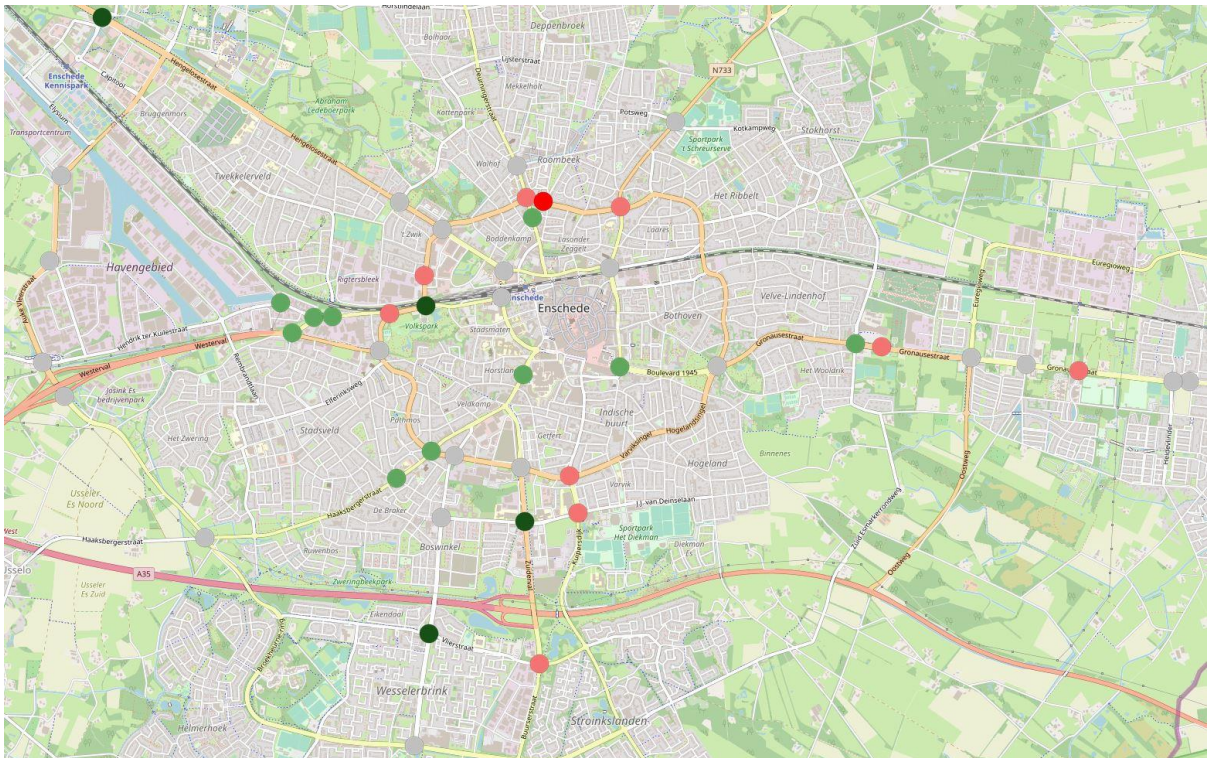


Effecten van verkeersmaatregelen op wachttijden en veiligheid voor fietsers op kruispunten met verkeersregelininstallaties



Auteur
F.A. Hemme

Datum
1 juli 2019

Begeleiders

University of Twente
Dr. T. Fioreze
Centre for Transport Studies
Department of Civil Engineering
University of Twente

Gemeente Enschede
Ir. B. Groenewolt
Projectleider Enschede Fietsstad 2020
Afdeling Strategie & Beleid (Fysiek)
Gemeente Enschede

UNIVERSITY OF TWENTE.

Gemeente  **Enschede**

*Afbeelding op de omslag: verandering in gemiddelde wachttijd voor fietsers tussen 2011 en 2018.
Voor meer informatie en legenda zie hoofdstuk 8.1 | Gemiddelde wachttijden.*

Colofon

Organisatie

University of Twente

Faculteit

Engineering Technology

Opleiding

Bachelor Civiele Techniek

Vakgroep

Centre for Transport Studies

Project

Bacheloropdracht

Onderwerp

Effecten van verkeersmaatregelen op wachttijden en veiligheid voor fietsers op kruispunten met verkeersregelinstallaties.

Datum

1 juli 2019

Versie

1.1

Status

Definitief

Auteur

F.A. (Frank) Hemme

E-mail

f.a.hemme@student.utwente.nl

Begeleiders

Dr. T. (Tiago) Fioreze

t.fioreze@utwente.nl

University of Twente

Ir. B. (Benjamin) Groenewolt

b.groenewolt@enschede.nl

Gemeente Enschede

Samenvatting

Enschede kent 55 kruispunten waar het verkeer wordt geregeld met een verkeersregelininstallatie (VRI). Voor bijna al deze VRI's wordt gedurende het hele jaar voor elk kwartier van de dag bijgehouden hoe lang auto's en fietsers uit de verschillende richtingen gemiddeld en maximaal staan te wachten, en hoe veel van beide er staan te wachten.

Binnen die fietsvisie van de gemeente Enschede uit 2012 is het doel om het aandeel fietsers in het totaal aantal verplaatsingen te verhogen. Een van de manieren om dit te bereiken is om de wachttijd van fietsers te verlagen, of in ieder geval binnen de gestelde normen te houden. Dit betekent over een werkdag een gemiddelde wachttijd van maximaal 40 seconden en een maximale wachttijd van maximaal 80 seconden. Ook moeten fietsers zich veilig voelen op kruispunten. Daarom mogen er niet meer dan vijf letselslachtoffers binnen drie jaar vallen op een bepaald kruispunt.

Er zijn verschillende verkeersmaatregelen die een bewezen invloed hebben op de wachttijd voor fietsers. Zo geldt het invoeren van een regeling waarbij alle fietsers tegelijk groen hebben als een effectieve maatregel. Ook het ontvlechten van fietsroutes met hoofdroutes voor de auto zorgt voor een afname in het aantal fietsers dat moet wachten. Voor de veiligheid geldt dat een wachttijdvoorspeller kan zorgen voor een afname in roodlichtnegatie, wat bijdraagt aan een reductie van het aantal ongevallen.

In dit onderzoek is de situatie omtrent wachttijden en veiligheid vergeleken tussen 2011 en 2018 en is voor 2018 een vergelijking gemaakt tussen fietsers en auto's. In Enschede zijn er vier VRI's die niet aan de norm voor de gemiddelde wachttijd voldoen, en meerdere die net voldoen. Veelal gaat het om VRI's waar grote stromen van fiets- en autoverkeer samenkomen, vooral in de spits. De aanwezigheid van veel busverkeer leidt ook tot grote wachttijden, doordat zij vaak voorrang krijgen. Over Enschede als geheel zijn de gemiddelde wachttijden voor fietsers met 5% afgenomen, maar er zijn locaties waar de gemiddelde wachttijd juist is toegenomen. Dit is op locaties met een regeling waarbij alle fietsers tegelijk groen krijgen te wijten aan het nog maar één keer per cyclus groen geven op drukke momenten. Hoewel deze regeling wanneer goed uitgevoerd een effectieve maatregel is, kan het juist het tegengestelde effect hebben op ongeschikte kruispunten. Daarom is de invoer van de regeling op meer kruispunten langs de Singel ook niet wenselijk. Ook de invoer van de Noordelijke Netwerkregeling waardoor auto's gemakkelijker kunnen doorrijden heeft een negatief effect gehad op de wachttijdreductie voor fietsers. De SMART app heeft wel gezorgd voor een reductie in wachttijd, hoewel dit nog verder onderzocht moet worden. Qua veiligheid zijn alle kruispunten met VRI's relatief veilig, en heeft de aanleg van VRI's op andere kruispunten gezorgd voor een significante afname in het aantal ongevallen.

Voor de nabije toekomst is het belangrijk om als eerste te zoeken naar effectieve maatregelen voor VRI's waar de norm wordt overschreden. Het opnieuw invoeren van twee keer groen voor fietsers per cyclus bij VRI's met een regeling waarbij alle fietsers tegelijk groen hebben is vaak een effectieve oplossing. Voor kruisingen waar geen geschikte maatregelen gevonden worden om de wachttijd voor fietsers te reduceren moet er gezocht worden naar een goede alternatieve route, zodat fietsers het kruispunt niet hoeven te passeren.

Tot slot loont het om in een nieuwe fietsvisie ook te gaan kijken naar wachttijdnormen binnen de spits, en een richtlijn voor de verhouding in wachttijd tussen fietsverkeer en gemotoriseerd verkeer. De meeste fietsers reizen namelijk binnen de spits, die hoge wachttijden kent, en de verhouding tussen de wachttijd voor auto's en fietsers zegt iets over de ruimte voor aanvullende verkeersmaatregelen.

Voorwoord

Voor u ligt het eindverslag van mijn bacheloropdracht. Het verslag gaat in op de wachttijden en veiligheid voor fietsers rondom kruispunten met verkeersregelininstallaties. Ik heb daarvoor elf weken onderzoek gedaan bij de Gemeente Enschede op de afdeling Strategie & Beleid (Fysiek).

Ik wil in de eerste plaats mijn begeleiders bedanken voor hun feedback op mijn werk en hun advies tijdens het proces. Tiago heeft mij vanuit de universiteit voorzien van nuttige feedback op mijn werk, zowel op inhoudelijke zaken als op verslagstructuur en academische standaarden. Benjamin heeft mij bij de gemeente begeleid waar hij mij wegwijs heeft gemaakt op de afdeling en daarbuiten, en met kritische vragen het onderzoek de goede richting op heeft gestuurd.

Ook wil ik Kees van der Neut, VRI-specialist bij het team van Stadsingenieurs & Ontwerp, ontzettend bedanken voor het aanleveren van de wachttijdgegevens en kruispuntontwerpen, en voor het beantwoorden van mijn vele vragen daarover. Daarnaast wil ik Gerran Spaan bedanken voor het voorzien in grote hoeveelheden achtergrondinformatie over de totstandkoming van de visie “Enschede Fietsstad 2020” en het beantwoorden van mijn vragen over alles wat ik daarnaast nog wilde weten over de visie of de afdeling.

Tot slot wil ik mijn dank uitspreken voor alle andere mensen die hebben bijgedragen aan dit eindverslag. Jos Luten, die de ongevallendata heeft aangeleverd, de Fietsersbond, die met een kritische blik naar de resultaten hebben gekeken en mij in de richting van kruispunten met knelpunten hebben gewezen, en al mijn collega's op de afdelingen Strategie & Beleid en Ruimtelijke Ontwikkeling & Ontwerp die mij hebben meegenomen in het werkveld van Mobiliteit en Bereikbaarheid en feedback hebben gegeven op mijn onderzoek en resultaten.

Ik wens u veel leesplezier toe!

Frank Hemme
Enschede, 1 juli 2019

Inhoudsopgave

Colofon.....	3
Samenvatting.....	4
Voorwoord.....	5
Inhoudsopgave.....	6
Begrippenlijst.....	8
Lijst van figuren.....	9
Lijst van tabellen.....	10
1 Inleiding.....	11
2 Achtergrondinformatie.....	12
2.1 Kruispuntinrichting.....	12
2.2 Verkeersregelininstallatie (VRI).....	12
2.3 VRI's in Enschede.....	13
3 Visie Fietsstad 2020.....	14
4 Literatuuronderzoek.....	16
4.1 Effect van verkeersmaatregelen.....	16
4.2 Vergelijkbare gemeenten.....	18
5 Doelstelling.....	20
5.1 Onderzoeksvragen.....	20
6 Onderzoeksmethode.....	21
6.1 Wachttijden.....	21
6.2 Veiligheid.....	22
7 Dataverwerking.....	23
7.1 Wachttijden.....	23
7.2 Meetfouten.....	24
7.3 Onbetrouwbare VRI's.....	24
8 VRI prestaties.....	25
8.1 Gemiddelde wachttijden.....	25
8.2 Maximale wachttijden.....	28
8.3 Ongevallen.....	30
8.4 Alle Fietzers Tegelijk Groen (AFTG).....	31
8.5 Noordelijke netwerkregeling.....	34
8.6 De Ruyterlaan (XP04 en XP32).....	35
8.7 SMART app.....	36
9 Conclusie.....	38

10 Aanbevelingen.....	39
10.1 Inhoudelijke aanbevelingen	39
10.2 Aanbevelingen voor dataregistratie.....	40
10.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	40
11 Referenties	42
Appendix A Overzicht van VRI's	45
Appendix B Jaartrends wachttijden	47
B.1 XP20 en XP54	47
Appendix C Meetfouten en onzekerheid in de data	48
C.1 Filteren van foutieve waarden	50
C.2 Maximale wachttijd.....	51
C.3 Gemiddelde wachttijd.....	53
Appendix D Intensiteit en gemiddelde wachttijd per VRI	54
Appendix E Intensiteit en gemiddelde wachttijd in de spits.....	55
Appendix F Intensiteit en maximale wachttijd per VRI	56
Appendix G Intensiteit en maximale wachttijd in de spits.....	57
Appendix H Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018.....	58
Appendix I Verschil in wachttijden tussen fietsers en auto's	60
Appendix J Gemiddelde wachttijden motorvoertuigen.....	62
Appendix K Prestaties VRI's t.o.v. 2011 (werkdag 7:00 – 18:00)	63
Appendix L Gewogen gemiddelde wachttijden fiets en auto	64
Appendix M Kruispuntontwerp XP04 en XP32 (De Ruyterlaan)	65
Appendix N Ongevallen en intensiteiten per VRI.....	66
Appendix O Kruispuntinrichting XP93 en XP97	67

Begrippenlijst

AFTG	Alle Fietser Tegelijk Groen: een type verkeersregeling van een VRI waarbij de fietsers uit alle richtingen tegelijk groen krijgen om het kruispunt te passeren in een richting naar hun eigen voorkeur.
Gemiddelde gewogen wachttijd	Gewogen gemiddelde van de gemiddelde wachttijden per kwartier op basis van de intensiteiten per kwartier uit de KWC. Hierbij geldt dat wanneer twee maal zoveel fietsers staan te wachten, de wachttijd twee maal zo zwaar mee telt.
Gemiddelde wachttijd	Wachttijd gemiddeld over een bepaalde periode, gebaseerd op de gemiddeldes per kwartier uit de KWC.
Gemiddelde maximale wachttijd	Gemiddelde over een bepaalde periode van de maximale wachttijden per kwartier zoals gemeten door de KWC.
Geregeld kruispunt	Kruispunt waarbij het passeren van het verschillende verkeer niet plaatsvindt op basis van reguliere voorrangregels maar door middel van een verkeersregelininstallatie.
Intensiteit	Aantal fietsers / motorvoertuigen per tijdseenheid dat een VRI passeert.
Koplus	Registratielus voor fietsers in het wegdek, gelegen direct voor de stopstreep.
KWC	Kwaliteitscentrale, houdt alle data over wachttijden en verkeersintensiteiten bij verkeersregelininstallaties bij.
Motorvoertuigen	Alle voertuigen die op de rijbaan rijden en daar geregistreerd worden. Wanneer er een aparte OV-baan bestaat is deze uitgesloten van de analyse, aangezien bussen vaak voorrang krijgen en hun wachttijden dus niet representatief zijn voor de wachttijden voor motorvoertuigen.
Richting	Route waarover een motorvoertuig of fietser het kruispunt oversteekt. Een richting wordt gedefinieerd door één beginpunt en een of meerdere eindpunten. Een kenmerk van een richting is dat elke richting een verkeerslantaarn heeft.
SMART app	Afkorting voor "Self-Motivated and Rewarded Travelling". Deze app geeft de gebruiker, naast extraatjes voor voltooide fietsuitdagingen, mogelijk kortere wachttijden doordat de app de fietser al eerder van tevoren aanmeldt wanneer hij een VRI nadert. Werkt alleen bij bepaalde VRI's.
Verweglus	Registratielus voor fietsers in het wegdek, vaak gelegen enkele tientallen meters voor de stopstreep.
VRI	Verkeersregelininstallatie
XP[..]	Code van een verkeersregelininstallatie. Elke verkeersregelininstallatie heeft een code beginnend met "XP" waarop twee getallen volgen.

Lijst van figuren

Figuur 1: Kruispuntinrichting Hengelosestraat – De Ruyterlaan	12
Figuur 2: Overzicht van VRI's in Enschede	13
Figuur 3: Normen voor de gemiddelde wachttijd.....	19
Figuur 4: Onderzoeksmethode. (Rood is input uit data of literatuur, blauw zijn berekeningen of beredeneringen.)	21
Figuur 5: Beschikbaarheid van data voor werkdagen tussen 1 september en 30 november 2018	23
Figuur 6: Gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI (Grote kaart: Appendix D Intensiteit en gemiddelde wachttijd per VRI)	25
Figuur 7: Verschil in de gemiddelde wachttijden ten opzichte van 2011 per VRI (Grote kaart: Appendix H Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018).....	26
Figuur 8: Gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI gedurende de spits (Grote kaart: Appendix E Intensiteit en gemiddelde wachttijd in de spits).....	27
Figuur 9: Verschil gemiddelde wachttijden fiets ten opzichte van gemiddelde wachttijden motorvoertuigen (Grote kaart: Appendix I Verschil in wachttijden tussen fietsers en auto's)	27
Figuur 10: Maximale wachttijden en gemiddelde intensiteiten per VRI (Grote kaart: Appendix F Intensiteit en maximale wachttijd per VRI)	28
Figuur 11: Verschil in maximale wachttijden ten opzichte van 2011 per VRI (Grote kaart: Appendix H Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018	29
Figuur 12: Aantal fietsslachtoffers per kruispunt met een VRI van 2016 t/m 2018	30
Figuur 13: VRI's met een AFTG-regeling (lichtblauw)	31
Figuur 14: VRI's in de noordelijke netwerkregeling (lichtblauw).....	34
Figuur 15: VRI's in de De Ruyterlaan (lichtblauw)	35
Figuur 16: Wachttijden per richting op de De Ruyterlaan	36
Figuur 17: VRI's gekoppeld aan de SMART app (lichtblauw)	36
Figuur 18: Kaart van alle VRI's in Enschede	45
Figuur 19: Jaarlijkse trend wachttijden.....	47
Figuur 20: Meetfouten op XP47 (Parkweg - Volksparksingel)	48
Figuur 21: Meetfouten op XP92 (Afinkstraat - Westerval).....	49
Figuur 22: Maximale wachttijd op een dag per VRI.....	50
Figuur 23: Maximale wachttijd op een dag per VRI na eerste filter	51
Figuur 24: Maximale wachttijd in de spits per VRI (gefilterd)	51
Figuur 25: Maximale wachttijd in de spits per VRI (ongefilterd)	52
Figuur 26: Kaart van Enschede met de gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI	54
Figuur 27: Kaart van Enschede met de gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI in de spits.	55
Figuur 28: Kaart van Enschede met de maximale wachttijden en intensiteiten per VRI	56
Figuur 29: Kaart van Enschede met de maximale wachttijden en intensiteiten per VRI in de spits	57
Figuur 30: Verschil in gemiddelde wachttijden per VRI tussen 2011 en 2018	58
Figuur 31: Verschil in maximale wachttijden per VRI tussen 2011 en 2018.....	59
Figuur 32: Verschil wachttijden fietsers ten opzichte van wachttijden motorvoertuigen per VRI	60
Figuur 33: Verschil wachttijden fietsers ten opzichte van wachttijden motorvoertuigen in de spits per VRI	61
Figuur 34: Kaart van Enschede met de gemiddelde wachttijden en intensiteiten voor motorvoertuigen per VRI	62
Figuur 35: Kruispuntontwerp XP32.....	65
Figuur 36: Kruispuntontwerp XP04.....	65

Figuur 37: Kaart van Enschede met het aantal letselslachtoffers onder fietsers in de periode 2016 t/m 2018 op kruispunten met een VRI	66
Figuur 38: Kruispuntinrichting XP93 (Auke Vleerstraat - Twekkeler Es). Links: 2009, Rechts: 2019	67
Figuur 39: Kruispuntinrichting XP97 (Auke Vleerstraat - Hengelsestraat). Links: 2009, Rechts: 2019	67

Lijst van tabellen

Tabel 1: Doelen visie Fietsstad 2020	15
Tabel 2: Randvoorwaarden wachttijd volgens Ontwerpwijzer Fietsverkeer	18
Tabel 3: Wachttijdnormen in fietsvisies van andere gemeenten	18
Tabel 4: Wachttijdnormen van gemeenten met vergelijkbare grootte	19
Tabel 5: Betrouwbaarheid van VRI's met dubieuze data	24
Tabel 6: Prestaties van VRI's met een AFTG-regeling	32
Tabel 7: Vergelijking VRI's langs de singel	33
Tabel 8: Prestaties VRI's in de Noordelijke Netwerkregeling (Rode waarden overschrijden de norm uit de visie)	34
Tabel 9: Prestaties VRI's in de De Ruyterlaan (Rode waarden overschrijden de norm uit de visie)	35
Tabel 10: Prestaties van de VRI's waar sneller groen door gebruik van de SMART app mogelijk is	37
Tabel 11: Prioritering te nemen maatregelen. N = binnen norm, A = beter voor fietsers dan auto's, B = beter dan in 2011	39
Tabel 12: Locaties en beschikbare data per VRI.	46
Tabel 13: Voorbeeld fouten in wachttijden	50
Tabel 14: Gemiddelde en maximale wachttijden voor fietsers in 2011 en 2018 per VRI	63
Tabel 15: Gewogen gemiddelde wachttijden in 2018 voor fietsers en motorvoertuigen in de spits en over de hele werkdag	64

1 | Inleiding

De reistijd naar het centraal station in Enschede vanuit Stadsveld is 10 minuten. Om 7:31 op de valreep vertrekken om de intercity van 7:46 richting Den Haag te halen moet dus net lukken. Maar in plaats van de oversteek op het kruispunt voor het Stationsplein bij het Saxion te vermijden gaat de route dwars over het betreffende kruispunt. Nu staat de fietser in deze ochtendspits twee minuten te wachten voor een rood verkeerslicht en mist hij zijn trein. Waarom had hij dit verkeerslicht niet gemeden? En waarom moest hij überhaupt zo lang wachten?

Wachten bij verkeerslichten houdt iedere inwoner van Enschede bezig, of ze nu een fiets of auto besturen of met de voet zijn. De in de volksmond gebruikte term “stoplicht” zegt voldoende over de mening van de verkeersdeelnemer over dit wachten. Hoe lang hij moet wachten verschilt echter per kruispunt. Bij sommige kruispunten kan er praktisch altijd direct doorgereden worden, terwijl bij andere kruispunten ook buiten de spits gewacht moet worden. Ook zitten er verschillen tussen de wachttijden voor fietsers en auto's.

Dit onderzoek gaat in op de vraag hoe lang een fietser nu precies moet wachten voor welk verkeerslicht. Daarbij worden deze wachttijden vergeleken met de situatie uit 2011 en met de wachttijden voor gemotoriseerd verkeer. Ook wordt gekeken naar de normstelling door de gemeente: voldoen de Enschedese verkeersregelininstallaties aan de norm, en is de norm realistisch? Tegelijkertijd moet afwikkeling van verkeer op een kruispunt wel veilig gebeuren. Daarom kijkt dit onderzoek ook naar de veiligheid van de verschillende kruispunten met verkeersregelininstallaties.

Dit verslag begint met wat achtergrondinformatie bij kruispunten met verkeersregelininstallaties om wat meer context te voorzien bij het onderzoek. Daarna wordt ingegaan op de doelstellingen en ideeën uit de fietsvisie “Enschede Fietsstad 2020”, waarna deze vergeleken wordt met de doelstellingen uit vergelijkbare gemeenten. Ook wordt in dit literatuuronderzoek de effectiviteit van verschillende verkeersmaatregelen op de wachttijd en veiligheid voor fietsers onderzocht.

Daarna wordt een onderzoek uitgevoerd op basis van concrete data over wachttijden, verkeersintensiteiten en ongevallen in Enschede. Dit onderzoek kijkt naar de prestaties van de verkeersregelininstallaties ten aanzien van wachttijden en veiligheid voor fietsers en de achterliggende redenen voor deze prestaties. Eerst wordt de doelstelling van het onderzoek uiteengezet samen met de onderzoeksmethode. Nadat de data zodanig is bewerkt zodat deze kan worden geanalyseerd worden de resultaten van de evaluatie gepresenteerd.

Tot slot worden er conclusies getrokken aan de hand van de evaluatie en worden er aanbevelingen gedaan over te nemen verkeersmaatregelen, verbeterde dataregistratie en vervolgonderzoek.

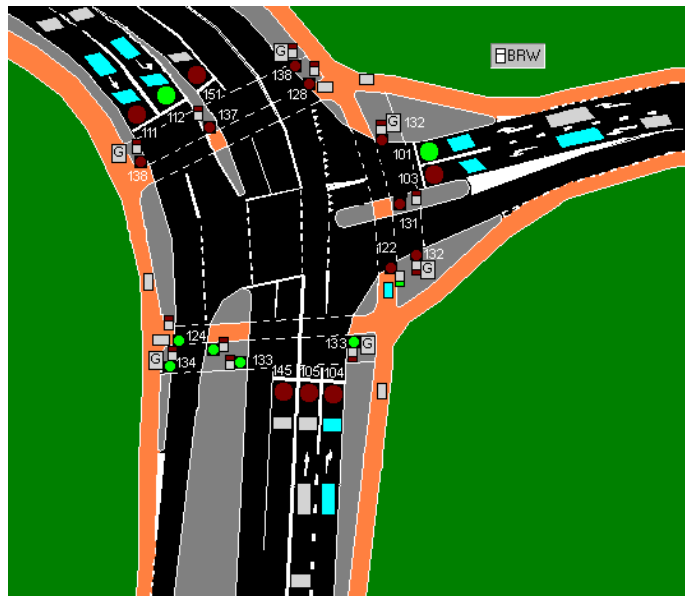
2 | Achtergrondinformatie

Dit hoofdstuk bevat technische achtergrondinformatie over onderwerpen die veel aan bod komen in dit onderzoek, samen met belangrijke informatie over de situatie in Enschede wat betreft verkeersregelininstallaties.

2.1 | Kruispuntinrichting

Een voorbeeld van een kruispuntinrichting met verkeersregelininstallatie is weergegeven in Figuur 1.

Zoals te zien heeft elke route waarover men het kruispunt wil passeren een uniek nummer. Deze nummers worden ook wel richtingen genoemd. Voor motorvoertuigen worden de nummers 1 t/m 12 gebruikt en voor fietsers de nummers 21 t/m 29 (Wilson, 2006). Voetgangers (nummers 31 t/m 39) en bussen (41 t/m 52) worden in dit onderzoek niet besproken. Wanneer er sprake is van twee kruispunten waarvan de VRI's aan elkaar gekoppeld zijn om congestievorming tussen de kruispunten te voorkomen, worden de nummers van één van de kruispunten opgehoogd met 100. Om fietsers te registreren wordt gebruik gemaakt van drie verschillende methodes. Allereerst ligt er in het wegdek vlak voor de stopstreep een registratielus, ook wel de koplus genoemd. Ook is hier vaak een registratieknop aangebracht waar de fietser zichzelf aan kan melden. Tot slot is er vaak een zogenoemde verweglus aanwezig, een registratielus in het wegdek enkele tientallen meters voor de stopstreep. Deze lus draagt bij aan de tijdige registratie van fietsers zodat de VRI daarop kan anticiperen.



Figuur 1: Kruispuntinrichting Hengelsestraat – De Ruyterlaan

2.2 | Verkeersregelininstallatie (VRI)

Een verkeersregelininstallatie, afgekort tot VRI, op een kruispunt zoals weergegeven in bovenstaande figuur kan op twee verschillende manieren functioneren. Er kan sprake zijn van een rigide afstelling, wat betekent dat de VRI een vast programma afloopt waarin de groenlichtvolgorde voor de verschillende richtingen is geprogrammeerd. Een richting wordt dan alleen overgeslagen wanneer er geen enkele auto of fietser zich heeft gemeld voor die richting. Een tweede manier is een dynamische afstelling. Hierbij houdt de VRI rekening met het aantal voertuigen wat staat te wachten en de prioriteit van de richting op dat moment van de dag. Zo kan één bus die te laat is meer prioriteit hebben dan bijvoorbeeld tien fietsers, die op hun beurt weer voor kunnen gaan op één auto.

Elke VRI in het beheer van de Gemeente Enschede heeft een bepaalde code. Deze code start met "XP", gevolgd door een tweetal getallen die samen een bepaalde VRI aangeven. Zo is de code van het kruispunt uit bovenstaande figuur XP32. Een overzicht van alle VRI's met hun codes is visueel weergegeven in Figuur 2. Voor een lijst van alle VRI's en hun codes kan Appendix A | Overzicht van VRI's geraadpleegd worden.

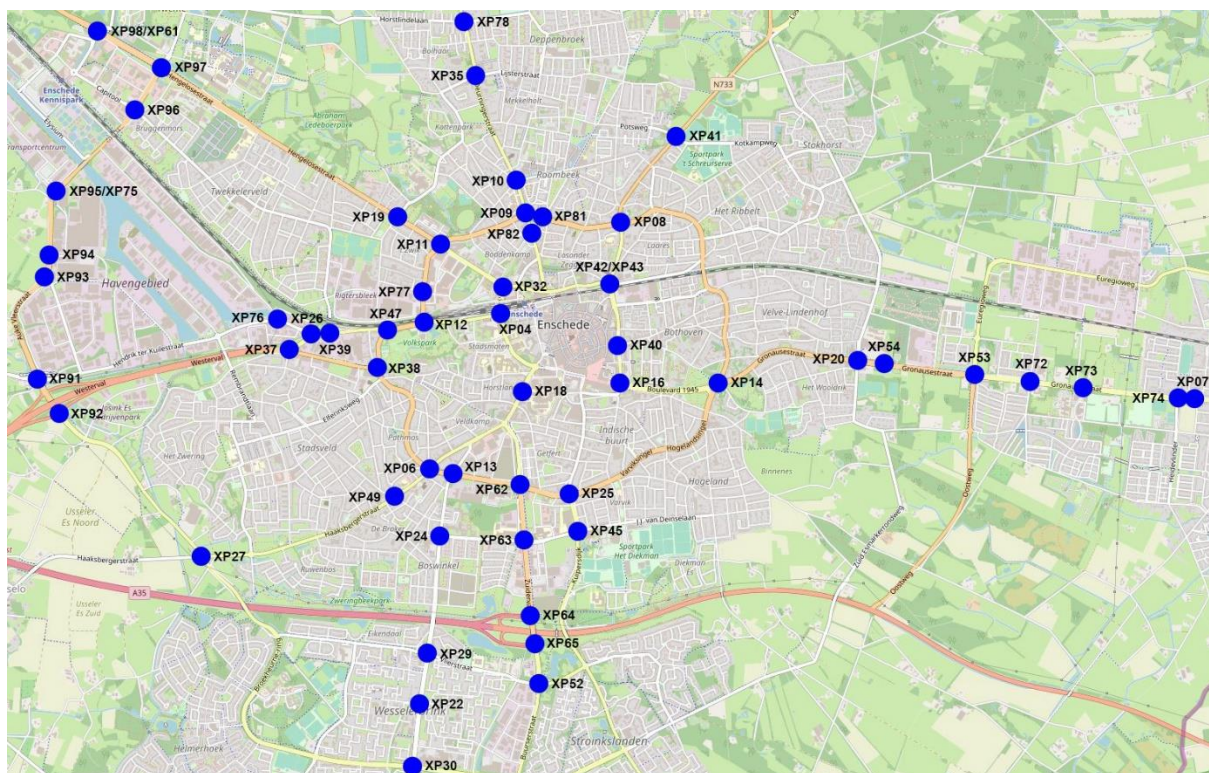
Een veel gebruikte eigenschap van VRI's is de cyclustijd. Deze geeft aan hoe lang het duurt voordat een bepaalde richting opnieuw groen krijgt. Hoe dynamischer een VRI is ingesteld, hoe moeilijker het is om de cyclustijd te bepalen. Een bepaalde richting kan soms meerijden met een andere of wordt door hoge intensiteiten opnieuw groen gegeven, waardoor de cyclustijd vertekend kan zijn. Er is

echter nog wel steeds sprake van een cyclus, aangezien er in drukke perioden waarop het kruispunt tegen haar capaciteit aan zit wel degelijk sprake is van een min of meer vaste volgorde waarin verkeersstromen worden afgehandeld.

Voor elke VRI wordt bijgehouden hoe lang welke richting staat te wachten. Hiervoor worden twee soorten wachttijden bijgehouden: de gemiddelde en de maximale wachttijd. De gemiddelde wachttijd laat zien hoe lang weggebruikers voor een bepaalde richting in een bepaald kwartier op een bepaalde dag gemiddeld stonden te wachten. Voor fietsers wordt hierbij de wachttijd van de eerst gearriveerde fietser gebruikt. De maximale wachttijd is het maximum van de individuele wachttijden van de weggebruikers van een bepaalde richting binnen een bepaald kwartier.

2.3 | VRI's in Enschede

Een overzicht van alle VRI's in Enschede is weergegeven Figuur 2. Een grotere versie van dit figuur is opgenomen in Appendix A | Overzicht van VRI's. Later in dit onderzoek zullen een aantal VRI's uitgesloten worden van de evaluatie, bijvoorbeeld XP64 en XP65 aan de A35/N35, aangezien deze geen fietsverkeer verwerken.



Figuur 2: Overzicht van VRI's in Enschede

3 | Visie Fietsstad 2020

In 2011 heeft de gemeente Enschede zich voorgenomen om meer inwoners binnen haar gemeentegrenzen op de fiets te krijgen. Om dit te bewerkstelligen moest er een aaneengesloten fietsnetwerk door de stad komen te liggen waar fietsers veilig, snel en gemakkelijk gebruik van kunnen maken. Dit heeft zich in december 2011 vertaald in de introductie van een visie op fietsen in de gemeente, de visie “Enschede Fietsstad 2020” (Gemeente Enschede, 2011). In deze visie neemt de gemeente de taak op zich om in 2020 een echte fietsstad te zijn, waar haar inwoners met plezier de fiets pakken en de auto links laten liggen. Hierop is de volgende hoofddoelstelling geformuleerd:

Aandeel fietsers in verplaatsingen tot 7,5 km van 34% naar 38%

Om dit doel te bereiken is er ingezet op drie verschillende vlakken: fietsnetwerk, fietsparkeren en communicatie. Het fietsnetwerk moet de ruggengraat worden van de fietsverplaatsingen binnen Enschede. Een goed fietsnetwerk moet samenhangend zijn (goed aangesloten op elkaar en op belangrijke bestemmingen), directe verplaatsingen faciliteren zonder weinig oponthoud bij bijvoorbeeld verkeerslichten en veilig zijn. De veiligheid uit zich zowel objectief (aantal ongelukken) als subjectief (gevoel van veiligheid). Ook moet het netwerk aantrekkelijk (fietsen met plezier) en comfortabel zijn (goede wegdekkwaliteit, weinig stopmomenten en geen hinder door veel lawaai of uitlaatgassen).

Uit bovenstaande voorwaarden waar het fietsnetwerk aan moet voldoen volgt meerdere malen dat de wachttijd op de route zoveel mogelijk moet worden geminimaliseerd. Dit betekent logischerwijs dat het aantal conflicten tussen fietsers en ander verkeer zo klein mogelijk moet zijn. De introductie van het ontvlochten fietsnetwerk probeert de hoofdfietsroutes te scheiden van drukke kruispunten waar reeds veel auto's bij betrokken zijn. Hierdoor verlaagt het aantal fietsers wat gebruik hoeft te maken van dit kruispunt. Waar dit niet mogelijk is moeten er slimme maatregelen getroffen worden om de wachttijden van fietsers voor het kruispunt te minimaliseren.

Een andere factor die veel terug komt in de voorwaarden is veiligheid. Fietsers moeten zich zowel veilig voelen als veilig zijn op de weg. Dit houdt in dat het aantal ongelukken met fietsers minimaal moeten zijn. Ook moet het wegontwerp van fietsroutes bijdragen aan het gevoel van veiligheid door bijvoorbeeld goede verlicht te zijn en overzichtelijk en intuïtief vormgegeven te zijn.

Het minimaliseren van de wachttijd en het maximaliseren van de veiligheid komen samen op de drukste conflictpunten van de stad. Op deze drukke kruispunten voldoen reguliere voorrangregels niet meer om het verkeer efficiënt en veilig af te handelen. Daarom zijn deze kruispunten vaak geregeld met een verkeersregelininstallatie (VRI). Omdat kruispunten met een VRI dus vaak drukke kruispunten betreffen, zijn er meetbare kwaliteitseisen gesteld in het onderzoeksrapport achter de visie (Projectgroep Fietsvisie, 2011).

Voor de wachttijd gaat het onderzoeksrapport uit van een gemiddelde cyclustijd van 90 seconden. Hierbij wordt gesteld dat wanneer een fietser net na het groene licht voor zijn richting arriveert, hij dus bijna een hele cyclus moet wachten. Dit middelt uit met de fietsers die exact op het juiste moment arriveren, waardoor het rapport uitkomt op de norm voor een gemiddelde wachttijd van 40 seconden. De norm voor maximale gemiddelde wachttijd ligt twee maal zo hoog op 80 seconden.

Op het gebied van veiligheid stelt het rapport dat er, ongeacht verandering in intensiteit over de jaren, geen black spots meer mogen zijn of zich mogen ontwikkelen. Een black spot is een locatie waar 6 of meer letselongevallen zijn geregistreerd binnen 3 jaar tijd. In 2010 was er geen geregeld kruispunt een black spot, maar door een toename in fiets- of gemotoriseerd verkeer kan een black spots zijn ontstaan in de jaren daarna.

Een overzicht van de meetbare doelen zoals hierboven uiteengezet is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Doelen visie Fietsstad 2020

Onderwerp	Norm
Gemiddelde wachttijd	Max. 40 seconden (op werkdagen tussen 7:00 en 18:00)
Maximale gemiddelde wachttijd	Max. 80 seconden (op werkdagen tussen 7:00 en 18:00)
Objectieve veiligheid	Geen locaties met meer dan 5 ongelukken met letsel binnen 3 jaar.

4 | Literatuuronderzoek

Dit hoofdstuk voorziet in een verkennende studie naar het effect van verschillende verkeersmaatregelen op wachttijd en ongevallen. Daarnaast gaat dit hoofdstuk in op doelen en maatregelen van vergelijkbare gemeenten.

4.1 | Effect van verkeersmaatregelen

Voor het effect van geïmplementeerde maatregelen op de wachttijden voor fietsers bepaald kan worden is het belangrijk om te weten hoe het gebruik van de betreffende kruispunt is veranderd over de jaren. Het effect van maatregelen op de wachttijd en veiligheid kan zijn verhuld door een toename in intensiteit van fietsers of auto's. Naast een verandering in intensiteit zijn er ook externe invloeden die effect hebben op de wachttijden en veiligheid. Zo hangt de keuze van reizigers om de auto of fiets te nemen samen met de weersomstandigheden op dat moment. Het is vastgesteld dat temperatuur en zonneschijn een positief effect hebben op de fietsintensiteiten, terwijl neerslag en wind een negatief effect veroorzaken (Thomas, Jaarsma, & Tutert, 2012).

Een andere belangrijke factor die invloed heeft op de fietsintensiteiten bij VRI's is de routekeuze van fietsers. Het is aangetoond dat fietsers onder andere de intensiteiten en snelheid van passerende auto's meenemen in hun routekeuze. Dit betekent dat voor routes waarvoor een geschikte alternatieve ontvlochten route bestaat meer fietsers voor dit alternatief kiezen, wat leidt tot een lagere intensiteit van fietsers op drukke kruisingen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de alternatieve route niet veel langer en langzamer is dan de hoofdroute (Joolink, 2016). Ook is een relatie tussen de leeftijd van de fietser en de routekeuze: hoe hoger de leeftijd, hoe meer kans er is dat de fietser voor een langere route kiest wanneer deze minder (snel) autoverkeer heeft.

Een vergrijzende populatie kan dus zorgen voor lagere intensiteiten op drukke kruispunten, vergroot zij ook de kans op ongelukken. De leeftijdsgroep ouder dan 65 is landelijk gezien oververtegenwoordigd in verkeersongevallen (VeiligheidNL; Rijkswaterstaat, 2017) en verkeersdoden (Nagtegaal & Schreuder, 2019) op de fiets. Deze leeftijdsgroep is in Enschede tussen 2011 en 2018 met 18% gegroeid en maakt nu 17,5% uit van het totaal aantal inwoners (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2018).

Waar leeftijd een slechte invloed heeft op het aantal ongevallen kan de introductie van de wachttijdvoorspeller juist een goede invloed hebben. Dit apparaat bestaat uit een cirkel van LED lampjes die een voor een uitgaan en zo de resterende wachttijd voor de wachtende fietsers indiceert. Het is aangetoond dat de installatie van dit apparaat het aantal fietsers dat het rode licht negeert afneemt, wat een positieve invloed heeft op de veiligheid op het kruispunt (Thijssen, 2008).

Ook is het belangrijk om een goed afgewogen keuze te maken voor de periode waarin de VRI's worden geëvalueerd. De gekozen periode moet genoeg data bevatten voor alle te evalueren jaren en moet representatief zijn. Dit betekent dat de periode niet samen moet vallen met vakanties, feestdagen of wegwerkzaamheden. Ook moet er in de periode geen sprake zijn van extreme weersomstandigheden, met name zware sneeuwval (Gurp, 2014).

Tot slot moet er rekening gehouden worden met de manier waarop wachttijden en intensiteiten worden gemeten. Hiervoor zijn twee opties beschikbaar. De eerste optie is om de verweglus enkele tientallen meters voor de stopstreep te gebruiken. Dit geeft goede metingen voor de intensiteiten, vooral tot 50 fietsers per uur (Winter, 2012), maar kan zorgen voor meetfouten in de wachttijdregistratie. Het voordeel van dit type van meten is ten opzichte van de tweede optie, het gebruiken van de koplus bij de stopstreep, is dat fietsers niet stilstaan op de lus wat bijdraagt aan de nauwkeurigheid van de metingen (Veenstra, Geurs, Thomas, & Van den Hof, 2016). Voor deze tweede

optie is te zeggen dat het een uniforme manier van meten is omdat vrijwel elke VRI een koplus heeft. Het nadeel, de stilstaande fietsers op de lus, moet dan wel gecorrigeerd worden met een algoritme die gebruik maakt van het rijgedrag van bewegende fietsers, optrekkende fietsers en roodrijdende fietsers. Hoewel deze meetmethode dus meer correctie behoeft, is het aangetoond dat deze na correctie wel betrouwbaarder is dan de eerste meetmethode (Winter, 2012).

4.2.1 | Alle Fietsers Tegelijk Groen (AFTG)

Een van de maatregelen die vaak wordt getroffen om de wachttijd voor fietsers bij een VRI te verkorten is het instellen van een "Alle Fietsers Tegelijk Groen" regeling, ook wel AFTG(-regeling) genoemd. Bij dit type regeling krijgen fietsers uit alle richtingen tegelijk groen en zijn zij daarna vrij in hun keuze van vervolgroute over het kruispunt. (Linksaf, rechtdoor of rechts). AFTG is een van de meest effectieve manieren om de wachttijd voor fietsers op een kruispunt met een VRI omlaag te brengen (Zeegers, 2003). Hoewel het op het eerste oog lijkt alsof AFTG een oplossing is die uniform voor elke VRI toegepast kan worden, zijn er toch een aantal randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden om AFTG te laten slagen. De Haan (2002) omschrijft de vier belangrijkste:

- Het kruispunt moet compact zijn met fietsstroken in plaats van vrijliggende fietspaden;
- Er wordt gebruik gemaakt van een tweefasensysteem voor gemotoriseerd verkeer;
- Er moeten niet meer dan 25.000 motorvoertuigen het kruispunt passeren in een etmaal;
- Er is een substantieel aandeel linksafslaande fietsers (>10%).

Waar AFTG een positieve impact heeft op de wachttijdbeperking van fietsverkeer, heeft het een negatieve impact op de wachttijd voor gemotoriseerd verkeer. De mate waarin gemotoriseerd verkeer gehinderd wordt door AFTG is afhankelijk van het ontwerp van het kruispunt. Bovenstaande randvoorwaarden zorgen ervoor dat de negatieve impact op gemotoriseerd verkeer beperkt blijft en gerechtvaardigd is. De eerste randvoorwaarde zorgt ervoor dat de ontruimingstijd van het kruispunt niet te hoog wordt. Fietsers moeten immers ook in staat zijn om het kruispunt diagonaal over te steken zonder hier te lang over te doen. Vrijliggende fietspaden zorgen ervoor dat fietsers lastig de te rijden route kunnen vinden wat leidt tot een hogere ontruimingstijd. Het gebruik van een tweefasensysteem voor gemotoriseerd verkeer betekent dat het autoverkeer in twee groenfasen wordt geregeld. Eerst mogen bijvoorbeeld verkeer uit het oosten en westen tegelijk oprijden, waarbij linksafslaand verkeer uit beide richtingen moet wachten op rechtdoorrijdend verkeer uit de andere richting. Daarna mogen verkeer uit het noorden en zuiden op eenzelfde manier het kruispunt passeren. Dat het gebruik van een dergelijk systeem een randvoorwaarde is, is tweeledig. In de eerste plaats is het een indicator dat een kruispunt relatief rustig is qua gemotoriseerd verkeer, en dat een AFTG-regeling dus niet gaat leiden tot te hoge wachttijden voor gemotoriseerd verkeer. In de tweede plaats is de wachttijd bij een tweefasensysteem lager dan bij een vierfasensysteem, waardoor er meer ruimte is voor wachttijdtoename voor gemotoriseerd verkeer. De derde randvoorwaarde is daarmee onlosmakelijk verbonden aan de tweede voorwaarde. Tot slot biedt een AFTG-regeling het meeste winst voor fietsers die linksaf willen slaan en anders twee maal moeten wachten voor een oversteek. Om ervoor te zorgen dat de maatregel niet onnodig wordt ingezet moet tenminste 10% van het fietsverkeer over het kruispunt bestaan uit linksafslaande fietsers.

Naast de positieve effecten die AFTG heeft op de wachttijd kan de instelling van de regeling ook zorgen voor een afname in verkeersongelukken en -slachtoffers waarbij fietsers zijn betrokken (Rinsma, 2000). In traditionele regelingen hebben rechtdoorgaande fietsers vaak een deelconflict met rechtsafslaande auto's, welke tegelijk groen hebben. Door fietsers tegelijk groen te geven waarbij alle verkeerslichten voor gemotoriseerd verkeer op rood staan blijven er enkel conflicten tussen langzaam rijdend verkeer over. Dit heeft bij invoering van AFTG op het kruispunt van de Oldenzaalsestraat met de Molenstraat in 1995 bijgedragen aan een halvering van het aantal ongevallen (Rinsma, 2000).

4.2 | Vergelijkbare gemeenten

Voor de randvoorwaarden op het gebied van wachttijd gesteld in de fietsvisie worden geëvalueerd is het van belang om kritisch te kijken naar de mate waarin deze randvoorwaarden realistisch zijn. Hiertoe moeten deze vergeleken worden met waarden uit de literatuur, alsmede met waarden uit visies en doelstellingen van andere gemeenten. De Ontwerpwijzer Fietsverkeer (CROW, 2006) beschrijft de volgende relatie tussen wachttijd en fietsvriendelijkheid:

Tabel 2: Randvoorwaarden wachttijd volgens Ontwerpwijzer Fietsverkeer

Gemiddelde wachttijd	Fietsvriendelijkheid
< 15 seconden	Goed
15 – 20 seconden	Matig
> 20 seconden	Slecht

In de fietsvisie worden andere gemeenten genoemd waarmee Enschede zichzelf vergelijkt. Uit een aantal van de fietsambities van deze gemeenten die toen van kracht waren zijn randvoorwaarden voor de wachttijd af te leiden. Deze randvoorwaarden staan weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Wachttijdnormen in fietsvisies van andere gemeenten

Gemeente	Inwoners ¹	Jaren	Benchmark	Bron
Den Bosch	138.000	2008 – 2015	40 seconden (hoofdnetwerk) 60 seconden (overige fietsroutes)	²
Dordrecht	118.000	2006 – 2012	10 – 20 seconden (hoofdnetwerk) 20 – 40 seconden (overige fietsroutes)	^{3, 4}
Enschede	158.000	2012 – 2020	40 seconden	⁵
Maastricht	118.000	2002 – 2010	60 seconden (hoofdnetwerk)	⁶
Rotterdam	600.000	2007 – 2010	30-40 seconden	⁷
Westland	99.000	2005 – 2015	13-30 seconden (VRI afhankelijk)	⁸
Amsterdam	756.000	2006 – 2010	-	⁹
Oss	162.000	2005 – 2010	-	¹⁰
Tilburg	203.000	2005 – 2010	-	¹¹
Zaandam	144.000	2006 – 2015	-	¹²

Naast een onderzoek naar de gemeenten waarmee de Enschedese fietsvisie in 2012 is vergeleken is het ook interessant om te kijken naar de doelstellingen van gemeenten van vergelijkbare grootte. Hierbij is gezocht naar recente fietsambities om zo een vergelijking te kunnen maken voor de komende jaren. Alle gemeenten in Tabel 4 hebben ongeveer evenveel inwoners als de gemeente Enschede. Daarnaast zijn Groningen en Nijmegen ook studentensteden met zowel een universiteit als een hogeschool, wat deze gemeenten extra interessant vergelijkingsmateriaal maakt.

¹ (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019)

² (Gemeente 's-Hertogenbosch, 2009)

³ (Sector Stadsontwikkeling Dordrecht, 2007)

⁴ (DTV Consultants B.V., 2006)

⁵ (Projectgroep Fietsvisie, 2011)

⁶ (Team Mobiliteit & Milieu Gemeente Maastricht, 2009)

⁷ (dS+V Gemeente Rotterdam, 2007)

⁸ (RBM/RO Gemeente Westland, 2006)

⁹ (Hilhorst, 2007)

¹⁰ (Dienst Stadsbeleid Gemeente Oss, 2005)

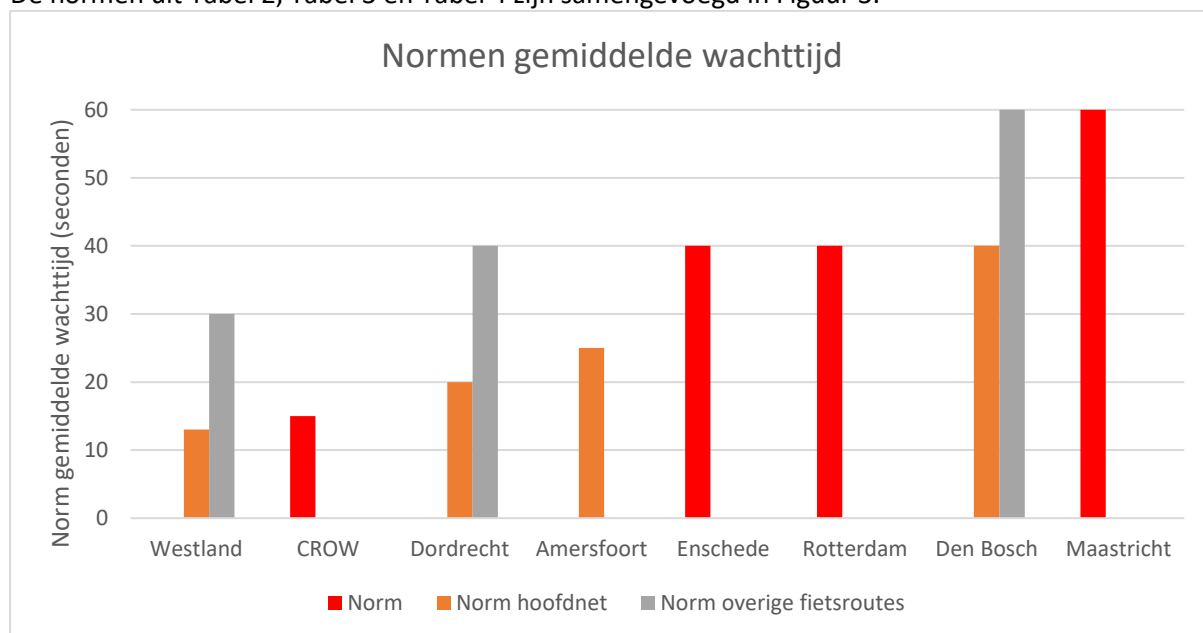
¹¹ (Gemeente Tilburg, 2005)

¹² (SOAB, 2007)

Tabel 4: Wachttijdnormen van gemeenten met vergelijkbare grootte

Gemeente	Inwoners	Jaren	Benchmark		Bron
			Gemiddelde wachttijd	Maximale wachttijd	
Amersfoort	155.000	2016 – 2020	Snelfietsroutes 30 sec. (spits) 20 sec. (buiten spits)	Snelfietsroutes 45 sec. (spits) 35 sec. (buiten spits) Overig netwerk 75 sec. (spits, doorstroomroutes) 60 sec. (spits, overige wegen) 45 sec. (buiten spits)	13
Apeldoorn	161.000	2016 – 2030	-	-	14
Enschede	158.000	2012 – 2020	40 seconden	80 seconden	15
Groningen	203.000	2015 – 2025	-	-	16
Nijmegen	176.000	2015 – 2018	-	-	17

De normen uit Tabel 2, Tabel 3 en Tabel 4 zijn samengevoegd in Figuur 3.



Figuur 3: Normen voor de gemiddelde wachttijd

Uit Figuur 3 blijkt dat Enschede qua wachttijdnorm redelijk gemiddeld zit. Er zijn echter ook gemeenten die ambitieuzere doelen hebben gesteld, vooral op hun hoofdfietsnetwerk. Hierbij zitten zij vaak in de buurt van de normen die het CROW stelt, namelijk tussen de 15 en 20 seconden. Aangezien Enschede ervoor kiest om het hoofdfietsnetwerk te ontvlechten van het hoofdautonetwerk (Gemeente Enschede, 2011) is de vergelijking met de normen van het hoofdfietsnetwerk van andere steden minder goed toepasbaar. Een vergelijking met het CROW en Amersfoort lijken echter wel waardevolle inzichten te beloven, en zal daarom meegenomen worden in de evaluatie van de prestaties in hoofdstuk 8.

¹³ (Afdeling Stad en Ontwikkeling Gemeente Amersfoort, 2016)

¹⁴ (Gemeente Apeldoorn, 2016)

¹⁵ (Projectgroep Fietsvisie, 2011)

¹⁶ (Gemeente Groningen, 2015)

¹⁷ (Gemeente Nijmegen, 2015)

5 | Doelstelling

In de afgelopen jaren zijn verschillende maatregelen doorgevoerd rondom de Enschedese verkeersregelininstallaties. Het doel van dit onderzoek is om uit te vinden hoe de verkeersregelininstallaties in Enschede nu presteren op de drie verschillende doelen (gemiddelde wachttijd, maximale wachttijd en ongevallen). Daarna wordt gekeken naar de verschillen ten opzichte van 2011 en de mogelijke verklaringen daarvoor, zodat goed werkende maatregelen worden onderscheiden en in de toekomst vaker ingezet kunnen worden.

5.1 | Onderzoeksvragen

Om bovenstaande doelstelling te kunnen behalen moet er antwoord komen op de volgende vraag:

Wat is het effect van geïmplementeerde maatregelen op de doelen met betrekking tot wachttijden en veiligheid rondom VRI's zoals gesteld in de visie "Enschede Fietsstad 2020"?

Deze hoofdvraag kan verder opgedeeld worden in drie deelvragen:

1 | Wat is het effect van verkeersmaatregelen op de wachttijden voor fietsers?

Voor de evaluatie van deze deelvraag wordt er gekeken naar de gemiddelde wachttijd en maximale wachttijd voor fietsers per verkeersregelininstallatie. Bij het vergelijken van deze waarden over meerdere jaren is het belangrijk om ook te kijken naar eventuele externe invloeden, zoals demografische veranderingen, weersomstandigheden en verandering in verkeersintensiteiten.

2 | Wat is het effect van verkeersmaatregelen op de veiligheid voor fietsers?

De indicator die in deze deelvraag wordt geëvalueerd is het aantal slachtoffers dat in een periode van drie jaar is gevallen. Dit wordt ook wel de objectieve veiligheid genoemd. Dit kan vervolgens vergeleken worden tussen de verschillende VRI's onderling om te kijken of er een verband bestaat tussen ongevallen en de kruispunt-/VRI-inrichting.

3 | Welke verkeersmaatregelen moeten er in de toekomst genomen worden om de wachttijden en veiligheid voor fietsers te verbeteren?

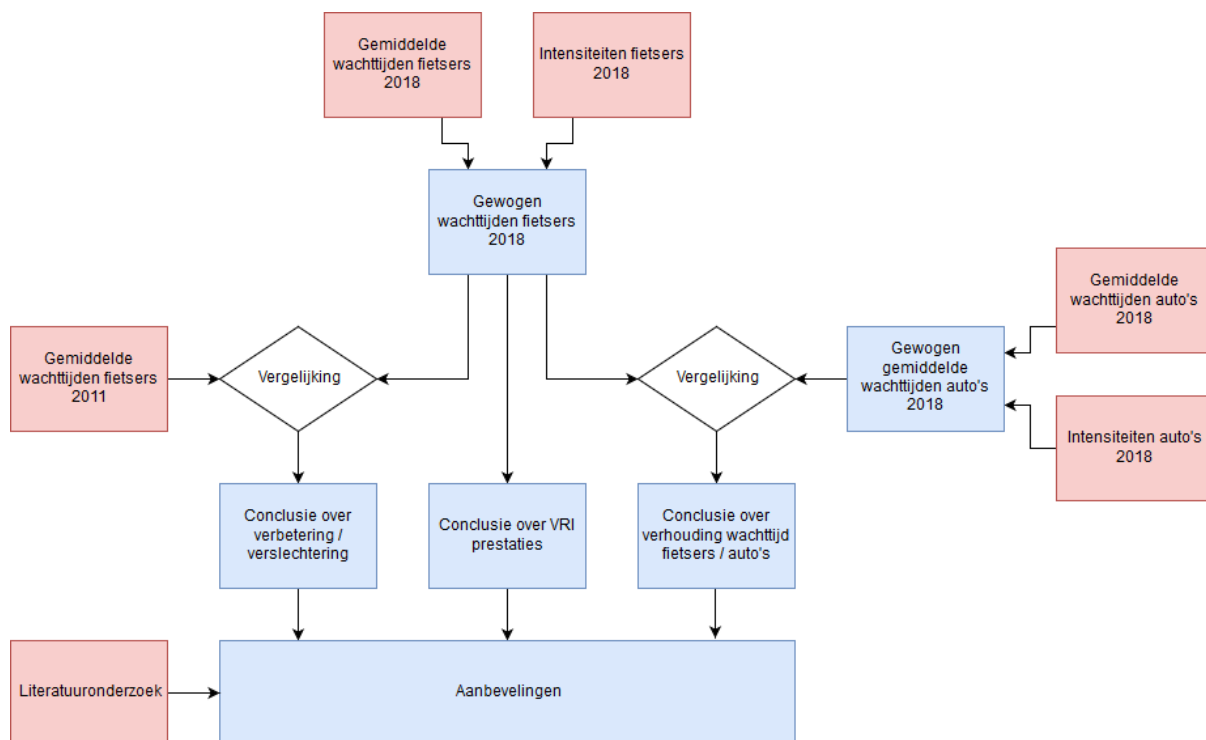
Aan de hand van de evaluatie van de eerste twee deelvragen wordt er antwoord gegeven op welke maatregelen er in de toekomst nog getroffen moeten worden. Ook wordt er een vergelijkend literatuuronderzoek gedaan om mogelijke effectieve maatregelen uit andere onderzoeken mee te nemen.

6 | Onderzoeksmethode

In dit onderzoek worden verschillende vormen van data gebruikt voor het evalueren van de wachttijden en de veiligheid. In de volgende paragrafen worden de onderzoeksmethoden voor beide onderwerpen toegelicht.

6.1 | Wachttijden

Voor het onderzoek naar de wachttijden is in Figuur 4 beknopt schematisch weergegeven hoe de verschillende data in het onderzoek worden gebruikt om tot conclusies en aanbevelingen te komen.



Figuur 4: Onderzoeksmethode. (Rood is input uit data of literatuur, blauw zijn berekeningen of beredeneringen.)

Voor de evaluatie van de prestaties van de VRI's in 2018 wordt gebruikt gemaakt van data uit de kwaliteitscentrale (Vialis, 2019). Deze heeft per VRI data beschikbaar over gemiddelde wachttijden, maximale wachttijden en intensiteiten per kwartier en per richting. De periode die in dit onderzoek wordt geëvalueerd zijn alle werkdagen in september t/m oktober tussen 7:00 en 18:00, zoals ook in de visie gespecificeerd. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van gewogen gemiddelde wachttijden. Hierbij tellen waarden voor de gemiddelde wachttijd in kwartieren waar veel fietsers staan te wachten zwaarder mee dan kwartieren waar weinig fietsers staan te wachten. (Zie ook appendix C.3 | Gemiddelde wachttijd).

Deze gewogen gemiddeldes worden vervolgens vergeleken met de gemeten wachttijden in 2011 (Projectgroep Fietsvisie, 2011), welke het uitgangspunt waren voor de fietsvisie. Daarna worden er conclusies getrokken over een verbetering of verslechtering ten opzichte van 2011 en over de redenen voor die verandering.

Ook worden de wachttijden voor fietsers vergeleken met de wachttijd voor motorvoertuigen om te onderzoeken of er sprake is van een scheve verhouding. Hier wordt wederom gebruik gemaakt van gewogen gemiddelden, ditmaal tevens voor de gemiddelde wachttijd voor motorvoertuigen. Na deze vergelijking wordt er onderzocht of er een reden zit achter een mogelijke scheve verhouding.

Tot slot worden ook de wachttijden voor fietsers zelf geëvalueerd en vergeleken met de doelen uit de visie en de normen afgeleid uit Amersfoort en het CROW. Dit gebeurt voor zowel de waarden over de werkdag (7:00 – 18:00) als in de spits (7:00 – 9:00 & 16:00 – 18:00). De conclusies uit de drie vergelijkingen leiden samen met het literatuuronderzoek tot aanbevelingen voor toekomstige maatregelen, beleidskeuzes en manieren van monitoring.

Voor 2011 wordt gebruik gemaakt van de VRI gemiddeldes zoals berekend door de Projectgroep Fietsvisie, aangezien de brondata hiervoor lastig beschikbaar is en de verwerking hiervan meer tijd kost en minder gedetailleerd is dan voor de recente data (Gurp, 2014). Hierom is gekozen om de data uit deze jaren niet opnieuw te verzamelen en te verwerken, maar om uit te gaan van de onderzoeksresultaten uit de fietsvisie (Projectgroep Fietsvisie, 2011).

Dit betekent dat dus de periode 1 september t/m 30 november 2018 vergeleken is met dezelfde periode uit 2011. Hierbij was het helaas niet mogelijk om alle VRI's te evalueren. Voor XP22 (Wesselerbrinklaan – Het Bijvank) wordt geen data bijgehouden in de KWC, bij XP35 (Deurningerstraat – Beethovenlaan) en XP78 (Deurningerstraat – Horstlindelaan) is geen sprake van afzonderlijke fietsdetectie, waardoor de wachttijden en intensiteiten van de fietsers niet te onderscheiden zijn van de auto's. Hierom is gekozen deze laatste twee ook niet te evalueren. Een volledig overzicht van de onderzochte VRI's met hun locaties is beschikbaar in [Appendix A | Overzicht van VRI's](#).

Omdat de meeste VRI's zodanig dynamisch zijn geregeld is het lastig om cyclustijden te definiëren omdat er niet altijd een vaste volgorde zit in de volgorde waarin verschillende richtingen groen krijgen. In overleg met de VRI-specialist laat dit onderzoek daarom de cyclustijden buiten beschouwing.

6.2 | Veiligheid

Voor het onderzoek naar veiligheid rondom VRI's zijn niet dergelijke gedetailleerde datasets beschikbaar als voor de wachttijden. Voor de jaren 2015 t/m 2018 is een lijst beschikbaar met alle geregistreerde ongevallen in de gemeente Enschede. Deze lijst bevat enkel alleen straatnamen naar inzicht van de ambtenaar die het betreffende ongeval heeft geregistreerd, dus geen gestandaardiseerde locatiebenamingen of coördinaten. Deze locaties in deze lijst moeten daarom eerst geïnterpreteerd worden en omgezet worden naar een VRI locatie. Voor 2011 is geen dergelijke lijst beschikbaar, daarom zal gewerkt worden met de data uit het onderzoeksrapport van de fietsvisie (Projectgroep Fietsvisie, 2011). Hieruit zijn ongevallencijfers beschikbaar voor de kruispunten met de meeste ongevallen.

In verband met de tijdspanne waarin dit onderzoek is uitgevoerd is de subjectieve veiligheid (gevoel van verkeersveiligheid) op kruispunten met VRI's niet meegenomen. Omdat kruispunten met VRI's overzichtelijk, goed verlicht en per definitie de drukste punten op het wegennet zijn is een onderzoek naar sociale veiligheid (gevoel van fysieke veiligheid) niet van toepassing en dus ook niet opgenomen in dit onderzoek.

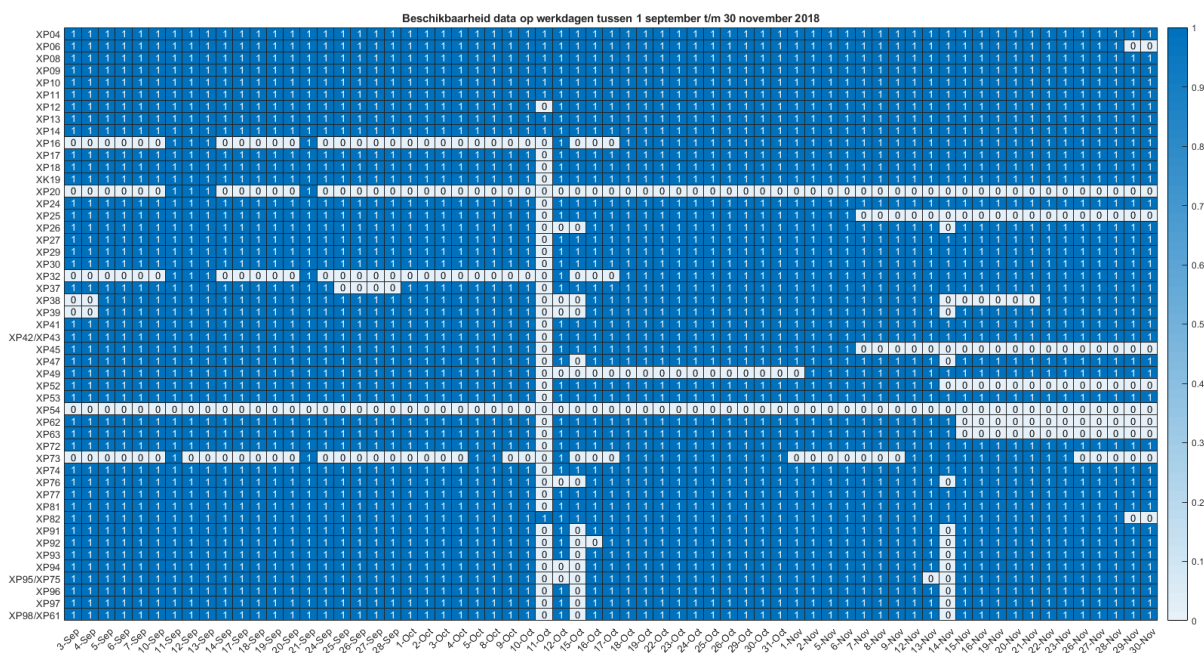
7 | Dataverwerking

Om het onderzoek uit te voeren zoals beschreven in hoofdstuk 6.1 wordt er gebruik gemaakt van data uit de kwaliteitscentrale over wachttijden en intensiteiten. De kwaliteit van deze data is echter niet uniform en soms zelfs te laag. Dit hoofdstuk zet uiteen welke onvolkomenheden er in de dataset zitten en hoe deze zijn overkomen.

7.1 | Wachttijden

Voor het evalueren van de gemiddelde en maximale wachttijden voor fietsers wordt gebruik gemaakt van data uit de Kwaliteitscentrale (KWC)(Vialis, 2019). Deze houdt van alle VRI's in Enschede bij hoe veel verkeer het kruispunt passeert en hoe lang zij bij het verkeerslicht hebben moeten wachten. Deze data is aangeleverd in een Excel-werkmap door de VRI specialist van de gemeente. Per VRI en per dag is er één werkmap beschikbaar met daarin de gemiddelde en maximale wachttijd per kwartier per richting, en één werkmap met het aantal fietsers per kwartier per richting (intensiteit).

Voor het evalueren van de doelstellingen gesteld in de visie (Projectgroep Fietsvisie, 2011) is het belangrijk dat dezelfde periode als in 2010 en 2011 wordt geëvalueerd. Dit houdt in dat alle wachttijden tussen 7:00 en 18:00 op werkdagen van 1 september t/m 30 november meetellen voor de gemiddelde wachttijd per VRI. Het is echter niet vanzelfsprekend dat data voor alle dagen in dezelfde mate beschikbaar zijn voor alle VRI's. Werkzaamheden aan het kruispunt of storingen in de registratiesystemen kunnen ervoor zorgen dat data niet (volledig) beschikbaar is. Het is daarom belangrijk om eerst te onderzoeken voor welke dagen er data aanwezig is in de aangeleverde data. Het resultaat van deze inventarisatie is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Beschikbaarheid van data voor werkdagen tussen 1 september en 30 november 2018

Voor de meeste VRI's is zoals in bovenstaande figuur te zien is voldoende data beschikbaar in de voorkeursperiode om een goed beeld te krijgen van de wachttijden en intensiteiten. Voor XP20 (Gronausestraat – Esmarkerrondweg) en XP54 (Gronausestraat – MIRO) is dit niet het geval en is een representatieve periode gekozen in februari t/m april. (Met uitzondering van enkele speciale dagen (voornamelijk feestdagen) om de periode representatief te houden, zie Appendix B | Jaartrends wachttijden.)

7.2 | Meetfouten

Na verwerking van de afzonderlijke data bleken er soms onrealistische waarden voor de gemiddelde wachttijden en vooral de maximale wachttijden uit te komen. Deze bleken veroorzaakt te worden door extreem hoge waarden in de data als gevolg van meetfouten bij rechtsafslaande fietsers en roodlichtnegatie. (Zie Appendix C | Meetfouten en onzekerheid in de data). Vooral bij de maximale wachttijden wordt het duidelijk dat dit probleem een significante invloed heeft op de resultaten, gezien het feit dat bijna geen enkele VRI meer voldoet. (Zie hiervoor hoofdstuk 8 | VRI prestaties).

Om dit probleem op te lossen zijn er twee maatregelen getroffen. De eerste maatregel richt zich op het filteren van de data die met zekerheid foutief is. Hierbij gaat het om maximale wachttijden die groter zijn dan 300 seconden (5 minuten), aangezien de VRI daarna in foutmodus gaat. Hiermee is het probleem echter nog niet opgelost. De grootste excessen zijn er nu uit, maar ook waarden tussen de 40 en 300 seconden dragen bij aan een foutief verhoogd gemiddelde. Omdat er niets bekend is over de foutmarge van de waarden, kunnen deze niet met een bepaalde factor geschaald worden. Wel is bekend dat de fout op drukker momenten aanzienlijk kleiner is dan op rustige momenten. Op basis hiervan is ervoor gekozen om in dit onderzoek het gewogen gemiddelde van de wachttijden leidend te laten zijn in de evaluatie.

Voor de maximale wachttijden is het echter niet mogelijk om een gewogen gemiddelde te berekenen. Daarom is er voor de maximale wachttijden aangenomen dat het daadwerkelijke maximum zich op het drukste moment van de dag (in de spits) bevindt, waardoor alle te hoge waarden buiten de spits worden genegeerd. Hierbij is de spits gedefinieerd als 7:00 tot 9:00 en 16:00 tot 18:00.

7.3 | Onbetrouwbare VRI's

Om de redenen genoemd in 7.2 is niet alle VRI data even betrouwbaar. Er zit ook verschil in de betrouwbaarheid van de data tussen de verschillende VRI's, omdat sommige kruispuntontwerpen of verkeerssituaties op het kruispunt inherent leiden tot meer meetfouten. Aan de hand van een uitvoerige analyse (zie Appendix C | Meetfouten en onzekerheid in de data) zijn een zevental VRI's aangewezen waarbij niet voldoende vertrouwd kan worden op de gecorrigeerde data. Een overzicht van deze VRI's is weergegeven in Tabel 5. Als een gevolg hiervan wordt XP73 niet meegenomen in de analyse. Wanneer één van de andere zes VRI's voorbij komt in dit onderzoek, zal deze **lichtrood** gearceerd zijn om aan te geven dat conclusies getrokken uit analyse van deze VRI('s) voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden.

Tabel 5: Betrouwbaarheid van VRI's met dubieuze data

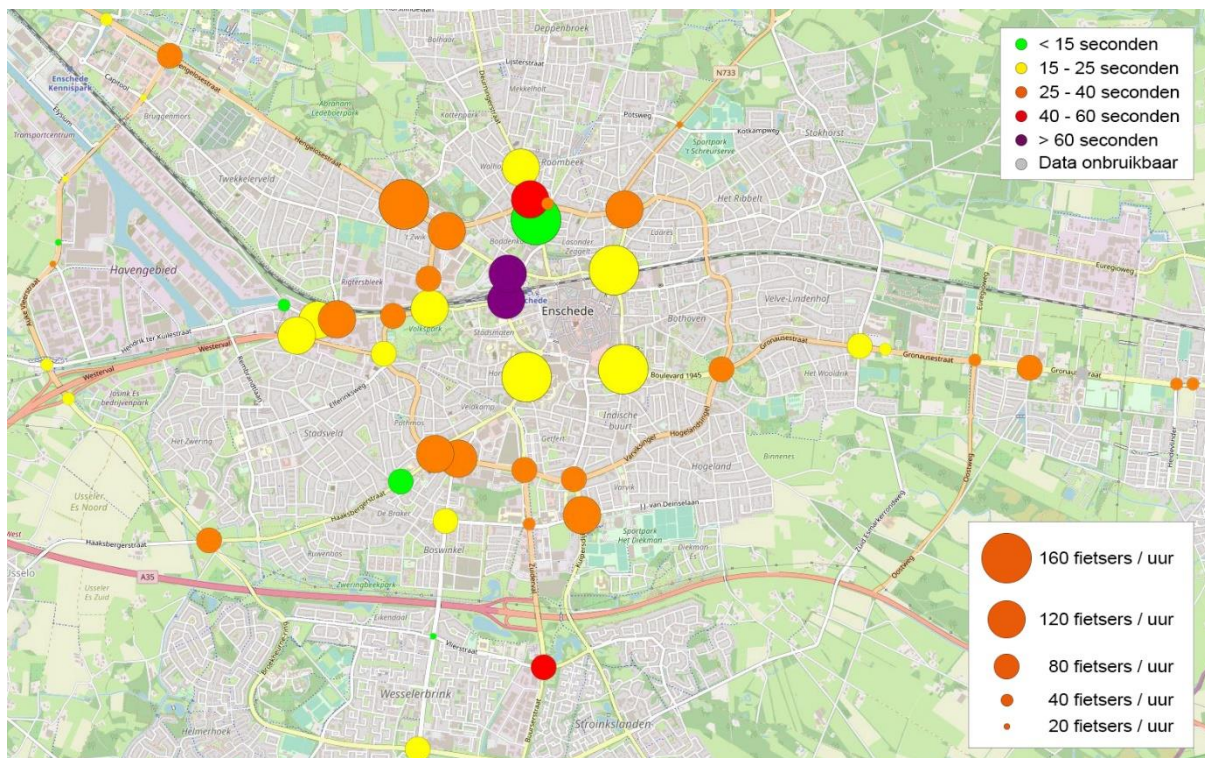
Code	Kruispunt	Betrouwbaarheid data
XP73	Gronausestraat – Esmarkelaan	Onbetrouwbaar
XP47	Parkweg – Volksparksingel	Twijfelachtig
XP53	Gronausestraat – Oostweg	Twijfelachtig
XP74	Gronausestraat – Heidevlinder	Twijfelachtig
XP91	Auke Vleerstraat – Hendrik ter Kuilestraat	Twijfelachtig
XP92	Afinkstraat – Westerval	Twijfelachtig
XP93	Auke Vleerstraat – Tweekeler Es	Twijfelachtig

8 | VRI prestaties

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyse van de wachttijden en ongevallen gepresenteerd. Paragraaf 8.1 en 8.2 gaan kort in op de wachttijden, waarna paragraaf 8.3 de resultaten van de ongevallenanalyse toelicht. Daarna wordt er gedetailleerd ingegaan op (groepen van) VRI's of bepaalde gebieden die de interesse hebben gewekt in de eerste drie paragrafen.

8.1 | Gemiddelde wachttijden

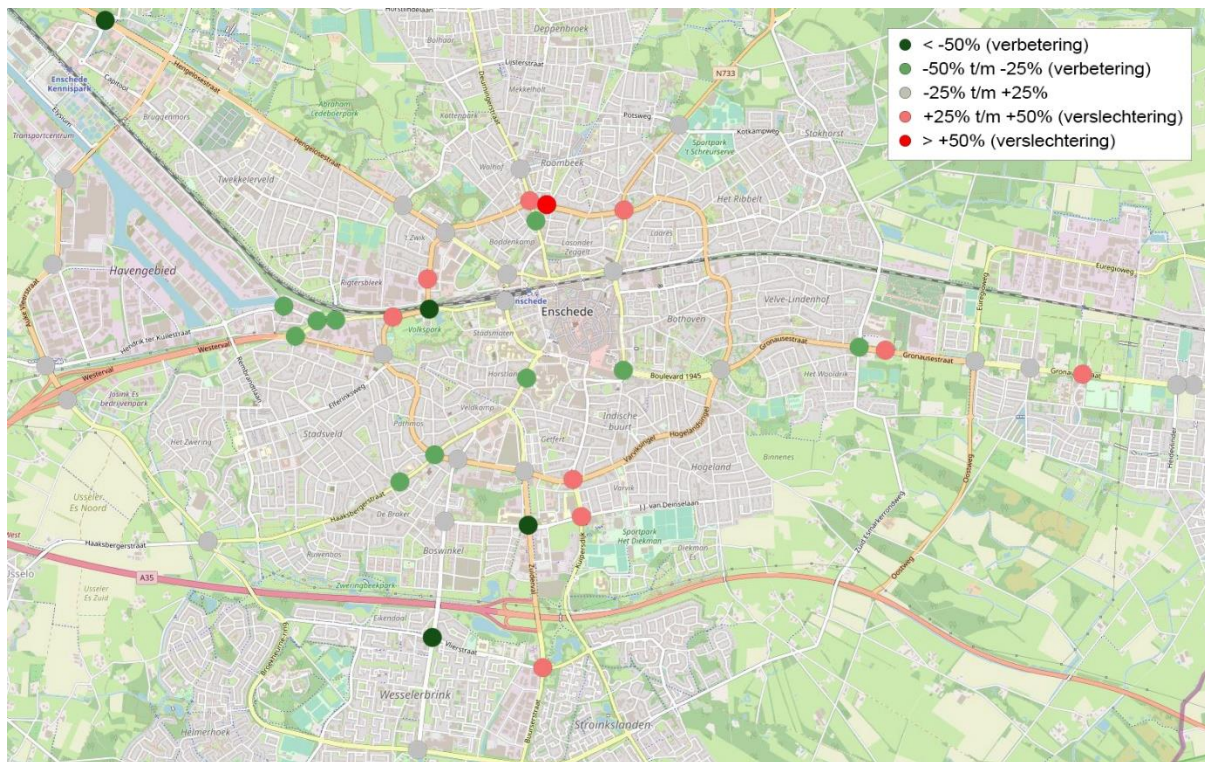
In Figuur 6 zijn de gemiddelde wachttijden op een werkdag tussen 7:00 en 18:00 te zien per VRI. De kleur van de cirkel stelt de gemiddelde wachttijd voor, de grootte van de cirkel de gemiddelde intensiteit. Een grotere versie van de kaart is te vinden in Appendix D | Intensiteit en gemiddelde wachttijd per VRI.



Figuur 6: Gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI (Grote kaart: Appendix D | Intensiteit en gemiddelde wachttijd per VRI)

Wanneer bovenstaande kaart wordt vergeleken met de doelen gesteld in de visie zijn er vier VRI's die niet voldoen aan de norm van een maximale gemiddelde wachttijd van 40 seconden. Dit betreffen allereerst XP04 (De Ruyterlaan – Parkweg) bij het Saxion en XP32 (De Ruyterlaan – Hengelosestraat) bij Menzis, welke in paragraaf 8.6 verder bestudeerd worden. Ten tweede gaat het om XP09 (Deurningestraat – Singel), die verder wordt uitgelicht in paragraaf 8.5. Tot slot voldeed ook XP52 (Buurserstraat – Vlierstraat) niet in de meetperiode. Bij deze VRI zijn fouten in de regelinstallatie gevonden die tot vervanging van de regelinstallatie in juni 2019 hebben geleid. Als gevolg wordt deze VRI niet verder geëvalueerd.

Een andere interessante vergelijking is die tussen de gemiddelde wachttijden in 2018 en in 2011, voordat de visie inging. Deze vergelijking is visueel weergegeven in Figuur 7. Een grote versie van de kaart is te vinden in Appendix H | Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018.

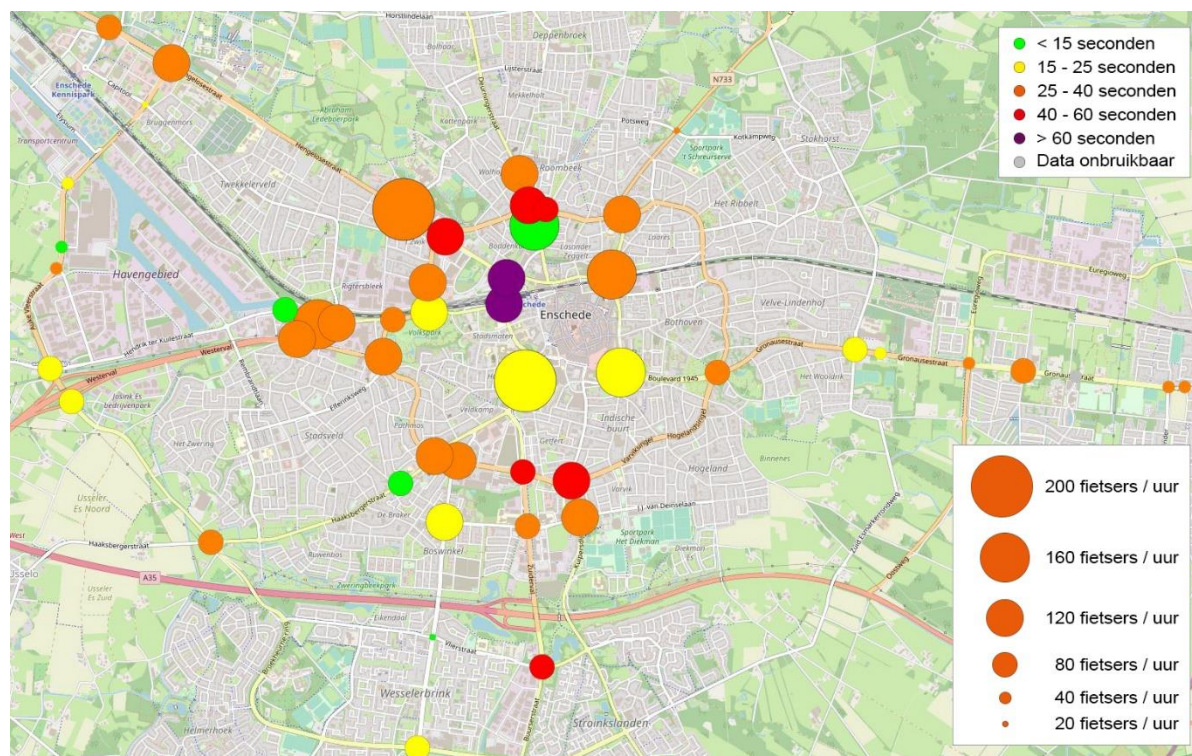


Figuur 7: Verschil in de gemiddelde wachttijden ten opzichte van 2011 per VRI (Grote kaart: Appendix H | Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018)

Uit de vergelijking met 2011 blijkt dat de situatie voor 9 VRI's significant is verslechterd en voor 14 VRI's significant is verbeterd. Over Enschede als geheel (gemiddelde over alle VRI's) is de wachttijd voor fietsers met 5% afgenomen. De verslechtering vindt voornamelijk plaats rond VRI's op het noordelijke deel van de Singel. Hier zal meer gedetailleerd naar gekeken worden in paragraaf 8.5. Rondom de VRI's met slechtere prestaties lijkt ook een verband te bestaan met de locaties waar een AFTG-regeling (Alle Fietsers Tegelijk Groen) is toegepast, dit zal worden onderzocht in paragraaf 8.4. In paragraaf 8.7 wordt gekeken of er een verband bestaat tussen de (ontwikkeling in) gemiddelde wachttijden en het gebruik van de SMART app in een VRI regeling.

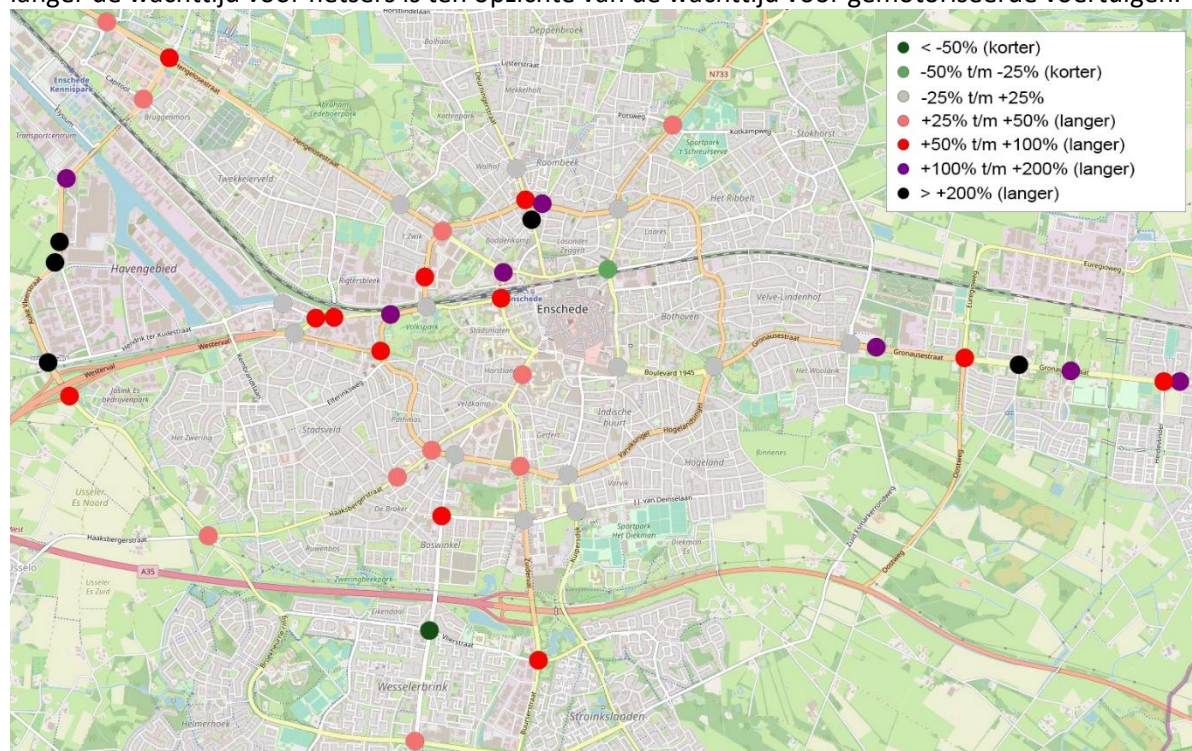
Ook kijkt dit onderzoek naar de prestaties van de VRI's gedurende de ochtend- en avondspits. Het is interessant om te kijken hoe de Enschedese VRI's presteren op de drukste momenten van de dag. Het resultaat van deze evaluatie is weergegeven in Figuur 8.

Als deze figuur nader word bekeken valt het op dat er aanzienlijk langere wachttijden tijdens de spits zijn dan buiten de spits. Hoewel er in de visie geen norm gesteld is voor de spits en de hogere intensiteiten tijdens de spits logischerwijs leiden tot hogere wachttijden, is het toch interessant om nader te kijken naar de slechtst presterende VRI's. In de volgende paragrafen zal daarom ook gerefereerd worden aan de wachttijd tijdens de spits.



Figuur 8: Gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI gedurende de spits (Grote kaart: Appendix E | Intensiteit en gemiddelde wachttijd in de spits)

Tot slot is er een vergelijking gemaakt tussen wachttijden voor motorvoertuigen en fietsers per VRI. Wanneer een hoge wachttijd voor fietsers namelijk gepaard gaat met een hoge wachttijd voor motorvoertuigen is er misschien weinig winst meer te behalen, terwijl een hoge wachttijd voor fietsers in combinatie met een lage wachttijd voor auto's kan betekenen dat een andere prioritering de wachttijd voor fietsers al significant kan reduceren. In Figuur 9 is weergegeven hoe veel korter of langer de wachttijd voor fietsers is ten opzichte van de wachttijd voor gemotoriseerde voertuigen.



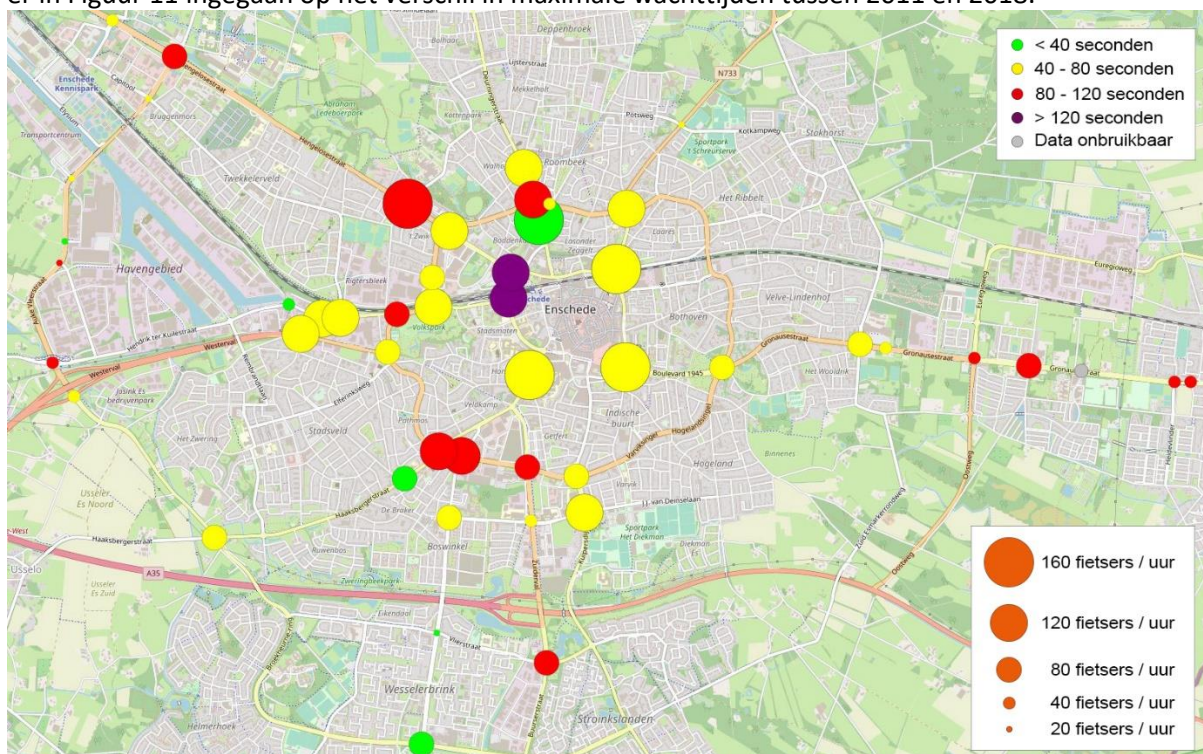
Figuur 9: Verschil gemiddelde wachttijden fiets ten opzichte van gemiddelde wachttijden motorvoertuigen (Grote kaart: Appendix I | Verschil in wachttijden tussen fietsers en auto's)

Uit de figuur blijkt dat voor 34 van de 49 onderzochte VRI's de wachttijd voor fietsers significant langer is dan voor gemotoriseerd verkeer. Voor de situatie in de spits kan een vergelijkbaar figuur gemaakt worden, maar omdat deze vrijwel identiek is wordt deze niet verder afzonderlijk geanalyseerd. (Voor de volledigheid staat deze figuur wel weergegeven in Appendix I | Verschil in wachttijden tussen fietsers en auto's.) Om echter wat te kunnen zeggen over de ernst van deze situatie moet er wel eerst gekeken worden naar de prestatie van de VRI ten opzichte van de visie. Wanneer auto's 50% sneller het kruispunt kunnen passeren, maar de wachttijd voor fietsers bijvoorbeeld nog steeds op 15 seconden ligt, dan is het probleem niet urgent.

De meeste VRI's die bijzonder slecht presteren in vergelijking met gemotoriseerd verkeer (> 100% langer) liggen op de Auke Vleerstraat of de Gronausestraat. Voor deze VRI's is de data echter ook het meest onbetrouwbaar. Wanneer er naar de VRI's wordt gekeken waarvoor de data wel betrouwbaar is dan springt een groepje VRI's rondom de Singel eruit, vooral in het noorden en westen. De VRI's in het westen presteren prima tot redelijk qua wachttijd voor fietsers (zie Figuur 6). Daarom zullen in dit onderzoek de volgende VRI's worden meegenomen: XP32 (De Ruyterlaan – Hengelosestraat) en XP04 (De Ruyterlaan – Parkweg), welke beide in paragraaf 8.6 worden behandeld, XP77 (Tubantiasingel – Schuttersveld), welke in paragraaf 8.4 wordt behandeld, en XP09 (Deurningerstraat – Singel), XP81 (HOV-baan – Singel) en XP82 (HOV-baan – Deurningerstraat), welke in paragraaf 8.5 worden behandeld.

8.2 | Maximale wachttijden

In Figuur 10 staan de maximale wachttijden op een gemiddelde werkdag tussen 7:00 en 18:00 weergegeven. Het valt direct op dat er in vergelijking met de prestaties ten aanzien van de gemiddelde wachttijden significant meer VRI's zijn die onderpresteren. Om dit verder te kunnen begrijpen wordt er in Figuur 11 ingegaan op het verschil in maximale wachttijden tussen 2011 en 2018.

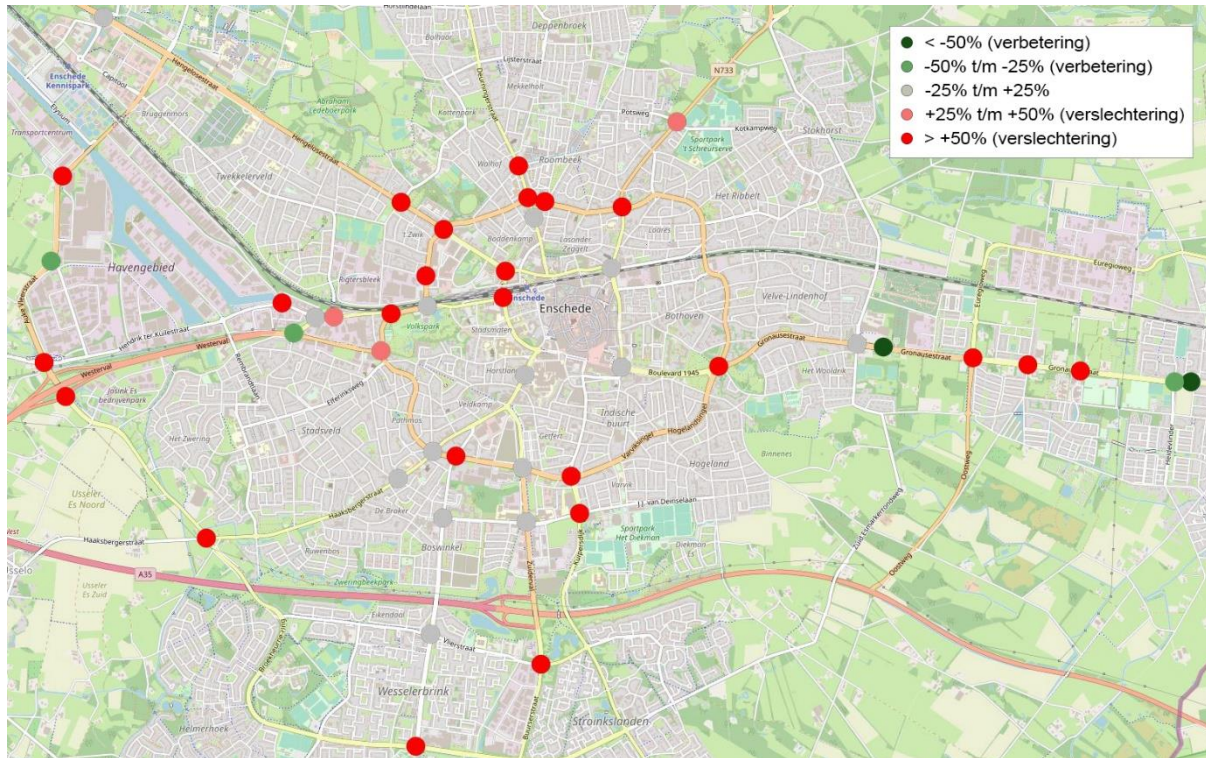


Figuur 10: Maximale wachttijden en gemiddelde intensiteiten per VRI (Grote kaart: Appendix F | Intensiteit en maximale wachttijd per VRI)

Het verschil in maximale wachttijd ten opzichte van 2011 staat weergegeven in onderstaande figuur. Gezien het positieve beeld dat Figuur 7 schetst is het onwaarschijnlijk dat de maximale wachttijd zoveel slechter is geworden in de afgelopen 7 jaar. Ook wanneer de VRI's met twijfelachtige

betrouwbaarheid buiten beschouwing worden gelaten is het aantal VRI's dat slechter is geworden nog steeds hoog. (20 tegenover 7 bij de gemiddelde wachttijd). Ook de gemiddelde percentuele verandering over alle VRI's is enorm verschillend. De gemiddelde wachttijd is gemiddeld 5% lager geworden, maar de maximale wachttijd is gemiddeld 70% hoger geworden.

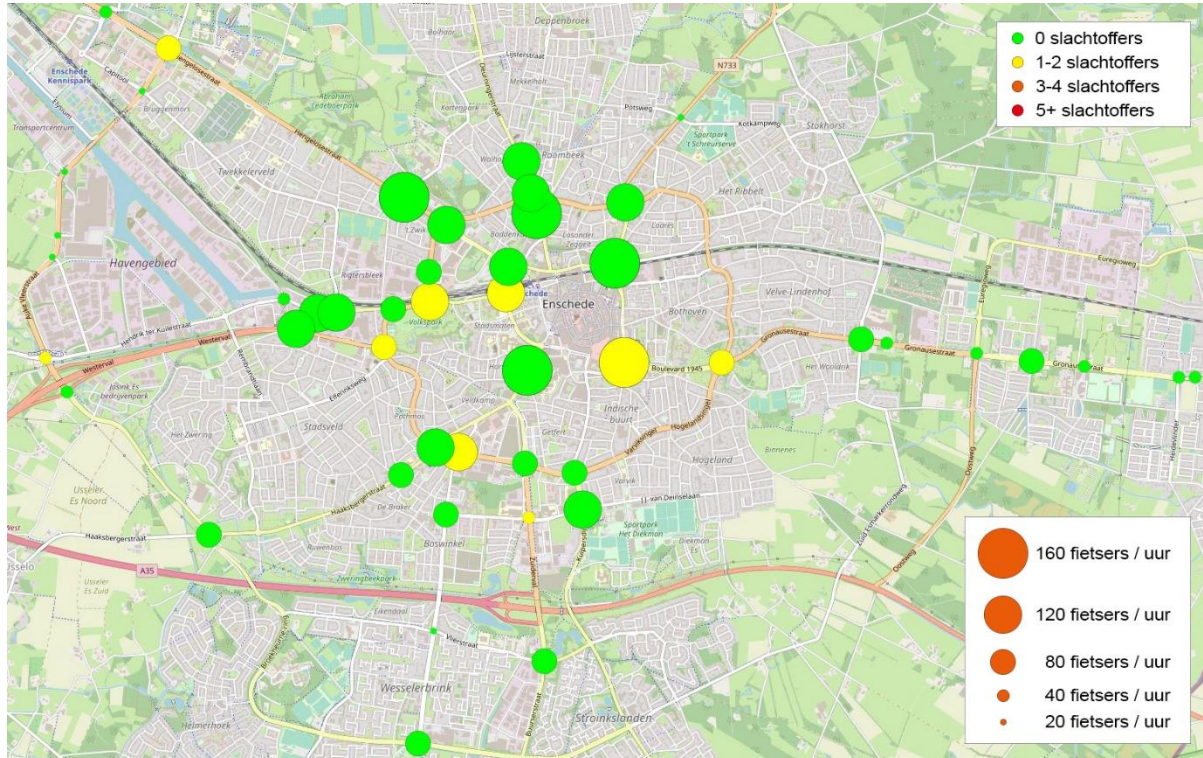
Deze verschillen zijn zeer waarschijnlijk te wijten aan de meetfouten in de data die er niet voldoende uitgefilterd kunnen worden. Het is daarom niet mogelijk om verdere analyses te doen aan de hand van de maximale wachttijden en daar conclusies aan te verbinden.



Figuur 11: Verschil in maximale wachttijden ten opzichte van 2011 per VRI (Grote kaart: Appendix H | Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018)

8.3 | Ongevallen

De doelstelling van de visie was om geen black spots meer te hebben binnen de gemeentegrenzen. Een black spot is een locatie waar binnen drie jaar 5 of meer slachtoffers vallen bij verkeersongelukken. In Figuur 12 zijn het aantal slachtoffers dat een fiets bestuurde weergegeven die vielen bij ongelukken in de periode 2016 t/m 2018.



Figuur 12: Aantal fietsslachtoffers per kruispunt met een VRI van 2016 t/m 2018

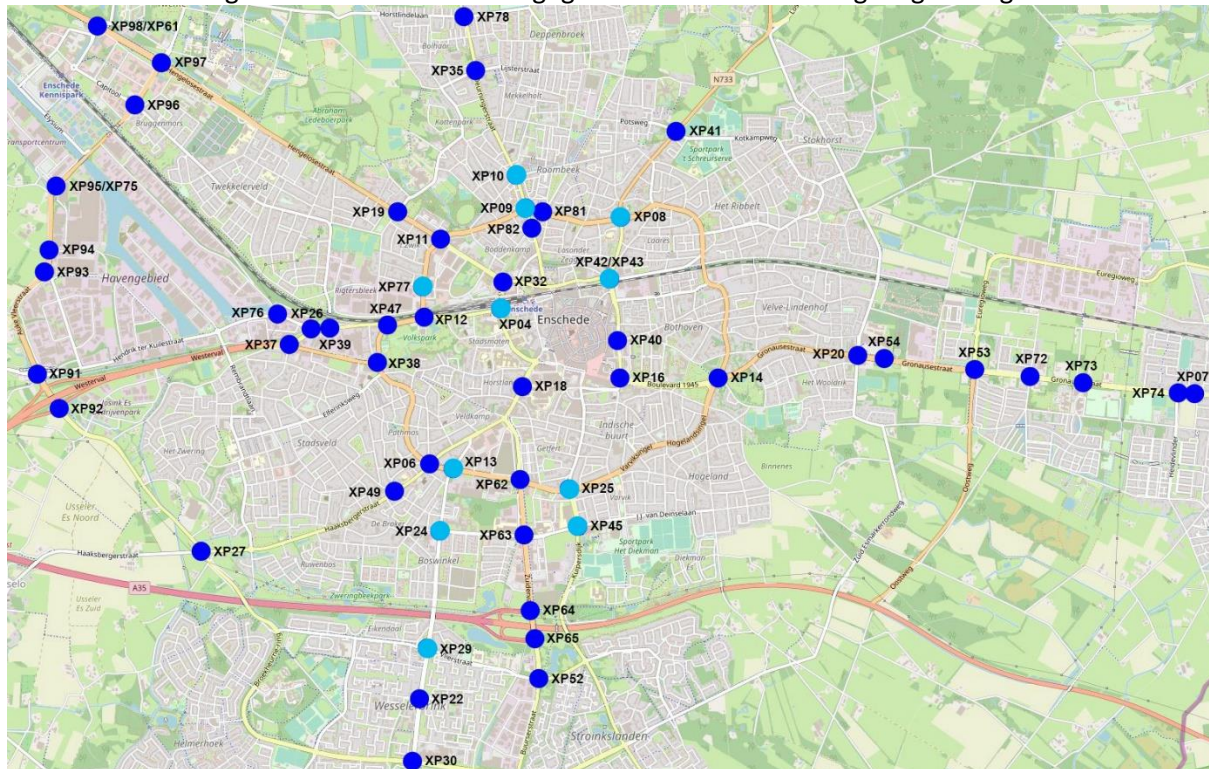
Uit de figuur blijkt een rooskleurig plaatje over de stand van zaken wat betreft het aantal verkeersslachtoffers. Er is geen duidelijke relatie vast te stellen tussen fietsintensiteiten en aantal slachtoffers. Daarnaast is het aantal slachtoffers per VRI dermate laag dat er geen gefundeerde uitspraak gedaan kan worden over of bepaalde VRI's onveiliger zijn dan anderen, aangezien de ongevallen als incidenten gezien kunnen worden. Daarnaast is het interessant om te vermelden dat er op geen enkel kruispunt met een VRI dodelijke slachtoffers zijn gevallen in de onderzochte periode.

Voor de drie jaar voor 2011 zijn geen dergelijke gedetailleerde gegevens beschikbaar. Wel zijn er cijfers beschikbaar over de meest onveilige kruispunten in die periode. Hieronder bevinden zich twee kruispunten met VRI's: Auke Vleerstraat – Tweekeler Es (XP93) en Auke Vleerstraat – Hengelosestraat (XP97). Beide kruispunten hadden in de drie jaar voor 2011 vijf letselslachtoffers onder fietsers.

In de tussentijd is er veel veranderd aan de inrichting van beide kruispunten (NedGraphics B.V., 2019). In 2011 is er een grote reconstructie geweest van de Auke Vleerstraat. Hierbij zijn het aantal rijbanen verdubbeld en is er een VRI aangelegd op het kruispunt van de Auke Vleerstraat met de Tweekeler Es. Op de kruising met de Hengelosestraat is een ongelijkvloerse kruising met aan de ene zijde van de Hengelosestraat een ongeregelde kruising en aan de andere zijde een rotonde gewijzigd in een volledig gelijkvloerse kruising met een VRI. Beide veranderingen lijken te hebben geleid tot een significante afname in het aantal ongevallen met letselslachtoffers onder fietsers. Een luchtfoto van beide kruispunten van voor en na de reconstructie is opgenomen in Appendix O | Kruispuntinrichting XP93 en XP97.

8.4 | Alle Fietzers Tegelijk Groen (AFTG)

In onderstaande figuur staan alle VRI's weergegeven waar een AFTG-regeling is aangebracht.



Figuur 13: VRI's met een AFTG-regeling (lichtblauw)

2x naar 1x groen per cyclus

Op alle lichtblauwe locaties uit bovenstaande figuur was zowel in 2011 als in 2018 een AFTG-regeling actief. Toch zit er een belangrijk verschil in de manier waarop deze VRI's in 2011 geregeld werden met hoe ze in 2018 geregeld worden. Alle bovenstaande VRI's met AFTG (met uitzondering van XP04) gaven in 2011 altijd twee maal groen voor fietsers per cyclus op alle momenten op de dag. In 2018 is het aantal keer groen voor fietsers per cyclus afhankelijk van de drukte (van motorvoertuigen) op het kruispunt, waardoor er binnen de spits vaak nog maar één keer groen voor fietsers per cyclus wordt gegeven. In Tabel 6 is te zien tot welke verschillen in wachttijd dit heeft geleid.

Tabel 6: Prestaties van VRI's met een AFTG-regeling

Code	Kruispunt	Gem. wachttijd fiets (s)		Verschil t.o.v. 2011 (%)	Gem. wachttijd auto (s)	Verschil t.o.v. auto's (%)
		2011	2018		2018	
XP04	De Ruyterlaan – Parkweg	74	63	-15%	34	+87%
XP08	Oldenzaalsestraat – Singel	24	31	+29%	26	+18%
XP09	Deurningerstraat – Singel	36	51	+42%	32	+57%
XP10	Deurningerstraat – Roomweg	21	22	+5%	21	+5%
XP13	Getfertsingel – Burgemeester van Veenlaan	35	35	0%	32	+7%
XP24	Burgemeester van Veenlaan – Wethouder Beversstraat	21	20	-5%	13	+57%
XP25	Kuipersdijk – Varviksingel	26	39	+50%	39	0%
XP29	Burgemeester van Veenlaan – Vlierstraat	20	4	-80%	43	-91%
XP42	Oldenzaalsestraat – Molenstraat	21	25	+19%	38	-35%
XP45	Kuipersdijk – Wethouder Beversstraat	21	27	+29%	29	-5%
XP77	Tubantiasingel – Schuttersveld	22	29	+32%	16	+76%

Omdat de regeling van XP04 (Parkweg – De Ruyterlaan) niet is veranderd wordt er eerst gekeken naar de prestaties van de andere VRI's. Over het geheel is de wachttijd voor fietsers in Enschede met 5% verminderd. Rondom de VRI's met een AFTG-regeling (m.u.v. XP04) is de wachttijd echter met 12% toegenomen. Er zijn maar twee VRI's die zijn verbeterd, waarvan XP29 (Burgemeester van Veenlaan – Vlierstraat) de grootste verbetering toont. Dit kan echter ook verband houden met het gebruik van het gewogen gemiddelde, aangezien XP29 een van de grootste verschillen heeft tussen de gewogen en ongewogen gemiddelde wachttijd (Zie Appendix K | Prestaties VRI's t.o.v. 2011 (werkdag 7:00 – 18:00)).

Over het geheel kan echter gesteld worden dat het niet meer twee maal per cyclus groen geven voor fietsers op kruispunten met een AFTG-regeling een significante negatieve impact heeft gehad op de wachttijd. Voor XP09 (Deurningerstraat – Singel) is de wachttijd gemiddeld over de dag zelfs veranderd van net binnen de norm naar een normoverschrijding van 28%. Als er naar de wachttijden in de spits wordt gekeken (Figuur 8) dan is ook de wachttijd bij XP25 (Kuipersdijk – Singel) boven de 40 seconden.

Vergeleken met de gemiddelde wachttijd voor gemotoriseerd verkeer valt op dat bij vijf van de VRI's de wachttijd voor fietsers significant hoger ligt dan die voor auto's, variërend van 18% tot 87% hoger. De terugkeer van 2x AFTG per cyclus kan op deze kruispunten zowel de achteruitgang ten opzichte van 2011 als de scheve verhouding tussen wachttijden van motorvoertuigen en fietsers rechtekijken. Om de totale cyclustijd echter niet te hoog te laten worden (max. 90 seconden) moet er voorkomen worden dat de gemiddelde wachttijd hoger wordt dan de helft van de maximale cyclustijd. Dit betekent dat er bij XP29 (Burgemeester van Veenlaan – Vlierstraat), XP25 (Kuipersdijk – Varviksingel) en XP42 (Oldenzaalsestraat – Molenstraat) geen ruimte is voor een extra keer groen voor fietsers in een cyclus.

AFTG op de Singel

Volgens verscheidene onderzoeken (zie 4.2.1 | Alle Fietzers Tegelijk Groen (AFTG)) is AFTG een van de beste methodes om de wachttijd voor fietsers te reduceren. In Enschede zijn op de Singel bij vijf VRI's wel een AFTG- en bij acht geen AFTG-regeling toegepast. De belangrijkste overwegingen voor het toepassen van AFTG zijn, volgens de richtlijnen (4.2.1 | Alle Fietzers Tegelijk Groen (AFTG)), een compact kruispunt en een afwijking van de motorvoertuigenstroom in twee fasen. De intensiteit van de motorvoertuigen, een andere richtlijn, uit zich vaak al in de eerste twee richtlijnen. Een drukker kruispunt is immers groter en heeft vaker een vierfasensysteem. Tot slot kan er gezien de drukte op de Singel vanuit gegaan worden dat de richtlijn voor tenminste 10% linksafslaand fietsverkeer ook gehaald wordt. In Tabel 7 zijn de wachttijden, aantal kruispunttakken, type regelsystemen en kruispuntomvang van alle VRI's op de Singel vergeleken. De kruispuntgrootte is hier gedefinieerd als de langste diagonaal waarover linksafslaand fietsverkeer het kruispunt moet passeren.

Tabel 7: Vergelijking VRI's langs de singel

Code	Kruispunt	Gemiddelde wachttijd (s)	AFTG	Fasen	Takken	Kruispunt-grootte
XP12	Parkweg – Tubantiasingel	18	Nee	3	4 (3)	35m
XP38	Westerval – Singel	24	Nee	3	3	25m
XP14	Gronausestraat – Singel	25	Nee	4	4	70m
XP77	Tubantiasingel – Schuttersveld	29	Ja	3	4	30m
XP08	Oldenzaalsestraat – Singel	31	Ja	3	4	30m
XP47	Parkweg – Volksparksingel	33	Nee	3	3	35m
XP13	Burgemeester van Veenlaan – Getfertsingel	35	Ja	2	4	45m
XP25	Kuipersdijk – Varviksingel	39	Ja	3	4	35m
XP06	Haaksbergerstraat – Singel	39	Nee	4	4	50m
XP11	Hengelosestraat – Singel	39	Nee	4	4	50m
XP62	Zuiderval – Singel	39	Nee	4	4	65m
XP09	Deurningerstraat – Singel	51	Ja	3	4	35m

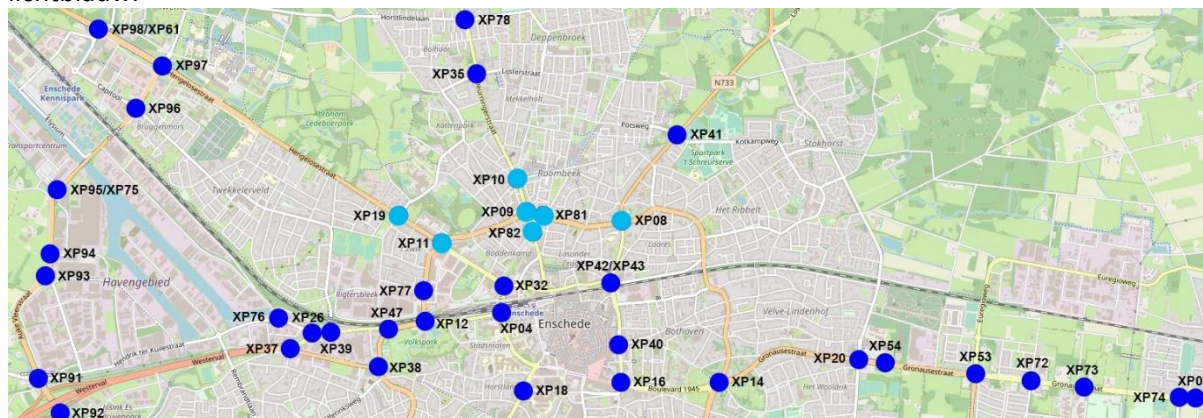
Uit de bovenstaande tabel blijkt geen directe relatie tussen de gemiddelde wachttijd en de toepassing van AFTG. Dit kan echter liggen aan het verschil in intensiteiten van motorvoertuigen op het kruispunt in combinatie met bepaalde dominante fietsrichtingen. Omdat eerstgenoemde intensiteiten niet geëvalueerd worden in dit onderzoek wordt de conclusie uit het literatuuronderzoek dat voor een geschikt kruispunt AFTG altijd voordeliger is dan geen AFTG niet verworpen. Verder gaand op deze aanname kan onderzocht worden of er uit bovenstaande tabel meer kruispunten geschikt zijn voor AFTG. Zoals vermeld zijn kruispunten met vierfasensystemen niet geschikt, omdat de wachttijden voor motorvoertuigen dan te lang worden. Ook kunnen dergelijke kruispunten vaak goed inspelen op de verkeerssituatie door fietsers groen te geven tegelijk met een niet-conflicterende autorichting. Dit is mogelijk omdat alle autorichtingen aparte opstelstroken hebben, waardoor met zekerheid te voorspellen is hoe de motorvoertuigen over het kruispunt rijden. Hierom vallen XP14 (Gronausestraat – Singel), XP06 (Haaksbergerstraat – Singel), XP11 (Hengelosestraat – Singel) en XP62 (Zuiderval – Singel) af. Er zit wel een duidelijke correlatie tussen het aantal fasen en de grootte van het kruispunt, en de meeste van deze kruispunten zijn ook te groot om een fatsoenlijke ontruimingstijd te kunnen garanderen.

Daarmee blijven er nog drie potentiële kandidaten over voor een transitie naar AFTG. Deze VRI's (XP12: Parkweg – Tubantiasingel, XP38: Westerval – Singel, XP47: Parkweg – Volksparksingel) hebben een belangrijke overeenkomst. Zij hebben namelijk geen vier maar drie takken aan het kruispunt vast zitten. Het kruispunt van XP12 heeft er technisch gezien vier, maar gezien de geringe hoeveelheid auto- en fietsverkeer dat afslaat naar de Jaargetijden of daar vandaan komt is het kruispunt bijna altijd

te beschouwen als een met drie takken. Doordat deze kruispunten maar drie takken hebben is een van de belangrijkste voordelen van een AFTG-regeling hier niet van toepassing, namelijk het voorkomen dat linksafslaande fietsers twee maal voor een rood verkeerslicht moeten wachten. Hoewel dit de hoofdreden is om een AFTG-regeling aan te brengen, is er ook nog een tweede reden. Wanneer er sprake is van veel rechtsafslaand gemotoriseerd verkeer en deze bij het afslaan in conflict komen met rechtdoorgaande fietsers, kan een AFTG-regeling de verkeersveiligheid sterk verbeteren (Rinsma, 2000). Hier is echter geen sprake van bij de genoemde drie VRI's, aangezien deze volledig conflictvrij tussen auto's en fietsers geregeld worden. Het invoeren van een AFTG-regeling is daarom niet zinvol bij deze VRI's.

8.5 | Noordelijke netwerkregeling

In Figuur 14 zijn de VRI's die onderdeel uitmaken van de noordelijke netwerkregeling weergegeven in lichtblauw.



Figuur 14: VRI's in de noordelijke netwerkregeling (lichtblauw)

Uit Figuur 6 en Figuur 8 blijkt dat XP09 (Deurningerstraat – Singel) de gehele werkdag onderpresteert, en in de spits ook XP11 (Hengelosestraat – Singel) en XP81 (HOV-baan – Lasondersingel) onderpresteren. De gedetailleerde prestaties van de VRI's uit de Noordelijke netwerkregeling zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8: Prestaties VRI's in de Noordelijke Netwerkregeling (Rode waarden overschrijden de norm uit de visie)

Code	Kruispunt	Gem. wachttijd fiets (s)		Verschil t.o.v. 2011 (%)	Gem. wachttijd auto (s) 2018	Verschil t.o.v. auto's (%)
		2011	2018			
XP08	Oldenzaalsestraat – Singel	24	31	+29%	26	+18%
XP09	Deurningerstraat – Singel	36	51	+42%	32	+57%
XP10	Deurningerstraat – Roomweg	21	22	+5%	21	+5%
XP11	Hengelosestraat – Singel	36	39	+8%	21	+47%
XP19	Hengelosestraat – Goolkatenweg	34	30	-12%	27	+8%
XP81	HOV-baan – Lasondersingel	14	38	+171%	14	+162%
XP82	HOV-baan – Deurningerstraat	14	8	-43%	1	+693%

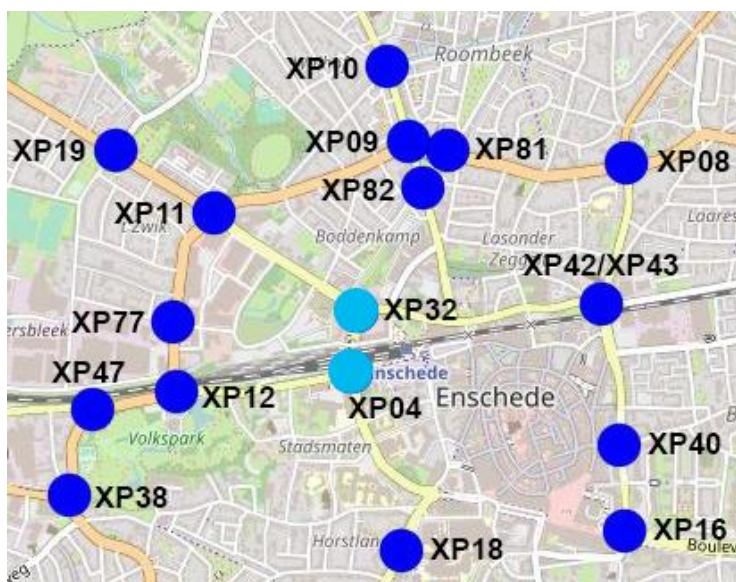
Uit bovenstaande tabel blijkt dat hoewel XP11 en XP81 dus alleen in de spits onderpresteren, ze ook over de gehele werkdag erg dicht tegen de norm aan zitten. Ook zijn vrijwel alle VRI's in de netwerkregeling in meer of mindere mate verslechterd ten opzichte van 2011. Ook hoeven motorvoertuigen bij alle VRI's in de netwerkregeling significant minder lang te wachten dan fietsers. Hoewel het enorm grote verschil tussen auto's en fietsers bij XP82 waarschijnlijk komt door een

onderregistratie van fietsers wanneer er geen bus oversteeft en ze gewoon door kunnen fietsen, is dit geen verklaring voor de andere VRI's.

Er is wel een andere aannemelijke verklaring voor (het verschil in) prestatie van de Noordelijke Netwerkregeling. Er is tussen 2011 en 2018 een regeling ingevoerd waarbij VRI's rekening houden met de momenten waarop elke andere VRI groen geeft ter bevordering van de doorstroom van auto's en andere motorvoertuigen. Zo kan het zijn dat een fietser staat te wachten voor een rood licht niet omdat er op dat moment auto's oversteken, maar omdat ze er bijna aankomen vanaf een ander kruispunt. De effectiviteit van de netwerkregeling uit zich duidelijk in het verschil tussen de gemiddelde wachttijden: gemiddeld 35 seconden voor fietsers en slechts 25 seconden voor motorvoertuigen (HOV-baan buiten beschouwing gelaten). Bij de twee VRI's die aanmerkelijk zijn verslechterd ten opzichte van 2011 (XP08, Oldenzaalsestraat – Singel en XP09, Deurningerstraat – Singel) moet opgemerkt worden dat deze ook zijn veranderd van een 2x per cyclus AFTG-regeling naar een 1x per cyclus AFTG-regeling (Zie 8.4 | Alle Fietsers Tegelijk Groen (AFTG)).

8.6 | De Ruyterlaan (XP04 en XP32)

Hoewel de twee kruispunten met VRI's op de De Ruyterlaan niet de drukste kruispunten zijn qua fietsverkeer en bij lange na niet de drukste qua gemotoriseerd verkeer, zijn het twee van de slechtst presterende verkeersregelinstallaties. De verklaring hiervoor ligt bij de grote hoeveelheid ingrepen die er worden gedaan door bussen die de kruispunten willen passeren. Vanuit en richting het noorden passeren zes verschillende buslijnen XP32, waaronder Lijn 9, de drukste buslijn waarvan elke tien minuten een bus vertrekt en aankomt op Enschede Centraal. Bij XP04 komen er nog eens drie buslijnen bij, wat het totaal op negen buslijnen brengt (Twents, 2018). Om de VRI's beter te kunnen analyseren zijn in Tabel 9 de gedetailleerde wachttijden gegeven.



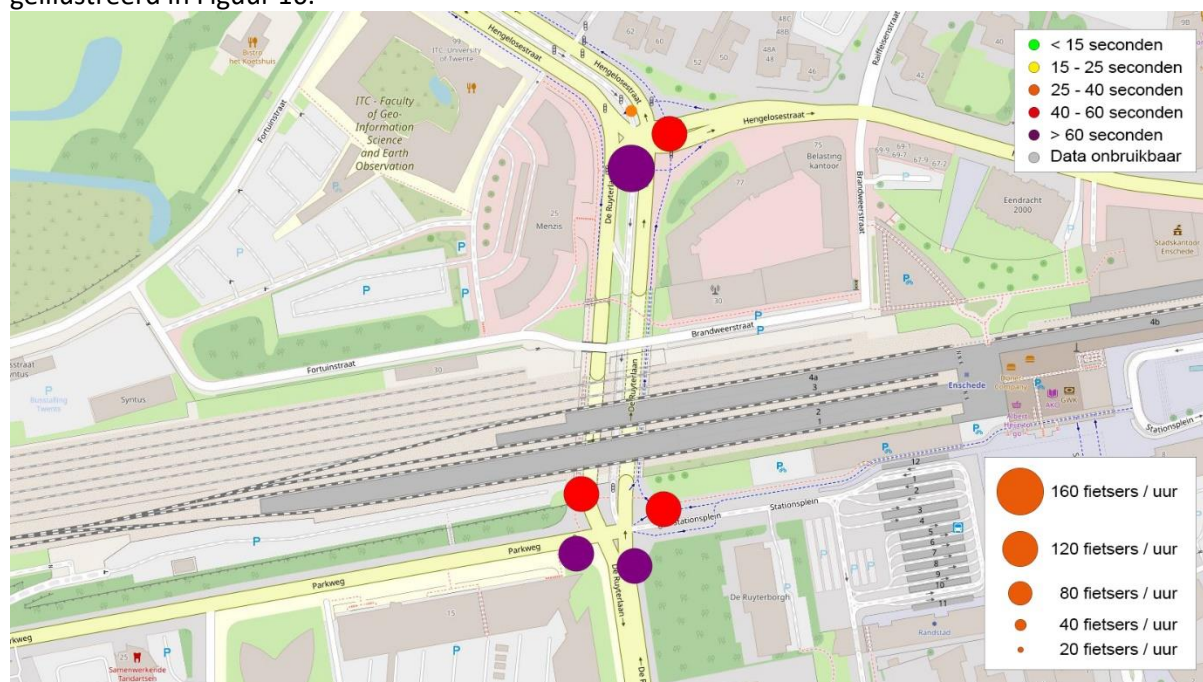
Figuur 15: VRI's in de De Ruyterlaan (lichtblauw)

Tabel 9: Prestaties VRI's in de De Ruyterlaan (Rode waarden overschrijden de norm uit de visie)

Code	Kruispunt	Gem. wachttijd fiets (s)		Verschil t.o.v. 2011 (%)	Gem. wachttijd auto (s) 2018	Verschil t.o.v. auto's (%)
		2011	2018			
XP04	De Ruyterlaan – Parkweg	74	63	-15%	34	+87%
XP32	De Ruyterlaan – Hengelosestraat	53	51	-4%	23	+122%

Uit bovenstaande tabel blijkt dat beide VRI's eigenlijk al vanaf 2011 slecht presteren, en niet of nauwelijks zijn verbeterd. Het valt wel op dat bij beide VRI's fietsers aanmerkelijk langer moeten wachten dan auto's. Om dit te begrijpen moet er gekeken worden naar het ontwerp van de kruispunten (Zie Appendix M | Kruispuntontwerp XP04 en XP32 (De Ruyterlaan)). Op XP32 zijn twee busbanen aangebracht: een van noord naar zuid en een vice versa. Door het hoge aantal bussen dat hier per uur passeert worden er veel ingrepen gedaan waardoor (vertraagde) bussen direct door

kunnen rijden. Hierdoor kan autoverkeer van noord naar zuid, of van zuid/oost naar noord ook sneller doorrijden. De meest dominante fietsrichting (van noord naar oost) wordt door de ingrepen het vaakst geblokkeerd, waardoor deze wachttijd oploopt tot een gemiddelde van 61 seconden. Dit is geïllustreerd in Figuur 16.

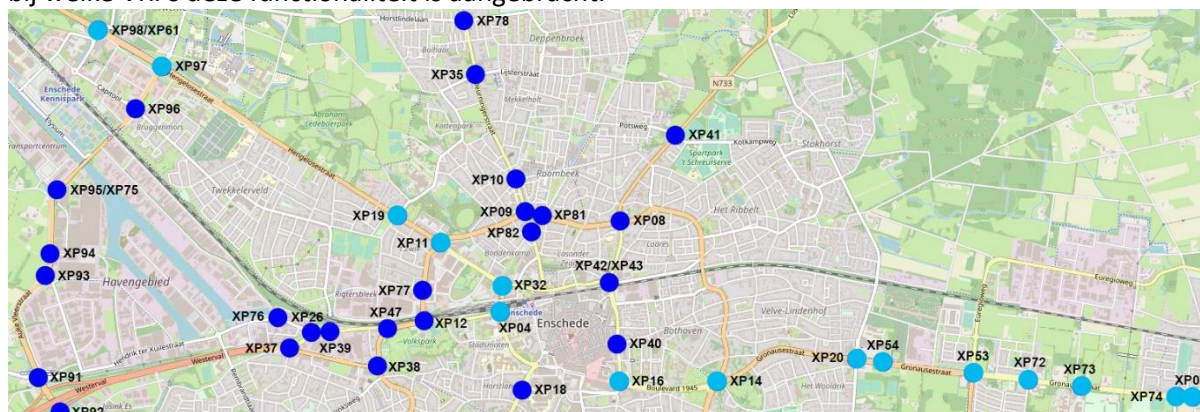


Figuur 16: Wachttijden per richting op de De Ruyterlaan

XP04 kent een Alle Fietzers Tegelijk Groen regeling. Hierdoor komen de wachttijden op dit kruispunt redelijk met elkaar overeen. Bij XP04 is geen sprake van één dominante verkeersrichting, maar een even grote stroom fietsers uit alle richtingen die allen lang moeten wachten. Doordat dit kruispunt een AFTG-regeling heeft zorgen busingrepen hier ook voor problemen. Wanneer bussen vanaf de busbaan uit het noorden (uit de tunnel) komen en vertraging hebben kunnen zij vrijwel direct linksaf slaan richting het oosten het Stationsplein op. Hierdoor staan alle fietsers te wachten, niet alleen de twee richtingen die conflicteren met de linksafslaan bus.

8.7 | SMART app

Sinds november 2018 maakt Enschede gebruik van een app die gebruikers helpt bij het reizen door Enschede. Een van de functionaliteiten van de app is het voorspellen van de route van de fietser op basis van zijn historische reizen, waardoor hij al eerder aangemeld kan worden bij een VRI als hij deze nadert. Hierdoor zou de wachttijd voor hem af moeten nemen (Kuitert, 2017). In Figuur 17 is te zien bij welke VRI's deze functionaliteit is aangebracht.



Figuur 17: VRI's gekoppeld aan de SMART app (lichtblauw)

In onderstaande tabel is het verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018 voor de VRI's die gebruik maken van de SMART app weergegeven. Om een uitspraak te kunnen doen over het effect dat het gebruik van SMART heeft gehad op de wachttijden is het ook van belang om te kijken naar het aantal SMART gebruikers. In de laatste kolom van genoemde tabel is het aandeel SMART gebruikers onder het aantal fietsers dat het verkeerslicht passeert op een werkdag tussen 7:00 en 18:00 berekend.

Tabel 10: Prestaties van de VRI's waar sneller groen door gebruik van de SMART app mogelijk is

Code	Kruispunt	Gemiddelde wachttijd		Verschil (%)	Percentage SMART gebruikers
		2011	2018		
XP04	Parkweg – De Ruyterlaan	74	63	-15%	7%
XP32	Hengelosestraat – De Ruyterlaan (1)	53	60	+13%	10%
XP11	Hengelosestraat – Tubantiasingel (1)	36	39	+8%	9%
XP19	Hengelosestraat – Goolkatenweg	34	30	-12%	6%
XP97	Hengelosestraat – Drienerlolaan	-	29	-	22%
XP98	Hengelosestraat – Drienerbeeklaan (2)	54	21	-61%	13%
XP16	Boulevard 1945 – Oldenzaalsestraat	31	20	-35%	11%
XP14	Gronausestraat – Singel	30	25	-17%	8%
XP20	Gronausestraat – Esmarkerrondweg	44	23	-48%	19%
XP54	Gronausestraat – MIRO (3)	13	19	+46%	
XP53	Gronausestraat – Oostweg	28	28	0%	1%
XP72	Gronausestraat – Dolphiaweg	29	26	-10%	9%
XP74	Gronausestraat – Heidevlinder	30	28	-7%	11%
XP17	Gronausestraat – Willem Barendszstraat	32	20	-38%	14%
(1) Onderdeel van de Noordelijke Netwerkregeling, (2) Werkzaamheden tijdens meetperiode in 2011, (3) Door verschil in meetperiode tussen de KWC-data en de SMART-data voor deze VRI is er geen percentage te berekenen.					

Bij nader onderzoek lijken niet alle aandelen van SMART gebruikers realistisch te zijn. Zo liggen de percentages van XP97 (Hengelosestraat – Drienerlolaan) en XP20 (Gronausestraat – Esmarkerrondweg) significant hoger dan de percentages bij de andere VRI's. Ook absoluut gezien is een percentage van 22% SMART gebruikers onder alle fietsers erg hoog. Deze afwijkingen kunnen twee oorzaken hebben. In de eerste plaats kunnen de gemeten intensiteiten van fietsers bij grote drukte sterk lager uitkomen dan de werkelijke intensiteit doordat meerdere fietsers de detectielus tegelijk passeren (Winter, 2012). In de tweede plaats kan een vervroegde registratie door de SMART app alleen werken doordat de app de te nemen route voorspelt. Wanneer de app deze voorspelling fout heeft en een fietser rechtsaf slaat in plaats van oversteeft draagt dit bij aan een te hoge intensiteit.

Maar ondanks de bijzondere waarden voor sommige percentages mag het aandeel SMART gebruikers toch substantieel genoemd worden. Het is daarom geoorloofd om te kijken naar het verschil in wachttijden. Gemiddeld is de wachttijd voor fietsers over heel Enschede 5% lager geworden. Voor bovenstaande VRI's die gebruik maken van SMART is de wachttijd gemiddeld met 17% gedaald. Hoewel dit percentage enigszins genuanceerd moet worden door de werkzaamheden bij XP98 in 2011 en de twijfelachtige betrouwbaarheid van de data van XP54 en XP74 valt het op dat vrijwel alle VRI's wel verbeterd zijn op deze route met meer dan 5%. Voor XP32 en XP11 geldt dat de Noordelijke Netwerkregeling vrijwel alle verbeteringen teniet doet. Er lijkt dus een positieve correlatie te zijn tussen de implementatie van de SMART app en een daling in wachttijd voor fietsers.

9 | Conclusie

Over Enschede als geheel is de gemiddelde wachttijd voor fietsers 5% korter geworden ten opzichte van 2011. Bij vier VRI's is echter nog sprake van een overschrijding van de 40 seconden norm uit de fietsvisie. Ook is er bij 70% van de VRI's sprake van significant kortere wachttijden voor gemotoriseerd verkeer ten opzichte van fietsverkeer.

Wanneer gekeken wordt naar het effect dat verkeersmaatregelen hebben gehad op de wachttijd voor fietsers wordt het volgende duidelijk: het beperken van het aantal keer dat fietsers per cyclus groen krijgen tot één keer per cyclus op kruispunten met een AFTG-regeling op drukke momenten van de dag heeft een sterk verhogend effect gehad op de gemiddelde wachttijd. Bij één VRI heeft het zelfs geleid tot een overschrijding van de norm, terwijl een goed uitvoerde AFTG-regeling een van de meest fietsvriendelijke regelingen is.

Het afstellen van de VRI's in de Noordelijke Netwerkregeling zodat deze een goede doorstroom van gemotoriseerd verkeer faciliteren heeft geleid tot een toename in de wachttijden voor fietsers. In combinatie met een aangepaste AFTG-regeling op sommige kruispunten in dit netwerk leidt het zelfs tot bovengemiddeld en soms normoverschrijdende wachttijden.

Op de De Ruyterlaan zijn busingrepen de hoofdoorzaak voor lange wachttijden voor fietsers, vooral in de spits. Op het kruispunt aan de noordkant van het spoor bestaan de hoogste wachttijden vanuit het noorden richting het oosten. Op het kruispunt aan de zuidkant van het spoor is er voor alle richtingen sprake van te hoge wachttijden.

De implementatie van een app die de aankomst van de fietser bij een VRI reeds in een vroeg stadium voorspelt en doorspeelt aan de VRI lijkt een veelbelovende oplossing te zijn. Er is sprake van een bovengemiddelde reductie van de wachttijden op de betreffende kruispunten, hoewel er te veel variabelen zijn om hier een definitieve conclusie aan te verbinden.

Vanwege de meetfouten die de gebruikte meetmethode van wachttijden met zich meebrengt zijn de metingen van de maximale wachttijden in de huidige vorm niet bruikbaar om conclusies uit te trekken.

Het is aangetoond dat VRI's relatief veilig zijn voor passerend fietsverkeer. Het aantal verkeersslachtoffers op de fiets op kruispunten met VRI's volgen geen patroon en lijken eerder incidenten te zijn. De implementatie van VRI's op kruispunten die voorheen onveilig waren heeft geleid tot een sterke afname in het aantal letselslachtoffers onder fietsverkeer op deze kruispunten. Het lijkt daarom aannemelijk dat de implementatie van een VRI een kruispunt veiliger maakt. Dit kan dan ook een effectief middel zijn om het aantal fietsslachtoffers op een kruispunt te doen afnemen.

Om de wachttijd voor fietsers in de toekomst te reduceren is het belangrijk dat kruispunten met een AFTG-regeling waar mogelijk weer twee keer per cyclus groen gaan geven voor fietsers ongeacht het moment van de dag. Een uitbreiding van een AFTG-regeling naar meer VRI's op de Singel is echter niet haalbaar en in sommige gevallen zelfs niet zinvol.

Ook is het van belang dat, waar mogelijk, regelingen die een goede doorstroom van autoverkeer mogelijk maken niet zorgen voor onacceptabele wachttijden voor fietsverkeer. Een randvoorwaarde hiervoor is dat de gemiddelde wachttijd voor autoverkeer maximaal mag oplopen tot een half maal de cyclustijd om te lange cyclustijden te voorkomen. Voor de kruispunten in de De Ruyterlaan geldt dat er geen eenvoudige oplossingen zijn om de wachttijden voor fietsers te reduceren. Het beperken van fietsverkeer over deze kruispunten door alternatieve routes aan te bieden kan het totaal aantal verliesuren voor fietsers te beperken. Indien mogelijk zou het beperken van het autoverkeer over deze kruispunten ook een goede optie zijn, omdat een afname in autoverkeer leidt tot een afname in wachttijden voor fietsers.

10 | Aanbevelingen

Dit hoofdstuk is opgedeeld in drie delen. De eerste paragraaf gaat in op inhoudelijke aanbevelingen ten aanzien van te nemen verkeersmaatregelen. De tweede paragraaf gaat in op aanbevelingen voor de manier van dataregistratie. De laatste paragraaf doet aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

10.1 | Inhoudelijke aanbevelingen

Zoals aangegeven in de resultaten en in de conclusie zijn er, waar de wachttijden voor fietsers over Enschede als geheel korter worden, een aantal VRI's die tegen deze trend in bewegen. Op basis van de wachttijden, verhouding tussen wachttijden voor auto's en fietsers en in vergelijking met 2011 per VRI is een prioritering opgesteld voor te nemen maatregelen. Deze prioritering is weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11: Prioritering te nemen maatregelen. N = binnen norm, A = beter voor fietsers dan auto's, B = beter dan in 2011

Prio	VRI	Kruispunt	Maatregel	N	A	B
0	XP04	De Ruyterlaan – Parkweg	AFTG onconditioneel naar 2x per cyclus			
0	XP09	Deurningerstraat – Singel	AFTG onconditioneel naar 2x per cyclus			
0	XP32	De Ruyterlaan – Hengelosestraat	Goede ontvlochten route aanleggen voor fietsers van noord naar oost			
1	XP08	Oldenzaalsestraat – Singel	AFTG onconditioneel naar 2x per cyclus			
1	XP77	Tubantiasingel – Schuttersveld	AFTG onconditioneel naar 2x per cyclus			
2	XP08	Oldenzaalsestraat – Singel	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
2	XP09	Deurningerstraat – Singel	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
2	XP10	Deurningerstraat – Roomweg	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
2	XP11	Hengelosestraat – Singel	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
2	XP19	Hengelosestraat – Goolkatenweg	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
2	XP24	Burg. van Veenlaan – Wethouder Beversstraat	AFTG onconditioneel naar 2x per cyclus			
2	XP45	Kuipersdijk – Wethouder Beversstraat	AFTG onconditioneel naar 2x per cyclus			
2	XP81	HOV-baan – Lasondersingel	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
2	XP82	HOV-baan – Deurningerstraat	Noordelijke Netwerkgeregeling fietsvriendelijker afstellen			
3	-	-	SMART app aan alle VRI's koppelen			
0	Vereist om norm te halen			Voldoet niet aan criterium		
1	Zeer effectief en wenselijk			Houdt het midden tussen wel en niet voldoen aan criterium		
2	Effectief en wenselijk			Voldoet wel aan criterium		
3	Mogelijk effectief					

Bovenstaande prioritering is gebaseerd op de drie criteria in de laatste kolommen. Omdat is ingeschat dat een verandering in AFTG-regeling een groter effect heeft dan een verandering in de Noordelijke Netwerkgeregeling hebben deze een hogere prioriteit gekregen.

10.2 | Aanbevelingen voor dataregistratie

In dit onderzoek is veel tijd gaan zitten in het filteren van meetfouten uit de data. Aan de waarden voor de maximale wachttijd te zien is dit niet goed genoeg gelukt. Om te voorkomen dat elke keer dat er prestaties bepaald moeten worden er eerst uitgebreide analyses gedaan moeten worden om de meetfouten uit de data te halen kan er beter geïnvesteerd worden in een meetmethode waarbij deze fouten niet of minder optreden. Het registreren van de wachttijd van fietsers pas vanaf het moment dat deze zich definitief bij de stopstreep van de VRI melden, dus bij de koplus, voorkomt dat niet-definitieve groenaanvragen door bijvoorbeeld vrij rechtsafslaande fietsers worden meegenomen in de metingen. Dit zorgt ervoor dat de meeste meetfouten uit de data verdwijnen. Omdat metingen van intensiteiten wel nauwkeuriger zijn bij de verweglus kunnen intensiteiten wel beter bij deze lus gemeten worden.

Dit onderzoek heeft de evaluatie van de VRI's benaderd vanuit de wachttijden. Er is eerst gekeken naar VRI's die veel zijn veranderd, waarna deze gedetailleerder zijn onderzocht. Het onderzoek had effectiever en gedetailleerder kunnen verlopen als er door de gemeente een database was bijgehouden met daarin de veranderingen aan de VRI(-instellingen) en kruispuntontwerpen per VRI en werkzaamheden, zodat verkeersmaatregelen direct gekoppeld kunnen worden aan hun impact op de wachttijden. Dit is de enige manier waarop een degelijke monitoring van de effecten van ingrepen kan plaatsvinden. De noodzaak van deze database wordt overigens ook benadrukt door een vergelijkbaar onderzoek uit 2014 (Gurp, 2014).

Voor de analyse van de wachttijden is in dit onderzoek is gebruik gemaakt van het softwarepakket MATLAB®. Deze en andere veel gebruikte software gebruiken punten als decimaalteken in plaats van komma's. Ook is de standaard manier van tijdnnotatie een dubbele punt tussen de uren en minuten. Het zou daarom handig zijn om de dataexport vanuit de KWC naar CSV-bestanden gebruik maakt van punten als decimaal scheidingsteken en van dubbele punten voor tijdnnotatie.

10.3 | Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Dit onderzoek heeft voor de evaluatie van de prestaties van VRI's gebruik gemaakt van gewogen wachttijden. Hoewel dit ook voor volgende onderzoeken een interessant criterium blijft zou het ook interessant zijn om te kijken naar het totale reistijdverlies voor fietsers. Daarbij wordt de gemiddelde wachttijd vermenigvuldigd met het aantal fietsers dat in dat kwartier staat te wachten. Dit kan vervolgens een aangepaste prioritering opleveren voor het aanpakken van verschillende kruispunten. Om te voorkomen dat een afname van het aantal fietsers leidt tot een positief oordeel over de afname van het reistijdverlies is het belangrijk dat de verandering in reistijdverlies wordt vergeleken met het totaal aantal afgelegde fietskilometers of het aantal fietsritten in de gemeente Enschede.

Een ander interessant vervolgonderzoek zou naar subjectieve wachttijd gedaan kunnen worden, om te bepalen hoe maatregelen die een daling in wachttijden bewerkstellingen worden ervaren door fietsers. Wanneer een objectieve daling in wachttijd niet wordt opgemerkt door fietsers kan de vraag gesteld worden of deze maatregel een effectieve inzet van de beschikbare middelen is.

Voor het evalueren van het effect van het gebruik van de SMART app op de wachttijden is het belangrijk om vervolgonderzoek te doen naar de wachttijden en intensiteiten. Voor de wachttijden kunnen de waarden uit 2017 en 2018 vergeleken worden om de invloed van externe factoren of andere verkeersmaatregelen te beperken. Daarnaast loont het om gedetailleerder te kijken naar het percentage SMART gebruikers van het totaal aantal fietsers dat een VRI passeert. Hiervoor moeten meer gedetailleerde tellingen worden verzameld van de intensiteiten.

Tot slot kunnen er voor de normen voor de volgende fietsvisie twee aanvullende criteria worden gesteld. In de eerste plaats kan er een differentiatie gemaakt worden tussen normen binnen en buiten de spits. Voor kruispunten met een hoge piekbelasting in de spits zijn de wachttijden in de spits vaak bepalend, terwijl bij kruispunten waar het de hele dag druk is extreem hoge waarden uit de spits juist worden verhuld.

Daarnaast kan er gekeken worden naar een norm over de verhouding tussen wachttijden voor auto's en fietsers, aangezien dit nu nogal verschilt per kruispunt. Wanneer auto's veel sneller dan fietsers het kruispunt kunnen passeren betekent dit dat er ruimte is voor extra verkeersmaatregelen om de wachttijd voor fietsers te reduceren. Een dergelijke norm kan daarbij uitkomst bieden bij beleidskeuzes over VRI-regelingen en kruispuntontwerpen.

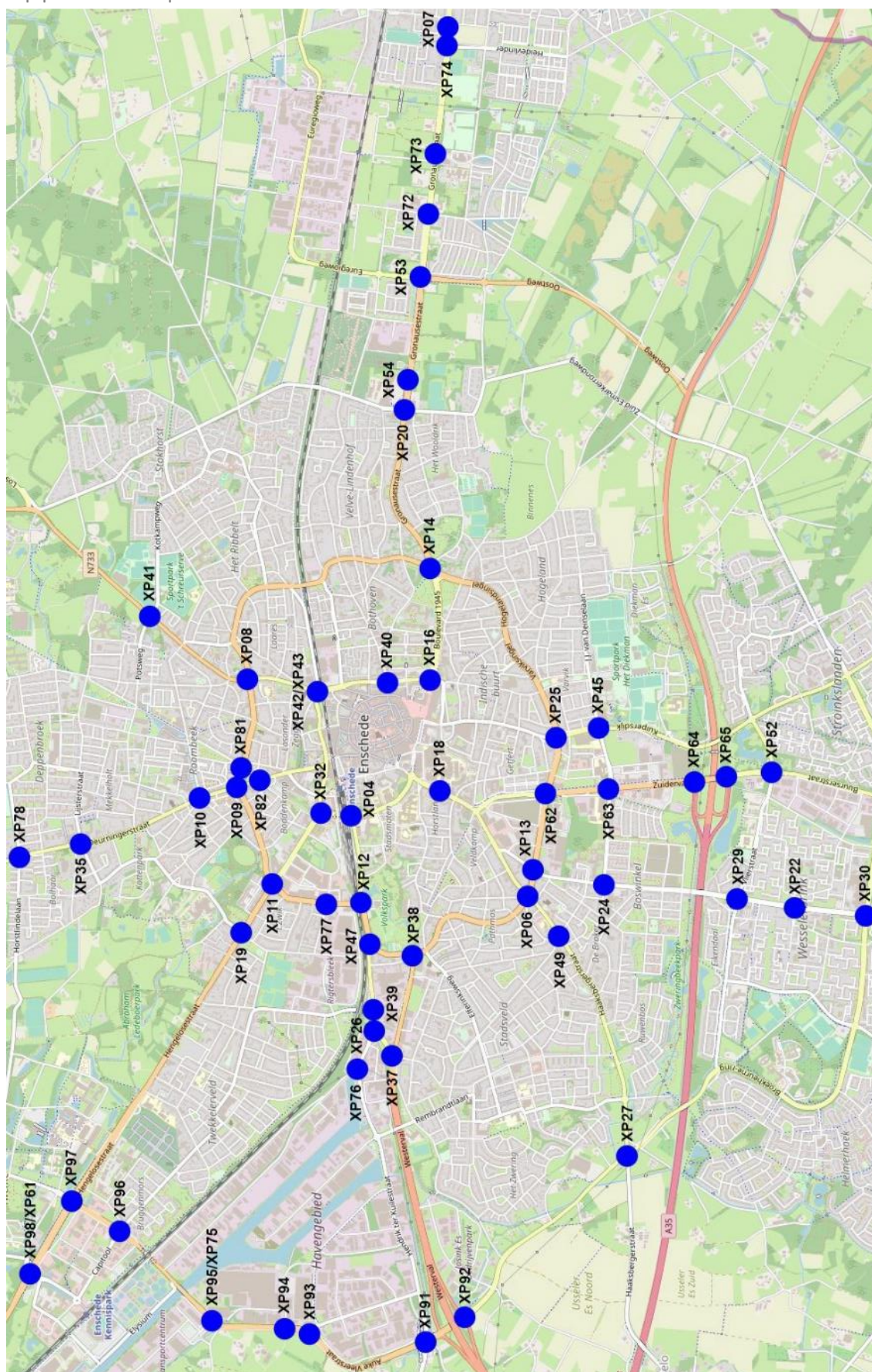
11 | Referenties

- Afdeling Stad en Ontwikkeling Gemeente Amersfoort. (2016). *Fietsplan Gemeente Amersfoort*. Amersfoort: Gemeente Amersfoort. Opgehaald van https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/06an_Fietsplan_Amersfoort_Fietst_-_maart_2016.pdf?ext=.pdf
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2018, April 17). Bevolking op 1 januari en gemiddeld; geslacht, leeftijd en regio. Den Haag/Heerlen. Opgehaald van <https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=03759ned&D1=1&D2=0&D3=1-95,97-107&D4=0&D5=252&D6=23,29&HDR=T,G1,G5&STB=G2,G4,G3&VW=T>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2019, juni 7). Regionale kerncijfers Nederland. Opgehaald van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70072ned/table?ts=1557748731622>
- CROW. (2006). *Ontwerpwijzer fietsverkeer*. Ede: CROW.
- Dienst Stadsbeleid Gemeente Oss. (2005). *Fietsnota Oss*. Oss: Gemeente Oss. Opgehaald van <https://www.kennisbanksportenbewegen.nl/?file=631&m=1422882808&action=file.download>
- dS+V Gemeente Rotterdam. (2007). *Actieplan Rotterdam Fietst!* Rotterdam: Gemeente Rotterdam. Opgehaald van <https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/actieplanFiets%20rotterdam.pdf?ext=.pdf>
- DTV Consultants B.V. (2006). *Doordacht geregeld*. Breda: DTV Consultants B.V. Opgehaald van https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjou rXlw5PjAhWIKVAKHYVrC90QFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.dordrecht.nl%2Fpls%2Ffidad%2FmozEgemDocument%3FF_DOCNR%3D459895&usg=AOvVaw3hIhAcBeVEb35Vwgd4ySOZ
- Gemeente Apeldoorn. (2016). *Verkeersvisie 2016-2030*. Apeldoorn: Gemeente Apeldoorn. Opgehaald van <https://www.apeldoorn.nl/DATA/TER/projecten/verkeer/20160707%20Verkeersvisie%20vastgesteld%20door%20Raad%207%20juli%202016.pdf>
- Gemeente Enschede. (2011). *Enschede Fietsstad 2020*. Enschede: Gemeente Enschede. Opgehaald van <https://www.enschede.nl/sites/default/files/fietsvisie-enschede-fietsstad-2020.pdf>
- Gemeente Groningen. (2015). *Uitvoeringsprogramma Fietsstrategie Groningen 2015-2025*. Groningen: Gemeente Groningen. Opgehaald van https://groningenfietsstad.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2016/03/050Fietsstad_Uitvoeringsbeleid_2015-2025-1.pdf
- Gemeente Nijmegen. (2015). *Programmering Fiets 2016-2018*. Nijmegen: Gemeente Nijmegen. Opgehaald van <https://nijmegen.groenlinks.nl/sites/groenlinks.nl/files/downloads/newsarticle/Programmering%20fiets%202016-2018%20%281%29.pdf>

- Gemeente 's-Hertogenbosch. (2009). *Lekker Fietsen!* Den Bosch: Gemeente Den Bosch. Opgehaald van <https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/Rapport%20Lekker%20Fietsen.pdf?ext=.pdf>
- Gemeente Tilburg. (2005). *Tilburg fietst*. Tilburg: Gemeente Tilburg. Opgehaald van <https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/document000174.pdf?ext=.pdf>
- Gurp, H. v. (2014). *De verkeerskundige staat van de stad (Bacheloropdracht)*. Enschede: Universiteit Twente. Opgehaald van https://essay.utwente.nl/66368/1/Gurp_Hans_van.pdf
- Haan, D. d. (2002). *Maak Uw VRI Fietsvriendelijk*. Breda: NHTV.
- Hilhorst, R. (2007). *Kiezen voor de fietser*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam. Opgehaald van [https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/defmjp_fiets2007-2010gemeenteraad10102007\[1\].pdf?ext=.pdf](https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/defmjp_fiets2007-2010gemeenteraad10102007[1].pdf?ext=.pdf)
- Joolink, H. (2016). *Routekeuze fietsers Enschede (bacheloropdracht)*. Enschede: Universiteit Twente. Opgehaald van <https://essay.utwente.nl/69313/1/Joolink-Harriet.pdf>
- Kuitert, G. (2017, oktober 31). Nieuw: app zet verkeerslicht op groen voor fietser in Enschede. *Tubantia*. Opgehaald van <https://www.tubantia.nl/home/nieuw-app-zet-verkeerslicht-op-groen-voor-fietser-in-enschede~a42326a0/>
- Nagtegaal, B., & Schreuder, A. (2019, April 17). Fors meer doden in het verkeer in 2018. *NRC*. Opgehaald van <https://www.nrc.nl/nieuws/2019/04/17/fors-meer-doden-in-het-verkeer-in-2018-a3957368>
- NedGraphics B.V. (2019, juni 24). Geografisch Informatiesysteem Enschede & Losser. Enschede.
- OpenStreetMap-auteurs. (2019, juni 24). Open Street Map.
- Projectgroep Fietsvisie. (2011). *Onderzoeksrapport Fietsvisie 2012-2020*. Enschede: Gemeente Enschede.
- RBM/RO Gemeente Westland. (2006). *Fietsbeleid*. Naaldwijk: Gemeente Westland. Opgehaald van https://www.gemeentewestland.nl/fileadmin/documenten/verkeer_en_vervoer/deel_4_fietsbeleid.pdf
- Rinsma, J. (2000, mei 9). *NOTA: Toepassing alle richtingen groen voor fietsers bij VRI's*. Enschede: Gemeente Enschede.
- Sector Stadsontwikkeling Dordrecht. (2007). *Dordt Fietst Dóór*. Dordrecht: Gemeente Dordrecht. Opgehaald van https://www.dordrecht.nl/pls/idoc/risDordrechtDocumentToon?F_PDFDOC=grac.2008bz0981.pdf
- SOAB. (2007). *Fietsnota Zaanstad*. Breda: SOAB. Opgehaald van <https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/fietsnota%20Zaansstad.pdf?ext=.pdf>

- Team Mobiliteit & Milieu Gemeente Maastricht. (2009). *Fietsplan Maastricht*. Maastricht: Gemeente Maastricht. Opgehaald van https://www.gemeentemaastricht.nl/fileadmin/files/GeMa/Doc/00_Algemeen/Fietsplan_Mtt_-_220909def_compleet.pdf
- Thijssen, B. (2008). *Evaluatie wachttijdvoorspeller*. Tilburg: Gemeente Tilburg. Opgeroepen op April 17, 2019, van <https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/Eindrapport%20AdvTi03a08%20WTVS%20Tilburg.pdf?ext=.pdf>
- Thomas, T., Jaarsma, R., & Tutert, B. (2012). *Zomertrends in fietsverkeer*. Enschede/Wageningen: Tijdschrift Vervoerswetenschap. Opgehaald van https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6591698/TVW_2012_12_Thomas+et+al_Zomertrends+in+fietsverkeer_48_4.pdf
- Twents. (2018, juni 22). *Dienstregeling Enschede Stadsdienst*. Opgehaald van Twents: https://www.twents.nl/getmedia/a9eed760-071e-4450-9399-2d33ecfee9c2/KEO-18-0301-Lijnfolder-Stadsdienst-Enschede-BW_V3_Digi.pdf
- Veenstra, S., Geurs, K., Thomas, T., & Van den Hof, R. (2016). *Alle lichten op groen voor fietsmonitoring in Enschede*. Enschede: Verkeerskunde. Opgehaald van <http://www.verkeerskunde.nl/internetartikelen/vakartikelen/alle-lichten-op-groen-voor-fietsmonitoring-in.43783.lynkx>
- VeiligheidNL; Rijkswaterstaat. (2017). *Fietsongevallen in Nederland*. Amsterdam: VeiligheidNL. Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2017/12/07/bijlage-3-onderzoek-veiligheidnl-fietsongevallen-in-nederland/bijlage-3-onderzoek-veiligheidnl-fietsongevallen-in-nederland.pdf>
- Vialis. (2019, april 15). Kwaliteitscentrale.
- Wilson, A. (2006). *Handboek verkeerslichtenregelingen*. Ede: CROW.
- Winter, M. (2012). *Monitoren van fietsstromen in Enschede (bacheloropdracht)*. Enschede: Universiteit Twente.
- Zeegers, T. (2003). *Verkeerskundige en juridische aspecten van "Alle Fietsers Groen"-regelingen*. Utrecht: Fietsersbond. Opgehaald van <https://www.fietsberaad.nl/CROWFietsberaad/media/Kennis/Bestanden/Fietsberaadnotitie%20alle%20richtingen%20tegelijk%20groen.pdf?ext=.pdf>

Appendix A | Overzicht van VRI's



Figuur 18: Kaart van alle VRI's in Enschede

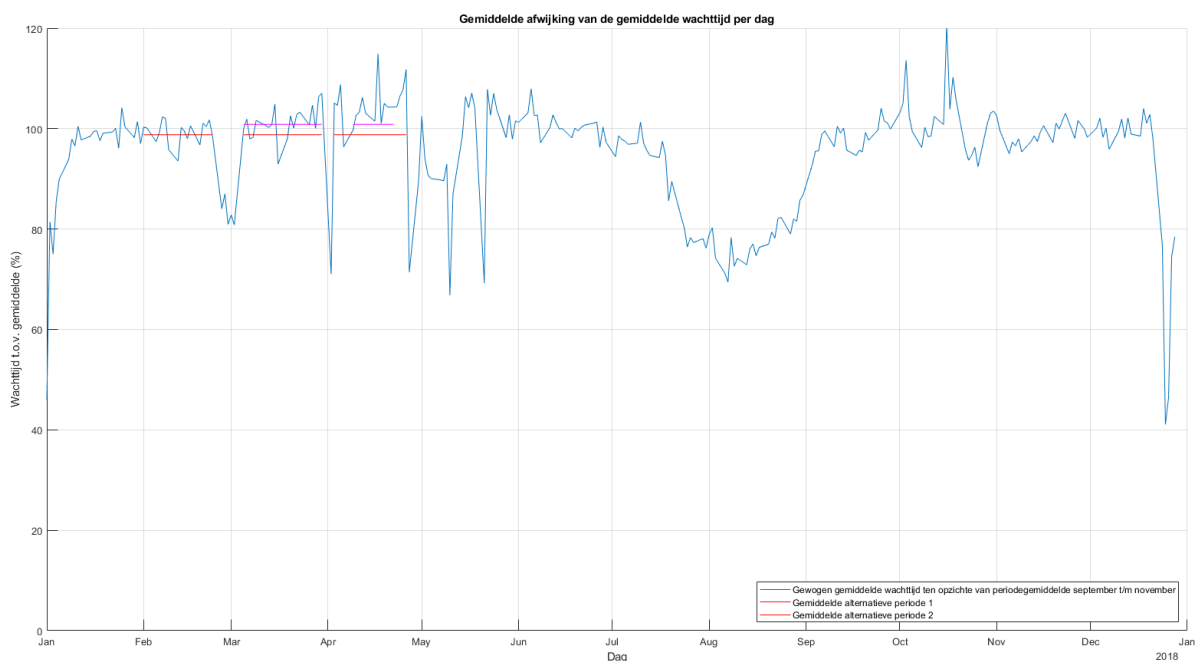
Tabel 12: Locaties en beschikbare data per VRI.

VRI	Locatie	2011	2018	Opmerkingen
XP04	Parkweg - De Ruyterlaan	Ja	Ja	
XP06	Haaksbergerstraat - Singel	Ja	Ja	
XP08	Oldenzaalsestraat - Singel	Ja	Ja	
XP09	Deurningerstraat - Singel	Ja	Ja	
XP10	Deurningerstraat - Roomweg	Ja	Ja	
XP11	Hengelsestraat - Singel	Ja	Ja	
XP12	Parkweg - Tubantiasingel	Ja	Ja	
XP13	Getfertsingel - Burgemeester van Veenlaan	Ja	Ja	
XP14	Gronausestraat - Singel	Ja	Ja	
XP16	Boulevard 1945 - Oldenzaalsestraat	Ja	Ja	
XP17	Gronausestraat - Willem Barendszstraat	Ja	Ja	
XP18	Haaksbergerstraat - MST	Ja	Ja	
XP19	Hengelsestraat - Goolkatenweg	Ja	Ja	
XP20	Gronausestraat - Esmarkerrondweg	Ja	Ja	
XP22	Wesselerbrinklaan – Het Bijvank	Ja		Geen data in KWC
XP24	Burgemeester van Veenlaan - Wethouder Beversstraat	Ja	Ja	
XP25	Kuipersdijk - Varviksingel	Ja	Ja	
XP26	Parkweg - Hendrik ter Kuilestraat	Ja	Ja	
XP27	Haaksbergerstraat - Usselerrondweg	Ja	Ja	
XP29	Burgemeester van Veenlaan - Broekheurnerrondweg	Ja	Ja	
XP30	Burgemeester van Veenlaan - Broekheurne-Ring	Ja	Ja	
XP32	Hengelsestraat - De Ruyterlaan	Ja	Ja	Excl. Noorderbaan
XP35	Deurningerstraat - Beethovenlaan	Ja		Geen aparte fietsdetectie
XP37	Parkweg - Westerval	Ja	Ja	
XP38	Westerval - Singel	Ja	Ja	
XP39	Parkweg - Lambertus Buddestraat	Ja	Ja	
XP40	Oldenzaalsestraat – De Klomp	Ja		Opgeheven
XP41	Oldenzaalsestraat - Potsweg	Ja	Ja	
XP42/XP43	Oldenzaalsestraat - Molenstraat	Ja	Ja	Omgenummerd naar XP42
XP45	Kuipersdijk - Wethouder Beversstraat	Ja	Ja	
XP47	Parkweg - Volksparksingel	Ja	Ja	Gegevens twijfelachtig
XP49	Haaksbergerstraat - B.W. ter Kuilestraat	Ja	Ja	
XP52	Buursersstraat - Vlierstraat	Ja	Ja	
XP53	Gronausestraat - Oostweg	Ja	Ja	Gegevens twijfelachtig
XP54	Gronausestraat - MIRO	Ja	Ja	
XP62	Zuiderval - Singel	Ja	Ja	
XP63	Zuiderval - Wethouder Beversstraat	Ja	Ja	
XP64	Zuiderval - A35 Noord			Verboden voor fietsers
XP65	Zuiderval - A35 Zuid			Verboden voor fietsers
XP72	Gronausestraat - Dolphiaweg	Ja	Ja	
XP73	Gronausestraat - Esmarkelaan	Ja	Ja	Gegevens onbetrouwbaar
XP74	Gronausestraat - Heidevlinder	Ja	Ja	Gegevens twijfelachtig
XP76	Hendrik ter Kuilestraat - Kanaalstraat	Ja	Ja	
XP77	Tubantiasingel - Schuttersveld	Ja	Ja	
XP78	Deurningerstraat - Horstlindelaan	Ja		Geen aparte fietsdetectie
XP81	Lasondersingel - HOV baan	Ja	Ja	
XP82	Deurningerstraat - HOV baan	Ja	Ja	
XP91	Auke Vleerstraat - Hendrik ter Kuilestraat	Ja	Ja	Gegevens twijfelachtig
XP92	Afinkstraat - Westerval	Ja	Ja	Gegevens twijfelachtig
XP93	Auke Vleerstraat - Tweekeler Es	Ja	Ja	Gegevens twijfelachtig
XP94	Auke Vleerstraat - Ingenieur Hanlostraat		Ja	Aangelegd na 2011
XP95/XP75	Auke Vleerstraat - Transportcentrum	Ja	Ja	Omgenummerd naar XP95
XP96	Auke Vleerstraat - Jupiterstraat		Ja	Aangelegd na 2011
XP97	Hengelsestraat - Drienerlolaan		Ja	Aangelegd na 2011
XP98/XP61	Hengelsestraat - Drienerbeeklaan	Ja	Ja	Omgenummerd naar XP98

Appendix B | Jaartrends wachttijden

Van alle VRI's is voor elke dag de gemiddelde gewogen wachttijd en de gemiddelde gewogen maximale wachttijd berekend. Hoewel deze datapunten voor de verschillende VRI's ver uit elkaar liggen door de grote variatie in wachttijden tussen de verschillende VRI's, is er wel degelijk een trend te ontdekken. Hiervoor zijn de waarden genormaliseerd naar een afwijking ten opzichte van het gemiddelde. Eerst is per VRI per dag bepaald hoe ver het daggemiddelde boven of onder het gemiddelde van de meetperiode (1 september t/m 30 november) ligt. Deze analyse onthulde al enkele erg grote uitschieters (bijv. +700%), welke daarna als meetfout zijn aangeduid en uit de data zijn verwijderd, aangezien er geen logische verklaring was voor deze waarden.

Vervolgens zijn alle afwijkingen per VRI met elkaar gemiddeld en is er per dag de afwijking van het gemiddelde van de referentieperiode (september t/m november) berekend. Het resultaat hiervan is zichtbaar in Figuur 19.



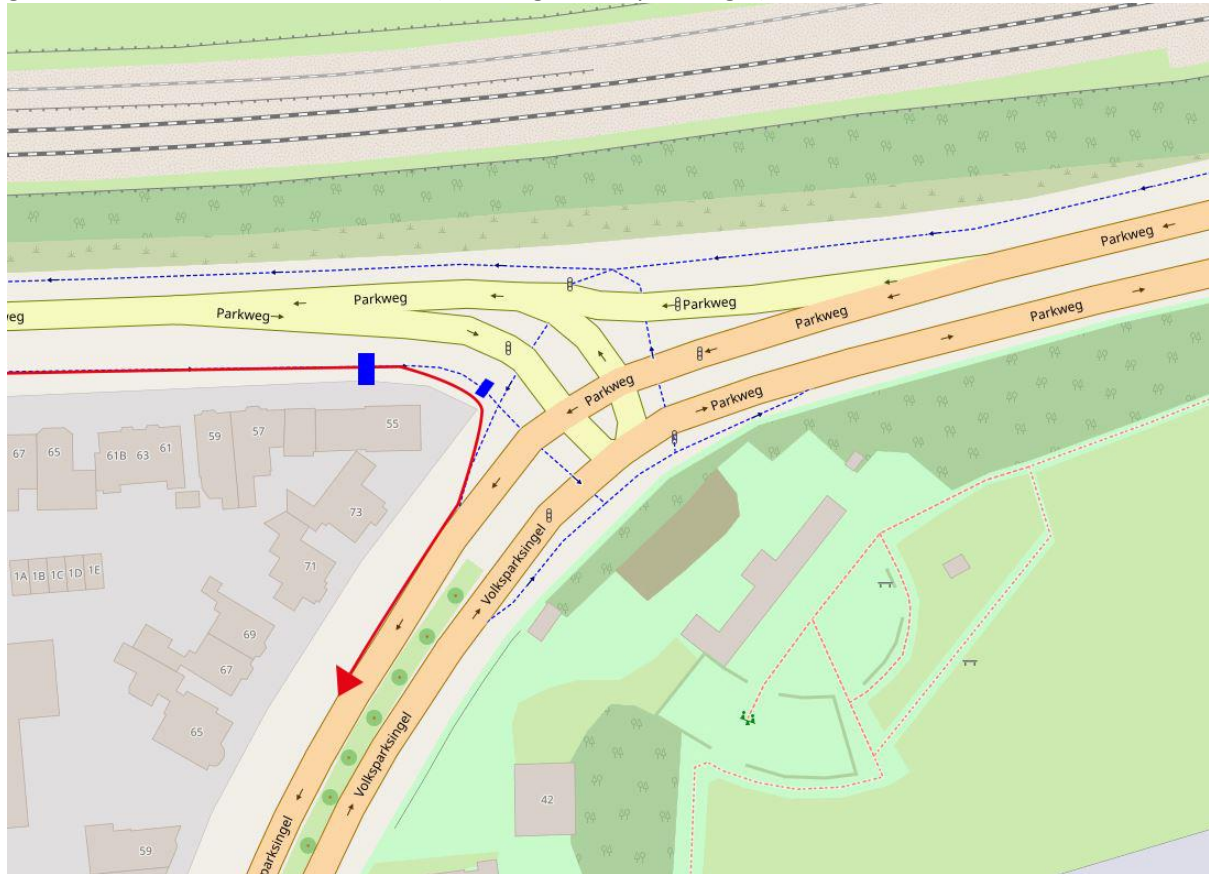
Figuur 19: Jaarlijkse trend wachttijden

B.1 | XP20 en XP54

Zoals te zien is in bovenstaande figuur bevat de meetperiode geen grote pieken en dalen. Dit is voordelig aangezien er niet voor alle VRI's voor de gehele meetperiode data beschikbaar is. Zoals in Figuur 5 is vermeld is er binnen de meetperiode voldoende data beschikbaar voor alle VRI's, behalve voor XP20 en XP54. Voor deze VRI's is daarom gezocht naar een vergelijkbare periode, welke is gevonden in een discontinue periode tussen 1 februari en 26 april. Voor XP20 gaat het om de volgende data: 1 februari t/m 23 februari, 5 maart t/m 30 maart en 3 april t/m 26 april. Voor XP54 zijn de dagen van 5 maart t/m 30 maart en 9 april t/m 22 april gebruikt. Zoals te zien in Figuur 19 is het periodegemiddelde van deze periodes vrijwel gelijk aan het periodegemiddelde van de originele meetperiode (respectievelijk 98,8% en 100,9%) Dit betekent dat de periode geschikt is om te gebruiken. De gaten in de meetperiode worden veroorzaakt door onrepresentatieve dagen ten gevolge van de voorjaarsvakantie, 2^e Paasdag en Koningsdag.

Appendix C | Meetfouten en onzekerheid in de data

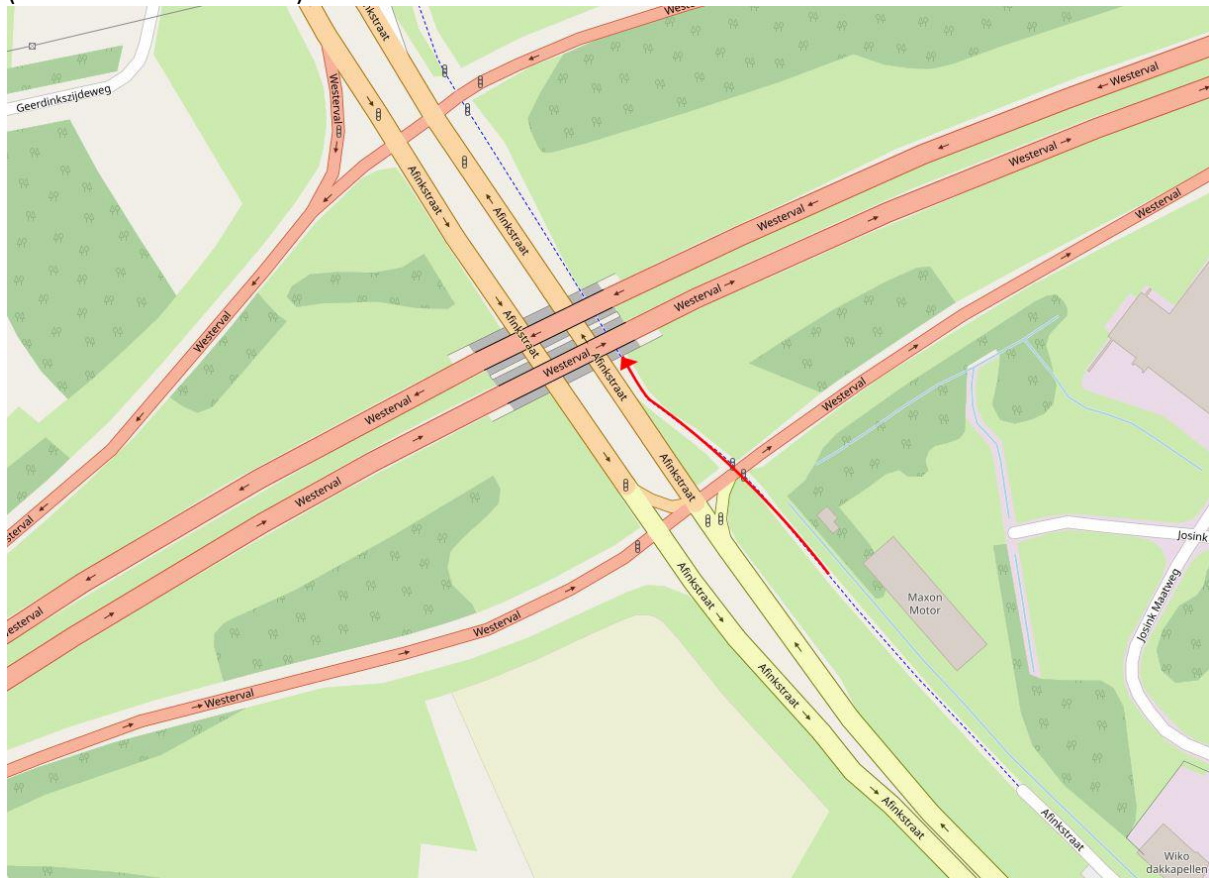
Tijdens de analyse van de data omtrent de wachttijden bij VRI's kwam aan het licht dat er voor sommige VRI's onwaarschijnlijk hoge waarden zijn gemeten. Hierbij valt te denken aan een gemiddelde wachttijd over de werkdag van meer dan 40 seconden terwijl het een rustig kruispunt betreft, of een maximale wachttijd van meer dan een uur. Deze onzuiverheden in de data is volledig toe te schrijven aan de manier van meten en uit zich in twee scenario's. Het eerste scenario wordt geïllustreerd aan de hand van XP47 (Parkweg – Volksparksingel):



Figuur 20: Meetfouten op XP47 (Parkweg - Volksparksingel)

In de bovenstaande figuur is het kruispunt van de Parkweg met de Volksparksingel te zien. De blauwe stippellijnen geven de verschillende fietspaden weer die langs en over dit kruispunt liggen. In dit voorbeeld arriveert de fietser, weergegeven met een rode lijn, uit het westen. Een tiental meters voor hij bij de stopstreep is wordt hij geregistreerd door de eerste detectielus (verweglus). Op dat moment wordt er een voorlopige groenaanvraag naar de VRI gestuurd en begint de wachttijdregistratie. Het verkeerslicht gaat voor hem echter pas definitief op groen wanneer hij ook geregistreerd wordt bij de tweede detectielus (koplus). In bovenstaand voorbeeld passeert de fietser deze echter nooit, aangezien hij van plan is rechtsaf te slaan en dit vrij kan zonder voor een verkeerslicht te hoeven wachten. Dit principe van “rechtsaf vrij” is in vrijwel heel Enschede doorgevoerd. Voor de wachttijdmeting levert dit echter een probleem op. Wanneer de fietser niet definitief bij de stopstreep arriveert wordt de groenaanvraag nooit doorgezet, en telt de wachttijdregistratie door totdat er een nieuwe fietser arriveert die wel rechtdoor gaat. Dit levert kleine fouten in wachttijdregistratie op bij hoge intensiteiten (er arriveren vaak meerdere fietsers in een minuut waarvan er altijd wel een rechtdoor gaat) en grote fouten bij lage intensiteiten, wanneer er bijvoorbeeld 10 minuten zit tussen de eerste fietser die rechtsaf sloeg en de tweede fietser die wel rechtdoor gaat. Het levert over de gehele dag echter grote onzekerheid op in de data, aangezien er geen eenduidige relatie af te leiden is tussen de intensiteit en de foutgrootte.

Het tweede scenario wordt geïllustreerd aan de hand van een andere VRI met veel meetfouten: XP92 (Afinkstraat – Westerval).



Figuur 21: Meetfouten op XP92 (Afinkstraat - Westerval)

Op het kruispunt in bovenstaand figuur is geen sprake van een “rechtsaf vrij” situatie. In plaats daarvan is er slechts één richting waarover fietsers het kruispunt kunnen passeren. Het betreft de kruising tussen het fietspad en de oprit naar de Westerval in oostelijke richting. Omdat dit kruispunt zeer overzichtelijk is kunnen fietsers goed voorspellen of ze wel of niet kunnen oversteken, helemaal wanneer het relatief rustig is op de weg. Hierdoor openbaart zich een tweede situatie waarbij de wachttijdregistratie foutief is: roodrijden. Het komt regelmatig voor dat een fietser wel wordt geregistreerd door de eerste lus (verweglus), maar niet door de tweede lus (koplus). Om een fietser alsnog groen licht te kunnen geven is daarom een meldpaal aangebracht waarop de fietser zelf door middel van een drukknop een groenaanvraag kan doen. Wanneer de fietser echter ziet dat er geen auto's rechtsaf willen slaan de toerit op fiets hij door rood in plaats van op de knop te drukken. Omdat XP92 een kruising betreft met gedurende de hele dag lage fietsintensiteiten, levert dit direct grote fouten in de data op.

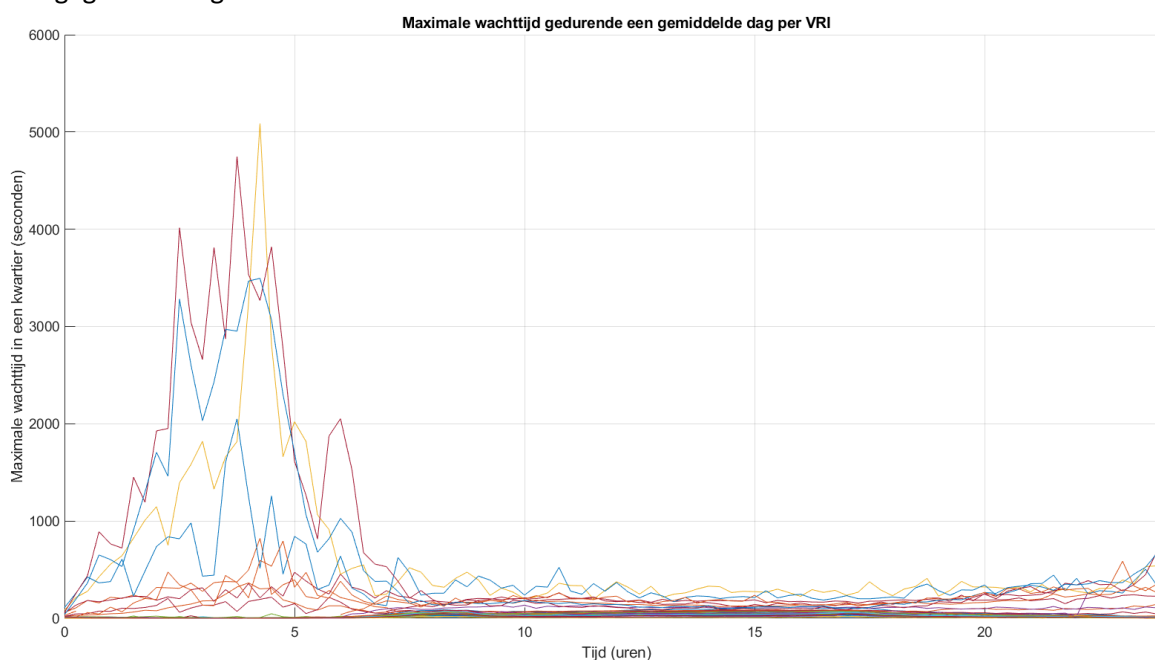
C.1 | Filteren van foutieve waarden

Om de foutieve waarden uit de data te filteren wordt er gebruik gemaakt van de maximale wachttijd per kwartier. De fouten openbaren zich namelijk het duidelijkst in de maximale wachttijd. Een illustratie daarvan is weergegeven in Tabel 13. Fietser 1 verstoort duidelijk de data, maar omdat er in de gedetailleerde data per fietser niet beschikbaar is in de data en enkel de kwartiergemiddelden uit de onderzijde van de tabel, is er geen mogelijkheid om dit uit te filteren. Wanneer er naar de kwartiergemiddelden gekeken wordt blijkt uit het gemiddelde niet per sé dat er een meetfout is. Met 80 seconden wachttijd gemiddeld zou dit ook simpelweg een slecht presterende VRI kunnen zijn. Uit de maximale wachttijd wordt sneller duidelijk dat deze waarden waarschijnlijk niet correct zijn. Daarom wordt voor de foutenanalyse de maximale wachttijd per kwartier gebruikt.

Tabel 13: Voorbeeld fouten in wachttiiden

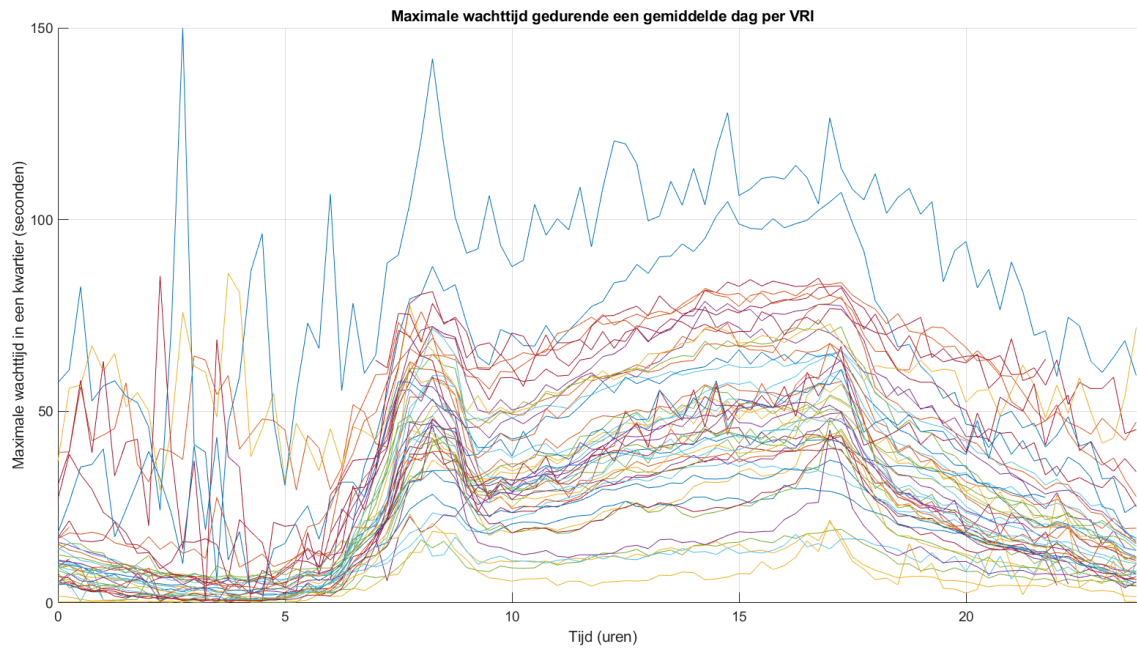
Fietser	Richting	Wachttijd (sec)
1	Rechtsaf	240
2	Rechtdoor	30
3	Rechtdoor	25
4	Rechtdoor	27
Gemiddeld		80.5
Gemiddeld gecorrigeerd		27.3
Maximaal		240
Maximaal gecorrigeerd		30

De maximale wachttijd per kwartier (gemiddeld over de meetperiode september t/m november) is weergegeven in Figuur 22.



Figuur 22: Maximale wachttijd op een dag per VRI

Uit de figuur blijkt dat er een aantal VRI's zijn met absurd hoge waarden tot 5000 seconden, zodat de kleinere fouten niet eens af te lezen zijn uit de figuur. Als eerste worden daarom alle maximale wachttijden per kwartier van meer dan 300 seconden verwijderd. Na 300 seconden gaat een VRI namelijk in foutstatus en gaan alle verkeerslichten oranje knipperen.

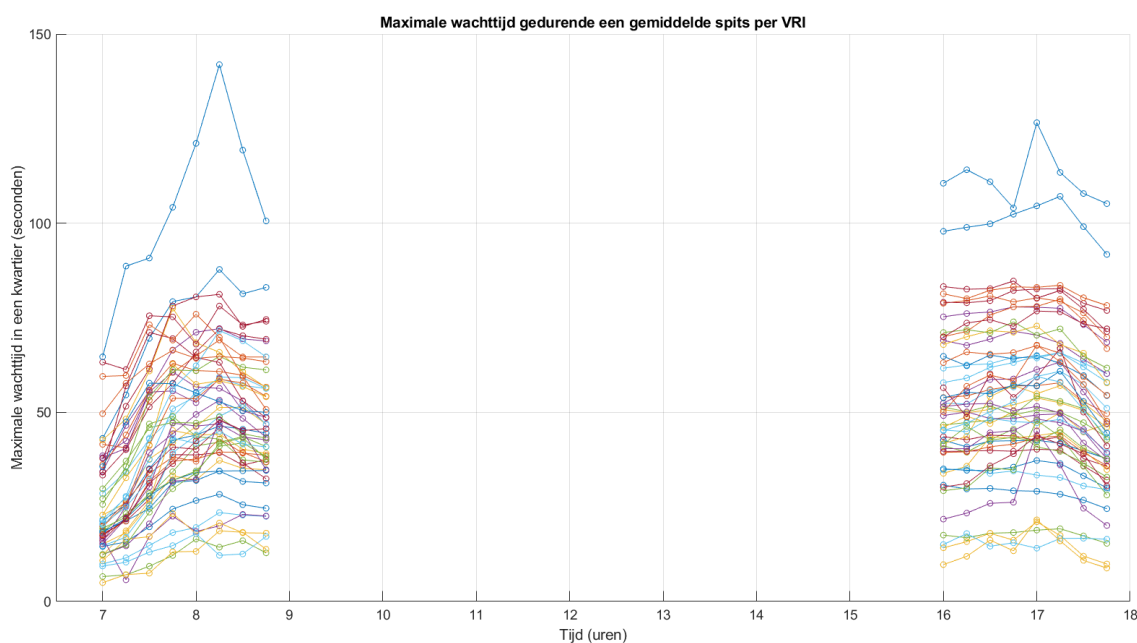


Figuur 23: Maximale wachttijd op een dag per VRI na eerste filter

Het resultaat van het filteren van alle maximale wachttijden groter dan 300 seconden is te zien in bovenstaande figuur. Voor bijna alle VRI's valt de maximale wachttijd nu binnen de ochtendspits (7:00 – 9:00) of avondspits (16:00 – 18:00), zoals ook logischerwijs te verwachten valt, aangezien het dan het drukst is op de weg. Om ook de gemiddelde wachttijd realistischer te maken wordt ook alle data van gemiddelde wachttijden per kwartier verwijderd in de kwartieren en voor de richtingen waarbij de maximale wachttijd groter is dan 300 seconden.

C.2 | Maximale wachttijd

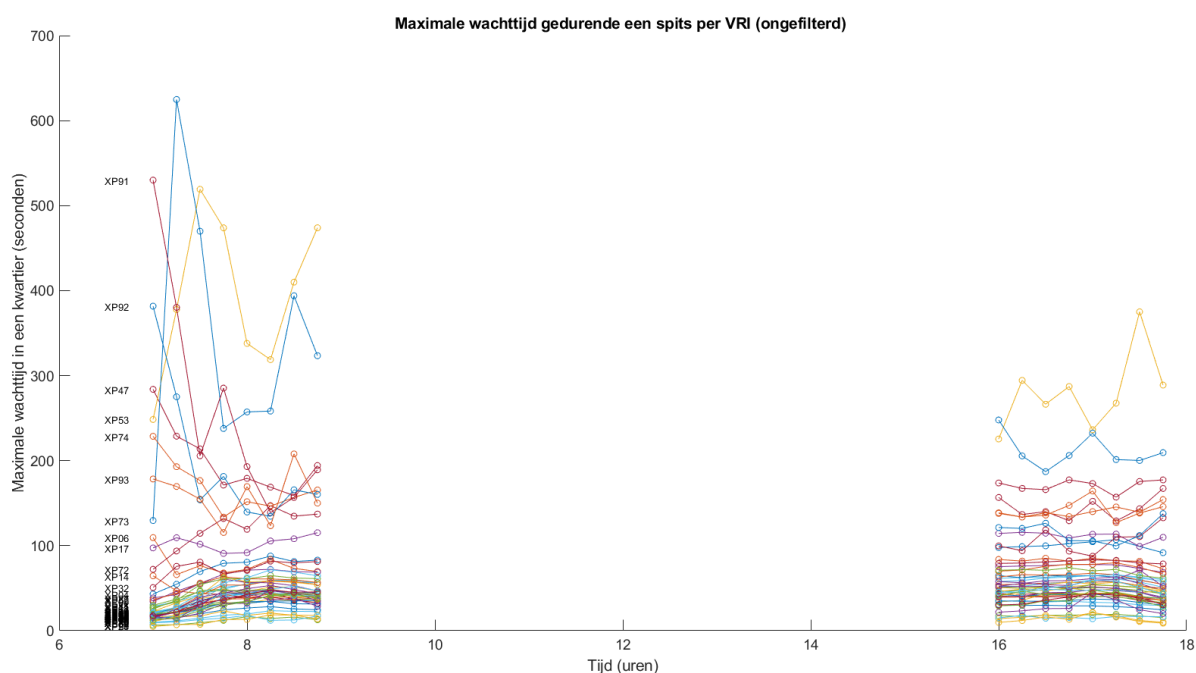
Voor een zevental VRI's blijven in Figuur 23 echter onrealistische waarden bestaan, voornamelijk in de nacht en vroege ochtend. Om voor alle VRI's een gefundeerde uitspraak te kunnen doen over de wachttijden wordt er aangenomen dat de maximale wachttijd op een dag tijdens de spits plaatsvindt. Dit levert de volgende figuur op:



Figuur 24: Maximale wachttijd in de spits per VRI (gefilterd)

In Figuur 24 blijven nog twee grote pieken over. Bij nadere analyse blijken de grootste pieken van XP04 (De Ruyterlaan – Parkweg) en XP73 (Gronausestraat – Esmarkelaan) te zijn. Voor XP04 is een maximale wachttijd op het drukste moment van de dag van circa 110 seconden realistisch gebaseerd op de reputatie van het kruispunt. Voor XP73 lijkt de waarde van 125 erg onrealistisch. Omdat de foute waarden er niet verder uit gefilterd kunnen worden is XP73 niet meegenomen in de analyse.

Hoewel in Figuur 24 de meeste VRI's betrouwbare data lijken te leveren, moet er toch nog een kanttekening bij geplaatst worden. Data van maximale wachttijden van 300 seconden kan namelijk alsnog fout zijn, en ook een vrijwel constante fout van 40 seconden levert enorme vertekeningen op in het beeld van de maximale wachttijd. Hoewel er aangenomen kan worden dat de fouten in de spits het kleinst zijn, hebben een aantal VRI's dermate grote fouten buiten de spits dat hun prestaties voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden. Dit wordt duidelijk uit de volgende figuur, waarbij de waarden in de spits zijn weergegeven, maar de maximale wachttijden groter dan 300 seconden niet uit de data zijn gefilterd.



Figuur 25: Maximale wachttijd in de spits per VRI (ongefilterd)

Voor een zevental VRI's is te zien dat hoewel de metingen in de spits gedaan zijn, de wachttijd toch ongelooftwaardig hoog is. Het gaat hierbij om de volgende VRI's:

- XP47 (Parkweg – Volksparksingel)
- XP53 (Gronausestraat – Oostweg)
- XP73 (Gronausestraat – Esmarkelaan)
- XP74 (Gronausestraat – Heidevlinder)
- XP91 (Auke Vleerstraat – Hendrik ter Kuilestraat)
- XP92 (Afinkstraat – Westerval)
- XP93 (Auke Vleerstraat – Tweekeler Es)

Omdat, met uitzondering van XP73, de waarden redelijk geloofwaardig lijken nadat de maximale wachttijden van meer dan 300 seconden eruit zijn gefilterd, zijn bovenstaande VRI's met uitzondering van XP73 toch meegenomen in de evaluatie. Er moet echter wel voorzichtig omgesprongen worden met de conclusies die worden verbonden aan de uitkomst van de evaluatie rondom deze VRI's.

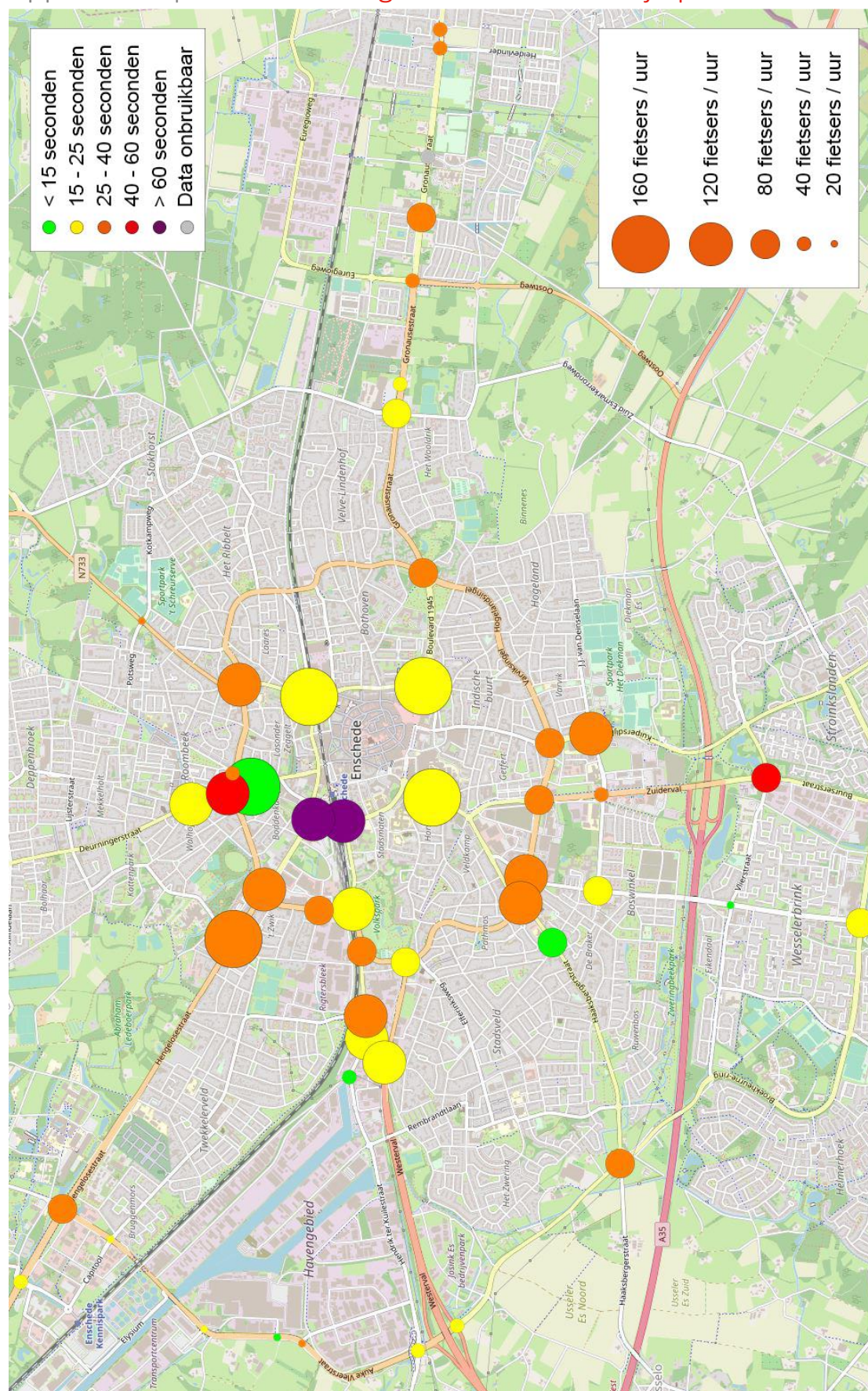
C.3 | Gemiddelde wachttijd

Voor de (gewogen) gemiddeldes wordt gebruik gemaakt van de gefilterde data uit de eerste paragraaf. Wanneer voor een bepaald kwartier in een bepaalde richting de gemeten maximale wachttijd groter is dan 300 seconden, worden zowel de maximale wachttijd als de bijbehorende gemiddelde wachttijd van het betreffende kwartier en richting verwijderd.

Zoals in de vorige paragraaf is geïllustreerd zitten er in de maximale wachttijden nog steeds veel meetfouten, waardoor de uitkomsten van de analyse beperkt bruikbaar zijn. Het voordeel van de manier waarop de meetfouten worden gecreëerd is dat ze groot zijn bij lage intensiteiten en klein bij hoge intensiteiten. Door een gewogen gemiddelde te gebruiken waarbij de intensiteit per kwartier bepaalt hoe zwaar de wachttijd van dat kwartier meetelt, worden de meetfouten er vanzelf uitgefilterd.

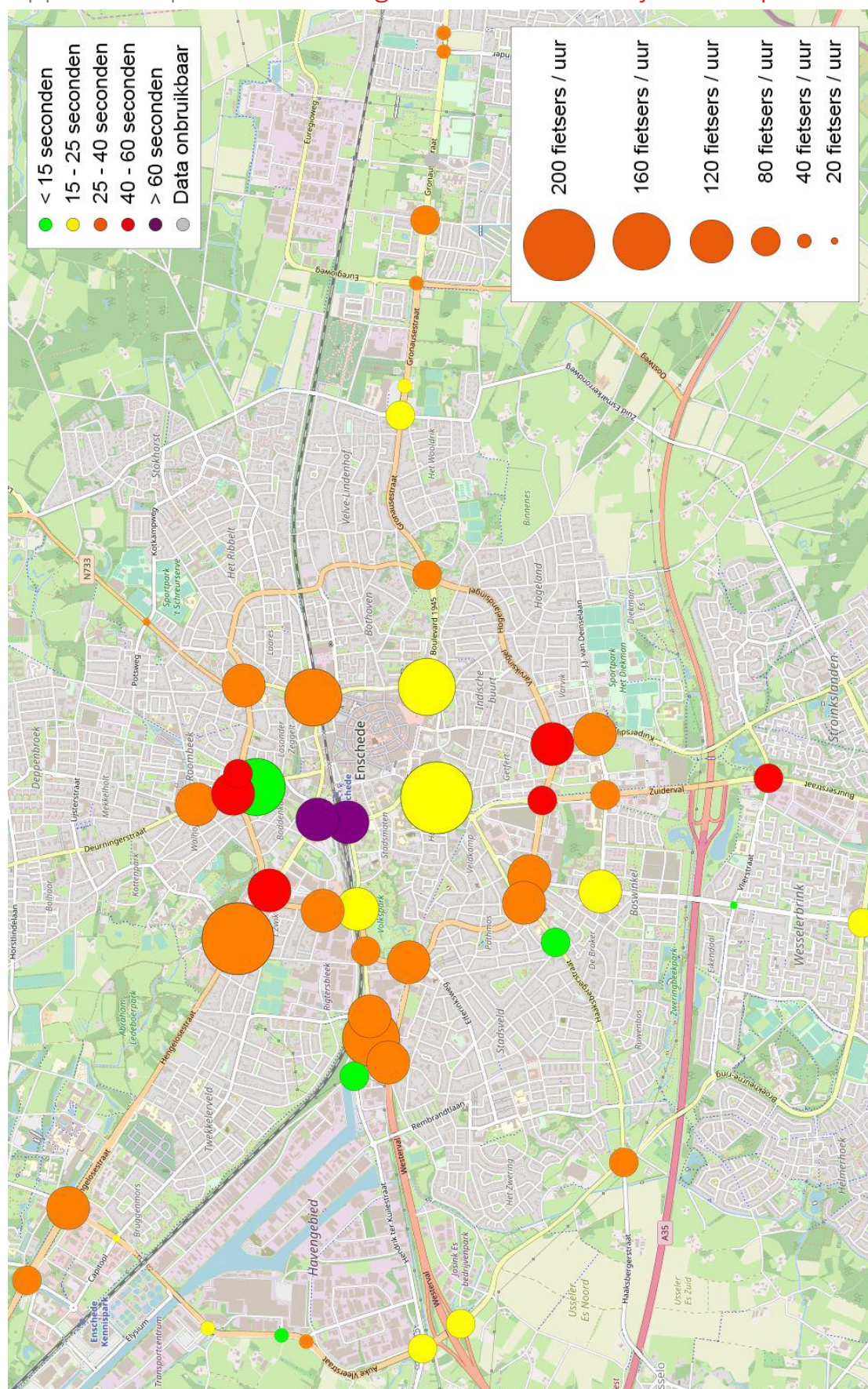
In dit onderzoek worden daarom voor alle resultaten gewogen gemiddelden gebruikt. Hoewel de vergelijking met 2011 hierdoor niet helemaal direct te maken is, geeft dit de meest geloofwaardige waarden. Voor de volledigheid zijn ook de ongewogen gemiddelden in [Appendix K | Prestaties VRI's t.o.v. 2011 \(werkdag 7:00 – 18:00\)](#) weergegeven.

Appendix D | Intensiteit en gemiddelde wachttijd per VRI



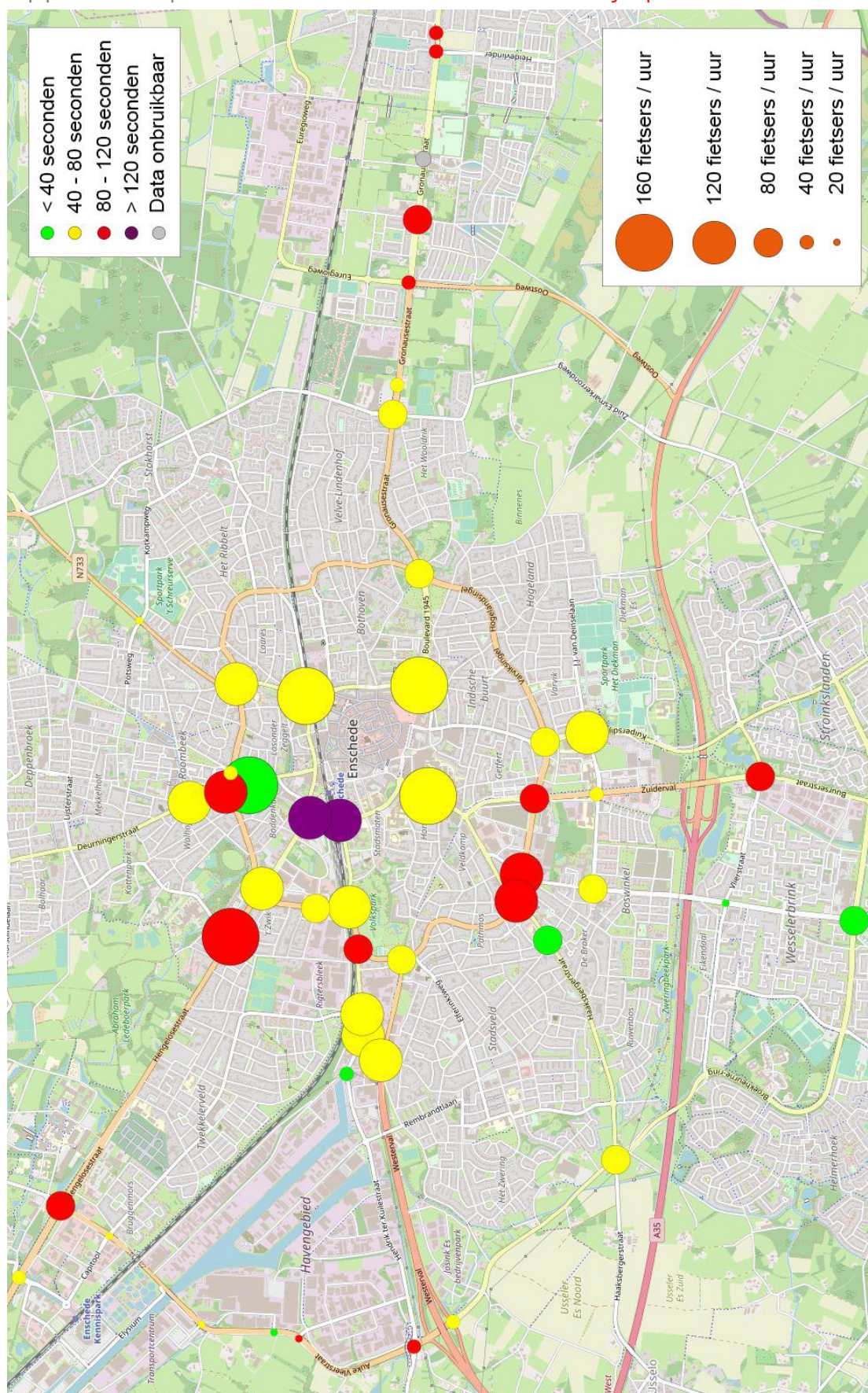
Figuur 26: Kaart van Enschede met de gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI

Appendix E | Intensiteit en gemiddelde wachttijd in de spits



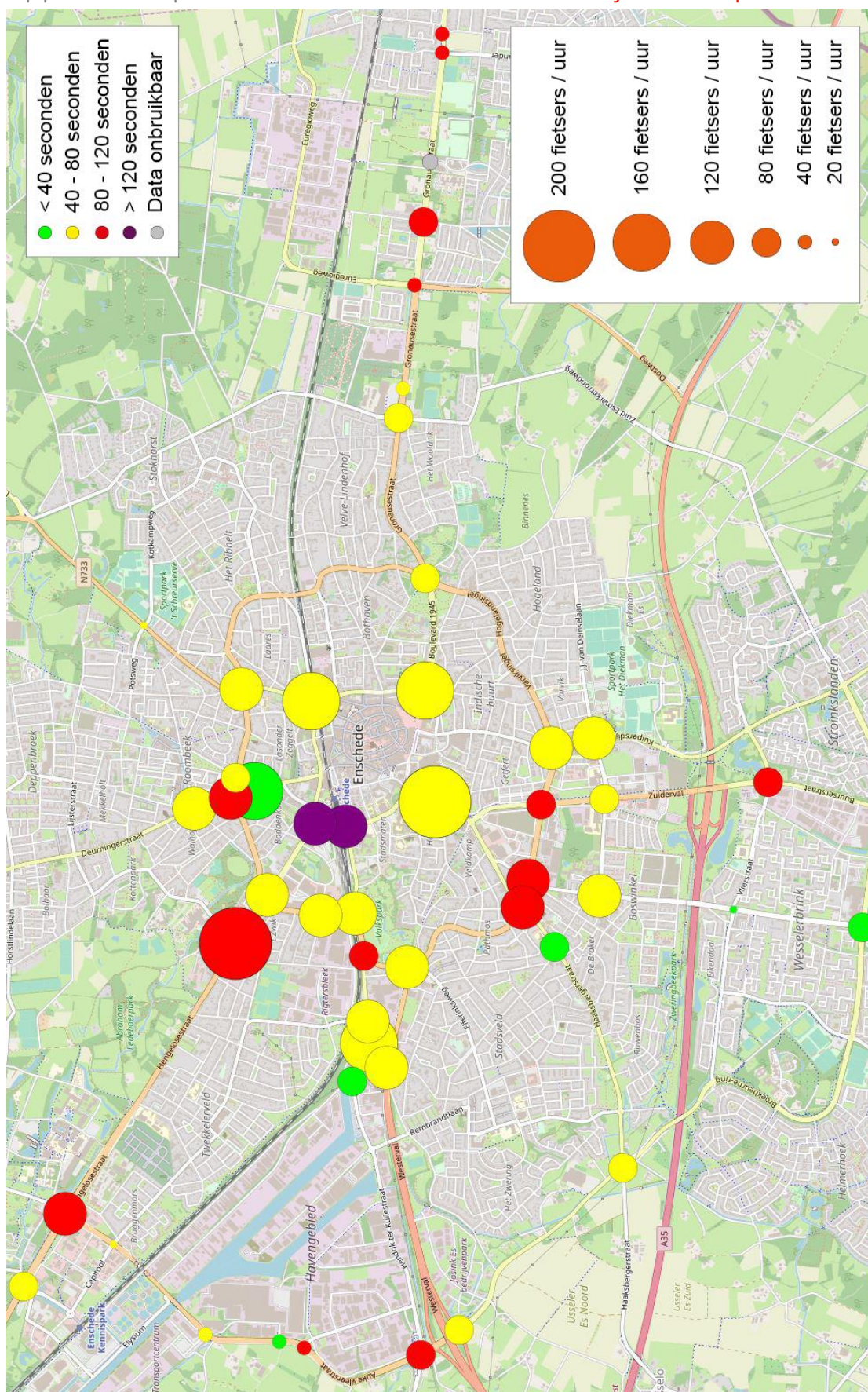
Figuur 27: Kaart van Enschede met de gemiddelde wachttijden en intensiteiten per VRI in de spits

Appendix F | Intensiteit en maximale wachttijd per VRI



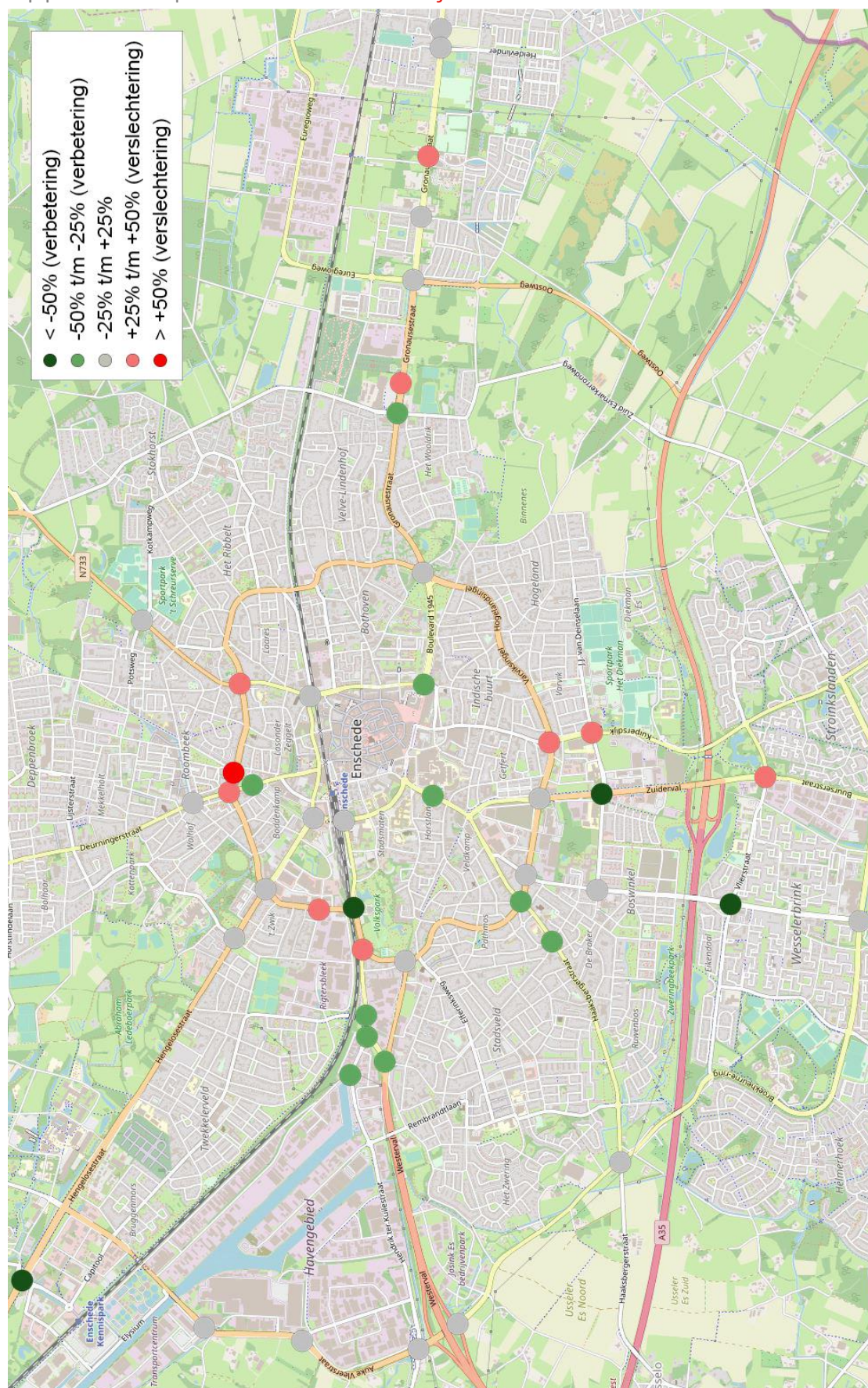
Figuur 28: Kaart van Enschede met de maximale wachttijden en intensiteiten per VRI

Appendix G | Intensiteit en maximale wachttijd in de spits

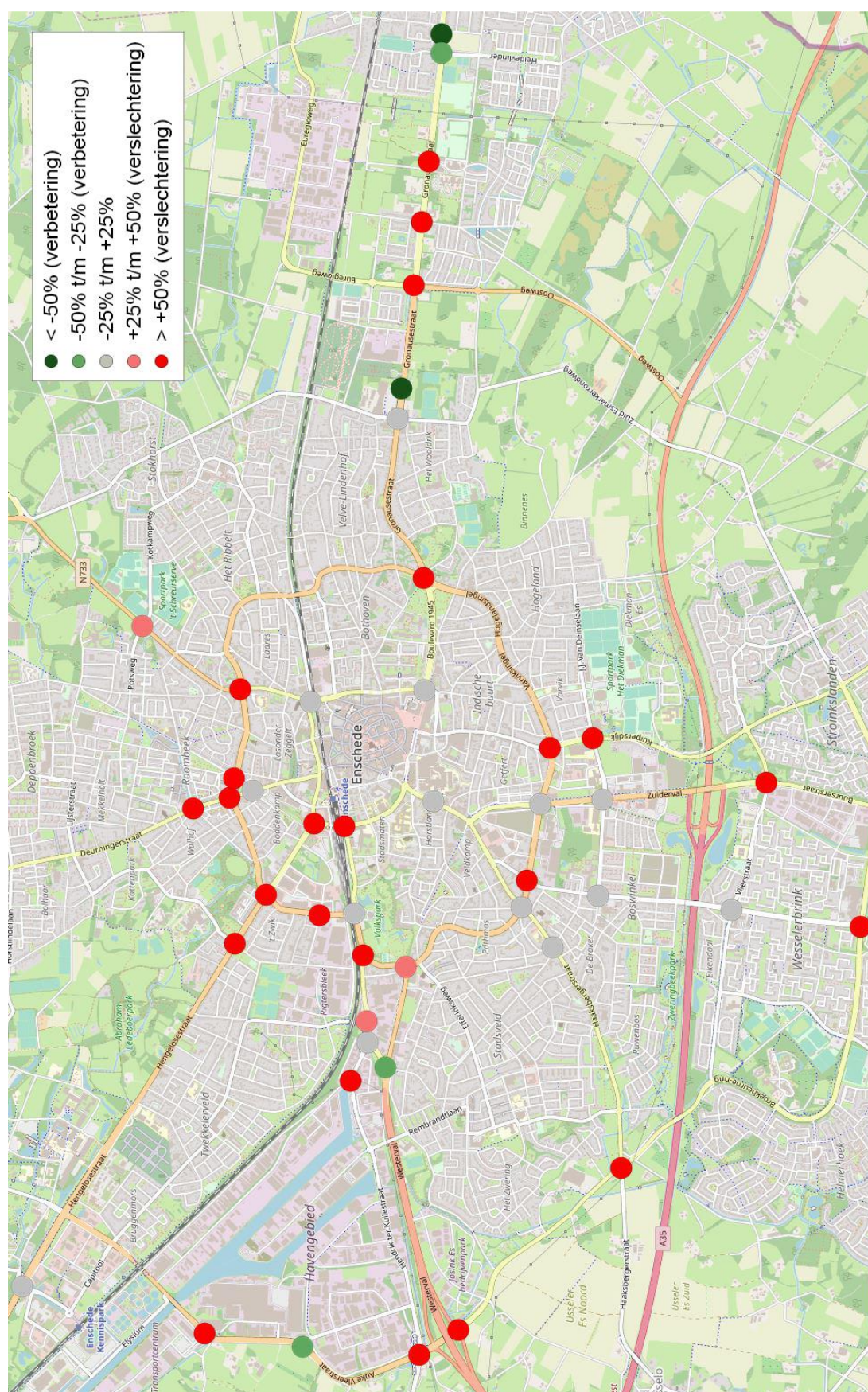


Figuur 29: Kaart van Enschede met de maximale wachttijden en intensiteiten per VRI in de spits

Appendix H | Verschil in wachttijden tussen 2011 en 2018

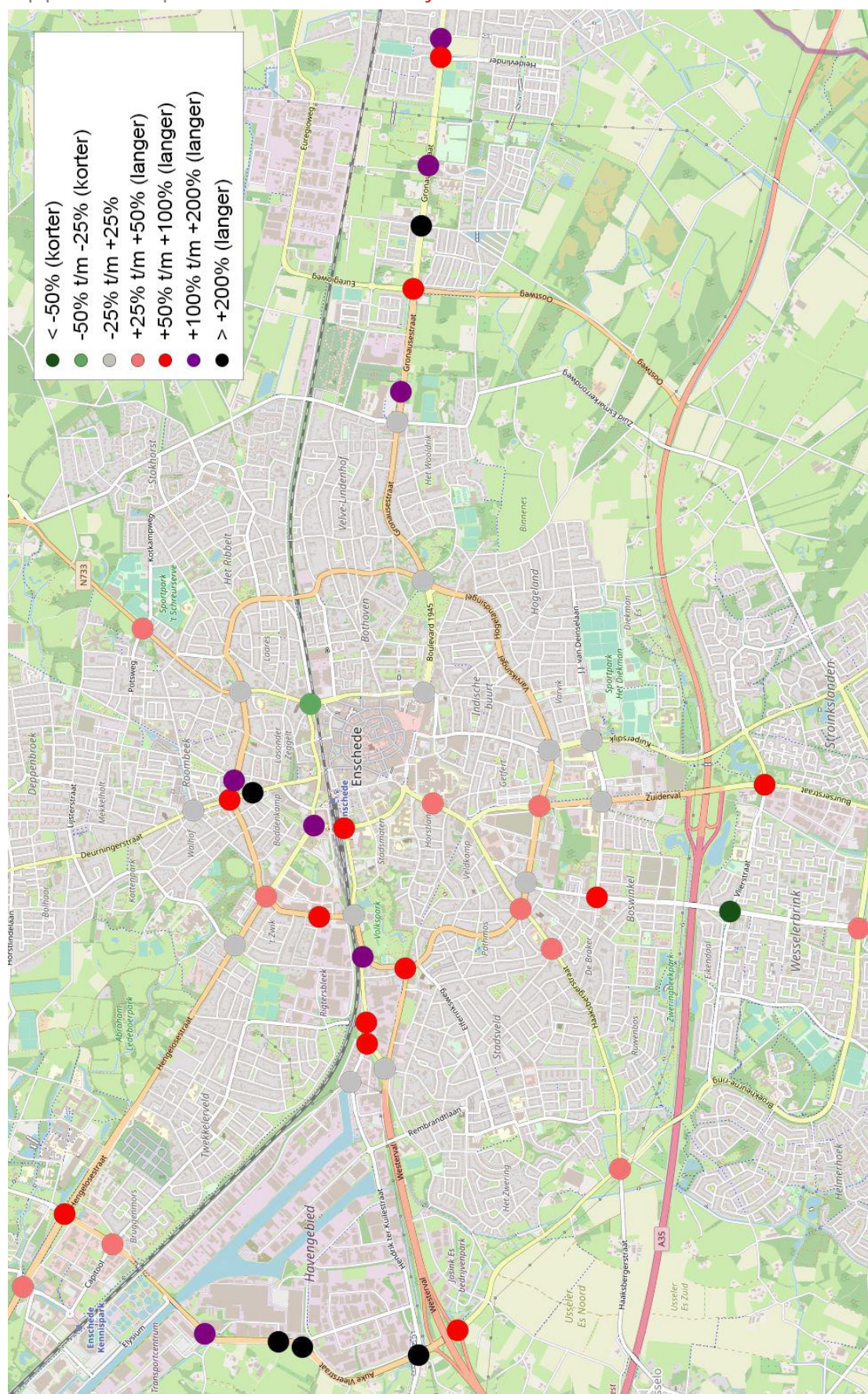


Figuur 30: Verschil in gemiddelde wachttijden per VRI tussen 2011 en 2018

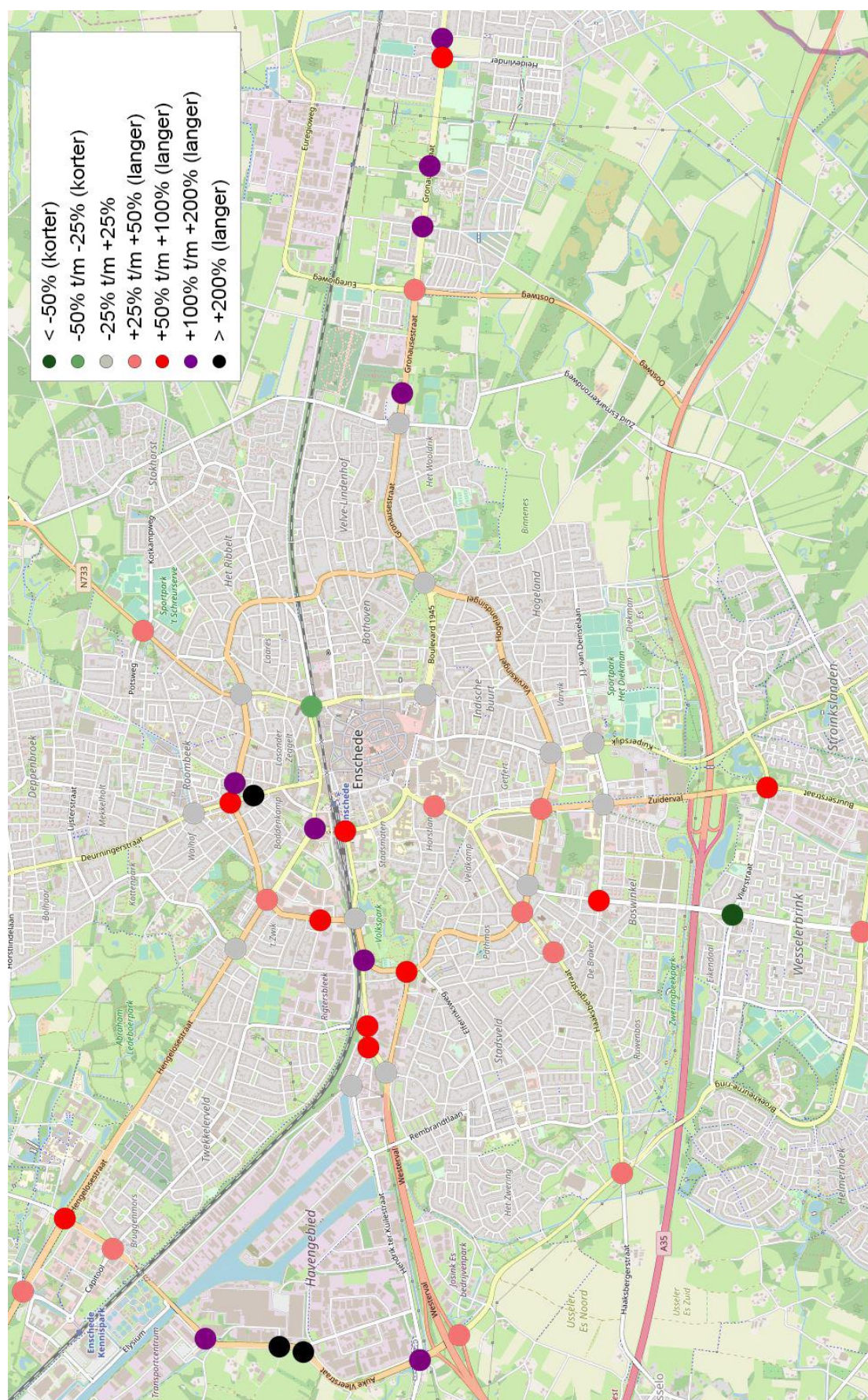


Figuur 31: Verskil in maximale wachttijden per VRI tussen 2011 en 2018

Appendix I | Verschil in wachttijden tussen fietsers en auto's

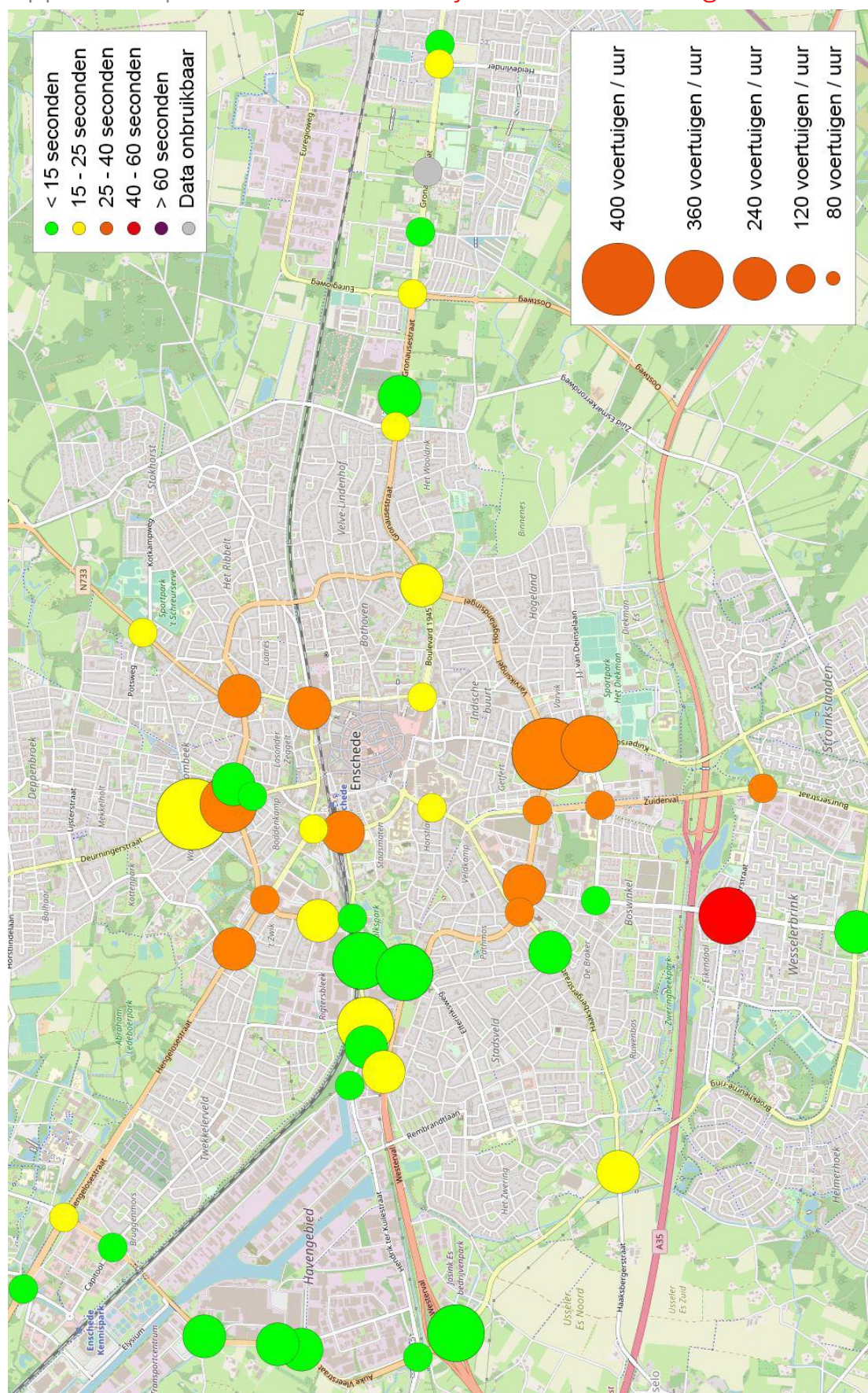


Figuur 32: Verschil wachttijden fietsers ten opzichte van wachttijden motorvoertuigen per VRI



Figuur 33: Verschil wachttijden fietsers ten opzichte van wachttijden motorvoertuigen in de spits per VRI

Appendix J | Gemiddelde wachttijden motorvoertuigen



Figuur 34: Kaart van Enschede met de gemiddelde wachttijden en intensiteiten voor motorvoertuigen per VRI

Appendix K | Prestaties VRI's t.o.v. 2011 (werkdag 7:00 – 18:00)

Tabel 14: Gemiddelde en maximale wachttijden voor fietsers in 2011 en 2018 per VRI

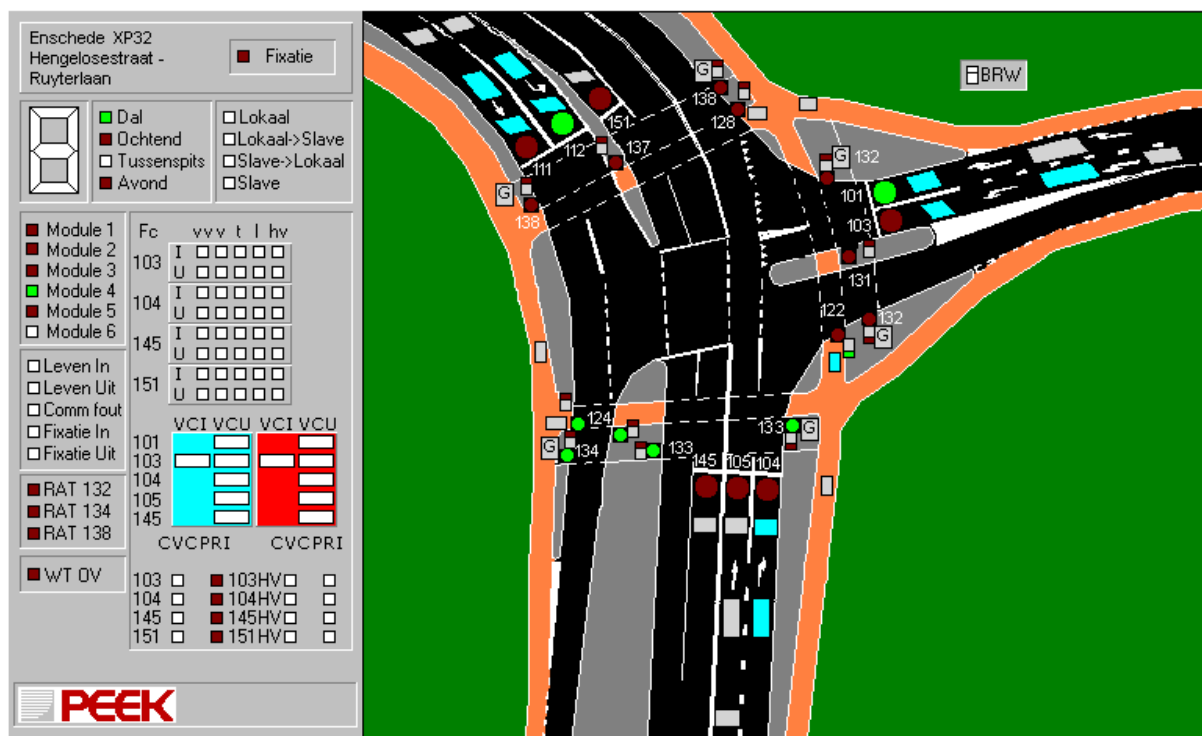
VRI	Locatie	Gemiddelde wachttijd (s)			Maximale wachttijd (s)	
			Ongewogen	Gewogen		
		2011	2018	2018	2011	2018
XP04	Parkweg - De Ruyterlaan	74	60	63	81	134
XP06	Haaksbergerstraat - Singel	58	40	39		87
XP08	Oldenzaalsestraat - Singel	24	29	31	29	69
XP09	Deurningerstraat - Singel	36	47	51	49	94
XP10	Deurningerstraat - Roomweg	21	21	22	29	58
XP11	Hengelosestraat - Singel	36	39	39	42	76
XP12	Parkweg - Tubantiasingel	39	19	18	55	50
XP13	Getfertsingel – Burg. van Veenlaan	35	32	35	40	81
XP14	Gronausestraat - Singel	30	26	25	35	68
XP16	Boulevard 1945 - Oldenzaalsestraat	31	19	20		53
XP17	Gronausestraat - Willem Barendszstraat	32	33	29	229	83
XP18	Haaksbergerstraat - MST	31	21	20	69	66
XP19	Hengelosestraat - Goolkatenweg	34	31	30	44	81
XP20	Gronausestraat - Esmarkerrondweg	44	23	23	48	55
XP24	Burg. van Veenlaan – Weth. Beversstraat	21	19	20		52
XP25	Kuipersdijk - Varviksingel	26	36	39	30	79
XP26	Parkweg - Hendrik ter Kuilestraat	45	21	25	51	60
XP27	Haaksbergerstraat - Usselerrondweg	38	27	28	51	77
XP29	Burg. van Veenlaan - Broekheurnerrondweg	20	14	4	27	27
XP30	Burg. van Veenlaan – Broekheurne-Ring	19	15	16	22	40
XP32	Hengelosestraat - De Ruyterlaan	53	51	60	63	128
XP37	Parkweg - Westerval	37	20	22	63	46
XP38	Westerval - Singel	32	23	24	42	56
XP39	Parkweg - Lambertus Buddestraat	43	26	28	51	67
XP41	Oldenzaalsestraat - Potsweg	33	24	25	48	66
XP42/XP43	Oldenzaalsestraat - Molenstraat	21	24	25		66
XP45	Kuipersdijk - Wethouder Beversstraat	21	25	27	29	78
XP47	Parkweg - Volksparksingel	23	41	33	30	98
XP49	Haaksbergerstraat - B.W. ter Kuilestraat	23	15	14	28	29
XP52	Buurserstraat - Vlierstraat	34	44	46	41	100
XP53	Gronausestraat - Oostweg	28	33	28	37	89
XP54	Gronausestraat - MIRO	13	25	19	126	55
XP62	Zuiderval - Singel	36	42	39	77	93
XP63	Zuiderval - Wethouder Beversstraat	59	26	26	70	62
XP72	Gronausestraat - Dolphiaweg	29	29	26	38	85
XP74	Gronausestraat - Heidevlinder	30	37	28	164	89
XP76	Hendrik ter Kuilestraat - Kanaalstraat	14	9	9	16	28
XP77	Tubantiasingel - Schuttersveld	22	27	29	30	60
XP81	Lasondersingel - HOV baan	14	27	38	15	54
XP82	Deurningerstraat - HOV baan	14	10	8	24	19
XP91	Auke Vleerstraat - Hendrik ter Kuilestraat	14	22	17	21	84
XP92	Afinkstraat - Westerval	20	24	20	39	64
XP93	Auke Vleerstraat - Twekkeler Es	32	29	25	130	83
XP94	Auke Vleerstraat - Ingenieur Hanlostraat		9	4		23
XP95/XP75	Auke Vleerstraat - Transportcentrum	18	16	16	26	58
XP96	Auke Vleerstraat - Jupiterstraat		21	20		58
XP97	Hengelosestraat - Drienerlolaan		29	29		88
XP98/XP61	Hengelosestraat - Drienerbeeklaan	54	18	21	76	62

Appendix L | Gewogen gemiddelde wachttijden fiets en auto

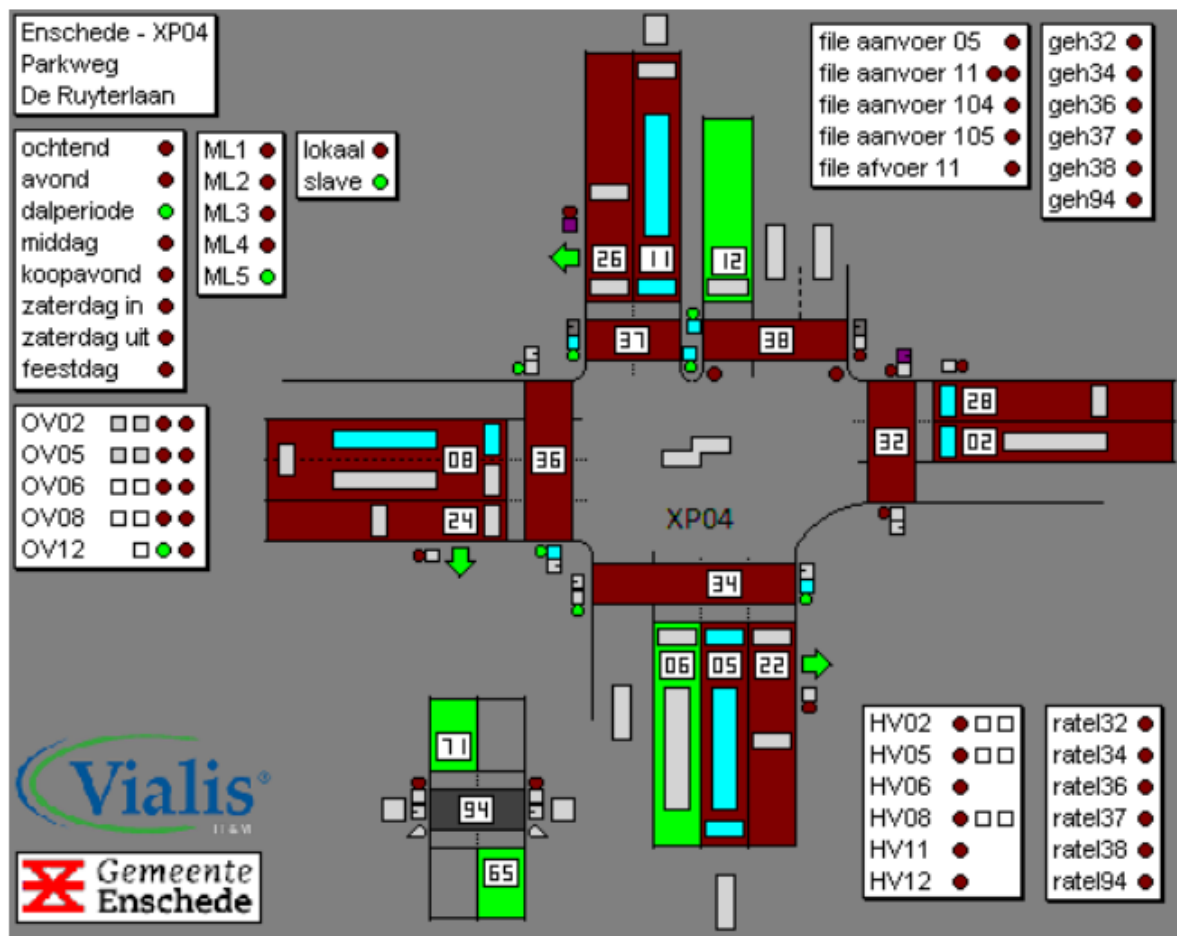
Tabel 15: Gewogen gemiddelde wachttijden in 2018 voor fietsers en motorvoertuigen in de spits en over de hele werkdag

VRI	Locatie	Fiets (s)		Auto (s)	
		Werkdag	Spits	Werkdag	Spits
XP04	Parkweg - De Ruyterlaan	63	68	34	37
XP06	Haaksbergerstraat - Singel	39	39	28	28
XP08	Oldenzaalsestraat - Singel	31	34	26	30
XP09	Deurningerstraat - Singel	51	57	32	36
XP10	Deurningerstraat - Roomweg	22	25	21	24
XP11	Hengelosestraat - Singel	39	42	27	30
XP12	Parkweg - Tubantiasingel	18	19	15	17
XP13	Getfertsingel – Burgemeester van Veenlaan	35	35	32	33
XP14	Gronausestraat - Singel	25	26	24	25
XP16	Boulevard 1945 - Oldenzaalsestraat	20	20	18	18
XP17	Gronausestraat - Willem Barendszstraat	29	31	14	15
XP18	Haaksbergerstraat - MST	20	25	15	19
XP19	Hengelosestraat - Goolkatenweg	30	34	27	33
XP20	Gronausestraat - Esmarkerrondweg	23	24	24	26
XP24	Burgemeester van Veenlaan – Wethouder Beversstraat	20	21	13	13
XP25	Kuipersdijk - Varviksingel	39	41	39	39
XP26	Parkweg - Hendrik ter Kuilestraat	25	32	15	18
XP27	Haaksbergerstraat - Usseleerrondweg	28	32	21	25
XP29	Burgemeester van Veenlaan - Broekheurnerrondweg	4	5	43	46
XP30	Burgemeester van Veenlaan – Broekheurne-Ring	16	16	12	12
XP32	Hengelosestraat - De Ruyterlaan	60	67	23	25
XP37	Parkweg - Westerval	22	25	22	26
XP38	Westerval - Singel	24	29	15	17
XP39	Parkweg - Lambertus Buddestraat	28	34	17	20
XP41	Oldenzaalsestraat - Potsweg	25	30	18	21
XP42/XP43	Oldenzaalsestraat - Molenstraat	25	26	38	39
XP45	Kuipersdijk - Wethouder Beversstraat	27	34	29	29
XP47	Parkweg - Volksparksingel	33	36	12	14
XP49	Haaksbergerstraat - B.W. ter Kuilestraat	14	14	9	10
XP52	Buuserstraat - Vlierstraat	46	54	26	31
XP53	Gronausestraat - Oostweg	28	29	18	20
XP54	Gronausestraat - MIRO	19	17	9	8
XP62	Zuiderval - Singel	39	43	26	29
XP63	Zuiderval - Wethouder Beversstraat	26	29	31	35
XP72	Gronausestraat - Dolphiaweg	26	27	8	10
XP74	Gronausestraat - Heidevlinder	28	29	15	17
XP76	Hendrik ter Kuilestraat - Kanaalstraat	9	10	8	9
XP77	Tubantiasingel - Schuttersveld	29	30	16	17
XP81	Lasondersingel - HOV baan	38	43	14	20
XP82	Deurningerstraat - HOV baan	8	10	1	1
XP91	Auke Vleerstraat - Hendrik ter Kuilestraat	17	17	4	7
XP92	Afinkstraat - Westerval	20	20	12	14
XP93	Auke Vleerstraat - Tweekeler Es	25	27	6	6
XP94	Auke Vleerstraat - Ingenieur Hanlostraat	4	6	1	1
XP95/XP75	Auke Vleerstraat - Transportcentrum	16	21	7	9
XP96	Auke Vleerstraat - Jupiterstraat	20	24	14	17
XP97	Hengelosestraat - Drienerlolaan	29	35	17	21
XP98/XP61	Hengelosestraat - Drienerbeeklaan	21	26	14	19

Appendix M | Kruispuntontwerp XP04 en XP32 (De Ruyterlaan)

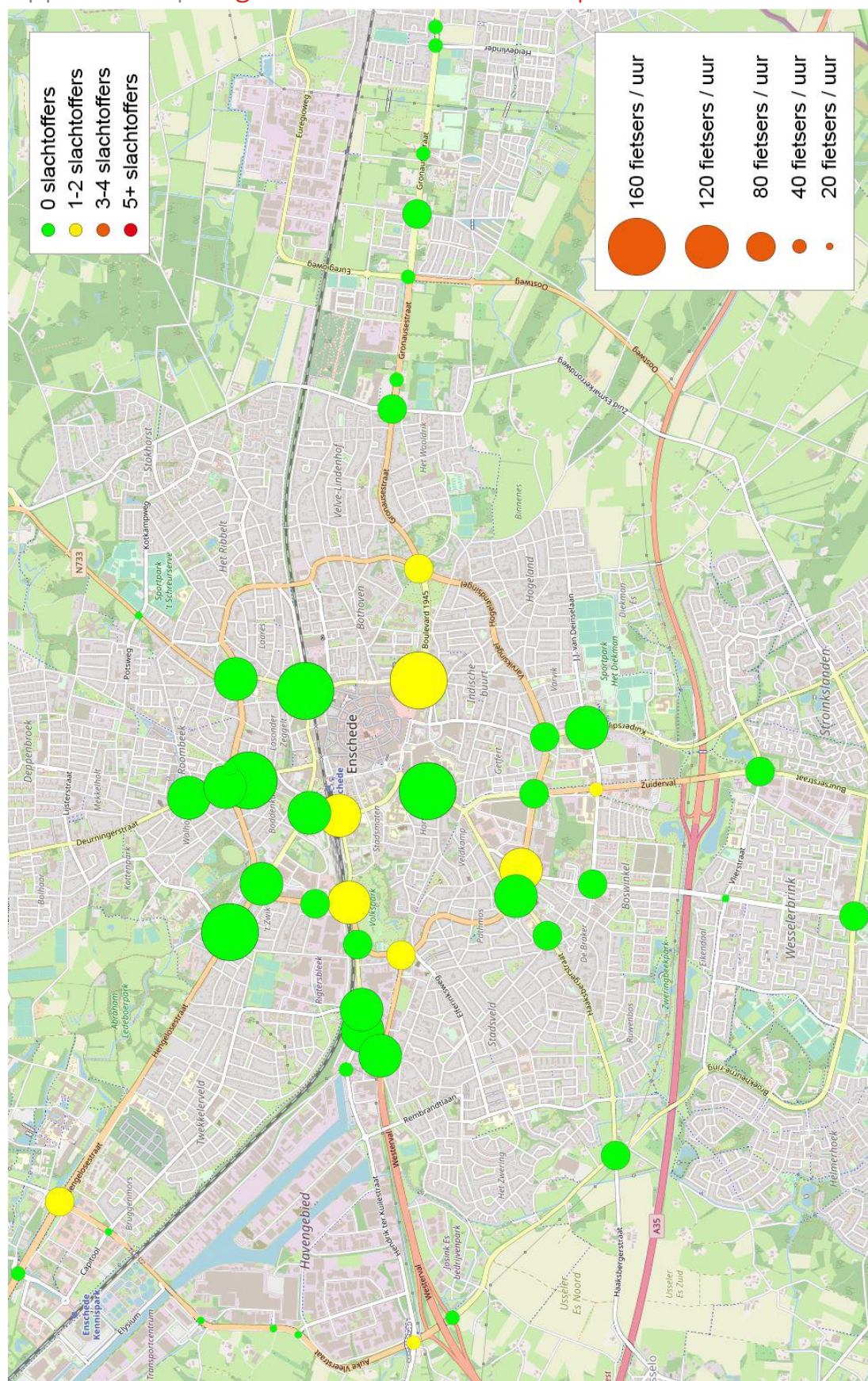


Figuur 35: Kruispuntontwerp XP32



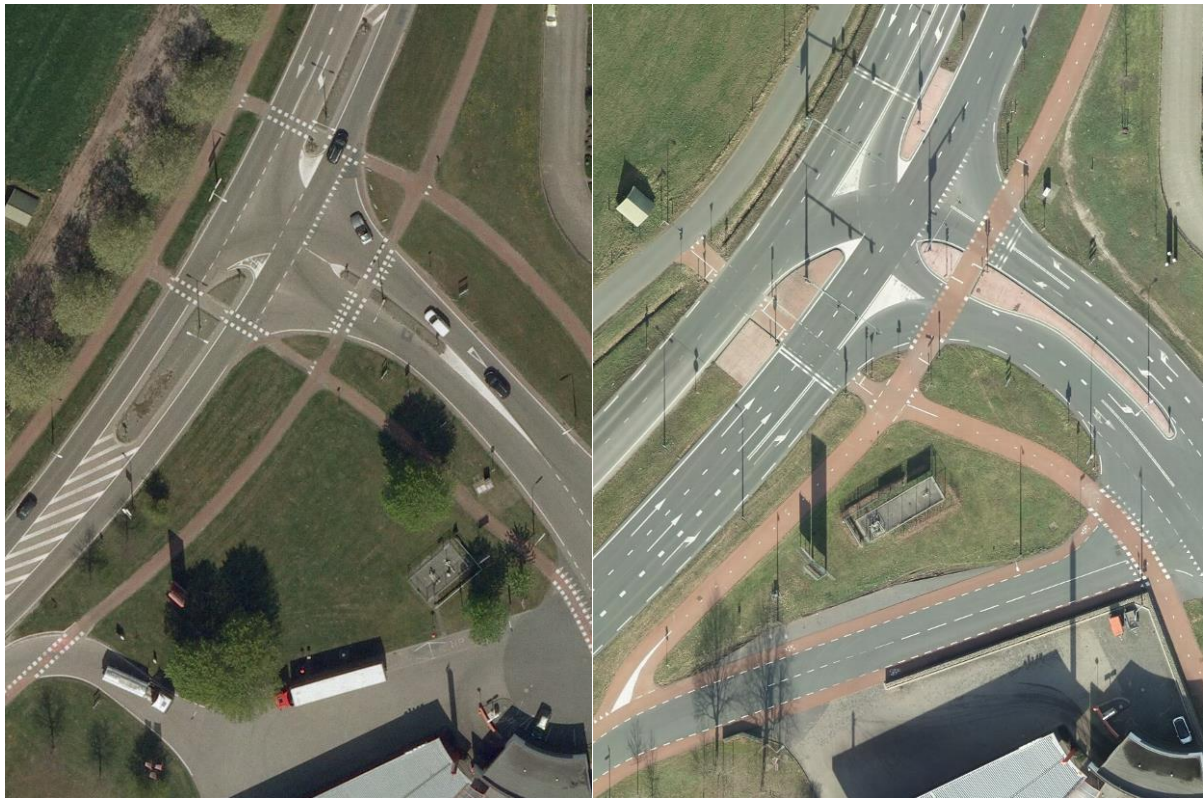
Figuur 36: Kruispuntontwerp XP04

Appendix N | Ongevallen en intensiteiten per VRI

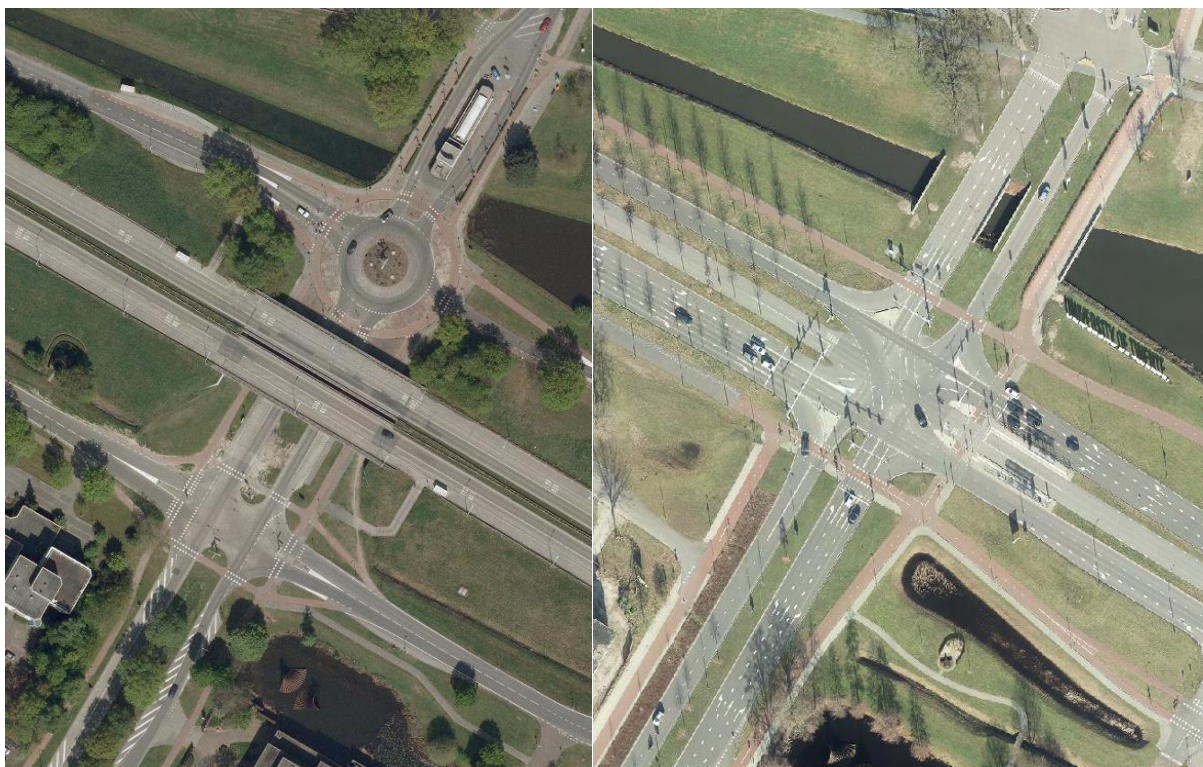


Figuur 37: Kaart van Enschede met het aantal letselslachtoffers onder fietsers in de periode 2016 t/m 2018 op kruispunten met een VRI

Appendix O | Kruispuntinrichting XP93 en XP97



Figuur 38: Kruispuntinrichting XP93 (Auke Vleerstraat - Tweekeler Es). Links: 2009, Rechts: 2019



Figuur 39: Kruispuntinrichting XP97 (Auke Vleerstraat - Hengelsestraat). Links: 2009, Rechts: 2019