelde Voertuigverliesuren Ochtendspits

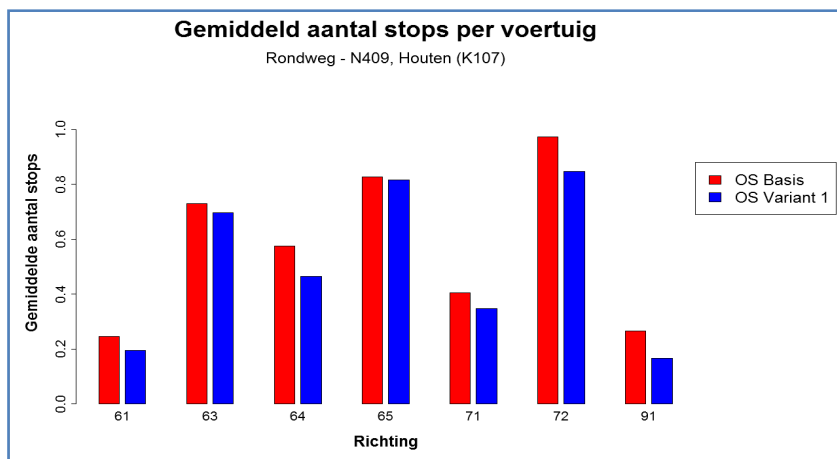
3.2.3 Gemiddelde aantal stops per voertuig voor het verkeerslicht

Voor de doorgaande richting op K86 richting Utrecht (Ri02) neemt het aantal stops af, van 0,8 naar 0,6, als gevolg van een betere hiaatmeting en groentijdsinstelling. Op richting 03, linksaf de Essenkade op, blijft het aantal stops boven de 1. Dit wordt veroorzaakt doordat een voertuig voor deze linksafrichting een enkele keer de uitvoegstrook niet kan bereiken als gevolg van de wachtrij voor de doorgaande richting 02. Het aantal stops voor het verkeer op de Essenkade linksaf de N409 neemt iets toe (Ri06), van 0,9 naar 1,05, hetgeen inhoudt dat ongeveer 5% van het verkeer hier een dubbele stop maakt.



Figuur 4 K86, Gemiddeld aantal stops Ochtendspits

Op K107 neemt het aantal stops voor het verkeerslicht af en wordt er op geen enkele richting een dubbele stop gemaakt.



Figuur 5 K107, Gemiddeld aantal stops Ochtendspits

3.3 Resultaten Avondspits

3.3.1 Wachtrijlengte

In de avondspits valt op dat in de basisvariant de maximale beschikbare wachtrij vanaf de Essenkade veelvuldig wordt overschreden. Dit wordt veroorzaakt doordat het kruispunt wordt geblokkeerd door de wachtrij voor K107 Rondweg Houten.

> Avondspits Basis Gemiddelde maximale filelengte <						
Max Ruimte	Link	Gem.	Max.	Sdev	Overschrijding	95%
430	8602	60	244	60	0	120
150	8604	120	291	103	46	223
150	8605	160	292	85	61	245
300	8608	96	295	107	0	203
230	8662	5	155	20	0	25
230	8668	145	230	74	0	220
430	10761	10	40	9	0	18
430	10763	242	459	141	18	383
180	10764	11	43	11	0	22
200	10772	44	173	33	0	77

Tabel 5 Wachtrijlengte avondspits, basisvariant

Door het aanbrengen van een extra detectielus op K107 richting 61 en richting 63 gecombineerd met een goede hiaat- en groentijdstelling wordt de doorstroming op de N409 verbeterd. Hierdoor

daalt het 95% interval van 380 meter naar 320 meter. Het aantal overschrijdingen daalt van 18 naar 9. Als gevolg van de verbeterde doorstroming op de N409 verbetert daardoor ook de doorstroming op K86.

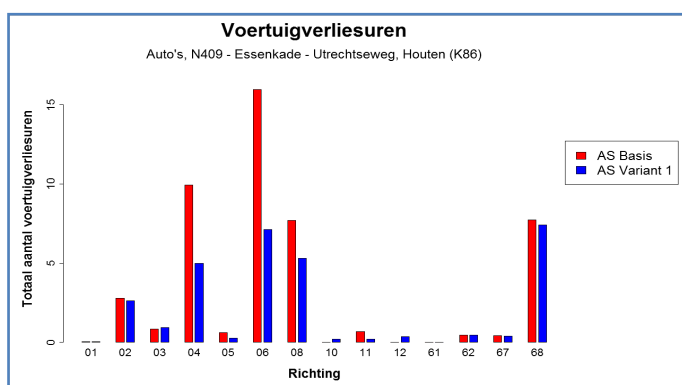
Wanneer op de Essenkade daarnaast ook een extra lus op afstand wordt aangebracht, die voor zowel de linksaf- als de rechtsafrichting het hiaat meet, wordt ook voor het verkeer op de Essenkade doorstromingswinst behaald. De 95% wachtrij overschrijding daalt van 245 meter in de basis variant naar 163 meter in de geoptimaliseerde variant.

> Avondspits Geoptimaliseerd Gemiddelde maximale filelengte <						
Max Ruimte	Link	Gem.	Max.	Sdev	Overschrijding	95%
430	8602	62	391	64	0	126
150	8604	63	225	63	16	126
150	8605	103	242	61	32	163
300	8608	55	294	80	0	134
230	8662	5	105	17	0	22
230	8668	148	224	70	0	217
430	10761	13	54	10	0	23
430	10763	190	461	131	9	321
180	10764	13	69	14	0	26
200	10772	44	142	31	0	75

Tabel 6 Wachtrijlengte avondspits, geoptimaliseerde variant

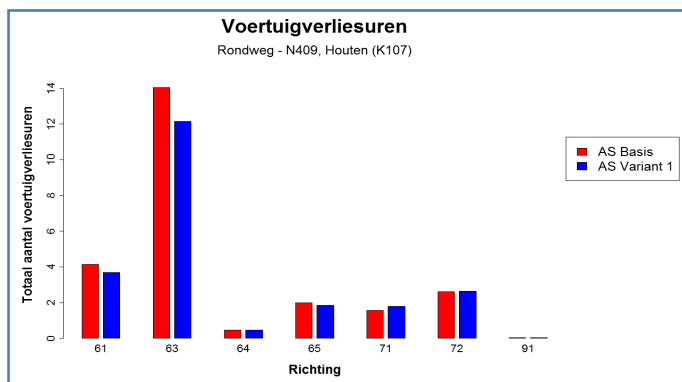
3.3.2 Voertuigverliesuren

Voor K86 wordt een aanzienlijke winst in de voertuigverlies uren bereikt. Dit wordt veroorzaakt doordat het verkeer richting de Rondweg Houten beter doorstroomt, waardoor het verkeer na het kruispunt beter kan afrijden. Ook het verkeer op de Essenkade profiteert hiervan. Het aantal voertuigverliesuren daalt op deze tak van het kruispunt met meer dan 50% (Figuur 6).



Figuur 6 K86, Gemiddelde Voertuigverliesuren Avondspits

Op K107 verbetert de doorstroming als gevolg van de maatregelen. Het aantal voertuigverliesuren op de N409 voor de Rondweg Houten daalt van 14 VVU naar 12 VVU.

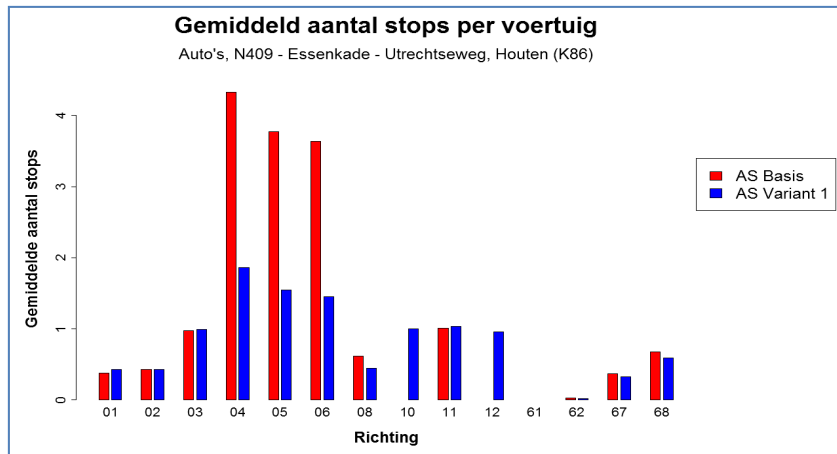


Figuur 7 K107, Gemiddelde Voertuigverliesuren Avondspits

3.3.3 Gemiddelde aantal stops per voertuig voor het verkeerslicht

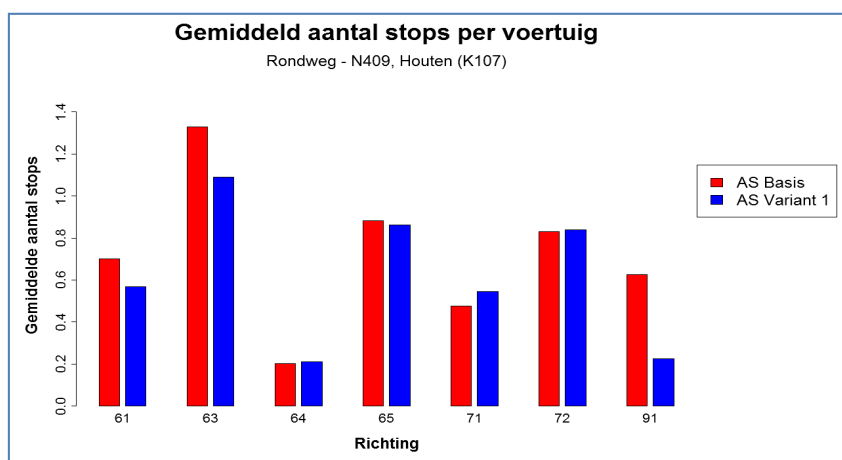
Door de verbeterde doorstroming op de N409 kan het verkeer van de Essenkade ook beter de N409 op rijden.

Het aantal stops per voertuig op de Essenkade daalt aanzienlijk, van gemiddeld ver boven de 3 stops per voertuig tot net iets onder de 2 stops per voertuig. Langere groentijden voor het verkeer op de Essenkade is echter niet zinvol omdat de beschikbare opstelruimte voor twee volwaardige rijstroken niet aanwezig is. Er ontstaat dan een onevenwichtige vulling vanuit één aanvoerstrook naar twee afslaan richtingen.



Figuur 8 K86, Gemiddeld aantal stops Avondspits

Op K107 Rondweg Houten wordt door een gewijzigd detectieveld, aangepaste hiaattijden en gewijzigde instelling van de groentijden een betere verkeersafwikkeling bereikt. Het aantal stops op de linksafrichting daalt gemiddeld van 1.3 naar 1.1.



Figuur 9 K107, Gemiddeld aantal stops Avondspits

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Maatregelen

In de geoptimaliseerde variant zijn de volgende maatregelen onderzocht:

Voor K86: N409 - Essenkade

- Aanpassen van het detectieveld op de doorgaande richtingen door middel van het aanbrengen van extra detectielussen op afstand (Iver-detectie afstanden) waardoor een betere hiaatmeting wordt bereikt;
- Aanpassen van de hiaattijden als gevolg van een gewijzigd detectieveld;
- Aanpassen van de maximum groentijden in de ochtend- en de avondspits aan het verkeersaanbod;
- Aanpassen van de maximum groentijden indien de file ingreep op de N409 aanspreekt;
- Aanpassen van het detectieveld op de Essenkade voor de richtingen 04 en 05.

Voor K107-108-109: N409 – Rondweg Houten

- Aanpassing van de groentijden in de ochtendspits voor richting 64 en richting 72;
- Aanpassing van de groentijden in de avondspits voor de richting 61, richting 63 en richting 11;
- Aanbrengen van een extra verweglus op de richting 61 en 63 voor een betere hiaatmeting.

4.2 Conclusies

Wanneer de verkeerslichtenregelingen op de N409 worden geoptimaliseerd met de onder 4.1 genoemde maatregelen, worden de volgende resultaten bereikt:

Ochtendspits:

- De wachtrijlengte (95% overschrijding) op de N409 vanaf de Rondweg Houten naar K86 neemt af van 400 meter naar 350 meter;
- Daardoor komt de staart van de wachtrij voor K86 minder vaak op K107 (van 29 naar 19) Rondweg Houten.
- Het verkeer van de Rondweg Houten kan daardoor beter de N409 oprijden.
- De winst in VVU op de N409 (K086, richting 02) daalt hierdoor van 9,5 VVU naar 7,0 VVU.
- De gemiddelde wachttijd voor het verkeer op de Essenkade neemt toe met 10 seconden van gemiddeld 40 seconden naar gemiddeld 50 seconden per voertuig.

Avondspits:

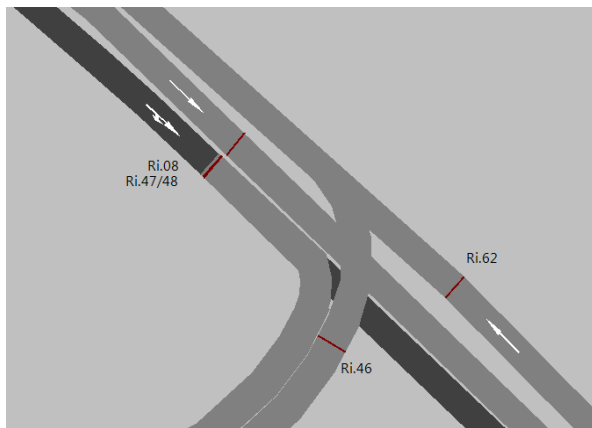
- De wachtrijlengte (95% overschrijding) op de N409 vanaf K86 voor de Rondweg Houten neemt af met 60 m. (380 → 320m.).
- Hierdoor kan het verkeer vanaf K86 richting Houten beter afrijden.
- Het aantal voertuigverliesuren op de N409 daalt:
 - Op K86 richting 08 van 7.5 VVU naar 5.1 VVU;
 - Op K107 richting 63 van 14 VVU naar 12 VVU;
- Door de betere verkeersafwikkeling op de N409 wordt ook de verkeersdoorstroming vanuit de Essenkade beter:
 - De wachtrijlengte op de Essenkade (95% overschrijding) daalt van 245 meter naar 165 meter;

- Het aantal VVU op de rechtsafrichting (K086, richting 04) daalt van 16 VVU naar 7 VVU;
- Het aantal VVU op de linksafrichting (K086, richting 06) daalt van 10 VVU naar 5 VVU.
- De gemiddelde wachttijd voor het verkeer op de Essenkade neemt af met 160 seconden van gemiddeld 260 seconden naar gemiddeld 100 seconden per voertuig

4.3 Aanbevelingen

- Het advies is om de verkeerslichten op de N409 – Essenkade en N409 – Rondweg Houten aan te passen met de maatregelen zoals besproken bij 4.1 Maatregelen.
- Oplossingsrichtingen na optimalisatie van de beide verkeersregelingen betekent een aantal (kleine) aanpassingen aan de infrastructuur:
 - > Betere vakindeling voor geleiding van het verkeer op de Essenkade waardoor onderlinge hinder tussen de rechtsafrichting en linksafrichting wordt geminimaliseerd.
 - > De opstelvakken voor het kruispunt N409 - Rondweg Houten verlengen zodat een maximale vulling tijdens de roodfase kan worden bereikt. Deze verlenging nader bezien in relatie tot de kosten voor het verlengen van de opstelvakken.

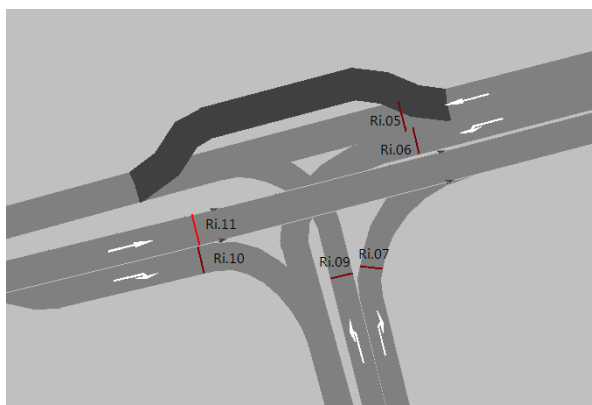
Bijlage 1 Kruispunt – richtingnummers



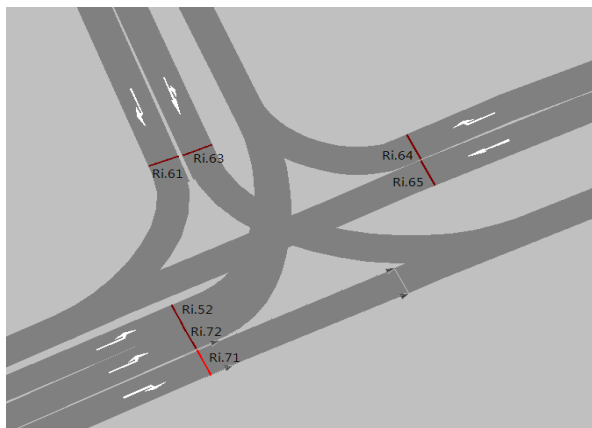
K086 - Noordzijde: N409 - busbaandoorsteek



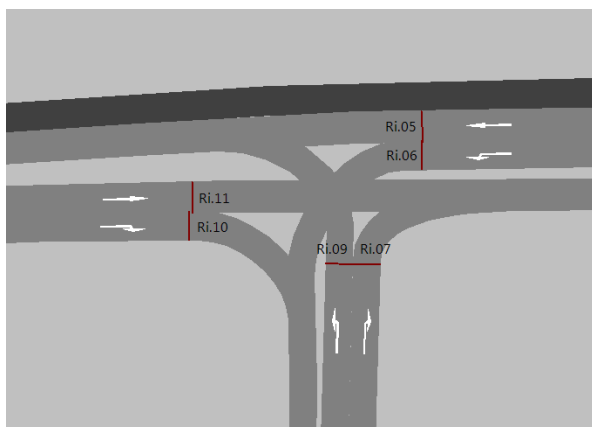
K086 – Zuidzijde: N409 - Essenkade



K106: Rondweg Houten - de Borch

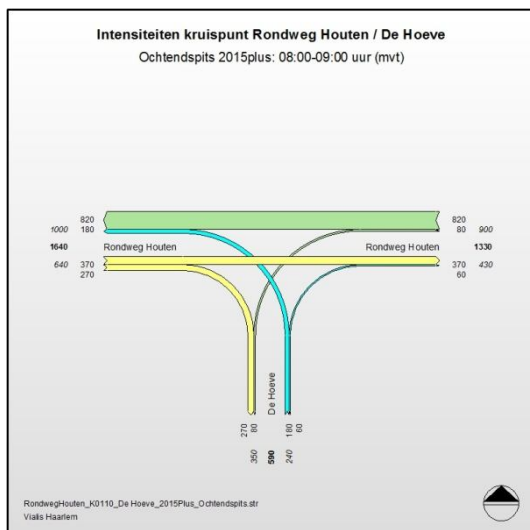


K107: Rondweg - de Gaarde – Utrechtseweg

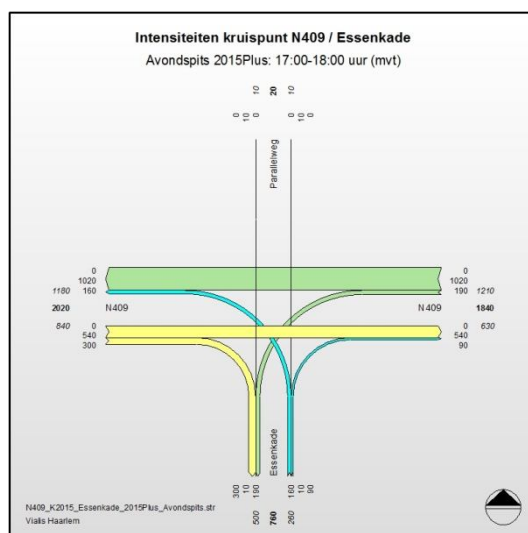


K108: Rondweg Houten - de Gaarde

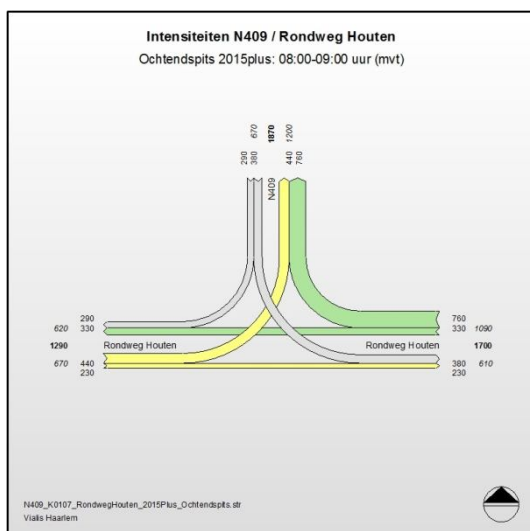
Bijlage 2 Intensiteiten



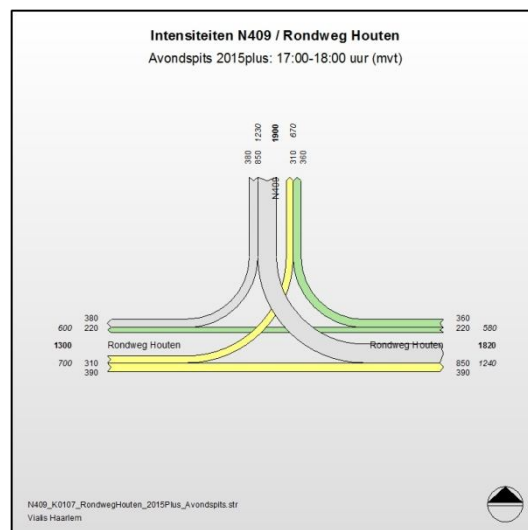
Ochtendspits: N409 – Essenkade



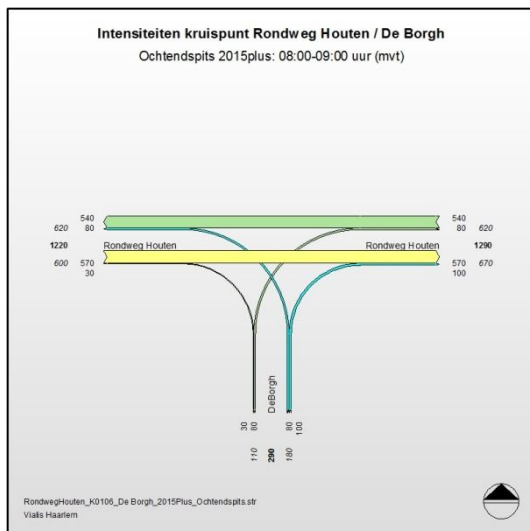
Avondspits: N409 – Essenkade



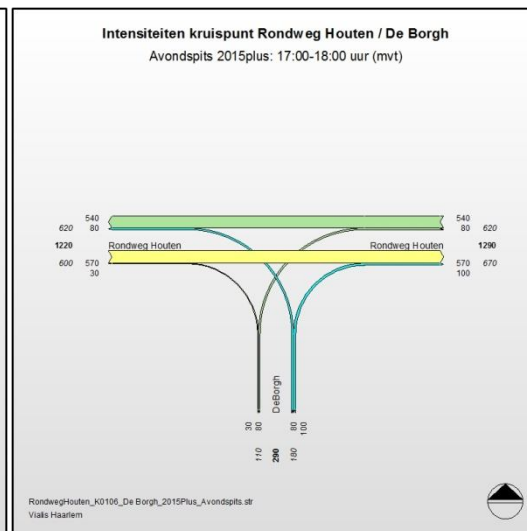
Ochtendspits: N409 – Rondweg Houten



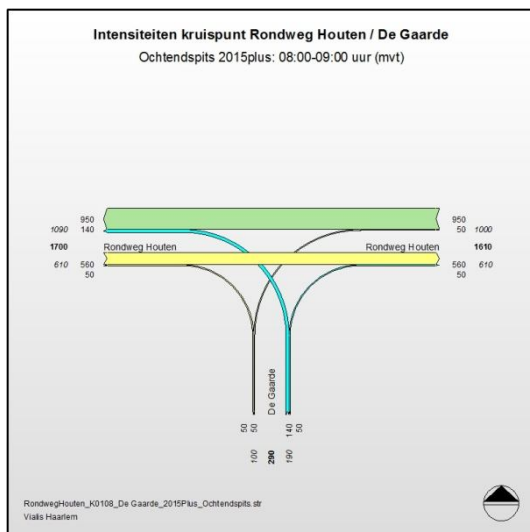
Avondspits: N409 – Rondweg Houten



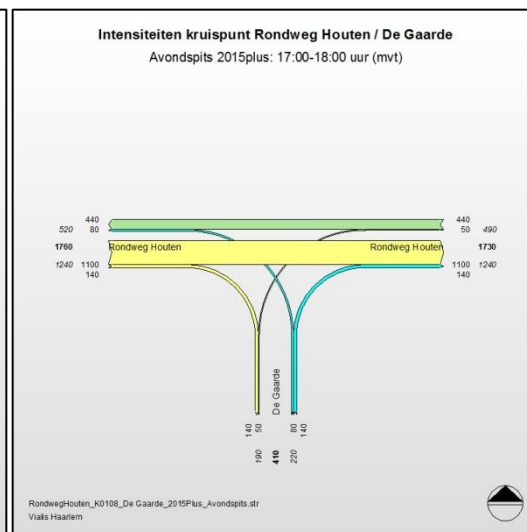
Ochtendspits: Rondweg Houten



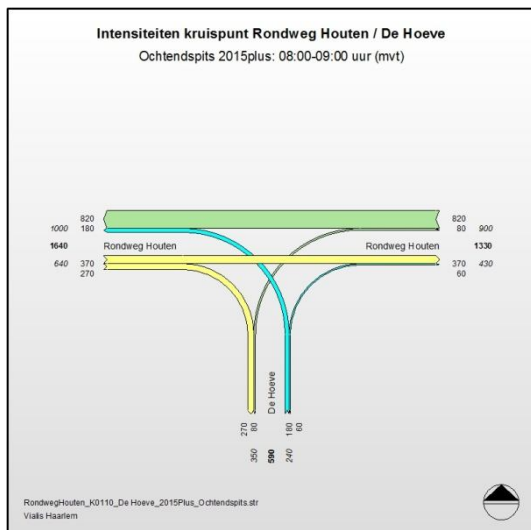
Avondspits: Rondweg Houten



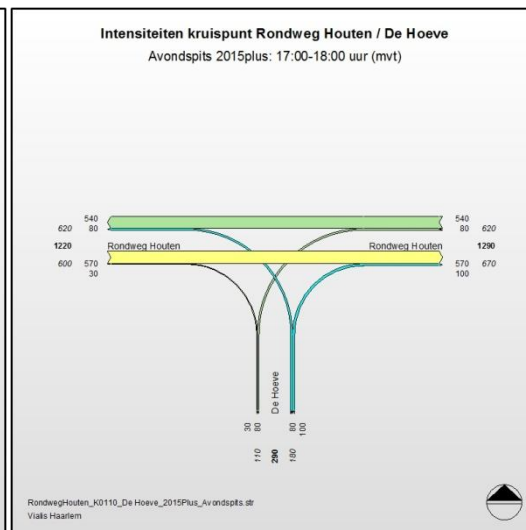
Ochtendspits: Rondweg Houten



Avondspits: Rondweg Houten



Ochtendspits: Rondweg Houten



Avondspits: Rondweg Houten

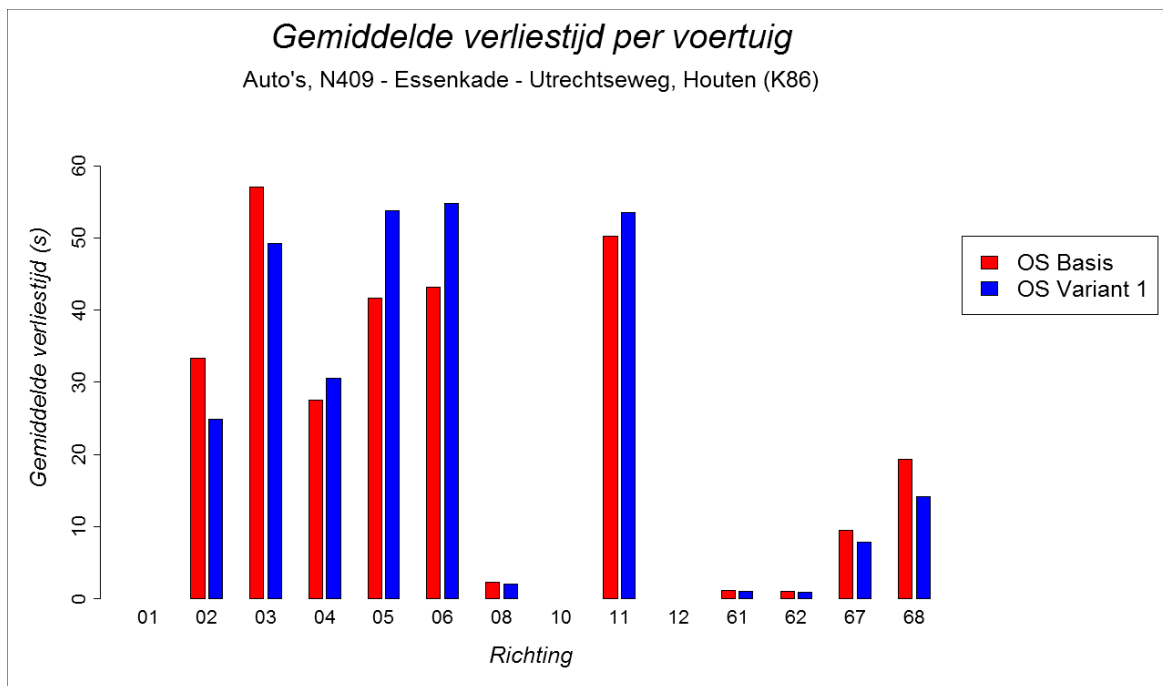
Bijlage 3 Gewijzigde detectieveld

KRP	Lusno.	Basis			Variant		
		Afstand [m]	Lengte [m]	Hiaat [s]	Afstand [m]	Lengte [m]	Hiaat [s]
K86	D021	1	4	3.0	5	20	0.5
	D022	80	1	5.0	80 en 120	1	3.0
	D041	2	6		4	17	
	D042	0.5	1		1	1	3.0
	D051	2	6		15	20	
	D052	0.5	1		1	1	3.0
	D081	75	1	5.0	80 en 120	1	3.0
	D082	1	1	3.0	5	20	0.5
	D621	70	1	5.0	70 – 90 – 120	1	3.0
	D622	1	2	3.0	5	20	0.5
	D681	52	1	5.0	5	1	3.0
	D682	1	4	3.0	60 – 75 – 90 - 120	20	0.5
K107	D634	--	--	--	120 (FC61 en FC63)	1	3.0

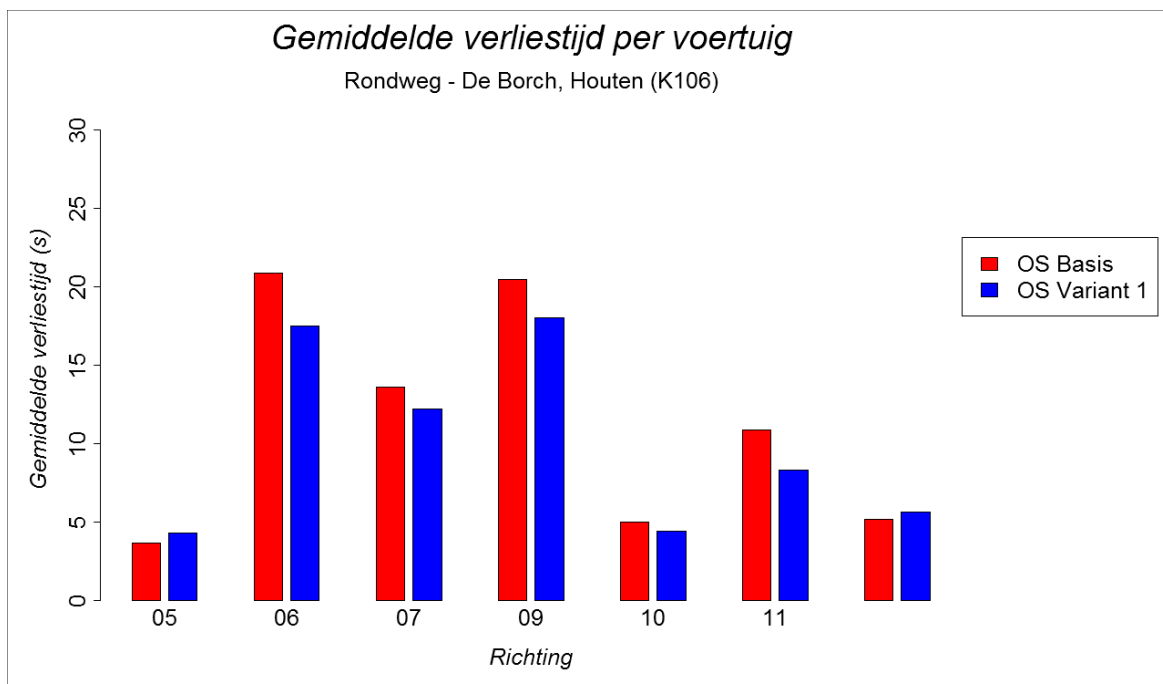
Bijlage 4 Gewijzigde groeninstellingen

Krp	FC	Basis		Variant	
		Ochtend [s]	Avond [s]	Ochtend [s]	Avond [s]
K086	FC02	40	40	60	60
	FC04	15	15	20	25
	FC05	15	15	20	25
	FC08	30	50	30	60
	FC11	10	10	10	10
	FC68	30	50	30	60
K107	FC61	45	50	50	50
	FC63	30	30	60	60
	FC64	50	30	50	50

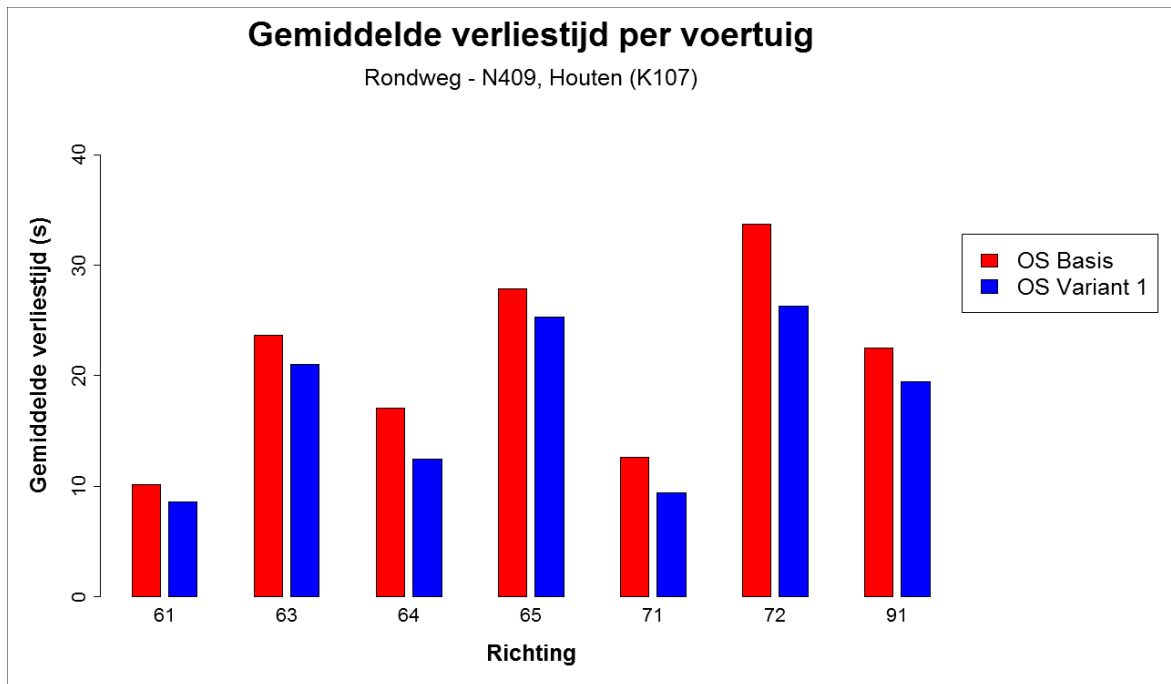
Bijlage 5 Overzicht verliestijden



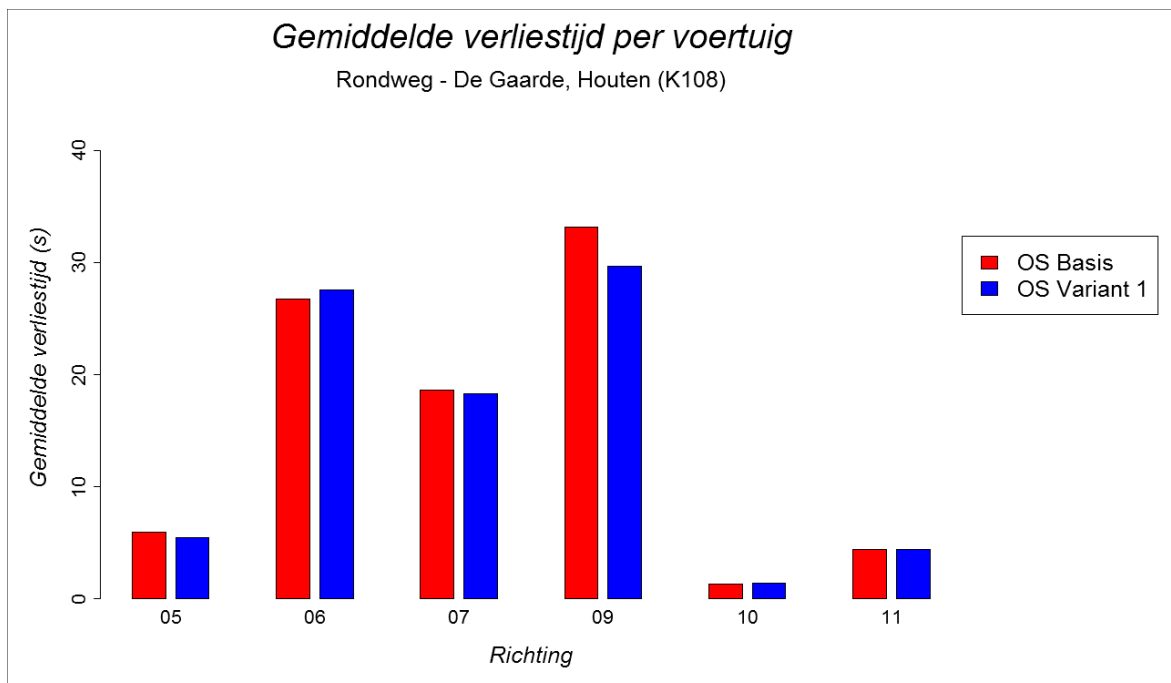
K086: Gemiddelde Verliestijden ochtendspits



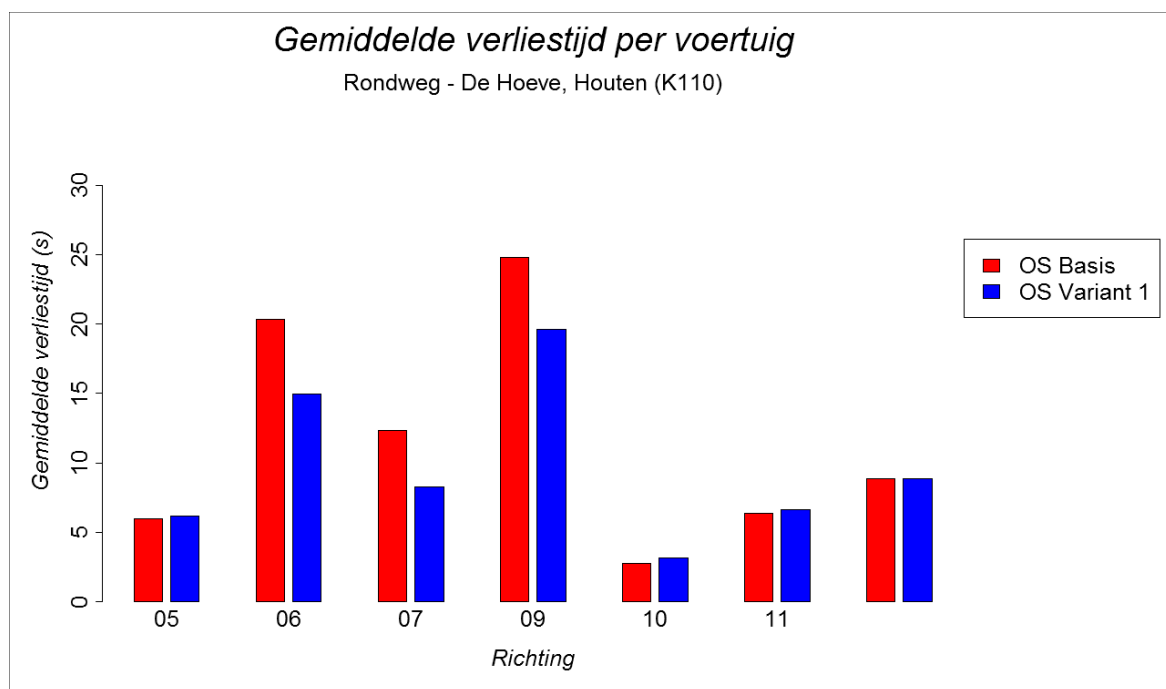
K106: Gemiddelde Verliestijden ochtendspits



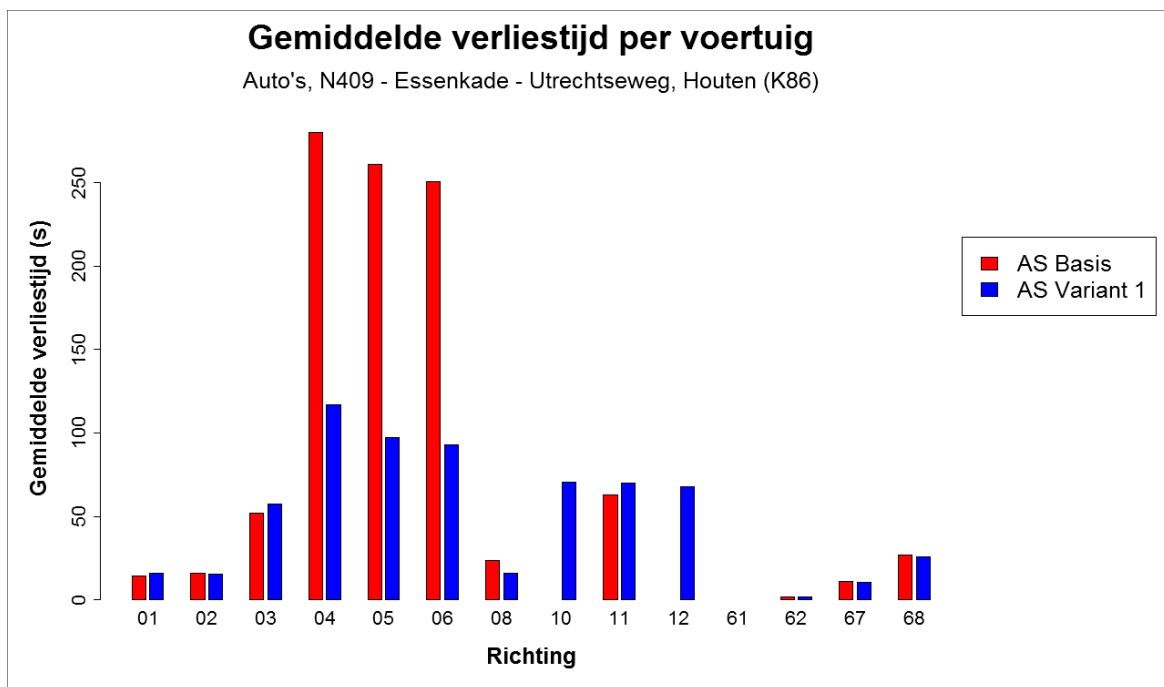
K107: Gemiddelde Verliestijden ochtendspits



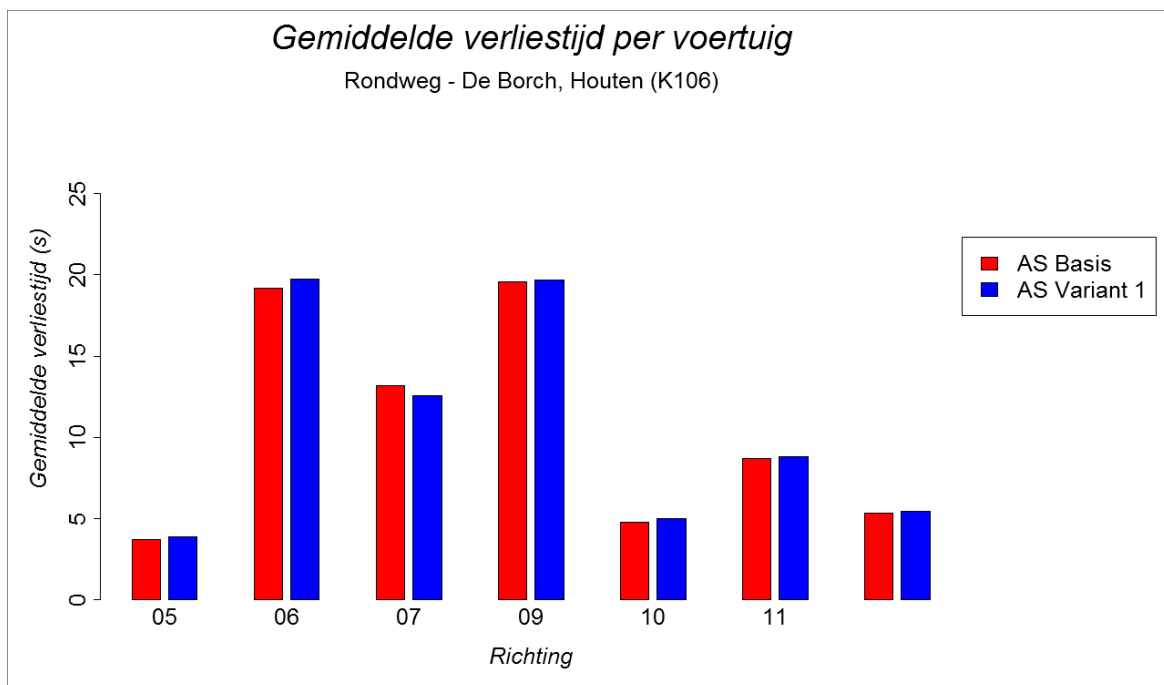
K108: Gemiddelde Verliestijden ochtendspits



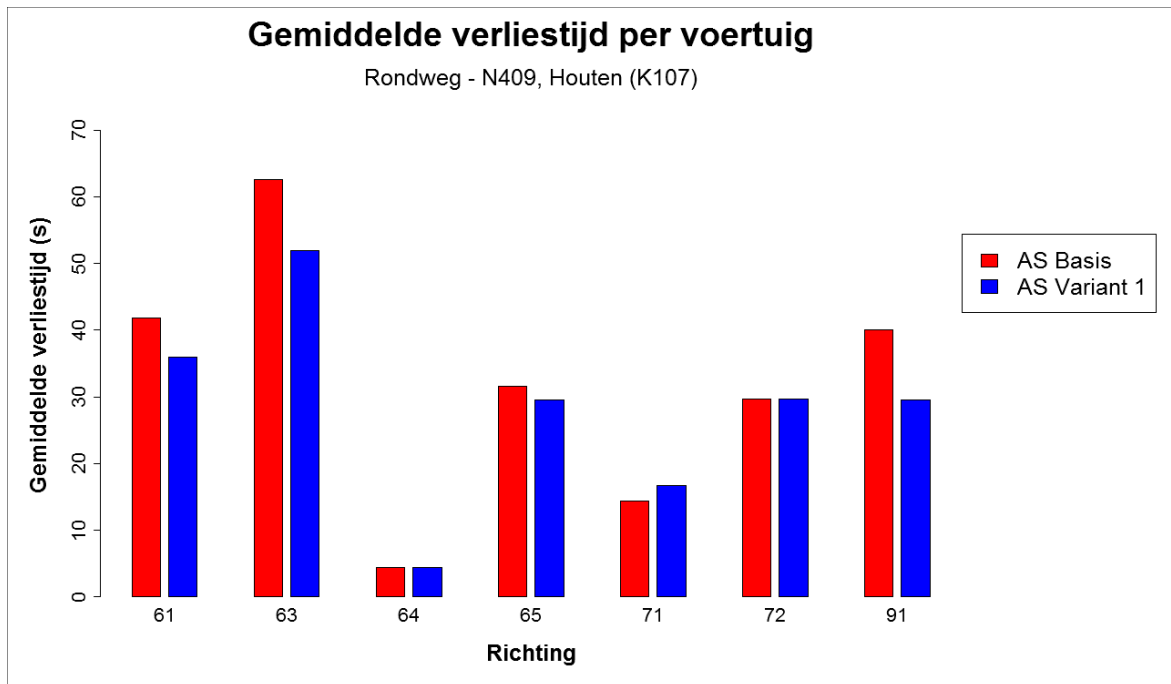
K110: Gemiddelde Verliestijden ochtendspits



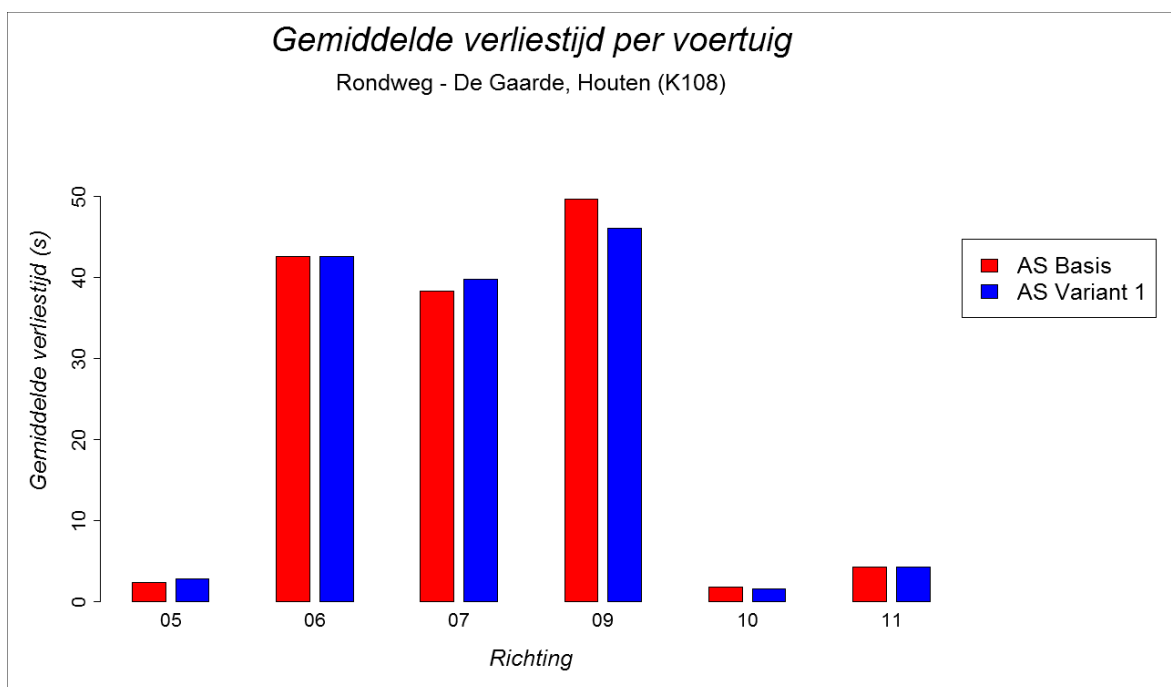
K086: Gemiddelde Verliestijden avondspits



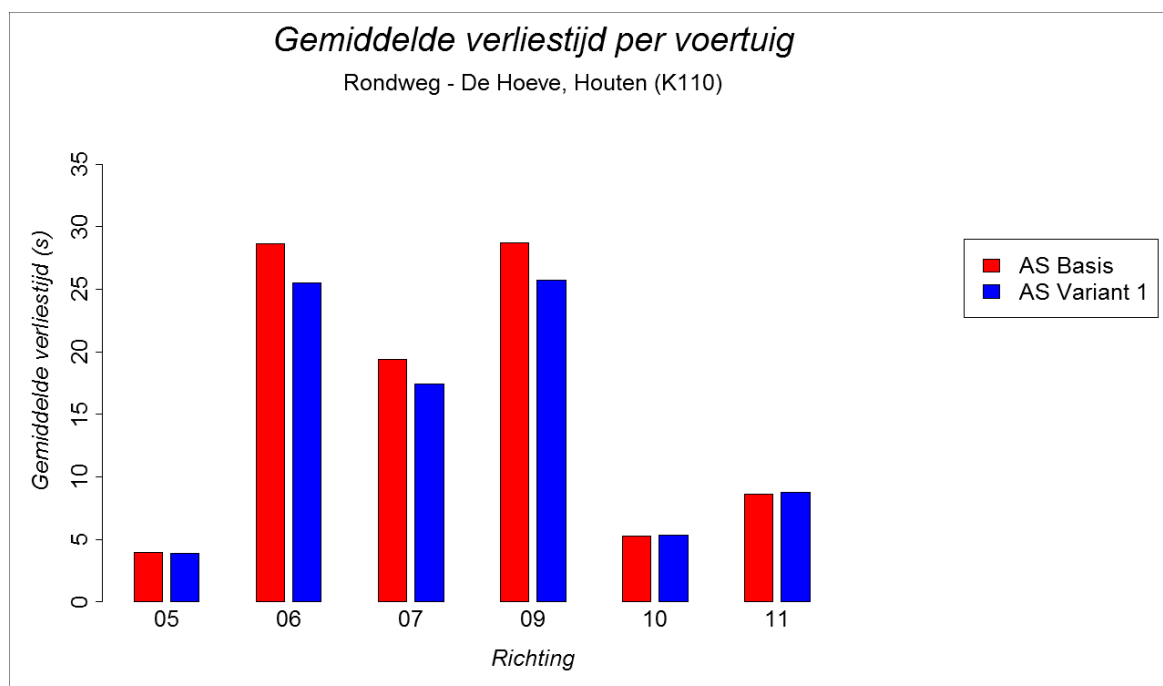
K106: Gemiddelde Verliestijden avondspits



K107: Gemiddelde Verliestijden avondspits



K108: Gemiddelde Verliestijden avondspits



K110: Gemiddelde Verliestijden avondspits

Bijlage 6 Kostenraming

Kruispunt: N409 – Essenkade
Krp.nummer: K86
Automaat: FR800287
Marathonbox: FR994631

Aanpassen

- Het uitbreiden van het detectieveld met in totaal 11 lussen
- Detectieveld volgens de IVER-standaard. (koplus-langelus –verweg-lus-verweglus)
- Op de zijrichtingen voor richting 04-06, koplus-langelus-en één verweglus.
- Verkeersmaatregelen meegenomen in raming

Raming kosten:

- | | |
|--|------------|
| - Aanbrengen en aansluiten 11 detectielussen | € 21.000,- |
| - Aanpassing regelautomaat (bedrijfsklaar) | € 7.000,- |
| - Totaal exBTW | € 28.000,- |

Kruispunt: N409 – Rondweg Houten
Krp.nummer: K107-K108
Automaat: FR901013

Aanpassen

- Het toevoegen van de detectielussen op richting 61 en 63, D614 en D634

Raming kosten:

- | | |
|---|------------|
| - Aanbrengen en aansluiten 2 detectielussen | € 6.000,- |
| - Aanpassing regelautomaat (bedrijfsklaar) | € 5.500,- |
| - Totaal exBTW | € 11.000,- |

Verkeersmaatregelen

- | | |
|--------------------------------|-----------|
| - Bij gelijktijdige uitvoering | € 5.000,- |
|--------------------------------|-----------|
-

