



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Mobiliteitswetenschappen

master in de mobiliteitswetenschappen

Masterthesis

Analyse oversteken in smart cities

Hans Trines

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de mobiliteitswetenschappen

PROMOTOR :

Prof. dr. ir. Ansar-Ul-Haque YASAR

COPROMOTOR :

dr. Ariane CUENEN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2021

2022



School voor Mobiliteitswetenschappen

master in de mobiliteitswetenschappen

Masterthesis

Analyse oversteken in smart cities

Hans Trines

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de mobiliteitswetenschappen

PROMOTOR :

Prof. dr. ir. Ansar-Ul-Haque YASAR

COPROMOTOR :

dr. Ariane CUENEN

Voorwoord

Om de masteropleiding Mobiliteitswetenschappen af te sluiten, wordt het vak “Studio en masterproef” uitgevoerd. Hierbij worden alle voorgaande opleidingsonderdelen geïntegreerd tot één finale opdracht. Deze proef wordt geschreven aan de UHasselt en wordt uitgeschreven en uitgevoerd door een student. Ik koos voor het onderwerp voor dit vak: “Verbetering van de mobiliteit van voetgangers in Smart Cities met behulp van Big Data”.

Tijdens het doorlopen van dit proces heb ik veel bijgeleerd. Sommige zaken zijn goed gegaan en andere zaken konden beter. Zo was er een zeer goede communicatie tussen de promotor en de student. Ook stelde ik mezelf deadlines op waardoor ik alles altijd tijdig af had. Het verzamelen van de data ging ook naadloos, omdat er op voorhand altijd goed over werd nagedacht. Er zijn ook een aantal zaken minder goed verlopen bij het proces. Zo konden er geen perfect match gevonden worden tussen de twee kruispunten en waren er toch een aantal elementen die verschillend waren.

Verder zou ik graag enkele mensen bedanken, want zonder hun hulp zou dit rapport nooit tot stand zijn gekomen. Ten eerste dr. Ariane Cuenen en Prof. Dr. Ir. Ansar Yasar met hun goede hulp en feedback.

Alle informatie werd verzameld voor de UHasselt te Diepenbeek met als deadline 10 juni 2022 voor het eindrapport.

1 Samenvatting

Doordat de smartphone ontstaan is, heeft dit geleid tot veel afleiding tijdens het verplaatsen. Een gevolg is bijvoorbeeld dat bestuurders minder naar links en rechts kijken, omdat ze een dubbeltaak moeten uitvoeren. Er zijn verschillende bedrijven die systemen aanleveren om de zwakke weggebruiker meer te beschermen en het gemotoriseerd verkeer extra te waarschuwen.

In dit onderzoek is het systeem van Ledlite in detail onderzocht en is gekeken of de gedragingen van de fietser en het gemotoriseerd verkeer al dan niet verschillend zijn bij een kruispunt met systeem of zonder systeem. Het systeem is ook onderzocht qua efficiëntie, kennis en veiligheidsgevoel. Dit is gedaan door middel van observaties en een bevraging.

Het onderzoek kan opgesplitst worden in vier grote delen. Bij het deel omtrent de observatie van de efficiëntie zijn er 432 observaties uitgevoerd. Het deel omtrent het gemotoriseerd verkeer zijn er 410 observaties uitgevoerd, bij het deel van de fietser zijn dit er 536. De bevraging is door 206 mensen ingevuld.

Uit de resultaten blijkt dat het systeem een efficiëntie heeft van 83,8%. Ook geeft het gemotoriseerd verkeer, 34,1% keer meer voorrang bij het systeem dan zonder het systeem. Ook bij de fietsers is een duidelijk verschil opgemerkt. Bij het kruispunt met systeem stopt in 6,4 % van de gevallen de fietser, 22 % vertraagt en 71,6 % rijdt door aan dezelfde snelheid. Bij het kruispunt zonder het systeem stopt 8,4 %, vertraagt 33,8 % en rijdt 57,8 % aan dezelfde snelheid door. Het kijkgedrag is ook verschillend tussen de twee kruispunten. Bij het kruispunt met het systeem kijkt 25 % naar één kant tijdens het oversteken, 20,6 % naar twee kanten en 54,4 % kijkt niet. Bij het kruispunt zonder het systeem kijkt 31,7 % naar één kant, 40,4 % naar twee kanten en 27,9 % kijkt niet.

Uit de bevraging blijkt dat 75,7% kennis heeft van een systeem waarbij gemotoriseerd verkeer gewaarschuwd wordt voor de zwakke weggebruiker en men geeft het systeem als zwakke weggebruiker gemiddeld qua veiligheidsgevoel een 4,95 op 10. Bij het gemotoriseerd verkeer is dit gemiddeld 5,52 op 10. De zwakke weggebruiker geeft aan in 65,61% van de gevallen zich niet veilig te voelen bij het systeem. Bij het gemotoriseerd verkeer is dit 60,20%.

Er kan geconcludeerd worden dat het systeem zeker een meerwaarde biedt. Ook dat het zorgt dat de zwakke weggebruiker meer voorrang krijgt en het systeem werkt vrij nauwkeurig. Ook valt er op dat personen het systeem niet veilig beschouwen qua gevoel, maar toch wel een ander gedrag vertonen tijdens het oversteken. Zo rijdt men vaker gewoon door aan dezelfde snelheid en is het kijkgedrag ook verschillend.

Als aanbeveling voor het systeem kan er gezorgd worden dat de sensors beter wordt afgestemd zodat de efficiëntie nog omhoog gaat. Het is zeker ook niet verkeerd om ervoor te zorgen dat fietser bv een extra waarschuwing krijgen als er gemotoriseerd verkeer aanwezig is. Dit zal zorgen voor een hoger veiligheidsgevoel. Het communiceren over het systeem is ook zeer belangrijk zodat gebruikers weten waarvoor het systeem eigenlijk echt dient.

Inhoudsopgave

1	Samenvatting.....	1
2	Inleiding.....	6
2.1	“Smartphone Zombies”: prevalentie van het probleem	8
2.2	Waarom gebruiken voetgangers en fietsers hun smartphone?	9
2.3	Effecten van afleiding bij zwakke weggebruikers.....	11
2.4	Oversteekgedrag	12
2.4.1	Oversteekgedrag van voetgangers	12
2.4.2	Oversteek gedrag fietsers	13
3	Probleemstelling	16
4	Doelstelling	18
5	Onderzoeksvraag	19
6	Literatuurstudie	20
6.1	Infrastructurele oplossingen om oversteken te beveiligen	20
6.1.1	ELLUMIN Smart Pedestrian System	22
6.1.2	ILST Smart Crosswalk	23
6.1.3	Ledlite.....	25
6.1.4	Lighted Zebra Crossing.....	27
6.1.5	LightGuard Systems IRWL System	28
6.1.6	SAFE-2-WALK.....	30
6.1.7	SafeXOne.....	30
6.1.8	SeeMe	32
6.1.9	SmartPass.....	33
6.1.10	Starling Crossing	35
6.1.11	Traffic-Care Zebra-Safe	36
6.1.12	Thorn IVS.....	37
6.2	Bestaande onderzoeken	38
7	Methodologie	40
7.1	Situering.....	40
7.2	Observaties	40
7.2.1	Kruispuntanalyse	41
7.2.2	Gedragsmeting en efficiëntie	41
7.3	Vragenlijst	42
8	Analyse	44
8.1	Observatie.....	44
Hans Trines		2
Masterproef: analyse oversteken in smart cities		

8.1.1	Kruispunt analyse.....	44
8.1.2	Gedragsmeting en efficiëntie	47
8.2	Vragenlijst	59
8.2.1	Kennis Systeem	59
8.2.2	Modi.....	60
8.2.3	Algemeen	68
9	Discussie	69
9.1	Observatie.....	69
9.1.1	Kruispuntanalyse	69
9.1.2	Gedragsmeting en efficiëntie	69
9.2	Vragenlijst	71
10	Aanbevelingen	72
11	Limitaties & verder onderzoek.....	74
12	Conclusie.....	76
13	Bibliografie.....	78
14	Bijlages.....	84
14.1	Observatieschema's	84
14.1.1	Gemotoriseerd verkeer	84
14.1.2	Zwakke weggebruikers.....	84
14.1.3	Werking systeem	85
14.2	Vragenlijst	85

Figurenlijst

Figuur 1: Starling crossing (McPartland, 2017)	18
Figuur 2: Het ELLUMIN Smart Pedestrian System (URBAN-type) (ELLUMIN, z.d.a)	23
Figuur 3: : ILST Smart Crosswalk (ILST., z.d.b)	24
Figuur 4: Radar sensor + verkeersbord (bron: eigen werk).....	26
Figuur 5: Locatie sensor (bron: google maps + eigen werk).....	27
Figuur 6: Lighted Zebra Crossing (Lighted Zebra Crossing B.V., z.d.b).....	28
Figuur 7: Het LightGuard Systems IRWL-System (LightGuard Systems, z.d.b).....	29
Figuur 8: SAFE-2-WALK (Czajewski et al., 2013)	30
Figuur 9: SafeXOne (Pogatsnik et al., 2020)	31
Figuur 10: SeeMe (Czajewski et al., 2013)	33
Figuur 11: Starling Crossing (Major, 2017).....	35
Figuur 12: On demand markeringen door de Starling Crossing (Umbrellium, z.d.)	36
Figuur 13: situatie bree (bron: Openstreetmap)	40
Figuur 14: Planning observaties	42
Figuur 15: Rijrichtingen en voorrangsregels gemotoriseerd verkeer kruispunt met systeem (bron: Google Maps + eigen werk).....	44
Figuur 16: Rijrichtingen zwakke weggebruiker kruispunt met systeem (bron: Google Maps + eigen werk)	45
Figuur 17: verkeersborden en een indicatie van de locatie van het kruispunt met systeem	45
Figuur 18: Rijrichtingen en voorrangsregels gemotoriseerd verkeer kruispunt zonder systeem (bron: Google Maps + eigen werk).....	46
Figuur 19: Rijrichtingen zwak verkeer kruispunt zonder systeem (bron: Google Maps + eigen werk) .	46
Figuur 20: verkeersborden en een indicatie van hun locatie kruispunt zonder systeem	47
Figuur 21: Visuele weergave frequentie van de route die de zwakke weggebruikers nemen aan het kruispunt met systeem (bron: Google Maps & Eigen werk)	48
Figuur 22: Percentage score per criteria op een score van 1 tot 5.....	60
Figuur 23: Zwakke weggebruiker: gebruik verschillende modi.....	60
Figuur 24: Procent per aantal passages langs het systeem zwakke weggebruiker	61
Figuur 25: Frequentie en procent per score voor het systeem zwakke weggebruiker	62
Figuur 26: Resultaten stellingen zwakke weggebruiker.....	63
Figuur 27: gemotoriseerd verkeer: verschillende modi.....	64
Figuur 28:Procent en aantal passages langs het systeem gemotoriseerd verkeer	64
Figuur 29: Frequentie en procent per score gemotoriseerd verkeer	65
Figuur 30: resultaat stellingen gemotoriseerd verkeer	66
Figuur 31: perceptie respondent gemotoriseerd verkeer over de zichtbaarheid van de ledpods.....	67
Figuur 32: Perceptie respondenten gemotoriseerd verkeer over de zichtbaarheid van het verkeersbord	67

Tabel 1: Technieken om voetgangers te detecteren (Pogatsnik et al., 2020).....	21
Tabel 2: Technische specificaties van de grondverlichting in de ELLUMIN Smart Pedestrian Systems (ELLUMIN, z.d.d) (ELLUMIN, z.d.e).....	22
Tabel 3: Technische aspecten ILST Smart Crosswalk (ILST., z.d.b)	23
Tabel 4: Wetgeving en standaarden waaraan de ILST Smart Crosswalk conform is (ILST., z.d.b)	24
Tabel 5: technische aspecten Ledlite (Ledlite, z.d.a) (Ledlite , z.d.b)	25
Tabel 6: Technische specificaties van de DuraFlash M10 (LightGuard Systems, z.d.a)	28
Tabel 7: Technische specificaties SeeMe (Amparo Solutions, z.d.).....	32
Tabel 8: Technische aspecten led-lichtmodule SmartPass (SmartPass, z.d.a).....	34
Tabel 9: Technische specificaties Traffic-Care Zebra-Safe (via telefoongesprek Traffic-Care)	37
Tabel 10: Technische specificaties van het knipperlicht van Thorn IVS (Thorn, z.d.).....	37
Tabel 11: Technische specificaties van de straatverlichting van Thorn IVS (Thorn, z.d.)	37
Tabel 12: Frequentie en procent van de route die de zwakke weggebruikers nemen aan het kruispunt met systeem	48
Tabel 13: Cohen's kappa test tussen 2 observatoren bij de observaties van de fietser	51
Tabel 14: kruistabel kruispunt & reactie schoolgaande fietser	51
Tabel 15: Z-scores van kruispunt & reactie schoolgaande fietser	52
Tabel 16: p-waardes van kruispunt & reactie schoolgaande fietser	52
Tabel 17: kruistabel geslacht & reactie schoolgaande fietsers	52
Tabel 18: kruistabel verkeer & reactie zwakke schoolgaande fietsers	53
Tabel 19: kruistabel gezelschap & reactie schoolgaande fietsers	53
Tabel 20: Z-scores van gezelschap & reactie schoolgaande fietsers	53
Tabel 21: p-waardes van gezelschap & reactie schoolgaande fietsers.....	53
Tabel 22: kruistabel kruispunt & kijkgedrag schoolgaande fietsers	54
Tabel 23: Z-scores van kruispunt & kijkgedrag schoolgaande fietsers	54
Tabel 24: p-waardes van kruispunt & kijkgedrag schoolgaande fietsers.....	54
Tabel 25: kruistabel geslacht & kijkgedrag schoolgaande fietsers	55
Tabel 26: kruistabel verkeer & kijkgedrag schoolgaande fietsers	55
Tabel 27: Z-scores van verkeer & kijkgedrag schoolgaande fietsers	55
Tabel 28: p-waardes van verkeer & kijkgedrag schoolgaande fietsers.....	56
Tabel 29: kruistabel gezelschap & kijkgedrag schoolgaande fietsers.....	56
Tabel 30: Z-scores van gezelschap & kijkgedrag schoolgaande fietsers	56
Tabel 31: p-waardes van gezelschap & kijkgedrag schoolgaande fietsers.....	56
Tabel 32: Kruistabel reactie & kijkgedrag schoolgaande fietser	57
Tabel 33: Z-scores van reactie & kijkgedrag schoolgaande fietser.....	57
Tabel 34: p-waardes van reactie & kijkgedrag schoolgaande fietser	57
Tabel 35: leeftijdscategorie respondenten vragenlijst	59
Tabel 36: Gemiddelde en standaarddeviatie per criteria	60
Tabel 37: gemiddelde en standaarddeviatie van stellingen zwakke weggebruiker	63
Tabel 38: gemiddelde en standaarddeviatie stellingen gemotoriseerd verkeer.....	66
Tabel 39: Gemiddelde en standaarddeviatie perceptie gemotoriseerd verkeer over de zichtbaarheid van het verkeersbord en de ledpods	67

2 Inleiding

Afleiding is een allom bekend en belangrijk verkeerveiligheidsprobleem. Regan en collega's (2011) bestudeerden afleiding en, meer algemeen, onoplettendheid bij bestuurders. Zij creëerden een taxonomie van onoplettendheid en geven zo aan dat er verschillende vormen van onoplettendheid zijn (Regan et al., 2011):

- **Aandachtsbeperking:** biologische factoren verhinderen de bestuurder om zijn aandacht te vestigen op veilig autorijden (bijvoorbeeld: een bestuurder detecteert iets niet omdat hij met zijn ogen knippert);
- **Foutieve aandachtprioriteit:** de bestuurder focust op een bepaald aspect van autorijden, waardoor een ander aspect geen aandacht meer krijgt (bijvoorbeeld: een bestuurder kijkt over zijn schouder om in te voegen, maar ziet hierdoor niet dat zijn voorligger remt);
- **Aandachtsverwaarlozing:** de bestuurder schenkt geen aandacht voor aspecten die belangrijk zijn voor veilig autorijden (bijvoorbeeld: een bestuurder slaat rechtsaf en rijdt zo een fietser aan omdat zij deze fietser niet zag);
- **Haastige aandacht:** de bestuurder schenkt slechts vluchtig of haastig aandacht aan aspecten die belangrijk zijn voor veilig autorijden (bijvoorbeeld: een bestuurder kijkt slechts vluchtig vooraleer hij invoegt, waardoor hij een ander voertuig raakt);
- **Afleiding:** de bestuurder is afgeleid door een andere taak, waardoor zijn aandacht niet meer bij veilig autorijden ligt.

Afleiding, gedefinieerd door Regan en collega's (2011) als *Driver Diverted Attention* of DDA, kan vervolgens nog eens ingedeeld worden in twee categorieën:

- **Afleiding niet gerelateerd aan autorijden:** de aandacht wordt afgeleid door een activiteit die niets met autorijden te maken heeft (bijvoorbeeld: de bestuurder stelt een sms op);
- **Afleiding gerelateerd aan autorijden:** de aandacht wordt afgeleid door een activiteit die wel gerelateerd is aan autorijden. Dit kan zowel veroorzaakt worden door het eigen voertuig/gedrag (bijvoorbeeld: de aandacht wordt afgeleid omdat de auto waarschuwt dat er niet veel brandstof meer in de tank zit) of door het voertuig/gedrag van een ander (bijvoorbeeld: een bestuurder is gefocust op vreemd rijgedrag van een ander).

Afleiding bestaat in verschillende vormen, aldus Prat en collega's (2017). Zij voerden interviews uit in Girona (een locatie in Catalonië, Spanje) om te achterhalen waardoor mensen afgeleid worden. Voornamelijk praten met passagiers bleek een belangrijke afleidingsvorm te zijn: 85 % van de ondervraagden gaven aan dat zij hierdoor afgeleid worden. Echter haalden Prat en collega's (2017) ook andere belangrijke afleidende taken aan, zoals roken, omgaan met kinderen of huisdieren, eten of drinken, het audio- of GPS-systeem van het voertuig bedienen, een object verplaatsen of opruimen, kijken naar iets buiten het voertuig of zelfs denken aan onderwerpen die niet gerelateerd zijn aan veilig rijden. Eveneens is handsfree telefoneren afleidend: ongeveer 1/4^{de} van de ondervraagden gaf aan tijdens het rijden een handsfree telefoongesprek te houden. Het gebruik van een mobiele telefoon is echter ook zeker afleidend: Prat en collega's (2017) halen verschillende manieren aan waarop een bestuurder afgeleid kan zijn door een mobiele telefoon. Met name gaf 1/3^{de} van de ondervraagden aan dat zij tijdens het rijden bellen met de telefoon in de hand, en meer dan 40% gaf aan te sms'en tijdens het rijden.

Mobiele telefoons hebben in het verleden zeker geen goede impact gehad op de verkeersveiligheid. Zo voerden Wilson en Stimpson (2010) onderzoek uit naar trends omtrent verkeersdoden door

afleiding achter het stuur in de Verenigde Staten en koppelden zij deze aan trends omtrent het gebruik van mobiele telefoons en de hoeveelheid sms-berichten. Zij bestudeerden de periode 1999 tot 2008 en merkten op dat tussen 1999 en 2005 het aantal verkeersdoden door afleiding achter het stuur aan het dalen was. Na 2005 steeg dat aantal echter opnieuw met 25 % tot 2008. Ook steeg na 2005 het aantal verstuurde sms-berichten en dit bleek een belangrijke bijdrage te leveren aan het aantal verkeersdoden door afleiding achter het stuur.

Vandaag de dag is de functionaliteit van een mobiele telefoon echter zeer uitgebreid. Mobiele telefoons zijn nu “smartphones”, die veel meer kunnen dan gewoon berichten sturen. Ze hebben internettoegang (tegenwoordig zelfs overal door de komst van 4G), men kan er spelletjes op spelen en een smartphonegebruiker heeft vandaag de dag toegang tot een breed scala aan sociale media. De Influencer Marketing Hub indexeerde zo meer dan 100 verschillende sociale media, zoals Facebook, Twitter of Instagram (Santora, 2021).

Ook het gebruik van deze nieuwe media achter het stuur kan het rijgedrag van een bestuurder grondig beïnvloeden. Dit werd onderzocht door Ortiz en collega's (2018). In een simulatorstudie onderzochten zij de effecten van het gebruik van de berichtenservice “WhatsApp” op rijgedrag van bestuurders. Uit hun studie bleek dat het gebruik van deze app ervoor zorgde dat weggebruikers meer slingerden en vaker onbedoeld naar de tegenliggende rijstrook reden. In vergelijking met bestuurders die niet afgeleid zijn, zorgde het gebruik van de smartphone achter het stuur voor een stijging in het aantal ongevallen.

Toch zijn het zeker niet alleen autobestuurders die afgeleid kunnen zijn. Ook kwetsbare weggebruikers laten zich soms verleiden tot smartphone-gebruik tijdens hun verplaatsing, en ook dat kan gevaarlijk zijn. Slootmans en Desmet (2019) noemen verschillende gevolgen van afleiding bij voetgangers. Afgeleide voetgangers merken minder gebeurtenissen op, wandelen trager en nemen meer risico's bij het oversteken. Ook SWOV (2020) meldt dat afgeleide voetgangers erg risicovol gedrag kunnen vertonen: ze kijken niet goed uit, doen langer over een oversteek en zien soms een auto niet aankomen. Ook lopen zij minder performant: zo lopen ze niet in een rechte lijn en botsen ze wel eens tegen iets of iemand aan. Volgens SWOV (2020) is de prevalentie van smartphonegebruik onder voetgangers opvallend hoog: in een studie gaf 84,4 % van voetgangers tussen 12 en 80 jaar (en dan voornamelijk jongeren) aan dat zij wel eens hun smartphone gebruikten tijdens het wandelen.

Dat is problematisch, want smartphone-gebruik tijdens het wandelen is erg risicovol. Horberry en collega's (2019) voerden een grote observationele studie uit waarbij zij afgeleide voetgangers bestudeerden. 20 % van de voetgangers die zij bestudeerden gebruikte een of ander draagbaar toestel tijdens het wandelen, zoals een koptelefoon of een smartphone. Zij onderzochten ook de prevalentie van verschillende gevaarlijke gebeurtenissen bij smartphone- en niet-smartphonegebruikers. Bij de smartphonegebruikers was 34 % van de gevaarlijke gebeurtenissen te wijten aan het feit dat ze op een verkeerd moment overstaken, en bij de niet-smartphonegebruikers was dit 49 %. 42 % van de gevaarlijke gebeurtenissen lag bij smartphonegebruikers aan een voetganger die niet goed keek, terwijl dit percentage bij niet-smartphonegebruikers maar 26 % is. Volgens de onderzoekers kijken smartphonegebruikers minder rond omdat ze volledig opgaan in wat er op hun schermje aan het gebeuren is. Het feit dat niet-smartphonegebruikers vaker oversteken op een fout tijdstip wijzen zij juist toe aan het feit dat zij níét bezig zijn met hun smartphone, en dus (volgens henzelf althans) genoeg opletten om zelf te kiezen wanneer ze oversteken.

2.1 “Smartphone Zombies”: prevalentie van het probleem

Zoals al eerder aangehaald is smartphonegebruik onder zwakke weggebruikers een zeer prevalent probleem. Volgens de SWOV-factsheet gaf 84,4 % van de ondervraagden in een vragenlijst aan dat zij tijdens het wandelen wel eens hun telefoon gebruiken (SWOV, 2020). Bij fietsers geeft 17 % aan dat het elke of bijna elke rit apparatuur gebruikt op de fiets. Hiervan luistert 15 % elke rit of bijna elke rit naar muziek, 3,3 % belt of wordt gebeld, 3% leest tijdens elke of bijna elke rit een bericht en 1,7 % zoekt informatie op tijdens elke of bijna elke rit (Goldenbeld, Houtenbos, & Ehlers, 2009). Bij de fietsers is vooral leeftijdgebonden, want driekwart van de 12-17-jarigen gebruikt wel eens apparatuur om naar muziek te luisteren op de fiets. Uit onderzoek blijkt ook dat het risico op een fietsongeval met een factor 1,4 keer zo hoog is voor fietsers bij regelmatig gebruik van apparatuur bij het fietsen (Goldenbeld, Houtenbos, & Ehlers, 2009).

Le en collega's (2019) voerde ook onderzoek naar de prevalentie van afleiding onder voetgangers en fietsers (alsook verschillende andere weggebruikers). Zij ondervroegen patiënten die het slachtoffer werden van een transport-gerelateerd ongeval in het Irvine Medical Center in de University of California. Van de voetgangers en fietsers ondervraagd in deze studie gaf 16,50 % aan dat zij afgeleid waren. Het geslacht van de weggebruiker bleek statistisch significant te zijn: 16,71 % van de mannen gaf aan afgeleid te zijn, dit in tegenstelling tot 11,15 % van de vrouwen (Le et al., 2019).

Opmerkelijk is dat in de studie van Le en collega's (2019) leeftijd niet statistisch significant bleek te zijn in relatie tot afleiding. Volgens de Interpolis Barometer 2019 (Mons en van der Kint, 2019) blijkt echter dat er wel degelijk grote verschillen kunnen zijn in telefoongebruik onder voetgangers van verschillende leeftijden. Bij voetgangers blijkt bijvoorbeeld dat 94,7 % van de 15- tot 17-jarigen weleens het telefoontoestel gebruikt in het verkeer. Dit in tegenstelling tot de 65- tot 80-jarigen, bij wie dit percentage slechts 69,9 % is. De Interpolis Barometer 2019 ondersteunt echter wel de conclusie van Le en collega's (2019) dat mannen vaker afgeleid zijn dan vrouwen: volgens de Barometer is het 1,22 keer zo waarschijnlijk dat mannen hun telefoon gebruiken in het verkeer dan vrouwen (Mons en van der Kint, 2019).

Ook werd eerder al de studie van Horberry en collega's (2019) aangehaald: zij voerden een observationele studie uit om de prevalentie van smartphonegebruik onder voetgangers te meten. Zij stelden zich daarvoor op verschillende plaatsen in het stadscentrum van de Australische stad Melbourne op. Zij kozen een variëteit aan sites met verschillende eigenschappen, zoals de aanwezigheid van trams, ruimtelijke functies en nabijgelegen scholen. Eerder werd al aangehaald dat, tijdens hun observatiestudie, 20 % van de geobserveerde voetgangers een of ander draagbaar toestel gebruikten.

Fernandez en collega's (2020) voerden ook onderzoek naar de prevalentie van smartphonegebruik bij voetgangers, met name in Elche (een plaats in Spanje). Zij ontdekten een hogere prevalentie dan Horberry en collega's (2019). 29,7 % van de door hen geobserveerde voetgangers gebruikten op een of andere manier hun smartphone, dit in tegenstelling tot de 20 % geobserveerde smartphonegebruikers bij Horberry en collega's (2019). Let wel op: mogelijk heeft dit te maken met de manier waarop “smartphonegebruik” in beide onderzoeken gecodeerd werd. In het onderzoek van Horberry en collega's (2019) werden de acties van smartphonegebruikers verder onderverdeeld in categorieën: sms'en sturen/in interactie met het apparaat, luisteren naar een koptelefoon (al dan niet in interactie met het apparaat), telefoneren en gebruik van een ander “smart” toestel. Fernandez en collega's (2020) daarentegen definieerden smartphonegebruik als “bellen”, “koptelefoon gebruiken”

en “sms-berichten typen (als een “smartphone zombie”)", maar ook “het toestel vasthouden”. Deze laatste categorie komt niet voor bij Horberry en collega's (2019).

Fernandez en collega's (2020) geven daarnaast een gedetailleerder inzicht in de invloed van geslacht op smartphone-gebruik tijdens het wandelen. Zo bleek dat vrouwen vaker rondliepen met hun smartphone in hun hand (zonder het toestel dus daadwerkelijk te gebruiken), terwijl mannen vaker een koptelefoon gebruikten. Ook ontdekten Fernandez en collega's (2020) dat leeftijd een impact heeft op smartphone-gebruik tijdens het wandelen (wederom in tegenstelling tot Le en collega's (2019)). Jonge voetgangers lopen bijvoorbeeld vaker rond als “smombie” en gebruiken het toestel vaker om te bellen. Bij oudere voetgangers was de smartphone niet zo vaak zichtbaar.

De prevalentie van smartphonegebruik bij voetgangers kan dramatisch stijgen als voetgangers daartoe aangemoedigd worden. Fernandez en collega's (2020) voerden zo ook een observatie uit op 12 oktober 2019. Deze dag was de zogenaamde *Pokémon GO Community Day*. Pokémon GO is een *augmented reality game* voor smartphones. In het spel kunnen spelers Pokémon-figuren vangen met behulp van hun smartphone, die gaat trillen als er een Pokémon-figuur in de buurt zit (The Pokémon Company, z.d.). Op een “Community Day” van het spel worden spelers aangemoedigd om het spel te spelen omdat er op die dag, gedurende enkele uren, een speciale Pokémon-figuur verschijnt (Niantic, z.d.). De impact van zulke evenementen is spectaculair. Op de Community Day bleek 15,5 % van de geobserveerde voetgangers een smombie te zijn. Op andere dagen was dit percentage 10,9 %. Vooral bij tieners (10- tot 18-jarigen) en jongere mensen (18- tot 35-jarigen) was het effect significant. De proportie smombies bij deze leeftijdsgroepen was respectievelijk 61 % en 39 %. Ter vergelijking: deze percentages waren op andere dagen respectievelijk 14,6 % en 19,3 %.

2.2 Waarom gebruiken voetgangers en fietsers hun smartphone?

Men zou kunnen zeggen dat “bellen” en “berichten sturen” uit zichzelf al redenen zijn om een smartphone te gebruiken, en dus een antwoord op de vraag “Waarom gebruiken voetgangers en fietsers hun smartphone?”. Dit postuleren is echter van weinig verklarende waarde, want dit geeft niet weer waarom voetgangers tijdens het wandelen een smartphone gebruiken. Een voetganger of fietser zou ook kunnen wachten tot voor of na zijn verplaatsing om een bericht te sturen. Anderzijds zou de voetganger of fietser even aan de kant kunnen gaan en stil blijven staan om een bericht te sturen. Dit gebeurt echter duidelijk niet, zoals al bleek uit de vorige sectie.

Fernandez en collega's (2020) denken zo na over mogelijke redenen waarom vooral jonge voetgangers en fietsers hun smartphone gebruiken. Zij vermoeden dat jonge mannen deze voornamelijk gebruiken om spellen te spelen, terwijl jonge vrouwen ze voornamelijk gebruiken om gebruik te maken van sociale netwerken. Daarom, denken zij, hadden zij ook meer vrouwen dan mannen met de smartphone in de hand gespot: zodoende is hun smartphone steeds meteen beschikbaar als ze een melding krijgen van hun sociale media. Ze raden aan om verder onderzoek uit te voeren naar dit onderwerp, want harde bewijzen hebben ze hier niet voor.

Appel en collega's (2019) onderzochten de impact van *fear of missing out* (FOMO) op afleiding bij voetgangers en fietsers. FOMO bestaat uit angsten die mensen voelen als ze vrezen dat ze sociale interacties missen. FOMO bleek volgens de onderzoekers inderdaad een effect te hebben op de prevalentie van smartphonegebruik bij voetgangers en fietsers. Deelnemers aan de survey van de onderzoekers bleken inderdaad tijdens het wandelen gebruik te maken van hun smartphone als ze vreesden dat ze sociale interacties zouden missen. De “Pokémon GO Community Day” is vermoedelijk een geval van FOMO in actie: immers wordt er op zo'n dag een speciaal figuur beschikbaar gemaakt voor spelers, en dit gedurende slechts enkele uren. Als spelers niet meedoen op die dag, dan missen

ze hun kans om die speciale Pokémon-figuur te vangen. En zoals het onderzoek van Fernandez en collega's (2020) al aantoonde, missen zulke acties hun doel niet, gezien de hoge proportie van smombies onder jonge voetgangers die zij observeerden.

Hamann en collega's (2017) voerden onderzoek naar de impact van omgevingsfactoren op afleiding bij voetgangers in Cluj in Roemenië. Zo bleken voetgangers vaker afgeleid te zijn op locaties met een geverfde oversteekplaats dan op locaties zonder een geverfde oversteekplaats. De onderzoekers interpreteren dit als volgt: het is mogelijk dat de voetganger een geverfde oversteekplaats als een soort "veilige zone" ziet (zeker aangezien geverfde oversteekplaatsen ook bedoeld zijn om het oversteken veiliger te maken). De voetganger voelt zich in dat geval veilig genoeg om zijn smartphone te gebruiken.

Ook de Interpolis Barometer 2019 vroeg aan deelnemers (waaronder voetgangers) waarom zij hun telefoon gebruiken in het verkeer. 45,6 % van de volwassen voetgangers gaven bijvoorbeeld aan dat "bereikbaar zijn bij noodgevallen" een belangrijke reden is voor hen om de telefoon in het verkeer te gebruiken - van alle redenen genoemd bij deze vraag heeft deze het hoogste percentage. "Het is handig" is de op een na belangrijkste reden voor telefoongebruik bij volwassen voetgangers: 25,5 % van de volwassen voetgangers gaf dit aan als belangrijke reden. Die verdeling ligt anders bij jonge voetgangers. Bij jonge voetgangers is gewoontegedrag juist een belangrijke reden: 39,2 % van de jonge voetgangers gaf "uit gewoonte" aan als belangrijke reden om de telefoon te gebruiken tijdens de verplaatsing (Mons en van der Kint, 2019).

De Interpolis Barometer 2019 peilde zo, indirect, ook naar FOMO. Deelnemers konden "Ik wil niets missen" aangeven als belangrijke reden om hun telefoon in het verkeer te gebruiken. Alhoewel deze reden bij geen van de twee leeftijdsgroepen dominant was, is er wel een duidelijk leeftijdseffect zichtbaar. Bij voetgangers gaf slechts 7,7 % van de volwassenen aan dat "niets willen missen" een belangrijke reden was om een telefoon in het verkeer te gebruiken. Bij jongeren is dat percentage 23,3 %. De Interpolis Barometer 2019 geeft zo ook enkele andere belangrijke redenen voor telefoongebruik in het verkeer door voetgangers, inclusief maar niet beperkt tot altijd bereikbaar willen zijn, de reistijd nuttig willen besteden en verveling (Mons en van der Kint, 2019).

Smartphone zombies gedragen zich niet allemaal op dezelfde manier. Zo ontdekten Argin en collega's (2020) dat er verschillende "types" van smartphonegebruik onder voetgangers zijn. Zij identificeerden drie types "post-flâneurs":

1. Een type post-flâneur dat alleen gebruik maakt van zijn smartphone om hem af en toe te checken. Zij hebben intensief aandacht voor hun omgeving en wandelen zeer traag;
2. De "ondergedompelde" post-flâneur, die zich gelijkaardig gedraagt als het eerste type, maar zij gebruiken hun smartphone ook als ze stilstaan (bijvoorbeeld om video's op te nemen of foto's te maken).
3. De "stilstaande" post-flâneur, die zich vooral bezighoudt met de omgeving als hij stilstaat;

Daarnaast identificeerden zij drie types "smartphone zombies":

1. Een type smartphone zombie dat intense visuele aandacht heeft voor zijn telefoon;
2. De "tweedegraads" smartphone zombie die zich ook nog veel bezighoudt met zijn smartphone, en voornamelijk berichten typt of leest;
3. De "ondergedompelde" smartphone zombie die niet zo vaak stopt tijdens het wandelen.

2.3 Effecten van afleiding bij zwakke weggebruikers

Schwebel en collega's (2012) voerden onderzoek naar de effecten van afleiding op voetgangers. Het experiment, uitgevoerd in een virtuele omgeving, toonde aan dat voetgangers die aan het sms'en waren op hun smartphone of voetgangers die muziek luisterden meer kans maakten om geraakt te worden door een voertuig. Opmerkelijk is dat bellende voetgangers niet vaker geraakt werden door voertuigen, mogelijk omdat telefoneren andere mentale processen vereist dan sms'en en muziek luisteren. Ook opmerkelijk is dat muziek luisteren duidelijk een negatieve impact heeft op de veiligheid van voetgangers, terwijl eerder onderzoek juist leek aan te tonen dat naar muziek luisteren de kans op een botsing niet verhoogde (Neider et al., 2011).

Neider en collega's (2011) onderzochten daarnaast of de effecten van afleiding tijdens het wandelen variëren al naargelang de leeftijd. In een virtuele omgeving voerden zij dit onderzoek uit en vergeleken zij achttien jongeren van gemiddeld 22 jaar oud met achttien ouderen van gemiddeld 73 jaar oud. Ouderen bleken een hogere kans te lopen op geraakt te worden door een auto, maar die kans werd niet verhoogd door afleidende factoren zoals muziek luisteren of telefoneren. Er was echter ook een zogenaamde "time-out" mogelijk in het experiment: een "time-out" betekent dat de deelnemer niet op tijd de straat kon oversteken. De kans dat een oudere voetganger een time-out kreeg was groter dan bij jongere voetgangers. De kans dat oudere voetgangers een time-out kregen was groter als zij afgeleid waren door een telefoongesprek.

Ook andere vormen van afleiding veroorzaakt door de mobiele telefoon kunnen een ernstige impact hebben op voetgangersveiligheid. Byington en Schwebel (2013) onderzochten zo welke impact surfen op het internet heeft op voetgangersgedrag. Deelnemers kregen, via e-mail, verschillende vragen die zij moesten oplossen met behulp van een internetbrowser op hun smartphone-toestel. Het toestel moest gebruikt worden terwijl de deelnemers wachtten voor het oversteken en tijdens de daadwerkelijke oversteek. De afgeleide voetgangers wachtten langer voor het oversteken, misten vaak kansen om veilig over te steken, deden er langer over vooraleer ze daadwerkelijk overstaken wanneer ze een veilige kans vonden, keken minder vaak links en rechts, keken minder vaak naar de weg én hadden meer kans om geraakt te worden door een voertuig. Ook het internet gebruiken bij het oversteken is dus gevaarlijk voor voetgangers.

Argin en collega's (2020), die onderzoek voerden naar de verschillende types van "smartphone zombies", merkten daarnaast een opmerkelijk verschil op in wandelgedrag tussen personen die intensief naar hun smartphone staren en personen die hun blik laten dwalen in de omgeving. De routes die personen die veel op hun smartphone kijken volgen, zijn voornamelijk rechtlijnig en volgen bijvoorbeeld de tramweg in het studiegebied. De routes van personen die veel rondkijken zijn juist verspreid in de open ruimte rondom een "landmark" in het midden van het studiegebied.

Het spelen van spellen tijdens het wandelen kan ook een desastreus effect hebben op de prestaties van voetgangers in het verkeer. Onderzoek van Chen en collega's (2018) vergeleek zo de effecten van het spelen van games tijdens het lopen met de effecten van andere vormen van afleiding. Gamende voetgangers deden er gemiddeld het langst over om over te steken (met een gemiddelde tijd van 13,8 seconden, langer dan bijvoorbeeld personen die sms'ten met een app die er gemiddeld 11,6 seconden over deden). Gamende voetgangers hadden daarnaast een veel grotere kans om door het rood te lopen of buiten het zebrapad te lopen: deze gedragingen werden geobserveerd bij respectievelijk 19,4 % en 33,7 % van deze groep. Deze percentages waren respectievelijk 8,9 % en 13,4 % voor voetgangers die sms'ten met een app. Gamende voetgangers hadden bovendien de grootste kans om plotse bewegingen te maken: dit gedrag werd geobserveerd bij 23,4 % van de voetgangers die een game

speelden. Bij voetgangers die sms'ten met een app was dit 5,7 %. Ook het spelen van games tijdens het wandelen kan dus zéér gevaarlijk zijn.

Een studie van Jiang en collega's (2021) onderzocht de effecten van muziek, bellen en sms'en op de veiligheid tijdens het fietsen. Over het algemeen heeft het luisteren naar muziek, bellen sms'en tijdens het fietsen een negatieve invloed op de fietsprestaties. Zo wordt de fietssnelheid aanzienlijk verminderd om de moeilijkheid van de dubbeltaak te kunnen compenseren. De acceleratie en het veranderen van richting wordt aanzienlijk verhoogd. Ook sms'en heeft een grotere negatieve impact op de fietsprestatie dan het gebruik bellen of het luisteren naar muziek.

2.4 Oversteekgedrag

2.4.1 Oversteekgedrag van voetgangers

Voetgangers kunnen overal oversteken. Zo bestaan er zeer beschermende oversteken zoals viaducten en voetgangerstunnels. Men kan ook een gesignaleerd zebepad of een niet gesignaleerd zebepad nemen. Men kan er ook voor kiezen om een oversteek te doen zonder signalisatie of met markeringen.

Ook hangt het oversteekgedrag van voetgangers samen met hun kenmerken. Zo blijkt dat op gesignaleerde zebepaden vrouwen langer wachten dan mannen. De vrouwen wachten namelijk 27 % langer dan mannen (Tiwari, Bangdiwala, Saraswat, & Gaurav, 2007). Hoe ouder men is, hoe langer de wachttijd (Hamed, 2001).

Voetgangers/fietsers willen ook niet langer wachten dan een bepaalde tijd om hierna over te steken. Dus naarmate de wachttijd voor het sein toeneemt, worden de mensen ongeduldiger en maken ze vaak een overtreding (Tiwari, Bangdiwala, Saraswat, & Gaurav, 2007). Door de wachttijd zoveel mogelijk te verkorten wordt de kans op gevaarlijke situaties kleiner.

Het meest kritische aspect bij het oversteken is het punt kiezen waarbij de veilige afstand tussen het naderend voertuig en de oversteek. Hierbij moet men beoordelen of er voldoende tijd is om te kunnen oversteken (Cavallo, Lobjois, Dommès, & Vienne, 2009).

Uit onderzoek van Brouwer en collega's (2006) blijkt dat 85 % van de geobserveerde een hiaattijd (tijd tussen 2 voertuigen) nodig hadden tussen de 5,4 seconde en 9,4 seconde. De hiaattijd nam ook toe naarmate de oversteeklengte groter is (Brouwer, Fitzpatrick, Whitacre, & Heer, 2006).

Uit een onderzoek van Rosenbloom (2009), blijkt dat mannen vaker overstaken met rood licht dan vrouwen. Dit was onafhankelijk van het feit of ze in een groep vertoeven of niet. Van de 76 personen die door het rood liepen was 63.2 % mannelijk (Rosenbloom, 2009). De wachttijd van vrouwen is ook 27 % langer dan die van mannen, terwijl de wachttijd van 90 % van de vrouwelijke voetgangers 44 % langer is dan de overeenkomstige aantal voor mannen. Dit geeft alweer weer dat mannelijke voetgangers sneller in overtreding gaan (Tiwari, Bangdiwala, Saraswat, & Gaurav, 2007).

Uit dit onderzoek blijkt ook dat als men alleen staat, men vaker zal oversteken als het rood is dan als men in een groep staat. Dit komt omdat ze dan minder last hebben van sociale kritiek en dus makkelijker gaan oversteken, terwijl als men in een groep wacht men zich meer verbonden voelt en de neiging krijgt om zich aan de sociale norm te houden (Rosenbloom, 2009). Men moet hier wel een kanttekening bij maken, want er zijn enkele uitzonderingen. Zo zullen kinderen en jonge adolescenten, vaker in groep een overtreding begaan. Dit komt omdat men waarde legt als sociale acceptatie, sociale solidariteit en populariteit meer in overweging neemt dan (Carsaro & Eder, 1990).

Uit een onderzoek bij een ongemarkeerde oversteek bleek dat 65,7 % van de voetgangers niet keek om te controleren of er tegenliggers waren voordat ze overstaken. Van degene die wachten keek 96,7 % naar links en rechts om de situatie te analyseren (XZhuang & Wu, 2011). Door bij een ongemarkeerde rijbaan over te steken leidt dit tot meer interactie tussen voertuigen en zwakke weggebruikers. Hierbij weten ze niet of ze wel of niet kunnen oversteken. Daarom stappen ze voorzichtig en houden ze het gebied in de gaten. Ze letten ook op onverwachte situaties en als men dan kan oversteken gaat men snel of rent men naar de bestemming (XZhuang & Wu, 2011).

Bij andere oversteken moet men nooit achteruitgaan. Uit een onderzoek uit ongemarkeerd oversteken bleek dat 11,4% een achteruitgaande beweging maakt. Dit weerspiegelt de nervositeit van de zwakke weggebruiker tijdens het oversteken (XZhuang & Wu, 2011).

2.4.2 Oversteek gedrag fietsers

De gezondheidsvoordelen van fietsen en de positieve effecten op het milieu zijn al enkele jaren bekend, maar fietsers zoals al eerder aangehaald zijn zeer kwetsbaar bij ongevallen. Er zijn een aantal persoonlijke factoren die hieraan vasthangen. De belangrijkste zijn leeftijd, ervaring en alcohol en drugsgebruik (Westerhuis & De Waard, 2017). Adolescenten beseffen ook of ze risiconemers zijn of niet. Dit geeft weer dat voorlichtingsprogramma's zich meer moeten focussen op het vergroten van het verantwoordelijkheidsgevoel en een positieve houding moeten aannemen ten opzichte van bv: alcohol in plaats van te focussen op risicopercepties (Feenstra, AC Ruiters, & Kok, 2010).

Er zijn ook een aantal omgevingsfactoren die verband houden met verhoogd risico op een ongeval of letsel, namelijk: de weg delen met gemotoriseerd verkeer, hoge snelheidslimieten, in het donker fietsen, gladde wegen en slecht zichtbare elementen (Westerhuis & De Waard, 2017).

Uit een onderzoek van Ciesla en collega's (2018) blijkt dat het gedrag van de fietsers afhangt van de bestaande infrastructuur. Zo blijkt dat als de infrastructuur ontbreekt of ontoereikend is, dat het abnormaal gedrag hoger is. Een goede infrastructuur zorgt er dus voor dat het abnormaal gedrag verlaagd wordt, maar elimineert dit niet.

Westerhuis en De Waard (2017) voerden een onderzoek uit waarbij men aan respondenten een videofragment van een fietser liet zien. Net voor de fietser een kruispunt nadert, stopte men het filmpje en moesten de deelnemers kiezen in welke richting de fietser gaat fietsen. Er werd ook gevraagd hoe zeker ze hiervan waren. Uit de resultaten blijkt dat fietsers niet kunnen voorspellen dat een voorligger een bocht gaat maken voordat een fietser daadwerkelijk de bocht neemt en ze waarschijnlijk voorspellen dat een fietser rechtdoor zal gaan. Na het waarnemen van signalen lijken fietsers wel nauwkeuriger te kunnen voorspellen welk richting men zou kiezen. 60 % van alle voorspellingen dat een fietser een bocht zou maken waren dan juist.

Van Haperen, et al. (2018) onderzocht de oversteken op gekanaliseerde rijstroken voor rechtsaf. Er bestaan verschillende voorrangregels op zo een rechts afslaan beweging. In deze studie zijn vier locaties geselecteerd, waarvan twee situaties waarbij de zwakke weggebruiker voorrang had en in de andere twee situaties had het gemotoriseerd verkeer voorrang. Via deze observatie zijn er vier soorten gedragingen op het kruispunt geïdentificeerd:

- Onafhankelijk van de voorrangregel staken fietsers in de meeste interacties als eerst het conflictgebied over zonder dat ze het initiatief namen om als eerst over te steken (>80 %). Een mogelijke onderliggende reden was dat gemotoriseerd verkeer de zwakke weggebruiker uit beleefdheid of angst om de kwetsbare verkeersdeelnemers letsels toe te brengen eerder lieten oversteken.

- Bij kruisingen van links naar rechts (uit perspectief van de naderende automobilist) kruisten fietsers vaker als eerste.
- Het initiatief nemend gedrag van fietsers was ook hoger wanneer fietsers van links naar rechts kruisten.
- Als fietsers van rechts naar links (uit perspectief van de naderende automobilist) kruisten, dwongen autobestuurders vaker hun voorrang af. Dit kan verklaard worden omdat in 68 % van de conflicten waarbij de fietser van rechts naar links overstaken de fietsers in de tegenovergestelde richting fietste. De bestuurders verwachtten mogelijk geen fietser van de andere kant en gingen ze ook niet doelgericht hierna opzoek.

Ernstige conflicten kwamen vaker voor bij het oversteken van rechts naar links (van Haperen, et al., 2018).

3 Probleemstelling

Afleiding is een belangrijk verkeersveiligheidsprobleem. Er is nog niet veel bekend over de precieze prevalentie van dit probleem als oorzaak van ongevallen, maar vermoedelijk speelt afleiding een rol in 5 % tot 25 % van de verkeersongevallen (Slootmans & Desmet, 2019). Daarnaast vielen er in 2019 volgens Statbel (2021) 37 719 verkeersongevallen te betreuren in België. Wordt deze vermoedelijke prevalentie van afleiding toegepast op deze cijfers, dan zou dat betekenen dat afleiding een rol speelde in 1 886 tot 9 430 verkeersongevallen in België.

Uit een onderzoek van Useche en collega's (2018) blijkt dat ongeveer 75 % van de dodelijke of ernstige ongevallen met fietsers plaatsvindt in stedelijke gebieden en ongeveer 10% van de dode of gewonde fietsers zijn kinderen.

Volgens de SWOV-factsheet gaf 84,4 % van de ondervraagden in een vragenlijst aan dat zij tijdens het wandelen wel eens hun telefoon gebruiken (SWOV, 2020). Dit krijgt dan ook in de media de term "Smartphone Zombies". Uit een onderzoek van Le en collega's (2019) blijkt dat 16,50 % aangaf afgeleid te zijn als voetganger of fietser tijdens een transport-gerelateerd ongeval. Volgens de Interpolis Barometer 2019 (Mons en van der Kint, 2019) blijkt echter dat er wel degelijk grote verschillen kunnen zijn in telefoongebruik onder voetgangers van verschillende leeftijden. Bij voetgangers blijkt bijvoorbeeld dat 94,7 % van de 15- tot 17-jarigen weleens het telefoontoestel gebruikt in het verkeer. Dit in tegenstelling tot de 65- tot 80-jarigen, bij wie dit percentage 69,9 % is.

De prestatie en efficiëntie van volwassenen neemt af bij multitasking. Dit effect is het grootste bij senioren (Craik & Salthouse, 2008). Uit een ander onderzoek blijkt dat dubbeltaken de geheugencodering en loopsnelheid in het algemeen verlaagt bij verschillende leeftijdscategorieën. Dit effect was aanzienlijk groter voor senioren en volwassenen van middelbare leeftijd (Neider, et al., 2011).

In de laatste decennia blijkt dat er toch al heel wat onderzoek is uitgevoerd naar effecten van het gebruik van smartphones tijdens het verplaatsen. Bevindingen tonen aan dat bestuurders aanzienlijk gestoord worden door het gebruik van de smartphone, waardoor het succesvol nemen van een kruispunt afneemt (Sobhani & Farooq, 2018).

Samenvattend: verkeersongevallen waarbij zwakke weggebruikers zijn betrokken, vooral de afgelopen jaren, zijn een groeiend probleem aan het worden. Gezien de complexiteit van de fietstaak en de conflicten met gemotoriseerd zorgt dit voor problemen, laat staan dat men er nog bij is afgeleid. De laatste jaren heeft men hier talrijke systemen voor ontworpen om ervoor te zorgen dat oversteken voor de zwakke weggebruiker veiliger wordt. Deze systemen zijn vooral ontworpen omdat er verschillende vormen zijn van afleiding die de laatste jaren zijn toegenomen. Elk systeem heeft zijn voor- en nadelen en heeft hun eigen manier van werken.

Uit de literatuur blijkt dat er nog niet zo vaak onderzocht is of deze systemen hun beoogde doel behalen en of mensen de kennis hebben om deze systemen juist te gebruiken. Dit komt vooral omdat deze Smartsystemen vooral nieuw zijn.

4 Doelstelling

Met technologische vernieuwingen kan een stad proberen om oversteken veiliger te maken. Verschillende bedrijven komen al met technologische oplossingen. Zo kan men twee grote groepen onderscheiden, namelijk systemen die smartphone-gebaseerde oplossingen en Infrastructurele oplossingen om oversteken te beveiligen aanbieden. Voor deze masterproef zal er vooral gefocust worden op infrastructurele oplossingen. Zo bestaan er systemen met detectieplaatjes en waarschuwingssystemen voor autobestuurders. Hier zijn verschillende variaties op, bijvoorbeeld: positionering van de lampen in het wegdek, systemen om voetgangers en fietsers te detecteren, enz. Er zijn ook systemen die nog innovatiever, bijvoorbeeld: een prototype van een “responsief wegoppervlak”, dat uitgetest is in het zuiden van Londen. Dit systeem kan met behulp van ledverlichting markeringen aanbrengen en wijzigen afhankelijk van de verkeerssituatie en dynamisch omgaat met de weggebruikers. Het wegdek kan op vraag van de voetganger een zebrapad doen verschijnen. Het detecteert ook voetgangers die onverwacht de rijbaan oplopen, waarna het gebied rond die voetganger rood oplicht en er op de rijbaan stopstrepen verschijnen om auto’s tegen te houden (McPartland, 2017).



Figuur 1: Starling crossing (McPartland, 2017)

De doelen van deze studie zijn dan ook de volgende:

- Een systeem onder de loep te nemen en onderzoeken of dit systeem effectief werkt en het beoogde doel kan waarmaken.
- Het gedrag van mensen onderzoeken bij dit systeem.
- De efficiëntie meten van het systeem.

5 Onderzoeksvraag

Het onderzoek zal bestaan uit een aantal observaties en een vragenlijst. Aan de ene kant zal het gedrag (d.m.v. observaties) en kennis (d.m.v. een vragenlijst) van het systeem getoetst worden. Langs de andere kant zal het systeem d.m.v. observaties getest worden. De focus zal tijdens de observaties vooral liggen op schoolgaande fietsers. De vragenlijst zal breed gespreid worden over de bevolking. De twee hoofdonderzoeksvragen zijn als volgend geformuleerd:

De hoofdonderzoeksvragen die onderzocht zullen worden d.m.v. observatie zijn:

- Wat is de efficiëntie van het systeem?
- Welke gedragsbeïnvloeding heeft het systeem bij autobestuurders en zwakke weggebruikers?

De deelonderzoeksvragen hierbij zijn als volgt:

- Hoe werkt het systeem exact?
- Hangt de efficiëntie af van het type zwakke weggebruiker?
- Kijken schoolgaande fietsers minder bij een kruispunt met het systeem dan zonder het systeem?
- Geven autobestuurders meer voorrang bij het systeem dan zonder het systeem?
- Hoe kan het systeem verbeterd worden?

De hoofdonderzoeksvraag die onderzocht zal worden d.m.v. observatie is:

- Welke kennis en welk veiligheidsgevoel hebben bestuurders over het systeem?

De deelonderzoeksvragen hierbij zijn als volgt:

- Voelen zwakke weggebruikers zich veiliger door het invoeren van het systeem?
- Is het systeem duidelijk voor alle weggebruikers?

6 Literatuurstudie

De smartphone heeft, zoals hierboven beschreven, een zeer negatieve impact op de veiligheid van voetgangers. Zo kan men twee grote groepen onderscheiden, namelijk systemen die smartphone-gebaseerde oplossingen en infrastructurele oplossingen om oversteken te beveiligen aanbieden. Dit onderzoek specificeert zich vooral op infrastructurele oplossingen. De literatuurstudie is daarom ook uitgebreider over infrastructurele oplossingen

6.1 Infrastructurele oplossingen om oversteken te beveiligen

Gezien bovenstaande uiteengezette smombie-problematiek, is het van noodzakelijk belang dat oversteekvoorzieningen zo veilig mogelijk zijn, ook als de zwakke weggebruiker niet aan het opletten is. Deze studie focust zich onder andere op infrastructurele voorzieningen die de aandacht moeten trekken van zwakke weggebruikers (of automobilisten). Zoals in deze analyse al duidelijk zal worden, beschikken deze systemen veelal over twee types componenten: alarmsignalen, veelal al dan niet pulserende verlichting, en sensoren die voetgangers kunnen detecteren. In de Belgische stad Hasselt zijn er al systemen geïnstalleerd om de voetgangersveiligheid te verbeteren: het gaat hier om gekleurde ledstrips die de kleur van het voetgangerslicht aannemen en zodoende ook een “smartphone zombie” kunnen wijzen op een rood voetgangerslicht. Immers kijkt een voetganger die met zijn smartphone bezig is naar beneden, waardoor de kans groter is dat hij deze rode ledstrip zal opmerken (Latinne, 2020).

Larue en collega’s (2020) onderzochten of deze toepassingen wel werken of niet. Meer bepaald bestudeerden zij of ledverlichting, ingebouwd in de grond, de aandacht trekt van voetgangers. In hun experiment moesten voetgangers gele ledlampen, die op de grond geplaatst waren, detecteren. Uit het onderzoek bleek dat de lampen uit het onderzoek steeds gedetecteerd konden worden door de deelnemers, ongeacht de afleidingstaak die zij kregen. Proefpersonen die visueel afgeleid waren, waren iets minder accuraat in het detecteren van de ledlampen, maar scoorden nog altijd een detectie-precisie hoger dan 90 %. Dit effect was groter wanneer zij ook nog wandelden. De auditieve en visuele afleidingstaken veroorzaakten een stijging in reactietijden, en dan voornamelijk de visuele taak. De resultaten tonen aan dat afgeleide personen wel degelijk in staat zijn om ledverlichting, ingebouwd in infrastructuur op de grond, te detecteren. Larue en collega’s (2020) halen echter aan dat hun onderzoekopstelling niet volledig overeenstemt met de werkelijkheid. De lichtinval is bijvoorbeeld helemaal anders in het echt dan in het laboratorium: in het echt zouden de ledlampen mogelijk slechter zichtbaar kunnen zijn, bijvoorbeeld op een heldere dag.

Baleja en collega’s (2017) noemen verschillende manieren om, met behulp van technologie, oversteekplaatsen te beveiligen. Zo noemen zij twee verschillende manieren om voetgangers te belichten. Zij benadrukken hierbij het gebruik van contrast: in feite moet de beveiliging ervoor zorgen dat het silhouet van een voetganger goed opvalt tegen de achtergrond. Dit kan met behulp van negatief contrast, waarbij de voetganger een donker silhouet is tegen een lichte achtergrond. Om dit effect te bereiken is geen extra infrastructuur nodig. Een tweede manier is het positief contrast, waarbij de voetganger opvalt als een fel belichte figuur tegen een donkere achtergrond. In dit geval is er wel degelijk extra belichting nodig bij de oversteekvoorziening, met name asymmetrische verlichting waarbij een lantaarnpaal rechts van de weg voor het zebrapad staat. Zo een asymmetrische verlichting, aldus Baleja en collega’s (2017), zorgt ervoor dat zowel de voetganger als de oversteekplaats zelf verlicht zijn. Daarnaast is ook het kleurencontrast belangrijk: door een ander type lamp te gebruiken om de oversteek te verlichten in vergelijking met gewone straatlampen, valt de oversteekvoorziening ook op door zijn andere kleur (Baleja et al., 2017).

Pogatsnik en collega's (2020) noemen verschillende manieren om zwakke weggebruikers te detecteren. Zij onderscheiden zes verschillende technieken, zoals weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Technieken om voetgangers te detecteren (Pogatsnik et al., 2020)

Techniek	Korte beschrijving
Drukgevoelige pads	Meet het gewicht van een voetganger en is bestendig tegen verschillende omgevingsfactoren, zoals het weer. Ze zijn echter duur.
Piëzometrische technologie	Wordt geïnstalleerd in de stoep en detecteert voetgangers op basis van drukverandering. Het is bestendig tegen omgevingsfactoren, maar is duur om te installeren.
Ultrasonische technologie	Detecteert voetgangers door terugkaatsing van ultrasone geluidsgolven. Echter is hij zeer gevoelig voor omgevingsfactoren.
Microgolven/Dopplerradar	Gebruikt het dopplereffect om voetgangers te detecteren, maar is zeer gevoelig voor omgevingsfactoren.
Passieve Infrarode optische poort	Bestaat uit een zender en ontvanger van infrarode lichtstralen. Een voetganger wordt gedetecteerd als deze door de lichtstralen heen loopt.
Videoanalyse	Voetgangers worden gedetecteerd met behulp van een camera. Beeldverwerkingssoftware tracht dan om voetgangers te herkennen.

Detectie van zwakke weggebruikers gebeurt echter niet uitsluitend met hardware. Achter de hardware (bijvoorbeeld videocamera's) zitten ook algoritmes die zwakke weggebruikers moeten herkennen. Koehler en collega's (2012) onderzochten de effectiviteit van een algoritme dat op basis van videobeelden kan detecteren of een voetganger wil oversteken of niet. Het algoritme werd getest met een experiment, waarin een voetganger vanuit een startpositie verschillende acties onderneemt. (1) De voetganger kan even stilstaan voor de weg en dan oversteken, (2) de voetganger start met oversteken, stapt echter terug het voetpad op voor een naderend voertuig en steekt dan ongestoord over of (3) de voetganger onderneemt een willekeurige actie vooraleer de oversteek gebeurt, zoals de veters van zijn schoenen strikken of stretchen. Na een handmatig gelabeld frame (dit frame was het frame waarop een menselijke observator de eerste beweging van de voet detecteerde) was het systeem in staat om de start van een oversteek binnen 60 – 120 ms te detecteren met een accuraatheid van 80 %. Na ongeveer 340 ms stijgt die accuraatheid tot 99 %.

Dow en collega's (2020) voerden tests uit met verschillende algoritmes om zwakke weggebruikers te herkennen op camerabeelden. Het "YOLO"-model bleek wat dit betreft het beste te presteren, in een vergelijking van verschillende algoritmes die werden getest met vijf verschillende datasets. Het model kon zo met de hoogste accuraatheid van de verschillende andere modellen voetgangers detecteren. In sommige datasets was de precisie zelfs 100 %. Het YOLO-model had daarnaast ook meer valse positieven dan minder goed presterende modellen zoals het Haarcascade-model of het HOG-model. Het YOLO-model identificeert soms immers andere objecten (zoals een paal) als een voetganger.

In de volgende paragrafen zullen een aantal systemen besproken worden. Het systeem van ledlite is het systeem dat verder onderzocht wordt.

6.1.1 ELLUMIN Smart Pedestrian System

6.1.1.1 Technische specificaties

Het ELLUMIN Smart Pedestrian System is een oversteekvoorziening bestaande uit vier palen die op elke hoek van het zebrapad geplaatst worden, alsook verlichting in het wegdek. Twee palen zijn voorzien van een verkeersbord gelijkend op het bord F49 dat een oversteekplaats voor voetgangers aangeeft. Het verkeersbord is omringd door oranje waarschuwingslichten. De palen zijn ook voorzien van een geluidssysteem, een opvullicht en een drukknop voor voetgangers. Achter de palen bevinden zich andere palen met een waarschuwingslicht en een automatisch detectiesysteem. Dit systeem werkt met IR-detectie, aangevuld met thermal imaging (en videobeelden in het geval van het URBAN type) ELLUMIN biedt het Smart Pedestrian System aan in twee varianten: een URBAN-type en een SUBURBAN-type (ELLUMIN, z.d.a).

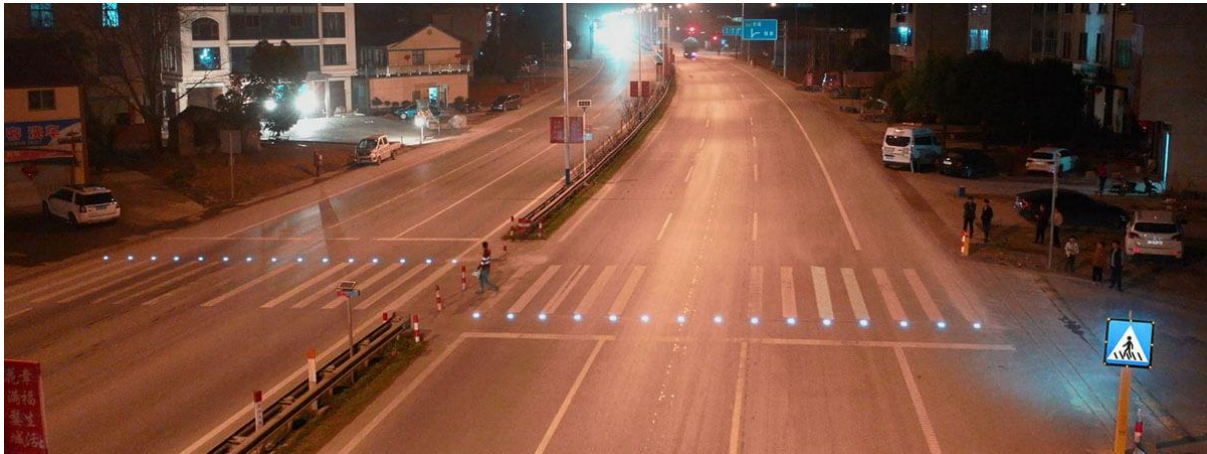
Het URBAN-type heeft een videocamera die gemonteerd is op de verkeersborden, gebruikt voor videodetectie. De lampen die geïnstalleerd zijn in het wegdek worden van elektriciteit voorzien door kabels, via het elektriciteitsnetwerk van de stad (ELLUMIN, z.d.b) (ELLUMIN, z.d.c). Het SUBURBAN-type heeft een zonnepaneel op de verkeersborden dat het systeem van elektriciteit voorziet. De lampen die in het wegdek zijn geïnstalleerd zijn draadloos en worden door kleine zonnepanelen van elektriciteit voorzien (ELLUMIN, z.d.c).

De verlichting in de grond is van het type BL-004CA-P (URBAN-type) of BL-004SU (SUBURBAN-type). De specificaties zijn in Tabel 2 te vinden.

Het energieverbruik van het URBAN-type wordt geschat op 118,6 W. Dit cijfer is bekomen door aan te nemen dat er 10 ledlampen worden gebruikt op een weg met twee rijstroken, elk met een verbruik van 3,96 W, er twee lichtbakken gebruikt worden voor de verkeersborden, er 8 individuele leds geïnstalleerd zijn op elk van de lichtgevende verkeersborden, en ook de twee camerasystemen en twee infrarooddetectiesystemen van het systeem in rekening te nemen.

Tabel 2: Technische specificaties van de grondverlichting in de ELLUMIN Smart Pedestrian Systems (ELLUMIN, z.d.d) (ELLUMIN, z.d.e)

Aspect	Waarde (BL-004CA-P)	Waarde (BL-004SU)
Productmateriaal	Aluminium	Aluminium
Materiaal beschermplaatje	Polycarbonaat venster	Polycarbonaat venster
LED		
Mechanische weerstand	Vrachtwagen 30 ton	Vrachtwagen 30 ton
Waterdichtheidsniveau	IP68	IP68
Bedrijfstemperatuur	-20 °C tot +80 °C	-20 °C tot +80 °C
Elektriciteitsbron	DC12V of DC24V	
Energieverbruik	3,96 W (wanneer pulserend)	
Stroomverbruik	0,29 A (wanneer pulserend)	
LED-helderheid	Variabel (maximale intensiteit van 2835 SMD LED Boards is ongeveer 140 cd)	Variabel (instelbaar)
Visuele afstand	500 meter	500 meter



Figuur 2: Het ELLUMIN Smart Pedestrian System (URBAN-type) (ELLUMIN, z.d.a)

6.1.1.2 Functionaliteit

Het systeem detecteert een voetganger met behulp van het automatische detectiesysteem of de drukknop. In het geval van het URBAN-type kan ook de videocamera voetgangers detecteren. Na detectie activeren de pulserende lampen: zij waarschuwen aankomende bestuurders dat een voetganger aan het oversteken is. Ook de verlichting op de randen van het bord wordt geactiveerd. Het systeem zal ook een auditieve waarschuwing geven aan voetgangers en bestuurders (ELLUMIN, z.d.b) (ELLUMIN, z.d.c)

6.1.2 ILST Smart Crosswalk

6.1.2.1 Technische aspecten

Het ILST Smart Crosswalk systeem is een eenvoudige oversteekvoorziening bestaande uit twee palen waaraan verkeersborden en straatverlichting zijn vastgemaakt. Boven de straatverlichting zijn zonnepanelen gemonteerd. Op de borden zijn bewegingssensoren gemonteerd, alsook twee oranje waarschuwingslichten (ILST., z.d.a). Technische parameters zijn te vinden in Tabel 3.

Tabel 3: Technische aspecten ILST Smart Crosswalk (ILST., z.d.b)

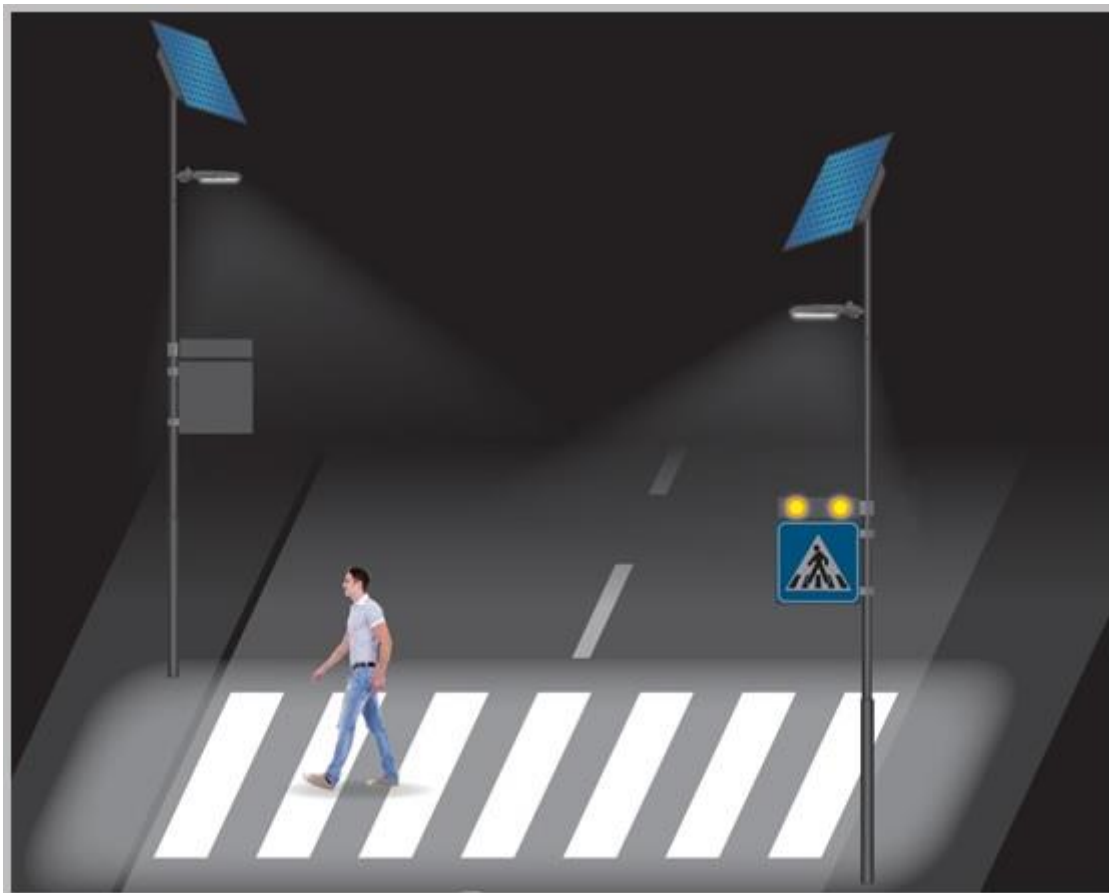
Aspect	Waarde
Zonne-energie	300 W
Bedrijfsuren zonder intens zonlicht gegarandeerd	300 uren
Smart	Ja*
Flux	350/4600 LM
Batterijcapaciteit	First-Class LI-ION Battery 112 AH
Kleurtemperatuur	3800-5000 K
*Alhoewel op de website staat dat de installatie "smart" is, lijkt het er niet op dat het toestel communiceert met andere systemen.	

Het systeem voldoet daarbij ook aan de volgende wetgeving en standaarden (Tabel 4):

Tabel 4: Wetgeving en standaarden waaraan de ILST Smart Crosswalk conform is (ILST., z.d.b)

Wet/Standaard	Type
Protection grade (class III)	Extra low voltage directive
PREN 50278	Electromagnetic compatibility (EMC)
MSZ EN 60529, IP 54	Weatherproof
MSZ EN 12352:2002, S3	Safely fitting and closing criteria
MSZ EN 20186/2-86	Traffic signal and road accessories and luminance regulations
MSZ EN 12352:2002	Traffic control, warning and safety light-signalling devices

6.1.2.2 Functionaliteit



Figuur 3: ILST Smart Crosswalk (ILST., z.d.b)

Het ILST Smart Crosswalk systeem werkt als volgt. De borden, uitgerust met een bewegingssensor, kunnen detecteren of er een voetganger wil oversteken of niet. Als er een voetganger gedetecteerd wordt, sturen de sensoren een signaal naar de controle-eenheid van het systeem en gaan de oranje lichten, die gemonteerd zijn boven de verkeersborden, pulseren (ILST., z.d.a). De frequentie van deze pulsen kan naar wens afgestemd worden.

6.1.3 Ledlite

6.1.3.1 Technische specificaties

Het Ledlite systeem is een oversteekvoorziening bestaande uit 4 verschillende componenten. Zo staat het verkeersbord A51 met onderbord naar de bestuurders gericht. Het verkeersbord A51 bevat ook ledlampjes. Op het wegdek zijn ook waarschuwingslichten geplaatst. Het systeem plaatst ook palen met radarsensoren op de routes voor het inkomende voet- en feestgangers verkeer.

De ledpods (Foxlite 35 x 10) hebben een doorsnede van 115 mm en zijn van inox behuizing. Ze zijn zo ontworpen dat ze bestand zijn tegen externe druk, water en reinigingsproducten. Bovendien werden de leds verwerkt in het product die het voordeel hebben van een langere levensduur, minimaal verbruik en het feit dat ze geen warmte vrijgeven. De aansluiting is met een voedingskabel type CTMB: RNF HARHO 7RNF 3G 1,5 mm². Het verbruik is ongeveer 5 W (Ledlite, z.d.a).

Het verkeersbord A51 is gemaakt van zeewaardig aluminium (AlMg3) en is voorzien van retro-reflecterende film en leds. De achterkant is gemaakt met glijprofielen T250 in RAL 7043. De leds zijn High brightness LED's, type 5 mm. Het verkeersbord heeft een voeding nodig van 230 Vac en verbruikt ongeveer 15 W (Ledlite, z.d.b).

De Radar zelf kan op verschillende mogelijkheden worden ingesteld, namelijk:

- Uni-directioneel (enkel naderend)
- Gevoeligheid
- Minimum en maximum snelheid

Tabel 5: technische aspecten Ledlite (Ledlite, z.d.a) (Ledlite, z.d.b)

Aspect	Ledpods (Foxlite 35 x 10)	Verkeersbord + sensor
Productmateriaal	Inox	Aluminium
Waterdicht	Ja	Ja
Bedrijfstemperatuur	-20 °C tot +80 °C	-20 °C tot +80 °C
Elektriciteitsbron	230 Vac	230 Vac
Energieverbruik	+/- 5 W	+/- 5 W
Prijs	153 euro per stuk	1972 euro



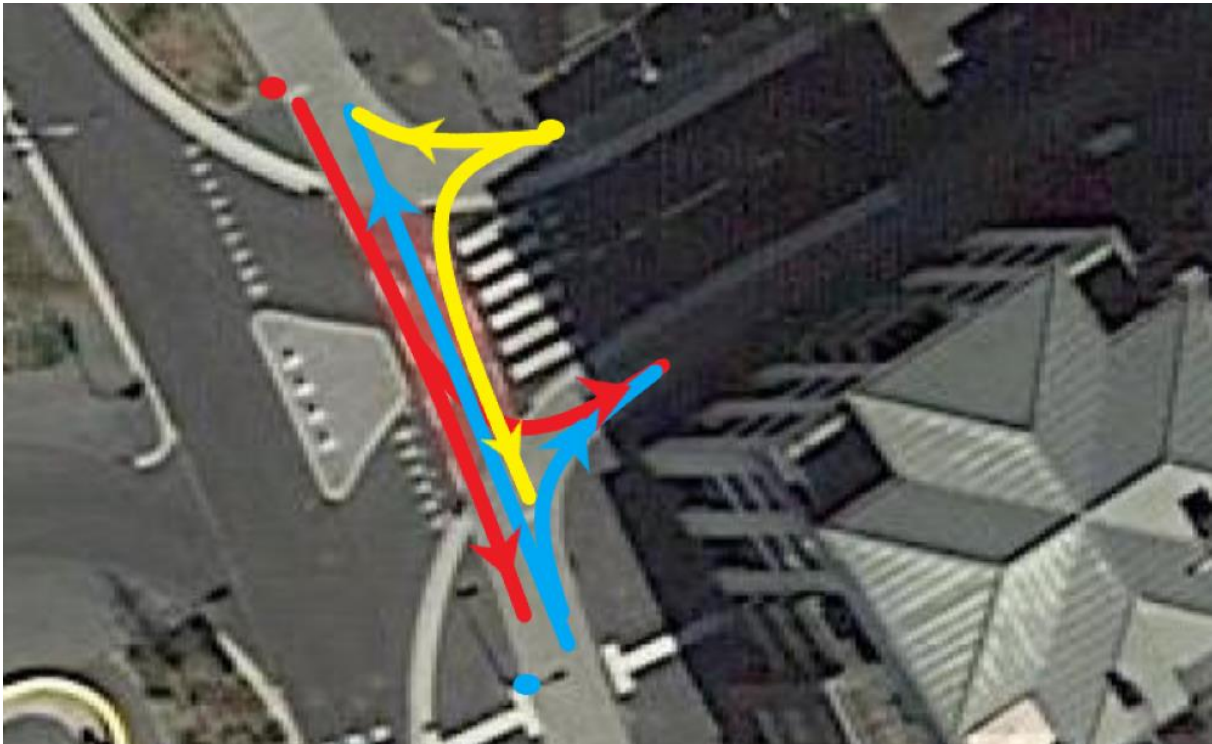
Figuur 4: Radar sensor + verkeersbord (bron: eigen werk)

6.1.3.2 Functionaliteit

Het systeem begint bij het detecteren van de naderende zwakke weggebruikers. Dit gebeurt met een radarsensor. Het apparaatje zendt namelijk radargolven uit en als er naderende objecten zijn kaatsen deze radargolven terug met een verhoogde frequentie. Hierdoor weet het systeem dat er naderende zwakke weggebruikers aankomen. Als er nu zwakke weggebruikers zijn die wegrijden of wandelen van het systeem worden hun golven met een andere frequentie teruggekaatst. Hierdoor weet het systeem dat deze personen niet naderend zijn.

Eenmaal dat er personen gedetecteerd worden, gaan de ledlampjes in de grond en het verkeersbord knipperen. Zo krijgt het gemotoriseerd verkeer een extra waarschuwing dat er voetgangers en/of fietsers in de buurt aanwezig zijn.

In Figuur 5 zijn de rode, blauwe en gele cirkels de locaties van de sensors. De lijnen in de figuur zijn de bewegingen die de sensor in theorie moet gaan detecteren.



Figuur 5: Locatie sensor (bron: google maps + eigen werk)

6.1.4 Lighted Zebra Crossing

6.1.4.1 Technische specificaties

De Lighted Zebra Crossing is een oversteekvoorziening voor voetgangers bestaande uit verschillende lichtgevende platen die ingebouwd worden in het wegdek. Lighted Zebra Crossing B.V. biedt twee versies van platen aan. Ten eerste is er een plaat die ingebouwd kan worden op een klinkerweg, bestaande uit een RVS-frame waarin beton is gestort en de plaat bovenop wordt bevestigd. Deze versie is 8 cm dik. Ten tweede is er een plaat die ingebouwd kan worden op een asfaltweg, bedoeld om direct op het uitgefreesde asfalt gemonteerd te worden. Deze versie is 4 cm dik (Lighted Zebra Crossing B.V., z.d.a).

De platen zijn getest om een belasting van ongeveer 2,5 miljoen auto's per dag aan te kunnen. De verlichting gebeurt met behulp van hoogwaardige ledverlichting met lange levensduur. Het zebra-pad kan met het elektriciteitsnet aangesloten worden met een schakelkast voorzien van 230 V drivers, die 24 V naar de platen stuurt. Het elektriciteitsverbruik per plaat is 0,048 kWh. Elke plaat bevat 2 drivers, dus als er een driver kapot is zal de plaat nog steeds voor 50 % verlicht zijn. Echter zijn de platen zeer modulair en kunnen ze voorzien worden van diverse opties, zoals zonnepanelen die de platen van stroom kunnen voorzien (Lighted Zebra Crossing B.V., z.d.b).

6.1.4.2 Functionaliteit

In zijn standaarduitvoering is de Lighted Zebra Crossing "dom". Hij heeft geen smart functionaliteit en activeert slechts als de straatverlichting aangaat, met behulp van de schakelkast van het systeem die met de straatverlichting verbonden is. Echter zijn er intelligente doeleinden in ontwikkeling om het zebra-pad intelligenter te maken, zoals toestellen om intensiteiten of snelheden van het autoverkeer te meten. Zulke functionaliteiten worden beschikbaar met behulp van een abonnement bij het bedrijf (Lighted Zebra Crossing B.V., z.d.a).



Figuur 6: Lighted Zebra Crossing (Lighted Zebra Crossing B.V., z.d.b)

6.1.5 LightGuard Systems IRWL System

6.1.5.1 Technische specificaties

Het systeem van LightGuard Systems, IRWL-System (In-Roadway Warning Light System) bestaat uit zes verschillende componenten die samen de oversteekplaats beveiligen. Gemonteerd in het wegoppervlak zijn een reeks lampen van het type DuraFlash M10 (LightGuard Systems, z.d.b). De specificaties van deze lamp zijn te vinden in Tabel 6.

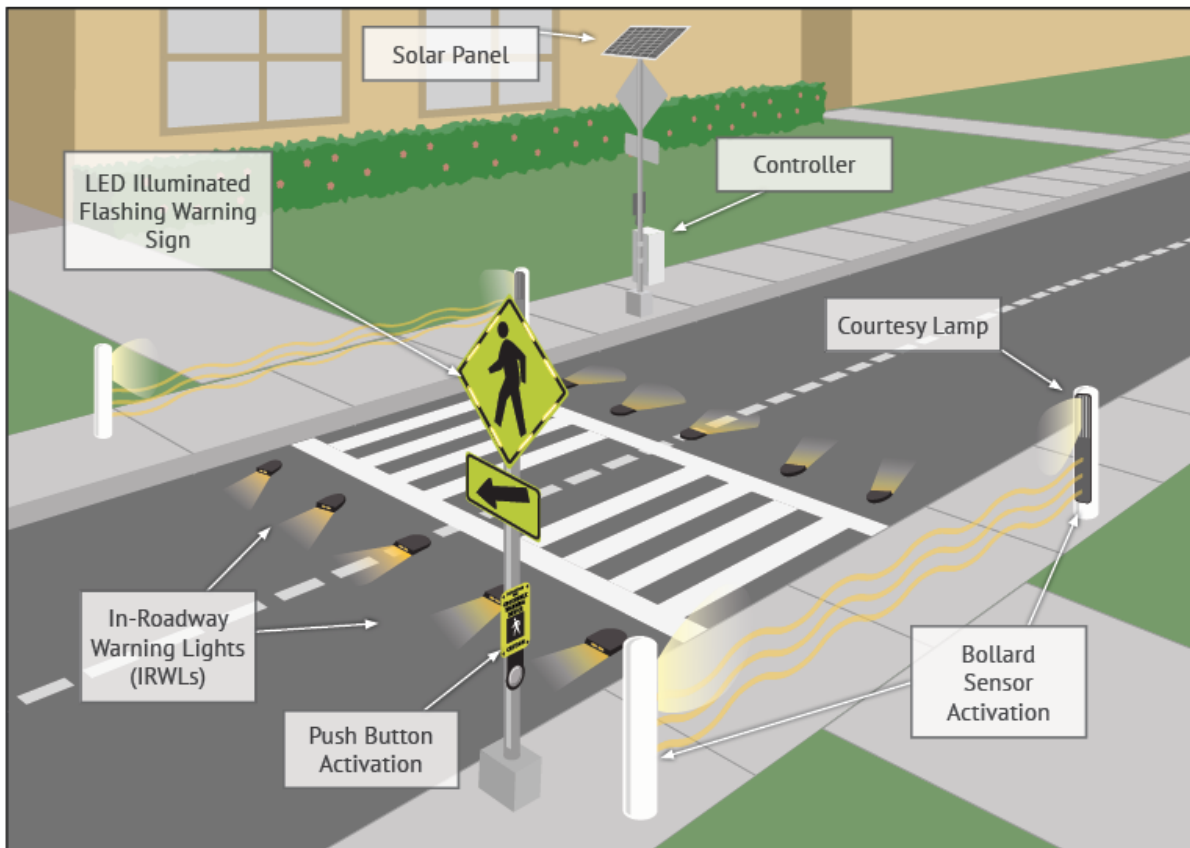
Tabel 6: Technische specificaties van de DuraFlash M10 (LightGuard Systems, z.d.a)

Aspect	Waarde (pulserende, amberkleurige led)
Zichtbaarheid	30° kijkhoek (+/- 15°)
Lichtintensiteit	118 cd
Bedrijfstemperatuur	-20 °C tot 50 °C
Bedrijfsvoltage	12 VDC tot 14 VDC
Gelijkstroom op 12 VDC	< 0,2 A nominaal
Vermogensdissipatie	2,5 W Max.
Materiaal behuizing	Polyurethaan
Kleur behuizing	Doorzichtig
Kleur led	Amber, 595 nm

Deze lampen worden ingebouwd in het wegoppervlak, gericht naar een potentieel aankomende bestuurder. LightGuard Systems biedt twee verschillende activatiemechanismen aan voor het systeem: een manuele drukknop enerzijds, of infrarode scanners die geactiveerd worden door een voetganger. De scanner bestaat uit twee palen die aan weerszijden van het zebra-pad worden geïnstalleerd. Het systeem wordt van elektriciteit voorzien door een zonnepaneel, maar kan ook op het elektriciteitsnet aangesloten worden. Het laatste component van het Lightguard Systems IRWL System is de *Power Control Unit*, of PCU, die gebruikt wordt om te bepalen wanneer de lampen aan moeten gaan. LightGuard Systems biedt twee modellen aan. Ten eerste is er een standaardmodel dat

geprogrammeerd kan worden om bijvoorbeeld te bepalen hoe lang de lichten aan moeten zijn, maar het is een “dom” systeem dat bijvoorbeeld geen data kan verzamelen. Ten tweede is er een geavanceerde PCU die data over overstekgedrag kan verzamelen. De PCU kan ingesteld worden om automatisch geactiveerd te worden op bepaalde tijdstippen. Tot slot biedt LightGuard Systems nog een optioneel component aan: een waarschuwingsbord met pulserende ledlampen (LightGuard Systems, z.d.b)¹.

Het energieverbruik van het systeem wordt geschat op 93 W. Dit cijfer is bekomen door aan te nemen dat het systeem 10 ledlampen omvat, 8 individuele leds op elk van de twee verkeersborden, en twee infraroodsensoren (inclusief een DVR/NVR systeem).



Figuur 7: Het LightGuard Systems IRWL-System (LightGuard Systems, z.d.b)

6.1.5.2 Functionaliteit

Het LightGuard Systems IRWL-System werkt als volgt. Als een voetganger wil oversteken, gebruikt hij daarvoor oftewel de manuele drukknop van het systeem of wordt hij gedetecteerd door de infraroodscanners. LightGuard Systems raadt aan om beide systemen te gebruiken. De scanners van het LightGuard Systems IRWL-System kunnen uitgerust worden met verlichting om voetgangers te overtuigen om gebruik te maken van het systeem. Alhoewel dit niet expliciet vermeld wordt door LightGuard Systems, zullen de lampen vermoedelijk aanspringen bij detectie van een voetganger. (LightGuard Systems, z.d.b).

¹ Het verkeersbord dat LightGuard Systems hier toont is een Amerikaans model: geel en ruitvormig met een zwarte overstekende figuur. Het is mogelijk dat ze dit systeem niet leveren conform met de Belgische wetgeving (LightGuard Systems, z.d.b).

6.1.6 SAFE-2-WALK

6.1.6.1 Technische specificaties

SAFE-2-WALK bestaat uit een all-in-one sensor. Deze sensor omvat een camera en een detector. Deze worden ook boven de grond geïnstalleerd, waardoor er vermoedelijk minder werken nodig zijn (Czajewski, Dabkowski, & Olszewski, 2013)

Er is weinig technische informatie over dit systeem. Er wordt aangenomen dat het systeem een energieverbruik van 149 W heeft. Dit cijfer is bekomen door aan te nemen dat het systeem 14 ledlampen voor elke rijrichting gebruikt, er twee camera's (met DVR-systeem) gebruikt worden, en er ook een bewegingssensor aan elke kant wordt gebruikt.

6.1.6.2 Functionaliteit

Bij SAFE-2-WALK wordt er gebruik gemaakt van cameradetectie en niet van infrarooddetectie om de voetgangers te detecteren. In dit systeem zijn de pulserende lampen ingebouwd in de weg over de hele lengte van het zebrapad. Deze zullen beginnen te pulseren als er een voetganger gedetecteerd wordt. De lampen die gebruikt worden in het wegdek zijn van LED-formaat. Deze lampen markeren ook het hele zebrapad (Czajewski, Dabkowski, & Olszewski, 2013).



Figuur 8: SAFE-2-WALK (Czajewski et al., 2013)

6.1.7 SafeXOne

6.1.7.1 Technische specificaties

Het SafeXOne-systeem maakt gebruik van een pulserend licht om de autobestuurder te waarschuwen. Dit licht heeft een specifiek gekozen invalshoek, waardoor het licht net in het gezichtsveld van de bestuurder valt. Over het zebrapad straalt ook een laser met een laag vermogen om voetgangers op te lichten. Omdat het uitgangslight van de laser door prisma's wordt omgezet in een geschikte lichtstraal, zorgt dit ervoor dat de voeten van de voetganger licht geven. Het systeem kan hierbij gebruik maken van een rode (630-650 nm) of een groene (532 nm) laser (Pogatsnik et al., 2020).

Er wordt ook gebruik gemaakt van infrarooddetectie, tussen 2 palen, waarmee de voetganger gedetecteerd kan worden. Dan begint een geel knipperlicht te branden. In wat volgt is het verbruik per onderdeel weergegeven (Pogatsnik et al., 2020):

- De processing unit heeft een verbruik van 0,23 W
- De infrarood poort heeft een verbruik van 0,12 W
- De circuitonderbreker, die zorgt voor energiebesparing heeft een verbruik van 0,072 W
- Het oplaadcontrolecircuit heeft een verbruik van 0,06 W

- De twee lasers hebben een gecombineerd verbruik van 1,848 W
- De gele flash heeft een verbruik van 0,00833 W per oversteek

Dit zorgt voor een gecombineerd verbruik van 10,6 Wh per dag. Dit is ongeveer een 328,44 Wh per maand.

6.1.7.2 Functionaliteit

Het systeem werkt in verschillende stappen. Als eerste wordt de voetganger gedetecteerd aan de hand van infrarooddetectie. Dit systeem kan zelf de fouten eruit filteren. Dit systeem gaat ook enkel aan als er voetgangers zijn en dan verbruikt het elektriciteit, opgewekt met zonne-energie. Dit zorgt ervoor dat automobilisten niet gaan wennen aan het waarschuwingslicht. Als er een voetganger gedetecteerd is, gaat het gele knipperlicht aan (Visible Crossing, z.d.). Deze lamp is zichtbaar op 150 m voor de oversteek en schijnt recht in het gezichtsveld van de bestuurder. De helderheid van de lamp kan ook worden aangepast. De lamp is ook nauwelijks zichtbaar langs de zijkant: dit zorgt ervoor dat er geen hinder is voor de omgeving (Visible Crossing, z.d.).

Hierna zal het laservlak in werking gesteld worden. Het systeem stuurt met een laser een straal uit over het voetpad. Als de voetganger gebruik maakt van het zebrapad verspert deze de weg van het laserlicht. Dit zorgt ervoor dat de voeten van de voetganger verlicht worden. Doordat dit gebeurt zullen bestuurders die de oversteekplaats naderen een flitseffect zien. Dit komt omdat de voeten van de voetganger de weg van het licht van de laser blokkeren (Pogatsnik et al., 2020).

Het gebruik van een rode laser zorgt ervoor dat er een duidelijk verbodssignaal wordt uitgestuurd. Het gebruik van een groene laser zorgt er dan weer voor dat dit 10 keer beter zichtbaar is dan een rode laser, maar dit kan misleidende informatie naar de weggebruiker sturen. Uit onderzoek is geconcludeerd dat het gebruik van de twee verschillende golflengten (650 nm en 532 nm) de voordelen kan combineren (Pogatsnik et al., 2020).

Indien een gemeente dit wil, kan het zebrapad van bovenaf verlicht worden. Zo wordt de wachtruimte voor de voetgangers ook duidelijk zichtbaar. Tot slot kunnen de gegevens vanop een afstand bekeken worden en kan het helemaal worden toegepast in een SMART-city (Visible Crossing, z.d.).



Figuur 9: SafeXOne (Pogatsnik et al., 2020)

6.1.8 SeeMe

6.1.8.1 Technische specificaties

Het systeem “SeeMe” bestaat onder andere uit het verkeersbord D-6 waarboven twee sterke, pulserende lampen geïnstalleerd zijn (Czajewski et al., 2013). Er zijn ook infrarood bewegingssensoren aanwezig die ervoor zorgen dat voetgangers gedetecteerd kunnen worden. Dit systeem is weergegeven in Figuur 10. Hierbij is in het rood de infrarooddetectiezone weergegeven.

Het systeem omvat onderdelen om op drie verschillende manieren voetgangers te kunnen detecteren: via de bovengenoemde infrarooddetectiezone, via een *radio tag* gekoppeld aan de voetganger of via een manuele drukknop. De verlichtingsintensiteit varieert al naargelang de lichtinval. Het apparaat wordt van energie voorzien door batterijen en een zonnepaneel (DLKD, z.d.).

Technische specificaties van het systeem zijn in Tabel 7 te vinden. Het energieverbruik wordt geschat op 138 W. Dit op basis van de vier oranje knipperende lampen en de twee infrarooddetectoren. Echter zal er nog extra verbruik zijn van het radionetwerk.

Tabel 7: Technische specificaties SeeMe (Amparo Solutions, z.d.)

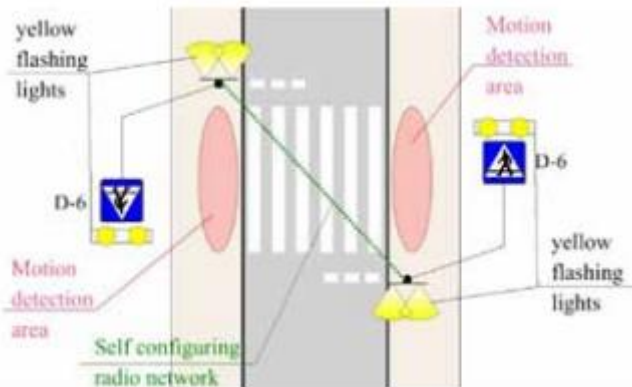
Aspect	Waarde
IP-klasse waarschuwingsapparaat	IP55
EU-norm waarschuwingsapparaat	EN12352
Energiebron waarschuwingsapparaat	Geïntegreerde zonnecel en batterij
IP-klasse IR-sensor	IP68
EU-norm IR-sensor	EN12352
Energiebron IR-sensor	Geïntegreerde batterij, gaat ongeveer 3 jaar mee
IP-klasse drukknop	IP68
Energiebron drukknop	Geïntegreerde batterij, gaat ongeveer 2 jaar mee
IP-klasse activeringszender	IP55
Energiebron activeringszender	Geïntegreerde batterij, gaat ongeveer 1 jaar mee

6.1.8.2 Functionaliteit

Het SeeMe-systeem werkt als volgt. Als een voetganger wil oversteken, wordt hij gedetecteerd door de infraroodsensoren die gemonteerd zijn boven op de palen waarop ook het verkeersbord en de lampen zich bevinden. De detector “projecteert” een driehoekige straal recht voor zich, die ingesteld kan worden naar wens. Als er dan een voetganger in deze detectiezone gedetecteerd wordt, zullen de amberkleurige lampen gaan pulseren. Doordat dit systeem langs twee kanten moet functioneren zal men tussen de twee verkeersborden met lampen communiceren aan de hand van een radionetwerk. Immers, stel dat er een voetganger gedetecteerd wordt langs een zijde, dan moet de andere zijde ook gaan pulseren (Czajewski et al., 2013).

Zodoende trekt het systeem de aandacht van automobilisten, met als doel om het aantal automobilisten dat voorrang geeft te doen stijgen (en ook conflicten tussen voetgangers en automobilisten te beperken) (Høye & Laureshyn, 2019). Høye en Laureshyn (2019) voerden onderzoek naar de effectiviteit van dit systeem. Uit het onderzoek blijkt dat 70c% tot 97c% van de voetgangers door SeeMe gedetecteerd werden wanneer ze oversteken binnen de lijnen van het zebrapad. SeeMe is ook in staat om voetgangers die niet op het zebrapad oversteken te detecteren, maar doet dit minder effectief: 53 % van deze voetgangers werd gedetecteerd. De lichten knipperen ook vrij vaak als er geen overstekende voetgangers aanwezig zijn (een vals alarm). Gemiddeld is er in 57 % van de gevallen een overstekende voetganger wanneer het licht pulseert. De proportie valse alarmen kunnen echter sterk variëren, van 7 % tot 73 %.

Na installatie van het SeeMe-systeem steeg het aantal voorrang gevende bestuurders met 14 %, alhoewel het effect niet-significant was op zebrapaden waar bestuurders al vaak voorrang gaven. Daarnaast zijn zowel niet-gedetecteerde voetgangers als valse alarmen problematisch, aldus Høye en Laureshyn (2019). Immers kan het zijn dat een bestuurder vertrouwt op het systeem en zodoende denkt dat, als de lampen niet branden, dat er ook geen voetganger is, met een aanrijding tot gevolg. Anderzijds kan de frequente aan valse alarmen ervoor zorgen dat weggebruikers minder vertrouwen hebben in het systeem. Het kijkgedrag van voetgangers hebben Høye en Laureshyn (2019) niet bestudeerd, maar ze vermoeden dat het mogelijk is dat ook voetgangers te veel vertrouwen kunnen krijgen in het systeem en bijgevolg minder goed opletten.



Figuur 10: SeeMe (Czajewski et al., 2013)

6.1.9 SmartPass

6.1.9.1 Technische specificaties

SmartPass is een modulair all-in-one system met verschillende componenten dat, naar wens van de klant, aangepast kan worden met bijvoorbeeld verschillende modules. De website van SmartPass noemt zeven modules die geïnstalleerd kunnen worden op het systeem (SmartPass, z.d.b):

1. Bewegingssensorenmodule: een module die detecteert of er al dan niet een voetganger aanwezig is op de oversteekvoorziening;
2. Led-lichtmodule: een module met pulserende oranje waarschuwingslichten die voor het zebrapad en op de verkeersborden gemonteerd zijn;
3. Geluidsmodule: een module die gesproken boodschappen kan afspelen;
4. Verlichtingsmodule: een module bestaande uit intelligente straatverlichting;
5. Bewakingsmodule: een module met een bewakingscamera;
6. Antislipmodule: een module, geïnstalleerd op het wegoppervlak voor het zebrapad, die de remweg van een voertuig verkort;
7. Snelheidsbewakingsmodule: een module die in staat is om de snelheid van passerende auto's te meten.

Technische aspecten van de led-lichtmodule worden weergegeven in Tabel 8Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..

Het energieverbruik wordt geschat op 538,006 W. Dit op basis van twee bewegingssensoren, twee waarschuwingslichten, twee speakers, twee led-straatlampen, twee camera's met DVR/NVR en twee versnellingsensoren die als proxy dienen voor de snelheidsbewakingsmodule. Er wordt hierbij dus aangenomen dat er bij een zebrapad twee systemen worden geplaatst. Het energieverbruik van de centrale-eenheid en de antislipmodule zit hier niet in.

Tabel 8: Technische aspecten led-lichtmodule SmartPass (SmartPass, z.d.a)

Aspect	Waarde
Type licht	LED
LED-kleur	Oranje (in de rijrichting) en wit (in de andere richting)
Zichtbaarheid	Tot 1000 m
Verlichtingsfrequentie	v40-60 cycli/min
Verlichtingsintensiteit	2300 cd
Hoogte	Klasse H1 (tot 18 mm)
Dichtheid	IP68
Temperatuurbestendigheid	Van -35 °C tot +70 °C
Houdbaarheid van APEO-inserts	Tot 3 jaar

Alle modules zijn geïnstalleerd in een witte behuizing die achter het verkeersbord kan bevestigd worden, met uitzondering van de verlichtingsmodule (die immers een straatlantaarn is) en de antislipmodule (die voor het zebrapad ligt, als een stuk weg). De modules worden beheerd door een centraal brein, een eenheid met GSM (SmartPass, z.d.b).

6.1.9.2 Functionaliteit

Wanneer er een voetganger wordt gedetecteerd, treden verschillende modules in werking. De bewegingssensor merkt op dat er een voetganger is en stuurt deze informatie door naar de led-lichtmodule, de geluidsmodule en de verlichtingsmodule. De led-lichtmodule gaat zo in een soort alarmstand en laat de geïnstalleerde waarschuwingslichten pulseren om aan te geven dat er een voetganger aanwezig is. De geluidsmodule kan voetgangers aanwijzingen geven. De verlichtingsmodule wordt ook geactiveerd om, zeker 's nachts, te zorgen voor een betere zichtbaarheid van de voetganger (SmartPass, z.d.b).

Het oversteekstelsel heeft, zoals eerder vermeld, ook veiligheidsmodules die moeten vermijden dat er een ongeval gebeurt. Voor het zebrapad bevindt zich zo de antislipmodule: moest een bestuurder toch niet gezien hebben dat een voetganger oversteekt, dan kan hij nog een noodrem uitvoeren waarvan de remweg wordt verkort door deze antislipmodule. Een bewakingscamera monitort de oversteekvoorziening en kan zo mogelijke verkeersongevallen vastleggen. Tot slot is er de snelheidsbewakingsmodule, die de snelheid van passerende voertuigen monitort en zodoende beleidsrelevante data kan verzamelen (SmartPass, z.d.b).

Het geheel wordt beheerd door de centrale eenheid met GSM. Deze eenheid is een slimme computer die met het internet verbonden kan worden om bijvoorbeeld updates te krijgen. De computer verzamelt gegevens van de andere modules en zorgt ervoor dat de andere modules met elkaar kunnen praten. Met een communicatiemodule staat de computer in verbinding met een administratieportaal (SmartPass, z.d.c).

6.1.10 Starling Crossing

Starling Crossing is een techniek van het bedrijf Umbrellium en de verzekeringsmaatschappij Direct Line (McPartland, 2017). Deze techniek reageert op de bewegingen en trillingen van weggebruikers. Hierbij wordt gebruik gemaakt van camera's om alle weggebruikers in de gaten te houden. Via computer software zullen de nodige markeringen weergegeven worden op het wegdek, want het hele wegdek bestaat uit LED-lampjes (McPartland, 2017).



Figuur 11: Starling Crossing (Major, 2017)

6.1.10.1 Technische specificaties

Het systeem omvat een netwerk van camera's, deze volgen de objecten en koppelen dit terug naar de software. De software zorgt er dan voor indien nodig dat de juiste markeringen op de juiste plaats komen (Umbrellimu, z.d.).

De Starling Crossing is eigenlijk een wegdek waarbij de toplaag bestaat uit LED-lampjes over een afstand van 22 meter. Deze worden beschermd door slagvast kunststof waardoor deze beschermd zijn tegen voertuigen en waterschade. Onderhuids bestaat het systeem uit een stalen frame. Deze vermijdt dat onderdelen los komen (McPartland, 2017). Het systeem is zodanig ontworpen dat de Starling Crossing het gewicht van voertuigen kan ondersteunen. Daarnaast is het systeem slipvrij, ook bij regenweer (Umbrellium, z.d.).

Omdat de techniek nog een prototype is, zijn technische specificaties vooralsnog niet beschikbaar. Wel kan aangenomen worden dat dit systeem, in vergelijking met de andere systemen, zeker een van de grootste energieverbruikers is, omdat heel het wegoppervlak met ledverlichting bedekt is. Het energieverbruik van het systeem kan wel ingeschat worden, doch met grote aannames: als de weg 22 meter lang is en 10 meter breed is, en als het systeem gebruik maakt van lichtbakken van 60 cm x 60 cm groot, dan zouden er in het systeem ongeveer 613 lichtbakken gebruikt worden. Deze aanname is gebaseerd op Figuur 11, waarin te zien is dat het wegoppervlak van de Starling Crossing bestaat uit "tegels". Aangenomen dat een lichtbak 5,5 W verbruikt, zou het energieverbruik 3.371,5 W zijn.

6.1.10.2 Functionaliteit

Doordat het hele wegdek uit verschillende LED-lampjes bestaat, is er een mogelijkheid om in real time de markeringen aan te passen en extra waarschuwingen te laten verschijnen bij gevaarlijke situaties (McPartland, 2017).

Het cameranetwerk van het systeem maakt videobeelden van de locatie. Computersoftware tracht dan om verschillende weggebruikers te identificeren, waarna het systeem de juiste markeringen toont (McPartland, 2017). Zo kan het systeem detecteren of er plots een kind de straat op loopt. In dat geval zal het systeem een rode buffer tekenen rond de looplijn van het kind. Dit waarschuwt andere weggebruikers (Umbrellium, z.d.)



Figuur 12: On demand markeringen door de Starling Crossing (Umbrellium, z.d.)

Het systeem kan zich aanpassen al naargelang de hoeveelheid aanwezige voetgangers. Zo kan het systeem bijvoorbeeld onzichtbaar blijven als er slechts weinig voetgangers zijn, en alleen verschijnen als er daadwerkelijk voetgangers zijn. Als er juist grote hoeveelheden voetgangers zijn, dan kan het systeem hier rekening mee houden door de strepen van het zebrapad te verbreden (Umbrellium, z.d.).

6.1.11 Traffic-Care Zebra-Safe

6.1.11.1 Technische specificaties

Het Zebra-Safe systeem van Traffic-Care is een discreet waarschuwingssysteem dat ingebouwd wordt voor een zebrapad of een fietsoversteekvoorziening. Het omvat oranje led-signalering met een laag energieverbruik, een lange levensduur en een hoge lichtopbrengst waardoor het systeem ook op heldere zomerdagen goed zichtbaar is. Het systeem kan van verschillende detectiemechanismen voorzien worden: een drukknop, infrarooddetectie, thermische of intelligente videodetectie, en een signaal van een VRI (Traffic-Care, z.d.).

Het bedrijf Traffic-Care gaf telefonisch enkele specificaties over het systeem. Deze zijn weergegeven in Tabel 9. Op basis van deze gegevens wordt het energieverbruik van het systeem ingeschat op 82 W, dit onder de aanname dat het systeem tien lampen en twee thermische camera's heeft (met een gemiddeld verbruik van elk 3,5 W). Wel moet opgemerkt worden dat de lampen alleen maar actief zijn als er daadwerkelijk een voetganger oversteeft. Volgens het bedrijf zal, voor 1000 voetgangers, het systeem 4 uur lang actief zijn. De monitoringssystemen zijn echter wél 24 uur per dag actief.

Tabel 9: Technische specificaties Traffic-Care Zebra-Safe (via telefoongesprek Traffic-Care)

Aspect	Waarde
Bedrijfstemperatuur	-30 °C tot 70 °C
Energieverbruik per lamp	3 W tot 4 W
Energieverbruik thermische camera	3 W tot 4 W
Intensiteit	100 cd (sterkste led), 200 meter zichtbaarheid, op bepaalde stralingshoeken 200 cd Kan gedimd worden indien gewenst, met dimmers, maar gebeurt niet
Kost	+/- € 20.000 (inclusief aansluiting, wegafsluiting, keuring...)

6.1.11.2 Functionaliteit

Traffic-Care Zebra-Safe is een eenvoudig waarschuwingssysteem dat alleen activeert als er voetgangers (of fietsers) daadwerkelijk oversteken. Dit garandeert het systeem door verschillende detectiemogelijkheden die geïnstalleerd kunnen worden. Zo kan het systeem manueel geactiveerd worden door de voetganger of fietser met behulp van een drukknop. Het systeem kan ook zelf activeren op basis van input van infraroodsensoren of videodetectie. Tot slot lijkt het erop dat het systeem ook op commando van een VRI geactiveerd kan worden, bijvoorbeeld als het voetgangerslicht op een kruispunt op groen springt (Traffic-Care, z.d.).

6.1.12 Thorn IVS

6.1.12.1 Technische specificaties

Thorn IVS is een systeem van Thorn, bestaande uit ledverlichting die in een lantaarnpaal wordt geïnstalleerd bij een oversteekvoorziening. Op ooghoogte hangt het systeem Thorn nog een extralamp, deze kan pulseren. De lampen zijn gemaakt van vandalismebestendig materiaal. De lampen zijn zeer modulair en kunnen gecombineerd worden met de verschillende soorten verlichting van het merk Thorn. Hierbij kunnen de pulserende lampen bevestigd worden op de verschillende types van lantaarnpalen van Thorn (Thorn, z.d.).

De technische specificaties voor het knipperlicht zijn weergegeven in Tabel 10. De technische specificaties voor de straatverlichting zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 10: Technische specificaties van het knipperlicht van Thorn IVS (Thorn, z.d.)

Aspect	Waarde
Gewicht	1.93 Kg
Vermogensinput	6 W
Type	LED
Bedrijfstemperatuur	-20 °C tot +35 °C

Tabel 11: Technische specificaties van de straatverlichting van Thorn IVS (Thorn, z.d.)

Aspect	Waarde
Gewicht	5.70 Kg – 16 Kg
Vermogensinput	77 W-201 W
Type	LED
Bedrijfstemperatuur	-20 °C tot +35 °C
Armatuur opbrengst	7780 lm – 28766 lm

6.1.12.2 Functionaliteit

Thorn IVS bestaat uit twee componenten. Aan de ene kant is een ledlamp geïnstalleerd die ervoor zorgt dat de oversteekvoorziening goed verlicht wordt. Daarnaast is er een extra lamp voorzien. Deze is bevestigd aan de lantaarnpaal en is optioneel. Deze lamp zal via infrarood detectie beginnen te pulseren als er een voetganger gedetecteerd is. Dit zorgt voor een extra waarschuwing bij de automobilisten. (Thorn, z.d.).

De straatverlichting van Thorn is ook smart, omdat je deze via een management systeem kunt bedienen. Elk licht kan apart of in groep bediend worden. Dit zorgt voor meer efficiëntie van de straatverlichting (Thorn, 2021).

6.2 Bestaande onderzoeken

Er is veel research gebeurd als er al onderzoek bestaat, die de perceptie en het gedrag van fietsers observeerde bij smart-oversteekvoorzieningen, maar er is geen enkele studie over te vinden. Daarom is men breder gaan kijken en is er gekeken naar perceptie bij ADAS-systemen (Advanced Driver Assistance Systems). De term "ADAS-technologieën" omvat alleen-waarschuwingssystemen. Er is gekeken naar deze systemen om een beeld te kunnen scheppen over de perceptie bij nieuwe innovatieve systemen en deze mee te nemen in dit onderzoek.

De gebruikersacceptatie van een nieuw technologisch systeem hangt af van twee hoofdfactoren: het nut, dus hoezeer het systeem als nuttig wordt beschouwd en het gebruiksgemak, hoeveel inspanning nodig is om het systeem te gebruiken (Davis, 1989).

Een studie van Lindgren en collega's (2007) ontdekte dat een systeem dat in het ene land als nuttig wordt beschouwd, in een ander land als bijna waardeloos beschouwd kan worden. Het kan ook zelfs zijn dat systeeminstellingen die aan de ene kant van de wereld goed gaan werken aan de andere kant praktisch niet haalbaar zijn of totaal niet geschikt zijn. Culturele verschillen in hun waarden, attitudes en gedrag kan leiden tot verschillende gebruikersbehoeften, voorkeuren en verwachtingen in technologie (Sun, 2012) . De ontwerpvereisten voor informatiesystemen in voertuigen bleken significant te verschillen voor Chinese gebruikers in vergelijking met Australische en Amerikaanse gebruikers (Yang, Du, Qu, Gong, & Sun, 2013). In een studie van Liao en collega's (2018) hebben ze onderzocht of er een verschil is tussen Chinese en Zweedse bestuurders tussen assistentie- en ADAS-functievoorkeuren. Zo gaven Zweedse deelnemers meer de voorkeur aan waarschuwingen in de auto dan Chinese deelnemers. Terwijl de Chinese deelnemers iets meer de voorkeur gaven aan waarschuwingen langs de weg. Zo bleek ook dat Zweedse bestuurders meer de aandacht geven aan longitudinale conflicten en zelden van rijstrook wisselen, terwijl in China het veel ingewikkelder rijden is vanwege het zeer gemengd verkeer en congestie. Hierdoor gaven Chinese deelnemers de voorkeur aan longitudinale en in zijrichtingen de conflicten te detecteren.

de mate van vertrouwen voor bepaalde technologieën hangt sterk af van het type systeem. Als er gekeken wordt naar het onderzoek zelf merkt men op dat ten eerste bepaalde technologieën vaker worden uitgeschakeld dan andere. Zo blijkt bijvoorbeeld dat 50 % van de respondenten automatisch parkeren niet gebruikt, terwijl maar 6 % de automatische noodremfunctie af en toe uitschakelt. De meest voorkomende reden waarom ze bepaalde systemen uitschakelden, waren:

- Ik heb het niet nodig (33 %)
- Het is vervelend (30 %)
- Het leidt af (21 %)

Gemiddeld was ongeveer 8 % van de deelnemers niet op de hoogte van specifieke systemen die beschikbaar zijn op hun voertuig. Uit het onderzoek bleek dat de vertrouwenscores van bestuurders in de loop van de tijd positief gecorreleerd waren met hoe lang het voertuig in bezit was.

7 Methodologie

Eerst zal er een situering volgen van het onderzoek. Hierna zal men de methodologie gaan opsplitsen in twee subcategorieën, namelijk: observaties en vragenlijst. De focus van dit onderzoek zal ook liggen op schoolgaande fietsers. Dit omdat de kruispunten veel gebruikt worden om van en naar school te gaan.

7.1 Situering

Het systeem van Ledlite is gelegen in de stad Bree. De locatie waar dit systeem gelegen is, is aangeduid met een rode cirkel in Figuur 13. In de literatuurstudie is reeds een uitgebreide omschrijving gebeurd van het systeem. De scholen zijn weergegeven met een zwartpictogram en de blauwe cirkel geeft de locatie van het kruispunt dat zo gelijkaardig mogelijk is om een vergelijking te kunnen maken tijdens de observatie. Dit zal in volgende paragrafen worden uitgelegd.



Figuur 13: situatie bree (bron: Openstreetmap)

7.2 Observaties

Er zijn twee kruispunten geselecteerd om zo de effecten van gedrag te kunnen analyseren. Er is een onderscheid gemaakt tussen een kruispuntanalyse, gedragsmeting en efficiëntie. Bij de observaties is er gebruik gemaakt van een niet participatieve gesloten observatie. Dit omdat er enkel gekeken wordt naar de werking van het systeem of dat men weet dat men geobserveerd wordt en zo het gedrag gaat bijsturen.

7.2.1 Kruispuntanalyse

Eerst zullen de twee kruispunten in detail worden besproken op volgende punten:

- De locatie van de kruising
- Het type van kruising: op een recht stuk, in een bocht, enz.
- De voorrangregels
- Geometrische parameters: lengte, breedte, enz.
- Het type voertuigen in het oversteekgebied
- Organisatie van het verkeer: Verkeersrichtingen, aantal rijstroken, aantal verbindingen
- Verkeersborden
- Wegmarkeringen
- Parkeren: zijn er bv. auto's die kortbij parkeren
- Zichtbaarheid: bv. slechte zichtbaarheid door gebouwen, auto's, enz.
- Subjectieve beoordeling
- Fotografische documentatie

7.2.2 Gedragmeting en efficiëntie

Het onderzoek omtrent de efficiëntie van het systeem zal er gekeken worden als het systeem werkt terwijl er zwakke weggebruikers passeren. Er zal een onderscheid gemaakt worden tussen:

- Welk type zwakke weggebruiker voorbijkomt (voetganger of fietser)
- Welke route genomen wordt als fietser en/of voetganger
- Welke systemen aanspringen (beide, verkeersbord alleen, ledpods alleen of geen)

Deze gegevens zullen gebruikt worden om de juiste analyse te kunnen maken. Zo kan er geanalyseerd worden of het systeem in alle gevallen aanspringt of bijvoorbeeld meer of minder bij een bepaald type van weggebruiker. Er kan dan ook een onderscheid gemaakt worden in welke route het meest wordt gewandeld en of gereden. Deze analyse is ook enkel uitgevoerd op het kruispunt met het systeem.

Voor de gedragmeting is er gebruikt gemaakt van twee observaties. De eerste observatie richt zich vooral op het gemotoriseerd verkeer en de tweede observatie richt zich vooral op de zwakke weggebruikers. Voor het gemotoriseerd verkeer zijn volgende gegevens verzameld:

- Het type zwakke weggebruiker dat oversteekt
- Als het gemotoriseerd verkeer al dan niet voorrang geeft
- En welke route men rijdt (voorrangsweg naar niet voorrangsweg of omgekeerd)

Deze gegevens zullen verzameld worden voor beide kruispunten. Er zal wel enkel een observatie gedaan worden als gemotoriseerd verkeer en zwak verkeer op hetzelfde moment aanwezig zijn. Er zijn ook altijd verschillende mogelijkheden die worden weergegeven met een cijfer. Zo kan men bv. voorrang verlenen of geen voorrang verlenen, hierbij hoort ook foutief verlenen van voorrang (bv. stoppen op het zebrapad). Als deze gegevens verzameld zijn kan er geanalyseerd worden of er al dan niet meer voorrang gegeven wordt bij het kruispunt met systeem dan het kruispunt zonder systeem. Er werd ook onderzocht of er een verschil was in het type zwakke weggebruiker en de route die het gemotoriseerd verkeer rijdt.

Bij de laatste observatie is de zwakke weggebruiker onderzocht. Er is met een aantal elementen rekening gehouden, namelijk:






- Dragen van een rugzak of niet

- Meisje of jongen
- Type zwakke weggebruiker
- Als men alleen rijdt of in groep
- Als men afgeleid is
- Oversteeksnelheid
- Kijkgedrag
- Als men recht oversteekt of niet
- Gebruik makend van de faciliteiten zoals zebrapad en fietspad
- Als er verkeer aanwezig is

Deze gegevens zullen verzameld worden voor beide kruispunten. Bij deze observatie is ook gewerkt met twee observatoren. Zo kan men de betrouwbaarheid testen van de gegevens. Hierna is de foutieve data verwijderd. Hierna wordt er geanalyseerd als er al dan niet een verschil is tussen beide kruispunten op het vlak van zwakke weggebruikers. Een voorbeeld van een analyse tussen de verschillende kruispunten is als men bijvoorbeeld meer kijkt bij het ene kruispunt dan bij het andere kruispunt.

De planning van de observatie is weergegeven in Figuur 14. Als er een '2' vermeld staat in het kader wil dat zeggen dat men met twee observatoren heeft gewerkt. De observatieschema's zijn toegevoegd in bijlage paragraaf 14.1.

datum/uren	7u00	8u00	9u00	10u00	11u00	12u00	13u00	14u00	15u00	16u00	17u00
7/mrt											
8/mrt											
9/mrt		2				2					
10/mrt		2									
11/mrt		2									
12/mrt											
13/mrt											
14/mrt											
15/mrt											
16/mrt		2				2					
17/mrt		2									
18/mrt											
19/mrt											
20/mrt											
21/mrt											
22/mrt											
23/mrt											
24/mrt											
25/mrt		2								2	

	Observatie gemotoriseerd verkeer kruispunt met systeem
	Observatie fietsers kruispunt met systeem
	Observatie efficiëntie van het systeem
	Observatie gemotoriseerd verkeer kruispunt zonder systeem
	Observatie fietsers kruispunt zonder systeem

Figuur 14: Planning observaties

7.3 Vragenlijst

Met de vorige onderzoeken is voornamelijk het gedrag en efficiëntie onderzocht. Om het onderzoek zo volledig mogelijk te doen is er d.m.v. een vragenlijst onderzocht wat het gevoel en kennisniveau van weggebruikers is over het systeem. Want het kan zijn dat men bijvoorbeeld niet weet waarom de ledpods namelijk beginnen te pulseren of men een vals gevoel van veiligheid krijgt.

De bevraging zal gedeeld worden via sociale media, e-mail en via de infokanalen van de stad Bree. Hierbij zullen vragen gesteld worden omtrent de kennis van het systeem, bijvoorbeeld: "als men weet Hans Trines Masterproef: analyse oversteken in smart cities 42

hoe men zich moet gedragen en over het veiligheidsgevoel". Tenslotte zullen er ook een aantal demografische vragen volgen om zo een analyse te kunnen doen. De bevraging liep tussen 21 maart en 11 april 2022. Er zijn 206 antwoorden verzameld. 130 personen (63,1%) hebben de bevraging volledig ingevuld en 76 personen (36,9%) hebben de bevraging niet volledig ingevuld.

Er zijn ook interviews uitgevoerd met de stad Bree en het bedrijf Ledlite om zo de juiste informatie en werking te kunnen beschrijven over het systeem.

8 Analyse

8.1 Observatie

8.1.1 Kruispunt analyse

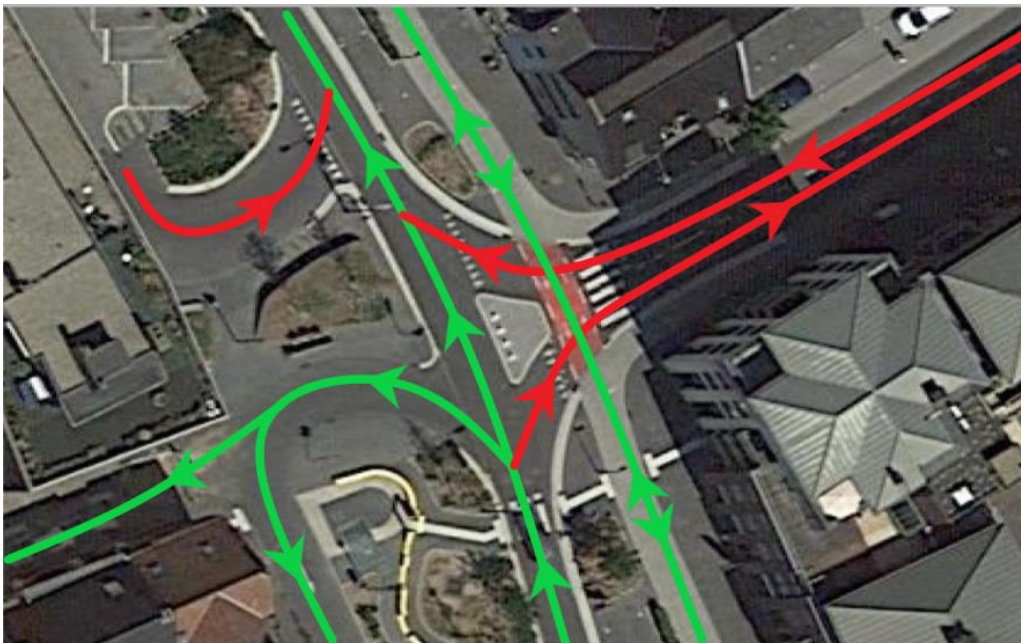
Een deze paragraaf zullen de twee kruispunten besproken worden op basis van een aantal kenmerken. Deze kenmerken zijn vernoemd in paragraaf 7.2.1.

8.1.1.1 Kruispunt met systeem

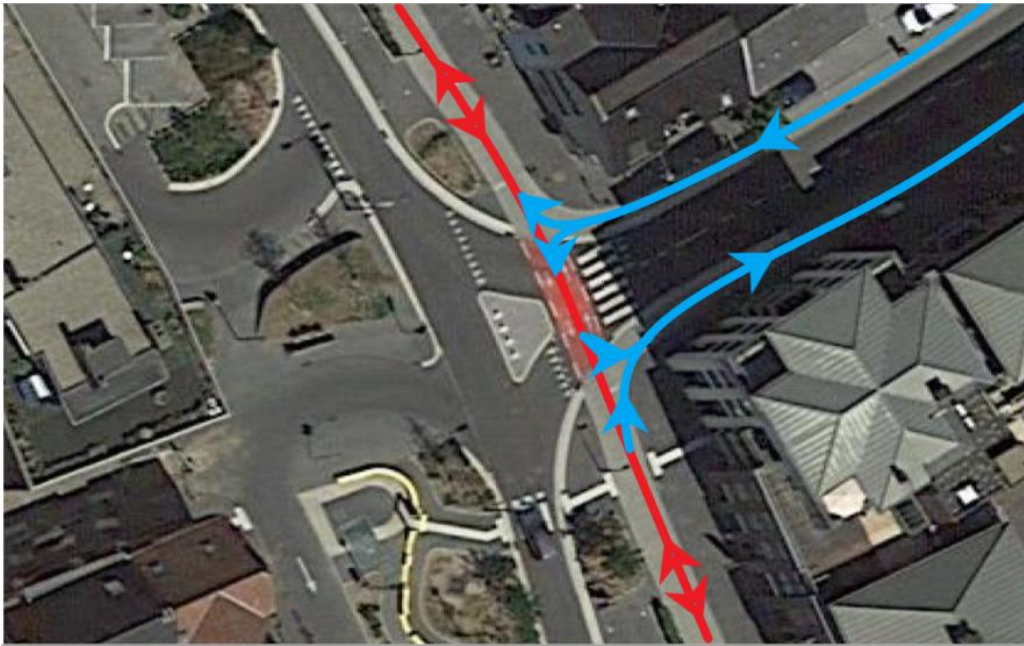
Het kruispunt met systeem is een 4-armig kruispunt, waarbij gemotoriseerd verkeer niet in alle richtingen mag rijden. De lengte van het fietspad is 10 meter en heeft een breedte van 2,8 meter. Het zebrapad heeft een breedte van 3 meter en een lengte van 6,8 meter. De rijrichtingen voor het gemotoriseerd verkeer zijn getekend in Figuur 15. Hierbij zijn de voorrangsregels ook visueel weergegeven. De groene lijnen representeren het verkeer dat voorrang heeft. De rode lijnen representeren het verkeer dat voorrang moet verlenen. De rijrichtingen voor de zwakke weggebruiker zijn weergegeven in Figuur 16.

De modi in het onderzoeksgebied kunnen enkel zwakke weggebruikers (fiets, te voet, step, enz.) of gemotoriseerd verkeer (auto, Bus, vrachtwagen en brommer) zijn. De zwakke weggebruiker heeft voorrang op het gemotoriseerd verkeer. Tijdens een plaats bezoek bleek dat de geparkeerde auto's de zichtbaarheid niet belemmerd.

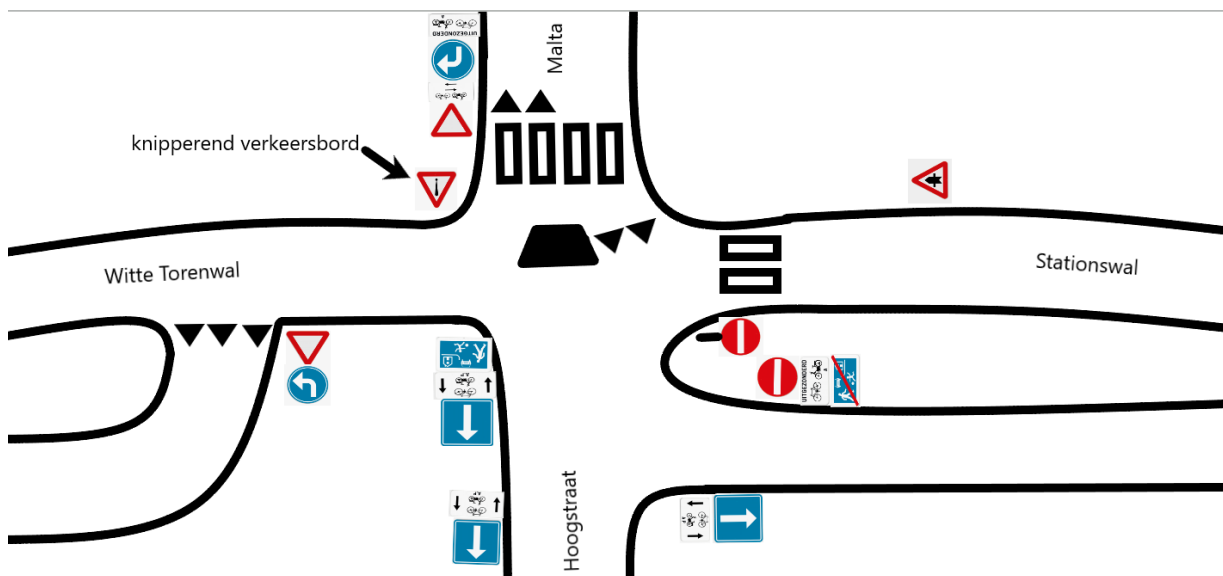
Als laatste is er een schets toegevoegd waarbij de verschillende verkeersborden en hun locatie zijn afgebeeld. De schets is niet getekend op ware grote en geeft enkel een indicatie weer. Deze schets is weergegeven in Figuur 17.



Figuur 15: Rijrichtingen en voorrangsregels gemotoriseerd verkeer kruispunt met systeem (bron: Google Maps + eigen werk)



Figuur 16: Rijrichtingen zwakke weggebruiker kruispunt met systeem (bron: Google Maps + eigen werk)



Figuur 17: verkeersborden en een indicatie van de locatie van het kruispunt met systeem

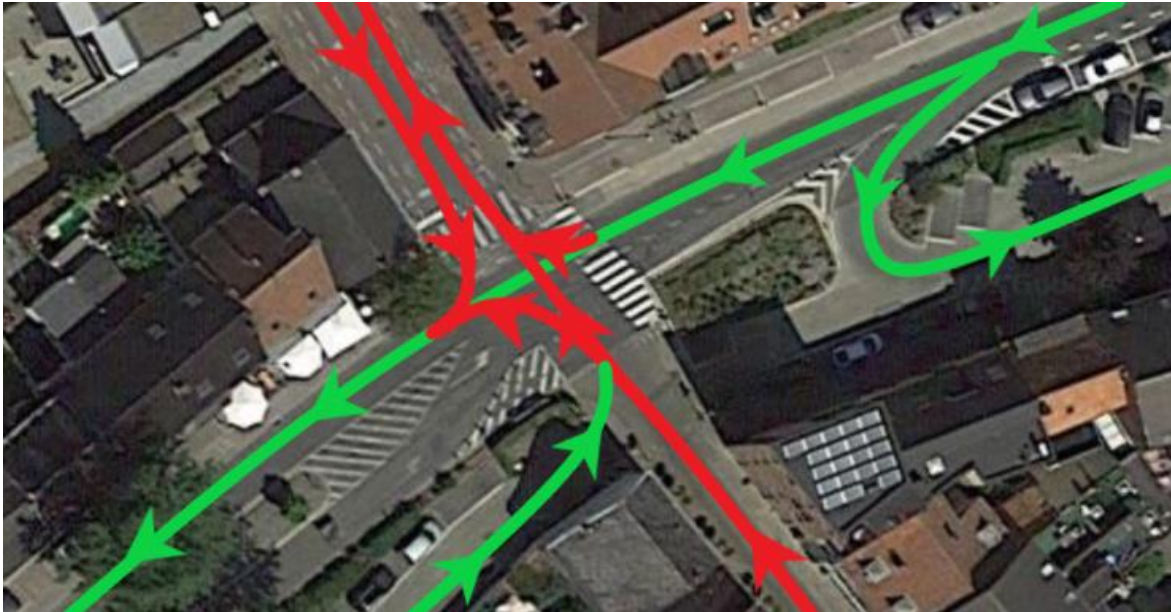
8.1.1.2 Kruispunt zonder systeem

Het kruispunt zonder systeem is een 4-armig kruispunt, waarbij gemotoriseerd verkeer niet in alle richtingen mag rijden. De lengte van het fietspad is 9 meter en heeft een breedte van 1,5 meter. Het zebrapad heeft een breedte van 3,5 meter en een lengte van 9 meter. De rijrichtingen voor het gemotoriseerd verkeer zijn getekend in Figuur 18. Hierbij zijn de voorrangsregels ook visueel weergegeven. De groene lijnen representeren het verkeer dat voorrang heeft. De rode lijnen representeren het verkeer dat voorrang moet verlenen. De rijrichtingen voor de zwakke weggebruiker zijn weergegeven in Figuur 19.

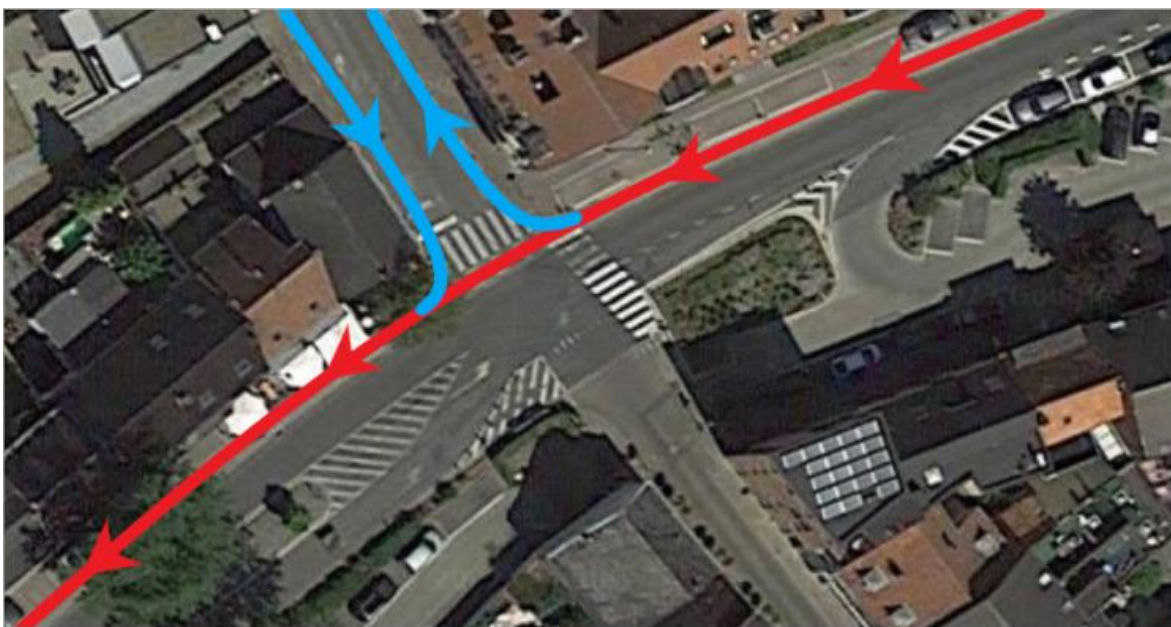
De modi in het onderzoeksgebied kunnen enkel zwakke weggebruikers (fiets, te voet, step, enz.) of gemotoriseerd verkeer (auto, Bus, vrachtwagen en brommer) zijn. De zwakke weggebruiker heeft

voorrang op het gemotoriseerd verkeer. Tijdens een plaats bezoek bleek dat de geparkeerde auto's de zichtbaarheid niet belemmerd. Enkel de gebouwen die nauw bij het voetpad en de weg staan zorgen voor een onaangename zichtbaarheid. Daarom is er ook een Stopstreep gefaciliteerd.

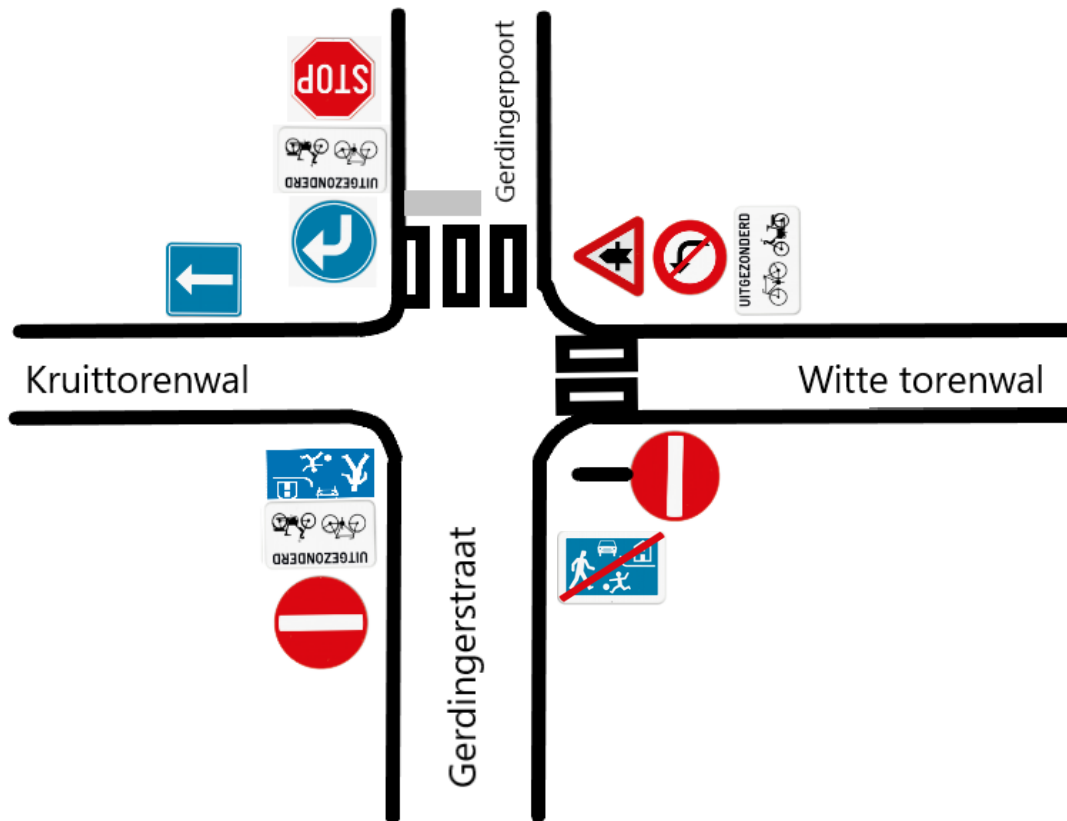
Als laatste is er een schets toegevoegd waarbij de verschillende verkeersborden en hun locatie zijn afgebeeld. De schets is niet getekend op ware grote en geeft enkel een indicatie weer. Deze schets is weergegeven in Figuur 20.



Figuur 18: Rijrichtingen en voorrangsregels gemotoriseerd verkeer kruispunt zonder systeem (bron: Google Maps + eigen werk)



Figuur 19: Rijrichtingen zwak verkeer kruispunt zonder systeem (bron: Google Maps + eigen werk)



Figuur 20: verkeersborden en een indicatie van hun locatie kruispunt zonder systeem

8.1.2 Gedragsmeting en efficiëntie

8.1.2.1 Efficiëntie van het systeem

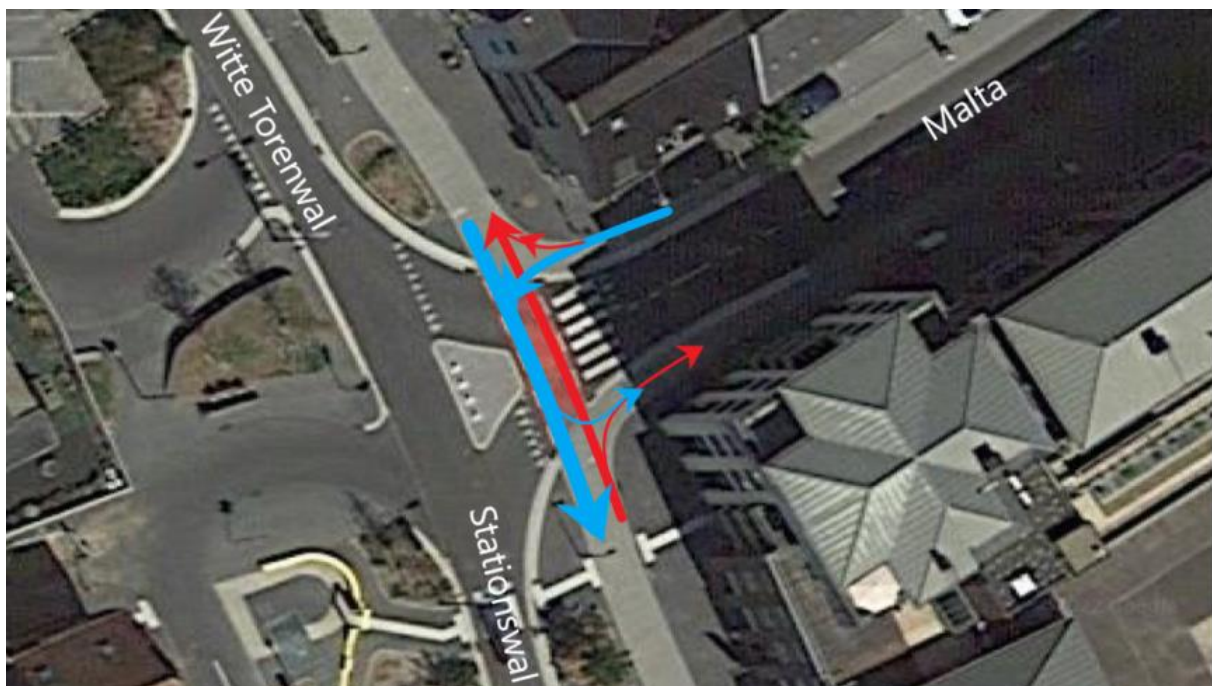
In het totaal zijn er 432 observatie uitgevoerd om de efficiënte van het systeem te meten. Er zijn 309 fietsers en 53 voetgangers gedetecteerd en in 70 gevallen toen het systeem aansprong was er geen zwakke weggebruiker aanwezig ('False'). In geen enkele situatie detecteerde het systeem een zwakke weggebruiker niet, terwijl er wel eentje aanwezig was (0 'misses'). De efficiënte van het systeem is 83,8% ('Hits'). Er is geen statistisch verschil waargenomen dat een fietser of voetganger al dan niet meer gedetecteerd wordt of dat er een onderscheid is, in detectie, als een zwakke weggebruiker van een bepaald route gebruik maakt. In 100% van de observaties sprong het verkeersbord en de ledpods tegelijk aan. Hierbij is dan ook geen statistisch verschil waargenomen. Dus er waren geen 'misses'.

Als de 'False' data verder geanalyseerd wordt valt er op dat in 46 (65,7%) observaties van de 'False' data een voertuig van een bepaalde richting kwam, namelijk van de Malta. In de andere 34,30% was er geen opmerkelijke gebeurtenis te bespeuren.

Als er naar de routes wordt gekeken en er een eliminatie gebeurd van de gegevens waarbij er geen zwakke weggebruiker aanwezig is valt er op dat er vooral rechtdoor wordt overgestoken (69%). Er is nog een grote verkeersbeweging, namelijk van de Malta naar de Stationswal. De frequentie en de percentage per rijrichting zijn weergegeven in Tabel 12 en visueel weergegeven in Figuur 21. Hoe dikker de pijl is hoe meer verkeersbewegingen.

Tabel 12: Frequentie en procent van de route die de zwakke weggebruikers nemen aan het kruispunt met systeem

Route	Frequentie routegebruik	Procent
Malta → Witte Torenwal	16	4%
Malta → Stationswal	72	20%
Witte Torenwal → Malta	15	4%
Witte Torenwal → Stationswal	181	50%
Stationswal → Malta	11	3%
Stationswal → Witte Torenwal	67	19%
Totaal	362	100%



Figuur 21: Visuele weergave frequentie van de route die de zwakke weggebruikers nemen aan het kruispunt met systeem (bron: Google Maps & Eigen werk)

8.1.2.2 Interactie met gemotoriseerd verkeer

Voor het onderzoek omtrent het al dan niet voorrang verlenen aan de kruispunten zijn er 410 interacties geobserveerd. 222 interacties zijn geobserveerd bij het kruispunt met het systeem en 188 interacties bij het kruispunt zonder systeem. Bij het kruispunt met het systeem zijn er 36 interacties met voetgangers en 186 met fietsers geobserveerd. Bij het kruispunt zonder systeem zijn er 85 interacties met voetgangers en 103 met fietsers geobserveerd.

8.1.2.2.1 Voorrang verlenen aan zwakke weggebruiker

Bij het kruispunt met het systeem geeft 93,7% van de voertuigen voorrang aan de zwakke weggebruiker. Op het kruispunt zonder systeem geeft 59,6% voorrang aan de zwakke weggebruiker. Dit is een verschil van 34,1% tussen de twee kruispunten. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang verschilt tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem. Het al dan niet verlenen van voorrang bleek significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem, $\chi^2(1)=$

$<0,001$; $p <0,05$. Hierna is er een Cramers's V test uitgevoerd om de grote van het effect te meten. De waarde hierbij is 0,411 wat wijst op een sterk effect.

8.1.2.2.2 Type weggebruiker

Uit de cijfers blijkt dat bestuurders aan 70,2% van alle voetgangers voorrang verlenen en bij fietsers is het percentage van voorrang verlenen 82,1%. Bij deze analyse is er geen onderscheidt gemaakt tussen de verschillende kruispunten. De data is gewoon samen genomen van alle observaties. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang verschilt tussen voetgangers en fietsers. Het al dan niet verlenen van voorrang bleek significant verschillend te zijn tussen voetgangers en fietsers, $X^2(1) = 0,014$, $p <0,05$. Het effect is eerder zwak, omdat de Cramers' V test een score heeft van 0,122.

Dezelfde analyse is uitgevoerd door het type weggebruiker op te splitsen. Bij het kruispunt met het systeem wordt er door bestuurders aan 97,2% voetgangers voorrang verleend. Bij het kruispunt zonder het systeem wordt aan 58,8% voetgangers voorrang verleend. Dit is een verschil van 38,4%. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang aan voetgangers verschilt tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem. Het al dan niet verlenen van voorrang aan voetgangers bleek significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem, $X^2(1) = <0,001$, $p <0,05$. Er moet wel vermeld worden dat op het kruispunt met het systeem, maar 36 observaties met voetgangers gedaan is.

Bij fietsers geven bestuurders op het kruispunt met het systeem aan 93,0% voorrang en op het kruispunt zonder het systeem geeft 60,2% van de bestuurders voorrang aan de fietser. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang aan fietsers verschilt tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem. Het al dan niet verlenen van voorrang aan fietsers bleek significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem, $X^2(1) = <0,001$, $p <0,05$. Het effect is ook sterk, omdat de Cramers' V test een score heeft van 0,403. Deze twee resultaten zijn normaal omdat in paragraaf 8.1.2.2.1 al onderzocht was dat er een verschil is in voorrang verlenen tussen de twee kruispunten.

Per kruispunt is er nog onderzocht als er een verschil kon zijn tussen de verschillende type weggebruikers, maar bij het kruispunt met systeem zijn 25% van de cellen kleiner dan de verwachte waarde van 5. Dit betekent dat de steekproef te klein is om hier uitspraken over te doen.

Voor het kruispunt zonder systeem geeft 44,6% van de bestuurders de voetganger voorrang en 55,4% van de bestuurder geeft de fietser voorrang. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang bij het kruispunt zonder systeem verschilt tussen voetgangers en Fietsers. Het al dan niet verlenen van voorrang bij het kruispunt zonder het systeem bleek niet significant verschillend te zijn tussen voetgangers en fietsers, $X^2(1) = 0,849$, $p >0,05$.

8.1.2.2.3 Routegebruik

Uit de cijfers blijkt dat bestuurders van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg willen gaan in 75,1% van de gevallen voorrang geven. Als bestuurders van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijdt geeft 82,1% voorrang. Bij deze analyse is er geen onderscheidt gemaakt tussen de verschillende kruispunten. De data is gewoon samen genomen van alle observaties. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang verschilt tussen van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijden en van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijden. Het al dan niet verlenen van voorrang bleek niet significant verschillend te zijn

tussen van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijden en van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijden, $X^2(1) = 0,092$, $p > 0,05$.

Dezelfde analyse is gemaakt door een opsplitsing te maken in het routegebruik. Bij het kruispunt met systeem geven bestuurders van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg in 91,4% van de gevallen voorrang aan de zwakke weggebruiker. Bij het kruispunt zonder dit systeem is dit 56,0%. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen als bestuurders van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijdt bestuurders al dan niet meer voorrang verlenen tussen het kruispunt met systeem of zonder systeem. Het al dan niet verlenen van voorrang als bestuurder van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijdt bleek significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder systeem, $X^2(1) = < 0,001$, $p < 0,05$. Het effect is ook sterk, omdat de Cramers' V test een score heeft van 0,409.

Bij de tegenovergestelde beweging, namelijk van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg geven bestuurders in 96,8% voorrang bij het kruispunt met het systeem en in 64,6% van de gevallen geven bestuurders voorrang bij het kruispunt zonder het systeem. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen als een bestuurder van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijdt bestuurders al dan niet meer voorrang verlenen tussen het kruispunt met systeem of zonder systeem. Het al dan niet verlenen van voorrang als bestuurder van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijdt bleek significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder systeem, $X^2(1) = < 0,001$, $p < 0,05$. Het effect is ook sterk, omdat de Cramers' V test een score heeft van 0,419. Deze twee resultaten zijn normaal omdat in paragraaf 8.1.2.2.1 al onderzocht is dat er een verschil is in voorrang verlenen tussen de verschillende kruispunten.

De analyse is ook nog eens afzonderlijk gebeurd per kruispunt. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang bij het kruispunt met systeem verschilt tussen van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijden en van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijden. Het al dan niet verlenen van voorrang bij het kruispunt met systeem bleek niet significant verschillend te zijn tussen van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijden en van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijden, $X^2(1) = 0,102$, $p > 0,05$.

Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of het al dan niet verlenen van voorrang bij het kruispunt zonder systeem verschilt tussen van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijden en van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijden. Het al dan niet verlenen van voorrang bij het kruispunt zonder systeem bleek niet significant verschillend te zijn tussen van de voorrangsweg naar de niet voorrangsweg rijden en van de niet voorrangsweg naar de voorrangsweg rijden, $X^2(1) = 0,236$, $p > 0,05$.

8.1.2.3 Gedragsobservatie schoolgaande fietser

In deze observatie heeft de onderzoeker zich enkel toegespitst op de schoolgaande fietsers. Tijdens deze observaties is gebruik gemaakt van twee observatoren. Als eerste is een cohen's kappa test uitgevoerd om te kijken hoe betrouwbaar de cijfers zijn. De cijfers zijn allemaal boven de 0,81 dit wil zeggen dat het een bijna perfect match is of een perfecte match is (als de cijfers gelijk zijn aan 1) (Zach, 2021). De cijfers zijn weergegeven in Tabel 13.

Er zijn in totaal 536 fietsers geobserveerd. 296 fietsers zijn geobserveerd bij het kruispunt met het systeem en 240 fietsers bij het kruispunt zonder systeem.

Tabel 13: Cohen's kappa test tussen 2 observatoren bij de observaties van de fietser

Variabele	Cohen's kappa	Aantal data dat niet overeenkomt
Geslacht	1	0
Gezelschap	1	0
Afgeleid	1	0
Reactie	0,983	4
Kijkgedrag	0,971	10
Hoe oversteken	1	0
Gebruik van voorzieningen	1	0
Bij verkeer?	1	0

8.1.2.3.1 Afgeleid

Over alle data heen, zonder een onderscheid te maken tussen de kruispunten, zijn mannen in 1,6% en vrouwen in 1,8% afgeleid door de smartphone tijdens het oversteken. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of de fietsers al dan niet afgeleid waren tijdens het oversteken tussen mannen en vrouwen. Het al dan niet afgeleid zijn tijdens het oversteken bleek niet significant verschillend te zijn tussen mannen en vrouwen, $X^2(1) = 0,853$ $p > 0,05$.

Een verdere opsplitsing per kruispunt of per geslacht kan niet gemaakt worden omdat de groep van data van afgeleid te klein is om een Chi kwadraattoets uit te voeren. Ook is dit het geval als er algemeen gekeken wordt als fietser al dan niet meer afgeleid is in gezelschap of niet. Als de fietser alleen fiets, zijn de fietsers in 2,8% van de gevallen afgeleid. Als er met twee of meer gefietst wordt zijn de fietsers in 0,9% van de gevallen afgeleid. Dit kan al dan niet significant aangetoond worden omdat de steekproef te klein is.

8.1.2.3.2 Reactie voor het oversteken

Als eerste zal er gekeken worden als er een significant verschil is in reactie tussen de twee kruispunten. In Tabel 14 zijn de percentages weergegeven voor de verschillende reacties voor het oversteken. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet een andere reactie vertonen tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem. Het al dan niet tonen van een andere reactie blijkt significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem, $X^2(2) = 0,001$; $p < 0,05$.

Tabel 14: kruistabel kruispunt & reactie schoolgaande fietser

Kruispunt	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Kruispunt met systeem	6,4%	22%	71,6%
Kruispunt zonder systeem	8,4%	33,8%	57,8%

Er valt op dat er een significant verschil is. Daarom is er nog een ad hoc Chi kwadraattest uitgevoerd om te kijken tussen welke variabele net dit significant verschil zit. Er is gebruik gemaakt van de methode van Beasley & Schumackers (1995). Hiervoor moet een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Waarbij het huidige betrouwbaarheidsinterval (0,5) moet gedeeld worden door het aantal kruisingen in de tabel (6). Zo kan er een nieuw betrouwbaarheidsinterval bekomen worden, namelijk: 0,008333. De Z-waarde zijn weergegeven in Tabel 15.

Tabel 15: Z-scores van kruispunt & reactie schoolgaande fietser

Kruispunt	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Kruispunt met systeem	-1,8	-6,4	7,2
Kruispunt zonder systeem	1,8	6,4	-7,2

De p-waarde zijn weergegeven in Tabel 16. Hieruit blijkt dat het gedrag ‘stopt’ niet significant verschilt tussen het kruispunt met systeem en zonder systeem, $X^2(1) = 0,672$, $p > 0,00833$. Er is wel een significant verschil tussen de kruispunten bij ‘vertraagt’ en ‘rijdt aan zelfde snelheid’, $X^2(2) = 0,0001$, $p < 0,00833$.

Tabel 16: p-waardes van kruispunt & reactie schoolgaande fietser

Kruispunt	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Kruispunt met systeem	0,672	<0,0001	<0,0001
Kruispunt zonder systeem	0,672	<0,0001	<0,0001

8.1.2.3.2.1 Mannen en vrouwen

In deze paragraaf zal er gekeken worden als er een significant verschil is in reactie tussen mannen en vrouwen. In Tabel 17 zijn de percentages weergegeven. Hierbij is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers anders reageren tussen mannen en vrouwen. Het al dan niet anders reageren bleek niet significant verschillend te zijn tussen mannen en vrouwen, $X^2(2) = 0,481$; $p > 0,05$. Hierdoor moet de Chi kwadraat ad hoc test ook niet worden uitgevoerd.

Tabel 17: kruistabel geslacht & reactie schoolgaande fietsers

Geslacht	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Mannen	8,9%	32,8%	58,3%
Vrouwen	7,7%	35,1%	57,2%

8.1.2.3.2.2 Aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer

Er zal gekeken worden als er een significant verschil is in reactie tussen de aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. In Tabel 18 zijn de percentages weergegeven. Hierbij is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers anders reageren tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. Het al dan niet anders reageren bleek niet significant verschillend te zijn tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, $X^2(2) = 0,053$; $p > 0,05$. Hierdoor moet de ad hoc test ook niet worden uitgevoerd.

Tabel 18: kruistabel verkeer & reactie zwakke schoolgaande fietsers

	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Aanwezigheid van gemotoriseerd verkeer	10,8%	33,7%	55,6%
Afwezigheid van gemotoriseerd verkeer	5,0%	33,9%	61,1%

8.1.2.3.2.3 Gezelschap

Als laatste wordt er gekeken of er een significant verschil is in reactie als de fietser al dan niet alleen of in groep fietst. In Tabel 19 zijn de percentages weergegeven. Hierbij is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers anders reageren tussen alleen rijden of met meerdere rijden. Het al dan niet anders reageren bleek significant verschillend te zijn tussen alleen rijden of met meerdere rijden, $X^2(2) < 0,001$; $p < 0,05$. Hierdoor moet de ad hoc test ook niet worden uitgevoerd.

Tabel 19: kruistabel gezelschap & reactie schoolgaande fietsers

Gezelschap	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Alleen	15%	39%	46%
Meerdere	4%	30,3%	65,6%

Er valt op dat er een significant verschil is. Daarom is er nog een ad hoc Chi kwadraattest uitgevoerd om te kijken tussen welke variabele net dit significant verschil zit. Er is gebruik gemaakt van de methode van Beasley & Schumackers (1995). Hiervoor moet een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Waarbij het huidige betrouwbaarheidsinterval (0,5) gedeeld wordt door het aantal kruisingen in de tabel (6). Zo is er een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend van 0,008333. De Z-waarde zijn weergegeven in Tabel 20.

Tabel 20: Z-scores van gezelschap & reactie schoolgaande fietsers

Gezelschap	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Alleen	4,49	2,07	-4,50
Meerdere	-4,49	-2,07	4,50

De p-waarde zijn weergegeven in Tabel 21. Hieruit blijkt dat het gedrag 'vertraagt' niet significant verschilt tussen alleen rijden en met meerdere rijden, $X^2(1) = 0,0385$; $p > 0,00833$. Er is wel een significant verschil tussen alleen rijden en met meerdere rijden bij 'stopt' en 'rijdt aan zelfde snelheid', $X^2(1) < 0,0001$; $p < 0,00833$.

Tabel 21: p-waardes van gezelschap & reactie schoolgaande fietsers

Gezelschap	Reactie schoolgaande fietsers als men aan de oversteek komt		
	Stopt	Vertraagt	Rijdt aan zelfde snelheid
Alleen	<0,0001	0,0385	<0,0001
Meerdere	<0,0001	0,0385	<0,0001

8.1.2.3.3 Kijkgedrag

Als eerste zal er gekeken worden als er een significant verschil is in kijkgedrag tussen de twee kruispunten. In Tabel 22 zijn de percentages weergegeven voor het kijkgedrag. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet een ander kijkgedrag vertonen tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem. Het al dan niet tonen van een ander kijkgedrag significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem, $X^2(2) < 0,001$; $p < 0,05$.

Tabel 22: kruistabel kruispunt & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Kruispunt	Kijkgedrag		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Kruispunt met systeem	25%	20,6%	54,4%
Kruispunt zonder systeem	31,7%	40,4%	27,9%

Er valt op dat er een significant verschil is. Daarom is er nog een ad hoc Chi kwadraattest uitgevoerd om te kijken tussen welke variabele met dit significant verschil zit. Er is gebruik gemaakt van de methode van Beasley & Schumackers (1995). Hiervoor moet een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Waarbij het huidige betrouwbaarheidsinterval (0,5) gedeeld wordt door het aantal kruisingen in de tabel (6). Zo is er een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend van 0,008333. De Z-waarde zijn weergegeven in Tabel 23.

Tabel 23: Z-scores van kruispunt & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Kruispunt	Kijkgedrag		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Kruispunt met systeem	-1,71	-5,00	6,16
Kruispunt zonder systeem	1,71	5,00	-6,16

De p-waarde zijn weergegeven in Tabel 24. Hieruit blijkt dat het kijkgedrag '1 kant' niet significant verschilt tussen het kruispunt met systeem en zonder systeem, $X^2(2) = 0,0873$, $p > 0,00833$. Er is wel een significant verschil tussen de kruispunten bij '2 kanten' en 'kijkt niet', $X^2(2) < 0,0001$, $p < 0,00833$.

Tabel 24: p-waardes van kruispunt & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Kruispunt	Kijkgedrag		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Kruispunt met systeem	0,0873	<0,0001	<0,0001
Kruispunt zonder systeem	0,0873	<0,0001	<0,0001

8.1.2.3.3.1 Mannen en vrouwen

In deze paragraaf zal er gekeken worden als er een significant verschil is in kijkgedrag tussen mannen en vrouwen. In Tabel 25 zijn de percentages weergegeven. Hierbij is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers ander kijkgedrag vertonen tussen mannen en vrouwen. Het al dan niet ander kijkgedrag bleek niet significant verschillend te zijn tussen mannen en vrouwen, $X^2(2) = 0,233$; $p > 0,05$. Hierdoor moet de ad hoc test ook niet worden uitgevoerd.

Tabel 25: kruistabel geslacht & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Geslacht	Kijkgedrag		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Mannen	27,7%	32,2%	40,1%
Vrouwen	28,4%	25,7%	45,9%

8.1.2.3.3.2 Aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer

In deze paragraaf zal er gekeken worden als er een significant verschil is in kijkgedrag tussen aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. In Tabel 26 zijn de percentages weergegeven. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers ander kijkgedrag vertonen tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. Het al dan niet anders kijkgedrag bleek significant verschillend te zijn tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, $X^2(2)=0,048$; $p<0,05$. Hierdoor moet de ad hoc test ook niet worden uitgevoerd.

Tabel 26: kruistabel verkeer & kijkgedrag schoolgaande fietsers

	Kijkgedrag		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Aanwezigheid van gemotoriseerd verkeer	27,6%	33,3%	39%
Afwezigheid van gemotoriseerd verkeer	28,5%	24%	47,5%

Er valt op dat er een significant verschil is. Daarom is er nog een ad hoc Chi kwadraattest uitgevoerd om te kijken tussen welke variabele net dit significant verschil zit. Er is gebruik gemaakt van de methode van Beasley & Schumackers (1995). Hiervoor moet een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Waarbij het huidige betrouwbaarheidsinterval (0,5) gedeeld wordt door het aantal kruisingen in de tabel (6). Zo is er een nieuw betrouwbaarheidsinterval bekomen van 0,008333. De Z-waarde zijn weergegeven in Tabel 27.

Tabel 27: Z-scores van verkeer & kijkgedrag schoolgaande fietsers

	Kijkgedrag		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Aanwezigheid van gemotoriseerd verkeer	-0,23	2,34	-1,95
Afwezigheid van gemotoriseerd verkeer	0,23	-2,34	1,95

De p-waarde zijn weergegeven in Tabel 28. Hieruit blijkt dat het kijkgedrag '1 kant', '2 kanten' en 'kijkt niet' niet significant verschilt tussen aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, $X^2(1)=0,818$; $p>0,00833$, $X^2(1)=0,0193$; $p>0,00833$ en $X^2(1)=0,0512$; $p>0,00833$.

Tabel 28: p-waardes van verkeer & kijkgedrag schoolgaande fietsers

		Kijkgedrag		
		1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Aanwezigheid	van	0,818	0,0193	0,0512
gemotoriseerd verkeer				
Afwezigheid	van	0,818	0,0193	0,0512
gemotoriseerd verkeer				

8.1.2.3.3.3 Gezelschap

Als laatste wordt er gekeken of er een significant verschil is in kijkgedrag als de fietser al dan niet alleen of in groep fietst. In Tabel 29 zijn de percentages weergegeven. Hierbij is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers ander kijkgedrag vertonen tussen alleen rijden en met meerdere rijden. Het al dan niet ander kijkgedrag bleek significant verschillend te zijn tussen alleen rijden en met meerdere rijden, $X^2(2) < 0,001$; $p < 0,05$. Hierdoor moet de ad hoc test ook niet worden uitgevoerd.

Tabel 29: kruistabel gezelschap & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Gezelschap		Kijkgedrag		
		1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Alleen		31,9%	37,6%	30,5%
Meerdere		25,4%	24,1%	50,5%

Er valt op dat er een significant verschil is. Daarom is er nog een ad hoc Chi kwadraattest uitgevoerd om te kijken tussen welke variabele net dit significant verschil zit. Er is gebruik gemaakt van de methode van Beasley & Schumackers (1995). Hiervoor moet een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Waarbij het huidige betrouwbaarheidsinterval (0,5) gedeeld wordt door het aantal kruisingen in de tabel (6). Zo is er een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend van 0,008333. De Z-waarde zijn weergegeven in Tabel 30.

Tabel 30: Z-scores van gezelschap & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Gezelschap		Kijkgedrag		
		1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Alleen		1,65	3,33	-4,57
Meerdere		-1,65	-3,33	4,57

De p-waarde zijn weergegeven in Tabel 31. Hieruit blijkt dat het kijkgedrag '1 kant' niet significant verschilt tussen alleen rijden en met meerdere rijden, $X^2(1) = 0,0989$; $p > 0,00833$. Er is wel een significant verschil tussen rijden met of zonder gezelschap bij '2 kanten' en 'kijkt niet', $X^2(1) = 0,000869$; $p < 0,00833$ en $X^2(1) < 0,0001$, $p < 0,00833$.

Tabel 31: p-waardes van gezelschap & kijkgedrag schoolgaande fietsers

Gezelschap		Kijkgedrag		
		1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Alleen		0,0989	0,000869	<0,0001
Meerdere		0,0989	0,000869	<0,0001

8.1.2.3.4 Verband reactie en kijkgedrag

In deze paragraaf is onderzocht als er een verband bestaat tussen reactie en kijkgedrag. In Tabel 32 zijn de percentage weergegeven voor de verschillende reacties met het kijkgedrag. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet een ander kijkgedrag vertonen tussen een bepaalde reactie. Het al dan niet tonen van een kijkgedrag is significant verschillend ten opzichte van de, $\chi^2(4) < .001$, $p < .05$.

Tabel 32: Kruistabel reactie & kijkgedrag schoolgaande fietser

Reactie Fietser	Kijkgedrag Fietser		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Stopt	17,8%	60,0%	22,2%
Vertraagt	37,7%	42,4%	19,8%
Rijdt aan zelfde snelheid	23,7%	17,6%	58,6%

Er valt op dat er een significant verschil is. Daarom is er nog een ad hoc Chi kwadraattest uitgevoerd om te kijken tussen welke variabele net dit significant verschil zit. Er is gebruik gemaakt van de methode van Beasley & Schumackers (1995). Hiervoor moet een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Waarbij het huidige betrouwbaarheidsinterval (0,5) gedeeld wordt door het aantal kruisingen in de tabel (9). Zo is er een nieuw betrouwbaarheidsinterval berekend van 0,00556. De Z-waarde zijn weergegeven in Tabel 33.

Tabel 33: Z-scores van reactie & kijkgedrag schoolgaande fietser

Reactie Fietser	Kijkgedrag Fietser		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Stopt	-1,59	4,69	-2,88
Vertraagt	3,73	4,74	-7,76
Rijdt aan zelfde snelheid	-2,68	-7,17	9,05

De p-waarde zijn weergegeven in Tabel 34. Er is een significant verschil bij het kijken naar 1 kant tussen stopt en vertraagt en tussen stopt en rijdt aan zelfde snelheid. Bij het kijkgedrag van 2 kanten zijn de 3 reactie soorten allemaal significant van elkaar. Dit is ook zo voor het kijkgedrag van kijkt niet.

Tabel 34: p-waardes van reactie & kijkgedrag schoolgaande fietser

Reactie Fietser	Kijkgedrag Fietser		
	1 kant	2 kanten	Kijkt niet
Stopt	0,112	<0,0001	0,00398
Vertraagt	0,000191	<0,0001	<0,0001
Rijdt aan zelfde snelheid	0,00736	<0,0001	<0,0001

8.1.2.3.5 Oversteekbeweging

6,1% van de fietsers steekt niet recht over bij het kruispunt met het systeem, bij het kruispunt zonder het systeem is dit 7,5%. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer recht oversteken tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem. Het al dan niet recht oversteken bleek niet significant verschillend te zijn tussen het kruispunt met systeem en het kruispunt zonder het systeem, $\chi^2(1) = 0,214$; $p > 0,05$.

Mannen staken in 5,1% niet recht over en vrouwen in 9%. Deze cijfers zijn zonder een onderscheid te maken tussen de verschillende kruispunten. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer recht oversteken tussen mannen en vrouwen. Het al dan niet recht oversteken bleek niet significant verschillend te zijn tussen mannen en vrouwen, $X^2(1)=0,075$; $p>0,05$.

Als er een opsplitsing per kruispunt wordt gemaakt bleek dat 4,8% van de mannen en 7,8% van de vrouwen niet recht overstak bij het kruispunt met systeem. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer recht oversteken bij het kruispunt met systeem tussen mannen en vrouwen. Het al dan niet recht oversteken bij het kruispunt met systeem bleek niet significant verschillend te zijn tussen mannen en vrouwen, $X^2(1)=0,277$; $p>0,05$.

5,5% van de mannen en 10,6% van de vrouwen stak niet recht over bij het kruispunt zonder systeem. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer niet recht oversteken bij het kruispunt zonder systeem tussen mannen en vrouwen. Het al dan niet recht oversteken bij het kruispunt zonder systeem bleek niet significant verschillend te zijn tussen mannen en vrouwen, $X^2(1)=0,139$; $p>0,05$

Als laatste is er onderzocht of er al dan niet een significant verschil is in recht of niet recht oversteken als er al dan niet gemotoriseerd verkeer aanwezig is. De fietsers staken in 4,8% van de gevallen niet recht over als er gemotoriseerd verkeer aanwezig was. Als er geen gemotoriseerd verkeer aanwezig was, was dit 9,5%. Deze cijfers zijn zonder een onderscheid te maken tussen de verschillende kruispunten. Een Chi kwadraattest is uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer recht oversteken tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. Het al dan niet recht oversteken bleek significant verschillend te zijn tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, $X^2(1)=0,031$; $p<0,05$. De Cramer's V test geeft een waarde van 0,093 aan wat overeenstemt met een zwak effect.

Hierna is dezelfde analyse gebeurd op kruispunt niveau. Bij het kruispunt met systeem is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer recht oversteken tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. Het al dan niet recht oversteken bleek niet significant verschillend te zijn tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, $X^2(1)=0,053$; $p>0,05$.

Bij het kruispunt zonder systeem is een Chi kwadraattest uitgevoerd om te bepalen of fietsers al dan niet meer recht oversteken tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. Het al dan niet recht oversteken bleek niet significant verschillend te zijn tussen aan- en afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, $X^2(1)=0,277$; $p>0,05$

8.1.2.3.6 Gebruik van oversteekvoorzieningen

De fietsers bij het kruispunt met systeem gebruikte in 98,6% het fietspad om over te steken. Bij het kruispunt zonder het systeem was dit 99,1%. Een Chi kwadraattest kon niet worden uitgevoerd, omdat de datagroep van het niet gebruiken van het fietspad te klein is. Verdere analyse zijn ook niet uitgevoerd.

8.2 Vragenlijst

De bevraging bestaat uit 206 antwoorden waarbij 130 antwoorden (63,1%) volledig is ingevuld en 76 antwoorden (36,9% niet volledig is ingevuld). Gemiddeld vulde de respondenten de bevraging ongeveer 6 min in ($SD = 26,91$ seconden). De bevraging is ingevuld door 93 mannen (45,1%) en door 113 vrouwen (54,9%). In welke leeftijdscategorieën de respondenten zich bevinden is weergegeven in Tabel 35.

Tabel 35: leeftijdscategorie respondenten vragenlijst

Leeftijdscategorie	Aantal respondenten	Percentage
- 18 jaar	1	0,5%
18 - 25 jaar	49	23,8%
26 - 45 jaar	85	41,3%
46 - 65 jaar	61	29,6%
65+ jaar	10	4,9%

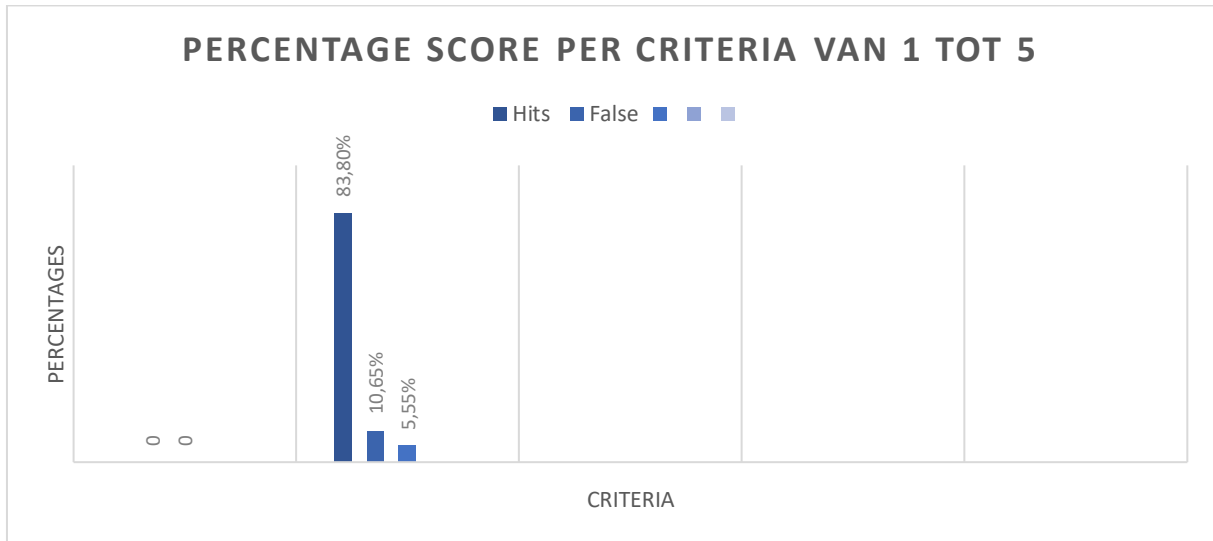
Er zullen eerst resultaten besproken worden omtrent de kennis die respondenten hebben over het systeem. Erna zal er per modi even besproken worden welk gevoel de respondenten hebben bij het systeem en als laatste zal een algemene paragraaf volgen. Deze zal eerder bespreken wat de respondenten als aanbeveling hebben en andere opmerkingen.

8.2.1 Kennis Systeem

75,7% van de respondenten kent wel een systeem waarbij gemotoriseerd verkeer attent wordt gemaakt op overstekende fietsers en voetgangers. 22,8% van de respondenten kent geen enkel systeem ($M = 1,23$; $SD = 0,42$). De score 1 is gelijk gesteld aan de respondent heeft kennis van een systeem. De score 2 is gelijk gesteld aan de respondent heeft geen kennis van een systeem.

Van de respondenten die wel een systeem kent, kent 49,5% enkel het systeem uit Bree en 21,4% kent een systeem buiten Bree of beide ($M = 1,30$; $SD = 0,46$). De respondent kent dit voornamelijk van volgende steden: Antwerpen, Alken, Nederland of men kent het buiten Bree en vanuit Bree. De score 1 is gelijk gesteld aan De respondent kent het systeem uit Bree. De score 2 is gelijk gesteld aan De respondent kent het systeem niet vanuit Bree.

Aan de respondenten is ook nog de vraag gesteld over welke mening ze hebben bij een aantal criteria, namelijk: nuttig, duidelijk, veilig, afleidend en zichtbaar. Hierbij konden ze een score geven van 1 tot en met 5, waarbij de respondent kon kiezen tussen helemaal niet mee eens (score 1) tot helemaal mee eens (score 5). Het blijkt dat respondenten gemiddeld er eerder mee eens zijn dat het een nuttig systeem is. De respondent is het eerder niet mee een dat het afleidend is en de respondenten hebben eerder een neutrale mening over duidelijk, veilig en zichtbaarheid. Dit is visueel weergegeven in Figuur 22. Het gemiddelde en de standaarddeviatie zijn terug te vinden in Tabel 36.



Figuur 22: Percentage score per criteria op een score van 1 tot 5

Tabel 36: Gemiddelde en standaarddeviatie per criteria

Criteria	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Nuttig	3,83	0,94
Duidelijk	3,45	1,05
Veilig	3,31	1,07
Afleidend	2,31	1,07
Zichtbaar	3,40	1,03

8.2.2 Modi

Er zijn in totaal 156 respondenten die passeren langs het systeem in Bree. Hiervan passeren 12 respondenten (7,69%) als voetganger en/of fietser voorbij het systeem, 42 respondenten (26,92%) als gemotoriseerd verkeer en 102 respondenten (65,38%) als beide. Dit wil zeggen dat voor het deel omtrent de zwakke weggebruiker 122 antwoorden zijn verzameld en het deel over het gemotoriseerd verkeer zijn er 144 antwoorden zijn verzameld.

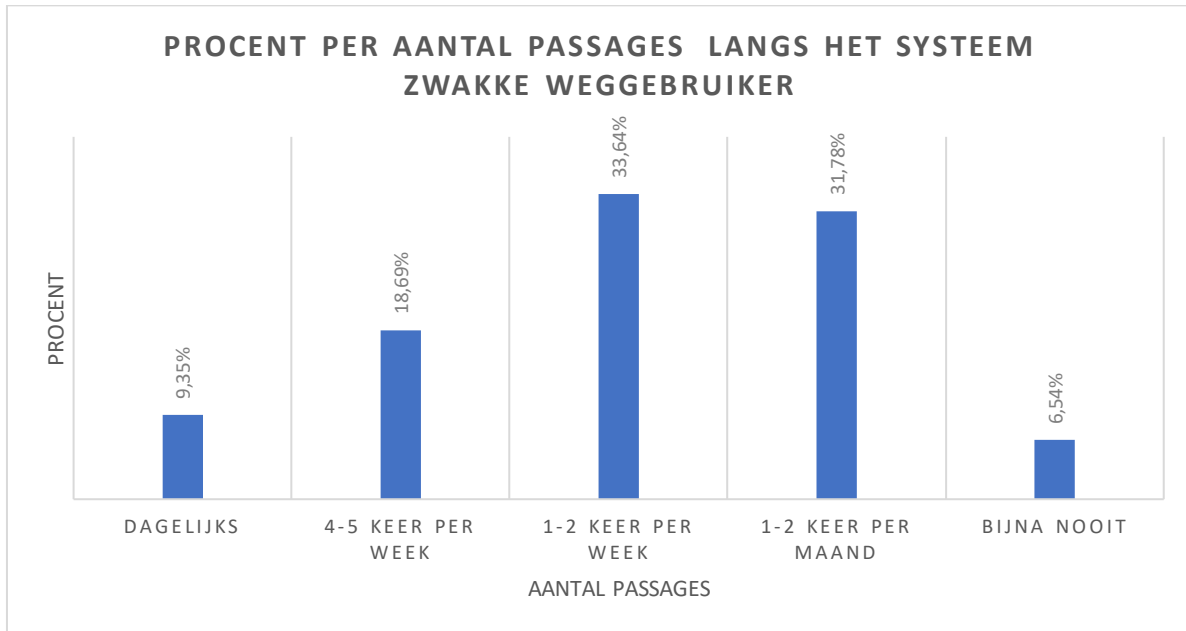
8.2.2.1 Zwakke weggebruiker

In Figuur 23 is het gebruik van de verschillende modi weergegeven. Zo kan er opgemerkt worden dat de respondent voornamelijk met de fiets (56,47%) of te voet (38,82%) het systeem gebruikt. Er kan opgemerkt worden dat respondenten ook al gebruik maken van steps of van een monowheel (andere).



Figuur 23: Zwakke weggebruiker: gebruik verschillende modi

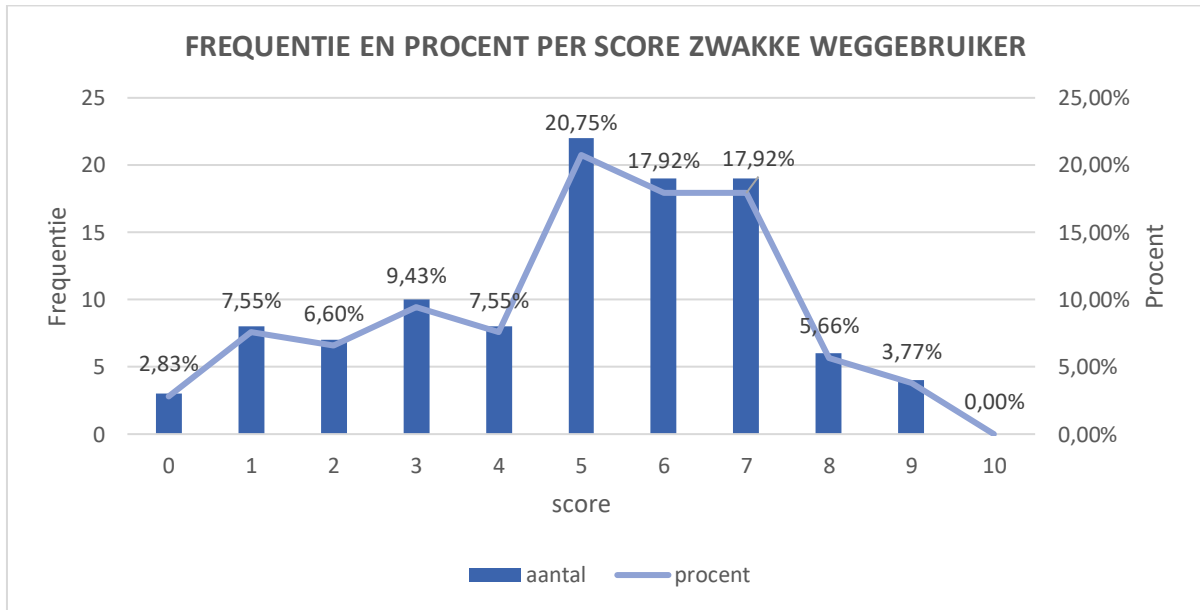
In Figuur 24 is weergegeven in procenten hoe vaak de respondenten als zwakke weggebruiker langs het systeem passeren. De grootste groep is 1 à 2 keer per week (33,64%). Dagelijks passeert er 9,35% van de respondenten ($M = 3,07$; $SD = 1,07$). Hierbij zijn scores gegeven aan de groepen namelijk 1 is dagelijks, 2 is 4-5 keer per week, 3 is 1-2 keer per week, 4 is 1-2 keer per maand en 5 is bijna nooit.



Figuur 24: Procent per aantal passages langs het systeem zwakke weggebruiker

8.2.2.1.1 Veiligheidsgevoel

In Figuur 25 is weergegeven welke score de respondenten als zwakke weggebruiker aan het systeem geven qua veiligheidsgevoel. Het valt op dat 33,96% een score gelijk aan 4 of kleiner geeft, 20,75% geeft een score gelijk aan 5 en 45,27% geeft een score gelijk aan 6 of hoger. Het gemiddelde is gelijk aan 4,95 ($SD = 2,23$).



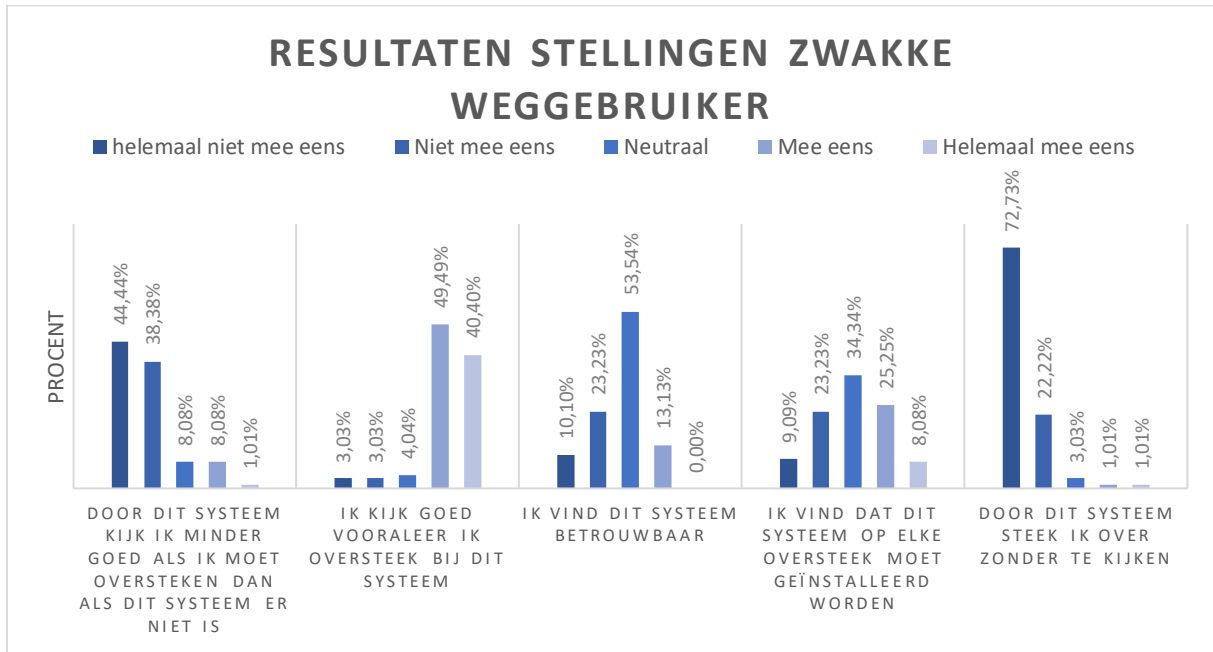
Figuur 25: Frequentie en procent per score voor het systeem zwakke weggebruiker

Als er aan de respondenten gevraagd wordt als men zich veiliger voelt bij het oversteken met een systeem dan wanneer dit er niet is geeft 34,29% aan dat men zich veiliger voelt en 65,71% voelt zich niet veiliger ($M = 1,66$; $SD = 0,47$). De score 1 is gelijk gesteld aan respondenten voelen zich veiliger bij het oversteken met het systeem. De score 2 is gelijk gesteld aan respondenten voelen zich niet veiliger bij het oversteken met het systeem

Bij de respondenten die zich wel veilig voelen bij het systeem, geeft 82,93% aan dat men zich veiliger voelt omdat bestuurders van gemotoriseerd verkeer een extra waarschuwing krijgen. 4,88% vindt dat men zelf minder moet opletten terwijl 9,76% vindt dat het meer comfort biedt.

Bij de respondenten die zich niet veiliger voelen met bij het systeem geeft 63,95% aan dat men liever zelf kijkt. 12,79% vindt het systeem niet betrouwbaar en 23,26% heeft nog een andere mening. Hierbij wordt bijvoorbeeld aangehaald dat men een vals gevoel krijgt of dat automobilisten soms niet aan het opletten zijn.

In Figuur 26 zijn de resultaten van de stellingen weergegeven. Hieruit blijkt dat respondenten in 9,09% van de gevallen minder goed kijken als ze oversteken terwijl 82,82% goed kijkt als ze oversteken. 94,95% van de respondenten beweert ook niet over te steken zonder te kijken bij het systeem. Terwijl 2,02% aangeeft dit wel te doen. De respondenten vinden van hunzelf ook dat ze goed kijken vooraleer ze over steken (89,89%). Er heerst wel een grote verdeeldheid als het systeem op elk kruispunt geïnstalleerd moet worden en staan voornamelijk neutraal ten opzichte van de betrouwbaarheid van het systeem. De gemiddeldes en standaarddeviatie zijn weergegeven in Tabel 37. Hierbij zijn scores gegeven om de waardes te kunnen berekenen, namelijk: 1 is nooit, 2 is zelden, 3 is soms, 4 is vaak en 5 is altijd. Deze waardes zijn ook nog eens weergegeven bij de grafiek in Figuur 26.



Figuur 26: Resultaten stellingen zwakke weggebruiker

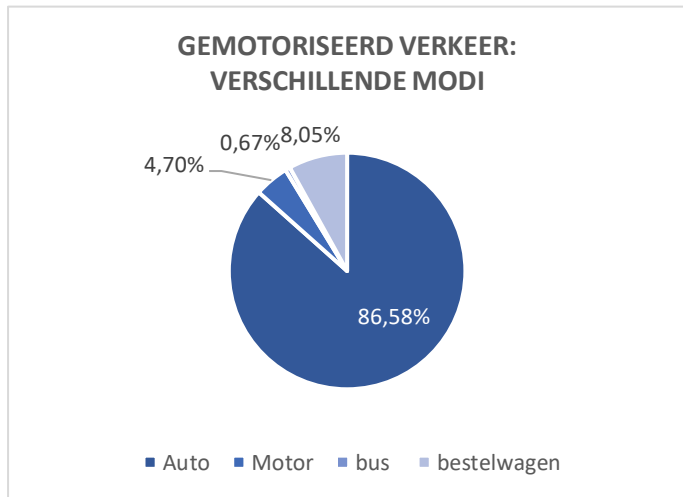
Tabel 37: gemiddelde en standaarddeviatie van stellingen zwakke weggebruiker

Stelling	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Door dit systeem kijk ik minder goed als ik moet oversteken dan als dit systeem er niet is.	1,83	0,959
Ik kijk goed vooraleer ik overstek bij dit systeem.	4,212	0,895
Ik vind dit systeem betrouwbaar.	2,697	0,826
Ik vind dat dit systeem op elke overstek moet geïnstalleerd worden.	3,000	1,088
Door dit systeem steek ik over zonder te kijken.	1,354	0,690

Als laatste werd er de vraag gesteld als respondenten aan het kruispunt met systeem al ooit een ongeval of bijna ongeval hebben gehad. Hieruit blijkt dat 78,79% dit nog niet heeft meegemaakt en 21,21% een bijna ongeval heeft ervaren. De redenen van de bijna ongevallen zijn: dat automobilisten niet opletten, niet weten dat het een dubbelrichtingsfietspad is of dat auto's denken voorrang te hebben.

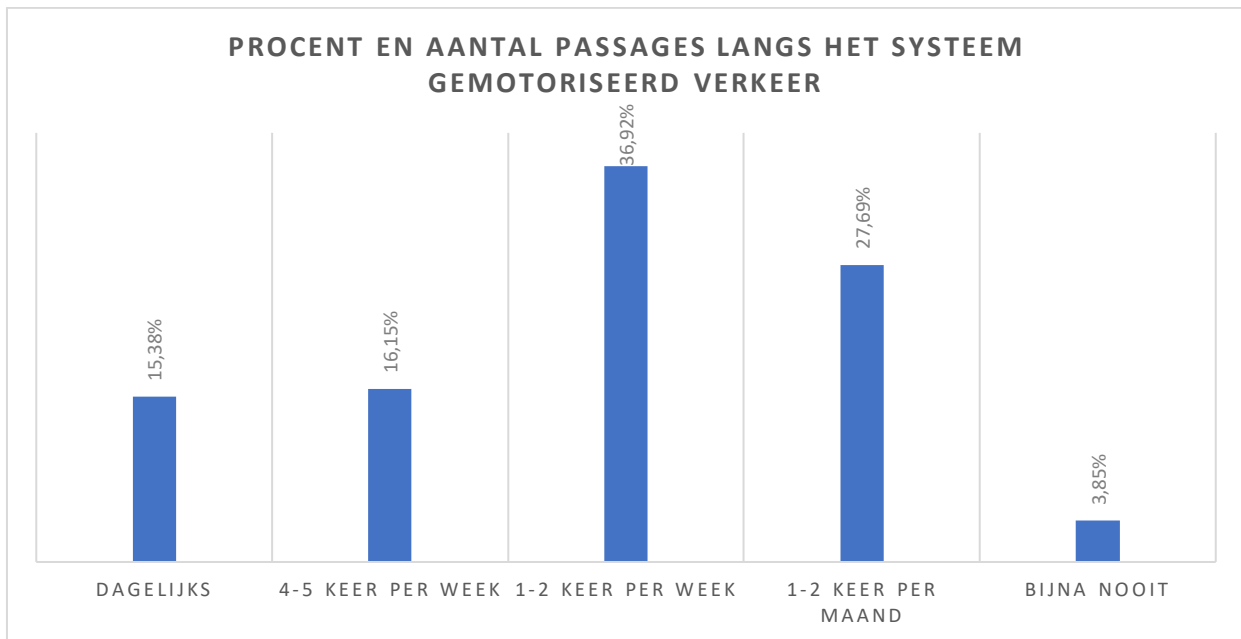
8.2.2.2 Gemotoriseerd verkeer

In Figuur 27 is het gebruik van de verschillende modi weergegeven. Zo kan er opgemerkt worden dat de respondent voornamelijk met de auto (86,58%) langs het systeem passeert. De tweede grootste groep zijn de bestelwagens (8,05%).



Figuur 27: gemotoriseerd verkeer: verschillende modi

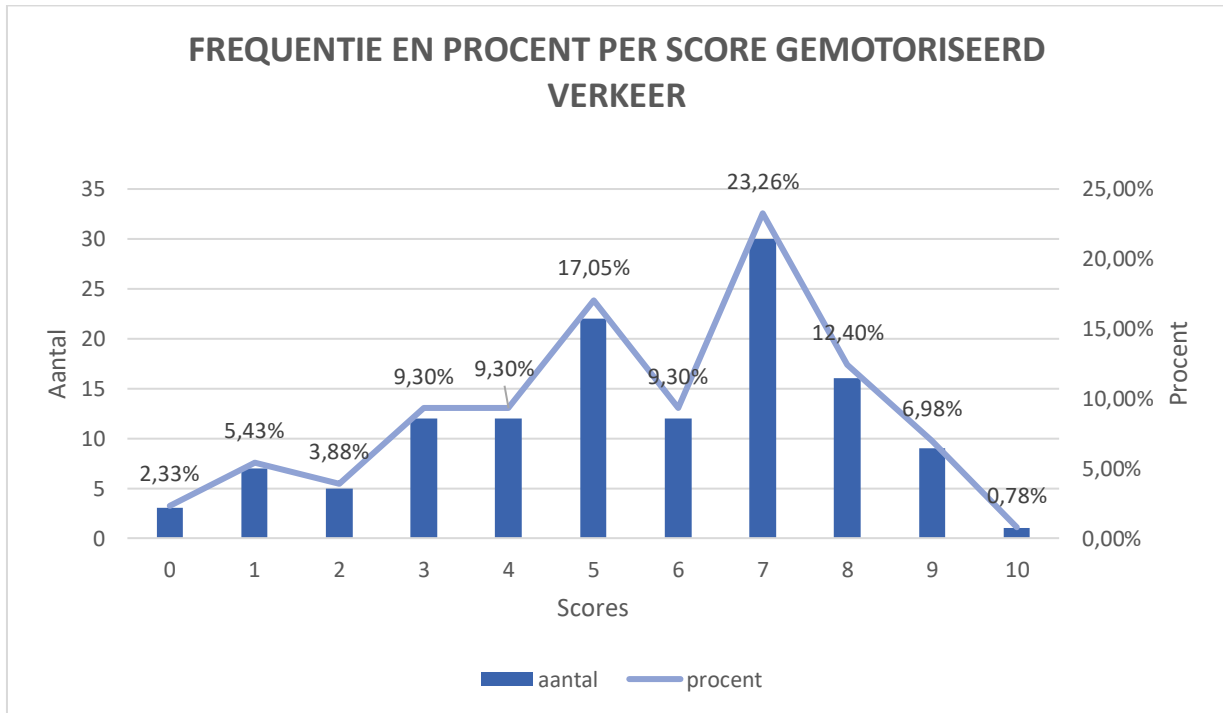
In Figuur 28 is weergegeven in procenten hoe vaak de respondenten als gemotoriseerd verkeer langs het systeem passeren. De grootste groep is 1 à 2 keer per week (36,92%). Dagelijks passeert er 15,38% van de respondenten ($M = 2,88$; $SD = 1,09$). Hierbij zijn scores gegeven aan de groepen namelijk 1 is dagelijks, 2 is 4-5 keer per week, 3 is 1-2 keer per week, 4 is 1-2 keer per maand en 5 is bijna nooit.



Figuur 28: Procent en aantal passages langs het systeem gemotoriseerd verkeer

8.2.2.2.1 Veiligheidsgevoel

In Figuur 29 is weergegeven welke score de respondenten als gemotoriseerd verkeer aan het systeem geven qua veiligheidsgevoel. Het valt op dat 30,24% een score gelijk aan 4 of kleiner geeft, 17,05% geeft een score gelijk aan 5 en 52,72% geeft een score gelijk aan 6 of hoger. Het gemiddelde is gelijk aan 5,52 ($SD = 2,33$).

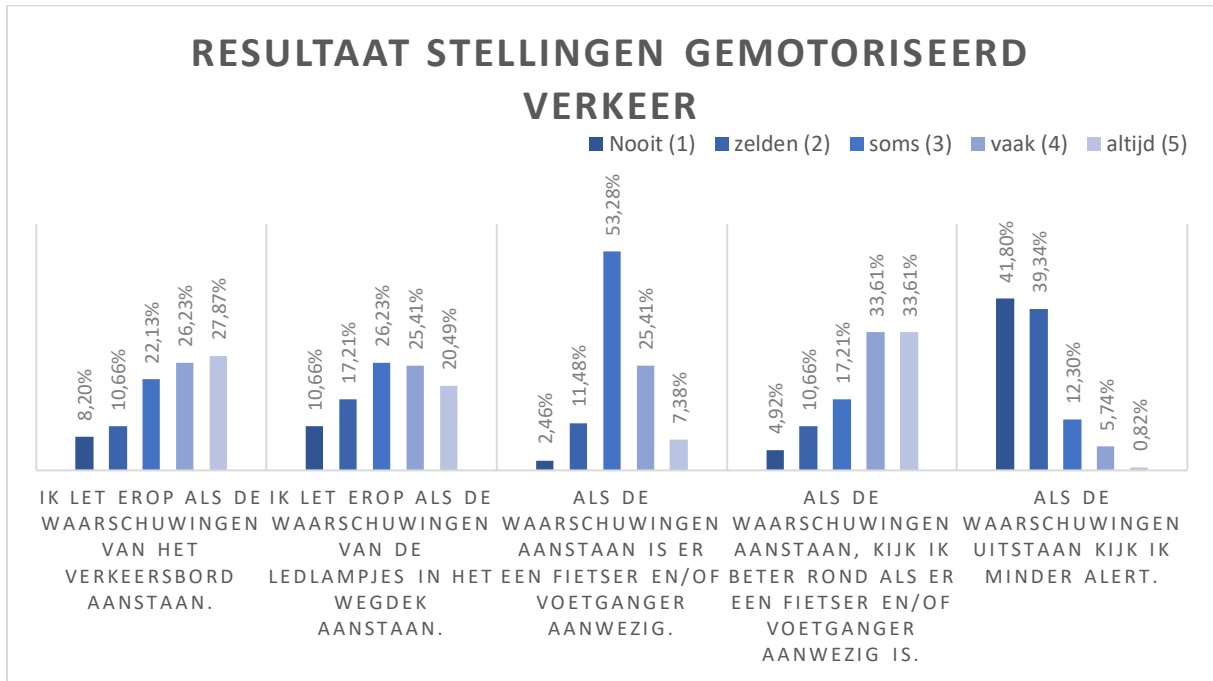


Figuur 29: Frequentie en procent per score gemotoriseerd verkeer

Als er aan de bestuurders gevraagd wordt als men zich veiliger voelt bij het oversteken met een systeem dan wanneer dit er niet is, geeft 40,31% aan dat men zich veiliger voelt en 59,69% voelt zich niet veiliger ($M = 1,60$; $SD = 0,49$), waarbij score 1 gelijk is aan 'ja' en 2 gelijk is aan 'nee'. Bij de respondenten die zich wel veilig voelen geeft 81,36% aan dat men zich veiliger voelt omdat de bestuurder een extra waarschuwing krijgt. 3,39% vindt dat men zelf minder moet opletten terwijl 10,17% vindt dat het meer comfort biedt.

Bij de respondenten die zich niet veiliger voelen met het systeem geeft 68,42% aan dat men liever zelf kijkt. 14,74% vindt het systeem niet betrouwbaar en 16,84% heeft nog een andere mening. Hierbij wordt bijvoorbeeld aangehaald dat men een vals gevoel krijgt of het niet zichtbaar is voor bestuurders.

In Figuur 30 zijn de resultaten van de stellingen weergegeven. Hieruit blijkt dat respondenten in 54,1% van de gevallen respondenten opletten als het verkeersbord aanstaat, terwijl 45,9% van de respondenten er op let als de ledlampjes in het wegdek aanstaan. De respondenten geven ook aan dat er in 53,28% soms een fietser aanwezig is en in 32,69% is dit vaak of altijd. De respondenten vinden van zichzelf in 81,14% van de gevallen dat de respondent nooit of zelden minder oplet als er geen waarschuwingen zijn. 12,30% geeft aan dit soms te doen, terwijl 5,74% dit vaak doet. De gemiddeldes en standaarddeviatie zijn weergegeven in Tabel 38. Hierbij zijn scores gegeven om de waardes te kunnen berekenen, namelijk: 1 is nooit, 2 is zelden, 3 is soms, 4 is vaak en 5 is altijd. Deze waardes zijn ook nog eens weergegeven bij de grafiek in Figuur 30.



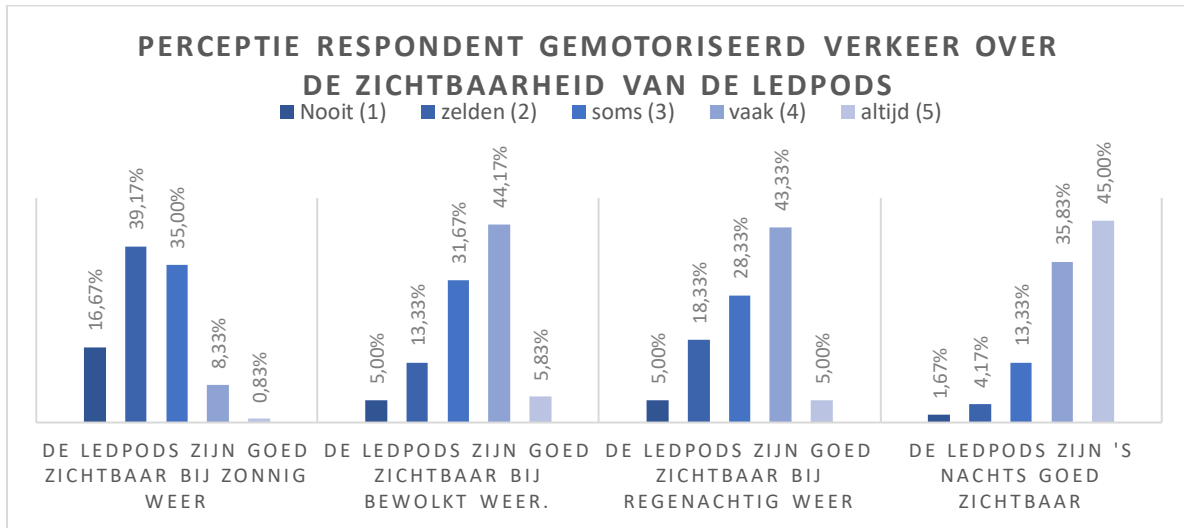
Figuur 30: resultaat stellingen gemotoriseerd verkeer

Tabel 38: gemiddelde en standaarddeviatie stellingen gemotoriseerd verkeer

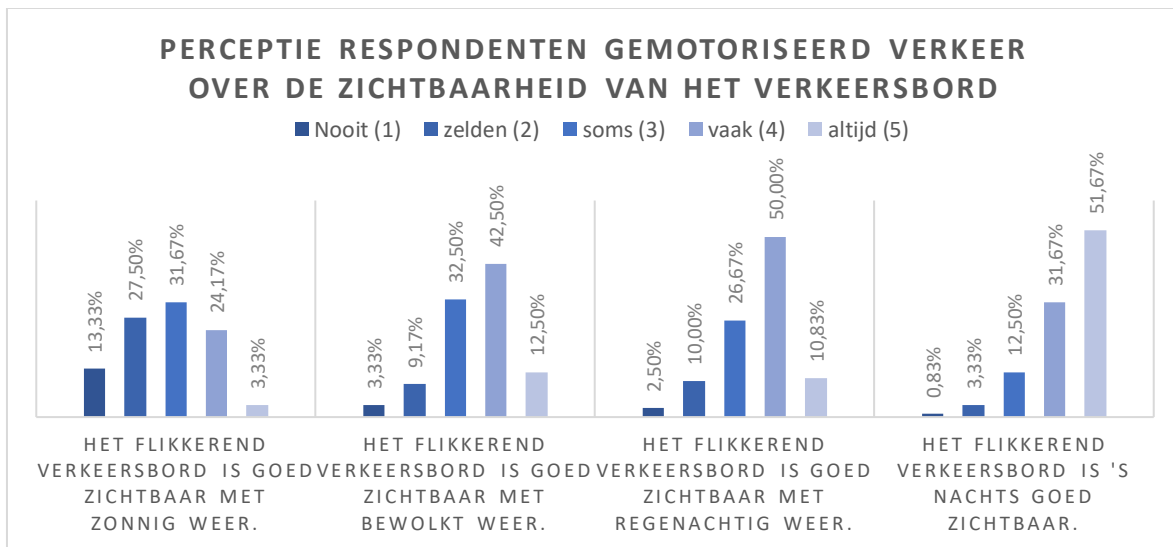
Stelling	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Ik let erop als de waarschuwingen van het verkeersbord aanstaan.	3,50	1,27
Ik let erop als de waarschuwingen van de ledlampjes in het wegdek aanstaan.	3,28	1,26
Als de waarschuwingen aanstaan is er een fietser en/of voetganger aanwezig.	3,24	0,84
Als de waarschuwingen aanstaan, kijk ik beter rond als er een fietser en/of voetganger aanwezig is.	3,80	1,16
Als de waarschuwingen uitstaan kijk ik minder alert.	1,84	0,91

Bij de respondenten van het gemotoriseerd verkeer is nog bevraagd welke perceptie men heeft over de zichtbaarheid van zowel het verkeersbord als de ledpods bij verschillende weersomstandigheden. Deze resultaten zijn weergegeven in Figuur 31 en Figuur 32. De respondenten vinden dat de ledpods in 55,84% van de gevallen nooit of zelden goed zichtbaar is bij zonnig weer, terwijl de respondenten aangeven in 80,83% van de gevallen dat ze vaak tot altijd goed zichtbaar zijn 's nachts. Ongeveer gelijkaardige resultaten kan er opgemerkt worden bij het verkeersbord.

De gemiddeldes en standaarddeviatie zijn weergegeven in Tabel 39. Hierbij zijn scores gegeven om de waarden te kunnen berekenen, namelijk: 1 is nooit, 2 is zelden, 3 is soms, 4 is vaak en 5 is altijd. Deze waarden zijn ook nog eens weergegeven bij de grafieken in Figuur 31 en Figuur 32.



Figuur 31: perceptie respondent gemotoriseerd verkeer over de zichtbaarheid van de ledpods



Figuur 32: Perceptie respondent gemotoriseerd verkeer over de zichtbaarheid van het verkeersbord

Tabel 39: Gemiddelde en standaarddeviatie perceptie gemotoriseerd verkeer over de zichtbaarheid van het verkeersbord en de ledpods

Stelling zichtbaarheid ledpods	Gemiddelde	Standaarddeviatie
De ledpods zijn goed zichtbaar bij zonnig weer	2,38	0,89
De ledpods zijn goed zichtbaar bij bewolkt weer.	3,33	0,95
De ledpods zijn goed zichtbaar bij regenachtig weer	3,25	0,98
De ledpods zijn 's nachts goed zichtbaar	4,18	0,93
Stelling zichtbaarheid verkeersbord	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Het flinkerend verkeersbord is goed zichtbaar met zonnig weer.	2,77	1,06
Het flinkerend verkeersbord is goed zichtbaar met bewolkt weer.	3,52	0,94
Het flinkerend verkeersbord is goed zichtbaar met regenachtig weer.	3,57	0,90
Het flinkerend verkeersbord is 's nachts goed zichtbaar.	4,30	0,87

Als laatste werd er de vraag gesteld als de respondenten aan het kruispunt met systeem al ooit een ongeval of bijna ongeval hebben gehad. Hieruit blijkt dat 96,52% dit nog niet heeft meegemaakt en 3,48% een bijna ongeval heeft ervaren. De redenen van de bijna ongevallen zijn: dat men als automobilist vindt dat er vaak snelle fietsers voorbij komen of men de fietsers zelf laat opmerkt.

Er werd ook gepolst als men doordat het systeem aansprong al dan niet een bijna ongeval of ongeval vermeden had door dit systeem. 7,96% van de respondenten gaf aan dat men door het systeem al een bijna ongeval of ongeval had vermeden.

8.2.3 Algemeen

Er is een statistische test (independent t-test) uitgevoerd om te kijken als er een significant verschil is tussen zwakke weggebruiker en gemotoriseerd verkeer in de score van het veiligheidsgevoel bij het systeem. Het verschil in score voor het veiligheidsgevoel voor zwakke weggebruikers ($M = 4,95$; $SD = 2,23$) en gemotoriseerd verkeer ($M = 5,52$; $SD = 2,33$) was marginaal significant ($t(233) = -1,938$; $p = 0,054$)

Er is Chi-kwadraattoets uitgevoerd om te kijken als er een significant verschil is tussen de doelgroep van zwakke weggebruiker en gemotoriseerd verkeer of respondenten zich al dan niet veiliger voelt door dit systeem wanneer er overgestoken wordt. Er is geen significant effect gevonden $X^2(1) = 0,438$; $p > 0,05$. Want zwakke weggebruikers voelen zich in 34,9% veiliger door dit systeem en bij gemotoriseerd verkeer is dit 39,8%.

Als laatste van de vragenlijst werden een aantal algemene vragen gesteld, zoals heeft u nog aanbevelingen of andere opmerkingen. Hieruit bleek dat een aantal respondenten graag woude dat er meer communicatie rond dit systeem komt, omdat de respondent er geen weet van heeft. Ook het werken met geluid zou volgens respondenten een verbetering zijn. Respondenten geven ook aan dat de zichtbaarheid tijdens zonnig weer verbeterd moet worden of de dubbelrichting afgeschaft moet worden.

9 Discussie

9.1 Observatie

9.1.1 Kruispuntanalyse

Als de twee kruispunten met elkaar vergeleken worden valt er op dat de kruispunten talrijke identieke eigenschappen hebben. Zo liggen de kruispunten in hetzelfde stedelijk gebied en maken ze allebei deel uit van de kleine ring. Ook het aandeel fietsers is evenredig. De rijrichtingen van het gemotoriseerd verkeer zijn bijna evenredig, enkel bij het kruispunt zonder systeem kan gemotoriseerd verkeer vanuit het stadscentrum rechtdoor oversteken. Deze interactie tussen gemotoriseerd verkeer en zwakke weggebruikers zijn daarom ook niet mee opgenomen bij de analyse. Dit komt om de data zo gelijkaardig mogelijk te houden. Een ander groot verschil is dat het kruispunt met het systeem een dubbelrichtingsfietspad bevat en het andere kruispunt dit niet faciliteert. De fiets- en voetpaden zijn ook conform volgens de richtlijnen.

Het grootste verschil tussen de twee kruispunten heeft te maken met de indraaibeweging van het gemotoriseerd verkeer. Zo ligt bij het kruispunt met systeem de oversteekvoorziening ongeveer een 4,5 meter van de voorrangsweg, terwijl bij het kruispunt zonder systeem de oversteekvoorziening direct langs de voorrangsweg ligt. Dit heeft als gevolg dat bestuurders bij het kruispunt zonder systeem in de rechterachterruit moet gekeken hebben vooraleer bestuurders indraait. Bij het kruispunt met systeem kan het gemotoriseerd verkeer al lichtjes ingedraaid zijn vooraleer de bestuurder de oversteek kruist. Dit zorgt voor een andere zichtbaarheid als bestuurder.

9.1.2 Gedragmeting en efficiëntie

9.1.2.1 *Efficiëntie systeem*

Uit de analyse kan er geconcludeerd worden dat: fietsers en/of voetgangers in alle gevallen gedetecteerd worden door het systeem. Het systeem spring wel in 16,2 % van de gevallen aan wanneer er geen zwakke weggebruiker te bespeuren is, maar het systeem springt altijd aan als er een zwakke weggebruiker in de buurt is. Hierdoor is de efficiëntie van het systeem 83,8 %.

In 65,7 % van de observaties kwam er een voertuigen aanreden vanuit de richting van de malta wanneer het systeem aansprong ('false'). Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat aan deze kant een aanliggend fietspad ligt en de sensor te kort op de weg geplaatst is in deze richting. Hierdoor detecteert de sensor waarschijnlijk de auto als fietser of als voetganger en springt het systeem in werking. Dit is een mogelijke hypothese, maar kan niet significant aangetoond en onderzocht worden.

Door het routegebruik te analyseren kan er opgemerkt worden dat de meeste personen rechtdoor oversteken. Er zijn enkel zwakke weggebruikers die links of rechts afslaan.

9.1.2.2 *Interactie met gemotoriseerd verkeer*

Uit het onderzoek blijkt dat het gemotoriseerd verkeer meer voorrang verleend als het systeem aanwezig is, dan wanneer het systeem niet aanwezig is. Het verschil is namelijk 34,1 %. Een mogelijke oorzaak kan zijn dat het gemotoriseerd verkeer een extra waarschuwing krijgt. Deze oorzaak is wel niet wetenschappelijk onderbouwd.

Gemotoriseerd verkeer verleent in het globaal over beide kruispunten meer voorrang aan fietsers dan aan voetgangers. Het effect is wel eerder zwak. Dit wil zeggen dat er niet zo een heel groot verschil is, namelijk 11,9 %. Per kruispunt kan geen analyse worden uitgevoerd bij het kruispunt met systeem omdat de steekproef te klein is. Bij het kruispunt zonder het systeem was er geen significant verschil tussen beide groepen waargenomen.

Er is geen significant verschil waargenomen als bestuurders van de voorrangsweg naar de niet-voorrangsweg rijdt of andersom. Zelfs niet als de twee kruispunten worden opgesplitst, kan er geen significant verschil gevonden worden.

9.1.2.3 Zwakke weggebruiker

De fietsers waren in 1,7 % van de gevallen afgeleid door het gebruik van de smartphone. Hierbij is er geen significant verschil gevonden tussen mannen (1,6 %) en vrouwen (1,8 %). Hieruit kan er geconcludeerd worden dat er geen verschil is dat mannen of vrouwen meer afgeleid zijn tijdens het oversteken.

Tussen de kruispunten is er een verschil in reactie waargenomen. Met reactie wordt bedoeld als fietser stopt, vertraagt of doorrijdt net voor de fietser aan de oversteek komt. Hieruit blijkt dat bij het kruispunt met systeem de fietser in 6,4 % van de gevallen stopt, 22 % vertraagt en 71,6 % rijdt door aan dezelfde snelheid. Bij het kruispunt zonder het systeem stopt 8,4 %, vertraagt 33,8 % en rijdt 57,8 % aan dezelfde snelheid door. Er is een significant verschil gevonden bij 'vertragen' en 'rijdt aan zelfde snelheid' door. Hierdoor kan er geconcludeerd worden dat er duidelijk een verschil is dat de fietser meer vertraagt bij het kruispunt zonder systeem en de fietser meer door rijdt aan dezelfde snelheid bij het kruispunt met het systeem. Er zijn wel geen verschillen in reactie gevonden tussen mannen en vrouwen. Hetzelfde resultaat is waargenomen bij de aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer, maar met of zonder gezelschap rijden is wel significant verschillend. Als de fietsers alleen rijden stopt (15 %) vaker dan als de fietser in groep rijdt (4 %) en in groep (65,6 %) rijdt de fietser vaker aan dezelfde snelheid door dan als de fietser alleen is (46 %). Bij vertragen is er geen significant verschil waargenomen.

Tussen de kruispunten is er ook een verschil waargenomen in kijkgedrag. Bij het kruispunt met het systeem kijkt 25 % naar één kant tijdens het oversteken, 20,6 % naar twee kanten en 54,4 % kijkt niet. Bij het kruispunt zonder het systeem kijkt 31,7 % naar één kant, 40,4 % naar twee kanten en 27,9 % kijkt niet. Er is een significant verschil gevonden bij het kijken naar twee kanten en het niet kijken tijdens het oversteken. Er kan geconcludeerd worden dat bij het kruispunt met het systeem vaker niet wordt gekeken dan bij het kruispunt zonder het systeem en bij het kruispunt zonder het systeem kijkt de fietser vaker naar twee kanten dan het kruispunt met het systeem. Tussen mannen en vrouwen is er geen verschil gevonden, tevens is dit ook gevonden bij de aan- of afwezigheid van gemotoriseerd verkeer. Terwijl bij fietsen met gezelschap blijkt dat als fietsers in groep (50,5 %) fietsen men vaker niet kijkt dan als de fietsers alleen (30,5 %) fietsen en als de fietser alleen (37,6 %) is kijkt men vaker naar twee kanten dan als de fietsers in groep (24,1 %) fietsen.

Er is een duidelijk verband gevonden tussen het kijkgedrag van de fietser en de reactie vooraleer de fietser aan de oversteek komt. Zo is het dat als de fietser stopt, de fietser vaker naar twee kanten kijkt (60 %) dan naar één kant (17,8 %) of dat de fietser helemaal niet kijkt (22,2 %). Als de fietser aan dezelfde snelheid doorrijdt valt er op dat de fietser vaker niet kijkt (58,6 %) dan naar één kant (23,7 %) of twee kanten (17,6 %).

Er zijn geen verschillen gevonden tussen de twee kruispunten als de fietser al dan niet meer recht oversteekt bij een bepaald kruispunten. Dit verschil is er ook niet tussen mannen en vrouwen. Uit de cijfers is wel gebleken dat het significant is dat fietsers vaker schuin oversteken als er geen gemotoriseerd verkeer aanwezig is dan wanneer dit wel het geval is, maar het effect is eerder zwak.

9.2 Vragenlijst

Uit de vragenlijst blijkt dat 75,7 % van de respondenten denken dat ze weet hebben van een systeem waarbij gemotoriseerd verkeer attent wordt gemaakt op overstekende fietsers en voetgangers. Het merendeel van de respondenten kent dit dan ook vanuit de stad Bree. Andere steden die worden aangehaald zijn Antwerpen, Alken en het land Nederland. Uit de opmerkingen bleek dan wel dat er een aantal respondenten vaak langs de situatie zijn gereden, maar geen weet hadden van de werking van het systeem of dat dit hier aanwezig was.

Respondenten vinden zulke systemen ook eerder nuttig, de respondent is het er ook eerder niet mee eens dat het afleidend is. Er is wel een neutrale mening over duidelijk, veilig en zichtbaarheid van zulke systemen. Respondenten komen het meest met de fiets, als zwakke weggebruiker, langs het systeem en de grootste populatie passeert hierbij 1 à 2 keer per week. Voor het gemotoriseerd verkeer is dit voornamelijk de auto en de grootste populatie passeert hierbij ook 1 à 2 keer per week.

Er is geen significant verschil gevonden dat zwakke weggebruikers of gemotoriseerd verkeer al dan niet een hogere score geeft qua veiligheidsgevoel. Het is wel zo dat de gemiddelde score van de zwakke weggebruiker gelijk is aan 4,95 op 10 en de score van het gemotoriseerd verkeer gelijk is aan 5,52 op 10.

Het is wel zo dat 34,39 % van de zwakke weggebruikers aangeeft zich veilig te voelen bij het systeem. De meest voorkomende reden waarom de zwakke weggebruiker zich niet veilig voelt is dat men liever zelf de controle houdt en blijft kijken. Bij het gemotoriseerd verkeer is dit gelijk aan 39,8 %. De reden is idem dito. Hierbij is er dan ook geen significant verschil gevonden tussen deze 2 doelgroepen.

Respondenten als zwakke weggebruiker geven ook aan goed te kijken vooraleer men oversteekt en de respondenten niet minder goed kijken met dit systeem. De respondent steekt ook zelden over zonder te kijken. Er is wel een neutrale houding ten opzichte van betrouwbaarheid en de respondent geeft aan een neutrale mening weer over het installeren van dit systeem op elk kruispunt. Een mogelijke reden hiervoor is dat dit een vals gevoel van veiligheid kan geven. De gebruiker zal enkel nog op het systeem gaan vertrouwen en niet meer zelf kijken. Dit is wel een hypothese en is niet getoetst.

Gemotoriseerd verkeer geeft aan dat men niet minder goed kijkt als de waarschuwingen uitstaan, maar de bestuurder kijkt wel beter rond als ze aanstaan. Deze doelgroep geeft ook aan dat het systeem 's nachts beter zichtbaar is dan met zonnig weer en met bewolkt en regenachtig weer is het matig tot goed zichtbaar.

In de literatuur zijn geen verschillen gevonden qua perceptie tussen mannen en vrouwen. Enkel is er gevonden dat cultuur een belangrijke rol speelt bij het invoeren van nieuwe technologieën. Daarom zijn andere verschillen niet onderzocht en omdat dit systeem in dezelfde stad ligt zullen er ook geen cultuurverschillen zijn.

10 Aanbevelingen

Het systeem kan verbeterd worden door de sensors nauwkeuriger af te stellen zodat de voertuigen niet gedetecteerd worden als zwakke weggebruiker. De zichtbaarheid van de ledpods en het verkeersbord zijn niet goed zichtbaar tijdens zonnig weer. De fabrikanten zullen samen naar een oplossing moeten zoeken zodat de waarschuwingen beter zichtbaar zijn als het zonnig weer is. Ook zijn er bepaalde ledpods die niet meer werkten waardoor het ook nog altijd kan verbeterd worden qua duurzaamheid.

In deze specifieke situatie kreeg de zwakke weggebruiker altijd voorrang, maar het zou niet verkeerd zijn om deze ook een extra waarschuwing te geven als er naderende voertuigen zijn. Dit zal dan resulteren in een hoger kijkgedrag als er gemotoriseerd verkeer aanwezig is.

Als laatste zijn er vaak respondenten die niet wisten dat het systeem bestond, wat net de bedoeling hiervan is. Communicatie is een sterk middel om systemen zoals dit te doen slagen. Daarom suggereer ik ook telkens als het op een nieuwe plaats wordt geïnstalleerd hier toch de nodige aandacht aan te besteden. Dit zal ook de perceptie van de bevolking doen veranderen. Door de communicatie regelmatig te doen kan dit ervoor zorgen dat het vals gevoel van veiligheid verlaagd worden.

11 Limitaties & verder onderzoek

Een eerste limitatie voor dit onderzoek is dat de twee kruispunten qua eigenschappen niet volledig overeen kwamen met elkaar. Zo kan er een vertekend beeld zijn van de resultaten. Dit is wel zeer minimaal, omdat bepaalde interacties niet mee in de observaties zijn opgenomen. Dit was om zo een gelijkaardige situatie te creëren.

Een ander probleem kan zijn dat interpretaties op basis van observaties tussen verschillende waarnemers kunnen verschillen en dat er dan andere conclusies zullen genomen worden. Dit risico zal is zoveel mogelijk vermeden door met twee observatoren te werken. Hierbij is dan ook een Cohen's Kappa-test tussen de twee observatoren uitgevoerd waarbij een zeer hoge waarde verkregen is en deze limitatie eigenlijk geëlimineerd kan worden voor dat deel. Het was niet altijd mogelijk om een tweede observator mee te nemen waardoor deze limitaties wel kan voorkomen.

Het 'Hawthorne-effect' kan ook optreden tijdens een observatie. Dit gebeurt wanneer mensen zich bewust worden dat ze geobserveerd worden en hier hun gedrag dan zullen aanpassen. Denk wel dat dit probleem minimaal is, omdat het een niet participatieve observatie is, maar de onderzoeker heeft zich zo onopvallend mogelijk opgesteld om dit risico te elimineren.

Bij de bevraging kan het zijn dat er ook een aantal limitaties aan bod zijn gekomen. Zo kan het zijn dat respondenten zo ideaal mogelijk proberen te antwoorden, terwijl de respondent in de werkelijkheid ander gedrag vertoont.

Een ander probleem dat kan voorkomen is dat de bevrageden de vragen verkeerd begrijpen of de woordenschat te moeilijk is. Dit risico is zoveel mogelijk geëlimineerd door de vragenlijst op voorhand samen met verschillende doelgroepen in te vullen om zo bepaalde vragen nog te kunnen veranderen.

Een voorlaatste probleem kan zijn dat respondent de vragen niet leest en zomaar wat aanduid of de respondent de bevraging niet volledig invult. Jammer genoeg kan dit risico niet beperkt worden, maar de onderzoeker kan ervoor zorgen dat de bevraging niet te lang duurt.

De laatste limitatie van dit onderzoek is dat de onderzoeker tijdens de observaties voornamelijk naar schoolgaande kinderen heeft geobserveerd, maar de bevraging was gericht naar de totale bevolking, hierdoor kan er een vertekend beeld worden weergegeven.

Als verder onderzoek kan er worden aangeraden om te kijken waar het systeem op technisch vlak nog fouten maakt. Ook kan men gaan observeren waarom gemotoriseerd verkeer geen voorrang geeft en welke verbeterpunten hierbij naar voren komen.

Voor de perceptie van de respondenten kan men verder in de diepgang gaan uitpluizen waarom respondent eigenlijk aangeeft om bepaalde gedragingen juist uit te voeren, maar tijdens de observatie blijkt dat er toch ander gedrag wordt vertoond. Ook de diepgang waarom mensen bijvoorbeeld zich niet veilig voelen bij het systeem kan verder uitgepluisd worden.

12 Conclusie

Het systeem werkt met radarsensors om de zwakke weggebruikers te detecteren. Als er naderende objecten komen kaatsen deze radargolven terug met een verhoogde frequentie. Hierdoor weet het systeem dat er naderende zwakke weggebruikers aankomen. Hierdoor schiet het systeem in werking en krijgt het gemotoriseerd verkeer een extra waarschuwing.

In dit onderzoek kan er geconcludeerd worden dat alle zwakke weggebruikers gedetecteerd worden door het systeem en het een efficiëntie heeft van 83,8%. De fouten in het systemen zijn niet wetenschappelijk onderbouwt, maar zijn volgens de onderzoekers te wijten dat de sensor te dicht op de weg is geplaatst. Hierdoor wordt soms gemotoriseerd verkeer gezien als zwakke weggebruiker. Dit was in 65,7% van foutieve gevallen. Er is geen verschil waargenomen tussen verschillende weggebruikers in efficiëntie.

Het is wel zo dat gemotoriseerd verkeer meer voorrang verleent bij het kruispunt met het systeem dan zonder het systeem. Het verschil is namelijk 34,1%. Hierbij is een zeer sterk effect gemeten. Een eerder zwak effect is dat er iets meer voorrang aan fietsers wordt gegeven dan aan voetgangers, namelijk een verschil van 11,9%.

In dit onderzoek waren mannen niet vaker afgeleid dan vrouwen tijdens het fietsen. Er is wel een duidelijk verschil in reactie waargenomen. Zo rijdt de fietsers vaker aan dezelfde snelheid door bij het kruispunt met systeem en vertraagd de fietser vaker bij het kruispunt zonder het systeem. Het valt op dat er ook een verschil is als men alleen fiets of in groep. Waarbij de fietser als hij/zij alleen rijdt vaker stopt als fietsers dan wanneer men in groep fietst. Het kijkgedrag verschilt ook waarbij de fietser vaker naar twee kanten kijkt bij het kruispunt met systeem dan zonder het systeem. Het verband in gedrag van reactie en kijkgedrag is als de fietser stopt vaker naar twee kanten kijkt en als de fietser aan dezelfde snelheid doorrijdt kijkt de fietser vaker niet. Zo valt er toch op dat fietsers zich veiliger voelen bij het systeem dan zonder het systeem.

Uit de vragenlijst kan er geconcludeerd worden dat $\frac{3}{4}$ van de respondenten weet heeft over een bepaald systeem dat gemotoriseerd verkeer waarschuwt voor zwakke weggebruikers. Respondenten vinden zulke systemen ook eerder nuttig, de respondent is het er ook eerder niet mee eens dat het afleidend is. Er is wel een neutrale mening over duidelijk, veilig en zichtbaarheid van zulke systemen. Het is wel zo dat de gemiddelde score qua veiligheidsgevoel van de zwakke weggebruiker gelijk is aan 4,95 op 10 en de score van het gemotoriseerd verkeer is gelijk aan 5,52 op 10.

De zwakke weggebruiker voelt zich in 34,9% veilig door dit systeem en bij het gemotoriseerd verkeer is dit 39,8%. Dit is wel tegenstrijdig met wat gemeten is tijdens de observatie. Het is namelijk zo dat mensen zich niet veiliger voelen door het systeem, maar zich wel gedragen dat men het veiliger vindt.

Als aanbevelingen voor het systeem kan men aanraden om een oplossingen te zoeken naar het detecteren van auto als de sensor te dicht op de rijbaan staat. Ook meer communicatie omtrent het systeem zal zorgen voor een hoger kennisniveau. Waarom de perceptie zo tegenstrijdig is met het gedrag van deze mensen raden onderzoekers aan om verder uit te pluizen.

In het algemeen kunnen we dus concluderen dat het systeem een efficiëntie heeft van 83,8%. Dat gemotoriseerd verkeer er bij het kruispunt met het systeem in 93,7% van de interacties voorrang werd verleend. Bij het kruispunt zonder het systeem was dit 59,6%. Dit is een verschil van 34,1%. Fietsers via de gedragsmeting veiliger voelen bij het systeem dan zonder en er een verband is tussen kijkgedrag en reactie. Bij de bevraging blijken respondenten zich toch niet zo veilig te voelen bij het systeem.

Hierbij kan communicatie een belangrijke rol spelen in de perceptie en het kennisniveau van de respondenten.

13 Bibliografie

- Amparo Solutions. (z.d.). *Varningsssystem SeeMe Övergång*. Retrieved from Amparo Solutions: <https://amparosolutions.se/produkt/varningsssystem-seeme-overgangsstalle/>
- Anderson, C., Zimmerman, A., Lewis, S., Marmion, J., & Gustat, J. (2019). *Patterns of cyclist and pedestrian street crossing behavior and safety on an urban greenway*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi:doi:http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16020201
- Appel, M., Krisch, N., Stein, J.-P., & Weber, S. (2019). *smartphones zombies! Pedstrians' distracted walking as a function of their fear of missing out*. *Journal of Environmental Psychology*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.04.003
- Argin, G., Pak, B., & Turkoglu, H. (2020). *Between Post-Flaneur and Smartphone Zombie: Smartphone Users' Altering Visual Attention and Walking Behaviour in Public Space*. *Isprs International Journal of Geo-information*. doi:https://doi.org/10.3390/ijgi9120700
- Baleja, R., Bos, P., Novak, T., Sokansky, K., & Hanusek, T. (2017). *Increasing of visibility on the pedestrian crossing by the additional lighting systems*. *Building up Efficient and Sustainable Transport Infrastructure 2017 (Bestinfra2017)*. doi:https://doi.org/10.1088/1757-899X/236/1/012099
- Beasley, T., & Schumacker, R. (1995). *Multiple regression approach to analyzing contingency tables: Post hoc and planned comparison procedures*. *The Journal of Experimental Education*.
- Bnilam, N., Joosens, D., Berkvens, R., Steckel, J., & Weyn, M. (2021). *AoA-Based Localization system Using a Single IoT Gateway: An Application for Smart Pedestrian Crossing*. doi:https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3051389
- Brouwer, M., Fitzpatrick, K., Whitacre, J., & Heer, D. (2006). *Exploration of pedestrian gap-acceptance behavior at selected locations*. doi:10.3141/1982-18
- Carsaro, W., & Eder, D. (1990). *Children's peer cultures*. *Annual Review of Sociology*. doi:doi.org/10.1146/annurev.so.16.080190.001213
- Cavallo, V., Lobjois, R., Dommes, A., & Vienne, F. (2009). *ELDERLY PEDESTRIANS' VISUAL TIMING STRATEGIES*. French National Institute for Transportation and Safety Research. Retrieved februari 15, 2022, from https://drivingassessment.uiowa.edu/sites/drivingassessment.uiowa.edu/files/wysiwyg_uploads/070_cavallolobjois.pdf
- Ciesla, K., Krukowicz, T., & Firlag, K. (2018). *Analysis of cyclists' behaviour on different*. doi:https://doi.org/10.1051/mateconf/201823103001
- Craik, F. I., & Salthouse, T. A. (2008). *The Handbook of aging and cognition*. Psychology Press. Retrieved januari 12, 2022
- Czajewski, W., Dabkowski, P., & Olszewski, P. (2013). *Innovative solutions for improving safety at pedestrian crossings*. *Archives of Transport System Telematics*.
- Davis, F. (1989). *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. *MIS Quarterly*.

- Dow, C.-R., Ngo, H.-H., Lee, L.-H., Lai, P.-Y., Wang, K.-C., & Bui, V.-T. (2020). *A crosswalk pedestrian recognition system by using deep learning and zebra-crossing recognition techniques*. doi:<https://doi.org/10.1002/spe.2742>
- ELLUMIN. (z.d.a). *Non-Light Control Area-Intelligent Pedestrian System (Urban Type)*. Retrieved from <https://www.ellumin.com/project/non-light-control-area-intelligent-pedestrian-system%EF%BC%88urban-type%EF%BC%89/>
- ELLUMIN. (z.d.b). *SMART PEDESTRIAN SYSTEM - URBAN TYPE [Brochure]*. Retrieved from <https://www.ellumin.com/wp-content/uploads/2019/08/INTELLIGENT-PEDESTRIAN-SYSTEM-URBAN-TYPE-new.pdf>
- ELLUMIN. (z.d.c). *SMART PEDESTRIAN SYSTEM - SUBURBAN TYPE [Brochure]*. Retrieved from <https://www.ellumin.com/wp-content/uploads/2019/08/INTELLIGENT-PEDESTRIAN-SYSTEM-SUBURBAN-TYPE-new.pdf>
- ELLUMIN. (z.d.d). *BL-004CA-P [Productfiche]*. Retrieved from <https://www.ellumin.com/product/bl-004ca-p/>
- ELLUMIN. (z.d.e). *BL-004SU [Productfiche]*. doi:<https://www.ellumin.com/product/bl-004su/>
- Feenstra, H., AC Ruiters, R., & Kok, G. (2010). *Social-cognitive correlates of risky adolescent cycling behavior*. BMC public Health. Retrieved maart 28, 2022, from <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-10-408>
- Fenandez , C., Vicente, M., Carrillo, I., Guilabert, M., & Mira, J. (2020). *Factors Influencing the Smartphone Usage Behavior of Pedestrians: Observational Study on 'Spanish Smombies'*. Journal of medical internet Research. doi:<https://doi.org/10.2196/19350>
- Goh, H., Kim, W., Han, J., Han, K., & Noh, Y. (2020). *Smombie Forecaster: Alerting Smartphone Users About Potential Hazards in Their surroundings*. doi:<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3017653>
- Goldenbeld, D., Houtenbos, d., & Ehlers, E. (2009). *Gebruik van draagbare media-apparatuur en mobiele telefoons tijdens het fietsen*. SWOV. Retrieved maart 11, 2022, from <https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/rapport/r-2010-05.pdf>
- Hamann, C., Dulf, D., Baragan-Andrada, E., Price, m., & Peek-Asa, C. (2017). *Contributors to pedestrian distraction and risky behaviours during road crossing in Romania*. Injury Prevention. doi:<https://doi.org/10.1136/injuryprev-2016-042219>
- Hamed, M. (2001). *Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings*. Safety science. doi:[10.1016/S0925-7535\(00\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00058-8)
- Horberry, T., Osborne, R., & Young, K. (2019). *Pedestrian smartphone distraction: Prevalence and potential severity*. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.11.011>
- Hoye, A., & Laureshyn, A. (2019). *SeeMe at the crosswalk: Before-after study of a pedestrian crosswalk warning system*. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.11.003>

- ILST. (z.d.a). *Solar powered SMART crosswalk sign with lights*. Retrieved from <https://ilst.eu/solar-led-lighting/solar-powered-yellow-beacon-light>
- ILST. (z.d.b). *SOLAR POWERED SMART CROSSWALK YELLOW BEACON LIGHT WITH STREET LIGHT*. Retrieved from <https://ilst.eu/led-solar-technology/solar-powered-smart-crosswalk-yellow-beacon-light-with-street-light>
- Jiang, K., Yang, Z., Feng, Z., Sze, N., Yu, Z., Huang, Z., & Chen, J. (2021). *Effects of using mobile phones while cycling: A study from the perspectives of manipulation and visual strategies*. Transportation Research Part F. doi://doi.org/10.1016/j.trf.2021.10.010
- Kim, D., Han, K., Sim, J., J. S., & Noh, Y. (2018). *Smombie Guardian: We watch for potential obstacles while you are walking and conducting smartphone activities*. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197050
- Koehler, S., Goldhammer, M., Bauer, S., Doll, K., Brunsmann, U., & Dietmayer, K. (2021). *Early Detection of the Pedestrian's Intention to Cross the Street*. . 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (Itsc). Retrieved from <http://www5.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Publikationen/2012/Koehler12-EDO.pdf>
- Larue, G., Watling, C., Black, A., Wood, J., & Khakzar, M. (2020). *Pedestrians distracted by their smartphone: Are in-ground flashing lights catching their attention? . A laboratory study*. Accident Analysis and Prevention. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105346>
- Latinne G. (2020, oktober 13). Hasseltse oversteekplaats krijgt ledstrip voor betere verkeersveiligheid. Retrieved from <https://www.hln.be/hasselt/hasseltse-oversteekplaats-krijgt-ledstrip-voor-betere-verkeersveiligheid~a90879d9/>
- Le, B., Figueroa, C., Anderson, C., Lotfipour, S., & Barrios, C. (2019). *Determining the incidence of distraction among trauma patients in all modes of transportation*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. doi:https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002293
- Ledlite . (z.d.b). *Ledbord - 700 & 400 - 230Vac - Sensor*.
- Ledlite. (z.d.a). *FOXlite 35 x 10*. Ledltie.
- Liao, Y., Wang, M., Duan, L., & Chen, F. (2018). *Cross-regional driver–vehicle interaction design: an interview study on driving risk perceptions, decisions, and ADAS function preferences*.
- Lighted Zebra Crossing B.V. (z.d.a). *Faq*. Retrieved from Lighted Zebra Crossing : <https://www.lightedzebracrossing.com/faq/>
- Lighted Zebra Crossing B.V. (z.d.b). *Lighted Zebra Crossing*. Retrieved from Lighted Zebra Crossing: <https://www.lightedzebracrossing.com/product/?lang=en>
- LightGuard Systems. (z.d.a). *DuraFlash™ Plus with SMPL™*. Retrieved from LightGuard Systems: <https://www.lightguardsystems.com/wp-content/uploads/2021/05/SPEC-2020-DuraFlash-Plus-IRWL-LGS-M10A-SMPL.pdf>
- LightGuard Systems. (z.d.b). *Smart Crosswalk™ In-Roadway Warning Light (IRWL) System*. Retrieved from LightGuard Systems: <https://www.lightguardsystems.com/smart-crosswalk-in-roadway-warning-light-irwl-system/>

- Lindgren, A., Chen, F., Jordan, P., & Ljungstrand, P. (2007). *Do you need assistance?-naturalistic case studies investigating the need of advanced driver assistance systems during normal driving*. chalmers University of Technology, Sweden.
- Machin, M., & Sankey, K. (2008). *Relationships between young drivers' personality characteristics, risk perceptions, and driving behaviour*. Elsevier.
- Mackun, T., Rys, A., & Tomczuk, P. (2017). *Risk assessment methodologies for pedestrian crossings without traffic lights – Warsaw case study – pedestrian safety assessment*. Les Ulis: EDP Sciences. doi:DOI:10.1051/mateconf/201712201004
- Major, M. (2017). *This Smart Crosswalk Only Appears When Needed*. Retrieved from Interesting Engineering: <https://interestingengineering.com/this-smart-crosswalk-only-appears-when-needed>
- McPartland, R. (2017). *Introducing the smart crossing - a new kind of pedestrian crossing*. NBS. Retrieved from <https://www.thenbs.com/knowledge/introducing-the-smart-crossing-a-new-kind-of-pedestrian-crossing>
- Mons, C., & van der Kint, S. (2019). *Interpolis Barometer 2019*. Retrieved januari 4, 2022, from <https://www.swov.nl/publicatie/interpolis-barometer-2019>
- Neider, M., Gaspar, J., McCarley, J., Crowell, J., Kaczmarek, H., & Kramer, A. (2011). *Walking and talking: Dual-task effects on street crossing behavior in older adults*. doi:<https://doi.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fa0021566>
- Ortiz, C., Ortiz-Peregrina, S., Casro, J., Casares-Lopez, M., & Salas, C. (2018). *Driver distraction by smarphone use (WhatsApp) in different age groups*. Accident Analysis & prevention. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.04.018>
- Pogotsnik, M., Fischer, D., Nagy, L., & Dora, S. (2020). *Autonomous pedestrian crossing in smart city environment*. doi:<https://doi.org/10.1109/INES49302.2020.9147188>
- Prat, F., Gras, M., Planes, M., Font-Mayolas, S., & Sullman, M. (2017). *Driving distractions: an insight gained from roadside interviews on there prevalence and factors associated with driver distraction*. Transportation resarch part F: Traffic Psychology and Behaviour. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.12.001>
- Rosenbloom, T. (2009). *Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups*. Transportation Research Part F. doi:10.1016/j.trf.2009.05.002
- Santora, J. (2021). *103+ social Media Sites You Need To Know in 2021*. Influencer Marketing Hub. Retrieved Januari 4, 2022, from <https://influencermarketinghub.com/social-media-sites/>
- Slootmans, F., & Desmet, C. (2019). *Themadossier Verkeersveiligheid nr. 5. Afleding, Brussel, België*. Vias instiute- Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- SmartPass. (z.d.a). *Moduł światła LED w inteligentnym przejściu SmartPass*. Retrieved from SmartPass: <https://smartpass.city/pl/moduly/swiatla-led>
- SmartPass. (z.d.b). *Modułowość systemu inteligentnych przejść SmartPass [Vertaald uit het Pools naar het Nederlands]*. Retrieved from SmartPass: <https://smartpass.city/pl/moduly>

- SmartPass. (z.d.c). *SmartPass: Jednostka centralna GSM [Vertaald uit het Pools naar het Nederlands]*. Retrieved from SmartPass: <https://smartpass.city/pl/moduly/jednostka-centralna-gsm>
- Sobhani, A., & Farooq, B. (2018). *Impact of smartphone distraction on pedestrians' crossing behaviour: An application of head-mounted immersive virtual reality*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.020>
- Sun, H. (2012). *Cross-cultural technology design: Creating culture-sensitive technology for local users*.
- SWOV. (2020). *Afleiding in het verkeer*. Den Haag: SWOV.
- Thorn. (2021). URBANSENS Intelligent lighting control for the cities of the Future [Brochure]. Thorn. Retrieved from thorn.
- Thorn. (z.d.). *Pedestrian Crossing*. Retrieved from Thorn: http://www.thornlighting.be/nl-be/producten/buitenverlichting/wegverlichting/Pedestrian_Crossing
- Tiwari, G., Bangdiwala, S., Saraswat, A., & Gaurav, S. (2007). *Survival analysis: Pedestrian risk exposure at signalized intersections*. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trf.2006.06.002>.
- Traffic-Care. (z.d.). *Zebra-Safe*. Retrieved from Traffic-Care: <https://www.traffic-care.nl/zebra-safe>
- Umbrellimu. (z.d.). *Starling Crossing. Interactive Pedestrian Crossing*. Retrieved from Umbrellimu: <https://umbrellimu.co.uk/projects/starling-crossing/>
- Useche, S., Alonso, F., Montoro, L., & Esteban, C. (2018). *Distraction of cyclists: how does it influence their risky behaviors and traffic crashes?* doi:10.7717/peerj.5616
- van Haperen, W., Daniels, S., De Ceunynck, T., Saunier, N., Brijs, T., & Wets, G. (2018). *Yielding behavior and traffic conflicts at cyclist crossing facilities on channelized right-turn lanes*. Diepenbeek: IMOB. doi:doi-org.bib-proxy.uhasselt.be/10.1016/j.trf.2018.03.012
- Visible Crossing. (z.d.). *SafeXOne*. Retrieved from Visible Crossing: <https://visiblecrossing.com/en/>
- W., C., P., D., & P., O. (2013). *Innovative solutions for improving safety at pedestrian crossings*. Archives of Transport System Telematics.
- Westerhuis, F., & De Waard, D. (2017). *Reading cyclist intentions: Can a lead cyclist's behaviour be predicted?* Accident Analysis & prevention. doi:doi.org/10.1016/j.aap.2016.06.026
- Wilson, F., & Stimpson, J. (2010). *Trends in Fatalities From Distracted Driving in the United States, 1999 to 2008*. American Journal of Public Health. doi:<https://doi.org/10.2105/AJPH.2009.187179>
- XZhuang, X., & Wu, C. (2011). *Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China*. Accident Analysis & Prevention. Retrieved februari 03, 2022, from <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.005>.
- Yang, J., Du, F., Qu, W., Gong, Z., & Sun, X. (2013). *Effects of personality on risky driving behavior and accident involvement for Chinese drivers*. Traffic injury prevention.
- Zach. (2021, februari 22). *Cohen's Kappa Statistic: Definition & Example*. Retrieved from statology: <https://www.statology.org/cohens-kappa-statistic/>

14 Bijlages

14.1 Observatieschema's

De routes kunnen wel afwijken tussen de observatieschema's van de twee kruispunten.

14.1.1 Gemotoriseerd verkeer

Datum observatie:

tijd:

Kruispunt:

Type zwakke weggebruiker dat oversteekt: 1: Voetganger 2: Fietser	Voorrang geven (gem. verkeer)? 1: Gem. verkeer geeft voorrang 2: Gem. verkeer geeft geen voorrang	Route gem. verkeer: 1: Malta → Witte torenwal 2: Stationswal → Malta

14.1.2 Zwakke weggebruikers

Datum observatie:

tijd:

Kruispunt:

Weer:

Leeftijd: 1: kind 2: Volw.	Geslacht: 1: M/J 2: V/M	Type zwakke weggebruiker: 1: Voetganger 2: Fietser	Gezelschap: 1: Alleen 2: Meerdere	Afgeleid (bellen, sms, enz.)? 1: Afgeleid 2: niet afgeleid	Stopt, vertraagd, rijdt door? 1: stopt 2: vertraagd 3: rijdt/wandelt aan zelfde snelheid door	Kijkgedrag? 1: kijkt tijdens het oversteken naar 1 kant 2: kijkt tijdens het oversteken naar 2 kanten 3: kijkt niet	Hoe oversteeken 1: recht 2: niet recht	Gebruik: 1: Gebruikt zebra of fietspad 2: gebruikt dit niet	Bij verkeer? 1: tijdens het oversteken is er gemotoriseerd verkeer aanwezig 2: geen gemotoriseerd verkeer aanwezig

14.1.3 Werking systeem

Datum observatie:

tijd:

Kruispunt:

Route	Type weggebruiker?	Beide systemen?
0: <u>Geen route</u>	1: Fietser aanwezig	1: Beide systemen springen aan
1: Malta → Witte Torenwal	2: Voetganger aanwezig	2: Enkel de <u>ledpots</u>
2: Malta → Stationswal	3: niemand aanwezig	3: enkel het verkeersbord
3: Witte Torenwal → Malta		4: Beide systemen springen niet aan.
4: Witte Torenwal → Stationswal		
5: Stationswal → Malta		
6: Stationswal → Witte Torenwal		

14.2 Vragenlijst

Kennis + veiligheidsgevoel Ledlite

Start of Block: Default Question Block

Q35 Beste, In het kader van mijn masterproef, doe ik een studie naar systemen waarbij gemotoriseerd verkeer attent wordt gemaakt op overstekende fietsers en voetgangers. Om meer inzicht te krijgen over de kennis en het veiligheidsgevoel van verschillende weggebruikers bij deze systemen, wil ik u vragen om deze vragenlijst in te vullen. De vragenlijst bestaat uit korte vragen en stellingen. Het invullen duurt slechts een 10-tal minuten. Er zijn geen goede of foute antwoorden en uw antwoorden worden anoniem verwerkt. Uw deelname helpt mij enorm in mijn onderzoek.

Page Break

Deelname?

Alvorens met de vragenlijst van start te gaan, vragen wij u om de informatie hieronder grondig te lezen:

Ik heb de bovenstaande informatie over deze studie begrepen en gelezen. Ik begrijp de opzet van deze studie alsook wat er van mij verwacht wordt tijdens deze studie.

Ik begrijp dat de resultaten van deze studie kunnen gebruikt worden voor wetenschappelijke doeleinden en mogen gepubliceerd worden. Mijn naam wordt daarbij niet gepubliceerd en de vertrouwelijkheid van mijn gegevens is in elk stadium van deze studie gewaarborgd. Ik weet dat de resultaten van deze studie gedurende 1 jaar worden bijgehouden en na deze periode zullen verwijderd worden. Voor vragen weet ik dat ik terecht kan bij: hans.trines@student.uhasselt.be Voor eventuele klachten of andere bezorgdheden omtrent de verwerking van persoonsgegevens kan ik contact opnemen met de functionaris voor gegevensbescherming/data protection officer van de UHasselt: dpo@uhasselt.be

Alvast hartelijk bedankt voor uw medewerking!

Hans Trines, student mobiliteitswetenschappen, aan de Universiteit Hasselt.

- Ik neem deel aan deze studie en ben akkoord dat mijn gegevens/antwoorden anoniem geregistreerd worden. (7)
- Ik wil niet dat mijn gegevens/antwoorden worden geregistreerd. (8)

Skip To: End of Survey If Alvorens met de vragenlijst van start te gaan, vragen wij u om de informatie hieronder grondig te... = Ik wil niet dat mijn gegevens/antwoorden worden geregistreerd.

Page Break

End of Block: Default Question Block

Start of Block: Demografische vragen

Geslacht Wat is uw geslacht?

- Man (1)
- Vrouw (2)
- X (3)

Page Break

Leeftijd Wat is uw leeftijd?

- 18 jaar (1)
- 18-25 jaar (2)
- 26-45 jaar (3)
- 46-65 jaar (4)
- 65+ (5)

End of Block: Demografische vragen

Start of Block: Kennis

bekend met systeem? Bent u bekend met systemen waarbij gemotoriseerd verkeer (bv. automobilisten) attent wordt gemaakt op overstekende fietsers en voetgangers, zoals d.m.v. LED-lichten?

- Ja (1)
- Nee (2)

Skip To: End of Block If Bent u bekend met systemen waarbij gemotoriseerd verkeer (bv. automobilisten) attent wordt gemaakt... = Nee

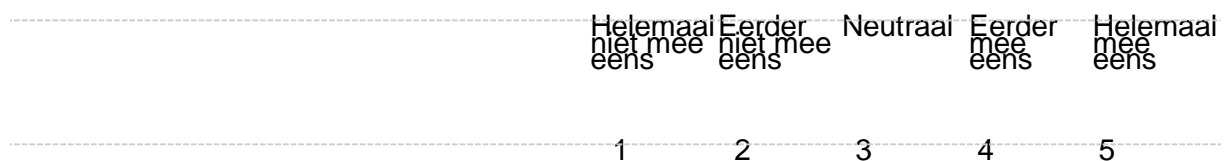
Page Break

Waar systeem gezien? Indien ja: waar bent u deze systemen reeds tegengekomen?

- Binnen Bree (1)
 - Buiten Bree (2) _____
-

Page Break

Mening systeem? Wat is uw mening over deze systemen?



Nuttig ()	
Duidelijk ()	
Veilig ()	
Afleidend ()	
Zichtbaar ()	

End of Block: Kennis

Start of Block: Uitleg Systeem Bree

Uitleg systeem Bree In Bree is het systeem van Ledlite op een kruispunt van toepassing. Dit is een systeem dat gemotoriseerd verkeer waarschuwt wanneer er voetgangers of fietsers willen oversteken door middel van een flikkerend verkeersbord en door ledlampen in het wegdek. Dit systeem en de locatie is weergegeven in onderstaande afbeeldingen. Hierover zullen de volgende vragen gaan.

Locatie: Kruising Malta/ Witte Torenwal / Stationswal

Foto verkeersbord Verkeersbord

Foto Ledpod Ledpod in het wegdek

Page Break

Kruispunt ja/nee? Komt u wel eens op dit kruispunt?

- Ja (1)
- Nee (2)

Skip To: End of Survey If Komt u wel eens op dit kruispunt? = Nee

Page Break

Manier gepaseerd Indien ja, op welke manier?

- Fietser en/of voetganger (1)
- Gemotoriseerd verkeer (bv: automobilist) (2)
- Beide (3)

End of Block: Uitleg Systeem Bree

Start of Block: Zwakke weggebruiker

Q29 De volgende vragen gaan over onderdelen wanneer u als zwakke weggebruiker (bv voetganger) langs het systeem passeert.

Page Break



Modi ZW Met welke vervoerswijze (door er langs te passeren) heeft u dit systeem ooit geactiveerd? (Meerdere opties zijn mogelijk)

- Te voet (1)
- Fiets (2)
- Step (3)
- Brommer (4)
- Andere: (5) _____

Page Break

Q34 Hoe vaak passeert u als zwakke weggebruiker langs dit systeem?

- dagelijks (1)
- 4-5 keer per week (2)
- 1-2 keer per week (3)
- 1-2 keer per maand (4)
- bijna nooit (5)

Page Break

Schaal veiligheid ZW Op een schaal van 1-10: Hoe veilig voelt u zich bij dit systeem als zwakke weggebruiker? (waarbij 1 zeer onveilig is en 10 zeer veilig)

Ze^er onveilig ze^er veilig

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Hoe veilig voelt u zich bij dit systeem?
()



Page Break

Veiligheidsgevoel ZW Voelt u zich veiliger door dit systeem wanneer u moet oversteken als zwakke weggebruiker?

- Ja (1)
- Nee (2)

Skip To: Veilig ZW If Voelt u zich veiliger door dit systeem wanneer u moet oversteken als zwakke weggebruiker? = Ja

Skip To: Onveilig ZW If Voelt u zich veiliger door dit systeem wanneer u moet oversteken als zwakke weggebruiker? = Nee

Page Break



Veilig ZW Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt tijdens het oversteken als zwakke weggebruiker? (meerdere opties mogelijk)

- Bestuurders krijgen een extra waarschuwing. (1)
- Ikzelf moet minder opletten tijdens mijn oversteek. (4)
- Het biedt meer comfort. (5)
- Andere (6) _____

Skip To: Stellingen ZW If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt tijdens het oversteken als zwakke weggebruiker? (mee... = Bestuurders krijgen een extra waarschuwing.

Skip To: Stellingen ZW If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt tijdens het oversteken als zwakke weggebruiker? (mee... = Ikzelf moet minder opletten tijdens mijn oversteek.

Skip To: Stellingen ZW If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt tijdens het oversteken als zwakke weggebruiker? (mee... = Het biedt meer comfort.

Skip To: Stellingen ZW If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt tijdens het oversteken als zwakke weggebruiker? (mee... = Andere

Page Break



Onveilig ZW Wat is de reden waarom u zich niet veilig voelt tijdens het oversteken als zwakke weggebruiker? (meerdere opties mogelijk)

- Het systeem is niet betrouwbaar. (1)
- Ik kijk liever zelf. (4)
- Andere (5) _____

Page Break

Stellingen ZW Beantwoord volgende stellingen als zwakke weggebruiker.

	Helmaal niet mee eens (1)	Niet mee eens (7)	Neutraal (8)	Mee eens (9)	Helemaal mee eens (10)
Door dit systeem kijk ik minder goed als ik moet oversteken dan als dit systeem er niet is. (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik kijk goed vooraleer ik oversteek bij dit systeem. (4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind dit systeem betrouwbaar. (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind dat dit systeem op elke oversteek moet geïnstalleerd worden. (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Door dit systeem steek ik over zonder te kijken. (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Page Break

Ongeval ZW Heeft u met dit systeem al eens een (bijna) verkeersongeval als zwakke weggebruiker gehad?

- Nee (1)
- Ja, bijna verkeersongeval. Wat was de reden van het bijna verkeersongeval? (2)

- Ja, verkeersongeval. Wat was de reden van het verkeersongeval? (3)

End of Block: Zwakke weggebruiker

Start of Block: Bestuurders

Q30 De volgende vragen gaan over onderdelen wanneer u als gemotoriseerd verkeer (bijv. autobestuurder) langs het systeem passeert.

Page Break



Modi Bestuurder Met welke vervoerswijze (door er langs te passeren) heeft u dit systeem ooit geactiveerd? (Meerdere opties zijn mogelijk)

- Auto (1)
- Motor (2)
- Bus (3)
- Bestelwagen (4)
- Vrachtwagen (5)
- Andere: (6) _____

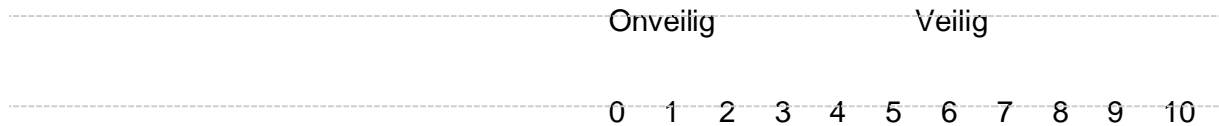
Page Break

Q35 Hoe vaak passeert u als gemotoriseerd verkeer langs dit systeem?

- Dagelijks (1)
- 4-5 keer per week (2)
- 1-2 keer per week (3)
- 1-2 keer per maand (4)
- Bijna nooit (5)

Page Break

Schaal veiligheid B Op een schaal van 1-10: Hoe veilig voelt u zich bij dit systeem als bestuurder? (waarbij 1 zeer onveilig is en 10 zeer veilig)



<p>Hoe veilig voelt u zich bij dit systeem? ()</p>	
---	--

Page Break

veiligheidsgevoel B Voelt u zich veiliger als bestuurder als u bij een oversteek met zo een systeem komt?

- Ja (1)
- Nee (2)

Skip To: onveilig bestuurder If Voelt u zich veiliger als bestuurder als u bij een oversteek met zo een systeem komt? = Nee

Page Break



veilig bestuurder Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt bij deze oversteek als bestuurder? (meerdere opties mogelijk)

- Ik als bestuurder krijg een extra waarschuwing. (1)
- Ikzelf moet minder opletten, het systeem doet dit voor mij. (4)
- Het biedt meer comfort. (5)
- Andere (6) _____

Skip To: stelling bestuurder If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt bij deze oversteek als bestuurder? (meerdere opties... = Ik als bestuurder krijg een extra waarschuwing.

Skip To: stelling bestuurder If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt bij deze oversteek als bestuurder? (meerdere opties... = Ikzelf moet minder opletten, het systeem doet dit voor mij.

Skip To: stelling bestuurder If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt bij deze oversteek als bestuurder? (meerdere opties... = Het biedt meer comfort.

Skip To: stelling bestuurder If Wat is de reden waarom u zich veiliger voelt bij deze oversteek als bestuurder? (meerdere opties... = Andere

Page Break _____



onveilig bestuurder Wat is de reden waarom u zich niet veiliger voelt tijdens het oversteken als bestuurder? (meerdere opties mogelijk)

- Het systeem is niet betrouwbaar. (1)
- Ik kijk liever zelf. (2)
- Andere (3) _____

Page Break _____

stelling bestuurder Beantwoord volgende stellingen met nooit, zelden, soms, vaak of altijd als bestuurder.

	Nooit (1)	Zelden (2)	Soms (3)	Vaak (4)	Altijd (5)
Ik let erop als de waarschuwingen van het verkeersbord aanstaan. (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik let erop als de waarschuwingen van de ledlampjes in het wegdek aanstaan. (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Als de waarschuwingen aanstaan is er een fietser en/of voetganger aanwezig. (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Als de waarschuwingen aanstaan, kijk ik beter rond als er een fietser en/of voetganger aanwezig is. (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Als de waarschuwingen uitstaan kijk ik minder alert. (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Page Break

zichtbaarheid Beantwoord volgende stellingen met nooit, zelden, soms, vaak of altijd als bestuurder.

	Nooit (1)	Zelden (2)	Soms (3)	Vaak (4)	Altijd (5)
De ledpods zijn goed zichtbaar bij zonnig weer. (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De ledpods zijn goed zichtbaar bij bewolkt weer. (2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De ledpods zijn goed zichtbaar bij regenachtig weer. (3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De ledpods zijn 's nachts goed zichtbaar. (5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het flikkerend verkeersbord is goed zichtbaar met zonnig weer. (6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het flikkerend verkeersbord is goed zichtbaar met bewolkt weer. (7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het flikkerend verkeersbord is goed zichtbaar met regenachtig weer. (8)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het flikkerend verkeersbord is 's nachts goed zichtbaar. (9)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Page Break

Q27 Heeft u doordat de waarschuwingen niet aansprongen en/of u niet keek al ooit eens een (bijna) verkeersongeval gehad met dit systeem als bestuurder?

- Nee (1)
- Ja, bijna verkeersongeval. Wat was de reden van het bijna verkeersongeval? (2)
-
- Ja, verkeersongeval. Wat was de reden van het verkeersongeval? (3)
-

Page Break

Q28 Heeft u doordat de waarschuwingen aansprongen, al ooit een (bijna) verkeersongeval vermeden met dit systeem als bestuurder?

- Ja (1)
- Nee (2)

End of Block: Bestuurders

Start of Block: eind vragen

Q25 Heeft u nog aanbevelingen voor dit systeem?

Page Break

Q26 Heeft u nog andere opmerkingen?

End of Block: eind vragen
