



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Mobiliteitswetenschappen

master in de mobiliteitswetenschappen

Masterthesis

Drones als mogelijk evaluatie-instrument bij voor- en nametingen van maatregelen voor actieve weggebruikers

Matteo Cardito
Stef Vanderheyden

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Tom BRIJS

COPROMOTOR :

Prof. dr. ir. Wim ECTORS



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

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

2022
2023



School voor Mobiliteitswetenschappen

master in de mobiliteitswetenschappen

Masterthesis

Drones als mogelijk evaluatie-instrument bij voor- en nametingen van maatregelen voor actieve weggebruikers

Matteo Cardito

Stef Vanderheyden

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Tom BRIJS

COPROMOTOR :

Prof. dr. ir. Wim ECTORS

Voorwoord

In deze masterproef werd er door twee masterstudenten Mobiliteitswetenschappen aan de Universiteit van Hasselt, met name Matteo Cardito en Stef Vanderheyden, onderzoek gedaan naar het gebruik van drones bij voor- en nametingen van infrastructurele aanpassingen met het ook op verkeersveiligheid. Deze masterthesis werd opgesteld in het tweede academiejaar van de masteropleiding en kadert binnen het opleidingsonderdeel Masterproef en Studio. Deze thesis is deel van het behalen van ons masterdiploma.

We willen graag onze promotor en copromotor, Prof. dr. Tom Brijs en Prof. dr. ir. Wim Ectors, bedanken voor de goede begeleiding en ondersteuning tijdens het opstellen van de masterproef. Dankzij onze promotors konden er ook connecties gelegd worden met de verantwoordelijken voor de verschillende cases die onderzocht werden.

In het kader van de cases bedanken wij graag Pieter-Jan Geboers en Jelka Rogiers, mobiliteitsambtenaren van respectievelijk Gemeente Kasterlee en Gemeente Maasmechelen om ons toestemming te geven om de cases te observeren. Zonder deze toelating was het niet mogelijk om het onderzoek uit te voeren. Daarnaast bedanken wij graag onze contactpersoon bij de luchthaven van Kiewit, namelijk Luc Desair, om ons de toestemming te geven om te vliegen in de directe omgeving van het vliegveld en zo een droneobservatie mogelijk te maken.

In het bijzonder willen wij nogmaals prof. dr. ir. Wim Ectors bedanken om ons te ondersteunen tijdens de dataverzameling in het kader van deze masterproef. Hij is de persoon die bij de voormetingen de drone opereerde tijdens de momenten waarop er data werd verzameld.

Daarnaast zouden we graag de coördinerend verantwoordelijke voor het opleidingsonderdeel Masterproef en Studio, prof. dr. Evelien Polders, bedanken om dit onderzoek mogelijk te maken.

Wij vonden het een zeer interessant onderwerp om onze masterscriptie over te mogen schrijven en hiermee onze studie Mobiliteitswetenschappen af te ronden. Bovendien werd het zelf behalen van onze dronelicentie gezien als een grote meerwaarde. Daarnaast zorgde het zelf vliegen met de drones ook voor een leuke funfactor bij de dataverzameling.

Samenvatting

In deze masterproef wordt er onderzoek gedaan naar hoe drones gebruikt kunnen worden om het effect van voor- en nametingen op vlak van verkeersveiligheid te observeren. Om dit te kunnen onderzoeken, worden er cases gezocht waar er een ingreep gepland staat en de situatie rondom deze case twee keer geobserveerd kan worden aan de hand van dronebeelden. Er wordt gewerkt rond verschillende (types) cases, met name zachte en semi-harde maatregelen.

De eerste case die onderzocht wordt, is de implementatie van het High-Five project bij een lagere school in Runkst, waar de leerlingen door gamificatie gestimuleerd worden om op een actieve manier naar school te komen. In deze case wordt de modal shift onderzocht evenals de herkomst en bestemming van de weggebruikers, de snelheid van het gemotoriseerd verkeer en de gevaarlijke punten in de schoolomgeving op basis van TTC en PET parameters.

Een tweede case vindt ook plaats in Hasselt, namelijk aan de kiss & ride aan middelbare school Kindsheid Jesu. Hier is er in de huidige situatie sprake van veel gemotoriseerd verkeer dat het fietspad kruist en er ook over rijdt, wat gevaarlijke situaties met zich meebrengt. In deze case worden de gevolgde trajecten van de verschillende weggebruikers en de gevaarlijke punten op basis van TTC en PET in kaart gebracht. Bij deze case is er enkel een voormeting uitgevoerd, omwille van het feit dat er geen interventie heeft plaatsgevonden binnen de opmaak van dit rapport.

Als derde case wordt een case in een schoolomgeving in Maasmechelen onderzocht. Hier worden nieuwe zebrapaden aangelegd en wordt de verandering van de gevolgde trajecten door voetgangers bekeken. Ook hierbij wordt er gekeken naar de snelheid van het gemotoriseerd verkeer en de gevaarlijke punten op basis van TTC en PET parameters.

Een laatste case speelt zich af in Lichtaart. Hier is er sprake van een éénrichtingsstraat die is ingericht als fietsstraat, maar het fietsverkeer deze weg in beide richtingen mag gebruiken. Het fietsverkeer dat in tegengestelde richting van het gemotoriseerd verkeer rijdt, krijgt soms niet voldoende ruimte, wat soms tot onveilige situaties leidt. In deze straat worden de aanwezige parkeervakken verschoven om te trachten dit probleem op te lossen. In deze case worden de gevolgde trajecten van de fietsers geanalyseerd, evenals de snelheid van het gemotoriseerd verkeer en de gevaarlijke punten op basis van TTC en PET parameters.

De geobserveerde dronebeelden worden door middel van DataFromSky-software (DFS) omgezet naar effectieve data. Met dit softwareprogramma kunnen dan analyses worden gedaan en aan de hand daarvan kunnen er conclusies getrokken worden. De data worden door de onderzoekers nog manueel nagekeken langs de dronebeelden om te kunnen bepalen of de analyse die de software maakt, accuraat is.

Uit de geobserveerde cases blijkt dat dronebeelden een goede tool zijn om mee aan de slag te gaan. De situatie wordt over het algemeen goed in kaart gebracht en de analyse gebeurt op een eerder makkelijke manier omdat de DFS-software een goede basis vormt.

Enkele aspecten waar de software en de dronebeelden moeilijkheden mee hebben, is wanneer mensen zich in groep verplaatsen. Zeker in geval van voetgangers ondervindt de software dan moeilijkheden om de voetgangers individueel op te merken. Ook wanneer (een groep) voetgangers een tijdje stilstaat doen er zich soms moeilijkheden voor met de mensen individueel te detecteren. Bij fietsers is dit ook het geval, maar in mindere mate en bij het gemotoriseerd verkeer doen er zich quasi geen problemen voor bij het detecteren van de weggebruikers.

Een ander nadeel is dat drones niet altijd gemakkelijk gebruikt kunnen worden. Met name bij slecht weer kunnen drones niet ingezet worden om (verkeers)situaties te observeren. Ook kan het zicht vanuit het perspectief van een drone soms moeilijkheden hebben wanneer er sprake is van bruggen, tunnels, bomen of andere obstakels. Een ander algemeen nadeel is dat er slechts een relatief korte observatie kan gebeuren met drones omdat de batterij geen zeer lange levensduur heeft.

Inhoud

Voorwoord	1
Samenvatting	2
Figurenlijst	7
Tabellenlijst	9
1 Inleiding.....	11
1.1 Mobiliteit Innovatief Aanpakken	11
1.2 Voor- en nametingen in de literatuur.....	12
1.2.1 Onderzoeksmethoden	13
1.2.2 Parameters	13
1.3 Drones bij verkeersonderzoek	15
1.3.1 Drones en actieve weggebruikers.....	16
1.4 Wetgeving van drones	16
1.5 Opbouw van het rapport	17
2 Probleemstelling.....	18
2.1 Bijna-ongevallen	18
2.2 Verkeersveiligheid in schoolomgevingen	19
2.2.1 Zachte maatregelen in schoolomgevingen	19
2.2.2 Semi- harde maatregelen in schoolomgevingen.....	21
2.2.3 Harde maatregelen in schoolomgevingen.....	21
3 Onderzoeksdoelstellingen.....	22
4 Onderzoeksvragen	23
4.1 Theoretische onderzoeksvragen	23
4.2 Toegepaste onderzoeksvragen.....	23
4.2.1 Runkst (zachte maatregel)	23
4.2.2 Kiewit (semi- harde maatregel)	23
4.2.3 Maasmechelen (semi- harde maatregel)	23
4.2.4 Lichtaart (semi-harde maatregel).....	23
5 Onderzoeksmethode/-opzet en verantwoording	25
5.1 Algemene onderzoeksmethode.....	25
5.2 Onderzoeksmethode Runkst.....	27
5.2.1 Probleemstelling	27
5.2.2 Situering Runkst	28
5.3 Onderzoeksmethode Corda Campus	30

5.3.1	Probleemstelling	30
5.3.2	Situering Kiss & Ride Corda campus.....	30
5.4	Onderzoeksmethode Maasmechelen	32
5.4.1	Probleemstelling	32
5.4.2	Situering Basisschool de Mozaïek Maasmechelen.....	33
5.5	Onderzoeksmethode Lichtaart	35
5.5.1	Probleemstelling	35
5.5.2	Situering Zagerijstraat Lichtaart.....	36
6	Onderzoeksproces	38
6.1	Onderzoeksproces Runkst	38
6.2	Onderzoeksproces Kiewit.....	39
6.3	Onderzoeksproces Maasmechelen.....	40
6.4	Onderzoeksproces Lichtaart	40
7	Dataverzameling en analyse	43
7.1	Runkst.....	43
7.1.1	Voormeting.....	43
7.1.2	Nameting	50
7.2	Corda Campus	60
7.2.1	Voormeting.....	60
7.2.2	Nameting	63
7.3	Maasmechelen	64
7.3.1	Voormeting.....	64
7.3.2	Nameting	72
7.4	Lichtaart.....	81
7.4.1	Voormeting.....	81
7.4.2	Nameting	88
8	Discussie.....	96
8.1	Hasselt (Runkst)	96
8.1.1	Nauwkeurigheid manuele telling vs. DataFromSky.....	96
8.1.2	Verskil tussen de voor- en nameting.....	99
8.1.3	Vergelijking modal split.....	101
8.1.4	Beperkingen.....	103
8.2	Corda Campus	103
8.3	Maasmechelen	103

8.3.1	Vergelijking Trajecten.....	103
8.3.2	Vergelijking snelheden.....	105
8.3.3	Vergelijking TTC	105
8.3.4	Vergelijking PET.....	108
8.3.5	Beperkingen.....	110
8.4	Lichtaart.....	111
8.4.1	Vergelijking trajecten	111
8.4.2	Vergelijking snelheden.....	112
8.4.3	Vergelijking TTC	113
8.4.4	Vergelijking PET.....	114
8.4.5	Beperkingen.....	114
8.5	Algemeen.....	114
8.5.1	Strengths.....	114
8.5.2	Weaknesses	114
8.5.3	Threats.....	115
8.5.4	Opportunities	115
8.5.5	Beperkingen.....	115
9	Praktische aanbevelingen en toekomstig onderzoek	116
10	Conclusies	117
10.1	Runkst.....	117
10.2	Kiewit.....	117
10.3	Maasmechelen	117
10.4	Lichtaart.....	118
10.5	Algemeen.....	119
11	Bibliografie.....	121

Figurenlijst

Figuur 1: Evolutie van het aantal verkeersdoden in het Vlaams Gewest (1991-2020)	11
Figuur 2: Piramide van Hyden	18
Figuur 3: Locatie palen high-5 Runkst.....	27
Figuur 4: Situering Basisschool de Puzzel Macro en Mesoniveau	28
Figuur 5: Situering Basisschool de Puzzel Microniveau.....	29
Figuur 6: Situering kiss & ride Kiewit Macro- en Mesoniveau	30
Figuur 7: Situering Kiss & Ride Kiewit Microniveau.....	31
Figuur 8: Locatie van de zebrapaden in schoolomgeving Maasmechelen	32
Figuur 9: Situering Zebrapaden Maasmechelen Macro- en Mesoniveau.....	33
Figuur 10: Situering Zebrapaden Maasmechelen Microniveau	34
Figuur 11: Maatregel Lichtaart.....	35
Figuur 12: Situering Zagerijstraat Lichtaart Macro- en Mesoniveau	36
Figuur 13: Situering Zagerijstraat Lichtaart Microniveau.....	37
Figuur 14: HB-zones Runkst.....	38
Figuur 15: Zones snelheidsmetingen Runkst	39
Figuur 16: Zones snelheidsmeting Lichtaart	41
Figuur 17: No-fly Zone Lichtaart 20 maart in de namiddag	42
Figuur 18: Voormeting modal split schoolgaand verkeer voormiddag.....	44
Figuur 19: Voormeting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag.....	46
Figuur 20: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de voormiddag.....	51
Figuur 21: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag	52
Figuur 22: Trajecten Voormeting Corda Campus Namiddag	60
Figuur 23: Modal split voormeting namiddag Corda Campus	61
Figuur 24: Heatmap Gevaarlijke Punten Voormeting Corda Campus op basis van TTC.....	62
Figuur 25: Heatmap gevaarlijke punten voormeting Corda Campus op basis van PET	63
Figuur 26: Trajecten voormeting voormiddag Maasmechelen.....	64
Figuur 27: Modal split voormeting voormiddag Maasmechelen	65
Figuur 28: Trajecten Voormeting namiddag Maasmechelen	66
Figuur 29: Modal split voormeting namiddag Maasmechelen.....	67
Figuur 30: Gemiddelde snelheid voormiddag voormeting.....	67
Figuur 31: Gemiddelde snelheid Namiddag voormeting	68
Figuur 32: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen voormeting voormiddag.....	69
Figuur 33: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen voormeting namiddag	70

Figuur 34: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen voormeting voormiddag	71
Figuur 35: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen voormeting namiddag	72
Figuur 36: Trajecten nameting voormiddag Maasmechelen	73
Figuur 37: Modal split nameting voormiddag Maasmechelen	74
Figuur 38: Trajecten nameting namiddag Maasmechelen	75
Figuur 39: Modal split nameting namiddag Maasmechelen	76
Figuur 40: Gemiddelde snelheid voormiddag nameting	77
Figuur 41: Gemiddelde snelheid namiddag nameting	77
Figuur 42: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen nameting voormiddag	78
Figuur 43: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen nameting namiddag	79
Figuur 44: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen nameting voormiddag	80
Figuur 45: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen nameting namiddag	81
Figuur 46: Trajecten Lichtaart voormeting voormiddag	82
Figuur 47: Modal split voormeting voormiddag Lichtaart	83
Figuur 48: Trajecten Lichtaart voormeting namiddag	84
Figuur 49: Modal split voormeting namiddag Lichtaart	85
Figuur 50: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart voormeting voormiddag	87
Figuur 51: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart voormeting namiddag	88
Figuur 52: Trajecten Lichtaart nameting voormiddag	89
Figuur 53: Modal split nameting voormiddag Lichtaart	90
Figuur 54: Trajecten Lichtaart nameting namiddag	91
Figuur 55: Modal split nameting namiddag Lichtaart	92
Figuur 57: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart nameting voormiddag	94
Figuur 58: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart nameting namiddag	95
Figuur 59: Vergelijking trajecten zebrapaden Maasmechelen voormiddag	104
Figuur 60: Vergelijking trajecten zebrapaden Maasmechelen namiddag	105
Figuur 61: Vergelijking TTC voormiddag Maasmechelen	106
Figuur 62: Vergelijking TTC namiddag Maasmechelen	107
Figuur 63: Vergelijking PET voormiddag Maasmechelen	108
Figuur 64: Vergelijking PET namiddag Maasmechelen	109
Figuur 65: Vergelijking trajecten fietsers Lichtaart voormiddag	111
Figuur 66: Vergelijking trajecten fietsers Lichtaart namiddag	112
Figuur 67: Vergelijking gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart voormiddag	113

Tabellenlijst

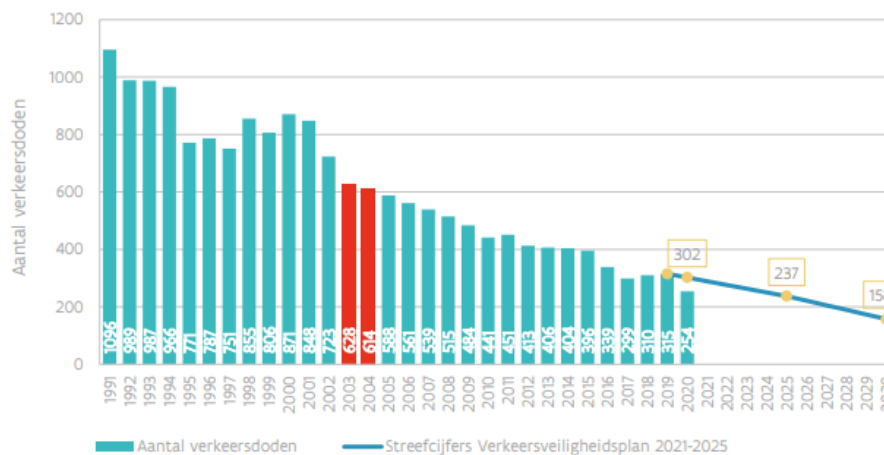
Tabel 1: Voormeting modal split schoolgaand verkeer in de voormiddag.....	43
Tabel 2: Voormeting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag	45
Tabel 3: Voormeting aantal voetgangers per uur in de voormiddag	47
Tabel 4: Voormeting aantal fietsers per uur in de voormiddag	47
Tabel 5: Voormeting aantal motorvoertuigen per uur in de voormiddag	48
Tabel 6: Voormeting aantal voetgangers per uur in de namiddag.....	48
Tabel 7: Voormeting aantal fietsers per uur in de namiddag	49
Tabel 8: Voormeting aantal motorvoertuigen per uur in de namiddag	49
Tabel 9: Voormeting snelheden gemotoriseerd verkeer	50
Tabel 10: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de voormiddag	51
Tabel 11: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag.....	52
Tabel 12: Nameting aantal voetgangers per uur in de voormiddag (beeld oost).....	53
Tabel 13: Nameting aantal voetgangers per uur in de voormiddag (beeld west)	53
Tabel 14: Nameting aantal fietsers per uur in de voormiddag (beeld oost).....	54
Tabel 15: Nameting aantal fietsers per uur in de voormiddag (beeld west).....	54
Tabel 16: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de voormiddag (beeld oost)	55
Tabel 17: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de voormiddag (beeld west).....	55
Tabel 18: Nameting aantal voetgangers per uur in de namiddag (beeld oost)	56
Tabel 19: Nameting aantal voetgangers per uur in de namiddag (beeld west).....	56
Tabel 20: Nameting aantal fietsers per uur in de namiddag (beeld oost)	57
Tabel 21: Nameting aantal fietsers per uur in de namiddag (beeld west)	57
Tabel 22: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de namiddag (beeld oost)	58
Tabel 23: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de namiddag (beeld west)	58
Tabel 24: Nameting snelheden gemotoriseerd verkeer	59
Tabel 25: Snelheden Lichtaart voormeting voormiddag	85
Tabel 26: Snelheden Lichtaart voormeting namiddag.....	86
Tabel 27:Snelheden Lichtaart nameting voormiddag.....	92
Tabel 28: Snelheid nameting namiddag Lichtaart.....	93
Tabel 29: Verschil manuele tellingen en DataFromSky.....	96
Tabel 30: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van voetgangers.....	97
Tabel 31: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van fietsers.....	97
Tabel 32: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van auto's	98
Tabel 33: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van motoren.....	98

Tabel 34: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van lichte vracht	98
Tabel 35: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van zwaar verkeer.....	99
Tabel 36: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van bussen	99
Tabel 37: Vergelijking aantal voetgangers in gebied	100
Tabel 38: Vergelijking aantal fietsers in gebied.....	100
Tabel 39: Vergelijking gemotoriseerd verkeer in gebied	101
Tabel 40: Verschil modal split schoolgaand verkeer.....	102
Tabel 41: Vergelijking snelheden.....	102

1 Inleiding

1.1 Mobiliteit Innovatief Aanpakken

In 2019 vielen er in Vlaanderen 315 verkeersdoden (recentere cijfers zijn niet verder gebruikt wegens COVID-19, deze kunnen mogelijk leiden tot een vertekening van de huidige trends). Om het aantal verkeersslachtoffers te verlagen, is het Vlaams verkeersveiligheidsplan opgesteld. In dit plan wordt er gestreefd naar respectievelijk 237 en 158 verkeersdoden in 2025 en 2030. Maar minder is altijd beter (Van Raemdonck & Lammar, 2022). De hoofddoelstelling van de Vlaamse overheid (en de bij uitbreiding ook de Europese Unie) is uiteindelijk het bereiken van nul verkeersdoden op het Europees grondgebied tegen 2050 (Figuur 1), de zogenaamde Vision Zero (Europese Commissie, 2021; Lydia Peeters, 2021). Het reeds vernoemde veiligheidsplan past dan ook binnen deze Vision Zero doelstelling.



Figuur 1: Evolutie van het aantal verkeersdoden in het Vlaams Gewest (1991-2020) – Bron: FOD Economie

Binnen dit verkeersveiligheidsplan ligt de focus op de actieve weggebruikers, zoals fietsers en voetgangers. Om tot een verlaging van het aantal verkeersslachtoffers te komen, zijn er randvoorwaarden opgesteld om deze visie te realiseren. Deze randvoorwaarden zijn hieronder toegelicht (Vlaamse overheid, 2021):

- Veilige en goed onderhouden infrastructuur;
- Kwalitatieve educatie en permanente, doeltreffende sensibilisering;
- Duidelijke regelgeving;
- Engagement: sterke partnerships met de verkeersveiligheidspartners en de actieve medewerking van alle weggebruikers;
- Onderzoek, evaluatie en monitoring, geïntegreerd in het plan en de maatregelen;
- Continue aandacht voor nieuwe vervoerswijzen & -ontwikkelingen, voertuigtechnologieën en innovatie;
- Sterke en efficiënte handhavingsketen voor een kwalitatief handhavingbeleid;
- Maximaal rekening houden met het klassieke denkkader rond duurzame mobiliteitsontwikkeling
- Subjectief (on)veiligheidsgevoel

Om aan deze randvoorwaarden en de daartoe leidende doelstellingen te kunnen voldoen werd er door de Vlaamse overheid het MIA-principe in het leven geroepen. “Mobiliteit Innovatief Aanpakken” (MIA) staat voor een andere bestuurlijke aanpak, waarbij er wordt gefocust op eenvoud en een versnelde aanpak van verkeersproblematieken. Via deze weg wordt de aanpak en uitvoering van kleine infrastructurele werken of quick-wins en het promoten van fietsen vergemakkelijkt. Tot op heden gebeuren er experimenten om verkeersonveilige situaties proactief te detecteren, om op deze manier deze situaties aan te pakken voordat ze op de kaart van zwarte punten verschijnen. Zwarte punten zijn locaties waarbij er minstens drie ongevallen met letsels gebeurden in de afgelopen twee jaar. Actieve weggebruikers hebben meer impact op deze cijfers dan het gemotoriseerd verkeer omdat deze weggebruikers sneller gewond geraken bij een ongeval (Agentschap Wegen en Verkeer, 2023).

Voorlopig gebeuren deze experimenten in zogenaamde “MIA-proeftuinen”, verspreid over de provincies Limburg en West-Vlaanderen. Dit zijn gestructureerde testomgevingen waar verkeersonveilige punten en fietsinfrastructuur realisatiegericht worden aangepakt. Na de testfase is het de bedoeling dat de verworven ervaringen geëvalueerd worden en makkelijk uit te rollen zijn over de rest van Vlaanderen. Binnen het MIA-project zijn er vier onderzoekswerven, met elk een verschillend thema. Het eerste thema is de proactieve detectie van verkeersonveilige punten, als tweede is er het aanpakken van gekende verkeersonveilige punten. De overige twee zijn het vereenvoudigen van de administratie en het juridische kader met daarnaast het professionaliseren van kleinere Vlaamse aannemers en wegenbouwers (Vlaamse Overheid, 2022).

1.2 Voor- en nametingen in de literatuur

Om de impact van een verkeerskundige interventie te weten komen dient er data bekend te zijn over de voor- en na-situatie. Een interventie kan infrastructureel of beleidsmatig zijn. Bij een infrastructurele maatregel, wordt er een ingreep gedaan in het wegbeeld, waarbij getracht wordt om de verkeerssituatie te verbeteren. Daarnaast is er ook nog de beleidsmatige ingreep, dit kan zowel wetgevend alsook educatief zijn. Een extreme, maar relatief correcte maat om het effect van een ingreep te vergelijken is het vergelijken van ongevallencijfers, uitgedrukt in gewonden, doden of aantal ongevallen. Binnen dit rapport gaat het voornamelijk om de infrastructurele maatregelen die genomen worden. Omwille daarvan worden beleidsmaatregelen ook niet uitgebreid toegelicht.

Een studie uit 2022 (NamatovuI, et al., 2022) toont aan dat wanneer er enkel naar het aantal gewonden, ongevallen of doden wordt gekeken, de tijd tussen voor- en nameting stevig kan oplopen. Deze studie vergeleek zestien infrastructurele maatregelen uit verschillende landen (VS, Zuid-Korea, Australië, Verenigd Koninkrijk, Israël, Canada, Japan en Griekenland). Uit de analyse blijkt dat er gemiddeld elf jaar tijd tussen voor- en nameting zit. Het duurt dus enorm lang voordat er conclusies kunnen worden getrokken wanneer er met deze grootordes wordt gewerkt (NamatovuI, et al., 2022). Doordat er een hele tijd overheen gaat voordat resultaten als significant kunnen worden beschouwd, kan er ook niet met 100% zekerheid worden van uitgegaan dat de cijfers verbeterd zijn door deze ingreep. Mogelijk spelen trends binnen het land ook een rol op een verbetering van de verkeersveiligheid (bijvoorbeeld: veiligere wagens, meer duurzame verplaatsingen...). Er kan dus al geconcludeerd worden dat tijd een belangrijke rol speelt bij de analyse van verkeerskundige interventies. Bovendien is het ook zo dat er beperkingen optreden door gebruik te maken van cijfers van effectieve aanrijdingen. Zo wordt een deel van de ongevallen niet aangegeven, waardoor deze niet in de data worden opgenomen, met als gevolg dat plaatsen waar vaak lichte ongevallen gebeuren, niet altijd worden opgemerkt (Zheng, Sayed, & Mannering, 2021).

Er is dus ook nood aan andere methoden om data te verzamelen. Enkele mogelijkheden worden verderop dit rapport besproken.

1.2.1 Onderzoeksmethoden

1.2.1.1 *Enquête*

Een enquête is een ideale manier om de subjectieve veiligheid van verkeersdeelnemers te beoordelen. Echter is de kans hierbij wel relatief groot dat er een vertekend beeld wordt verkregen van de situatie in een bepaald gebied of straat. Een Nederlands onderzoek bevestigde dit voorval. In dit onderzoek werden er bevragingen gedaan bij personen die in de buurt van een buurtactie woonden en mensen die hier iets verder van af woonden. Er werd geconcludeerd dat er hiermee niet aangetoond kan worden dat een buurtactie een invloed heeft op de subjectieve verkeersveiligheid (Bax, et al., 2019). Een enquête kan wel prima gebruikt worden als aanvulling op een objectieve meting (Penneman, 2005).

1.2.1.2 *Rijsimulator*

In een rijnsimulator kan er ook onderzoek worden uitgevoerd naar de implementatie van een maatregel. De voordelen hiervan zijn dat er veel data kan worden gehaald uit deze virtuele testomgeving, bovendien treedt er geen gevaar op voor de deelnemer, moest het tot een aanrijding of een ander incident komen. Een nadeel van deze onderzoekstechniek is dan weer dat mensen beseffen dat ze in een virtuele testomgeving zitten en dus mogelijk meer geneigd zijn om risico's te nemen, waardoor de meting niet altijd even representatief zijn. Anderzijds kunnen mensen zich mogelijk meer wenselijk gedragen om dat ze weten dat hun gedrag geobserveerd wordt. De periode tussen voor- en nameting kan hier wel zeer kort worden gehouden, omdat de fysieke maatregel vrijwel meteen kan worden uitgevoerd (de Winter, Van Leeuwen, & Happee, 2012). Een voorbeeld van een studie in de rijnsimulator is er een die het effect van voertuigen in de buurt van zebrapaden meet (Bella & Silvestri, 2015).

1.2.1.3 *Microsimulaties*

Een microsimulatie is een verkeersmodel die het gedrag van ieder voertuig individueel simuleert. Deze onderzoekstechniek wordt vaak gebruikt om een relatief klein gebied in kaart te brengen (Transport & Mobility, 2023). Met zo een microsimulatie is het mogelijk om met een bepaalde input van gebruikersgedrag, potentiële gevaarlijke punten gesimuleerd kunnen worden. Een maatregel kan relatief eenvoudig worden geïmplementeerd, met dezelfde parameters, waardoor de resultaten relatief goed vergeleken kunnen worden met elkaar. Echter zijn deze resultaten niet één op één overdraagbaar naar de praktijk, omwille van mogelijk ander gedrag etc. Binnen het model zelf kan er wel al een voorselectie gemaakt worden van welke ingrepen op basis van hun resultaten het beste zijn (Astarita, Guido, Vitale, & Giofré, 2012).

1.2.2 Parameters

Daarnaast zijn er per onderzoeksmethode ook enkele parameters die onderzocht kunnen worden om de mogelijke verbetering van de verkeersveiligheid in kaart te brengen. De parameters die verder in deze studie gebruikt zullen worden, staan hieronder opgelijst.

1.2.2.1 *Herkomst-Bestemming (HB)*

Bij een HB-onderzoek wordt er gekeken tussen welke punten mensen zich verplaatsen. Bij een herkomst-bestemmingsonderzoek kan er een onderscheid gemaakt worden op het schaalniveau. Bij een studie die een globaal beeld wil verkrijgen, van vervoersstromen op regionaal of nationaal vlak, kunnen telefoondata worden gebruikt (Iqbal, Choudhury, Wang, & Gonzalez, 2014). Ook een GPS kan gebruikt worden om data te verzamelen. De resultaten hiervan zijn nauwkeuriger dan het traceren van mobiele telefoons (Parry & Hazleton, 2012; Morimura & Kato, 2012; Herrera, et al., 2010). Tracking op zulke schaal kan echter niet met drones gebeuren.

Een andere manier om op kleinere schaal aan HB-onderzoek te doen is om gebruik te maken van trajectcontroles. In België staan er momenteel meer dan 400 trajectcontroles (De Morgen, 2022). Doordat de nummerplaat gelezen wordt bij het in- en uitrijden van de zone, kan er gekeken worden waar een bepaalde zone wordt binnengereden en waar buitengereden. Bovendien kan ook de snelheid hiermee gemeten worden. Het nadeel van deze methode is dan weer dat deze niet flexibel is en dat enkel gemotoriseerd verkeer (met nummerplaat) wordt gedetecteerd. Indien er geen trajectcontrole is, kan er ook manueel een kentekenonderzoek worden uitgevoerd. Het nadeel hiervan is dan weer dat dit tijdrovend is. Het voordeel is wel dat dit flexibel is en overal kan worden ingezet. Echter kunnen ook hierbij geen voetgangers worden meegenomen, tenzij er een goed overzicht is (bv: op kruispuntniveau).

Doordat er bij drones een bovenaanzicht is, kan ook de herkomst-bestemming van voetgangers en fietsers worden geregistreerd. Dit kan echter ook enkel op een relatief kleine schaal, namelijk in het gezichtsveld van de drone. Wanneer deze data worden verzameld op microniveau, kunnen de trajecten van verkeersdeelnemers ook worden getrackt.

1.2.2.2 Trajecten

Trajecten zijn de gevolgde routes van weggebruikers. De eerste bepalingen van trajecten dateert van 1974, waarbij wetenschappers trajecten bepaalden door gebruik te maken van luchtfoto's (Treiterer & Myers, 1974). Drones gebruiken nog steeds dezelfde methode, alleen dan met videobeelden, wat leidt tot een hogere nauwkeurigheid met kleinere sprongen in tijd (Coifman & Xiao, 2018). Met deze data kan er dan bekeken worden op welke posities weggebruikers zich bevinden. Wanneer er bijvoorbeeld veel fietsers gebruik maken van het voetpad, kan dit een indicatie zijn voor een onveilige fietsomgeving. Bovendien kan er ook gekeken worden waar actieve weggebruikers veel de weg oversteken. Deze plaatsen kunnen dan beveiligd worden met bijvoorbeeld een zebepad. Bovendien is het met behulp van trajecten mogelijk om conflictindicatoren te bepalen die mogelijke aanrijdingen voorspellen (Oh & Kim, 2020).

1.2.2.3 Snelheden

Om de snelheden op bepaalde trajecten te meten, kan er onderscheid worden gemaakt tussen momentopnamen of een doorlopende opname. Bij een momentopname wordt de snelheid gemeten op één tijdstip op één plaats, bijvoorbeeld een vaste flitscamera of snelheidsmeter. Het voordeel hiervan is dat er een accurate meting is. Tegelijkertijd kan het zo zijn dat bestuurders zich houden aan de snelheid op dit specifieke punt, maar dit op de rest van het traject niet het geval is (Vias Institute, 2018).

Er kan ook gekozen worden om de gemiddelde snelheid te meten door middel van een trajectcontrole. Het voordeel hiervan is dat uitschieters niet worden meegenomen. Dit kan echter ook een nadeel zijn, aangezien deze juist voor gevaarlijke situaties zorgen.

Snelheid is een goede indicator voor de verkeersveiligheid in een gebied. Wanneer blijkt dat na een interventie de snelheid daalt, zal het risico op een ongeval sterk dalen. Indien er dan toch een ongeval plaatsvindt, zullen de gevolgen hiervan ook minder erg zijn (Van den Berghe & Pelssers, 2020). Over het algemeen daalt het aantal voertuigen dat de snelheidslimiet overtreedt. Hetzelfde is zichtbaar bij de implementatie van een fietsstraat (Fietsberaad, 2019).

1.2.2.4 *TTC (time to collision)*

De TTC-parameter beschrijft de tijd tot een aanrijding indien de beide weggebruikers hun huidige snelheid en/of richting niet aanpassen (Van Der Horst & Hogema, 1994). De TTC-parameter kan gebruikt worden om veranderingen in een wegbeeld te meten na de implementatie van verkeersveiligheidsmaatregelen. Deze waarde geeft een indicatie van de ongevallenkans. Door enkel gebruik te maken van een kwantitatieve inschatting zijn de resultaten mogelijk niet representatief. Er dient altijd een kwalitatieve controle uitgevoerd te worden doormiddel van een visuele observatie. Op deze manier worden de zogenaamde “bewuste” situaties, situaties waarbij bijvoorbeeld actieve weggebruikers bewust en gecontroleerd op het einde van een weg stoppen, uitgefilterd. (De Vadder, De Roeck, & Monteyne, 2019). TTC is tevens de meest gebruikte en best gevalideerde conflictindicator bij conflicten met actieve weggebruikers (De Ceunynck, 2017). Bij een studie die gebruik maakt van de TTC, waarbij er gekeken wordt naar de implementatie van gevleugelde zebropaden in Eeklo en Leuven, ligt er een periode van een 5-tal maanden tussen de voor- en nameting (Pelssers, De Ceunynck, & Daniels, 2020). Aan de TTC is een kritische waarde gekoppeld van enkele seconden. De literatuur is hier niet eenduidig over. Zo wordt er aangehaald dat de minimumwaarde op 3 seconden moet liggen (Das & Maurya, 2020). Uit eerder onderzoek met drones blijkt echter dat deze waarde te hoog is, waardoor het aantal conflicten onnodig hoog komt te liggen. Omwille van die reden werd er in ander onderzoek met drones gewerkt met een waarde tussen 2 en 0 seconden, waarbij 0 seconden een aanrijding aanduidt (Bottu, 2021).

1.2.2.5 *PET (post encroachment time)*

De PET-waarde is de tijd tussen het verlaten van de conflictzone door de eerste en het bereiken van de conflictzone door de tweede verkeersdeelnemer. Dit kan dus gezien worden als het aantal seconden marge waarmee weggebruikers elkaar niet aanrijden. Ook deze waarde geeft een indicatie van de ongevallenkans. Door enkel gebruik te maken van een kwantitatieve inschatting zijn de resultaten mogelijk niet representatief. Er dient altijd een kwalitatieve controle uitgevoerd te worden doormiddel van een visuele observatie. Op deze manier worden de zogenaamde “bewuste” situaties, situaties waarbij bijvoorbeeld actieve weggebruikers bewust en gecontroleerd op het einde van een weg stoppen, uitgefilterd. (De Vadder, De Roeck, & Monteyne, 2019). Net zoals bij de TTC, is de periode tussen de voor- en nameting ook hier een 5-tal maanden. Ook aan deze parameter wordt een kritische waarde gekoppeld. Hierbij variëren de waarden tussen 2 en 0 seconden (Van Der Horst A. ,1990).

1.3 Drones bij verkeersonderzoek

Het gebruik van drones (onbemande luchtvaartuigen) stijgt jaar na jaar (Statista, 2020) en deze worden ingezet voor diverse doeleinden zoals recreatie, het filmen van evenementen of logistieke doeleinden. Een andere belangrijke functie die drones kunnen vervullen is het verzamelen van data. Met drones is het mogelijk om goedkoper data te verzamelen dan met traditionele dataverzamelmethode (Kiner, 2021; Merkert & Bushell, 2020).

Kijkende naar de drones die specifiek dienen voor verkeersveiligheidsonderzoek, zijn er ook al verschillende cases terug te vinden. Eind 2021 werkte het Instituut voor Mobiliteit (IMOB) al met drones binnen het MIA-project. Zo werd er een verkeersveiligheidsanalyse uitgevoerd met drones in een schoolomgeving in Beringen. Aan de hand van die beelden, werden enkele concrete verkeersveiligheidsknelpunten geïdentificeerd (Vlaamse Overheid, 2022). Zo bleek dat enkele leerlingen de weg niet overstaken op de voorziene plaats hiervoor. Ook het slechte parkeergedrag van bepaalde automobilisten werd hier duidelijk. Daarnaast werden er in Dilsen-Stokkem (hier werden de verkeersstromen op een turbotonde bestudeerd), en Lanaken al proactieve verkeersveiligheidsanalyses uitgevoerd (Moors, 2022; Open Vld, 2022).

Momenteel worden drones in Vlaanderen ook gebruikt door Vias Institute in samenwerking met de Federale Wegpolitie. In dit geval gaat het over het vaststellen van verkeersongevallen op autosnelwegen. Drones kunnen een verkeersongeval namelijk zeer snel en zeer gedetailleerd in beeld brengen. Doordat dit proces sneller verloopt dan analyses zonder drones, kunnen autosnelwegen ook terug sneller vrijgemaakt worden. Op deze manier worden files geminimaliseerd en verkleint de kans op extra ongevallen in beide rijrichtingen (BIVV, 2017).

Een nadeel van het gebruik van drones bij verkeersonderzoek is dat deze niet altijd gebruikt kunnen worden. Bij slecht weer, lage tunnels en dergelijke kunnen de drones niet ingezet worden en moet er teruggerepen worden naar andere, minder effectieve technologie (Equinox Drones, 2020).

Begrijpen hoe het gemotoriseerd verkeer zich gedraagt is belangrijk voor onderzoekers om te weten te komen welke maatregelen er getroffen kunnen worden. Door de snelle opmars van geavanceerde beeldanalyses kan er zowel verkeersdata alsook een beeld van de interactie met de omgeving worden verkregen (Barmounakisa, Vlahogianni, Golias, & Babinec, 2017; Butilă & Boboc, 2022).

Er werd ook al bevonden dat een groot nadeel van drones bij verkeerskundig onderzoek de levensduur van de batterij is (Barmounakis & Geroliminis, 2020; Dohyung, 2020). Er kan niet voor een lange tijd geobserveerd worden, waar er in deze onderzoeken in periodes geobserveerd werd. In de studie van Dohyung (2020) werd er uit voorzorg gemeten in blokken van een kwartier en door Barmounakis & Geroliminis (2020) werd er gewerkt met een observatie van een halfuur.

1.3.1 Drones en actieve weggebruikers

Een studie (Dohyung, 2020) in de VS deed onderzoek naar de mogelijkheid van drones om grote groepen voetgangers en fietsers te observeren aan de California State Polytechnic University. Het doel van deze studie is niet enkel om het aantal actieve weggebruikers te onderzoeken, maar ook de karakteristieken (zoals geslacht) en gedrag mee te observeren. Uit deze studie werd er geconcludeerd dat deze observatietechniek veel potentieel heeft, net omdat er een relatief groot onderzoeksgebied in beeld gebracht kan worden zonder te veel instrumenten te moeten gebruiken. De dronebeelden kunnen eerder complexe bewegingen van actieve weggebruikers op een gemakkelijke manier observeren en kan dus voor meer dienen dan enkel het aantal weggebruikers te observeren.

Daarnaast werd er in Wuhan, China, onderzoek uitgevoerd naar de wandelsnelheid van voetgangers (Jiao & Fei, 2023). Uit dit onderzoek werd er geconcludeerd dat voetgangers aan de hand van dronebeelden relatief gemakkelijk in beeld kunnen worden gebracht, zolang de drone niet te hoog vliegt. Vanop een hoogte van 40 meter werd 89% van alle voetgangers zonder problemen gedetecteerd. Wanneer de hoogte toenam, werd de data steeds minder accuraat, met slechts 34% van de voetgangers die juist gedetecteerd werd vanop een hoogte van 80 meter. Het bepalen van de snelheid van de voetgangers gebeurde wel zeer accuraat, met een afwijking van slechts 0,1 m/s voor 90,5% van alle voetgangers.

1.4 Wetgeving van drones

Sinds 2021 geldt er een Europese wetgeving met betrekking tot het gebruik van drones. Voordien werd dit op het niveau van de lidstaten bekeken en was er dus geen sprake van een uniforme regelgeving (FDR1, 2022).

Vanaf de ingang van deze wetgeving dient iedereen die met een drone wilt vliegen zich vooraf te registreren. Op deze manier ontvangt een persoon een persoonlijke UAS-Operatornummer. Dit nummer moet dan als een soort nummerplaat aangebracht worden op alle drones van deze operator in het kader van privacy en aansprakelijkheid bij mogelijke ongevallen. Bovendien moet de bestuurder van een drone minstens veertien jaar oud zijn, tenzij het gaat over een drone die gezien wordt als

speelgoed. Bovendien moet een drone ook beschikken over een geo-awareness systeem. Dit betekent dat de drone slim genoeg moet zijn om aan de operator aan te geven wanneer de drone zich in een gebied bevindt waar hij niet zou mogen vliegen (FDR1, 2022).

Afhankelijk van het type drone heeft de operator enkele verplichtingen. Hiertoe behoren de registratie, minimumleeftijd, het kennen van de handleiding, een online examen afleggen, een schriftelijk examen afleggen, een verzekering afsluiten, een minimumafstand tot gebouwen behouden, een maximumhoogte respecteren, een minimumafstand tot niet-betrokken personen behouden, een mensenmassa overvliegen en nachtvluchten uitvoeren. Geen enkele particuliere drone mag over locaties vliegen waar noodhulpdiensten aanwezig zijn (FDR1, 2022).

1.5 Opbouw van het rapport

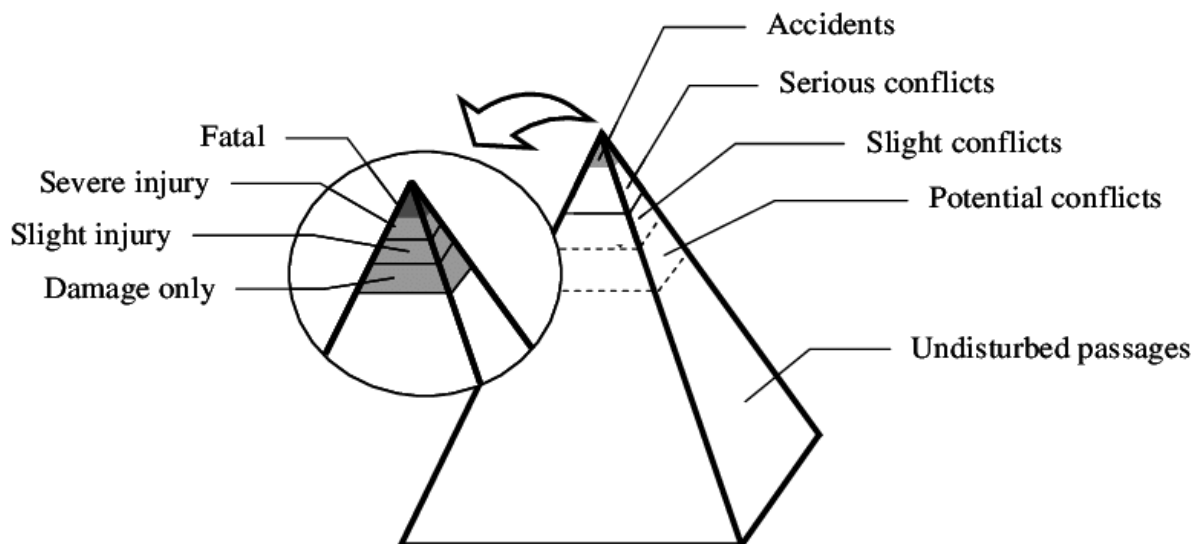
In dit rapport worden er verschillende cases behandeld die onderzocht worden aan de hand van observaties met een drone. In eerste instantie wordt de probleemstelling zowel per case als algemeen toegelicht, waarna de doelstellingen volgen. Ook deze zijn afhankelijk per case, maar er worden ook algemene doelstellingen geformuleerd. Vervolgens worden de doelstellingen omgevormd naar onderzoeksvragen. Per case wordt er een onderzoeksmethode en een onderzoeksopzet bepaald, waarna de resultaten en analyse van de verschillende cases besproken worden. Tot slot volgen discussie en conclusie, zowel per case als algemeen.

2 Probleemstelling

2.1 Bijna-ongevallen

Zoals eerder al vermeld werd, daalt het aantal ongevallen gelukkig jaar na jaar. Minder ongevallen betekent echter ook dat er minder ongevallendata ter beschikking staat voor onderzoekers. Ook blijkt dat er een onderrapportage van verkeersongevallen is, waardoor de data van deze ongevallen ook niet accuraat is (Nieuwkamp & Schoeters, 2018).

Bovendien is het zo dat indien 100% van alle data heel gedetailleerd ter beschikking zou komen voor onderzoekers, deze data dan nog niet voldoende zou zijn. Enkel de ongevallencijfers maken maar een klein deeltje uit van de werkelijke verkeersconflicten. Naast de ongevallen zijn er ook andere indicatoren, zogenaamde bijna-ongevallen (Figuur 2). Een studie uit 1987 leert dat indien bijna-conflicten ook worden opgenomen in data om verkeersveiligheid te beoordelen er nauwkeurigere onderzoeken kunnen worden uitgevoerd (Hyden, 1987). Uit de opgestelde piramide in het kader van dit onderzoek (Figuur 2) blijkt opnieuw dat enkel daadwerkelijke ongevallen slechts een heel klein deel van de vele verkeerssituaties uitmaken.



Figuur 2: Piramide van Hyden (Hyden, 1987)

De uitleg van deze piramide is het volgende: de meeste interacties tussen weggebruikers verlopen vlot, zonder dat ze elkaar storen. Dit zijn de zogenaamde “undisturbed passages” en dit houdt in dat de weggebruikers zich onafhankelijk van elkaar verplaatsen. Daarnaast zijn er de potentiële conflicten, waar weggebruikers dicht bij elkaar komen en elkaar zien. Er moet echter geen rekening gehouden worden met elkaar omdat er zich nog geen conflict tussen de verschillende weggebruikers voordoet. De interactie verloopt dus vlot. Hierboven in de piramide volgen de lichte, of kleine conflicten. In deze situatie komen verschillende weggebruikers met elkaar in aanraking en zou er een aanrijding plaatsvinden indien de weggebruikers geen actie ondernemen. Er is echter geen sprake van noodsituaties aangezien de verkeerssituatie onder controle is. Bovendien zijn er ook nog ernstige, of serieuze conflicten. Hierbij is er ook sprake van conflicten tussen verschillende weggebruikers en begint de actie die leidt tot een ontwijkmanoeuvre pas redelijk laat en wordt een ongeval gezien als “net vermeden”. Tot slot zijn er de feitelijke ongevallen. De ondernomen actie om het ongeval te vermijden, komt in dit geval te laat. Er is geen tijd meer om het ongeval te ontwijken en een aanrijding is dan onvermijdelijk (Svensson, 1998).

Data die niet afkomstig is uit ongevallen, maar alles wat lager in de piramide gebeurt, is dus veel makkelijker te bemachtigen omdat dit zich vaker voordoet. Wanneer deze data dan ook op een efficiënte en effectieve manier verzameld kan worden, is dit een zeer goede basis voor verkeersveiligheidsprincipes. Net daarom zijn proactieve metingen en acties zo noodzakelijk, hierbij kunnen drones een belangrijke rol spelen, net omdat de verkeerssituaties lager in de piramide hiermee onderzocht kunnen worden.

2.2 Verkeersveiligheid in schoolomgevingen

Aangezien al de cases in deze masterproef gelegen zijn in de buurt van een basisschool of middelbare school, is het relevant om in te zoomen op de verkeersveiligheid in deze omgevingen.

Het agentschap Wegen en verkeer publiceerde in 2010 een werkboek om ingrepen uit te voeren aan schoolomgevingen (Agentschap Wegen en Verkeer, 2010). De reden waarom er een werkboek speciaal wordt uitgegeven voor deze situaties, is omwille van de specifieke verkeerssituatie in deze omgevingen. In 2019 gebruikte een groot deel van de schoolgaande jeugd (32%) de wagen om zich te verplaatsen naar de school. Daarnaast ging 30% met de fiets, 24% met het openbaar vervoer en de overige 13% ging te voet naar school (Statistiek Vlaanderen, 2020).

Gelukkig is er net zoals bij alle ongevallen ook een dalende trend zichtbaar als het gaat om ongevallen met kinderen (Schoeters & Carpentier, 2015). Toch blijft het risico dat kinderen betrokken raken in een ongeval per kilometer groter dan bij volwassenen. Vooral de kinderen tussen 9 en 14 jaar hebben een groot risico als het gaat om verplaatsingen te voet of met de fiets (Martensen, 2014). Wanneer er gekeken wordt welke verplaatsingsmodi een grote impact hebben op de verkeersveiligheid, vertegenwoordigt fietsen een derde van alle verkeersdoden bij kinderen tot 14 jaar. In de algemene cijfers maakt fietsen 16% uit van alle verkeersslachtoffers. Hetzelfde effect is merkbaar bij voetgangers. Deze cijfers dienen wel ietwat genuanceerd te worden, aangezien kinderen minder opties hebben om de wagen te gebruiken (enkel als passagier). Toch tonen deze cijfers aan dat er wel degelijk een nood is aan maatregelen voor actieve weggebruikers. Vooral in schoolomgevingen, aangezien daar de concentratie aan jonge verkeersdeelnemers hoog ligt. Met name tijdens de begin- en einduren van de scholen (Schoeters & Carpentier, 2015).

Om kinderen te beschermen kan er ingegrepen worden op de 3E's: education, engineering en enforcement. Educatie gaat dan om het leren dat er voorzichtig moet worden deelgenomen aan het verkeer, engineering gaat over het aanpassen van omgevingen en enforcement gaat over het handhaven van regels (Johnson, 2015). Binnen deze masterproef zal er vooral gefocust worden op het engineering aspect. Vaak wordt dit aspect beschouwd als het meest omslachtige en kostelijke, maar tegelijkertijd zijn deze ook de meest doeltreffende maatregelen op het vlak van letsels vermijden (Peek-Asa & Zwering, 2003; Retting, Ferguson, & McCartt, 2003). De Vlaamse overheid is zich hier ook van bewust en geeft subsidies aan gemeenten voor projecten die de verkeersveiligheid verbeteren. Deze extra financiën kunnen gebruikt worden voor ingrepen rondom 100 meter van de schoolpoort (Vlaanderen, 2023).

Onderstaand worden telkens voorbeelden gegeven van maatregelen met de effecten, deze worden onderverdeeld in verschillende categorieën. In hoofdstuk 5 worden de maatregelen per geobserveerde case van deze masterthesis beschreven.

2.2.1 Zachte maatregelen in schoolomgevingen

2.2.1.1 Gamificatie

In Spanje werd er onderzoek uitgevoerd (Sipone, Abella, Rojo, & Moura, 2023) naar leren over duurzame mobiliteit waarbij gamificatie is geïntegreerd. Dit gebeurde via het ClassCraft systeem

waarbij leerlingen opdracht moesten uitvoeren om verder te geraken in een online game. Hoe verder er vooruitgang werd geboekt, hoe meer opties de leerlingen voorgeschoteld kregen om hun karakter in het spel aan te passen. De studie vond plaats bij 75 leerlingen tussen de tien en elf jaar oud. Over het algemeen werd deze gamificatie als pluspunt gezien om nieuwe dingen aan te leren aangezien eerder traditionele lesmethodes als saai worden beschouwd door de leerlingen. Gamificatie is dus een tool waarmee gewenst gedrag gepromoot kan worden.

Ook een andere studie, waarbij de bestaande literatuur met betrekking tot gamificatie in het verkeer wordt onderzocht, (Wenjing, Hongcheng, Xinyu, Huan, & Yue, 2022) toont aan dat gamificatie er zeker voor kan zorgen dat gewenst gedrag wordt vertoond. Het promoten van het gebruik van actieve verplaatsingsmodi is een aspect wat meerdere keren terugkomt in de onderzochte literatuur, net zoals het positief veranderen van gedrag in het verkeer. Ook deze studie wijst er dus op dat gamificatie zeker een positieve impact kan hebben op de vervoerswijzekeuze van leerlingen naar school.

Een andere vorm van gamificatie, namelijk niet digitaal, blijkt ook een positief effect te kunnen hebben in het gebruik van actieve verplaatsingsmodi. In negentien landen in Europa werd “The Traffic Snake Game” uitgerold, waarbij leerlingen stickers konden verzamelen wanneer ze zich op een actieve manier naar school verplaatsten (Canters, Frederix, & Köfler, 2017). Wanneer een bepaald aantal stickers per klas of school behaald werd, kregen de leerlingen een beloning, bijvoorbeeld een dag geen huiswerk of een kwartier langer pauze. Deze incentive zorgde ervoor dat het aantal actieve verplaatsingen naar school steeg van 63% voor de start van dit project naar 78% tijdens dit project. Het bewijs dat dit een goed initiatief is om de gewoonten van de leerlingen te veranderen is het feit dat zelfs twee weken na de afloop van “The Traffic Snake Game” nog steeds 76% van de leerlingen op een actieve manier naar school kwamen.

Ook een volgende studie over gamificatie (Yen, Corinne, & Burke, 2019) bespreekt hoe dit gewenst gedrag kan stimuleren. Strategieën die gamificatie bevatten blijken op het vlak van verkeersveiligheids campagnes en verkeersvraagcampagnes meer succes te hebben dan strategieën zonder dit aspect. Alle studies over gamificatie staan dus in dezelfde richting, namelijk dat dit aspect zeer veel potentieel bevat om gedrag op een positieve manier te beïnvloeden.

2.2.1.2 Fietsexamen/voetgangersexamen

In Vlaanderen wordt er al veel aan verkeerseducatie gedaan op de lagere scholen. Zo wordt er bijvoorbeeld het voetgangersexamen georganiseerd voor leerlingen van het vierde leerjaar, waar leerlingen een route moeten volgen waar leerkrachten of andere toezichters deze leerlingen observeren en beoordelen of ze zich veilig gedragen in het verkeer. Elke lagere school in Vlaanderen kan zich hiervoor inschrijven (Vlaamse Stichting Verkeerskunde (VSV), sd). In dit voetgangersexamen wordt er gefocust op enkele elementen die belangrijk zijn om veilig deel te nemen aan het verkeer. Zo worden de leerlingen beoordeeld op veilig oversteken en het correct observeren van de verkeersomgeving, beide belangrijke aspecten op het veilig deelnemen aan het verkeer als voetganger (KU Leuven).

Daarnaast is er ook nog het fietsexamen, wat zich toespitst op leerlingen van het zesde leerjaar. Dit gebeurt in feite op dezelfde manier als het voetgangersexamen waarbij de leerlingen een route moeten volgen en geobserveerd worden door begeleiders. Zo kunnen de leerlingen beoordeeld worden over hoe ze zich als fietser in het verkeer gedragen (Vlaamse Stichting Verkeerskunde, sd).

2.2.2 Semi- harde maatregelen in schoolomgevingen

2.2.2.1 Zebrapaden

Ongevallen op oversteekplaatsen komen helaas nog steeds veel voor. Volgens een rapport met betrekking tot ongevallen met voetgangers (VIAS, 2016) doen één op drie verkeersongevallen met voetgangers zich voor op een oversteekplaats, al dan niet geregeld door verkeerslichten. Meestal worden deze ongevallen veroorzaakt door onoplettendheid van één van de betrokken weggebruikers. Dit kan dus zowel de voetgangers als de bestuurder van een gemotoriseerd voertuig zijn. Door zebrapaden aan te leggen in een zone 30, worden de voetgangers gestuurd naar een bepaalde oversteeklocatie, waardoor de automobilist weet dat deze moet opletten op deze plaats.

De verkeersveiligheidseffecten van het effectief aanbrengen van zebramarkeringen zijn niet altijd even groot. Zo is het aanbrengen van zebrapaden, waarbij er maximaal twee rijstroken overgestoken worden niet heel bevorderlijk voor de verkeersveiligheid. Er zijn dan andere ingrepen zoals snelheidsremmers of bebording die meer effect hebben (Elvik, Høy, Vaa, & Sørensen, 2009; Kraay & Slop, 1974).

Een Franse studie (Guéguen, Meineri, & Eyssartier, 2015) toont aan dat bestuurders van voertuigen meer geneigd zijn om te stoppen en voorrang te verlenen aan personen aan een zebrapad wanneer er oogcontact wordt gemaakt met de bestuurder. Dit is dus een manier waarop voetgangers er zelf voor kunnen zorgen dat oversteken over zebrapaden op een veiligere manier kan gebeuren.

2.2.3 Harde maatregelen in schoolomgevingen

2.2.3.1 Schoolstraat

Veel kinderen die schoolgaan in kleuter- of lagere scholen worden met de auto afgezet. Dit zorgt dikwijls voor chaotische situaties waardoor ouders ervoor kiezen om hun kind niet te voet of met de fiets naar school te laten gaan. Er komen dan steeds meer auto's in de omgeving van de school (Mobiël21, sd). Een schoolstraat is een straat die bij het begin en einde van de schooldag afgesloten wordt voor al het gemotoriseerd verkeer. Op deze manier moet de school beter en makkelijker bereikbaar zijn voor zachte wegebruikers. Kinderen die met de auto naar school worden gebracht, moeten dan wat verder weg parkeren en het laatste stuk wandelen naar school. Zo kunnen ouders hun kinderen niet langer vlak voor de schoolpoort afzetten. De omgeving rond de schoolpoort wordt dan rustiger en aangenamer (Mobiël 21, 2023).

Een schoolstraat heeft een gunstige impact op mobiliteit, luchtkwaliteit, lawaai, gezondheid en welbevinden. Zo blijkt dat 4% meer kinderen kiezen voor een actieve verplaatsingsmodus naar school, zoals wandelen, fietsen of stappen. Ook blijkt de luchtkwaliteit te verbeteren in de directe omgeving van de schoolpoort, aangezien er hier minder gemotoriseerd verkeer aanwezig is. Omdat het gemotoriseerd verkeer geweerd wordt wanneer er veel kinderen in de omgeving aanwezig zijn, hebben de schoolkinderen ook minder te kampen met geluidsoverlast. Het algemene lawaai in de schoolomgeving blijkt niet significant te veranderen, maar bij begin- en einde van de schooldag is er dus wel een verbetering merkbaar. De gezondheid van de schoolkinderen verbetert ook wanneer er een schoolstraat geïmplementeerd wordt. De waarde van een ontstekingsparameter daalt significant en de elasticiteit van de luchtwegen van de kinderen verbetert significant. Bij ouders is er ook een groot draagvlak voor de schoolstraat. Dit wordt zeker duidelijk na implementatie ervan. Volgens de meeste ouders heeft de schoolstraat een positieve invloed op welbevinden en veiligheid in de schoolomgeving (Departement Zorg, Vlaanderen, 2020).

3 Onderzoeksdoelstellingen

De doelstellingen die uit deze masterproef voortvloeien, kunnen worden opgesplitst in twee soorten doelstellingen. Allereerst zijn er de theoretische doelstellingen. Dit zijn de doelen die betrekking hebben op het ontdekken van de sterktes en zwaktes van dronemetingen bij diverse maatregelen en voor- en na onderzoek.

Een theoretische doelstelling die hieruit voortvloeit is ontdekken of dronemetingen vervangend kunnen zijn voor bepaalde bestaande metingen (manuele tellingen, kentekenonderzoeken, cameraobservaties, enquêtes...). Om dit te weten te komen zal er beoordeeld worden op twee verschillende aspecten.

Het eerste aspect wat bekeken moet worden is het feit of de gegenereerde data aan de hand van dronebeelden accuraat is en dus overeenkomt met het werkelijke verkeersbeeld. Dit is een aspect dat makkelijk onderzocht kan worden, maar hier kruipt relatief veel tijd in. De dronebeelden en de verzamelde data moeten dan langs elkaar gelegd worden om te achterhalen of de geobserveerde cijfers de werkelijkheid uitdrukken.

Een tweede aspect dat een doelstelling van dit onderzoek vormt, is dat een onderzoek snel en op een relatief gemakkelijke manier uitgevoerd moet kunnen worden. Bij een droneonderzoek heeft dit vooral betrekking op het voorbereidende werk en het werk dat nodig is om de data te controleren en te analyseren.

Anderzijds is er ook de praktijkdoelstelling. Deze doelstelling is bedoeld om als oplossing in de praktijk te dienen. Wanneer uit deze masterproef blijkt dat het gebruik van drones om voor- en na studies te doen op verkeerskundig vlak positief is, kan deze onderzoeksmethode door (lokale) overheden of studiebureaus ook worden toegepast. Op deze manier kunnen deze mogelijk snel en efficiënt data verzameld worden om zo (infrastructurele) maatregelen te treffen voordat er daadwerkelijk ongevallen plaatsvinden of simpelweg om de verkeersleefbaarheid te verbeteren. Op lange termijn kan een mogelijke inzet van deze onderzoeksmethode leiden tot een verkeersveilig Vlaanderen, waarbij er proactief gevaarlijke punten worden aangepakt. Dit past in het kader van de reeds besproken “Vision Zero”. Bovendien zal de data die tijdens de cases verzameld wordt ook gedeeld worden met de betreffende wegbeheerder. Op deze manier kunnen zij ook objectieve data gebruiken om de maatregel te evalueren.

4 Onderzoeksvragen

4.1 Theoretische onderzoeksvragen

- Voor welk type (infrastructurele) maatregelen is een voor- en nameting door een drone zinvol?
 - Voor zachte maatregelen (High-Five project)
 - Voor semi-harde maatregelen (zebrapad + verwijdering parkeervakken + aanpassing Kiss & ride)
 - Voor welke maatregelen zijn drones absoluut niet geschikt?
 - Wat zijn de voor- of nadelen van de detectie van conflicten tussen weggebruikers?
- Moet een dronemeting ondersteund worden door andere metingen om representatief te zijn?

4.2 Toegepaste onderzoeksvragen

4.2.1 Runkst (zachte maatregel)

- Wat zijn de voor- of nadelen van het gebruik van drones bij verkeersonderzoek bij de implementatie van het High-Five project?
- Wat zijn de voor- of nadelen van het gebruik van drones bij verkeersonderzoek naar de modal split in vergelijking met andere onderzoeksmethoden?

4.2.2 Kiewit (semi- harde maatregel)

- Wat zijn de voor- of nadelen van het gebruik van drones bij de observatie van trajecten van gemotoriseerd verkeer en actieve weggebruikers?
- Wat is de impact van het (gedeeltelijk) weren van gemotoriseerd verkeer op de conflicten met actieve weggebruikers ter hoogte van de Kiss & Ride?

4.2.3 Maasmechelen (semi- harde maatregel)

- Wat zijn de voor- of nadelen van het gebruik van drones bij de observatie van looplijnen?
- Wat is de impact van de aanleg van zebrapaden in de directe omgeving van een school?
 - Hoe veranderen de looplijnen in de schoolomgeving na de aanleg van zebrapaden in de schoolomgeving?
 - Hoe verandert de snelheid van het gemotoriseerd verkeer na de aanleg van zebrapaden in de schoolomgeving?
 - Hoe veranderen de conflicten tussen gemotoriseerd verkeer en actieve weggebruikers na de aanleg van zebrapaden in de schoolomgeving?

4.2.4 Lichtaart (semi-harde maatregel)

- Wat zijn de voor- of nadelen van het gebruik van drones bij de observatie van snelheden in een fietsstraat?

- Wat zijn de voor- of nadelen van het gebruik van drones bij de observatie van de gevolgde trajecten van fietsers in een fietsstraat?
- Wat is de impact van het verplaatsen van parkeervakken in een fietsstraat?
 - Hoe veranderen de gevolgde trajecten van fietsers door de verplaatsing van parkeervakken in een fietsstraat?
 - Hoe verandert de snelheid van het gemotoriseerd verkeer door de verplaatsing van parkeervakken in een fietsstraat?

5 Onderzoeksmethode/-opzet en verantwoording

5.1 Algemene onderzoeksmethode

Onderzoek met drones kan onderverdeeld worden in twee delen. Allereerst dient de data te worden verzameld met de drone. Deze dataverzameling kan het best gebeuren op de drukke momenten, dus tijdens de piekuren. Afhankelijk van de locatie waar de meting gewenst is, kan dit tijdstip verschillen. Zo kan er bij een kruispunt op een gewestweg het beste gemeten worden tijdens de ochtend en/of avondspits. Bij het analyseren van een schoolomgeving kan dit het beste gebeuren tijdens het begin en einde van de schooldag. Afhankelijk van de case die onderzocht wordt, zal het tijdstip van de dataverzameling dus ook verschillen.

Om de privacy van weggebruikers en de omliggende omgeving te respecteren, werden de beelden gemaskeerd (geblurd) waar nodig. Dit is in overeenstemming met de GDPR-wetgeving (Verhulst, Zadora, & Christiaens, 2021).

De volgende stap bestaat uit de analyse van de dronebeelden. Via de software DataFromSky kunnen de basisparameters worden geanalyseerd. DataFromSky is een Tsjechisch bedrijf dat in 2013 werd opgericht en het bestaan vond uit een onderzoeksproject. De doelstelling van DataFromSky is om (slimme) steden te helpen in hun proces om een verkeersveiliger omgeving te creëren (DataFromSky, 2022). Met deze software kunnen aspecten zoals verkeersstellingen, snelheids- en acceleratiemetingen, tijdsverschillen tussen voertuigen etc. worden uitgerekend.

Nadat de data bij DataFromSky werd verwerkt, werd deze nog visueel gecontroleerd door de onderzoekers. Soms detecteerde de software bepaalde bewegingen minder goed, waardoor deze een overschatting van het aantal ID's in een zone weergeeft.

Om de effectieve conflictindicatoren te berekenen, wordt er gebruik gemaakt van algoritmes die ter beschikking worden gesteld door de U Hasselt. In deze masterproef wordt er gekeken naar een masterthesis die ook onderzoek uitvoerde met drones om te kijken welke conflictindicatoren berekend worden (Bottu, 2021).

Een belangrijke indicator met betrekking tot verkeersveiligheid is de snelheid. Aan de hand van de gemeten snelheid kan hierbij een heatmap worden opgesteld van de gereden snelheden. Deze heatmap kan duidelijk weergegeven worden aan de hand van verschillende kleuren, naargelang de gereden snelheid (Bottu, 2021).

Een volgende indicator die aan de hand van dronebeelden kan worden geanalyseerd, zijn de gevolgde trajecten. Dit zijn de gevolgde routes die de weggebruikers binnen het dronebeeld volgen. Hier kan er een opsplitsing gemaakt worden per type weggebruiker en op deze manier onderlinge interacties te analyseren. Hierbij kunnen ook onregelmatige trajectoriën of uitschieters opgemerkt en geanalyseerd worden.

Bij conflictobservaties zijn er ook enkele indicatoren die de mate van het conflict aanduiden. De eerste parameter is de Time to Collision (TTC). Deze parameter beschrijft de tijd tot een aanrijding indien de beide weggebruikers hun huidige snelheid en richting niet aanpassen. Deze parameter is goed om conflicten of bijna-ongevallen te detecteren en te bekijken hoe ernstig dit is. Om dit in te schatten moet er een grenswaarde worden ingesteld. De literatuur is hier niet eenduidig over. Zo is er een studie (Das & Maurya, 2020) die aanhaalt dat er een minimumwaarde van drie seconden gehanteerd moet worden. Uit de eerder vernoemde masterscriptie (Bottu, 2021) blijkt echter dat deze grenswaarde redelijk hoog ligt en het aantal conflicten hierdoor onwerkbaar hoog is. Bijgevolg, zal de waarde in deze masterproef komen te liggen tussen 2 en 0 seconden. Indien de waarde 0 seconden is, betekent dit dat er een botsing heeft plaatsgevonden.

Een volgende indicator is de Post-Encroachment-Time (PET). Deze indicator geeft de tijd weer tussen het betreden van een virtueel conflictvlak van twee weggebruikers. Dit wijst dus op het tijdsgebruik van twee weggebruikers. Een kleinere waarde voor deze indicator duidt dus op een kritischere situatie. Uit literatuur wordt afgeleid dat een waarde hoger dan twee seconden wordt beschouwd als “normaal” en een waarde kleiner dan één seconde als kritisch wordt gezien (Van Der Horst A., 1990). In deze masterproef worden ook waarden tussen 2 en 0 seconden bekeken.

Om de ernst van de conflicten in te schatten wordt er in deze masterproef gewerkt met een algoritme die deze conflicten inschat. Deze worden dan onderverdeeld in drie categorieën, namelijk minor conflict (niet zo kritisch), moderate conflict (eerder kritisch) en critical conflict (zeer kritisch). Om deze categorisering te berekenen, wordt elk conflict een score toegekend tussen 0 en 10, waarbij 0 betekent dat de TTC- of de PET-waarde gelijk is aan 2 seconden en 10 betekent een aanrijding, dus 0 seconden. Deze score wordt dan vermenigvuldigd met de waarde van de snelheidsverandering. Het verkregen cijfer duidt op de ernst van een conflict. Wanneer het verkregen cijfer kleiner is dan 10, wordt dit gezien als een minor conflict. Wanneer dit cijfer tussen de 10 en 64 ligt, wordt dit beschreven als een moderate conflict en wanneer deze score groter is dan 64 wordt dit gezien als een critical conflict.

Bij de analyse van de conflictpunten op basis van TTC en PET wordt er gewerkt met heatmaps daar waar veel conflicten te bespeuren zijn. Hierop wordt de locatie van de conflictpunten weergegeven op een schaal van koude naar warme kleuren. Dit betekent dat hoe meer conflictpunten er op een bepaalde plaats in het onderzoeksgebied plaatsvinden, met hoe warmere kleuren deze locatie aangeduid wordt op de figuren, zoals geel en rood. Een locatie met weinig conflicten wordt met koude kleuren aangeduid en waar er geen kleuren aangeduid zijn, worden er geen conflictpunten geobserveerd. Deze heatmaps worden relatief afgebeeld en kunnen dus niet onderling worden vergeleken.

Aangezien de software die de TTC en PET berekent, soms ook stilstaande auto's meeneemt (zie hoog aantal conflicten), worden alle conflicten nog visueel nagekeken. Hierdoor is er meer tijd nodig om de analyse uit te voeren, maar de kwaliteit van de conflictobservaties stijgt hierdoor wel. Bij de visuele controle werd er onder meer gekeken naar de mogelijke gevolgen van een eventueel ongeval. Zo werden bijvoorbeeld interacties tussen voetgangers weggelaten, aangezien de gevolgen hiervan eerder beperkt zijn. Een ander iets wat werd weggelaten is wanneer wagens of fietsers elkaar kruisen aan een zeer lage snelheid. Op deze manier treedt er zelden tot nooit een gevaar op voor de actieve weggebruikers of automobilisten. Zoals eerder vermeld, werden conflicten met stilstaande voertuigen ook eruit gefilterd. Deze visuele controle werd uitgevoerd door de twee studenten, bij twijfelgevallen werd er onderling beslist om deze al dan niet weg te laten. Deze visuele controle kan er echter wel toe leiden dat wanneer het onderzoek met dezelfde gegevens wordt uitgevoerd door een andere onderzoeker de resultaten anders zijn. Indien er na controle nog veel conflicten overblijven, zullen deze worden weergegeven als heatmap in plaats van individuele punten om de overzichtelijkheid te behouden.

5.2 Onderzoeksmethode Runkst

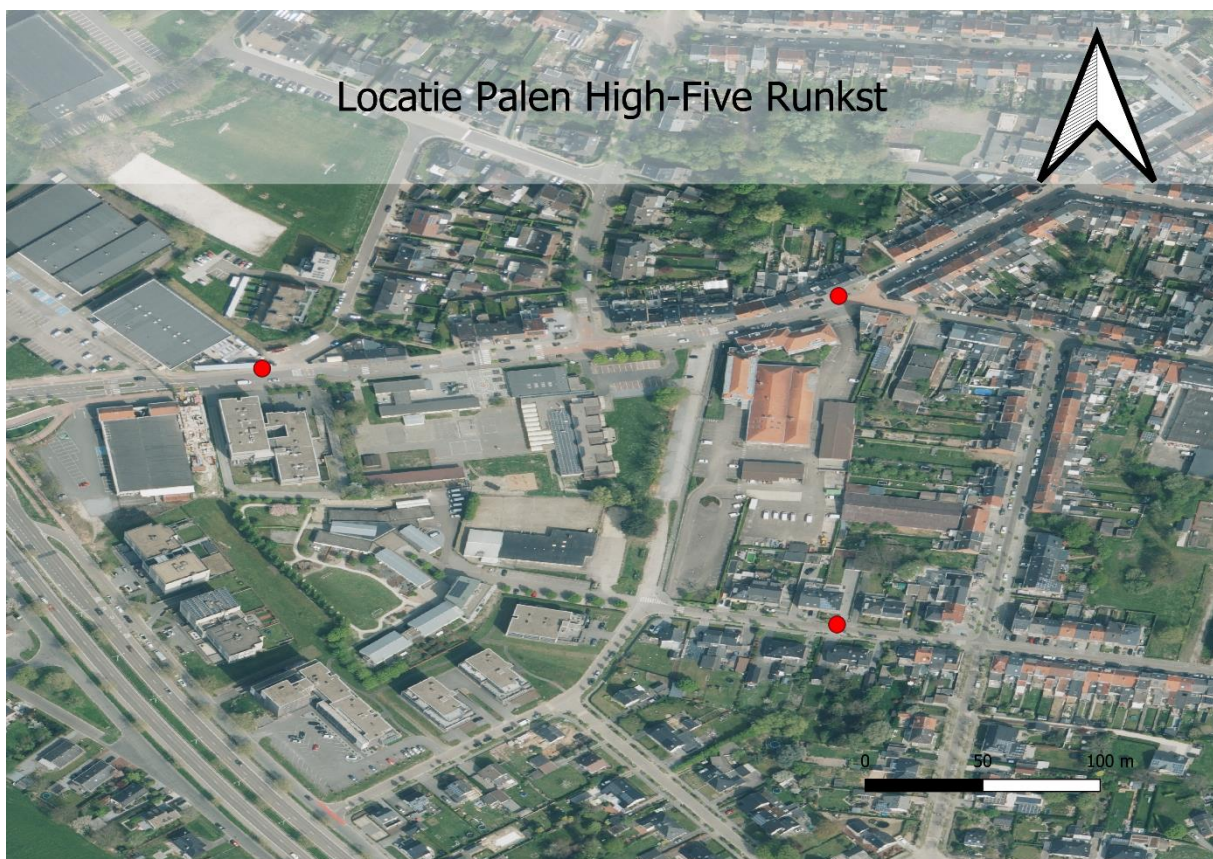
5.2.1 Probleemstelling

In 2022 besloot Stad Hasselt om in samenwerking met vier basisscholen deel te nemen aan het High-Five-Project (Stad Hasselt, 2022). De stad hoopt zo om een modal shift naar meer duurzame verplaatsingen te kunnen creëren bij de leerlingen en ouders.

High-Five werd opgericht in 2018 door een Kortrijks bedrijf dat kinderen wou motiveren om meer verplaatsingen met actieve modi te maken. Om ervoor te zorgen dat deze doelstellingen bereikt worden, zijn er vier succesingrediënten. Allereerst is het zo dat fietsers en voetgangers beloond worden, zonder dat leerkrachten ermee belast worden. Daarom wordt er gebruik gemaakt van een automatisch systeem voor zowel voetgangers als ook fietsers. Fietsers krijgen een tag die wordt bevestigd op hun fiets, waarna deze bij het binnenrijden van de fietsenstalling geregistreerd wordt. Voetgangers krijgen dan weer de kans om een High-Five uit te delen aan een paal met daarin een teller. De kinderen krijgen een bandje dat ervoor zorgt dat hun score geregistreerd wordt. Wanneer er voldoende punten worden gescoord door de leerlingen, kunnen deze worden omgezet in een beloning (Degryse, 2022).

De overige ingrediënten zijn de funfactor, de sensibilisering en de community errond opbouwen. Deze zijn echter minder belangrijk voor deze masterproef.

De High-Five punten zijn gelegen op de locaties aangeduid op Figuur 3. Deze palen staan op weg naar de ingang van de school, maar niet te dicht bij de schoolpoort zodat elke leerling, ook diegene die met de auto naar school komen en zich iets verder parkeren, zich aan deze palen kunnen registreren. Voor de fietsers is het registratiepunt gelegen aan de ingang van de fietsenstalling (niet zichtbaar op kaart).

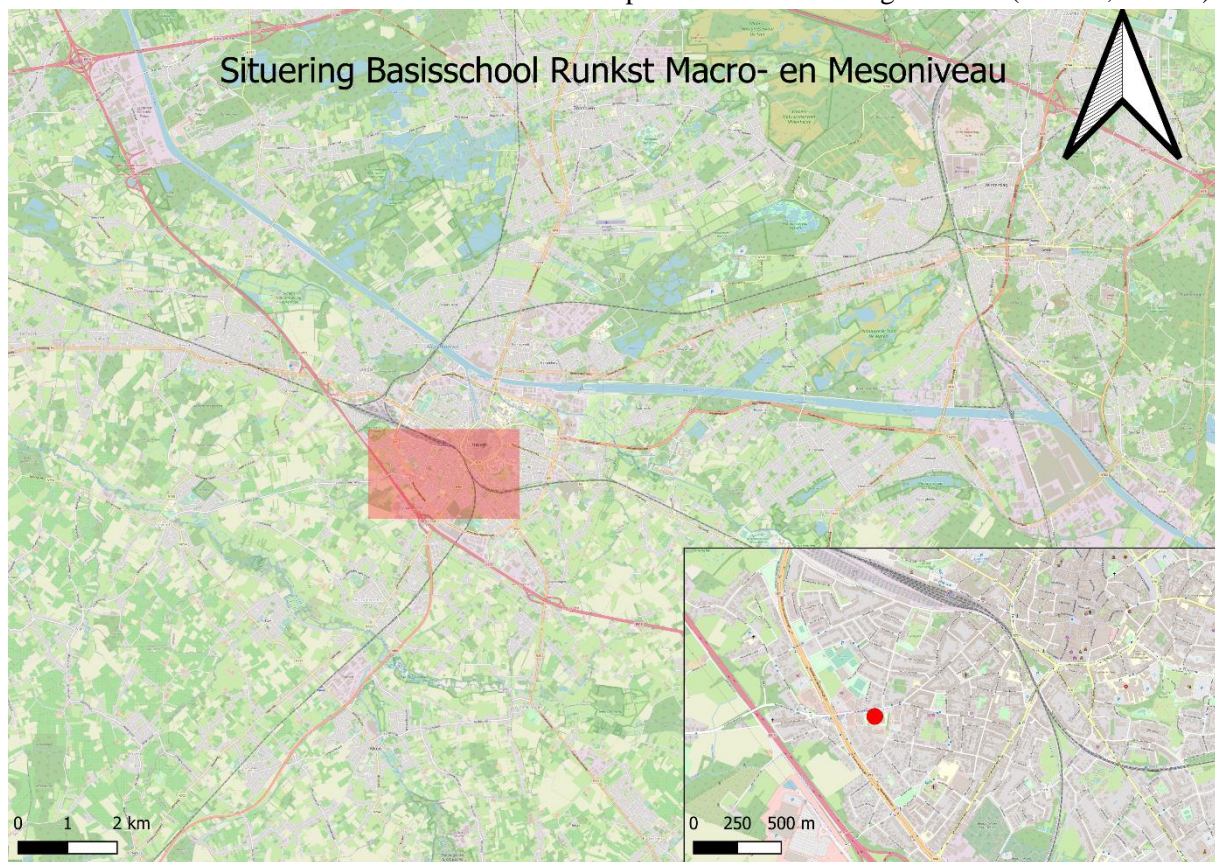


Figuur 3: Locatie palen high-5 Runkst

De nameting gebeurde ongeveer zeven weken na de implementatie van de maatregel. Dit kan erop wijzen dat de leerlingen nu gewoon zijn aan het kiezen voor een actieve verplaatsingsmodus naar school. Anderzijds is het mogelijk dat ze niet langer gemotiveerd zijn om moeite doen om te voet of met de fiets naar school te gaan aangezien de funfactor niet meer een dergelijk grote rol speelt als kort na de implementatie van de High-Five maatregel. Daarnaast gebeurde de nameting ook eind oktober, wanneer de leerlingen mogelijk meer voor het gemotoriseerd verkeer kiezen aangezien de weersomstandigheden mogelijk niet meer ideaal zijn om op een actieve manier naar school te gaan.

5.2.2 Situering Runkst

Eén van de Hasseltse scholen die mocht werken met dit project is Basisschool de Puzzel in deelgemeente Runkst. In het schooljaar 2021-2022 telde deze school 256 inschrijvingen (Vlaanderen, 2023). Basisschool de Puzzel is dus gelegen in Hasselt, de hoofdstad van de Belgische Provincie Limburg (Figuur 4). Binnen Hasselt is deze basisschool gelegen in stadsdeel Runkst, ten zuidwesten van het stadscentrum zoals zichtbaar is op onderstaande Figuur 4 (Hasselt, 2023).



Figuur 4: Situering Basisschool de Puzzel Macro en Mesoniveau

Basisschool de Puzzel is gelegen aan de Runkstersteenweg, nabij een woonzorgcentrum, enkele winkels en groothandelszaken. De locatie van de school is aangeduid met het rode bolletje op Figuur 5.



Figuur 5: Situering Basisschool de Puzzel Microniveau

Om aan dataverzameling te doen in de schoolomgeving van basisschool de Puzzel op de Runkstersteenweg te Hasselt, werden er voor- en na de implementatie van het High-Five project dronevluchten uitgevoerd. De voormeting vond plaats op 6 september 2022 en de nameting gebeurde op 27 oktober 2022. Op het moment van de metingen behoorde dit onderzoek niet tot deze masterproef. Om deze reden werden de onderzoeksmethode van deze omgeving niet beslist in het kader van de masterproef. Om dit onderzoek uit te voeren, wordt er enkel aan de slag gegaan met reeds verzamelde data. Deze data werden verkregen aan de hand van dronebeelden die opgenomen werden op bovenstaande momenten. De data van de voormeting werd ook reeds geanalyseerd, dus dit moest niet meer uitgebreid gebeuren in het kader van de masterproef werd deze data echter wel grondig nagekeken om de situatie goed te kunne begrijpen. Met de data van de nameting was er echter nog geen analyse gebeurd, dus dit gebeurde helemaal in het kader van deze masterthesis. Hierbij werd er wel rekening gehouden met de verzamelde data en analyses uit de voormeting.

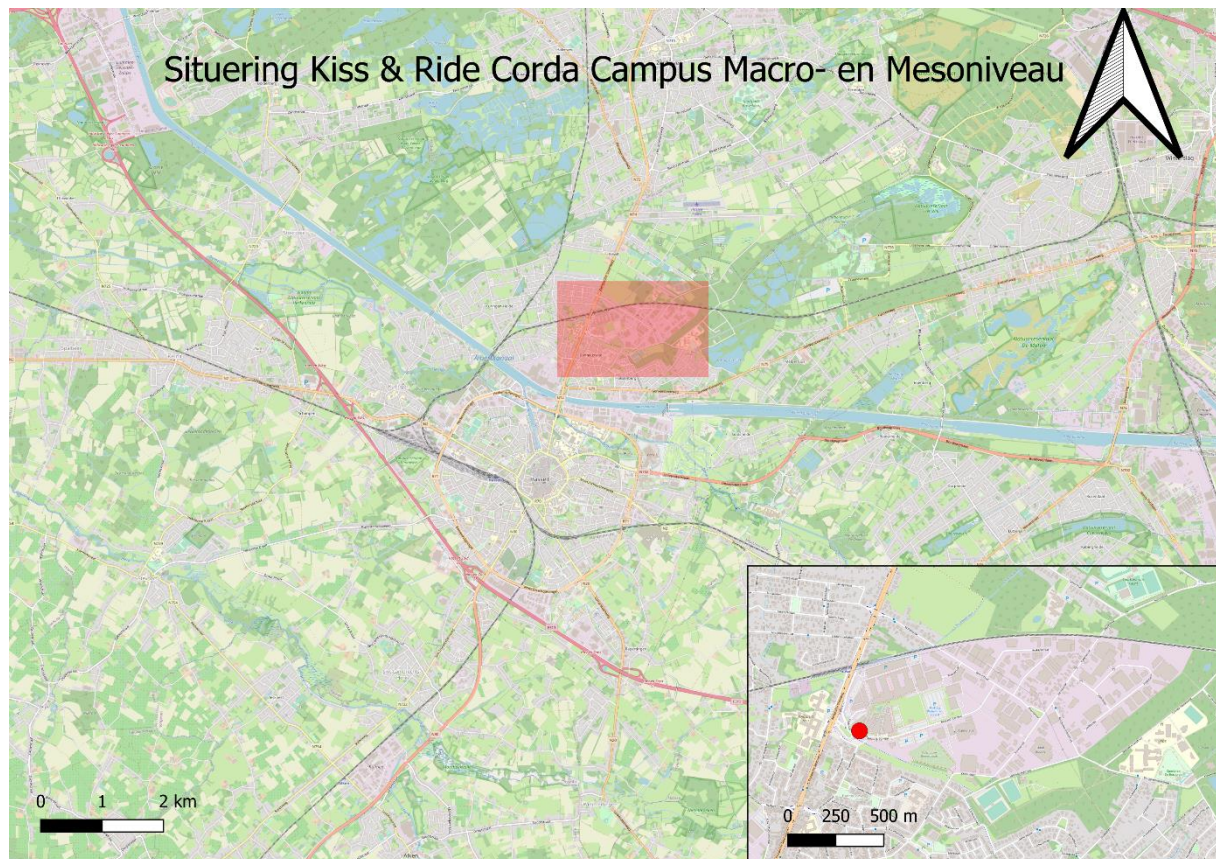
5.3 Onderzoeksmethode Corda Campus

5.3.1 Probleemstelling

Een andere locatie waar er een droneobservatie plaatsvindt, is de kiss & ride zone in Kiewit ter hoogte van de Corda Campus. Hier is de middelbare school Kindsheid Jesu gelegen en de leerlingen en hun ouders maken van deze kiss & ride veel gebruik zowel voor- als na schooltijd. Hier doet er zich een probleem voor, namelijk dat het gemotoriseerd verkeer en de actieve vervoersmodi zich mengen. Het gemotoriseerd verkeer kruist het fietspad en rijdt soms zelf over het fietspad om zich te parkeren. Na overleg met een mobiliteitsambtenaar van Stad Hasselt bleek dat het probleem zich voornamelijk op het einde van de schooldag voordoet, wanneer ouders zich op de kiss & ride zone parkeren en manoeuvreren op en over het fietspad, wat gevaarlijke interacties tussen gemotoriseerd verkeer en actieve weggebruikers teweegbrengt. De maatregel die hier genomen wordt, is het plaatsen van paaltjes om de bewegingen van het gemotoriseerd verkeer over het fietspad niet langer mogelijk te maken.

5.3.2 Situering Kiss & Ride Corda campus

Kiewit is gelegen in Hasselt, ten Noorden van het centrum. Dit is een tech-campus, die meer dan 250 bedrijven en 5000 werknemers huisvest (Corda Campus, 2023). Ten westen van de campus ligt de middelbare school Kindsheid Jesu (KJ), waar in 2019 ongeveer 1800 leerlingen les volgden (Casagrande, 2019). De rode stip op Figuur 6 en Figuur 7 geeft weer waar de kiss & ride zich bevindt. Deze is gelegen tussen de Corda Campus en een tunnel onder de Kempische Steenweg die KJ verbindt met de kiss & ride.



Figuur 6: Situering kiss & ride Kiewit Macro- en Mesoniveau



Figuur 7: Situering Kiss & Ride Kiewit Microniveau

De Kiss and Ride zone in Hasselt werd enkel geobserveerd op het einde van de schooldag, omdat er zich volgens het stadsbestuur van Hasselt dan de grootste problemen voordoen aangezien alle leerlingen en leerkrachten tegelijkertijd naar huis vertrekken. Op het begin van de schooldag vormt dit minder een probleem aangezien de leerlingen iets meer gespreid in de tijd aankomen en de ouders zich er niet langdurig parkeren om te wachten op de leerlingen. De voormeting vond plaats op donderdag 16 maart 2023. De nameting kon niet doorgaan aangezien de maatregelen niet uitgevoerd werden voor de uitwerking van deze masterproef.

Bij deze case wordt er gekeken naar conflicten tussen actieve weggebruikers en gemotoriseerd verkeer door gebruik te maken van de TTC en PET parameters. Ook worden de gevolgde trajecten per weggebruiker in kaart gebracht.

5.4 Onderzoeksmethode Maasmechelen

5.4.1 Probleemstelling

Een andere case waarrond er in de masterproef onderzoek gedaan wordt, is de aanleg van zebrapaden in de schoolomgeving van Basisschool de Mozaïek in Maasmechelen. In schoolomgevingen geldt er een (dynamisch) snelheidsregime van 30km/u en volgens de voorschriften van het Vlaams Vademecum Voetgangersvoorzieningen is het in deze gebieden niet nodig om zebrapaden aan te leggen. In schoolomgevingen wordt dit toch vaak gedaan omdat de voetgangers zo gestuurd worden naar een oversteekplaats. Het is namelijk verplicht om van een voetgangersoversteekplaats gebruik te maken wanneer een voetganger zich binnen de 30 meter van een zebrapad bevindt. In schoolomgevingen zorgt de aanwezigheid van zebrapaden er dan ook voor dat voetgangers niet overal de weg zullen oversteken. Door de grote voetgangersstroom die er in schoolomgevingen verwacht wordt is dit een goed aspect (Vlaamse Overheid, 2003). Op onderstaande Figuur 8 worden de locaties van de nieuwe zebrapaden aangeduid met de rode kader. Het zebrapad dat niet omkaderd is, was voor de observatie al aanwezig en behoort niet tot de getroffen maatregel.

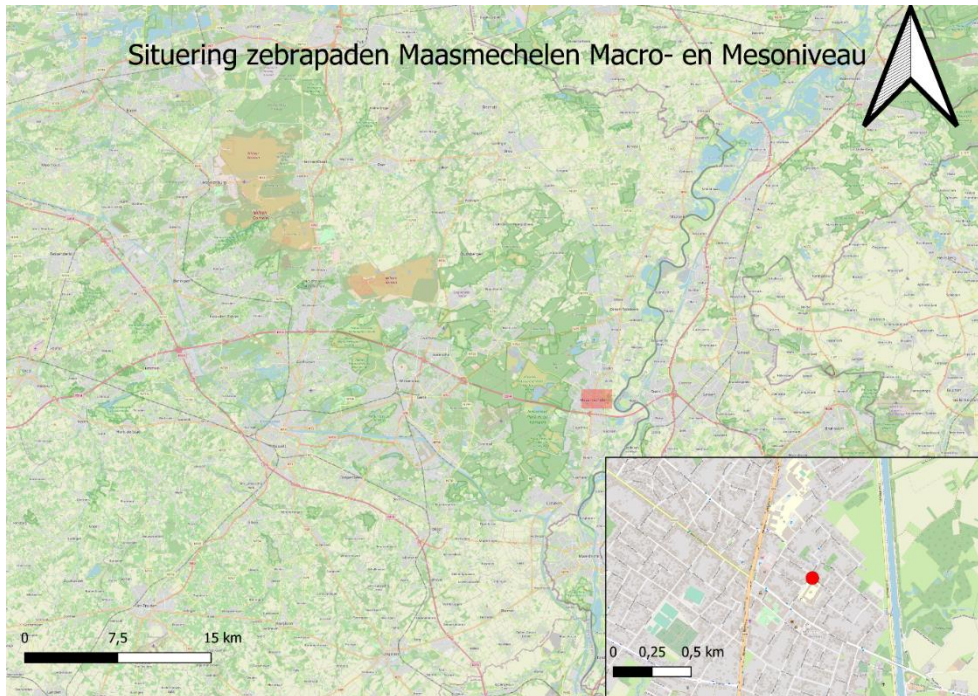
De nameting gebeurde een drietal weken na de aanleg van de zebrapaden. De zebrapaden werden kort voor de Paasvakantie aangelegd en de nameting gebeurde in de tweede week na deze Paasvakantie. Dit betekent dat de ouders en leerlingen enkele weken tijd hebben gekregen om aan de nieuwe situatie te wennen. Doordat er enkele weken tussen de implementatie en de observatie liggen, is het mogelijk dat de ouders en leerlingen de zebrapaden gebruiken omdat ze ondertussen weten dat ze aanwezig zijn. Anderzijds is het ook mogelijk dat ze teruggevallen zijn in hun oude gewoontes en niet langer gebruik maken van de nieuwe zebrapaden.



Figuur 8: Locatie van de zebrapaden in schoolomgeving Maasmechelen

5.4.2 Situering Basisschool de Mozaïek Maasmechelen

Basisschool de Mozaïek is gelegen in het centrum van Maasmechelen (Figuur 9). Dit is een Vlaamse gemeente gelegen aan de Maas, wat de grens vormt met Nederland. De school telde in het schooljaar 2021-2022 iets meer dan 600 leerlingen (Vlaanderen, 2023).



Figuur 9: Situering Zebrapaden Maasmechelen Macro- en Mesoniveau

De school is gelegen in de Oenselstraat en de Parklaan, waarbij de hoofdingang voor leerlingen ligt in de Oenselstraat. De rode stip op Figuur 10 geeft het kruispunt weer waar de extra zebrapaden worden aangelegd.



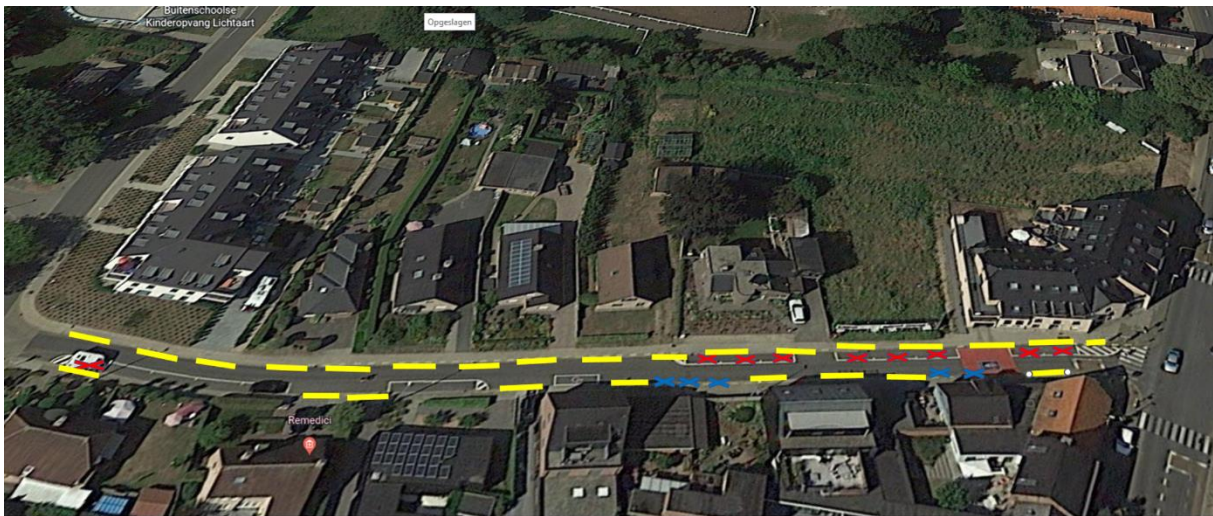
Figuur 10: Situering Zebrapaden Maasmechelen Microniveau

Het onderzoek in Maasmechelen zal net zoals bij de andere cases, bestaan uit een voor- en nameting. Tijdens de voormeting wordt het verkeer in de schoolomgeving in kaart gebracht. Deze voormeting vond plaats op donderdag 9 februari 2023, de nameting vond plaats op dinsdag 25 april. De observaties gebeurden telkens zowel bij de opening van de school en op het einde van de schooldag. In deze case wordt er gekeken of de looplijnen van de voetgangers veranderen door het aanbrengen van de zebrapaden. Anderzijds wordt er ook onderzocht of de snelheid van het gemotoriseerd verkeer verandert, zeker nabij het kruispunt met de zebrapaden (Figuur 10). Daarnaast wordt er gekeken naar de conflictpunten. De parameters die hierbij aan bod komen zijn de TTC en de PET.

5.5 Onderzoekmethode Lichtaart

5.5.1 Probleemstelling

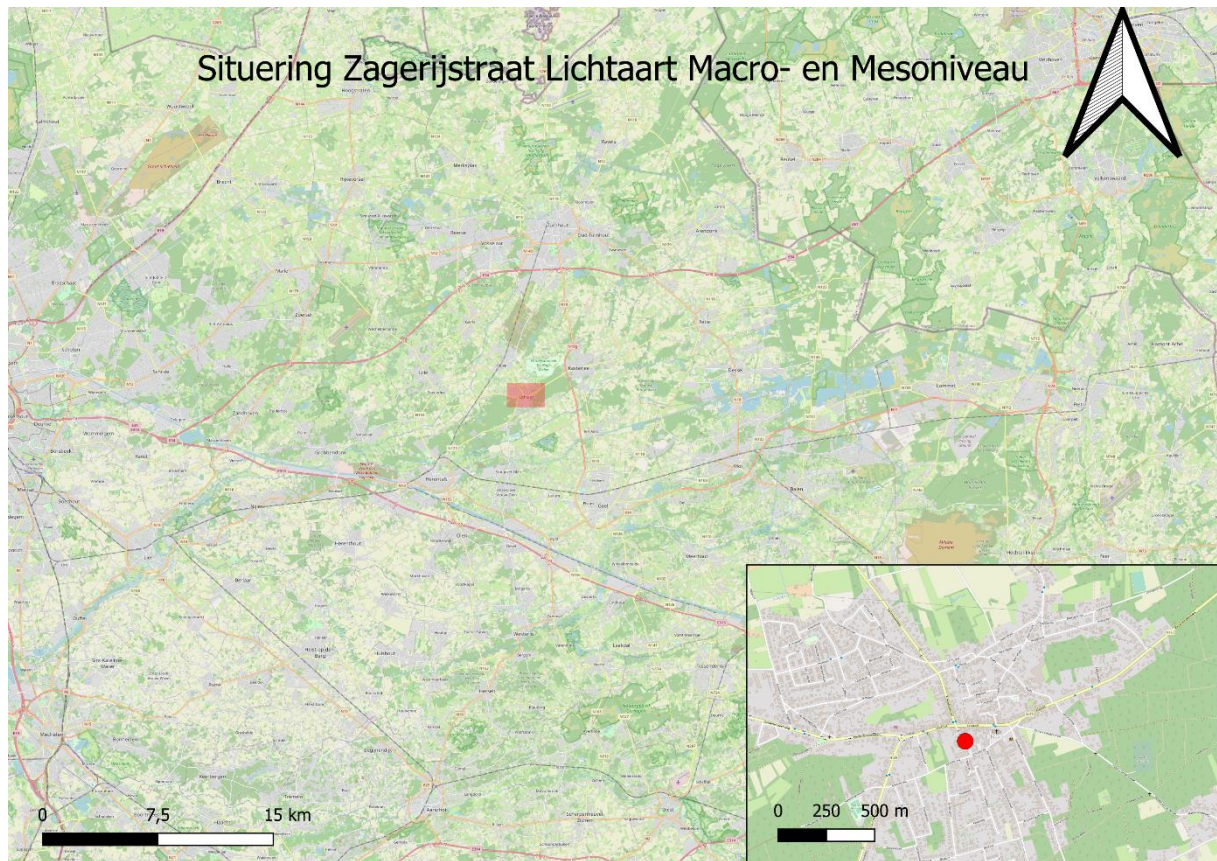
De laatste locatie waarop er in deze masterproef gefocust wordt is de Zagerijstraat in Lichtaart. Op deze locatie is het probleem dat dit een éénrichtingsstraat is voor het gemotoriseerd verkeer en deze tegelijkertijd ingericht is als fietsstraat waarbij fietsers zich in beide richtingen mogen verplaatsen. Er zijn ook parkeervakken aanwezig in deze straat, waardoor er nog minder ruimte op de weg overblijft. Volgens het gemeentebestuur blijft er vaak weinig plaats over voor fietsers die in tegengestelde richting ten opzichte van het gemotoriseerd verkeer rijden. Zeker ter hoogte van de verkeerslichten, aan het kruispunt met de Leistraat, is dit het geval wanneer het gemotoriseerd verkeer stilstaat tijdens het wachten op de groenfase. Om deze problematiek in beeld te brengen, werd er gewerkt met een observatie door middel van twee drones. Beide kruispunten van de Zagerijstraat werden hierbij in beeld gebracht, namelijk het kruispunt met de Schoolstraat in het zuiden van het onderzoeksgebied en het kruispunt met de Leistraat in het noorden van het onderzoeksgebied. De maatregel die er op deze locatie genomen wordt, is het verschuiven van de parkeervakken. Waar ze op dit moment afwisselend aan beide kanten van de weg gelegen zijn, zullen ze opgeschoven worden zodat ze enkel aan de oostzijde van de weg gelegen zijn, dus aan de rechterzijde in de rijrichting van het gemotoriseerd verkeer. Op onderstaande Figuur 11 worden de parkeervakken die verwijderd worden met rode kruisjes aangeduid. De locaties waar de nieuwe parkeervlakken aangebracht worden, worden weergegeven met blauwe kruisjes. De rode stip op Figuur 12 en Figuur 13 geeft de locatie van de Zagerijstraat weer.



Figuur 11: Maatregel Lichtaart

5.5.2 Situering Zagerijstraat Lichtaart

De Zagerijstraat is gelegen in het centrum van Lichtaart (Figuur 12). Dit is een deelgemeente van de Antwerpse gemeente Kasterlee.



Figuur 12: Situering Zagerijstraat Lichtaart Macro- en Mesoniveau

De Zagerijstraat vormt een verbinding tussen de Leistraat, wat een weg is voor doorgaand verkeer, en de Schoolstraat, waar een lagere school en een kinderdagverblijf op gelegen zijn. Ter hoogte van de rode stip op Figuur 13 heeft er tussen 1 januari 2014 en 20 maart 2020 één ongeval plaatsgevonden met gewonden. Het ging hierbij om een ongeval tussen twee auto's, verdere details zijn niet bekend (Accident Flanders Innoconnect, 2023).



Figuur 13: Situering Zagerijstraat Lichtaart Microniveau

De observatie van de voormeting werd wegens overmacht gesplitst over twee verschillende dagen (zie 6.4). De voormiddagmeting gebeurde op maandag 20 maart en de namiddagmeting vond plaats op maandag 27 maart. Bij de nameting vonden de voormiddag- en namiddagmeting wel op dezelfde dag plaats, namelijk vrijdag 28 april.

In dit onderzoek worden de trajecten van de actieve weggebruikers in kaart gebracht, waarbij de focus voornamelijk ligt op de fietsers. Daarnaast wordt er gekeken naar de snelheid van het gemotoriseerd verkeer en worden er aan de hand van de TTC en de PET parameters de gevaarlijke punten op deze weg in kaart gebracht.

6 Onderzoeksproces

6.1 Onderzoeksproces Runkst

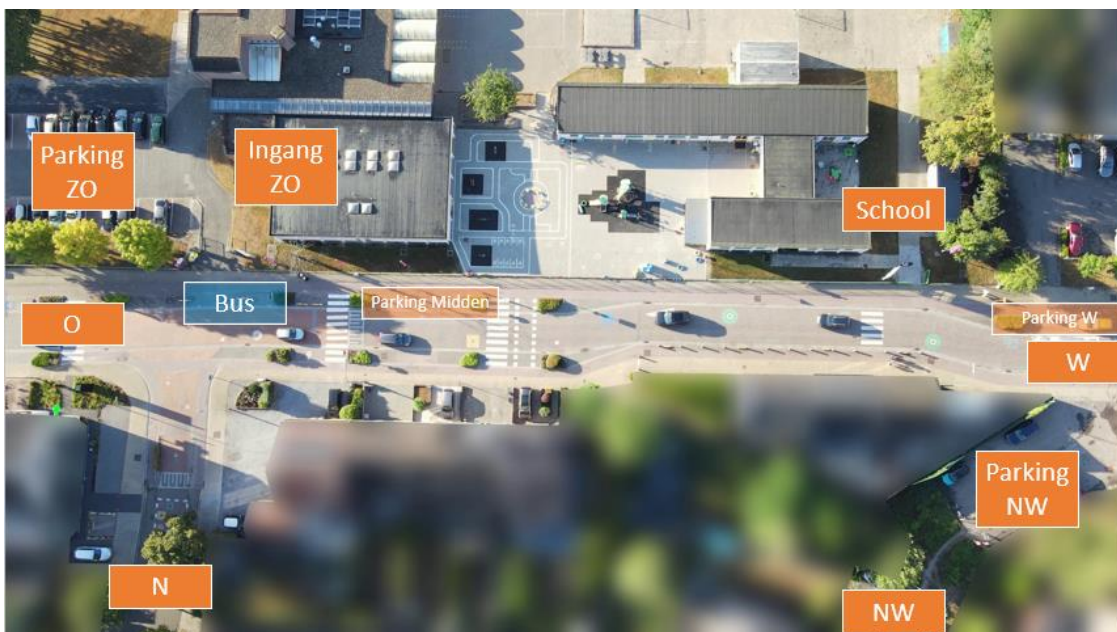
Het onderzoeksproces van de schoolomgeving in Runkst gebeurde in eerste instantie door het verkrijgen van de verzamelde beelden bij het begin en einde van de schooldag. De voormeting werd reeds geanalyseerd, dus deze analyse werd enkel nagekeken, ook om de situatie te kunnen begrijpen. Voor de nameting werden de video's gebruikt in de DataFromSky Viewer. De onderzoekers bekeken de beelden en vergelijken deze met de data die het softwareprogramma DataFromSky uit de beelden haalt. In de nameting werd er gewerkt met twee drones waardoor het onderzoeksgebied werd opgesplitst in twee delen, waardoor er vier video's in totaal waren.

Om te bekijken of de software een goede telling uitvoert, werd het beeld van de voormeting door onderzoekers bekeken en vergeleken met de tellingen die door DataFromSky gebeurden. Hieruit werd geconcludeerd dat de drone te hoog in de lucht hing om actieve weggebruikers te identificeren. Om deze reden wordt de nameting opgesplitst in twee beelden, verzameld door twee verschillende drones. Op deze manier konden de drones lager vliegen waardoor de software de actieve weggebruikers beter kon identificeren.

De beelden van de nameting worden opnieuw helemaal bekeken en vergeleken met de data uit DataFromSky. Hier worden dan de nodige aanpassingen gedaan om de geobserveerde weggebruikers zo juist mogelijk weer te geven en bijgevolg een accuraat beeld van de werkelijkheid te verkrijgen.

De getelde data en de geobserveerde data van DataFromSky worden met elkaar vergeleken om te weten te komen of de software een juiste analyse maakt van het verkeerssysteem in het onderzoeksgebied.

De analyse gebeurt per type weggebruiker om hierbij een makkelijke vergelijking te kunnen maken met hetzelfde type weggebruiker uit de voormeting. Er wordt gekeken naar de herkomst en bestemming van de verschillende weggebruikers. Op Figuur 14 staan de herkomst en bestemmingszones in het onderzoeksgebied aangeduid.



Figuur 14: HB-zones Runkst

Op onderstaande Figuur 15 staan de zones waarin de snelheden werden gemeten aangeduid. Zone A is gelegen op de Runkstersteenweg nabij de ingang van de leerlingen, B is de Runkstersteenweg voor de parking en ter hoogte van de Vredestraat, C is de Runkstersteenweg voor de ingang van het woonzorgcentrum. Als laatste is er nog zone D, dit is de Vredestraat vlak bij de Runkstersteenweg.



Figuur 15: Zones snelheidsmetingen Runkst

Aangezien de weersomstandigheden een belangrijke invloed kunnen hebben op het vervoerswijzegebruik is het belangrijk om ook deze te vermelden. Gedurende de voormeting, die plaats vond op 6 september 2022, tussen 8u00 en 9u00, bedroeg de temperatuur 16°C en viel er geen neerslag (Meteostat, 2023). De observatie tijdens de namiddag van de voormeting gebeurde tussen 15u00 en 16u00. Op dit moment bedroeg de temperatuur 27,8°C. Daarbij werd er geen neerslag gemeten (Meteostat, 2023). Deze cijfers zijn afkomstig van het meetstation in Diepenbeek, op ongeveer tien kilometer van de onderzoeklocatie, dus de effectieve waarden ter plaatse kunnen mogelijk een beetje verschillen. Deze weersomstandigheden zijn eerder goed, wat het gebruik van actieve verplaatsingsmodi stimuleert.

Op de dag van de nameting, 27 oktober 2022, was er tijdens de observatie aan het begin van de schooldag een temperatuur van 14°C en er was geen neerslag (Meteostat, 2023). Tijdens de namiddag tussen 15u00 en 16u00 werd er een temperatuur van 22,8°C gemeten en was er geen sprake van neerslag (Meteostat, 2023). Deze cijfers zijn afkomstig van het meetstation in Diepenbeek, op ongeveer tien kilometer van de schoolomgeving, dus de effectieve waarden ter plaatse kunnen mogelijk wat verschillen. Ook op dit moment waren de weersomstandigheden eerder gunstig voor actieve weggebruikers.

6.2 Onderzoeksproces Kiewit

De voormeting in Kiewit gebeurde op donderdag 16 maart 2023, tussen 15u20 en 15u50. Op dit moment lag de temperatuur tussen 12,9°C en 12,8°C en was er geen sprake van neerslag. In de ochtend was het op deze dag tussen 08u00 en 09u00 tussen de 5,5°C en 6,1°C en was er geen sprake van neerslag (Meteostat, 2023). De weersomstandigheden in de ochtend hebben mogelijk effect op de vervoerswijzekeuze naar school van de leerlingen. De weerdata over het weer zijn afkomstig van een weerstation in Diepenbeek, op 8km van de locatie waar de observatie gebeurde. Deze gegevens geven weer dat het in de ochtend eerder koud was, wat ervoor kan zorgen dat sommige leerlingen niet voor een actieve modus kiezen om zich naar school te verplaatsen.

Zoals eerder al vermeld werd, kon er geen nameting plaatsvinden.

6.3 Onderzoeksproces Maasmechelen

In Maasmechelen worden de snelheden van het gemotoriseerd verkeer over het gehele onderzoeksgebied geobserveerd. Er is voor deze methode gekozen omdat de zebrapaden over het gehele onderzoeksgebied verspreid liggen.

De voormeting in Maasmechelen vond plaats op donderdag 9 februari 2023. Tijdens de voormiddag werd er geobserveerd tussen 08u00 en 08u35, omdat de school in deze periode de poorten opent. Op dit moment was het tussen de $-3,7^{\circ}\text{C}$ en $-1,5^{\circ}\text{C}$ en was er geen sprake van neerslag (Meteostat, 2023). Op het moment van deze observatie was het dus redelijk koud, wat er op kan wijzen dat minder leerlingen met een actieve verplaatsingsmodus naar school zouden komen dan wanneer het wat warmer is. De weersgegevens zijn afkomstig van een meetstation bij de luchthaven van Maastricht, op 8km van Maasmechelen.

De voormeting van de namiddagsituatie in Maasmechelen gebeurde eveneens op 9 februari 2023. In deze periode werd er geobserveerd tussen 15u00 en 15u30, omdat de school sluit tijdens deze periode. Op het moment van observeren was het tussen de $8,6^{\circ}\text{C}$ en 8°C zonder enige neerslag (Meteostat, 2023). Deze data werden geobserveerd aan de luchthaven van Maastricht, op 8km van het onderzoeksgebied dus de effectieve waarden ter plaatse kunnen licht verschillen. Op dit moment waren de temperaturen dus eerder aangenaam en is het mogelijk dat er iets meer voor een duurzame modus wordt gekozen. Het merendeel van de leerlingen zal zich echter op dezelfde manier naar huis verplaatsen als hoe ze naar school zijn gekomen, maar mogelijk wordt er door enkelen gewandeld in plaats van met de auto naar huis te gaan.

Tijdens de nameting in Maasmechelen, op 25 april 2023, werd er een temperatuur tussen de $5,9^{\circ}\text{C}$ en $6,4^{\circ}\text{C}$ gemeten tussen 08u00 en 09u00 (Meteostat, 2023). Op dit moment was er geen neerslag, wat ten voordele komt van de actieve weggebruikers. De temperatuur was ook niet zeer koud, wat het gebruik van actieve modi kan stimuleren. Ook deze data zijn gemeten aan het meetstation bij de luchthaven van Maastricht, op 8km van het onderzoeksgebied.

De namiddagmeting van de nameting gebeurde ook op 25 april 2023, tussen 15u00 en 15u30. Op dit moment lag de temperatuur tussen de $9,1^{\circ}\text{C}$ en $9,5^{\circ}\text{C}$ en was er geen sprake van neerslag (Meteostat, 2023). Ook deze weersomstandigheden zijn interessant om voor actieve modi te kiezen om zich naar school te verplaatsen. Opnieuw werden deze gegevens geobserveerd door het meetstation aan de luchthaven van Maastricht op 8km van Maasmechelen.

6.4 Onderzoeksproces Lichtaart

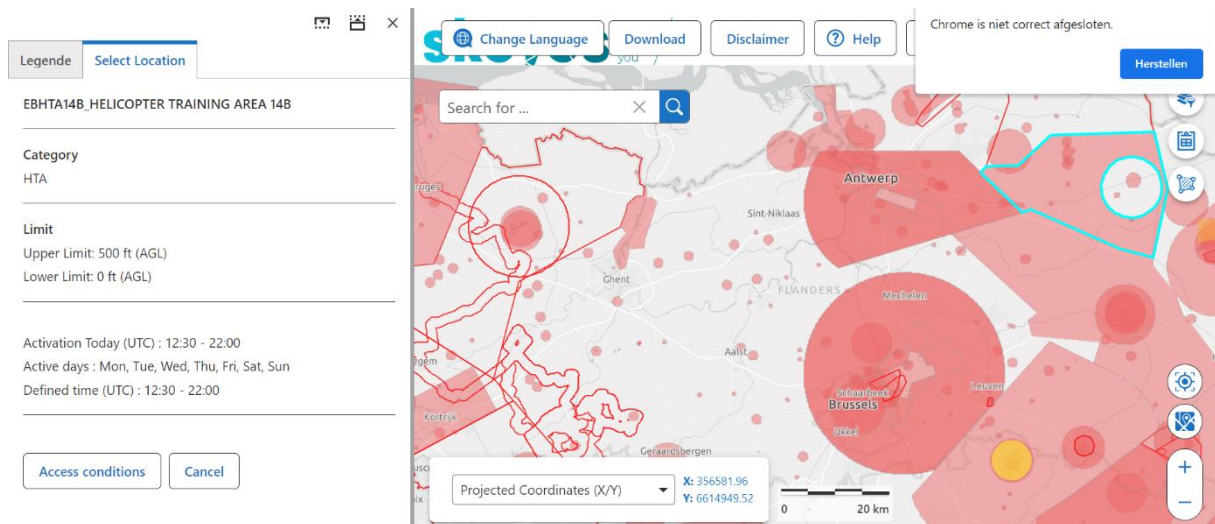
De snelheidsmeting van het geobserveerde gebied in Lichtaart gebeurde op twee locaties, telkens één per drone. Deze locaties waren in alle gevallen hetzelfde, namelijk op de locaties die oranje aangeduid zijn op onderstaande Figuur 16.



Figuur 16: Zones snelheidsmeting Lichteart

Tijdens de voormeting in de voormiddag op maandag 20 maart 2023 tussen 08u00 en 09u00 was het tussen de 5°C en 5,5°C, met geen gemeten neerslag (Meteostat, 2023) in Lichteart. Deze gegevens werden gemeten in Retie, op 8km van de locatie van de Zagerijstraat. Dit zijn eerder koude weersomstandigheden, wat ervoor kan zorgen dat mensen niet opteren om zich met de fiets te verplaatsen.

De voormeting gebeurde zowel in de voormiddag als in de namiddag, weliswaar op twee verschillende dagen. Normaalgezien was het ook de bedoeling op de namiddagmeting op dezelfde datum uit te voeren als de voormiddagmeting, maar wegens een laattijdig aangekondigde no-fly-zone, was dit niet mogelijk (Figuur 17) (Skeyes, 2023).



Figuur 17: No-fly Zone Lichteart 20 maart in de namiddag (Skeyes, 2023)

De observatie in de namiddag die voor de voormeting diende, vond bijgevolg plaats op maandag 27 maart 2023 tussen 15u00 en 16u00, een week na de voormeting van de voormiddagsituatie. Op dit moment was het bij de Zagerijstraat in Lichteart tussen de 7,7°C en 7,8°C en was er geen neerslag (Meteostat, 2023). Er was echter wel kans op buien op die dag. Deze weersomstandigheden, met voornamelijk het oog op de mogelijke neerslag, zijn niet ideaal om fietsen of wandelen te bevorderen.

Er was op het moment van de namiddagobservatie redelijk wat wind, namelijk een gemiddelde windsnelheid van 23km/u (Meteostat, 2023). Echter waren er windstoten tot 40km/u. Hierdoor zijn de dronebeelden minder stabiel en bijgevolg kan dit een beperking voor de dataverzameling vormen.

De nameting in lichteart vond plaats op vrijdag 28 april 2023. Gedurende de voormiddag, tussen 08u00 en 09u00, bedroeg de temperatuur 10,7°C. Er was op dat moment een windsnelheid van 10,8km/u (Meteostat, 2023). Op het moment van de meting was er geen neerslag, echter viel kort hiervoor wel neerslag, wat mogelijk de vervoerswijzekeuze kan beïnvloeden.

Bij de namiddagmeting op vrijdag 28 april, tussen 15u00 en 16u00 bedroeg de temperatuur 16,4°C en was er een neerslag van 0,2mm verdeeld over dat uur. De windsnelheid bedroeg 23,4km/u (Meteostat, 2023). De aanwezige neerslag kan betekenen dat er niet voor actieve verplaatsingsmodi gekozen wordt.

De gegevens over het weer in Lichteart zijn telkens afkomstig van een meetstation in Retie, op 8km van de geobserveerde locatie (Meteostat, 2023).

7 Dataverzameling en analyse

7.1 Runkst

7.1.1 Voormeting

Om het effect van de maatregel in Runkst na te gaan, namelijk het high-5 project, wordt de modal split en de herkomst en bestemming van de verschillende type weggebruikers geanalyseerd.

7.1.1.1 Modal Split voormiddag

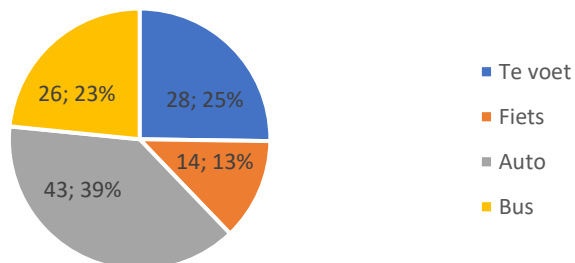
Onderstaande Tabel 1 toont de modal split van kinderen naar de school. Hierbij handelt het zich om een benaderende telling aangezien er gewerkt wordt met enkele aannames. Voetgangers komen namelijk vaker van buiten beeld, wat niet betekent dat deze als hoofdvervoerswijze te voet naar school komen. Voetgangers die vanuit het westen het onderzoeksgebied binnenkomen, worden geteld als personen die met de auto naar school komen. Dit is te verantwoorden aangezien er aan deze kant geen woongebied is, maar er wel verschillende parkings van winkels gelegen zijn. Daarnaast wordt er een correctie gedaan met betrekking tot de ouders die hun kinderen afzetten aan de school.

Op Figuur 18 staat weergegeven hoe de modal split tijdens de ochtendspits verdeeld is voor het schoolgaand verkeer van Basisschool de Puzzel in Runkst.

Tabel 1: Voormeting modal split schoolgaand verkeer in de voormiddag

Vervoerswijzen lln. naar school	Te voet	Fiets	Auto	Bus
N	3	5		
O	16	1		
W		6	24	
NW	9	2		
Parking NW			10	
Parking ZO			9	
Bus				26

Vervoerswijze van de leerlingen naar school (benaderende telling) voormeting



Figuur 18: Voormeting modal split schoolgaand verkeer voormiddag

7.1.1.2 Modal split namiddag

Net zoals eerder aangehaald is de modal split een benadering omdat er gewerkt wordt met aannames om deze te bepalen. Dezelfde aannames als in de voormiddag gelden bij de meting van de namiddag, namelijk dat alle voetgangers die in westelijke richting het gebied verlaten, geteld worden als personen die zich met de auto verplaatsen. Ten westen van de school is er namelijk geen woongebied aanwezig, maar wel enkele parkings van winkels die daar gelegen zijn.

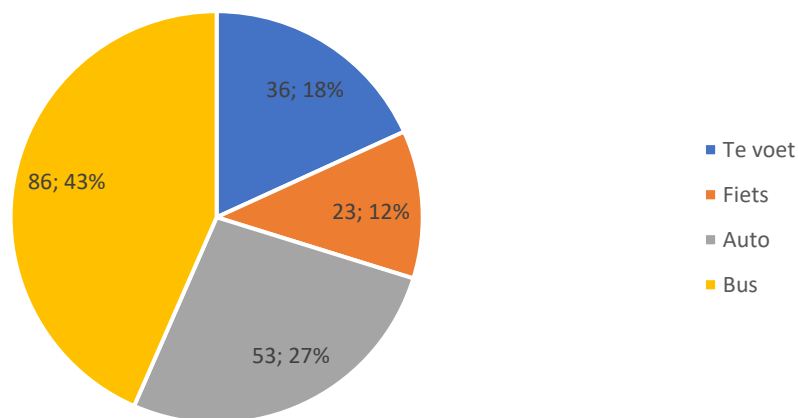
De modal split op het einde van de schooldag staat weergegeven op Tabel 2, samen met de informatie vanuit welke richting ze zich verplaatsen. De richting waarin de weggebruikers met vervoersmodus “bus” zich verplaatsen, wordt aangegeven als “bus” omdat deze waarschijnlijk een vaste route volgt. Er wordt gekozen om ook bus te kiezen als herkomst, aangezien hier overgegaan wordt naar verplaatsingen te voet.

Op Figuur 19 staat de verdeling van de modal split zoals gemeten op het einde van de schooldag van de voormeting, weergegeven.

Tabel 2: Voormeting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag

Vervoerswijzen lln. weg van school	Te voet	Fiets	Auto	Bus
N	7	4		
O	21	7		
W		9	8	
School		0		
NW	8	3		
Parking NW			18	
Parking ZO			15	
Ingang ZO			0	
Parking Midden			3	
Parking W			9	
Bus				86

Vervoerswijze van de leerlingen weg van school (benaderende telling)



Figuur 19: Voormeting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag

7.1.1.3 Herkomst en bestemming voormiddag

7.1.1.3.1 Voetgangers

In onderstaande Tabel 3 kan het aantal voetgangers per uur worden afgelezen op basis van herkomst en bestemming. De bovenste rij geeft weer waar de voetgangers vandaan komen de eerste kolom geeft aan in welke richting ze het onderzoeksgebied verlaten. Er dient wel vermeld te worden dat er gedurende deze meting in de voormiddag 31 minuten en 51 seconden lang werd geobserveerd. In de tabel staan de cijfers per uur weergegeven, zodat dit ook in de verdere analyse kan worden gebruikt. Door de gegevens om te rekenen naar één uur wordt de data makkelijker te veralgemenen. De cellen waar geen gegevens in staan, werden tijdens deze periode niet geobserveerd. Dit wil niet zeggen dat deze route nooit gevolgd wordt.

Tabel 3: Voormeting aantal voetgangers per uur in de voormiddag

Voetgangers #/uur	N	O	W	School	NW	Parking NW	Parking ZO	Ingang ZO	Parking Midden	Parking W
N		3,8	1,9	11,3						
O	18,8		7,5	50,6			9,4			
W		7,5		63,8			1,9			
School	5,6	20,6	18,8		9,4	9,4			1,9	9,4
NW				26,3						
Parking NW				28,1						
Parking ZO	86,3	9,4						16,9		
Bus								48,8		

7.1.1.3.2 Fietsers

In onderstaande Tabel 4 staat het aantal fietsers per uur in een herkomst-bestemmingsmatrix weergegeven. Ook hier geeft de bovenste rij de herkomst aan en duidt de eerste kolom om de bestemming in het onderzoeksgebied. Net zoals het geval was bij de voetgangers, worden deze cijfers verkregen door de gefilmde periode, namelijk 31 minuten en 51 seconden, om te zetten naar gegevens per uur.

Tabel 4: Voormeting aantal fietsers per uur in de voormiddag

Fietsers #/uur	N	O	W	School
N		13,1	3,8	9,4
O	20,6		33,8	1,9
W	5,6	43,1		11,3
School			1,9	
NW				3,8

7.1.1.3.3 Gemotoriseerd verkeer

Tabel 5 geeft weer hoeveel motorvoertuigen er per uur het onderzoeksgebied doorkruisen. Hierbij geeft de bovenste rij de herkomst weer en duidt de eerste kolom op de bestemming. Deze waarden zijn op uurbasis en werden verkregen door de waarden tijdens de observatie van 31 minuten en 51 seconden om te zetten naar één uur.

Tabel 5: Voormeting aantal motorvoertuigen per uur in de voormiddag

Gemotoriseerd verkeer #/uur	N	O	W	Parking NW	Parking ZO	Parking WZC
N		37,5	45	3,8		
O	28,1	1,9	95,6	1,9		
W	35,6	153,8		3,8	9,4	5,6
Parking NW	1,9	1,9				

7.1.1.4 Herkomst en bestemming namiddag

7.1.1.4.1 Voetgangers

In onderstaande Tabel 6 staat het aantal voetgangers per uur op basis van herkomst en bestemming weergegeven voor de geobserveerde periode in de namiddag van de voormeting. De bovenste rij geeft aan waar de voetgangers vandaan komen en de eerste kolom geeft aan wat de bestemming is binnen het onderzoeksgebied. Opnieuw zijn deze gegevens omgezet naar voetgangers per uur, welke verkregen worden door de geobserveerde periode van één uur twee minuten en drie seconden om te zetten naar waardes per uur.

Tabel 6: Voormeting aantal voetgangers per uur in de namiddag

Voetgangers #/uur	N	O	W	School	NW	Parking NW	Parking ZO	Ingang ZO	Parking Midden	Parking W	Bus
N		4,8	1	1			1	16,5			
O	3,9		7,7	9,7							
W		8,7		11,6	1						
School	7,7	30	19,4		8,7	22,3				8,7	
NW			1,9	1							
Parking NW				4,8							
Parking ZO	2,9	2,9	1,9	1							
Ingang ZO							14,5		2,9		83,2

7.1.1.4.2 Fietsers

In Tabel 7 staat het aantal fietsers per uur in de namiddag van de voormeting weergegeven. Hieruit valt ook de herkomst en bestemming af te lezen, respectievelijk in de bovenste rij en in de eerste kolom. Deze data zijn omgerekend naar waardes per uur, gebaseerd op de geobserveerde periode van één uur twee minuten en drie seconden.

Tabel 7: Voormeting aantal fietsers per uur in de namiddag

Fietsers #/uur	N	O	W	School	NW
N		11,6	11,6	1,9	
O	15,5		74,5	1	1
W	2,9	59		2,9	3,9
School	3,9	6,8	8,7		2,9
NW			2,9		
Parking ZO			1,9		

7.1.1.4.3 Gemotoriseerd verkeer

In onderstaande Tabel 8 staat het aantal gemotoriseerde voertuigen weergegeven op basis van herkomst en bestemming. De eerste rij geeft de herkomst weer en de eerste kolom duidt op de bestemming van deze weggebruikers. Deze cijfers zijn omgezet naar aantal voertuigen per uur op basis van de geobserveerde periode van één uur twee minuten en drie seconden tijdens de namiddag van de voormeting.

Tabel 8: Voormeting aantal motorvoertuigen per uur in de namiddag

Gemotoriseerd verkeer #/uur	N	O	W	Parking NW	Parking WZC
N	1	28,1	27,1		
O	25,2	1,9	117,1	1,9	
W	49,4	141,3	6,8	3,9	2,9
Parking NW			1,9		
Parking ZO			1		

7.1.1.4.4 Snelheden

Naast de herkomst-bestemming en de modal split wordt er in de analyse ook gekeken naar de snelheden van het gemotoriseerd verkeer (Tabel 9). Tijdens de voormeting valt op dat de gemiddelde snelheden nergens veel hoger liggen dan de toegestane 30km/u. De maximumsnelheid wordt niet apart besproken omdat dit mogelijk uitschieters zijn. De V85 is echter wel interessant, want dit geeft aan welke snelheid 85% van het gemotoriseerd verkeer niet overschrijdt. Voor de ingang van de leerlingen is deze V85 redelijk hoog, namelijk 39,7km/u in de voormiddag en 38,4km/u in de namiddag. Ook

voor het woonzorgcentrum ligt de V85 snelheid redelijk hoog met 39,8km/u in de voormiddag en 39km/u in de namiddag. Op de andere twee locaties, namelijk voor de ingang van de zuidoostelijke parking en op de Vredestraat, net voor het kruispunt met de Runkstersteenweg, is de V85 niet zo hoog. Op de Runkstersteenweg aan de zuidoostelijke parking ligt de V85 wel hoger dan de toegestane 30km/u, maar dit verschil is redelijk klein met een verschil van 12,7% in de voormiddag en 13% in de namiddag. In absolute cijfers bedraagt dit dan respectievelijk een V85-snelheid van 33,8km/u en 33,9km/u.

Tabel 9: Voormeting snelheden gemotoriseerd verkeer

VM= voormiddag	Gemiddelde snelheden (km/u)		max gem.snelheid (km/u)		V85 (km/u)	
	VM	NM	VM	NM	VM	NM
Runkstersteenweg - recht stuk nabij ingang leerlingen	30,6	30,8	55	52,9	39,7	38,4
Runkstersteenweg - voor ingang parking ZO	23,1	23,7	44,7	48,2	33,8	33,9
Runkstersteenweg - voor ingang WZC	29,9	30,6	54,4	54,7	39,8	39
Vredestraat	19,6	20,2	30,3	35,9	24,9	26,1

7.1.2 Nameting

De nameting gebeurde met twee drones die op hetzelfde moment filmden. De ene drone observeerde de oostelijke kant van het onderzoeksgebied en de andere drone observeerde de westelijke kant van het onderzoeksgebied. Verder in het rapport zullen deze het oostelijke en het westelijke beeld genoemd worden. Deze informatie is enkel belangrijk bij de analyse van de herkomst en bestemming van de verschillende weggebruikers.

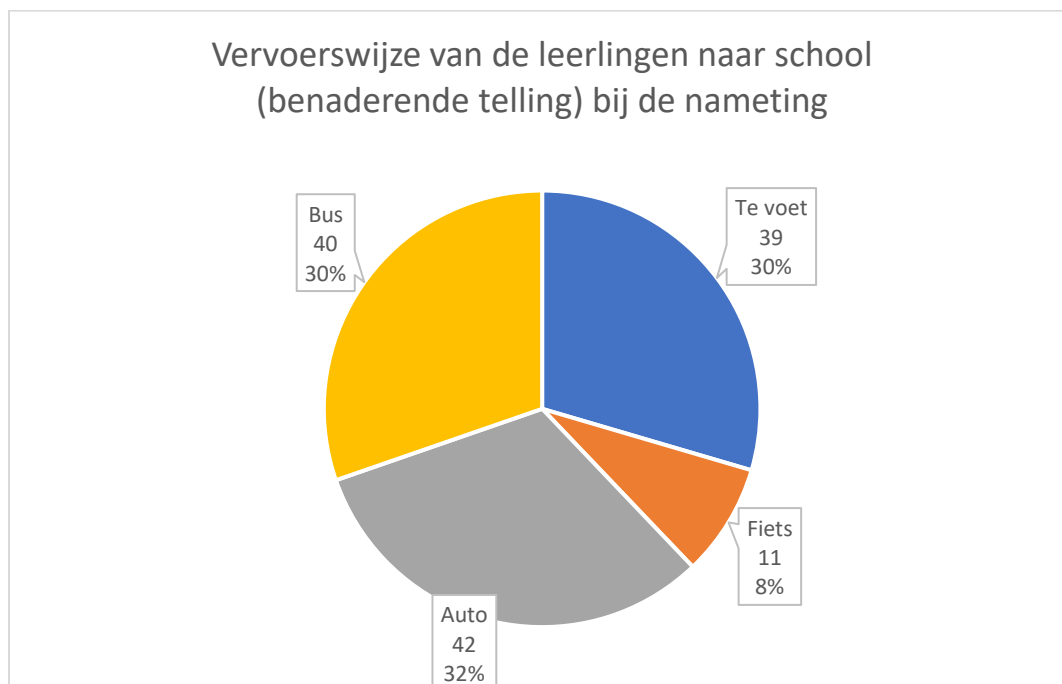
7.1.2.1 Modal Split voormiddag

In onderstaande Tabel 10 wordt de modal split van het schoolgaand verkeer weergegeven. Deze gegevens hebben betrekking tot de observatie van de voormiddag bij de nameting. Er wordt enkel gekeken naar de weggebruikers die zich naar school verplaatsen en ook daar blijven. De ouders die hun kinderen afzetten, worden dus niet meegeteld. Net zoals bij de voormeting gaat het hier over een benaderende telling. Er wordt met dezelfde assumptie gewerkt, namelijk dat de voetgangers die uit het westen komen met de auto als hoofdvervoersmiddel naar school toe komen. Ten westen van Basisschool de Puzzel is er namelijk geen woongebied aanwezig, maar zijn er wel enkele grote parkings van winkels gelegen.

Figuur 20 geeft de verdeling van de modal split weer tijdens de voormiddag van de nameting.

Tabel 10: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de voormiddag

Vervoerswijzen lln. naar school	Te voet	Fiets	Auto	Bus
O	37	9		
W	2	2	6	
Parking NW			24	
Parking ZO			10	
Parking W			2	
Bus				40



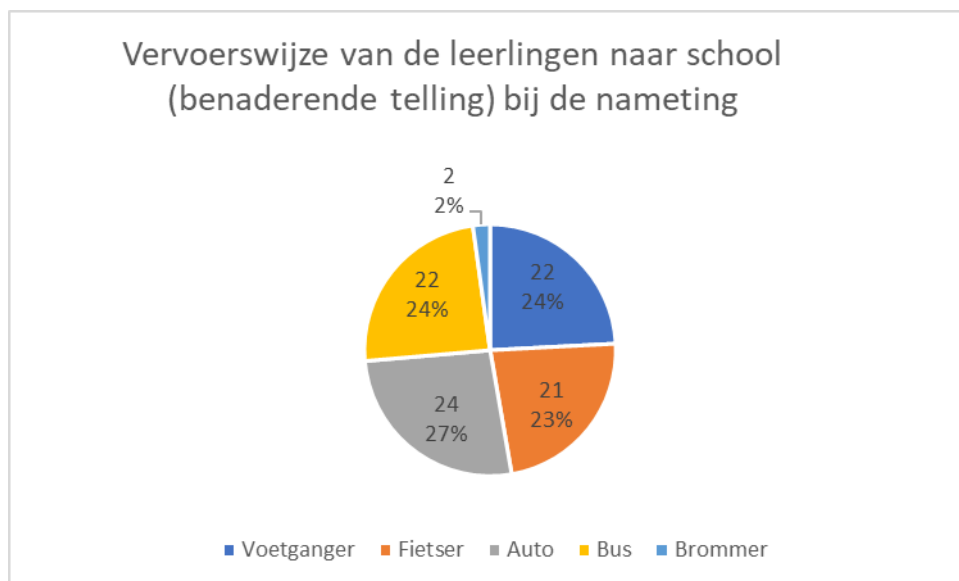
Figuur 20: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de voormiddag

7.1.2.2 Modal split namiddag

Tabel 11 geeft de modal split van het schoolgaand verkeer op het einde van de schooldag weer. In deze tabel wordt ook aangegeven in welke richting de desbetreffende weggebruiker het onderzoeksgebied verlaat. Er valt op dat er ongeveer evenveel leerlingen te voet, met de fiets, met de auto en met de bus weggaan van school. De leerlingen die te voet de school verlaten, verplaatsen zich allemaal naar het oosten. De leerlingen die met de fiets de school verlaten gaan ook voornamelijk naar het oosten en de leerlingen met de auto gaan voornamelijk naar de parking ten noordwesten van de school. Op Figuur 21 staat de modal split weergegeven.

Tabel 11: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag

Vervoerswijze lln. weg van school	Te voet	Fiets	Auto	Brommer	Bus
O	22	13			
W		4	7	2	
Parking NW		1	16		
Parking ZO		1			
Parking WZC			1		
Bus					22



Figuur 21: Nameting modal split schoolgaand verkeer in de namiddag

7.1.2.3 Herkomst en bestemming voormiddag

7.1.2.3.1 Voetgangers

In onderstaande Tabel 12 staat het aantal voetgangers per uur op basis van herkomst en bestemming weergegeven. De bovenste rij geeft aan vanwaar de weggebruikers het onderzoeksgebied betreden en de eerste kolom geeft aan wat de bestemming binnen het onderzoeksgebied is. Deze cijfers komen tot stand door de getelde cijfers tijdens de observatie van 22 minuten en 12 seconden om te rekenen naar de waarde per uur. Deze Tabel 12 heeft betrekking tot het oostelijke deel van het onderzoeksgebied.

Tabel 12: Nameting aantal voetgangers per uur in de voormiddag (beeld oost)

Voetgangers #/uur	N	O	W	Ingang ZO	Parking Midden
N		2,7	32,4		2,7
O	10,8		64,84	5,5	
W	5,4	35,1			
Parking ZO	2,7			27	
Bus				108,1	
Parking Midden	2,7				

In Tabel 13 staat het aantal voetgangers op basis van herkomst en bestemming weergegeven tijdens de voormiddag van de nameting. De herkomst en bestemming zijn respectievelijk terug te vinden in de bovenste rij en de eerste kolom van de tabel. Deze tabel heeft, in tegenstelling tot Tabel 12, betrekking tot het westelijke deel van het onderzoeksgebied. De gegevens zijn opnieuw omgerekend naar cijfers per uur door de geobserveerde periode van 22 minuten en 12 seconden om te rekenen naar waarden per uur.

Tabel 13: Nameting aantal voetgangers per uur in de voormiddag (beeld west)

Voetgangers #/uur	School	O	W	Parking Noordwest	Parking West
W	27	2,7	8,1		
O	72,9	18,9			
School		10,8	18,9	5,4	8,1
Parking Noordwest	45,9			29,7	
Parking West	10,8				2,7

7.1.2.3.2 Fietsers

In Tabel 14 wordt het aantal fietsers per uur weergegeven in een herkomst-bestemmingsmatrix. De herkomst staat af te lezen in de bovenste rij en de bestemming staat weergegeven in de eerste kolom. Deze tabel geeft het aantal fietsers aan dat op basis van de observatie tijdens de nameting, die 22 minuten en 12 seconden duurde, per uur het gebied doorkruist met deze herkomst en bestemming. Dit betreft de data afkomstig van de observatie van de drone die het oostelijke deel van het onderzoeksgebied heeft geobserveerd.

Tabel 14: Nameting aantal fietsers per uur in de voormiddag (beeld oost)

Fietsers #/uur	N	O	W	Ingang ZO	Parking Midden
N		5,4	13,5		2,7
O	6,7		37,8	5,5	
W	8,1	64,8		2,7	
Parking ZO				5,4	

Net zoals in Tabel 14 beschrijft Tabel 15 het aantal fietsers per uur op basis van herkomst en bestemming, maar dan voor het westelijke deel van het onderzoeksgebied.

Tabel 15: Nameting aantal fietsers per uur in de voormiddag (beeld west)

Fietsers #/uur	School	O	W
W	2,7	64,8	
O	13,5	5,4	35,1
Parking Noordwest	2,7		

7.1.2.3.3 Gemotoriseerd verkeer

Tabel 16 beschrijft het aantal gemotoriseerd verkeer op basis van herkomst en bestemming tijdens de voormiddag van de nameting. De herkomst staat aangegeven in de eerste rij en de bestemming binnen het onderzoeksgebied staat aangegeven door de eerste kolom. Deze cijfers zijn opnieuw de geobserveerde cijfers van 22 minuten en 12 seconden die omgerekend zijn naar waardes per uur. Deze gegevens bespreken de observatie van het oostelijke deel van het onderzoeksgebied.

Tabel 16: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de voormiddag (beeld oost)

Gemotoriseerd verkeer #/uur	N	O	W	Ingang ZO	Parking Midden
N		35,1	59,4		
O	29,7		183,7		2,7
W	54	216	2,7	5,4	
Parking Zo			2,7		

Tabel 17 heeft betrekking tot het aantal gemotoriseerd verkeer per uur in het westelijke deel van het onderzoeksgebied. Hierbij is de herkomst en bestemming af te lezen, respectievelijk in de bovenste rij en in de eerste kolom. Deze waarden worden verkregen door de observatie van 22 minuten en 12 seconden om te rekenen naar waarden per uur.

Tabel 17: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de voormiddag (beeld west)

Gemotoriseerd verkeer #/uur	School	O	W	Parking Noordwest	WZC
W		256,7	2,7	2,7	2,7
O		13,5	216	2,7	2,7
Parking NW	8,1	2,7			
Parking West		2,7	5,4		
WZC			2,7		

7.1.2.4 Herkomst en bestemming namiddag

7.1.2.4.1 Voetgangers

In onderstaande Tabel 18 staat het aantal voetgangers per uur op basis van herkomst en bestemming tijdens de observatie in de namiddag van de nameting weergegeven. De herkomst van de voetgangers valt af te lezen uit de bovenste rij van de tabel en de bestemming binnen het onderzoeksgebied staat aangeduid in de eerste kolom. Opnieuw worden deze cijfers verkregen door de geobserveerde hoeveelheid voetgangers om te zetten naar de waarde per uur. Dit getal wordt verkregen door de geobserveerde waarden tijdens de meting van 40 minuten en 29 seconden om te tellen naar waarden per uur. Deze Tabel 18 beschrijft de gegevens uit het oostelijke deel van het onderzoeksgebied.

Tabel 18: Nameting aantal voetgangers per uur in de namiddag (beeld oost)

Voetgangers #/uur	N	O	W	Parking ZO	Ingang ZO	Bus	Parking Midden
N	3	7,5	6				3
O	10,4		11,9			6	
W	17,9	46,2					
Bus	1,49				1,49		
Parking Midden	1,49						
Ingang ZO			1,49	19,4		32,8	

Voor het westelijke deel van het onderzoeksgebied staan deze gegevens aangeduid op Tabel 19.

Tabel 19: Nameting aantal voetgangers per uur in de namiddag (beeld west)

Voetgangers #/uur	School	O	W	Parking Noordwest	Parking West	Parking WZC
School	16,3	48,8		32,56	5,92	1,48
W	4,44	13,32	2,96			2,96
O	14,8		16,28			
Parking NW	4,44		1,48			1,48
Parking West	8,88					
Parking WZC		1,48				1,48

7.1.2.4.2 Fietsers

In Tabel 20 wordt op basis van herkomst en bestemming het aantal fietsers per uur weergegeven. De herkomst staat in de bovenste rij weergegeven en de bestemming staat in de eerste kolom. Deze waarden worden verkregen op basis van de observatie van 40 minuten en 22 seconden en deze gegevens om te rekenen naar één uur. Tabel 20 heeft betrekking tot het oostelijke deel van het onderzoeksgebied.

Tabel 20: Nameting aantal fietsers per uur in de namiddag (beeld oost)

Fietsers #/uur	N	O	W	Ingang ZO
N	1,49	7,5	3	
O	8,9		34,27	
W	43,2	16,4		1,49
Ingang ZO	1,49			

Dezelfde gegevens voor de fietsers in het westelijke deel van het onderzoeksgebied staan weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21: Nameting aantal fietsers per uur in de namiddag (beeld west)

Fietsers #/uur	School	O	W	Parking Noordwest	Parking WZC
School		19,2	4,4	3	
W		37		3	
O			35,5		4,4
Parking NW	1,5				

7.1.2.4.3 Gemotoriseerd verkeer

Op onderstaande Tabel 22 staat het aantal gemotoriseerd verkeer per uur in het oostelijke deel van het onderzoeksgebied op basis van herkomst en bestemming weergegeven. De eerste rij geeft de herkomst van het gemotoriseerd verkeer weer en de eerste kolom duidt op de bestemming binnen het onderzoeksgebied. Deze waarden zijn per uur en werden verkregen door de geobserveerde waarden van de dronevlucht van 40 minuten en 22 seconden om te tellen naar waarden per uur.

Tabel 22: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de namiddag (beeld oost)

Gemotoriseerd verkeer #/uur	N	O	W	Parking ZO
N		49,2	43,2	1,5
O	29,8		181,8	1,5
W	5,7	259,3	1,5	
Parking Zo			1,5	
Parking Midden		1,5		

De gegevens over het gemotoriseerd verkeer per uur op basis van herkomst en bestemming voor het westelijke deel van het onderzoeksgebied staan weergegeven op onderstaande Tabel 23.

Tabel 23: Nameting aantal motorvoertuigen per uur in de namiddag (beeld west)

Gemotoriseerd verkeer #/uur	School	O	W	Parking Noordwest	Parking West	Parking WZC
School		1,48	2,96			
W		260,48	2,96			
O			223,5	1,48	1,48	1,48
Parking NW	2,96		8,9			
Parking West		1,48	4,4			
Parking WZC		1,48	2,96			

7.1.2.5 Snelheden

In Tabel 24 kunnen de snelheden van het gemotoriseerd verkeer op vier verschillende locaties in het onderzoeksgebied teruggevonden worden. Deze snelheidszones staan reeds vermeld op Figuur 15. De gemiddelde snelheid ligt overal redelijk ver onder de toegestane 30km/u in dit gebied. De V85 snelheid, dus de snelheid die 85% van het gemotoriseerd verkeer niet overschrijdt, ligt op de Runkstersteenweg zowel voor de ingang van de school en voor het woonzorgcentrum wat hoger dan de toegestane 30km/u. In deze analyse wordt er ook gekeken naar hoeveel procent van het gemotoriseerd verkeer sneller rijdt dan de toegestane snelheid. Voor de ingang van de school is dit zowel in de voormiddag als namiddag ongeveer 30% van het gemotoriseerd verkeer. Voor de ingang van de zuidoostelijke parking is dit in de voormiddag het geval voor 1,8% en in de namiddag 16,1%

van het gemotoriseerd verkeer. Voor het woonzorgcentrum is het grootste percentage van gemotoriseerd verkeer dat sneller rijdt dan de toegestane snelheid terug te vinden, met in de voormiddag 33% en in de namiddag 41,2% van het gemotoriseerd verkeer. Op de Vredestraat is dit een klein aandeel met in de voormiddag 10% van het gemotoriseerd verkeer dat zich niet aan het snelheidsregime houdt. In de namiddag werd de snelheid altijd gerespecteerd op de Vredestraat.

Tabel 24: Nameting snelheden gemotoriseerd verkeer

VM= voormiddag	Gemiddelde snelheden (km/u)		max gem.snelheid (km/u)		V85 (km/u)		harder dan 30km/u (%)	
	VM	NM	VM	NM	VM	NM	VM	NM
Runkstersteenweg - recht stuk nabij ingang leerlingen	24,4	26,6	44,6	50,5	33,8	33,9	29	30,8
Runkstersteenweg - voor ingang parking ZO	19,9	20,9	31,8	40,6	23,6	30,5	1,8	16,1
Runkstersteenweg - voor ingang WZC	24,9	27,5	48,6	50,35	33,9	36,6	33	41,2
Vredestraat	18,0	17,9	40,4	29,3	28,1	23,3	10	0

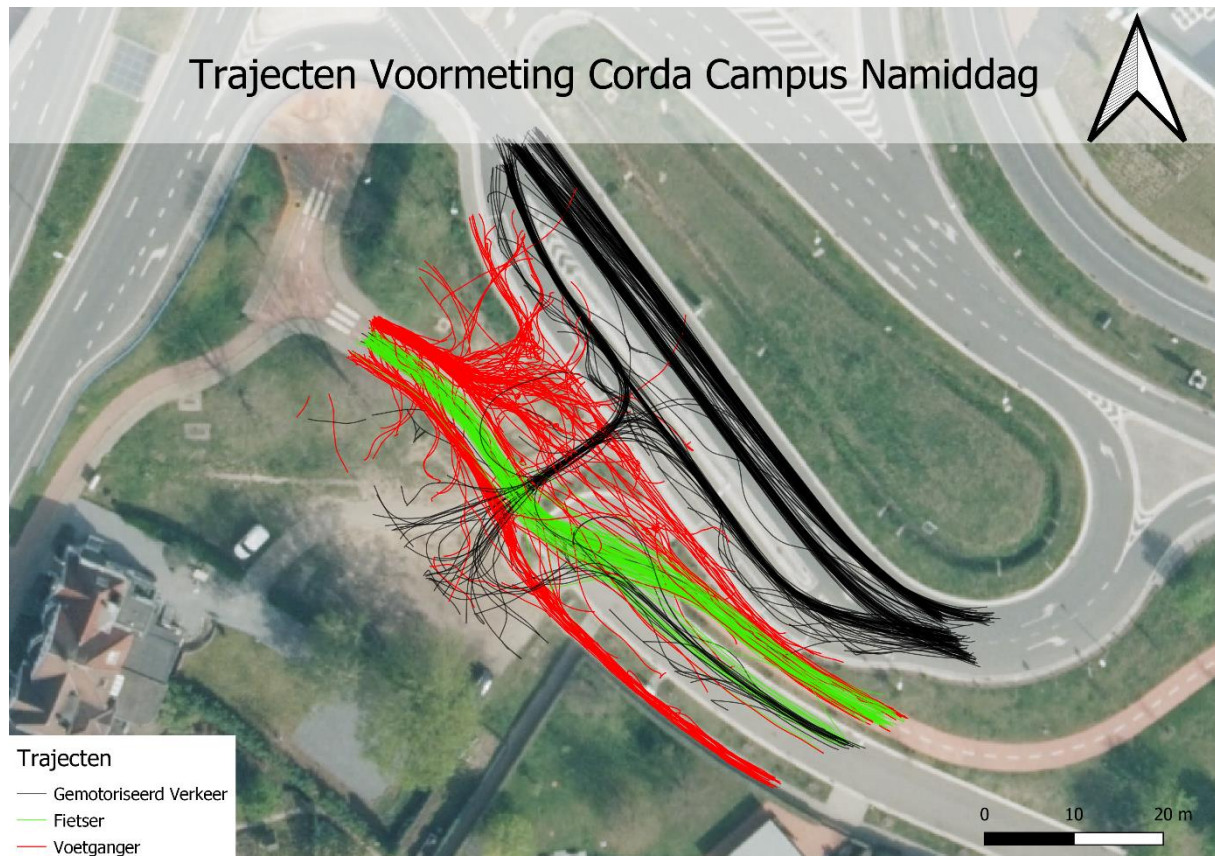
7.2 Corda Campus

7.2.1 Voormeting

7.2.1.1 Trajecten

Kijkende naar de trajecten (Figuur 22), valt op dat er een heleboel kruisingen zijn tussen voetgangers/fietsers en gemotoriseerd verkeer. Er dient wel genuanceerd te worden dat niet ieder lijntje een unieke weggebruiker is. Doordat voertuigen soms uit het beeld van de camera reden en later hier terug in dit gebied reden, worden deze gezien als twee voertuigen.

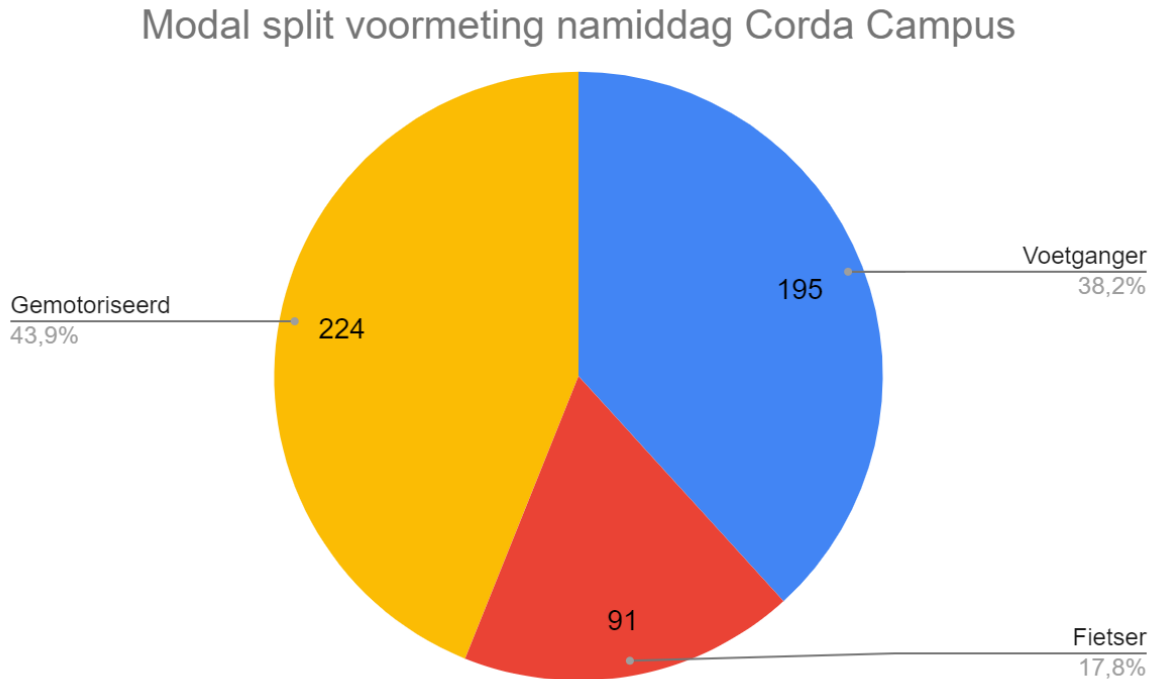
Op onderstaande Figuur 22 valt dit moeilijk af te leiden, maar wanneer er in detail naar de beelden wordt gekeken, valt ook op dat verschillende wagens over het fietspad rijden, om zo op de weg te komen. Gedurende de observatie, was het ook zo dat er soms weggebruikers hun snelheid abrupt moesten verlagen om ongevallen te vermijden. Deze zullen later aan bod komen. Bovendien maakt deze figuur duidelijk dat fietsers zich over het algemeen goed over het fietspad verplaatsen en voetgangers voornamelijk langs het fietspad wandelen. Hier is dus een duidelijke verdeling van de betreffende posities in dit gebied. De lijnen die de gevolgde trajecten van het gemotoriseerd verkeer aangeven, duiden soms op verkeer dat zich niet verplaatst zoals toegestaan, zoals bijvoorbeeld over het fietspad of over de berm rijden.



Figuur 22: Trajecten Voormeting Corda Campus Namiddag

7.2.1.2 Modal split

De modal split van de voormeting aan de Corda Campus wordt weergegeven op onderstaande Figuur 23. Hieruit blijkt dat 43,9% van het verkeer in het onderzoeksgebied gecategoriseerd wordt als gemotoriseerd verkeer. Daarnaast is 38,2% van al het verkeer voetganger en de resterende 17,8% zijn fietsers. Tijdens de observatie van 34 minuten en 28 seconden resulteert dit in 224 gemotoriseerde voertuigen, 195 voetgangers en 91 fietsers.



Figuur 23: Modal split voormeting namiddag Corda Campus

7.2.1.3 Snelheid

Aangezien het op het moment van de observatie druk was in het gebied, werd gekozen om de snelheid niet op een figuur weer te geven. Er was geen mogelijkheid om sneller te rijden dan de snelheidslimiet, omwille van de drukte.

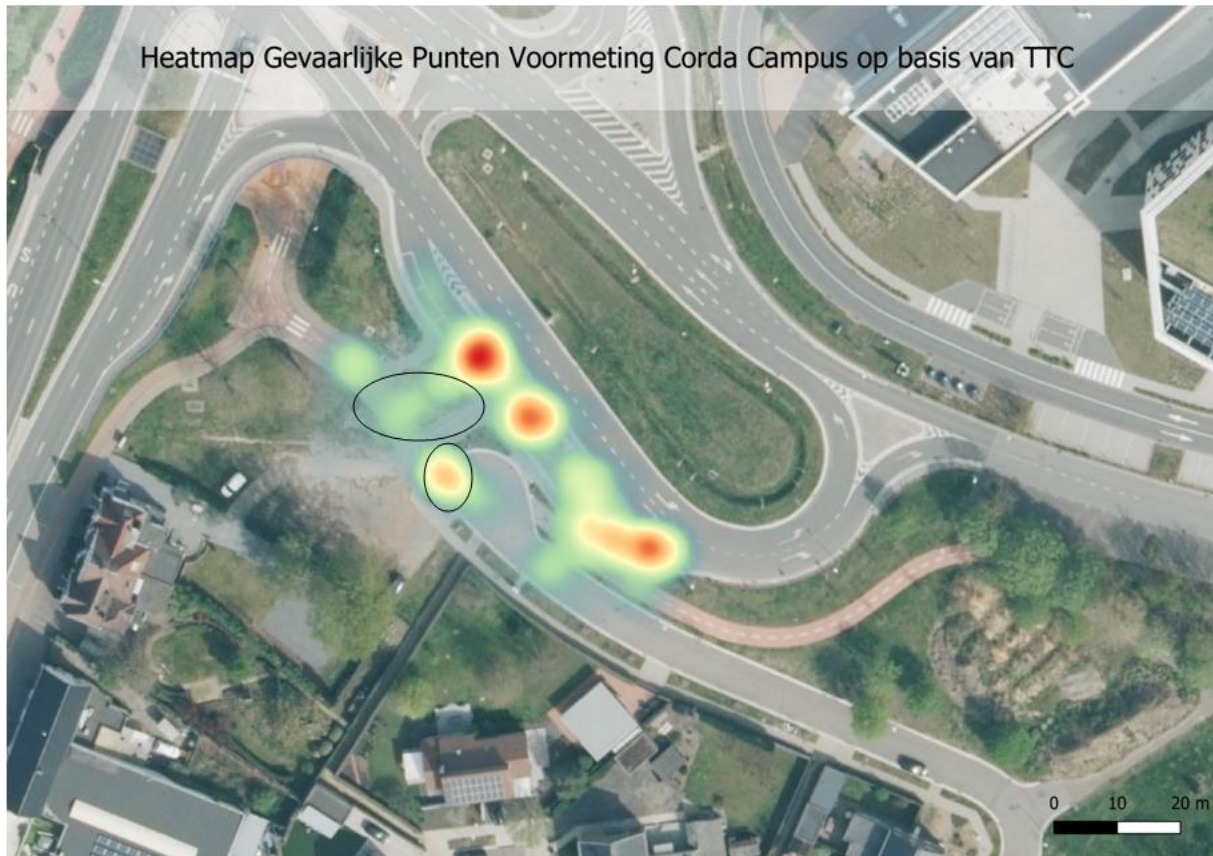
7.2.1.4 TTC

Kijkende naar de TTC-parameter, kunnen er na visuele controle enkele gevaarlijke punten worden gedefinieerd (Figuur 24). De meeste gevaarlijke situaties waarbij actieve weggebruikers in aanraking komen met gemotoriseerd verkeer, vinden plaats ter hoogte van de kiss & ride. Dit zijn voornamelijk voetgangers die tussen geparkeerde en langzaam rijdende auto's wandelen. Doordat de concentratie aan gemotoriseerd verkeer relatief hoog is, is de overzichtelijkheid voor voetgangers (en fietsers) niet optimaal. Daarnaast is er ook nog een hoge concentratie aan gevaarlijke situaties op basis van de TTC-parameter ter hoogte van de kruising met de doorgaande weg en de K&R zone. Dit zijn allemaal interacties tussen gemotoriseerd verkeer.

Twee andere punten die relatief gevaarlijk zijn, zijn aangeduid met de zwarte cirkels op onderstaande Figuur 24. Dit zijn locaties, waar fietsers rechtdoor rijden en gezien kunnen worden als doorgaand verkeer van west naar oost. Tegelijkertijd zijn er echter ook auto's die parkeren op het grasveld, of op de weg in het zuidoosten van het onderzoeksgebied. Doordat deze auto's hier moeten graven, kruisen

deze het fietspad. In enkele extreme gevallen waren er zelfs wagens die het fietspad gebruikten als uitrit, waardoor fietsers sterk gehinderd worden.

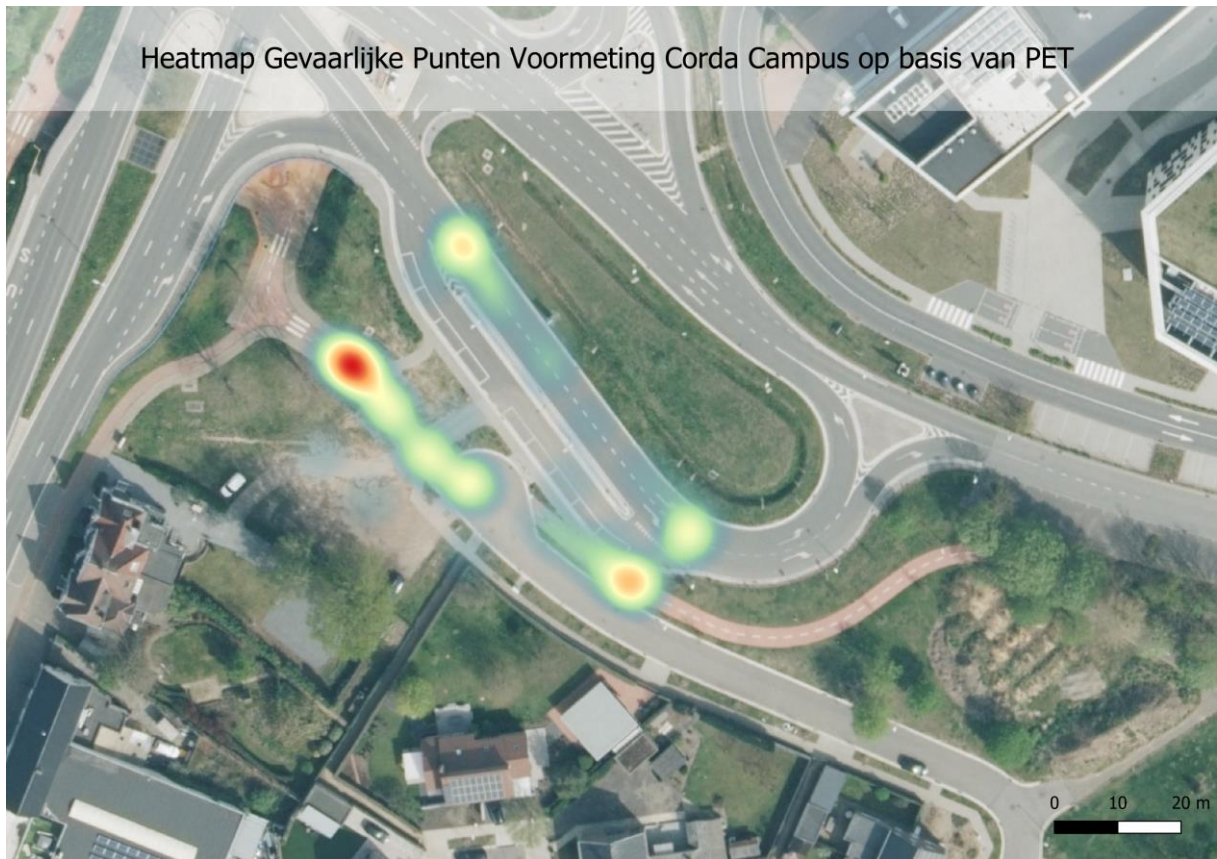
De ernst van deze gevaarlijke punten is relatief klein. Dit komt door het feit dat de snelheden van het gemotoriseerd verkeer zeer laag liggen wegens de drukte. Om deze reden werd ervoor gekozen om enkel te kijken naar de locatie van de gevaarlijke punten, zonder onderscheid te maken op basis van ernst.



Figuur 24: Heatmap Gevaarlijke Punten Voormeting Corda Campus op basis van TTC

7.2.1.5 PET

Op basis van de PET parameter kunnen ook enkele gevaarlijke punten worden teruggevonden (Figuur 25). Hieruit blijkt dat vooral het fietspad en de in- en uitvoegstrook van de kiss & ride als gevaarlijk kunnen worden beschouwd. Al dient er wel vermeld te worden dat de interacties op het fietspad voornamelijk plaatsvinden tussen fietsers en voetgangers. Bij geval van conflict zal de ernst dus beperkt blijven, ook omwille van de lage snelheden. De conflicten op de fietspaden zijn dan ook vooral te wijten aan voetgangers die het fietspad oversteken. De conflicten op de in- en uitvoegstrook van K&R gebeuren bij onderlinge interacties van het gemotoriseerd verkeer. Ook hier ligt de snelheid weer laag, wat ervoor zorgt dat de ernst van mogelijke conflicten eerder klein is.



Figuur 25: Heatmap gevaarlijke punten voormeting Corda Campus op basis van PET

7.2.2 Nameting

Omwille van het feit dat deze interventie plaats heeft gevonden op 30 mei 2023, was er geen ruimte binnen deze masterproef om de nameting nog uit te voeren en te analyseren.

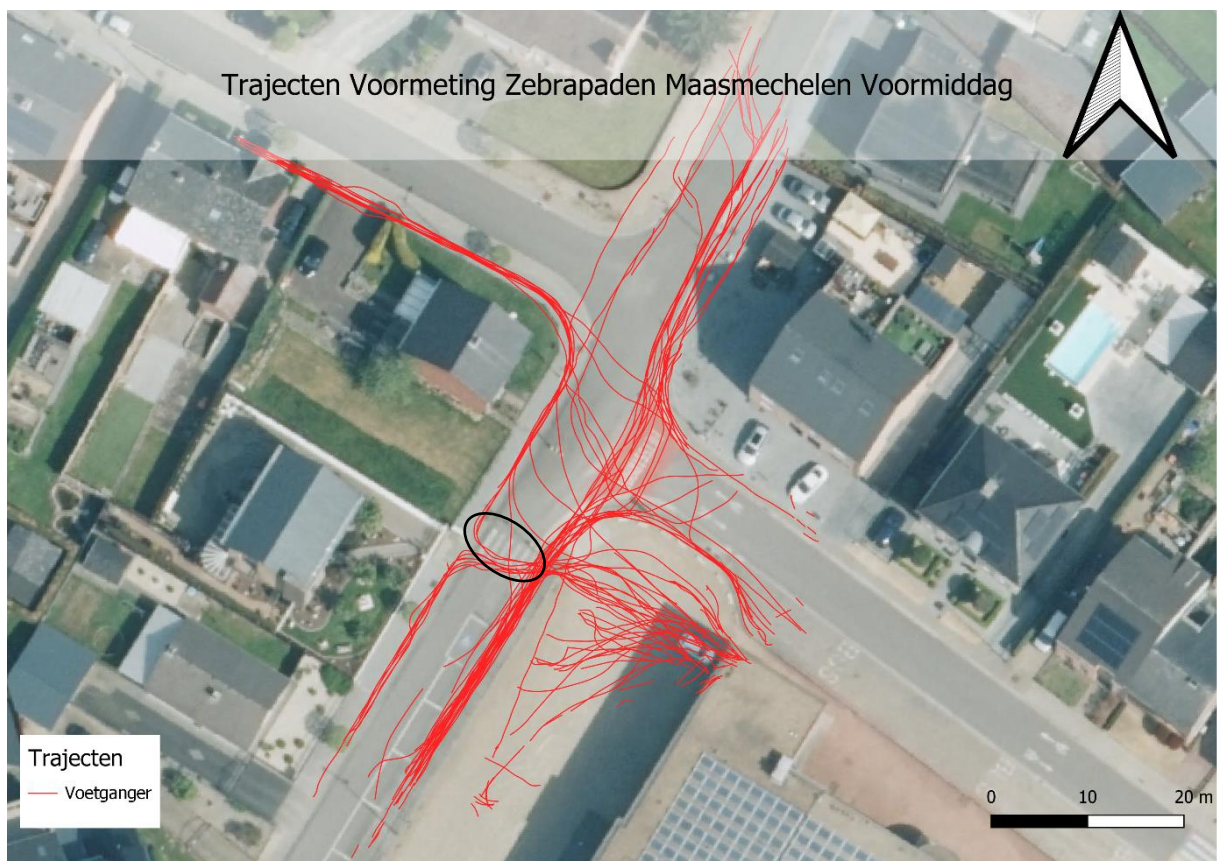
7.3 Maasmechelen

7.3.1 Voormeting

7.3.1.1 Trajecten voormiddag

De looplijnen kunnen aantonen hoe de gevolgde trajecten in het onderzoeksgebied gaan. In deze case zijn enkel de voetgangers interessant aangezien het gaat over de aanleg van zebrapaden en enkel dit type weggebruiker van de zebrapaden gebruik mag maken. Om deze reden wordt het gemotoriseerd verkeer en de fietsers niet meegenomen op onderstaande Figuur 26.

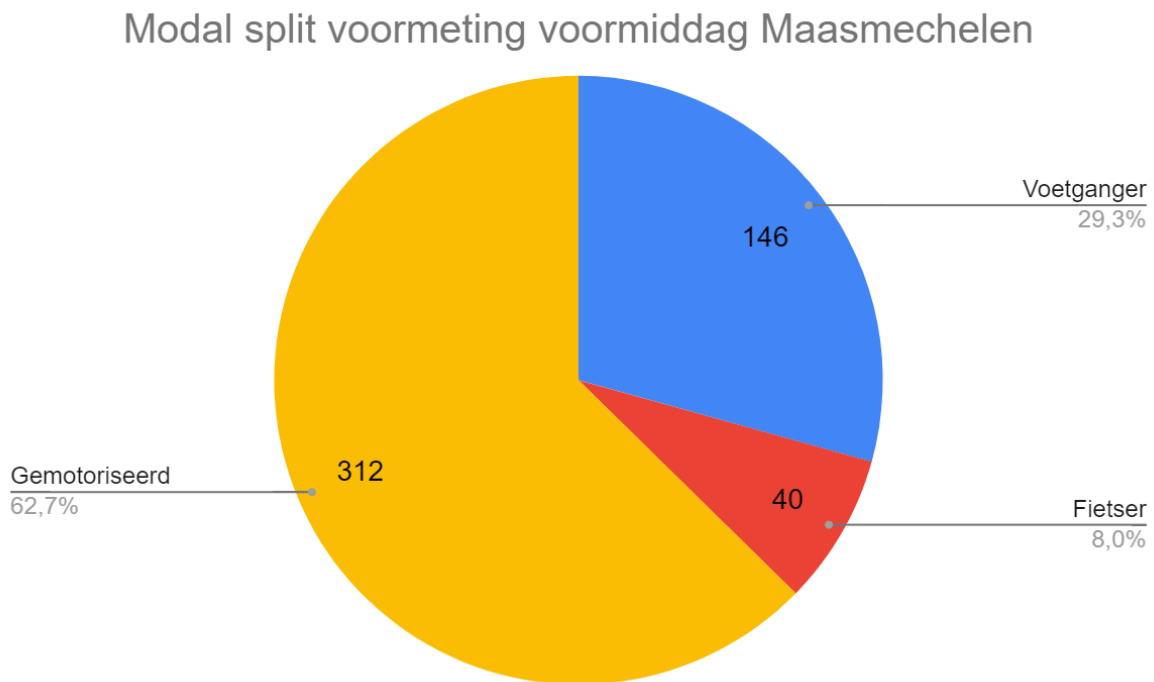
Op Figuur 26 worden de gevolgde trajecten van voetgangers in het rood weergegeven. Er valt op dat veel voetgangers de oversteek over de Parklaan ter hoogte van het zebrapad doen (zwarte cirkel op Figuur 26), ten zuiden van het kruispunt met de Oenselstraat. Daarnaast steken er ook veel voetgangers de Oenselstraat over om op de Parklaan te blijven. Hier is er op dit moment echter geen zebrapad aanwezig. Ook ten noorden van het kruispunt van de Parklaan met de Oenselstraat wordt er door voetgangers enkele keren overgestoken, maar niet in dezelfde mate. Deze laatste oversteek gebeurt ook regelmatig schuin over de weg. Ten slotte worden er ook veel voetgangersbewegingen op de parking van de school geobserveerd. Het overgrote deel van de voetgangers maakt op de openbare weg goed gebruik van de voetpaden.



Figuur 26: Trajecten voormeting voormiddag Maasmechelen

7.3.1.2 Modal split voormiddag

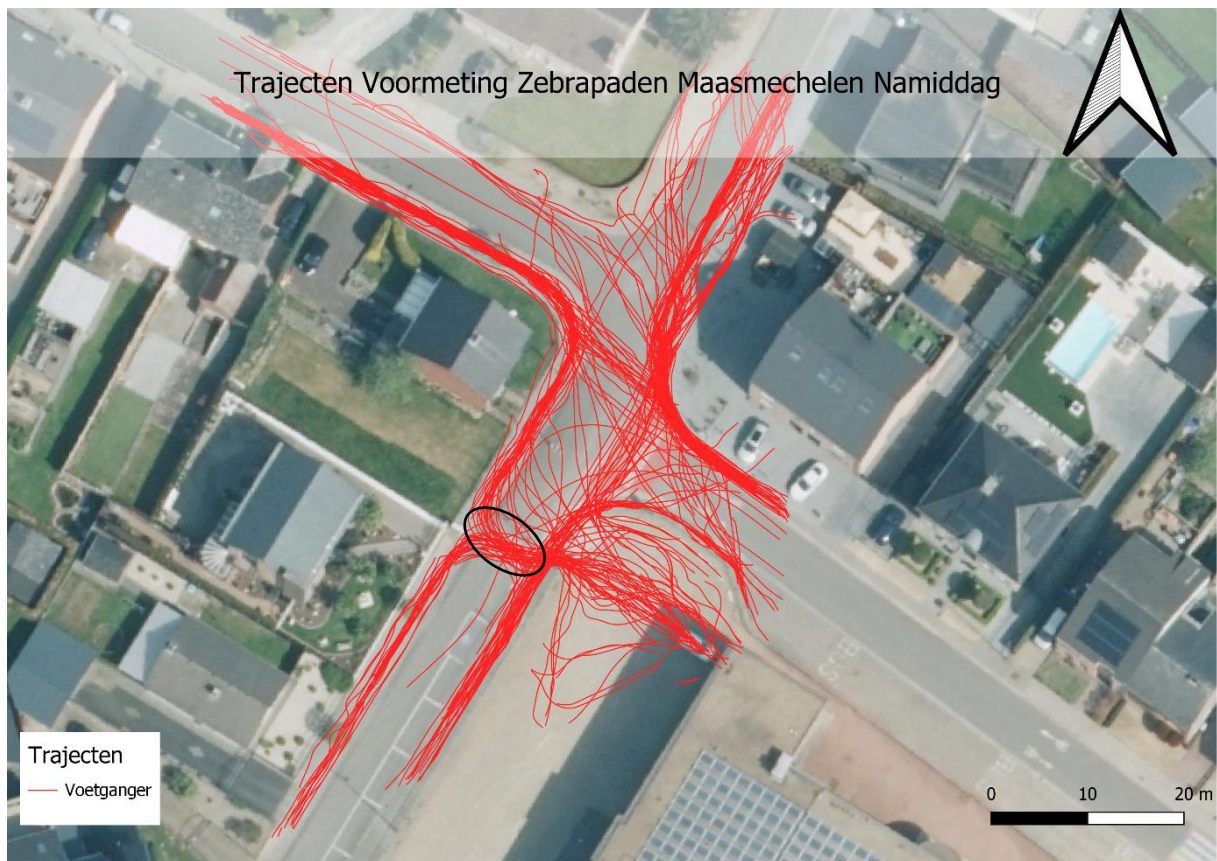
Op onderstaande Figuur 27 staat de modal split van de voormeting in de voormiddag weergegeven. Hierop wordt duidelijk dat het grote merendeel van de weggebruikers in het onderzoeksgebied zich met het gemotoriseerd verkeer verplaatste, namelijk 62,7%. Op dit moment was 29,3% van al het geobserveerde verkeer een voetganger en 8% verplaatste zich met de fiets. In absolute cijfers betekent dit respectievelijk 312 gemotoriseerde voertuigen, 146 voetgangers en 40 fietsers tijdens de observatie van 18 minuten en 19 seconden.



Figuur 27: Modal split voormeting voormiddag Maasmechelen

7.3.1.3 Trajecten namiddag

Tijdens de namiddagmeting valt het opnieuw op dat het aanwezige zebrapad veel gebruik wordt door de voetgangers (zwarte cirkel op Figuur 28). Er is echter ook een oversteekbeweging op de Parklaan op te merken midden op het kruispunt, waar er dus geen zebrapad aanwezig is. Ook ten noorden van het kruispunt wordt de Parklaan dikwijls overgestoken en net zoals in de voormiddagobservatie gebeurt dit regelmatig schuin over de weg. Daarnaast is een oversteekbeweging over de Oenselstraat ook veel voorkomend. Op deze laatste twee locaties is er op dit moment geen zebrapad aanwezig wat deze oversteekbeweging kan faciliteren. Op de openbare weg valt het op dat de voetgangers zich bijna altijd over de aanwezige stoep verplaatsen.

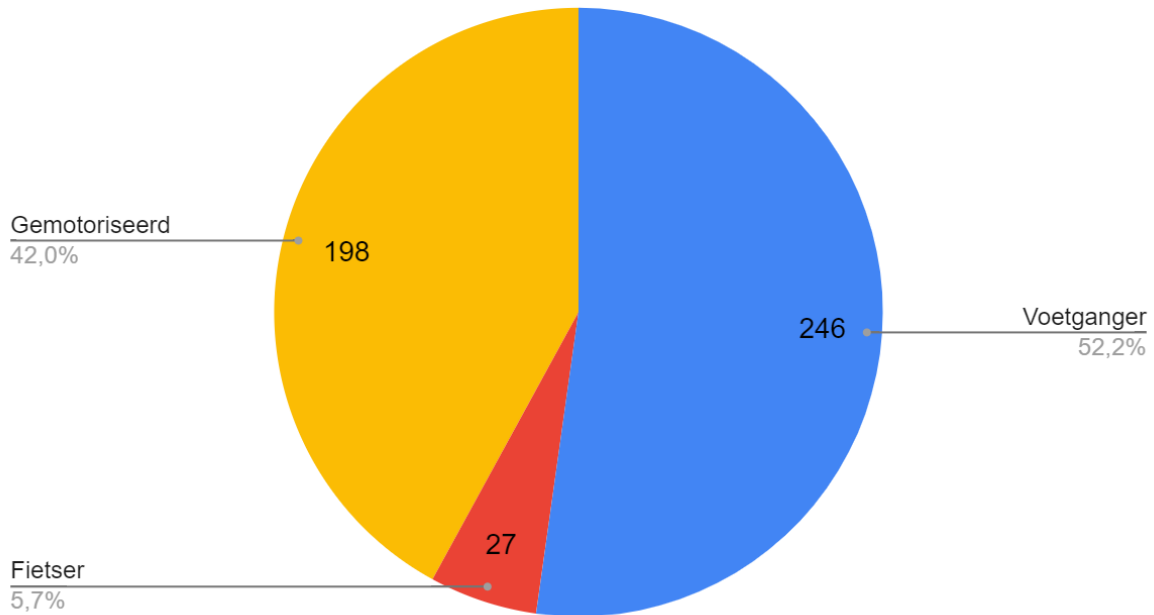


Figuur 28: Trajecten Voormeting namiddag Maasmechelen

7.3.1.4 Modal split namiddag

Figuur 29 geeft de modal split van de namiddagobservatie van de voormeting weer. Hieruit blijkt dat de meeste geobserveerde weggebruikers voetgangers waren, namelijk 52,2%. Daarnaast was er voornamelijk gemotoriseerd verkeer terug te vinden, namelijk 42% van het geobserveerde verkeer en 5,7% waren fietsers. In absolute cijfers zijn dit 246 voetgangers, 198 gemotoriseerde voertuigen en 27 fietsers tijdens de geobserveerde periode van 21 minuten en 34 seconden.

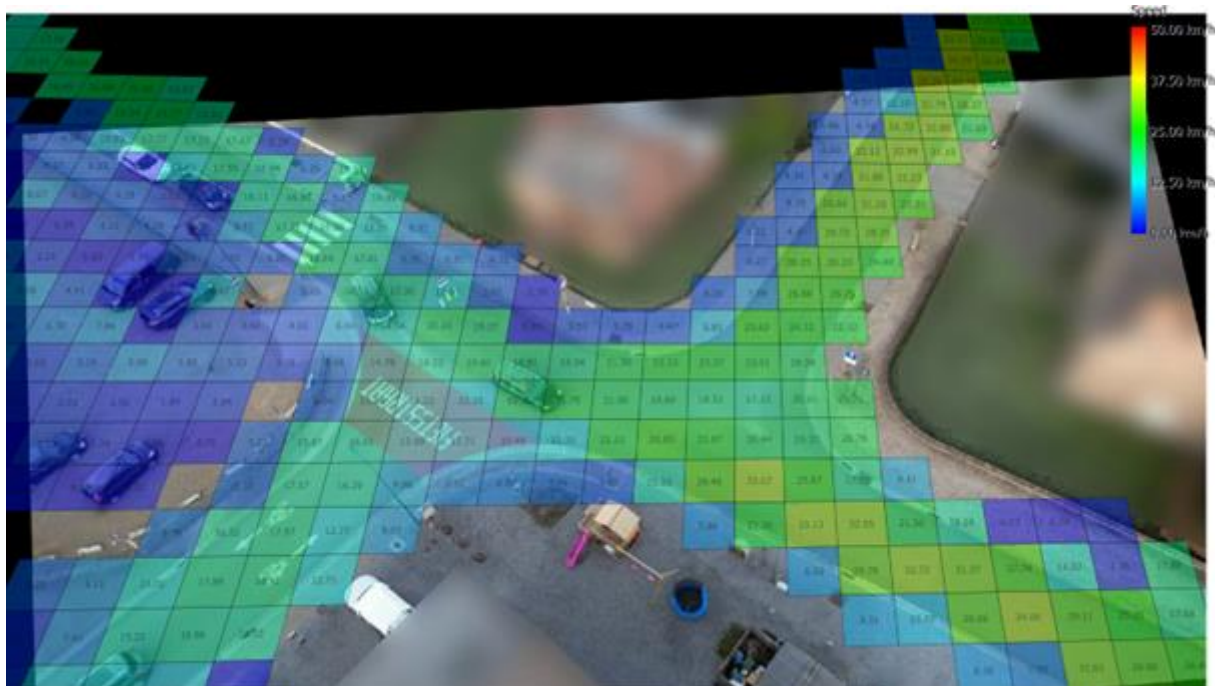
Modal split voormeting namiddag Maasmechelen



Figuur 29: Modal split voormeting namiddag Maasmechelen

7.3.1.5 Snelheid voormiddag

Kijkende naar de snelheid van het gemotoriseerd verkeer in het onderzoeksgebied, valt op dat iedereen zich goed houdt aan de snelheidslimiet van 30km/u in het linkse gedeelte van Figuur 30. In het rechtse deel geldt er een snelheidsregime van 50km/u. De snelheidslimiet wordt goed nageleefd, er zijn geen uitschieters merkbaar. Om deze gegevens in kaart te brengen, zijn enkel de snelheden van het gemotoriseerd verkeer meegenomen. De snelheid wordt dus niet omlaag gehaald door de lagere snelheid van fietsers en voetgangers. Het gaat hier ook over de gemiddelde snelheid.



Figuur 30: Gemiddelde snelheid voormiddag voormeting

7.3.1.6 Snelheid namiddag

Kijkende naar de snelheid van het gemotoriseerd verkeer bij de namiddagobservatie, valt op dat ook in de namiddag het overgrote deel zich goed houdt aan de snelheidslimiet van 30km/u. In het gebied dat aan de rechterkant van Figuur 31 wordt weergegeven, ligt de maximumsnelheid op 50km/u. Figuur 31 geeft gemiddelden weer. In het linkse gedeelte, waar de snelheidslimiet op 30km/u ligt, is er een uitschieter tot 36km/u. Deze uitschieter bevindt zich links van het zebrapad. In de overige gebieden wordt de maximumsnelheid niet overschreden. Ook op deze kaart worden ook enkel de snelheden van het gemotoriseerd verkeer meegenomen.

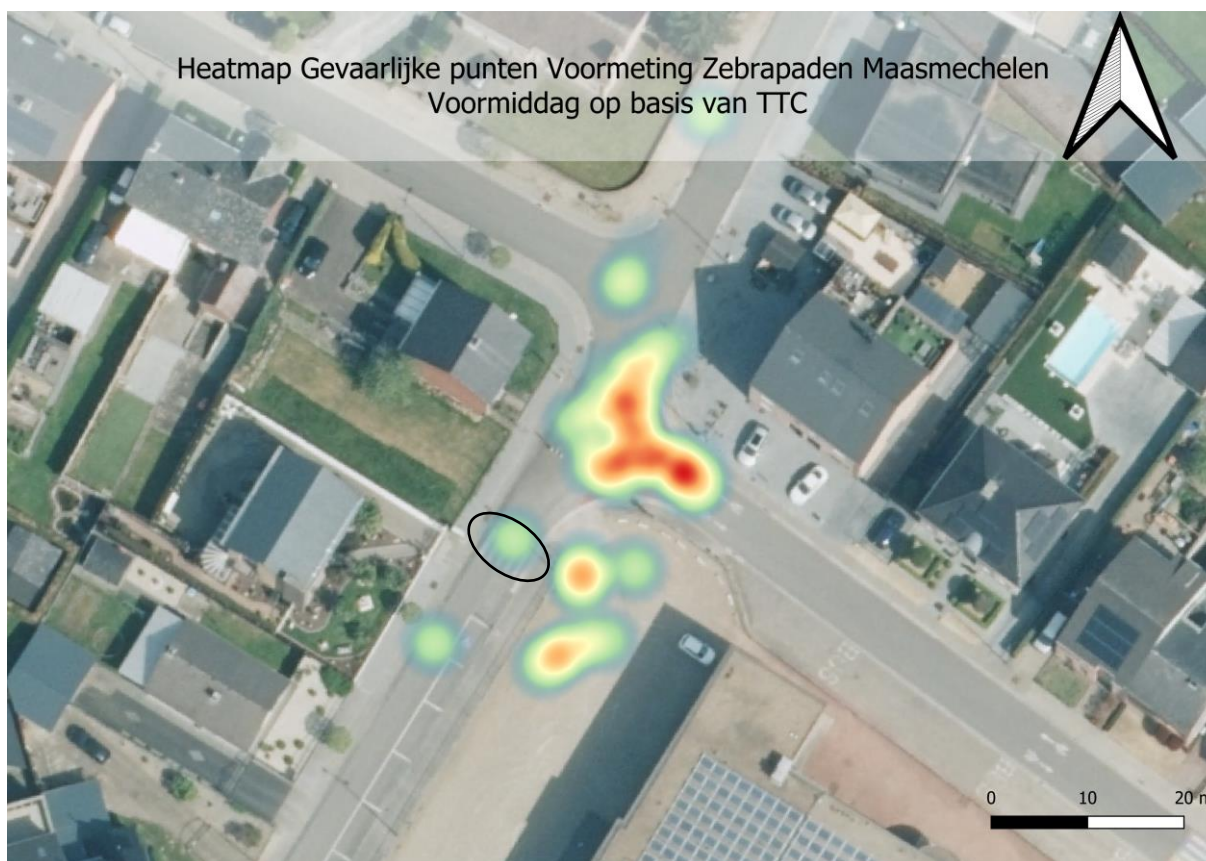


Figuur 31: Gemiddelde snelheid Namiddag voormeting

7.3.1.7 TTC-voormiddag

Op Figuur 32 valt op dat de meeste punten waar een grenswaarde voor TTC overschreden werd, gelegen zijn op de parking van de school. Hier rijden veel voertuigen en wandelen eveneens veel mensen die richting de school gaan. Om deze reden ontstaan hier mogelijk conflicten. De snelheid ligt hier wel veelal laag, wat ervoor zorgt dat de potentiële conflicten niet ernstig zijn. Daarnaast wordt de grenswaarde voor TTC veel overschreden aan het begin van de Oenselstraat, nabij de kruising met de Parklaan. Dit zijn oversteekbewegingen van voetgangers die het gemotoriseerd verkeer kruisen. Ter hoogte van het bestaande zebrapad, dat wordt weergegeven door de zwarte cirkel op Figuur 32, zijn er niet veel gevaarlijke situaties terug te vinden.

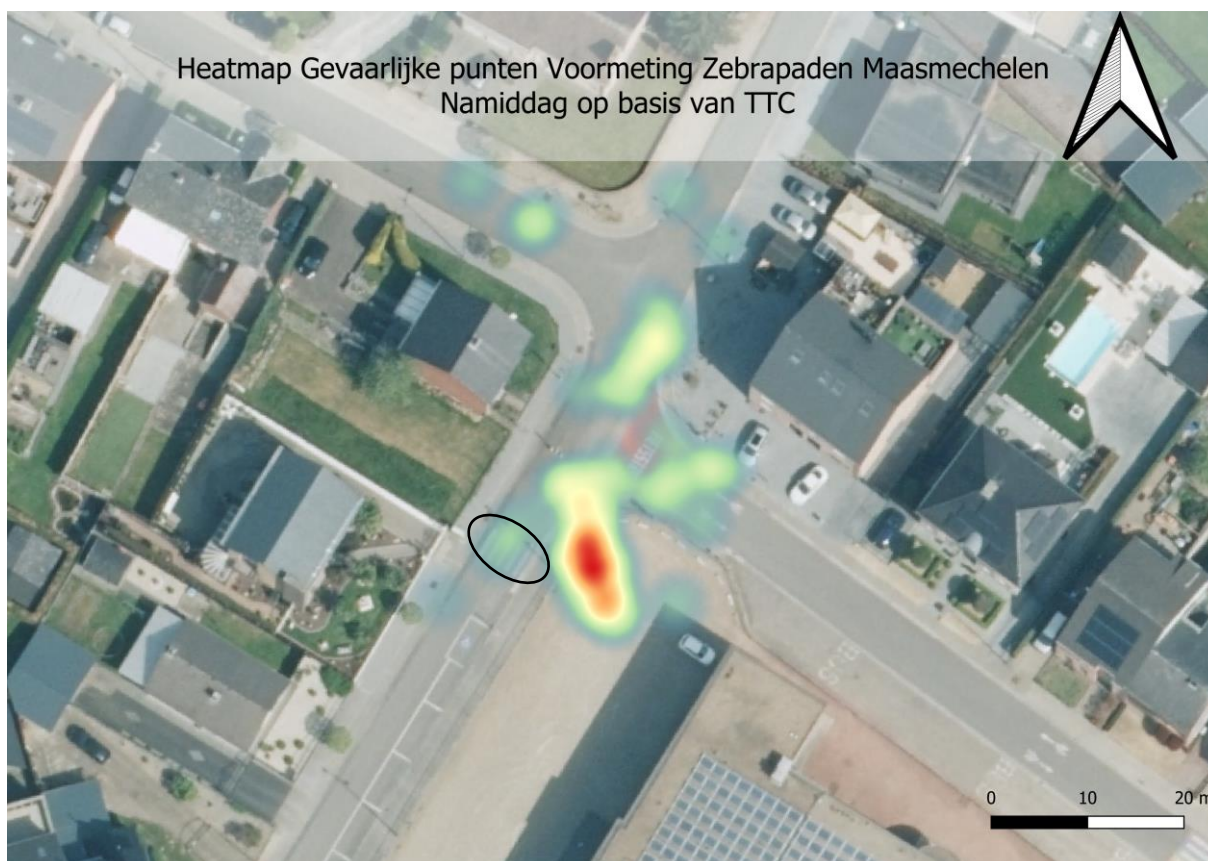
Wanneer deze Figuur 32 vergeleken wordt met de gevolgde trajecten (Figuur 26), blijkt dat er aan de grote cluster van gevaarlijke punten enkele oversteekbewegingen gebeuren die niet gefaciliteerd worden door een zebrapad. Dit is mogelijk een reden voor de hoeveelheid gevaarlijke punten op deze locatie.



Figuur 32: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen voormeting voormiddag

7.3.1.8 TTC-namiddag

In de namiddag blijkt op basis van de TTC-parameter dat de parking opnieuw als gevaarlijk punt wordt beschouwd. Dit wordt veroorzaakt door de voetgangers die zich op de parking begeven wanneer de auto's die hier geparkeerd staan, wegrijden of net aankomen. Ook kan dit verklaard worden door het feit dat de voertuigen manoeuvreren en ze hierdoor met elkaar interfereren. De snelheid ligt hier telkens ook redelijk laag, waardoor de conflicten niet zo ernstig zijn. Anderzijds wordt er op de noordelijke hoek van de Parklaan met de Oenselstraat een gevaarlijk punt gedetecteerd. Hier steken verschillende voetgangers de Parklaan over of wandelen ze van het voetpad de weg op omdat het voetpad hier ophoudt. Op deze manier zijn er veel directe interacties met andere weggebruikers, die volgens de TTC-parameter als gevaarlijk kunnen worden beschouwd (Figuur 33). Wanneer deze situatie vergeleken wordt met de gevolgde trajecten (Figuur 28), valt het op dat er hier ook zeer veel voetgangers een oversteekbeweging maken. Aan het bestaande zebrapad, dat weergegeven wordt door een zwarte cirkel op Figuur 33, doen er zich geen noemenswaardige conflicten voor.



Figuur 33: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen voormeting namiddag

7.3.1.9 PET voormiddag

Op vlak van gevaarlijke punten in de schoolomgeving van de Mozaïek in Maasmechelen geeft de PET-parameter weer dat er voornamelijk problemen zijn ter hoogte van de uitrit van de parking. Dit komt ietwat overeen met de gegevens die de hierboven besproken TTC parameter aangeeft. Hier rijdt het gemotoriseerd verkeer terug de openbare weg op en komt zo in aanraking met andere gemotoriseerde voertuigen of met voetgangers en fietsers. Anderzijds wordt de grenswaarde voor de PET aan het zebrapad over de Parklaan regelmatig overschreden. Dit kan wijzen op het feit dat voertuigen dikwijls stilstaan en optrekken wanneer ze stoppen voor het zebrapad (Figuur 34). De afstand tussen de voertuigen is dan eerder klein.



Figuur 34: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen voormeting voormiddag

7.3.1.10 PET namiddag

Op basis van de PET parameter komen in de namiddag dezelfde locaties naar voren als in de voormiddag. Doordat er meer interacties zijn tussen weggebruikers, omdat er simpelweg ook meer weggebruikers zijn (Figuur 29) op dit moment, zijn er ook meer locaties waar de PET parameter een gevaarlijke situatie aangeeft. De gevaarlijke locaties zijn opnieuw ter hoogte van de uitrit van de parking en ter hoogte van het reeds aanwezige zebrapad dat wordt aangegeven met de zwarte cirkel op Figuur 35. Aan de uitrit van de parking geldt opnieuw dat het gemotoriseerd verkeer kort na elkaar de parking verlaat en zich mengt met het doorgaand verkeer. Op het zebrapad betekent het overschrijden van de grenswaarde dat de gemotoriseerde voertuigen kort na elkaar optrekken, of het feit dat het gemotoriseerd verkeer reeds kort na de oversteekbeweging van de voetgangers over het zebrapad rijdt. De aanduiding van conflicten in het noordwesten van het onderzoeksgebied zijn te verklaren door geparkeerde wagens, waardoor er afgeremd moest worden.



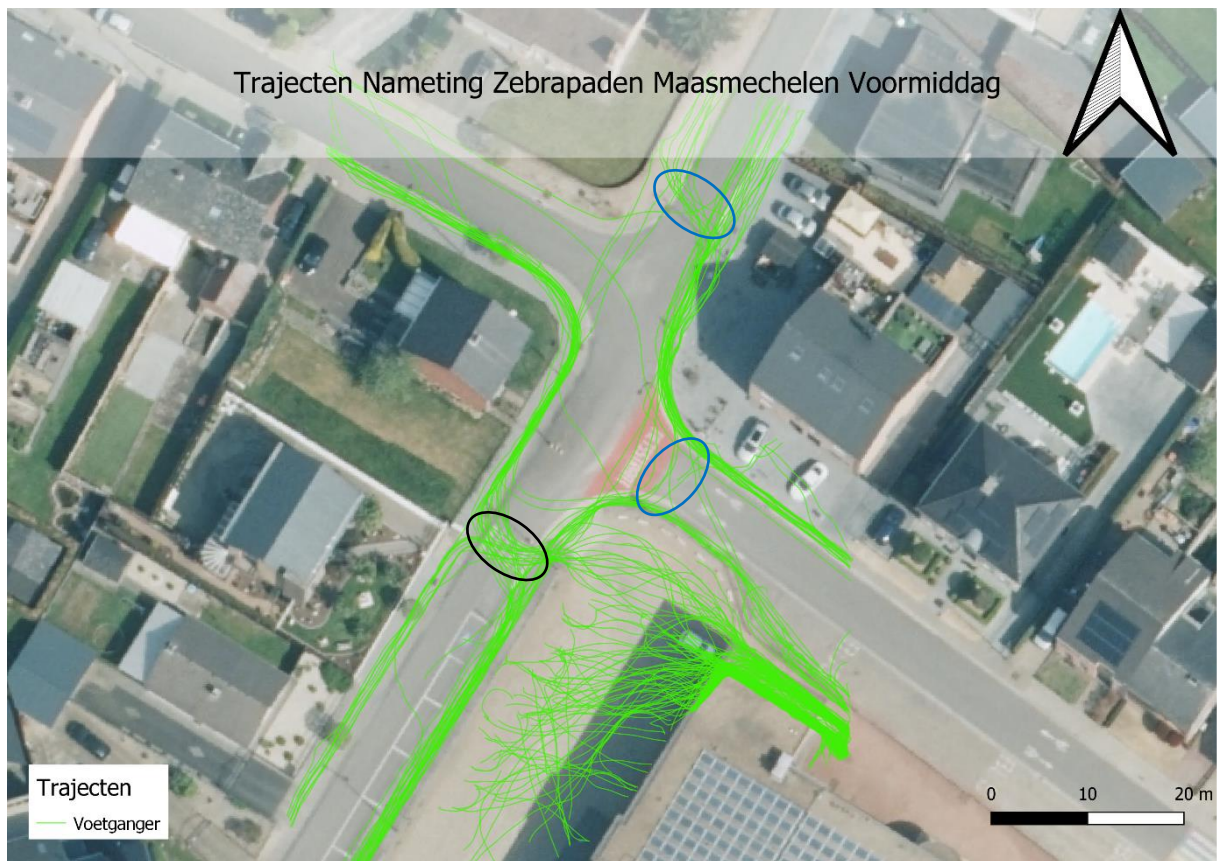
Figuur 35: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen voormeting namiddag

7.3.2 Nameting

7.3.2.1 Trajecten voormiddag

De trajecten van de nameting in de voormiddag worden weergegeven op Figuur 36. Hierbij geeft de zwarte cirkel weer waar het zebrapad reeds bestond voor de implementatie van de maatregel en geven de blauwe cirkels weer waar de nieuwe zebrapaden gelegen zijn. Wanneer er gekeken wordt naar deze gevolgde trajecten van de voetgangers bij de nameting, valt het op dat het zebrapad dat reeds aanwezig was voor de ingreep, het meest gebruikt wordt van de drie. Het zebrapad dat over de Oenselstraat loopt, wordt het minst frequent gebruikt en op deze locatie wordt er ook nog regelmatig langs het zebrapad door de weg overgestoken. Dit komt mogelijk door de fietsstraat-markering, die foutief mee gebruikt wordt als zebrapad. Het noordelijke zebrapad over de Parklaan wordt ook regelmatig gebruikt en er wordt op deze locatie weinig tot niet langs het zebrapad overgestoken.

Op de openbare weg wordt er voornamelijk op de stoepen gewandeld, waar deze aanwezig zijn. Daarnaast wordt er veel gewandeld op de parking van de school. Hier is geen eenduidige wandelroute terug te vinden, iedereen lijkt de kortste weg richting de ingang van de school te nemen en op die manier de parking diagonaal te overbruggen.

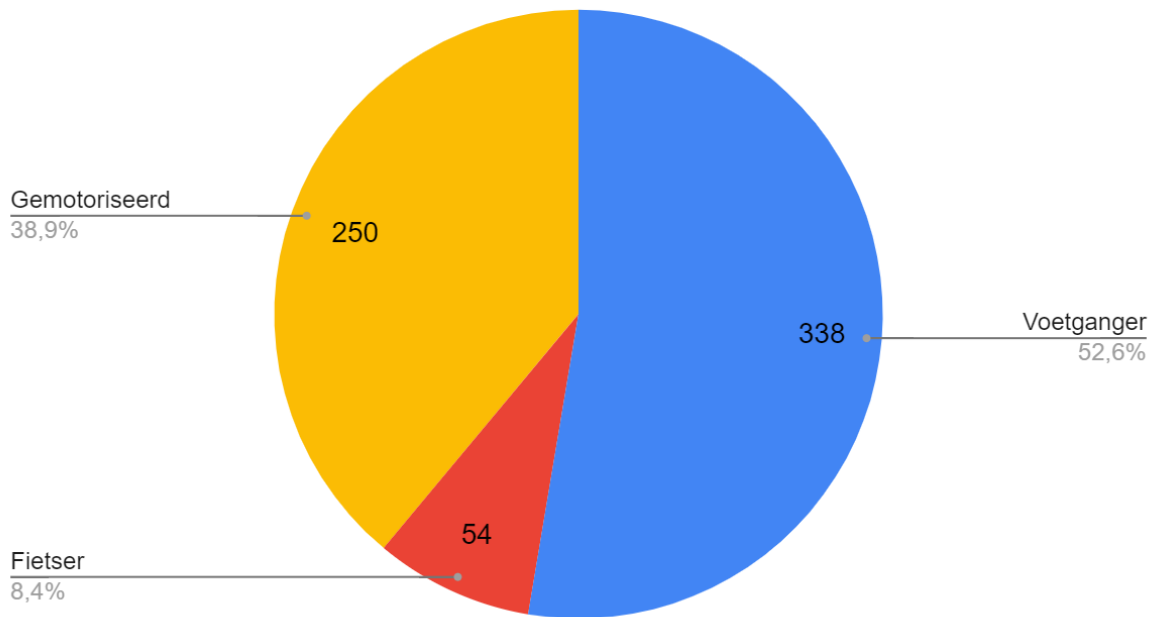


Figuur 36: Trajecten nameting voormiddag Maasmechelen

7.3.2.2 Modal split voormiddag

Tijdens de nameting in de voormiddag werd de modal split gemeten die zichtbaar is in onderstaande Figuur 37. Deze geeft de geobserveerde waarden weer tijdens de geobserveerde periode van 21 minuten en 4 seconden. Op deze Figuur 37 is duidelijk dat de meeste weggebruikers voetgangers waren, met 52,6% van alle geobserveerde weggebruikers. Daarna is het grootste aandeel verkeer het gemotoriseerd verkeer, met een percentage van 38,9% en 8,4% van het verkeer waren fietsers. Dit wijst in absolute cijfers op 338 voetgangers, 250 gemotoriseerde voertuigen en 54 fietsers.

Modal split nameting voormiddag Maasmechelen



Figuur 37: Modal split nameting voormiddag Maasmechelen

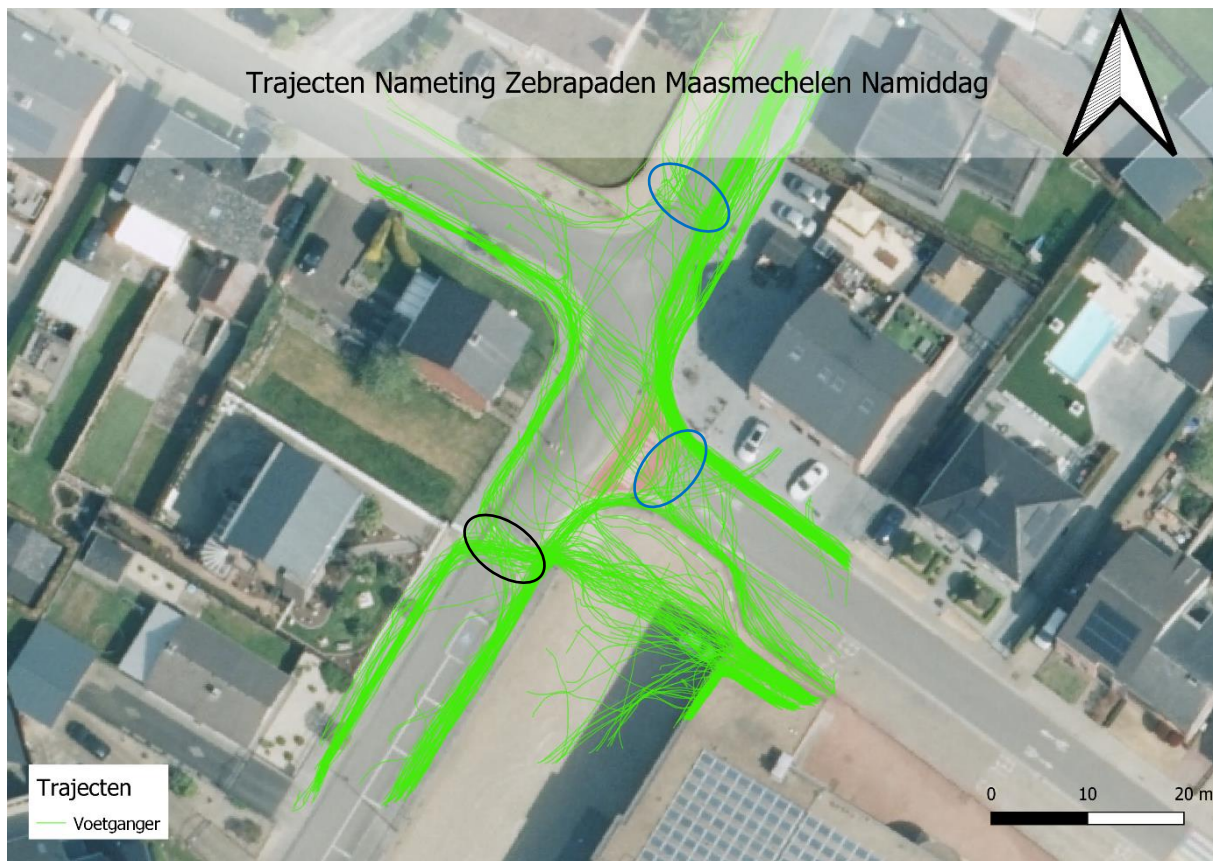
7.3.2.3 Trajecten namiddag

Op onderstaande Figuur 38 zijn de trajecten van de nameting in de namiddag weergegeven. Opnieuw duidt de zwarte cirkel op de locatie waar het zebrapad reeds gelegen was en wijzen de blauwe cirkels op de locaties van de nieuwe zebrapaden. Deze gewandelde trajecten wijzen er op dat de zebrapaden veel gebruikt worden. Zeker de meest zuidelijk gelegen op de Parklaan wordt veel gebruikt. Dit is het zebrapad dat reeds aanwezig was voor de ingreep. De nieuwe zebrapaden zorgen er ook in de namiddag voor dat de voetgangers nagenoeg op dezelfde plaats oversteken. Buiten de zebrapaden worden er niet meer veel oversteekbewegingen gemaakt.

Ter hoogte van het zebrapad op de Oenselstraat wordt de fietsstraat-markering soms gebruikt om op over te steken in plaats van het zebrapad, dat vlak langs deze markering gelegen is. Dit is vergelijkbaar met de situatie in de voormiddag van de nameting.

Een oversteekbeweging die nog regelmatig buiten het zebrapad gebeurt, is de beweging van de Proostdijstraat naar de Oenselstraat of omgekeerd, dus op de as van oost naar west. De looproute is meer direct wanneer er niet uitgeweken wordt naar één van de zebrapaden die deze oversteekbeweging mogelijk maken. Om deze zebrapaden te bereiken moet er een stuk richting het noorden of het zuiden gewandeld worden.

Op de openbare weg wordt er voornamelijk op de stoepen gewandeld wanneer deze aanwezig zijn. Opnieuw valt er op de parking van de school op te merken dat de wandelroutes diagonaal over de parking gaan en geen duidelijk systeem of wandelpad aangeven.

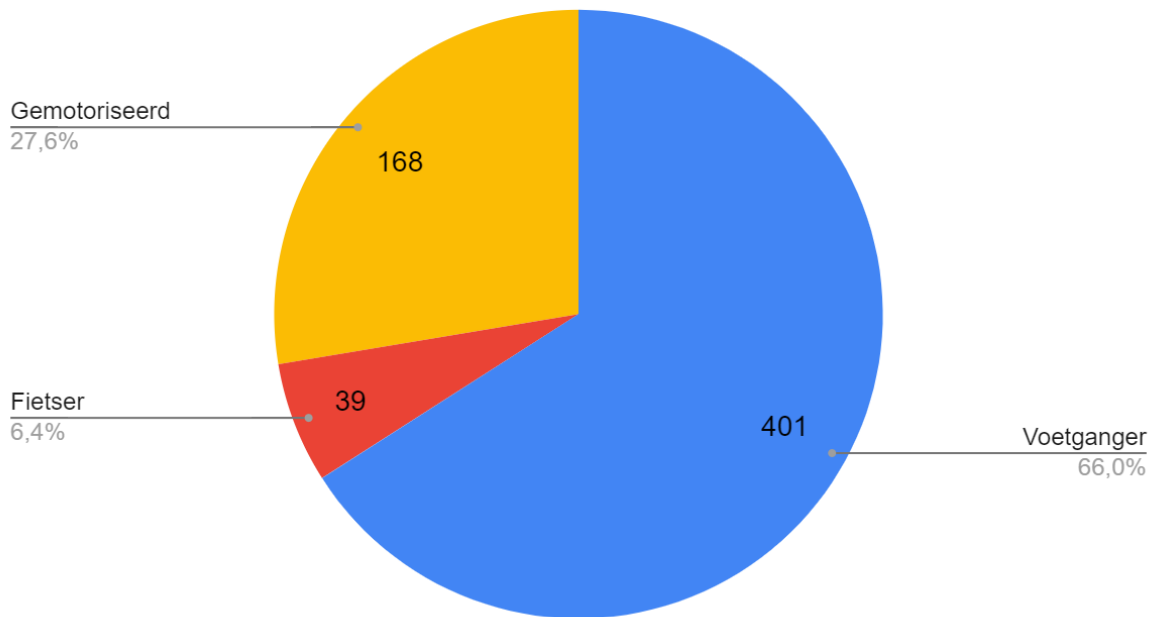


Figuur 38: Trajecten nameting namiddag Maasmechelen

7.3.2.4 Modal split namiddag

Ook van de namiddagobservatie van de nameting wordt de modal split weergegeven op onderstaande Figuur 39. Hierop is duidelijk dat de overgrote meerderheid van de weggebruikers voetgangers zijn, namelijk 66%. Daarnaast is 27,6% van het verkeer gemotoriseerd en de overige 6,4% zijn fietsers. In absolute cijfers betekent dit dat er 401 voetgangers, 168 gemotoriseerde voertuigen en 39 fietsers geobserveerd zijn bij deze meting van 21 minuten en 22 seconden.

Modal split nameting namiddag Maasmechelen



Figuur 39: Modal split nameting namiddag Maasmechelen

7.3.2.5 Snelheid voormiddag

Wanneer er gekeken wordt naar de gemiddelde gereden snelheden van het gemotoriseerd verkeer op onderstaande Figuur 40, dan valt op dat bijna alle delen van het onderzoeksgebied groen en blauw gekleurd zijn. Dit wijst er op dat een snelheid van 30km/u gerespecteerd wordt door het merendeel van het gemotoriseerd verkeer. Aan de rechterkant van Figuur 40 is er een meer gele/oranje kleur terug te vinden. Dit wijst op een snelheid vanaf 35km/u. In dit gebied geldt een maximumsnelheid van 50km/u, dus dit is niets zorgwekkends of bijzonders om hier op te merken. De maximale gemeten snelheid in het hele gebied ligt op 50km/u, op een plaats waar er 50 mag gereden worden. In het gebied waar er 30km/u mag gereden worden, ligt de maximale snelheid wel op 36km/u. Dit gaat echter slechts over enkele weggebruikers die de snelheidslimiet niet respecteren.



Figuur 40: Gemiddelde snelheid voormiddag nameting

7.3.2.6 Snelheid namiddag

Bij de nameting in de namiddag valt er opnieuw op dat de gemiddelde snelheden van het gemotoriseerd verkeer redelijk laag liggen. Op het linkse en onderste deel van onderstaande Figuur 41 geldt een snelheidsregime van 30km/u en in het rechtse en bovenste deel geldt een maximaal toegelaten snelheid van 50km/u. zeker op de parking en op het linkse deel van deze figuur ligt de gemiddelde snelheid zeer laag. Ook op het rechtse en bovenste deel van Figuur 41 ligt de gemiddelde snelheid niet zeer hoog. Dit alles kan te wijten zijn aan de drukte in het onderzoeksgebied tijdens de observatie. Er was weinig tot geen ruimte om de snelheidslimiet te overschrijden.

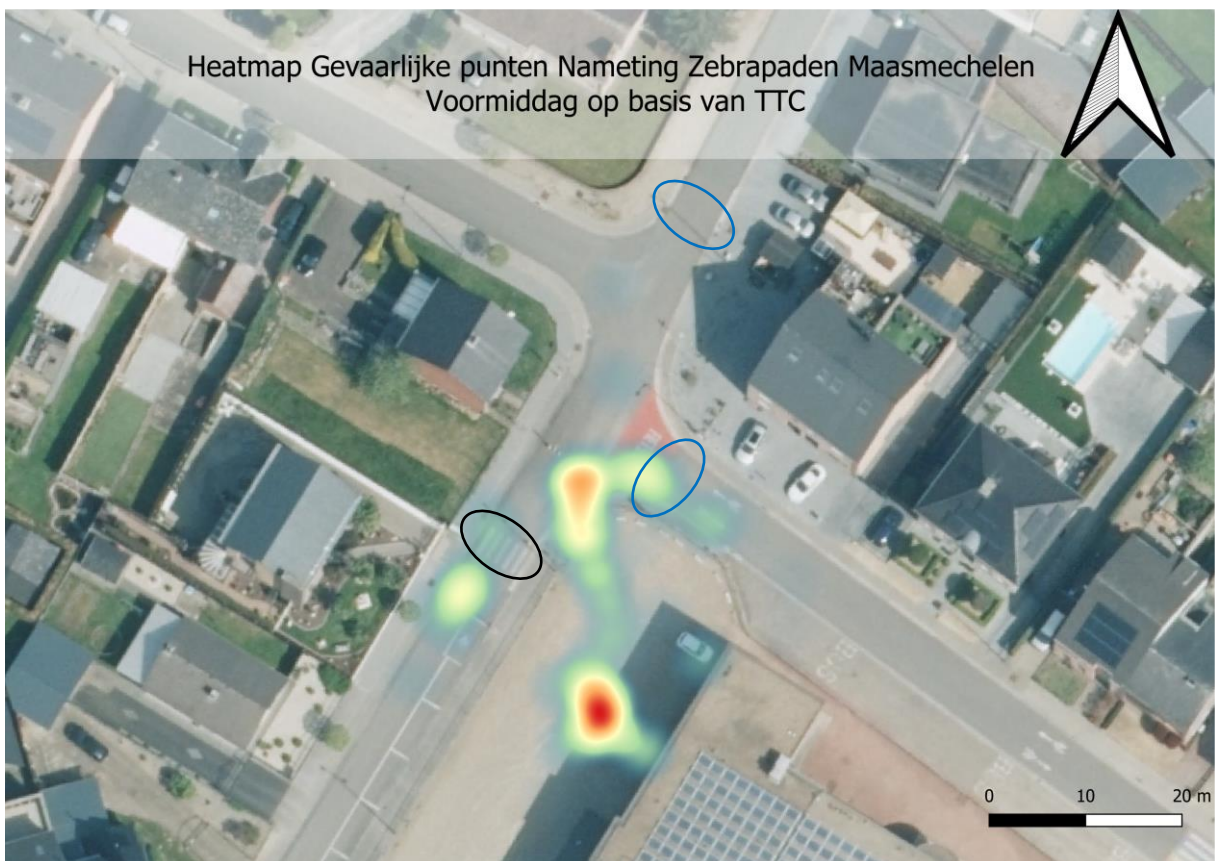


Figuur 41: Gemiddelde snelheid namiddag nameting

7.3.2.7 TTC-voormiddag

Op vlak van de TTC parameter, zichtbaar op Figuur 42, valt het op dat bij de nameting in de voormiddag de meeste gevaarlijke situaties zich voordoen op de parking en aan de uitrit van de parking. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de manoeuvres die uitgevoerd worden op de parking en de personen die zich te voet over de parking van en naar de ingang van de school verplaatsen. Aan de uitrit van de parking handelt het zich waarschijnlijk over verkeer dat van de parking afrijdt en in aanraking komt met het verkeer op de Parklaan of de Oenselstraat. Ook op deze locatie zijn er soms conflicten met voetgangers die over de stoep wandelen ter hoogte van de uitrit van de parking.

Aan het zebrapad op de Oenselstraat en het zuidelijke zebrapad op de Parklaan is er ook enkele keren sprake van een gevaarlijke situatie op vlak van de TTC parameter. Dit kan er op wijzen dat het gemotoriseerd verkeer de voetganger de pas afsnijdt of kort na de voetganger het zebrapad overrijdt.



Figuur 42: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen nameting voormiddag

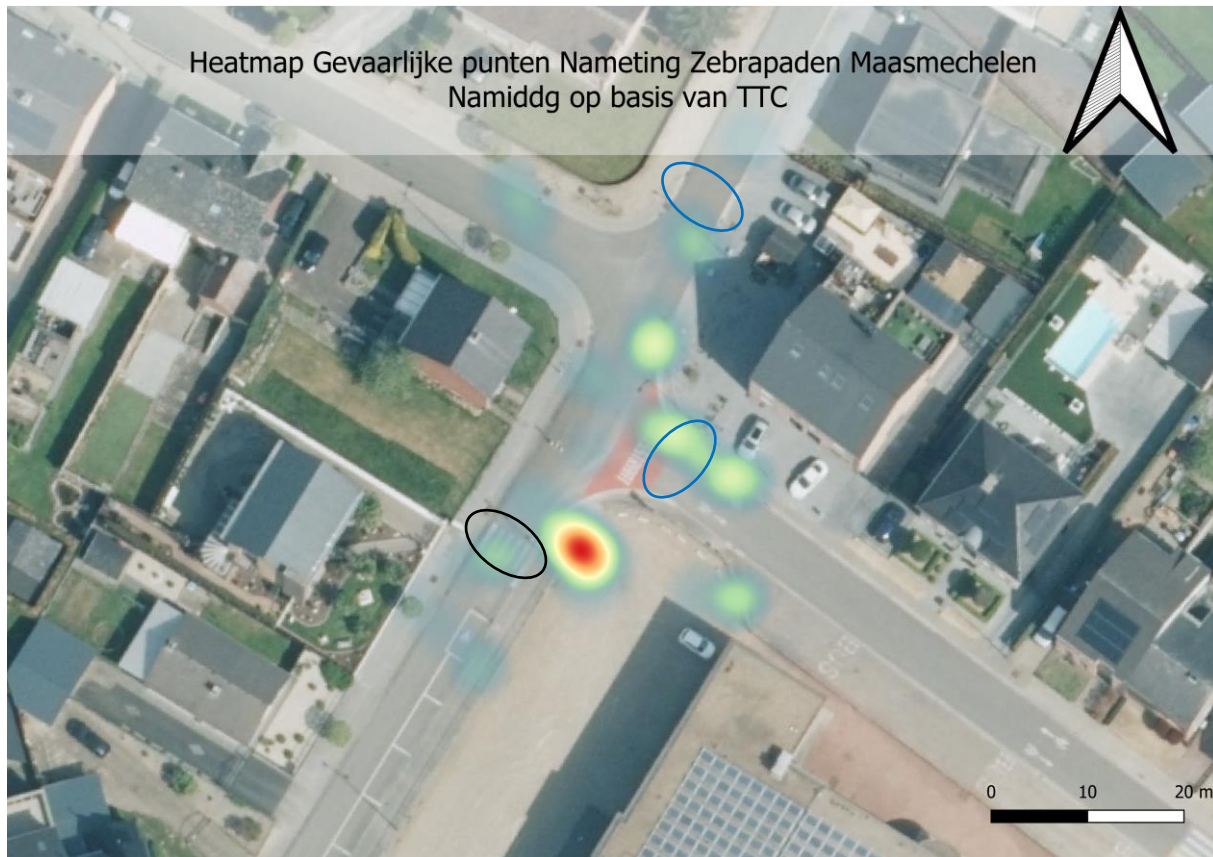
7.3.2.8 TTC namiddag

De TTC parameter geeft in de namiddag van de nameting aan dat de meeste gevaarlijke situaties zich voordoen aan de uitrit van de parking (Figuur 43). Dit is te verklaren door het feit dat geparkeerde wagens manoeuvreren en hier voetgangers zich op hetzelfde moment verplaatsen. Daarnaast vormen er zich ook wachtrijen wanneer het gemotoriseerd verkeer de parking wil verlaten, wat ervoor kan zorgen dat de TTC parameter hier een grenswaarde overschreden ziet worden.

Daarnaast worden er op de verschillende zebrapaden enkele gevaarlijke situaties weergegeven op basis van de TTC parameter. Dit kan er opnieuw op wijzen dat het gemotoriseerd verkeer de voetganger de pas afsnijdt of dat ze kort na de voetganger het zebrapad overrijden. De zebrapaden worden op Figuur

43 weergegeven, waarbij de zwarte cirkel wijst op het zebrapad dat reeds aanwezig was voor de maatregel en de blauwe cirkels de locaties van de nieuwe zebrapaden weergeven.

Ook op het voetpad aan de noordzijde van de Oenselstraat worden er gevaarlijke situaties opgemerkt volgens de TTC parameter. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat er op dat moment een bus geparkeerd stond, waardoor actieve weggebruikers elkaar hier moesten kruisen en geen gebruik konden maken van het parkeervak.



Figuur 43: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Maasmechelen nameting namiddag

7.3.2.9 PET voormiddag

De PET parameter (Figuur 44) geeft in de voormiddag van de nameting aan dat er zich gevaarlijke situaties voordoen aan de uitrit van de parking van de school. Dit is begrijpelijk omdat hier veel uitrijbewegingen zijn die soms kort achter het doorgaande verkeer gebeuren.

Op het vlak van zebrapaden wijst de zwarte cirkel op Figuur 44 op de locatie waar het zebrapad reeds voor de ingreep gelegen was. De blauwe cirkels duiden de locaties van de nieuwe zebrapaden aan. Op het zebrapad over de Oenselstraat worden er ook gevaarlijke situaties opgemerkt. Hier wordt de pas van de voetgangers dus mogelijk afgesneden door het gemotoriseerd verkeer. Een andere mogelijkheid is dat het gemotoriseerd verkeer kort na de voetganger het zebrapad kruist waardoor de PET redelijk laag is. Aan het zebrapad over de Parklaan, dat reeds aanwezig was voor de aanpassing, is dit ook het geval en kan dit op dezelfde manier verklaard worden.



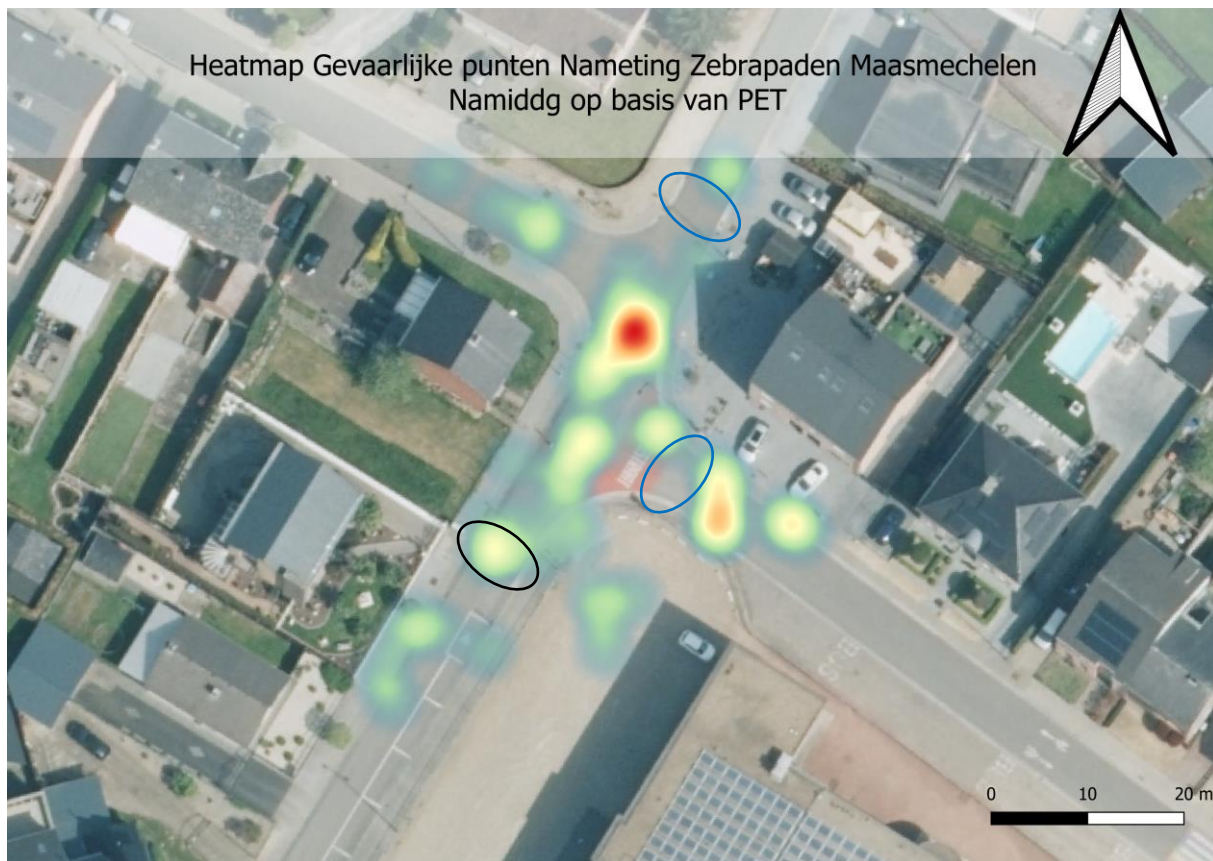
Figuur 44: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen nameting voormiddag

7.3.2.10 PET namiddag

Op onderstaande Figuur 45 worden de gevaarlijke punten op basis van de PET-parameter in de namiddag van de nameting weergegeven. Opnieuw duidt de zwarte cirkel op de locatie van het zebra­pad dat aanwezig was voor de ingreep en wijzen de blauwe cirkels op de locaties van de nieuwe zebra­paden. In de namiddag van de nameting duidt de PET parameter erop dat de meeste gevaarlijke punten zich voordoen op de weg, waar de Proostdijstraat en de Oenselstraat een kruispunt vormen. Op Figuur 38 is duidelijk dat hier ook enkele oversteekbewegingen plaatsvinden. Deze gebeuren mogelijk niet op een veilige manier, wat betekent dat dit de reden is voor de conflictpunten op basis van de PET parameter.

Anderzijds komen de drie aanwezige zebra­paden ook naar voren in deze parameter. Op de Parklaan is dit in beide gevallen op het zebra­pad, wat er op wijst dat voetgangers en gemotoriseerd verkeer zich kort na elkaar over het zebra­pad verplaatsen. Op de Oenselstraat bevinden deze gevaarlijke punten zich opvallend achter het zebra­pad. Dit zou verklaard kunnen worden indien de voetgangers aan deze kant van het zebra­pad oversteken. Op de weergave van de trajecten (Figuur 38) blijkt dat dit enkele keren gebeurt. Mogelijk gebeurde dit niet op een veilige manier, wat voor deze gevaarlijke punten kan zorgen.

Ook op de openbare weg, aan de uitrit van de parking, geeft de PET parameter aan dat er zich gevaarlijke situaties voordoen. Dit is te verklaren door het verkeer dat de parking verlaat en in aanraking komt met het doorgaand verkeer.



Figuur 45: Gevaarlijke punten o.b.v. PET in Maasmechelen nameting namiddag

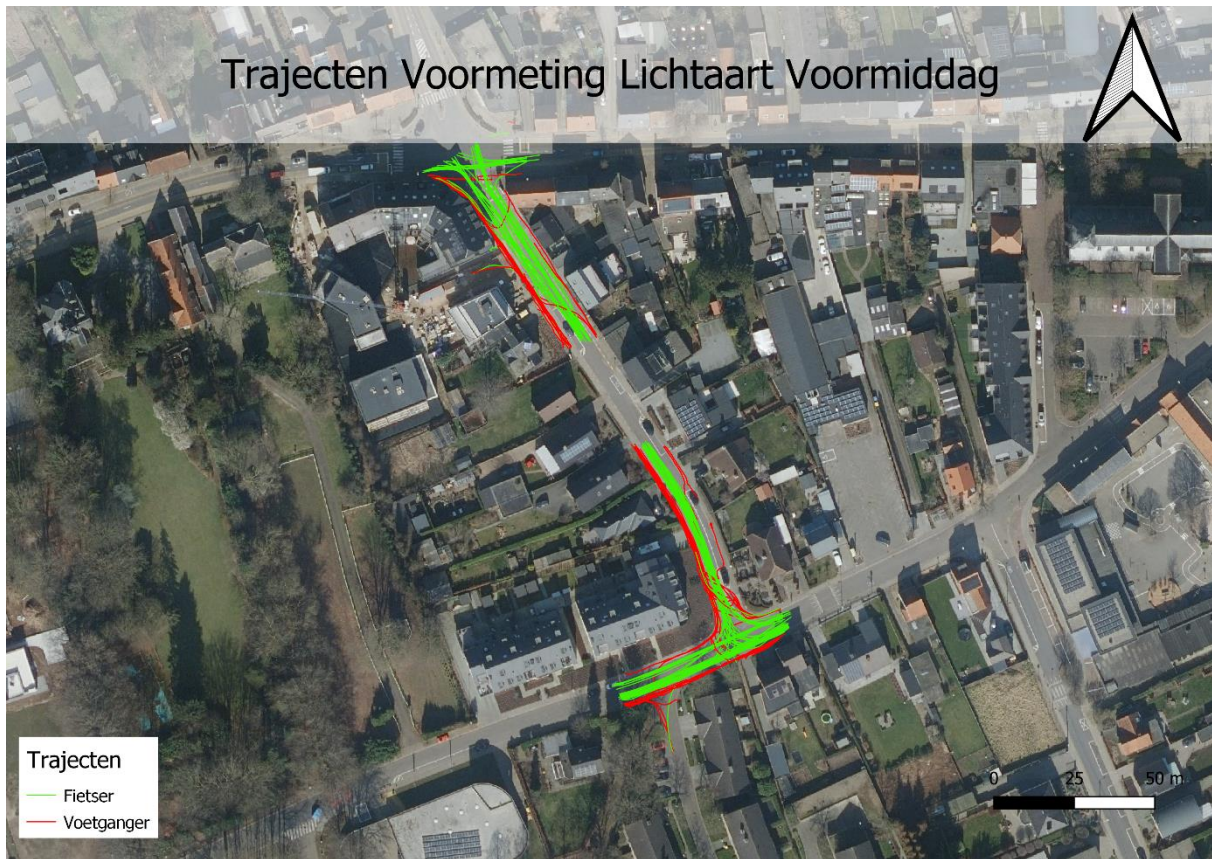
7.4 Lichtaart

7.4.1 Voormeting

7.4.1.1 Trajecten voormiddag

Onderstaande Figuur 46 geeft de trajecten in de voormiddag weer tijdens de voormeting in Lichtaart. Aangezien er met twee drones gevlogen werd, kon niet de hele straat in beeld gebracht worden. Omwille van die reden ontbreekt er in het midden een deel van de trajectorie. Er is gekozen om het gemotoriseerd verkeer niet mee op te nemen in deze figuur om de eenvoud te bewaren. Aangezien het een éénrichtingsstraat is, rijdt het gemotoriseerd verkeer van zuid naar noord. Gedurende de meting, die 30 minuten en 3 seconden duurde, reden er 63 wagens in de straat. Daartegenover staat dat er in dezelfde richting zestien fietsers en drie voetgangers aanwezig waren. In de tegenrichting waren er dan weer dertien fietsers en acht voetgangers aanwezig.

Bij de gevolgde trajecten valt het op dat er af en toe fietsers die zich in zuidelijke richting verplaatsen, rijden over het voetpad. Dit is mogelijk het geval omdat ze vinden dat ze niet voldoende ruimte krijgen op de weg.

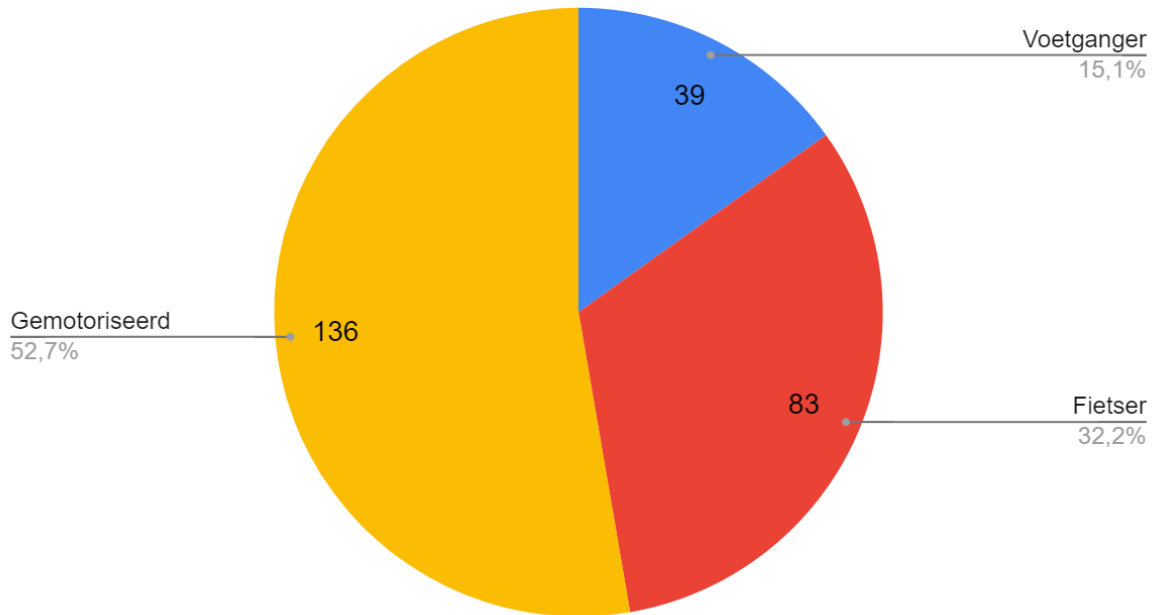


Figuur 46: Trajecten Lichtaart voormeting voormiddag

7.4.1.2 Modal split voormiddag

Op onderstaande Figuur 47 wordt de modal split van de voormiddagobservatie bij de voormeting weergegeven. Deze data werden verkregen uit de observatie van 30 minuten en 3 seconden. Het meeste verkeer dat geobserveerd werd is gemotoriseerd, met 52,7%. Daarnaast was 32,2% van het verkeer fietsers en 15,1% voetgangers. In absolute cijfers betekent dit 136 gemotoriseerde voertuigen, 83 fietsers en 39 voetgangers in deze geobserveerde periode.

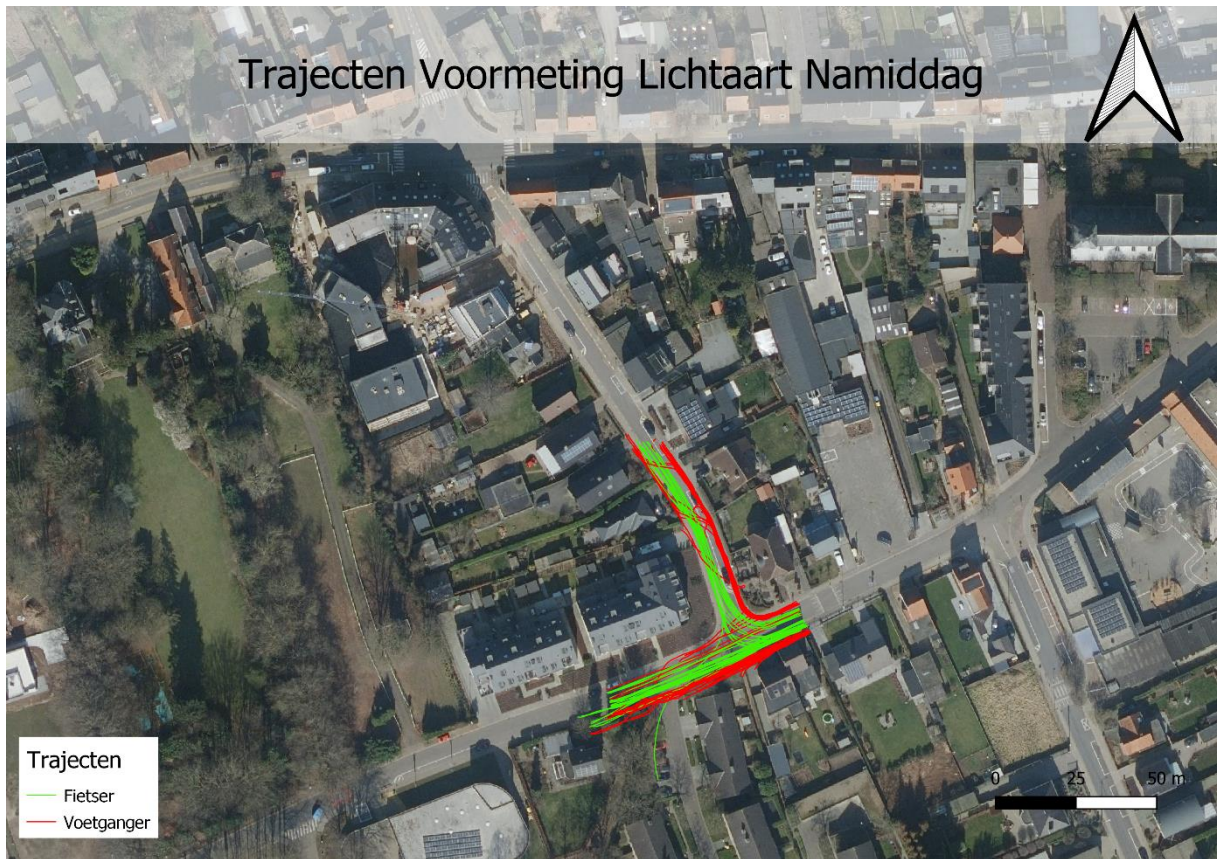
Modal split voormeting voormiddag Lichtaart



Figuur 47: Modal split voormeting voormiddag Lichtaart

7.4.1.3 Trajecten namiddag

In de namiddag konden de trajecten in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied niet in kaart gebracht worden wegens de hevige windstoten. Hierdoor kon de drone niet stabiel vliegen en werden er geen duidelijke trajecten van de verschillende weggebruikers geobserveerd. Om deze reden worden ook enkel de trajecten van het zuidelijke deel op kaart gezet op onderstaande Figuur 48. Hierop is zichtbaar dat de fietsers over het algemeen hun plaats op de rijbaan innemen en de voetgangers gebruik maken van het aanwezige voetpad. Er worden enkele fietsers aan de westzijde op het voetpad weergegeven op de trajecten, wat er opnieuw op kan wijzen dat ze het niet veilig genoeg vinden om op de weg te rijden in tegengestelde richting van het gemotoriseerd verkeer.

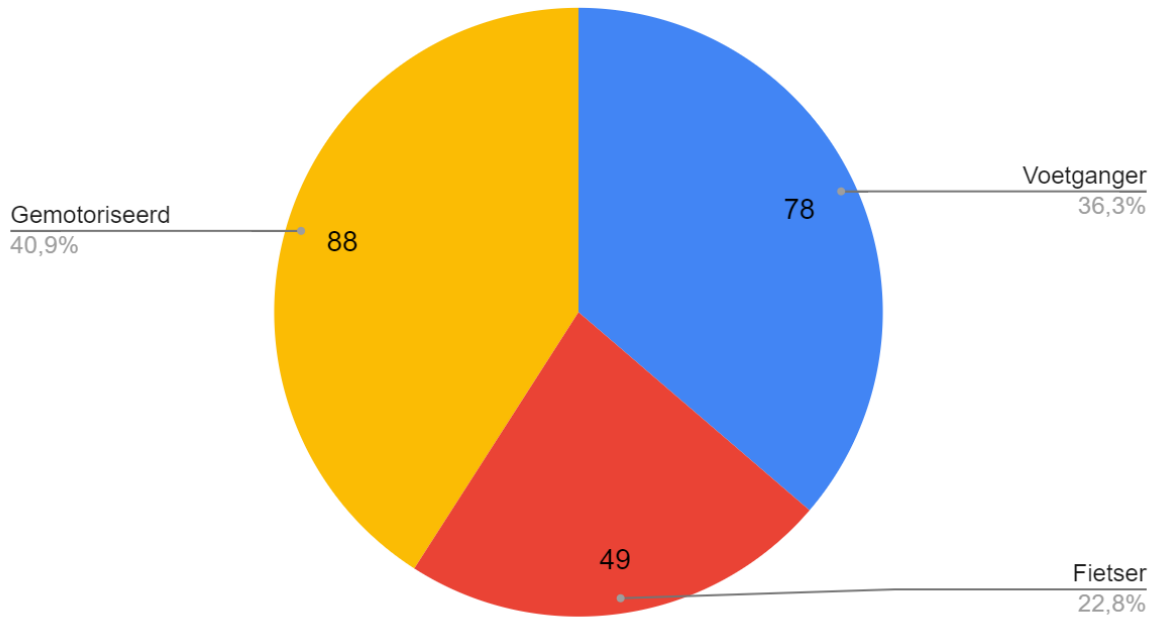


Figuur 48: Trajecten Lichtaart voormeting namiddag

7.4.1.4 Modal split namiddag

Tijdens de namiddagobservatie die kadert binnen de voormeting in Lichtaart, was het aandeel van vervoersmodi redelijk gelijk verdeeld (Figuur 49). Van al het geobserveerde verkeer bleek 40,9% gemotoriseerd verkeer, 36,3% voetgangers en 22,8% fietsers. In absolute cijfers duidt dit op 88 gemotoriseerde voertuigen, 78 voetgangers en 49 fietsers tijdens de geobserveerde periode van 15 minuten en 34 seconden.

Modal split voormeting namiddag Lichtaart



Figuur 49: Modal split voormeting namiddag Lichtaart

7.4.1.5 Snelheid voormiddag

Kijkende naar de snelheden, is er op twee punten gemeten. Deze locaties staan weergegeven op Figuur 16. Deze gegevens staan weergegeven in onderstaande Tabel 25. Hierbij valt op dat de gemiddelde snelheid relatief laag ligt, dit kan te wijten zijn aan het feit dat er op sommige momenten fietsers voor wagens rijden, waardoor de snelheid beperkt wordt. De V85 (snelheid waar 85% van het verkeer zich aan houdt) ligt ook acceptabel, vooral in het noordelijk gedeelte scoort dit goed met 28,2km/u. Dit kan mogelijk te wijten zijn aan twee factoren. Enerzijds is er een lichtengeregeld kruispunt, waardoor het verkeer soms verplicht snelheid dient te minderen en mogelijk te stoppen. Anderzijds remmen de parkeerplaatsen ook sterk af. Dit is zowel in het noordelijk alsook het zuidelijk gedeelte van het onderzoeksgebied het geval.

Tabel 25: Snelheden Lichtaart voormeting voormiddag

	Gemiddelde snelheden (km/u)	max gem snelheid (km/u)	V85 (km/u)
Noordelijk gedeelte	18,0	37,6	28,2
Zuidelijk gedeelte	24,0	37,3	32,3

7.4.1.6 Snelheid namiddag

Aangezien er in de namiddag te veel wind stond, zijn de dronebeelden niet heel betrouwbaar op het vlak van snelheden. Dit is merkbaar door de aanwezigheid van uitschieters bij de snelheden. Daardoor worden deze in de namiddag niet weergegeven in het noordelijk gedeelte van het onderzoeksgebied. Een goed voorbeeld hiervan is een wagen die van ongeveer 90km/u plots naar 15km/u gaat. Gedurende de observatie zijn er meerdere van die vreemde snelheidswijzigingen zichtbaar.

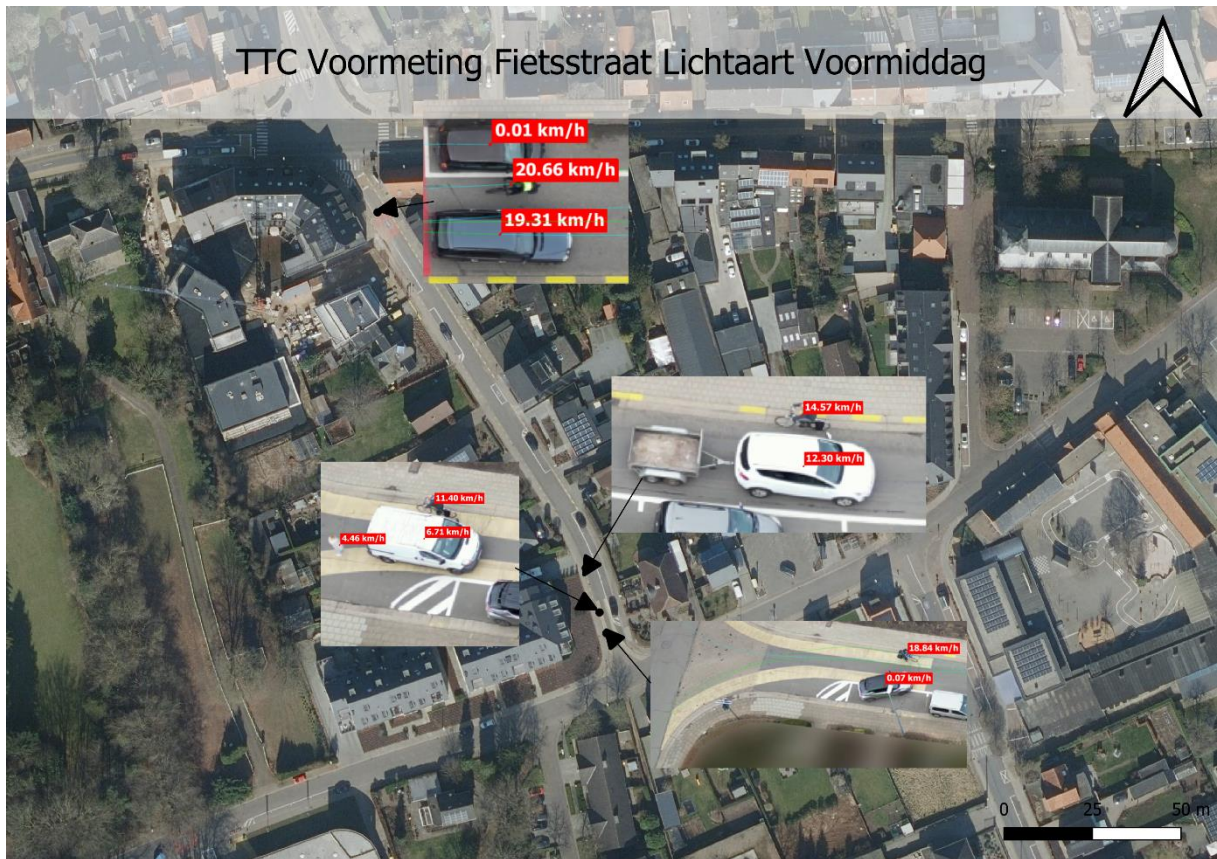
Aangezien de drone die het zuidelijk beeld observeerde, minder last had van de windstoten, kon hier de snelheid wel geanalyseerd worden. In onderstaande Tabel 26 staat af te leiden dat de gemiddelde snelheid van al het gemotoriseerd verkeer op 22,1km/u lag. Het snelste voertuig had een gemiddelde snelheid van 31,2km/u en de V85 snelheid, dus de snelheid die 85% van het gemotoriseerd verkeer niet overschrijdt, ligt op 28km/u. De maximumsnelheid van 30km/u wordt dus goed gerespecteerd. De meting gebeurt echter wel kort na een kruispunt, wat er op van wijzen dat de snelheid van het verkeer nog lager ligt dan op de rest van de weg het geval kan zijn (Tabel 26).

Tabel 26: Snelheden Lichtaart voormeting namiddag

	Gemiddelde snelheden (km/u)	max gem snelheid (km/u)	V85 (km/u)
Noordelijk gedeelte	/	/	/
Zuidelijk gedeelte	22,1	31,2	28,0

7.4.1.7 TTC-voormiddag

Kijkende naar de TTC parameter, zijn er na visuele controle vier gevaarlijke situaties gedetecteerd. Deze zijn terug te vinden op onderstaande Figuur 50. Van noord naar zuid treedt er een eerste probleemsituatie op ter hoogte van het parkeervak bij de verkeerslichten. Doordat de fietsers in beide richtingen van de weg mogen rijden, komen deze auto's tegen in de andere richting. Dit leidt ertoe dat deze elkaar moeten kruisen, maar doordat er ook wagens geparkeerd staan aan beide kanten van de weg leidt dit tot gevaarlijke situaties door versmallingen. Twee situaties in het zuidelijk gedeelte, tonen dat ook hier dezelfde problematiek aanwezig is, hetzij hierbij de auto's aan de andere kant staan geparkeerd. Het parkeervak het dichtst bij het kruispunt in het zuiden veroorzaakt ook problemen. Zo is de overzichtelijkheid voor auto's die van dit parkeervak willen afrijden niet altijd optimaal, waardoor fietsers soms moeten uitwijken (Figuur 50).



Figuur 50: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart voormeting voormiddag

7.4.1.8 TTC-namiddag

Wanneer erop onderstaande Figuur 51 gekeken wordt naar de gevaarlijke punten op basis van de TTC parameter in de namiddag van de voormeting, komen er slechts drie punten naar voren. Deze zijn allemaal in het zuidelijke deel gelegen, aangezien de drone die het noordelijke deel van het onderzoekgebied observeerde, problemen had met de rukwinden. Hier is niet veel data uitgehaald, wat een verklaring is voor het feit dat er geen gevaarlijke situaties geobserveerd zijn.



Figuur 51: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart voormeting namiddag

7.4.1.9 PET voormiddag

Op basis van de PET parameter kunnen er na een visuele cleaning geen gevaarlijke punten teruggevonden worden. Dit wijst erop dat er geen weggebruikers kort achter elkaar kruisen of kort achter elkaar rijden.

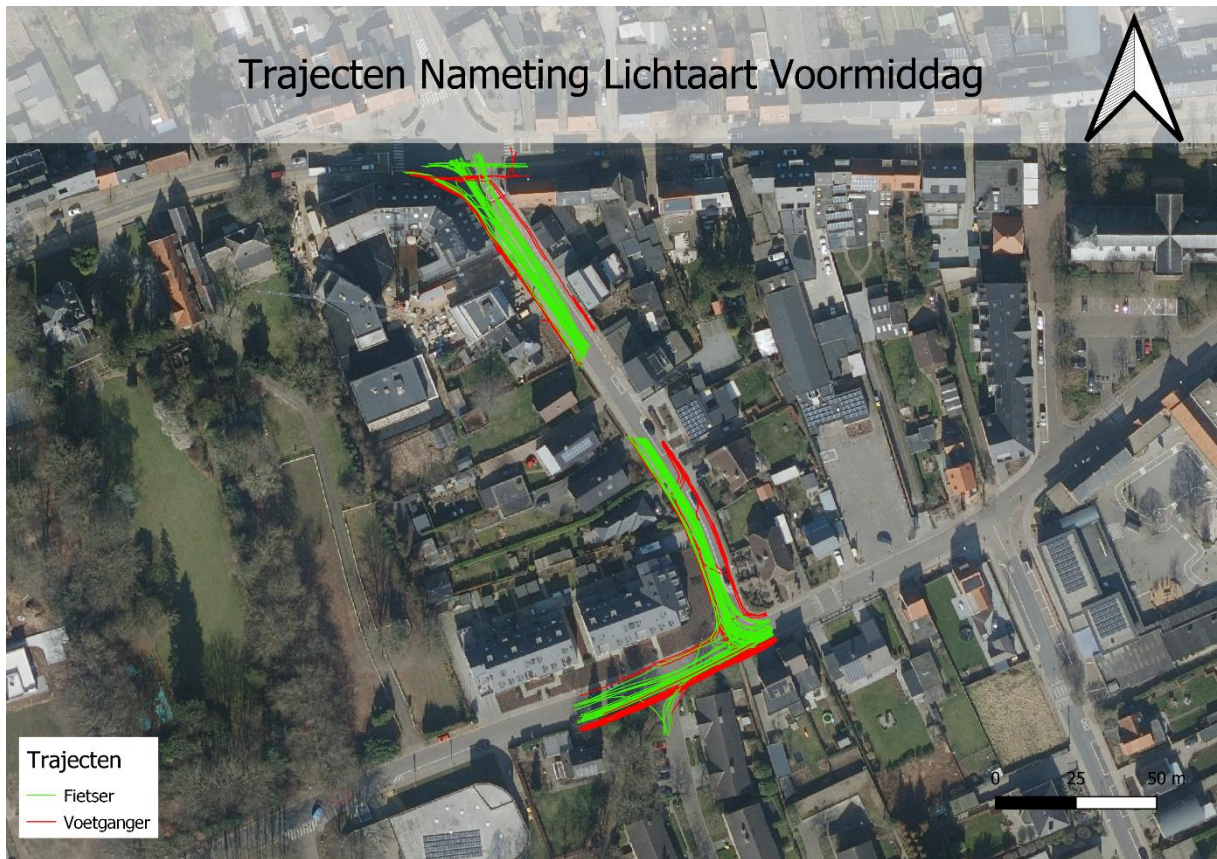
7.4.1.10 PET namiddag

Omwille van het feit dat de beelden in het noordelijke deel niet altijd optimaal waren wegens de rukwinden en er in het zuidelijke deel na visuele controle geen gevaarlijke punten meer konden waargenomen, is deze kaart weggelaten. Er werden dus net zoals in de voormiddag geen conflictpunten op basis van de PET parameter teruggevonden.

7.4.2 Nameting

7.4.2.1 Trajecten voormiddag

Op onderstaande Figuur 52 staan de geobserveerde trajecten van de nameting in de voormiddag weergegeven. Hierbij valt erop dat de meeste voetgangers op het voetpad wandelen en de meeste fietsers zich op de rijbaan verplaatsen. Enkele fietsers, zowel in het noordelijke deel als in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied, verplaatsen zich echter over het voetpad. Dit is het geval aan de westzijde van de weg, waar de fietsers in de tegenrichting van het gemotoriseerd verkeer rijden. Dit kan te wijten zijn aan de perceptie dat de fietser niet voldoende ruimte krijgt op deze locatie in de zuidelijke rijrichting.

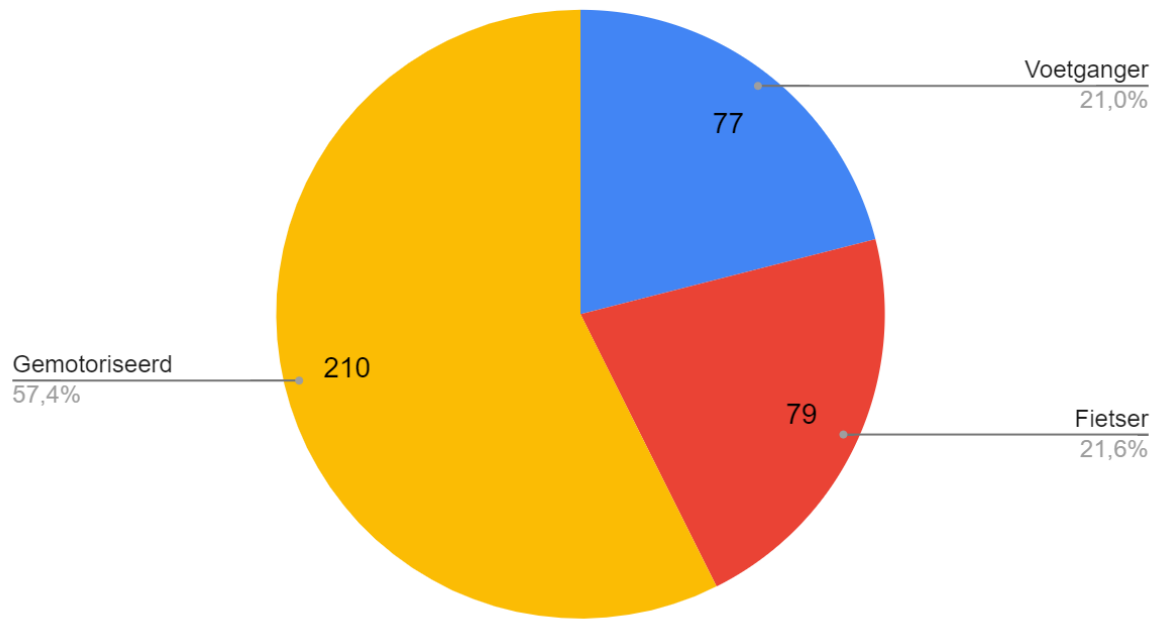


Figuur 52: Trajecten Lichtaart nameting voormiddag

7.4.2.2 Modal split voormiddag

Op Figuur 53 wordt de modal split van de voormiddag van de nameting weergegeven. Dit heeft betrekking op de geobserveerde trajecten in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied aangezien dit normaalgezien dezelfde weggebruikers zijn als in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied. Hier blijkt 57,4% van het verkeer zich met een gemotoriseerd voertuig verplaatst. Daarnaast is 21,6% van het verkeer fietser en de overige 21% verplaatst zich te voet. In absolute cijfers betekent dit 210 gemotoriseerde voertuigen, 79 fietsers en 77 voetgangers tijdens de geobserveerde periode van 20 minuten en 22 seconden.

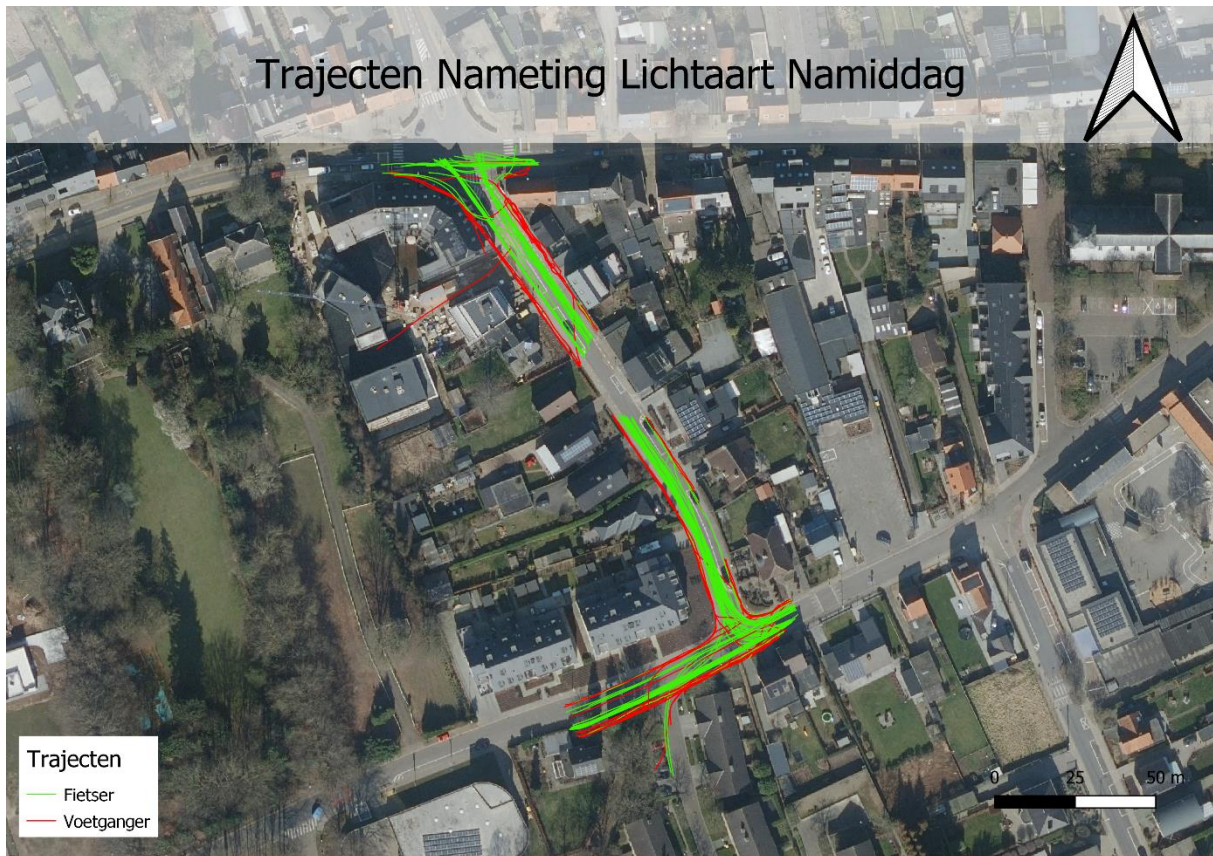
Modal split nameting voormiddag Lichtaart



Figuur 53: Modal split nameting voormiddag Lichtaart

7.4.2.3 Trajecten namiddag

Op Figuur 54 staan de gevolgde trajecten van de nameting in de namiddag afgebeeld. Hier valt opnieuw op dat de meeste fietsers en voetgangers hun plek respectievelijk op de rijbaan en op het voetpad goed respecteren. Echter is er ook in deze situatie op te merken dat enkele fietsers in zuidelijke rijrichting aan de westzijde van de weg op het voetpad rijden. Opnieuw kan dit verklaard worden door het feit dat de perceptie bestaat dat fietsers niet genoeg ruimte krijgen wanneer ze zich in tegengestelde richting van het gemotoriseerd verkeer verplaatsen.

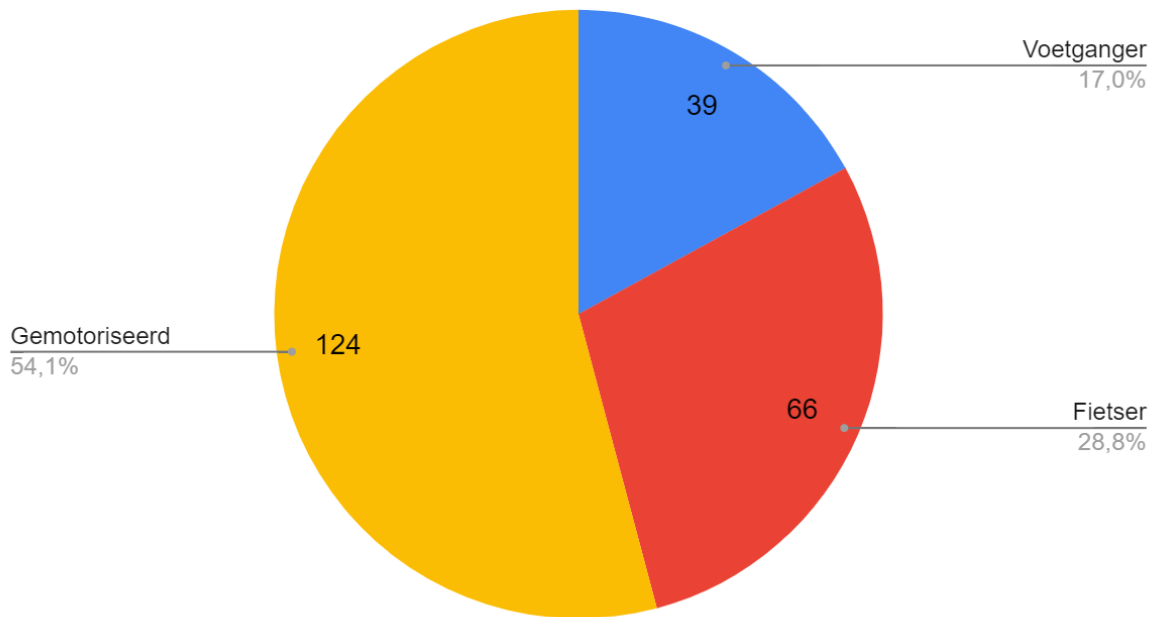


Figuur 54: Trajecten Lichtaart nameting namiddag

7.4.2.4 Modal split namiddag

De modal split van de namiddagobservatie van de nameting wordt weergegeven op onderstaande Figuur 55. Opnieuw werd er gefocust op de situatie in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied omdat deze nagenoeg hetzelfde zou zijn als in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied. Hieruit blijkt dat 54,1% van de weggebruikers gemotoriseerd verkeer was. Daarnaast zorgden de fietsers voor 28,8% van al het verkeer en de overige 17% werden ingevuld door de voetgangers. Tijdens de geobserveerde periode van 23 minuten en 12 seconden

Modal split nameting namiddag Lichtaart



Figuur 55: Modal split nameting namiddag Lichtaart

7.4.2.5 Snelheid voormiddag

Op onderstaande Tabel 27 zijn de snelheden van de nameting in de voormiddag af te lezen. Een vaststelling is dat in het noordelijk gedeelte de V85 tegen de snelheidslimiet van 30km/u aanzit. In het zuidelijke deel, wordt harder gereden dan in het noordelijke deel, hier wordt de snelheidslimiet wel overschreden, kijkende naar de V85. Ook ligt de maximale snelheid hierbij boven de 40km/u. Het feit dat de snelheid in het noordelijk gedeelte van het onderzoeksgebied lager ligt is verklaarbaar door het feit dat het verkeer hier moet afremmen voor de verkeerslichten.

Tabel 27: Snelheden Lichtaart nameting voormiddag

	Gemiddelde snelheden (km/u)	max gem snelheid (km/u)	V85 (km/u)
Noordelijk gedeelte	19,6	37,8	29,4
Zuidelijk gedeelte	28,0	41,2	34,7

7.4.2.6 Snelheid namiddag

Op onderstaande Tabel 28 worden de geobserveerde snelheden tijdens de namiddagmeting van de nameting weergegeven voor zowel het noordelijke als het zuidelijke deel. Hierbij valt op dat de snelheid in het noordelijke gedeelte van het onderzoeksgebied redelijk laag ligt. De gemiddelde gemeten snelheid ligt hier op 18,8km/u en de maximum gemeten snelheid bedraagt 38,5km/u. De snelheid waar 85% van het verkeer zich aan houdt licht op 27,1km/u en met een snelheidsregime van 30km/u is dit toch eerder positief. In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied ligt de snelheid hoger, met een gemiddelde van 28,9km/u en een maximale snelheid van 48km/u. De V85 snelheid bedraagt hier 37,3km/u, wat toch te hoog is voor een fietsstraat.

Tabel 28: Snelheid nameting namiddag Lichtaart

	Gemiddelde snelheden (km/u)	max gem snelheid (km/u)	V85 (km/u)
Noordelijk gedeelte	18,8	38,5	27,1
Zuidelijk gedeelte	28,9	48,0	37,3

7.4.2.7 TTC-voormiddag

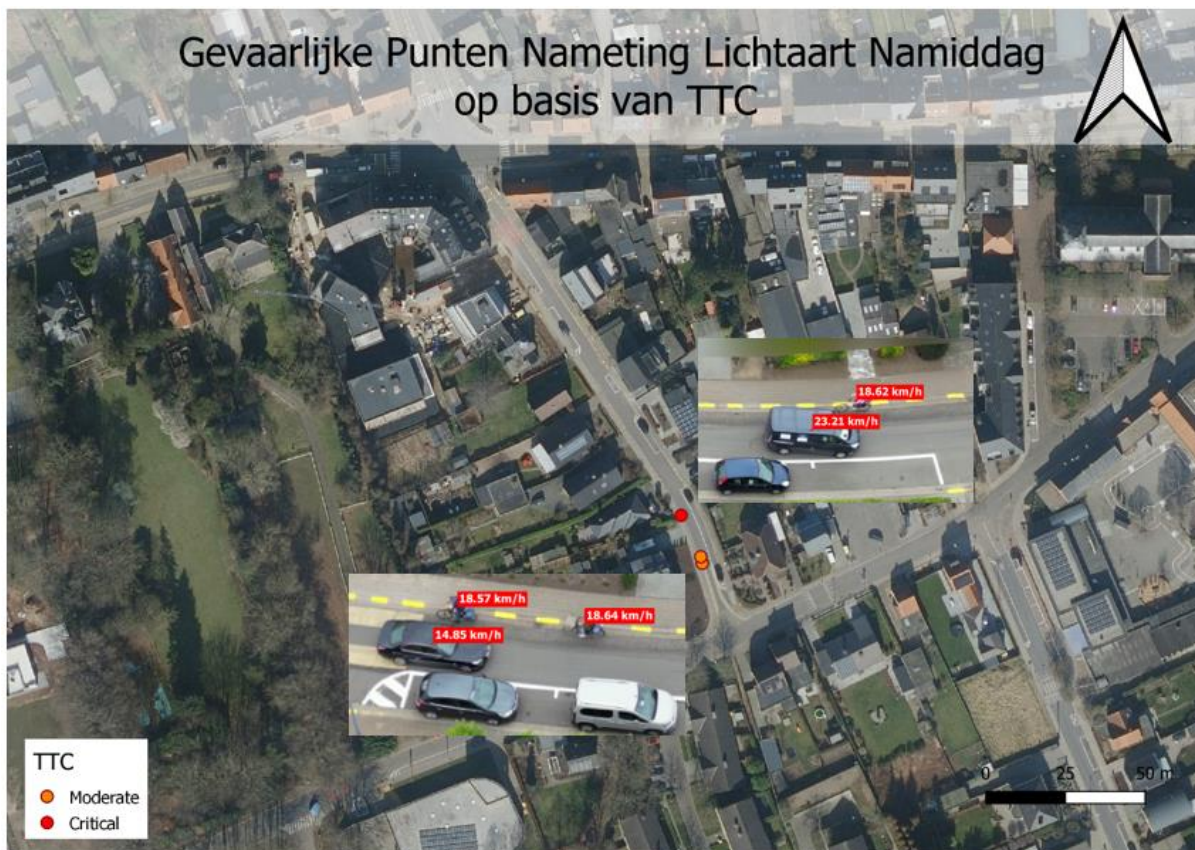
Tijdens de nameting deden er zich in de ochtendspits enkele gevaarlijke situaties voor, op basis van de TTC parameter (Figuur 56). Hierbij werden de meeste conflictpunten geobserveerd in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied, dus aan de kruising met de Leistraat. Het is mogelijk te verklaren door het feit dat hier verkeerslichten aanwezig zijn en de wachtrij hiervoor enkele problemen met zich meebrengt. Daarnaast zijn er nog enkele gevaarlijke locaties terug te vinden, verspreid over de Zagerijstraat. Hier gaat het voornamelijk om fietsers die het gemotoriseerd verkeer kruisen.



Figuur 56: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart nameting voormiddag

7.4.2.8 TTC-namiddag

Tijdens de namiddagobservatie bij de nameting deden er zich slechts zeer weinig gevaarlijke situaties voor op basis van de TTC parameter. De enkele knelpunten bevinden zich allemaal in het zuidelijke deel van de Zagerijstraat. Net zoals bij de voormeting gaat het ook hier weer over kruisend gemotoriseerd verkeer en fietsers (Figuur 57).



Figuur 57: Gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart nameting namiddag

7.4.2.9 PET

In de nameting bleken er na een visuele controle geen gevaarlijke punten op basis van de PET parameter te zijn, zowel in de voormiddag als in de namiddag. Om deze reden wordt de PET niet verder opgenomen in dit deel van de analyse.

8 Discussie

8.1 Hasselt (Runkst)

8.1.1 Nauwkeurigheid manuele telling vs. DataFromSky

De beelden die uit de nameting verkregen werden, werden opnieuw bekeken om te achterhalen of de software DataFromSky (DFS) deze juist analyseert. Dit hebben de onderzoekers die de voormeting behandelden, ook gedaan. De getelde cijfers werden vergeleken met het aantal verkeersdeelnemers van DataFromSky en hieruit komen de gegevens in Tabel 29 naar voren. Er werden door DataFromSky meer weggebruikers van elk type geteld. Enkel werd er één bus meer geobserveerd dan geteld werd door de software. Dit laatste is te verklaren doordat deze bus geteld werd als zwaar verkeer door de software. De reden waarom deze cijfers zo afwijken zullen hieronder worden toegelicht per modus.

Tabel 29: Verschil manuele tellingen en DataFromSky

Geteld vs DFS	Auto	Voetganger	Fietser	Lichte vracht	Zwaar verkeer	Motoren	Bus
Geteld	995	456	263	107	22	39	15
DFS	1000	640	265	110	28	56	14
Totale afwijking (%)	0,50	40,35	0,76	2,80	27,27	43,58	-6,66

Bij voetgangers is er de hoogste procentuele afwijking zichtbaar (Tabel 30). De reden waarom DataFromSky meer voetgangers telt dan er daadwerkelijk zijn, kan voornamelijk worden toegeschreven aan twee redenen. Allereerst is er het gegeven dat wanneer personen dicht bij elkaar wandelen de tellingen fout gebeuren. De software telt dan bijvoorbeeld slechts één voetganger terwijl het een ouder is met een kind aan de hand. Wanneer dit kind dan wat afstand neemt worden deze wel als twee geteld, maar de ouder krijgt dan soms ook een nieuw identificatienummer, waardoor twee personen als drie worden geteld. Daarnaast is het ook zo dat de software soms moeite heeft met het volledig tracken van een gevolgd traject. Wanneer voetgangers te dicht bij een obstakel komen (vb. muur, paaltje...) wordt het traject soms onderbroken. Vervolgens neemt de software de voetganger terug op, wat ervoor zorgt dat er twee trajecten worden gecreëerd voor één voetganger en dan ook twee identificatienummers. Bijgevolg worden er dan ook twee voetgangers geteld in plaats van één. Dit had ook het gevolg dat niet het volledige traject geanalyseerd kon worden omdat dit onderbroken wordt. Dit had vooral betrekking op de herkomstbestemmingsmatrix. In het oostelijke beeld was er vooral sprake van twee trajecten door obstakels. In het westelijke deel was de ingang van de school, wat ervoor zorgt dat er een cluster is van personen. In dit deel van de dronebeelden was het dus zowel het aanmaken van twee trajecten alsook een moeilijke detectie omwille van groepering.

Tabel 30: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van voetgangers

Vergelijking voetgangers Telling vs DFS	Voetganger		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	108	118	8,474576271
Voormiddag beeld west	100	177	43,50282486
Namiddag beeld oost	126	157	19,74522293
Namiddag beeld west	122	188	35,10638298

De op een na grootste afwijking is merkbaar bij fietsers (Tabel 31). Ook hier was het probleem dat er soms twee trajecten werden geregistreerd, wanneer deze te dicht bij elkaar reden of wanneer deze dicht bij een obstakel reden. Tevens had de software soms ook moeilijkheden om de fietsers correct te detecteren. Soms werden brommers of kinderwagens ook als fietser geteld en andersom.

Tabel 31: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van fietsers

Vergelijking fietsers Telling vs DFS	Fietser		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	56	56	0
Voormiddag beeld west	46	52	11,53846154
Namiddag beeld oost	81	82	1,219512195
Namiddag beeld west	73	75	2,666666667

Kijkende naar de nauwkeurigheid van de software met betrekking op de detectie van auto's, valt op dat deze relatief accuraat zijn (Tabel 32). Zo is er in het oostelijke deel van de video geen afwijking, terwijl dit bij het westelijke deel wel zo is. Deze afwijking is te verklaren omwille van het feit dat er hier naast de straat geparkeerd wordt, waardoor de software soms twee wagens als één wagen zag en er bijgevolg weer twee trajecten worden gemaakt. Een andere keer werd er een auto met een aanhangwagen geteld als twee wagens.

Tabel 32: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van auto's

Vergelijking auto's Telling vs DFS	Auto		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	186	186	0
Voormiddag beeld west	163	164	0,609756098
Namiddag beeld oost	339	339	0
Namiddag beeld west	307	311	1,286173633

Op het vlak van motoren is er ook een te verklaren afwijking (Tabel 33). In sommige gevallen detecteerde de software de motoren als fietsers of omgekeerd.

Tabel 33: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van motoren

Vergelijking motoren Telling vs DFS	Motoren		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	8	11	27,27272727
Voormiddag beeld west	6	8	25
Namiddag beeld oost	11	22	50
Namiddag beeld west	14	15	6,666666667

Bij de lichte vrachtwagens valt het op dat de analyse door de software vrij accuraat is (Tabel 34). De reden waarom de afwijking er is in het westelijk beeld is omdat er soms een wagen was met een aanhangwagen, die geteld werd als lichte vracht.

Tabel 34: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van lichte vracht

Vergelijking lichte vracht Telling vs DFS	Lichte vracht		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	17	17	0
Voormiddag beeld west	19	19	0
Namiddag beeld oost	38	38	0
Namiddag beeld west	33	36	8,333333333

Bij zwaar verkeer (Tabel 35) werd een bestelwagen met een aanhangwagen soms ook geteld als zwaar verkeer.

Tabel 35: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van zwaar verkeer

Vergelijking zwaar verkeer Telling vs DFS	Zwaar verkeer		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	6	7	14,28571429
Voormiddag beeld west	4	5	20
Namiddag beeld oost	7	9	22,22222222
Namiddag beeld west	5	7	28,57142857

Kijkende naar de nauwkeurigheid van de bus-detectie, doet de software dit zeer goed (Tabel 36). Het grote procentuele verschil is dan ook vooral te wijten aan het feit dat er weinig bussen in het gebied reden, waardoor een afwijking van één bus een groot effect heeft. Dit verschil komt doordat de bus eerst gezien werd als zwaar verkeer. Echter is dit geen echt probleem bij verkeerskundige analyses.

Tabel 36: Verschil manuele tellingen en DataFromSky op het vlak van bussen

Vergelijking Bus Telling vs DFS	Bus		
	Geteld	DFS	Verschil (%)
Voormiddag beeld oost	5	5	0
Voormiddag beeld west	3	3	0
Namiddag beeld oost	5	6	16,66666667
Namiddag beeld west	2	2	0

8.1.2 Verschil tussen de voor- en nameting

Het is onmogelijk om de herkomstbestemmingen van de voor- en nameting exact met elkaar te vergelijken omdat er bij de nameting gewerkt is met twee afzonderlijke beelden. Bij de voormeting werd er gewerkt met slechts één drone. De in- en uitgangen kunnen wel afzonderlijk met elkaar vergeleken worden. Om de vergelijking niet onnodig complex te maken, wordt er enkel gekeken naar oost, noord en west. Tevens worden ook enkel de vervoersmodi voetganger, fietser en gemotoriseerd verkeer bekeken en wordt het gemotoriseerd verkeer niet verder opgedeeld in brommers, auto's, lichte vracht en zwaar verkeer.

In Tabel 37 valt op dat het grootste aandeel aan voetgangers in de ochtendspits afkomstig is uit oostelijke richting naar de school toe. Bij de voormeting is er echter een grote hoeveelheid voetgangers die naar het noorden van het onderzoeksgebied wandelt. Dit valt te verklaren door het feit dat er twee redelijk grote groepen in deze richting het onderzoeksgebied verlaten. Tijdens de nameting is dit niet het geval, wat dit verschil kan verklaren. Ten noorden van de school is een sporthal gelegen, wat een verklaring kan zijn voor het voetgangersverkeer in deze richting. In de namiddag verplaatsen de meeste voetgangers zich in oostelijke richting, wat logisch is aangezien het grootste aandeel voetgangers in de ochtend ook van deze kant komt.

Over het algemeen zijn is het aantal voetgangers per richting bij de voor- en nameting vrijwel hetzelfde. Er zijn wel wat verschillen te zien, maar dit kan door toeval verklaard worden.

Tabel 37: Vergelijking aantal voetgangers in gebied

Voetgangers #/uur		Voormeting		Nameting	
		Voormeting voormiddag	Voormeting namiddag	Nameting voormiddag	Nameting namiddag
Noord	Van noord	16,9	24,2	37,8	19,5
	Naar noord	110,6	14,5	21,6	34,3
Oost	Van oost	86,3	21,3	91,8	28,3
	Naar oost	41,3	46,5	32,4	53,7
West	Van West	73,1	21,3	37,8	20,72
	Naar West	28,1	31,9	27	20,72

Tabel 38 geeft het aantal fietsers per gevolgde richting aan. Hierbij valt op dat er tijdens de voormiddag van de voormeting de meeste fietsers afkomstig zijn van het oosten en het westen en de meeste fietsers naar het oosten gaan. Bij de nameting blijkt het aantal fietsers afkomstig uit het westen een stuk kleiner dan bij de voormeting, maar blijft de oostelijke richting het voornaamste. Bij de voormeting verlaten de meeste fietsers het onderzoeksgebied in oostelijke richting, terwijl dit in de nameting eerder in noordelijke en westelijke richting gebeurt.

De vergelijking tussen het aantal fietsers per richting tussen de voor- en nameting wijst erop dat er redelijk grote verschillen zijn. Tijdens de voormiddag zijn deze verschillen nog redelijk klein, maar tijdens de namiddag zijn de verschillen zeer groot, met soms het dubbel aantal aan fietsers in een bepaalde richting. Naar het noorden toe is er zelfs een toename van factor 3,8.

Tabel 38: Vergelijking aantal fietsers in gebied

Fietsers #/uur		Voormeting		Nameting	
		Voormeting voormiddag	Voormeting namiddag	Nameting voormiddag	Nameting namiddag
Noord	Van noord	26,3	24,2	21,6	12
	Naar noord	26,3	14,5	14,8	55
Oost	Van oost	56,3	21,3	50	43,2
	Naar oost	56,3	46,5	70,2	23,9
West	Van West	60	21,3	37,8	40
	Naar West	39,4	31,9	27	56,2

Op Tabel 39 staat een vergelijking tussen de voor- en nameting op het vlak vanwaar het gemotoriseerd verkeer het onderzoeksgebied binnenkomt en verlaat. Hierbij valt op dat er tijdens de voormiddag van

de voormeting het meeste gemotoriseerd verkeer van het westen het onderzoeksgebied binnegreden komt en verlaat het grootste deel van het gemotoriseerd verkeer het onderzoeksgebied in oostelijke richting. Bij de nameting is dit hetzelfde, maar is het aantal motorvoertuigen per uur een heel stuk hoger. In de namiddag van de voormeting rijdt opnieuw het meeste gemotoriseerd verkeer het onderzoeksgebied binnen vanuit westelijke richting en verlaat het onderzoeksgebied in oostelijke richting. Bij de nameting komt het grootste deel van het gemotoriseerd verkeer uit oostelijke richting het onderzoeksgebied binnen en verlaat het grootste deel van het gemotoriseerd verkeer het onderzoeksgebied ook in oostelijke richting.

Het aantal motorvoertuigen per uur ligt bij de nameting bijna overal hoger dan het geval was bij de voormeting. Enkel in de namiddag naar het noorden toe en in de namiddag uit het westen ligt het aantal motorvoertuigen per uur bij de nameting lager dan bij de voormeting.

Het is bij zowel de voor- alsook de nameting opvallend dat er in de ochtend meer verkeer van het westen komt, dan dat er naar het westen gaat. Normaal gezien zouden personen uit de woonkern zich verplaatsen naar de grote baan, om van hieruit (werk)bestemmingen te bereiken. In de namiddag is hetzelfde fenomeen zichtbaar, ook hierbij rijdt er meer verkeer naar Runkst dan er afkomstig is van Runkst.

Tabel 39: Vergelijking gemotoriseerd verkeer in gebied

Gemotoriseerd verkeer #/uur		Voormeting		Nameting	
		Voormeting voormiddag	Voormeting namiddag	Nameting voormiddag	Nameting namiddag
Noord	Van noord	86,3	56,1	94,5	93,9
	Naar noord	65,5	75,5	83,7	35,5
Oost	Van oost	127,5	146,1	216,1	213,1
	Naar oost	195	171,3	251,1	310
West	Van west	208,1	204,2	264,8	188
	Naar west	140,6	153,9	226,8	167

8.1.3 Vergelijking modal split

Kijkende naar de modal split voor het schoolgaande verkeer (zichtbaar in Tabel 40) valt op dat er procentueel meer verplaatsingen te voet zijn, ook zijn er in de namiddag meer leerlingen die met de fiets naar huis rijden. Kijkende naar de verplaatsingen met de bus dient er genuanceerd te worden dat er gedurende de voormeting in de namiddag langer data werd verzameld, waardoor er twee bussen zijn geregistreerd. Bij de nameting is het zo dat er slechts één bus werd geregistreerd. Bij het aantal autoverplaatsingen kan er vastgesteld worden dat het aandeel verplaatsingen hierbij verminderd zijn. Afgaande op deze twee meetmomenten lijkt het dus dat het High-Five project wel degelijk ervoor heeft gezorgd dat leerlingen zich meer actief gaan verplaatsen. Om deze conclusie echt significant te maken zouden er echter nog meer metingen moeten plaatsvinden.

Tabel 40: Verschil modal split schoolgaand verkeer

Modal Split School	Voormiddag voormeting	Namiddag voormeting	Voormiddag nameting	Namiddag nameting
Te voet	28 (25%)	36 (18%)	39 (30%)	22 (25%)
Fiets	14 (13%)	23 (12%)	11 (8%)	21 (23%)
Bus	26 (23%)	86 (43%)	40 (30%)	22 (25%)
Auto	43 (39%)	53 (27%)	42 (32%)	24 (27%)
totaal	111 (100%)	198 (100%)	132 (100%)	89 (100%)

In onderstaande Tabel 41 staat een vergelijking van de snelheden bij de voor- en nameting opgelijst. De snelheden werden op vier verschillende locaties in het onderzoeksgebied geobserveerd, zoals zichtbaar op Figuur 15. Hierbij handelt het zich om de snelheden van het gemotoriseerd verkeer in deze gebieden. Bij deze gegevens moet er genuanceerd worden dat de juistheid van de snelheden afhankelijk is van de accuraatheid van de toegekende coördinaten in het softwareprogramma. Het aantal voertuigen dat passeerde om de gemiddelde snelheid te berekenen was hoog genoeg om deze data als waarheidsgetrouw aan te zien.

De gemiddelde snelheid ligt in alle gebieden tijdens de nameting lager dan bij de voormeting. Er wordt door het gemotoriseerd verkeer dus trager gereden in het onderzoeksgebied. De V85 waarde ligt ook overal lager in de nameting, behalve op de Vredestraat tijdens de voormiddag. Aangezien de nametingen slechts één keer plaatsvonden is het moeilijk om af te leiden of het High-Five project hier een rol in speelt. Het valt wel op dat de locaties in het westelijk gebied, tegen de R71, een hogere snelheid hebben. Bij het inslaan naar de Runkstersteenweg, wordt er overgegaan van 90km/u naar een 30km/u-regime. Dit verklaart mogelijk de hogere V85 voor de ingang van het woonzorgcentrum (Tabel 41).

Tabel 41: Vergelijking snelheden

Vergelijking snelheden		Gemiddelde snelheid (km/u)		V85 (km/u)	
		Voormeting	Nameting	Voormeting	Nameting
Runkstersteenweg - recht stuk nabij ingang leerlingen	Voormiddag	30,6	24,4	39,7	33,8
	Namiddag	30,8	26,6	38,4	33,9
Runkstersteenweg - voor ingang parking ZO	Voormiddag	23,1	19,9	33,8	23,6
	Namiddag	23,7	20,9	33,9	30,5
Runkstersteenweg - voor ingang WZC	Voormiddag	29,9	24,9	39,8	33,9
	Namiddag	30,6	27,5	39	36,6
Vredestraat	Voormiddag	19,6	18	24,9	28,1
	Namiddag	20,2	17,9	26,1	23,3

8.1.4 Beperkingen

Doordat de observatie tijdens de voormeting langer duurde, kon de analyse van de nameting niet één op één vergeleken worden met deze van de voormeting. Indien een bus met leerlingen al voor of na de observatie arriveert, wordt deze niet meegenomen, wat een groot verschil teweeg kan brengen met betrekking tot de modal split indien dit in de voormeting wel gebeurt.

Tijdens de nameting werd er gewerkt met twee beelden in het onderzoeksgebied. Hierdoor was het niet mogelijk om de herkomst en bestemming te analyseren. Enkel op het beeld wat de ingang van de school betreft, kan deze analyse gebeuren.

8.2 Corda Campus

Omwille van het feit dat de interventie te laat plaatsvond om de data nog mee op te nemen in deze masterproef, werd besloten om geen nameting uit te voeren van deze case. Toch wordt verder besproken wat de observatie met de drone mogelijk maakt.

Aangezien de locatie waarop de metingen uitgevoerd werden chaotisch was en de situaties bijgevolg op het terrein onoverzichtelijk overkwamen, was een drone zeker en vast heel handig. Op deze manier kon goed in kaart gebracht worden waar de verschillende weggebruikers zich begeven in het onderzoeksgebied. Zo kunnen ook de conflicten duidelijk worden en kan de ernst ervan beter worden ingeschat.

Het stadsbestuur zou waarschijnlijk goed aan de slag kunnen met de verkregen beelden uit deze observatie om te bepalen welke maatregelen hier goed zouden passen en aan welke maatregelen er een nood is op deze locatie.

Het is een jammere zaak dat er geen nameting mogelijk was op deze locatie omdat er op deze plaats een harde maatregel geëvalueerd zou kunnen worden.

8.3 Maasmechelen

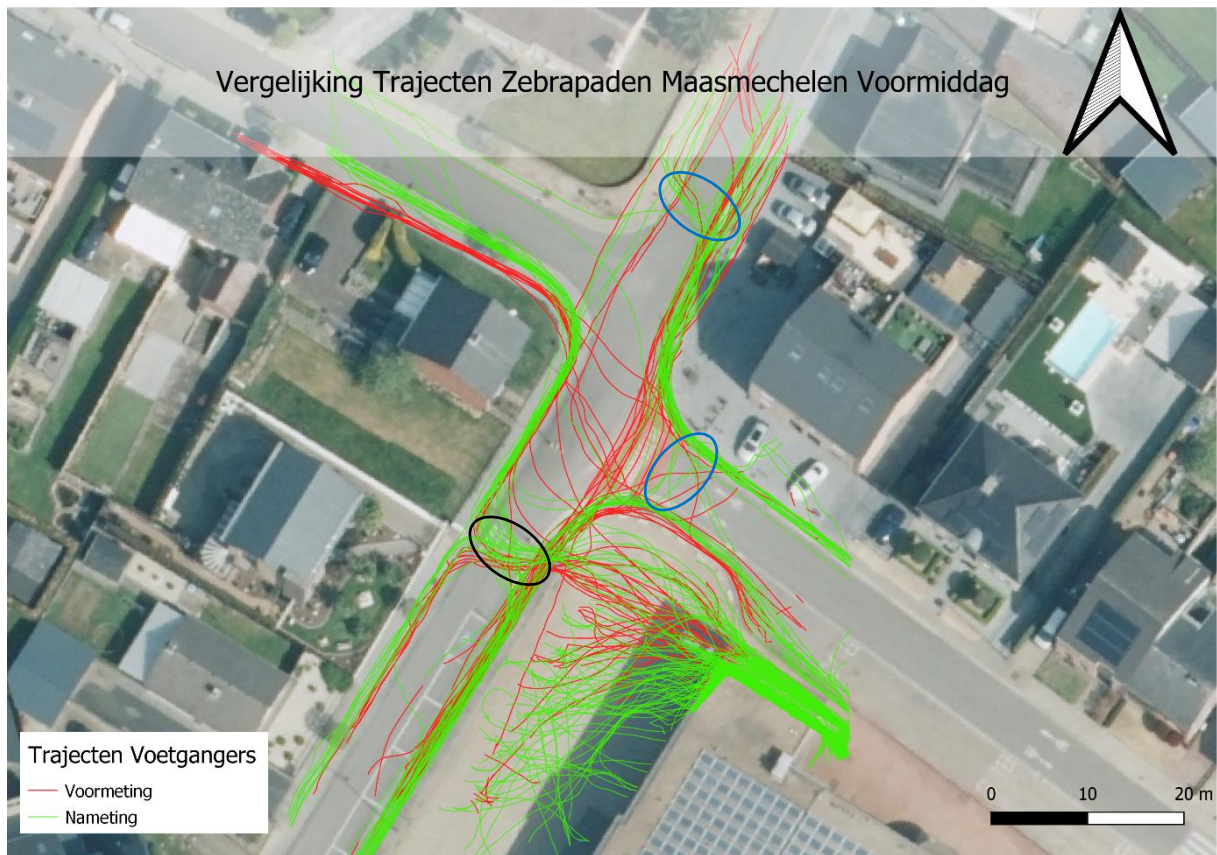
8.3.1 Vergelijking Trajecten

8.3.1.1 Voormiddag

Wanneer de trajecten van de voormiddagmetingen met elkaar vergeleken worden zoals op Figuur 58, valt erop dat de zebrapaden voor wat meer structuur in de oversteekbeweging zorgen. Op deze Figuur 58 wordt het reeds aanwezige zebrapad aangeduid met een zwarte cirkel en de twee nieuw aangelegde zebrapaden worden met een blauwe cirkel aangeduid. Op het noordelijke deel van de Parklaan is de oversteekbeweging meer geclusterd op het zebrapad, waar voordien op verschillende locaties overgestoken werd door voetgangers. Het nieuwe zebrapad over de Oenselstraat wordt niet zo veel gebruikt en wordt er nog steeds overgestoken over de fietsstraatmarkering, zoals ook uit de voormeting bleek. Op basis van de trajecten in de voormiddag kan er dus gesteld worden dat de zebrapaden een aanwinst zijn in de schoolomgeving omdat het oversteken op een meer gecoördineerde manier gebeurt.

Een andere opvallende vaststelling, die weinig tot geen betrekking heeft met de zebrapaden is het feit dat de trajecten in het noordwestelijke deel van onderstaande Figuur 58 niet op elkaar liggen. Dit is te wijten aan het feit dat het beeld van de voormeting onder een andere hoek werd gefilmd. Dit had tot gevolg dat de coördinaten in het linkerhoekpunt minder nauwkeurig konden worden bepaald bij de voormeting. Bij de andere punten speelt dit een kleinere rol, aangezien de observaties hierbij dichter bij de lens gebeurden en de vervorming kleiner is.

Er werden bij de nameting ook meer dan het dubbel aantal voetgangers (146 vs.338) geobserveerd dan tijdens de voormeting (Figuur 26 & Figuur 37).

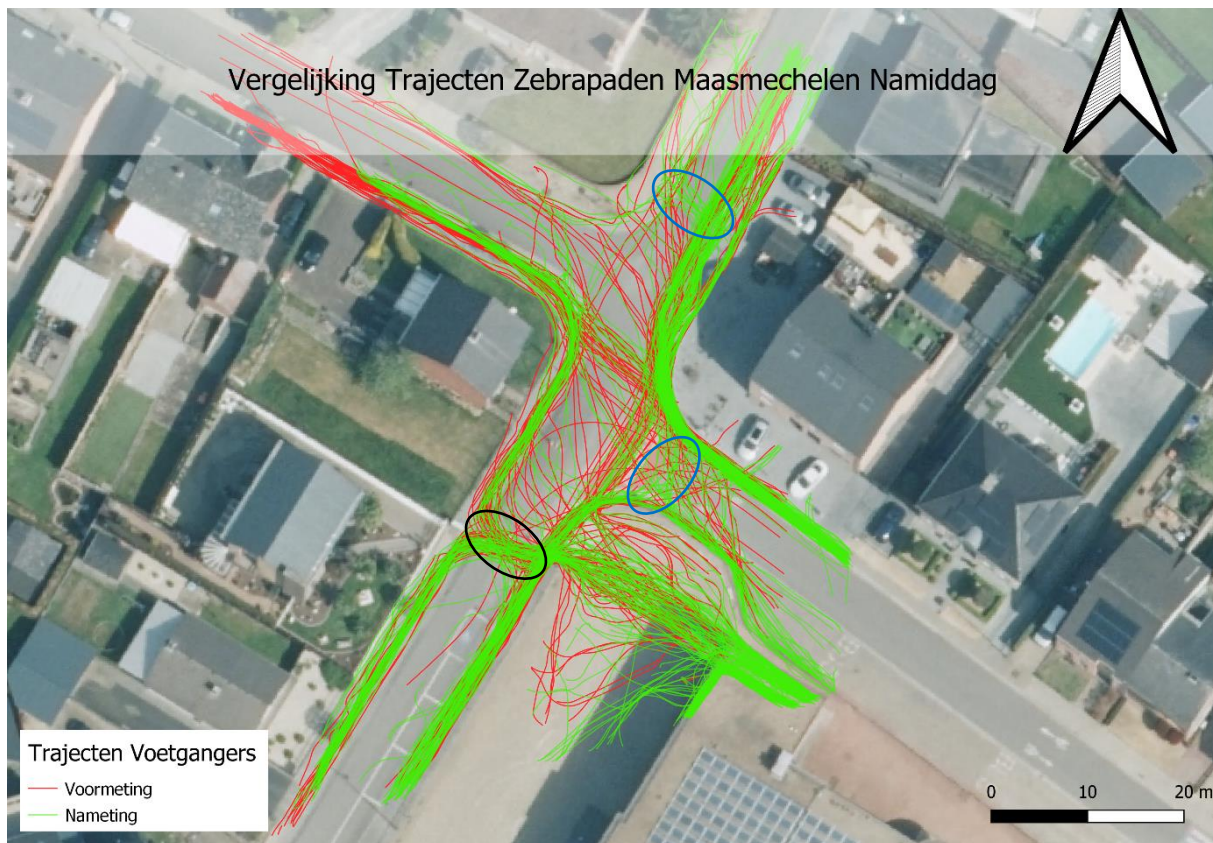


Figuur 58: Vergelijking trajecten zebrapaden Maasmechelen voormiddag

8.3.1.2 Namiddag

In de namiddag valt er net zoals in de voormiddag op dat de zebrapaden zorgen voor meer gestructureerde oversteekbewegingen in vergelijking met de situatie zonder de zebrapaden. De trajecten van de voor- en nameting worden vergeleken op Figuur 59. Hier worden opnieuw de locaties van de zebrapaden aangeduid, waarbij de zwarte cirkel staat rond de locatie waar het zebrapad reeds aanwezig was en de blauwe cirkels de locaties van de nieuwe zebrapaden aangeven. De zebrapaden worden nog niet altijd door iedereen gebruikt, maar er is wel duidelijk een verbetering merkbaar. Er blijken minder oversteekbewegingen plaats te vinden van de Proostdijstraat naar de Oenselstraat.

Wanneer het aantal voetgangers bij de voor- en nameting met elkaar vergeleken wordt, blijkt dat er in de nameting (401) meer voetgangers geobserveerd werden dan bij de voormeting (246) (Figuur 29 & Figuur 39). Hierbij is het onduidelijk waarom er zo veel extra voetgangers geobserveerd zijn. Dit kan meerdere redenen hebben, namelijk de aanleg van de zebrapaden en zo een veiligere schoolomgeving voor voetgangers, aangenamere weersomstandigheden om op een actieve manier naar school te gaan, een actie van de school om actieve modi te promoten... De werkelijke reden is uit dronebeelden niet af te leiden. In deze instantie is het mogelijk interessant om de weggebruikers te vragen naar hun redenering en het motief om al dan niet voor een actief vervoersmiddel te kiezen. Dit zou kunnen aan de hand van een andere onderzoeksmethode zoals een enquête.



Figuur 59: Vergelijking trajecten zebrapaden Maasmechelen namiddag

8.3.2 Vergelijking snelheden

8.3.2.1 Voormiddag

In de voormiddag worden zowel bij de voor- alsook de nameting de snelheden goed gerespecteerd. De maximale snelheid bij de voormeting ligt op 56km/u (Figuur 30), terwijl dit bij de nameting slechts 50km/u bedraagt (Figuur 40). Deze hoge snelheden worden gemeten in het noordwestelijke gebied van het onderzoeksgebied. Op deze weg ligt dus ook geen zebrapad.

8.3.2.2 Namiddag

In de namiddag worden in beide gevallen de snelheidslimieten over het algemeen goed gerespecteerd, de gemiddelde snelheid ligt hier dan ook lager dan de 30km/u en 50km/u limieten die hier gelden (Figuur 31). In de nameting ligt de maximale snelheid 2km/u lager dan bij de voormeting. Echter zijn deze waarden nog steeds acceptabel met 42km/u als hoogste snelheid.

De verschillen tussen de voor- en namiddag zijn te wijten aan de drukte die er in het gebied is, in de namiddag is er veelal een piek, waardoor het kruispunt soms verzadigd is. In de voormiddag zijn er met momenten relatief weinig weggebruikers aanwezig, wat kan aanzetten tot het minder respecteren van de snelheidslimieten.

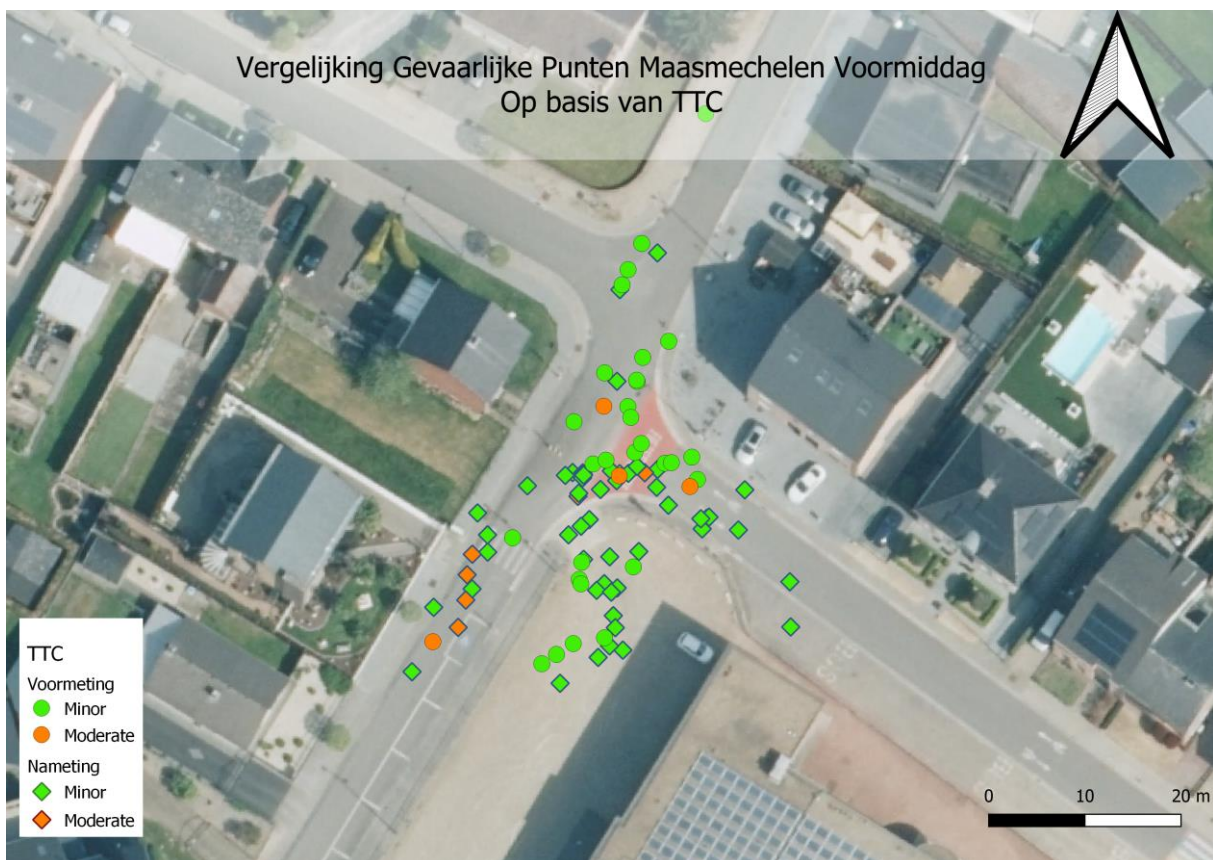
8.3.3 Vergelijking TTC

8.3.3.1 Voormiddag

Bij de voormeting in de voormiddag, konden er 33 gevaarlijke situaties op basis van de TTC worden gedetecteerd. In de nameting waren dit er 56. Echter betekent dit niet dat de verkeersveiligheid hier verslechtert, bij de nameting waren er namelijk meer weggebruikers in het geobserveerde gebied (498 vs. 642) (Figuur 27 & Figuur 37).

Een opvallende vaststelling op onderstaande Figuur 60 is dat het aantal gevaarlijke punten ten westen van het “oude” zebrapad wel zeer sterk gestegen zijn. Na analyse van de beelden, valt op dat deze op afzonderlijke momenten zijn vastgesteld. Ter hoogte van het nieuwe zebrapad, bij de fietsstraatmarkering, is het aantal conflicten ook gestegen.

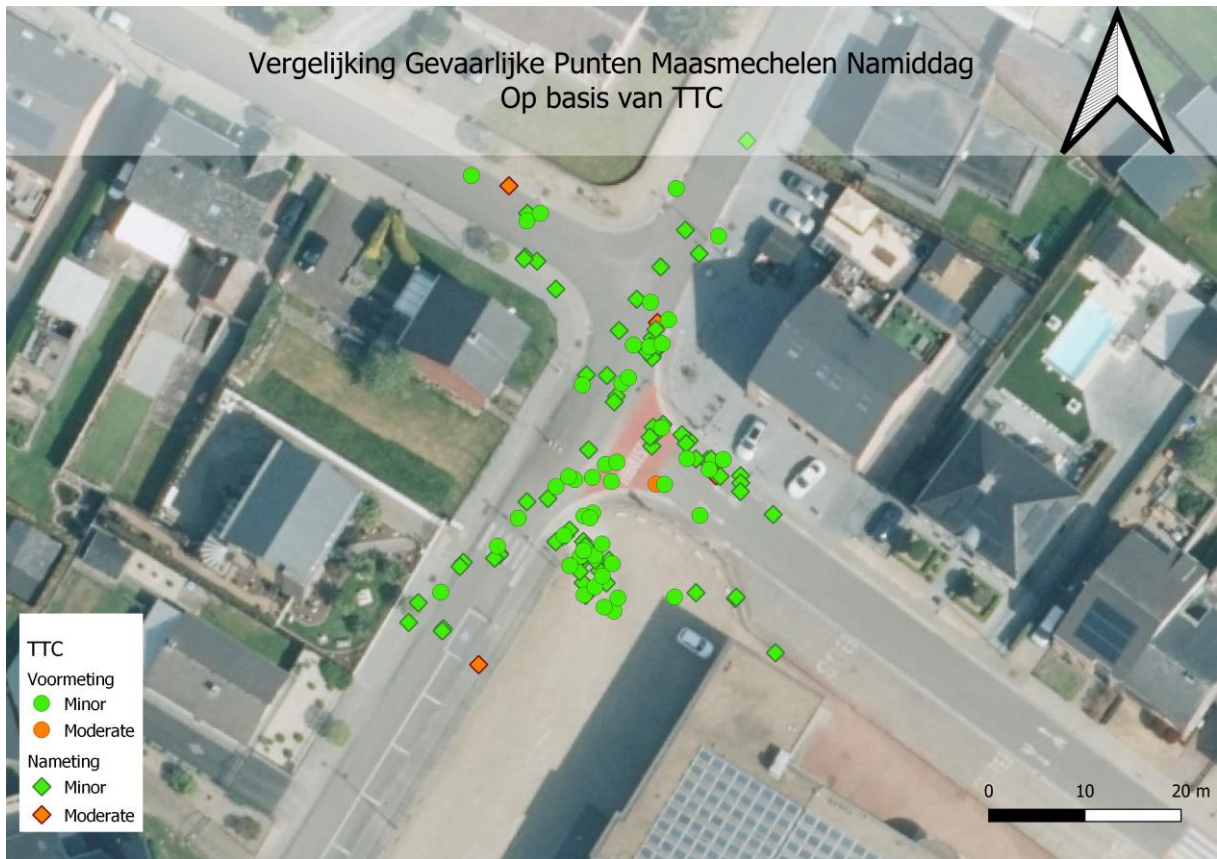
Kijkende naar het verschil in locatie van de conflictpunten op basis van de TTC waarden in de voormiddag, valt op dat bij de nameting meer conflictpunten geobserveerd worden. Daartegenover staat wel dat de gevaarlijke punten op basis van de TTC meer geclusterd worden naar één locatie en niet langer uitgestrekt worden over het hele onderzoeksgebied. Bovendien is het bij de nameting zo dat er veel gevaarlijke punten liggen aan de uitrit van de schoolparking, waarbij de snelheid veelal laag ligt. Indien hier dus effectief een ongeval zou plaatsvinden, zal de ernst hiervan beperkt blijven. De conflicten die als moderate gedetecteerd worden liggen bij de nameting meer voor het “oude” zebrapad. Ook aan het nieuwe zebrapad over de Oenselstraat is er één moderate conflict op te merken. Bij de voormeting vallen de conflicten niet bepaald op aan het zebrapad.



Figuur 60: Vergelijking TTC voormiddag Maasmechelen

8.3.3.2 Namiddag

In de namiddag is hetzelfde fenomeen zichtbaar (Figuur 61). Ook hierbij is het zo dat de punten veelal geclusterd worden aan de uitrit van de schoolparking. Tevens valt het ook op dat de gevaarlijke punten aan de oversteek ter hoogte van de rode markering fietsstraat ook sterk geminderd zijn, mogelijk is dit te wijten aan het zebrapad. Een deel van de conflictpunten bevinden zich voornamelijk aan de rechterkant van de weg, bekeken tegen de rijrichting in.

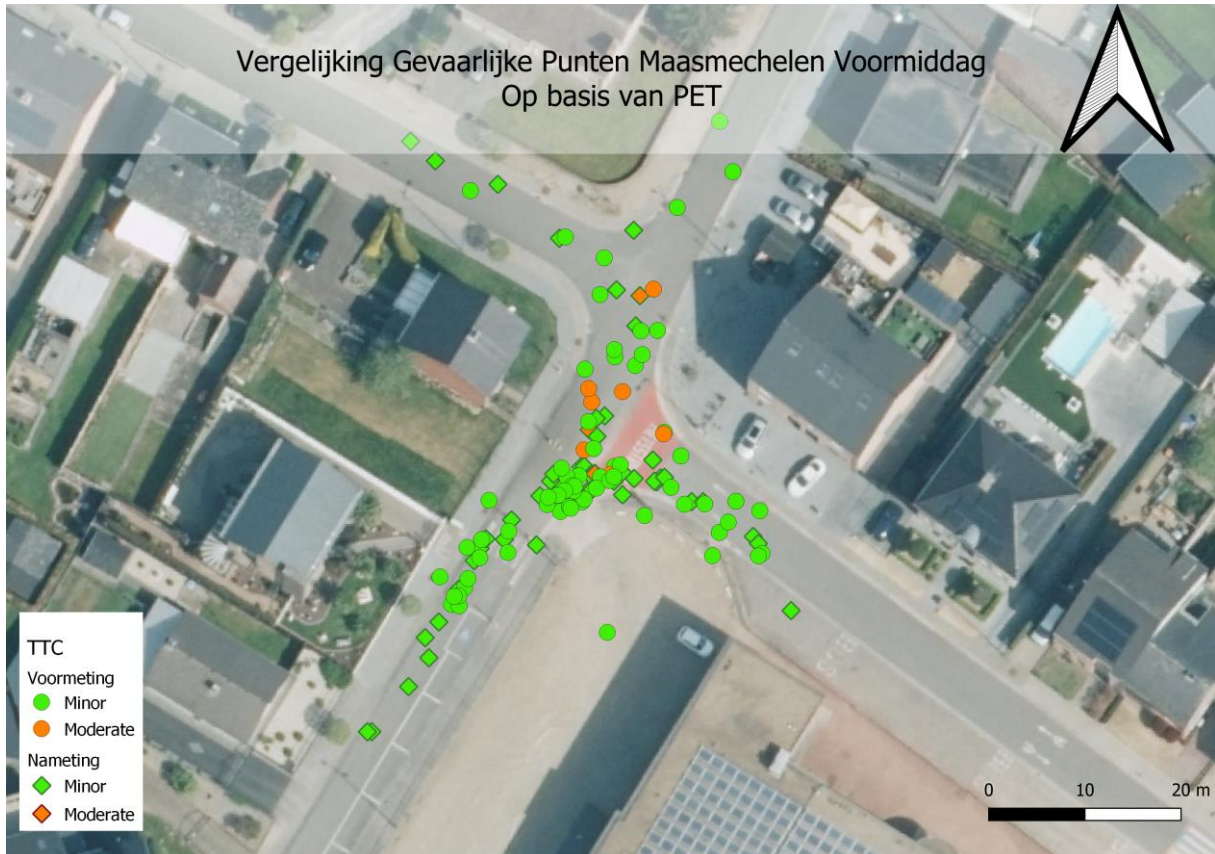


Figuur 61: Vergelijking TTC namiddag Maasmechelen

8.3.4 Vergelijking PET

8.3.4.1 Voormiddag

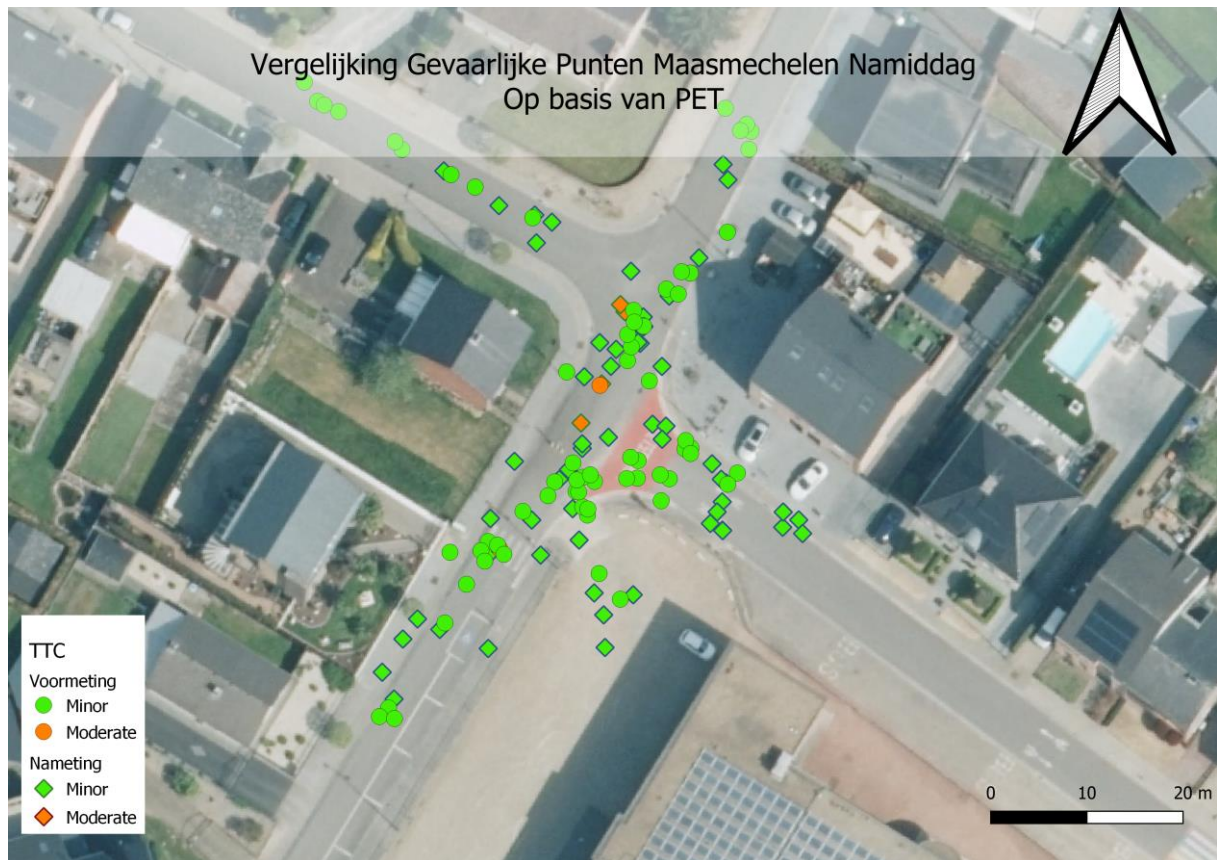
Wanneer er op basis van de PET-waarden wordt gekeken, valt op dat er eigenlijk geen grote verschillen merkbaar zijn tussen de voor- en nameting. De meeste potentiële gevaarlijke punten kunnen worden teruggevonden ter hoogte van het oude zebrapad en de uitgang van de schoolparking. Het verschil met de voormeting is wel dat er nu minder PET-conflicten worden gedetecteerd tussen de drie zebrapaden in. Verder is een lichte daling in het aantal moderate conflicten merkbaar (Figuur 62).



Figuur 62: Vergelijking PET voormiddag Maasmechelen

8.3.4.2 Namiddag

In de namiddag zijn de gevaarlijke punten op basis van de PET ook veelal verspreid, net zoals in de voormeting. Op basis van deze figuren zijn er dan ook geen grote verschillen terug te vinden tussen de voor- en nasituatie (Figuur 63).



Figuur 63: Vergelijking PET namiddag Maasmechelen

8.3.5 Beperkingen

Aangezien er tijdens de observatie in de voormiddag bij de voormeting één keer geland is, is het mogelijk dat er een druk of significant moment gemist is. Ook is het mogelijk dat er hierdoor minder trajecten geobserveerd werden in de voormiddag in vergelijking met de namiddag.

In het geval van een voor- en nameting bij de implementatie van zebrapaden, varieert de timing van de voormeting en de nameting tussen 1 maand voor en 12 maanden na de implementatie (Knoblauch & Raymond, 1999; Shultz, Sayers, Stanis, Thombs, & Thomas, 2015). In dit geval bedroeg de termijn iets minder dan een maand, mogelijk zijn de resultaten dus niet representatief.

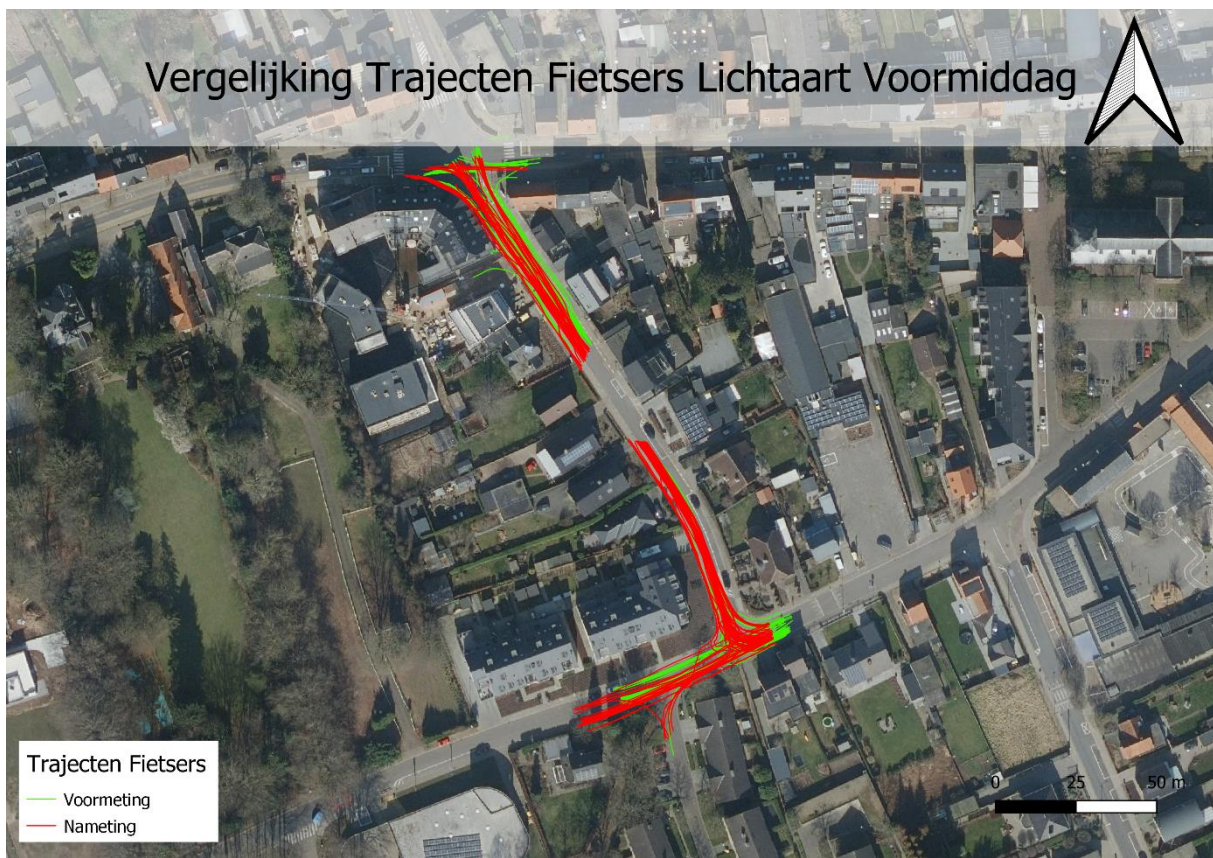
8.4 Lichtaart

De vraag luidt of een fietsstraat op deze locatie geschikt is. Volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen is een fietsstraat gepast wanneer er meer dan 500 fietsers per etmaal gebruik maken van deze weg, en er minder gemotoriseerd verkeer op deze weg aanwezig is dan het aantal fietsers (Agentschap Wegen en Verkeer, 2023). In de voormeting wordt aan beide voorwaarden niet voldaan (Figuur 47 & Figuur 49). Ook bij de nameting worden er aan deze voorwaarden niet voldaan (Figuur 53 & Figuur 55) Anderzijds wordt de maximaal toegestane snelheid van 30km/u redelijk goed gerespecteerd door de weggebruikers.

8.4.1 Vergelijking trajecten

8.4.1.1 Voormiddag

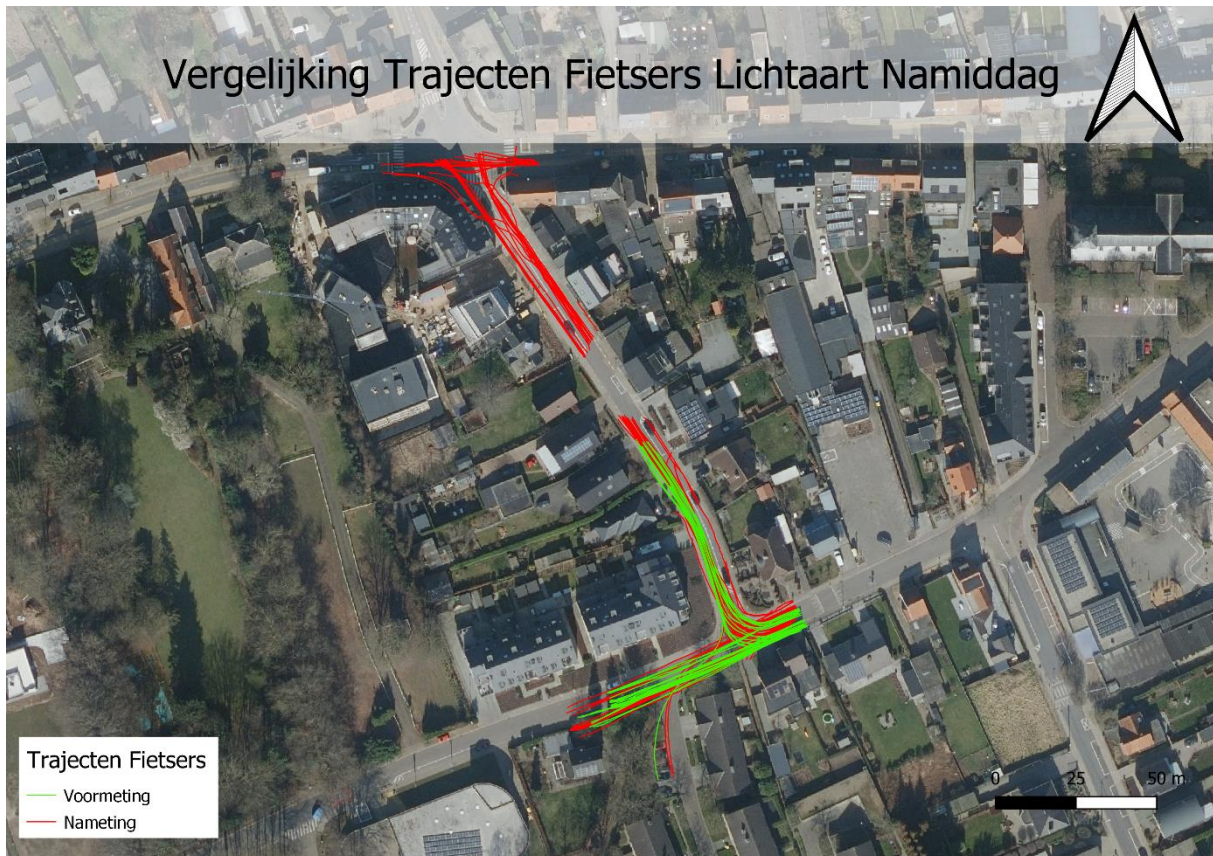
Om de voor- en nameting in de voormiddag te vergelijken is er gekozen om enkel fietsers weer te geven. Zowel bij de voor- als nameting rijden fietsers ongeveer hetzelfde traject doorheen de Zagerijstraat (Figuur 64). Verder wordt er ook zowel bij beide metingen op de voetpaden gereden. Er kan dus niet geconcludeerd worden dat de ingrepen aan de parkeerinfrastructuur ertoe leiden dat het voetpad niet langer gebruikt wordt door fietsers. Op de locaties waar de parkeervakken zijn weggehaald valt het op dat de fietsers geneigd zijn om meer naar links te rijden. Dit is ook te verklaren door het feit dat de parkeervakken naar de rechterkant van de weg zijn verschoven.



Figuur 64: Vergelijking trajecten fietsers Lichtaart voormiddag

8.4.1.2 Namiddag

In de namiddag is er wel een wijziging van trajecten van fietsers zichtbaar bij de voor- en nameting (Figuur 65). Bij de nameting benutten fietsers komende vanuit het zuiden de hele weg, terwijl deze bij de voormeting het midden van de weg gebruiken. Aangezien dit fietsers zijn die in de richting van het gemotoriseerd verkeer rijden, is niet duidelijk of dit een goede evolutie is. Doordat fietsers nu meer aan de rechterkant rijden, is er voor gemotoriseerd verkeer minder zichtbare noodzaak om trager te rijden en om niet in te halen op de fietsstraat.



Figuur 65: Vergelijking trajecten fietsers Lichtaart namiddag

Op vlak van trajecten voor het gemotoriseerd verkeer bleken er geen noemenswaardige veranderingen zich te hebben voorgedaan, zowel in de voormiddagmeting als in de namiddagmeting na de implementatie van de maatregel.

8.4.2 Vergelijking snelheden

8.4.2.1 Voormiddag

Wanneer de snelheden tussen de voor- en nametingen in de voormiddag worden vergeleken, valt op dat in het noordelijke deel de snelheid vrijwel ongewijzigd is gebleven. In beide gevallen blijft de gemiddelde snelheid onder de 20km/u. De V85 stijgt wel licht, maar ligt nog steeds onder de snelheidslimiet van 30km/u van de fietsstraat. In het zuidelijke deel stijgt de gemiddelde snelheid met 4km/u, ook hier blijft deze snelheid onder de limiet. De V85 liggen wel beide boven de snelheidslimiet van 30km/u. Er wordt dus toch iets sneller gereden na de verschuiving van de parkeervakken. Ook de maximale snelheid ligt in de nameting 4km/u hoger (41,2km/u)

8.4.2.2 Namiddag

In de namiddag wordt enkel de vergelijking gemaakt tussen het zuidelijke deel (zie 7.4.1.6). In het zuidelijke deel stijgt de gemiddelde snelheid, de maximale snelheid en de V85. De gemiddelde snelheid blijft onder de 30km/u, maar de V85 stijgt hier naar 37,3km/u ten opzichte van de 28,0km/u bij de voormeting. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat het parkeervak ter hoogte van de bocht is verwijderd, waardoor er met meer snelheid de straat kan worden ingereden. Dit valt ook af te leiden na analyse van de beelden.

8.4.3 Vergelijking TTC

8.4.3.1 Voormiddag

Door de verwijdering van parkeervakken in het noorden van het onderzoeksgebied blijkt op het vlak van TTC geen grote effecten te hebben in de ochtendperiode (Figuur 66). Er zijn eerder meer TTC-locaties bij gekomen in plaats van dat deze ingreep de gevaarlijke punten doet verdwijnen of verminderen. Ook valt het op dat de gevaarlijke locaties meer in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied gelegen zijn. Op deze locatie deden er zich bij de voormeting in feite geen problemen voor, maar na de ingreep op deze locatie blijkt de situatie wat gevaarlijker, op vlak van TTC.



Figuur 66: Vergelijking gevaarlijke punten o.b.v. TTC in Lichtaart voormiddag

8.4.3.2 Namiddag

Aangezien er geen gevaarlijke situaties op basis van TTC werden opgemerkt in de voormeting van de namiddag, wordt de namiddag niet afzonderlijk besproken. Hiervoor wordt verwezen naar Figuur 57.

Wanneer de namiddag en voormiddag worden samengelegd, valt het op dat er een grote concentratie van gevaarlijke punten ligt in het zuidelijke gedeelte. Dit is te wijten aan het feit dat dit parkeervak

kort na een bocht ligt en dat fietsers hierdoor naar de zijkant worden geduwd. In het kader van de maatregel is het eerste parkeervak weggehaald en blijkt het aantal conflicten hier ook te zijn verminderd.

8.4.4 Vergelijking PET

Aangezien er zowel bij de voor- als nameting geen conflicten op basis van de PET parameter waren gedetecteerd, dient er geen vergelijking gemaakt te worden.

8.4.5 Beperkingen

Doordat de voormeting op twee dagen plaatsvond en er op de tweede dag veel wind was, zijn de beelden niet heel erg nauwkeurig. Bijgevolg is er ook niet veel bruikbare data van de voormeting in de namiddag van één van de twee drones.

8.5 Algemeen

Het softwareprogramma DataFromSky heeft soms moeite met het detecteren van voetgangers, zeker wanneer deze zich in groep verplaatsen of dicht bij obstakels zoals paaltjes of een muur lopen. Andere weggebruikers worden in het algemeen wel goed gedetecteerd, hoewel af en toe een weggebruiker het foute type toegewezen krijgt. In absolute cijfers zijn er weinig verschillen tussen de data en het effectief aantal weggebruikers van dit type, maar wanneer er naar het procentueel verschil gekeken wordt, kan het verschil hoog oplopen. Dit komt doordat er maar weinig weggebruikers van dit type het onderzoeksgebied doorkruisen.

Geparkeerde voertuigen worden soms meegenomen als rijdende voertuigen, waardoor deze veel terecht komen in de TTC en PET parameters. Dit is geen juiste informatie en dit moet dan manueel gefilterd worden.

Om de voor- en nadelen van drones bij de vier geanalyseerde cases toe te lichten, zal er gewerkt worden met een SWOT-analyse. Op deze manier worden de voor- en nadelen overzichtelijk weergegeven.

8.5.1 Strengths

Door van bovenaf naar een verkeerssituatie te kijken, wordt er een totaalbeeld van de omgeving gecreëerd. Hierdoor wordt er niet geïsoleerd gekeken naar één weggebruiker of één verkeerssituatie, iets wat mogelijk wel het geval is bij een andere observatiemethoden. Er kunnen op deze manier ook meerdere situaties tegelijkertijd gemonitord worden met een hoge precisie, weliswaar indien deze zich niet te ver uit elkaar bevinden.

Ook dankzij de software kan de analyse op de dronebeelden op een gemakkelijke manier gebeuren. Er kunnen veel verschillende parameters onderzocht worden met behulp van de dronebeelden, wat deze data nuttig en veelzijdig maakt.

8.5.2 Weaknesses

De huidige drones zijn nogal weersafhankelijk, hierdoor kan er enkel gefilmd worden in omstandigheden met geen tot weinig regenval en wind. Dit heeft tot gevolg dat er enkel gefilmd kan worden wanneer de weersomstandigheden relatief gunstig zijn om verplaatsingen uit te voeren als actieve weggebruiker. Voor de geanalyseerde cases binnen dit rapport vormde het zeker een meerwaarde dat er enkel gefilmd werd bij relatief mooi weer, maar wanneer bijvoorbeeld een kruispunt met gevaarlijke interacties tussen gemotoriseerd verkeer geanalyseerd dient te worden, kan dit ook weer een vertekend beeld opleveren doordat er die dag mogelijk minder motorvoertuigen aanwezig zijn.

Enkel met dronebeelden kan er ook niet achterhaald worden wat de reden is om voor een bepaald verplaatsingsmiddel te kiezen. Het is onmogelijk om aan de hand van observatie te begrijpen waarom iemand een bepaald gedrag vertoont. Dit kan best op een andere manier onderzocht worden, mogelijk in combinatie met de droneobservatie.

Doordat er in schoolomgevingen gefilmd werd, zijn de vervoersvraagstukken uitgesproken. Hierdoor ligt de snelheid lager, wat de verkeersveiligheid zeker ten goede komt. Echter is het goed mogelijk dat conflicten op andere momenten meer aanwezig zijn, omwille van een hogere snelheid. Dit is echter niet een specifiek nadeel van dronemetingen, aangezien dit ook bij andere momentopnamen kan plaatsvinden.

Een andere zwakte die drones met zich meebrengt is het feit dat er slechts een korte periode geobserveerd kan worden. Dit is te wijten aan de grootte van de batterij waarmee er gevolgen wordt. Om deze reden wordt er gewerkt met korte observaties. Indien er een langere tijd geobserveerd moet worden, moet er tussendoor geland worden om de accu te vervangen. Op deze manier kan belangrijke data en interessante informatie over de situatie mogelijk verloren gaan of helemaal niet opgemerkt worden. Een andere mogelijkheid is dat de drone afgelost wordt door een andere drone, maar dan is er meer materiaal nodig en dan zal er waarschijnlijk vanuit een iets andere hoek verder geobserveerd worden.

8.5.3 Threats

Doordat er op een effectieve en efficiënte manier data kan verzameld worden, wordt er veel data op korte tijd verzameld. Omwille van beperkte beschikbare tijd was er echter geen mogelijkheid om op meerdere momenten data te verzamelen en moest er gewerkt worden met telkens één voor- en één nameting. Het gaat dus ook steeds over momentopnames in het hele dagbeeld en de vraag hierbij is of dit de reële situatie goed weerspiegelt. Dit is echter niet alleen bij drones een probleem, maar deze tekortkoming op vlak van de representativiteit van de data vormt voor meer studiemethoden een bedreiging.

8.5.4 Opportunities

De technologie van drones is sinds de opkomst ervan tot vandaag de dag alsmaar verbeterd. De verwachtingen hiervoor zijn dan ook zeer hoog. Zo wordt er verwacht dat drones volledig autonoom gaan kunnen vliegen binnen enkele jaren (Mcnabb, 2019), waardoor data nog eenvoudiger en goedkoper (geen of minder dronepiloten nodig) verzameld kan worden. De grootste issue die er vandaag de dag nog is met drones is de vliegduur. In het beste geval zijn er momenteel drones die 30 minuten kunnen vliegen zonder tussenlanding, wellicht zal op termijn deze vliegduur ook stijgen (Blouin, 2022).

Indien er met meerdere drones gewerkt wordt kan er ook gemakkelijk bekeken worden of de bestaande problematiek zich niet verplaatst na de implementatie van de betreffende maatregel. Door op meerdere locaties dicht bij elkaar te vliegen, kan dit een groot pluspunt vormen.

8.5.5 Beperkingen

Een beperking van het onderzoek is dat alle cases zich afspelen in de buurt van scholen. Het draait zich drie keer om een basisschool en één keer in de omgeving van een middelbare school. Kinderen van lagere scholen zijn zich mogelijk niet bewust van de gevaren die het verkeer met zich meebrengt, wat voor een vertekend beeld kan zorgen omdat ze zich niet zo gedragen als volwassene mensen in het verkeer.

Vergeleken met de traditionele studies, is de tijd tussen voor- en nametingen zeer laag, dit kan ertoe leiden dat de nameting niet altijd even significant is. Personen hebben immers tijd nodig om gewoon te geraken aan een bepaalde situatie (Vrolix, 2005). Pas daarna zal het gedrag van de weggebruikers daadwerkelijk worden aangepast. Indien de metingen binnen enkele maanden opnieuw worden uitgevoerd, is het mogelijk dat de resultaten anders zijn.

Een beperking van het onderzoek is dat er bij de voor- en nameting niet altijd vanuit dezelfde hoek geobserveerd werd. Dit kan ervoor zorgen dat bepaalde situaties anders beoordeeld of ingeschat worden door de software terwijl deze in feite gelijk zijn. Het is belangrijk om hiermee rekening te houden in volgende onderzoeken.

9 Praktische aanbevelingen en toekomstig onderzoek

Een eerste aanbeveling die voortvloeit uit deze masterproef, dewelke als een beperking werd gezien door de onderzoekers is het gebrek aan literatuur over drones die gebruikt worden als verkeerskundige tool. Deze studie toont aan dat er wel degelijk veel potentieel zit in drones voor diverse verkeerskundige metingen. Dit potentieel toont ook goed aan waarom drones binnen het MIA-project kaderen. Er kan geconcludeerd worden dat data met drones relatief eenvoudig kan worden verzameld. Momenteel is er wel nog wat werk met het manueel cleanen van de data, echter zullen op termijn toepassingen die instaan voor de analyse van de beelden ook evolueren, waardoor drones nog meer zullen passen binnen het MIA-project.

Binnen dit onderzoek is er ook een goede basis gelegd voor de volgende onderzoeken. Er zijn een heleboel verkeerskundige ingrepen die mogelijk geobserveerd kunnen worden met behulp van drones. Doordat er voor deze studie slechts beperkte tijd ter beschikking was, is het aantal onderzochte maatregelen relatief laag. Deze tijdsdruk zorgde er echter ook voor dat iedere interventie slechts één keer kon bestudeerd worden tijdens de voor- en nametingen. Het kan ook wetenschappelijk interessant blijken om binnen één studie quasi dezelfde ingrepen te observeren, bijvoorbeeld de aanleg van zebropaden in schoolgebieden. Op die manier kan er nog meer worden ingezoomd op de vraag of drones geschikt zijn voor een bepaald soort type meting. Bovendien kunnen er aan de hand van dit onderzoek dan ook handleidingen worden opgesteld, dit maakt het handig voor bijvoorbeeld studiebureaus om nog sneller en accurater metingen te kunnen uitvoeren.

Toekomstig onderzoek met drones kan zich ook focussen op verkeerssituaties die zich niet in de directe omgeving van scholen voordoen. De onderzochte cases in deze masterproef bevonden zich namelijk allemaal in dergelijke omgevingen, waardoor de verkeerssituaties mogelijk fel op elkaar lijken. Hiermee wordt de verhouding actieve weggebruiker en gemotoriseerd verkeer bedoeld. In een andere omgeving kan dit mogelijk anders zijn en kan een drone mogelijk beter of minder goed functioneren als evaluatie-instrument.

Bij vervolgonderzoek kan er ook getracht worden om de motieven van het al dan niet kiezen voor actieve modi mee te onderzoeken met de modal split. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren aan de hand van enquêtes waarin er gevraagd wordt waarom iemand voor die bepaalde vervoersmodus zou kiezen.

Een praktische aanbeveling voor steden en gemeenten is er ook nog. Doordat de tijd tussen de implementatie en nameting relatief kort was is vergelijking met andere onderzoeken, kan er nog eens een meting worden uitgevoerd binnen enkele maanden. Op deze manier kan er pas geconcludeerd worden of de maatregel de gewenste werking heeft.

10 Conclusies

10.1 Runkst

Betreffende de richting waarin weggebruikers de schoolomgeving binnenkomen en verlaten, zijn er geen heel grote verschillen terug te vinden tussen de voor- en nameting. Zo blijven tijdens de voor- alsook de nameting dezelfde trends zichtbaar. Er rijdt meer gemotoriseerd verkeer naar Runkst, dan dat er weg rijdt van Runkst.

Tijdens de nameting valt het op dat er meer kinderen zijn die te voet naar school komen. Op het einde van de schooldag zijn er ook meer leerlingen die met de fiets naar huis gaan in vergelijking met de voormeting. Ook is het aandeel aan autoverplaatsingen lager na de invoering van het High-Five project. Over de verplaatsingen met de bus kan er weinig gezegd worden omdat er tijdens de voormeting twee bussen geobserveerd zijn en bij de nameting werd er slechts één bus geobserveerd. Het lijkt echter wel dat het High-Five project ervoor zorgt dat leerlingen zich meer op een duurzame manier naar school verplaatsen.

Op vlak van de snelheid van het gemotoriseerd verkeer kan er geconcludeerd worden dat de gemiddelde snelheid en de V85 snelheid in de schoolomgeving lager ligt sinds de invoering van het High-Five-project. In het westelijke deel van het onderzoeksgebied ligt de gereden snelheid wel dikwijls hoger dan de toegestane 30km/u, wat mogelijk te verklaren is door het feit dat het gemotoriseerd verkeer dat uit deze richting komt, afkomstig is van de Grote Ring rond Hasselt, waar een snelheid van 90km/u toegestaan is.

De dronebeelden samen met de DFS-software vormen op zich een goede tool om dit onderzoek uit te voeren. De verkeersstromen worden goed in kaart gebracht en aan de hand van de beschikbare data kunnen er veel analyses gebeuren. Het enige nadeel in deze case is wel dat de dronebeelden in een bepaald hoek gefilmd werden, zodat wanneer er personen dicht bij een gebouw liepen of fietsten, ze achter dit gebouw verdwenen. De software had soms moeite met de actieve weggebruikers individueel te detecteren, zeker wanneer deze zich in groep verplaatsen of een hele tijd stilstaan en daarna terug verder bewegen. Om deze reden waren de trajecten van de weggebruikers soms opgesplitst wat de analyse van deze data op basis van herkomst en bestemming bemoeilijkte.

10.2 Kiewit

Bij Kiewit kan er geen conclusie gemaakt worden over het feit of de maatregel nut heeft en de problematiek verkleint of doet verdwijnen, daar deze niet tijdig is uitgevoerd.

In deze case blijkt dat de drone een goed instrument is om de problematiek bij de voormeting in kaart te brengen. Het bovenaanzicht maakt de potentiële conflicten duidelijk. Dit kan met vaste camera's naar alle waarschijnlijkheid niet in beeld gebracht worden en om deze reden lijkt een drone zeker interessant voor dit soort hectische verkeerssituaties.

10.3 Maasmechelen

De maatregel die in Maasmechelen onderzocht werd, namelijk de aanleg van zebrapaden in een schoolomgeving, zorgt ervoor dat oversteekbewegingen meer gecoördineerd verlopen. De oversteekbaarheid van de weg in een schoolomgeving blijkt dus beter wanneer er effectief zebrapaden aanwezig zijn.

Door het hoge perspectief van de drone kunnen de verschillende weggebruikers goed in beeld gebracht worden. De gevolgde trajecten worden zeer goed bepaald en dit vormde in het algemeen ook niet echt een probleem wanneer er meerde voetgangers of fietsers zich in groep of dicht bij elkaar verplaatsten.

Soms werden de trajecten echter niet vloeiend meegenomen in de analyse, dus was het traject van één weggebruiker soms opgesplitst in twee of meer trajectorie. Echter zijn de herkomst en bestemming van de verschillende verkeersdeelnemers in deze case geen onderzochte parameters, waardoor het ook niet van belang was dat de trajecten in één stuk doorlopend waren. Zolang de weggebruiker gedetecteerd wordt, desnoods aan de hand van meerdere trajectorie, is dit voldoende voor dit onderzoek.

Het bepalen van de gereden snelheid van het gemotoriseerd verkeer was ook eerder makkelijk door middel van de software. Op dit vlak was er een duidelijke maat in het onderzoek en blijkt de drone een nuttig onderzoeksinstrument.

10.4 Lichtaart

Wanneer er gekeken wordt naar de effectiviteit van de maatregel lijkt het niet eenduidig of er al dan niet een verbetering terug te vinden is op vlak van verkeersveiligheid. De verkeersproblematiek op deze locatie lijkt niet opgelost te zijn omdat er niet zeer veel verschillen tussen de voor- en nameting geobserveerd werden. Hierbij moet er genuanceerd worden dat de nameting daags na de uitvoering van de maatregel plaatsvond.

Een probleem bij deze case was het feit dat het onderzoeksgebied zo groot was dat dit niet met één drone geobserveerd kon worden. Ondanks dat er dan met twee drones werd gewerkt, waren de beelden niet overlappend, waardoor er ook niet eenduidig duidelijk werd wat de impact van de maatregel over het hele onderzoeksgebied is. Het feit dat niet het hele gebied geobserveerd kan worden kan in sommige situaties een minpunt zijn, maar aangezien het onderzoek zich hier afspeelde over één weg, vormde dit in deze case geen probleem. Een enkel nadeel wat teruggevonden kan worden is het feit dat er mogelijk op het middelste (niet-geobserveerde) deel van de weg een hogere maximumsnelheid behaald wordt door het gemotoriseerd verkeer. Dit is mogelijk een parameter die bepaalt of de maatregel het gewenste effect teweegbrengt en dus niet onderzocht is.

Een groot voordeel van de dronebeelden is dat er in de software ook de mogelijke conflicten tussen de verschillende weggebruikers bepaald kan worden. Zo wordt duidelijk of de afstand waarbij de fietsers en het gemotoriseerd verkeer elkaar kruisen niet te klein is. Ook dit was een belangrijk te onderzoeken aspect van deze case, waarbij de drones zeer belangrijk en interessant bleken.

Ook het feit dat de snelheden in het onderzoeksgebied geobserveerd worden aan de hand van de dronebeelden en de software kan er gekeken worden of het gemotoriseerd verkeer zich aan de maximumsnelheid houdt. Dit is eveneens een pluspunt van de dronebeelden, ondanks het feit dat niet de hele weg geobserveerd kon worden.

De software detecteert zelf welk type weggebruiker er gebruik maakt van de weg. Op deze manier moet dit niet manueel gebeuren en kan er een inschatting gemaakt worden of deze weg werkelijk kan dienen als fietsstraat of niet. Zoals reeds besproken blijkt deze weg hier niet de ideale locatie voor wegens de verhouding fietsers ten opzichte van het gemotoriseerd verkeer. Ook deze categorisering is een interessante toepassing van de dronebeelden, ondanks dat er soms enkele minder accurate data gegenereerd werd. Waarschijnlijk kan deze parameter ook aan de hand van vaste camera's onderzocht worden.

10.5 Algemeen

Een voor- en nameting is zeer zinvol om de effectiviteit van een maatregel in te kunnen schatten. Wat een drone hierbij een handige tool maakt, is het feit dat veranderingen uit bovenaanzicht een andere kijk bieden dan meer conventionele onderzoeksinstrumenten. Voor de verschuiving van trajecten in een onderzoeksgebied blijkt een drone een zeer interessante tool, net omdat het bovenaanzicht dit makkelijk maakt.

Anderzijds kan er met de DFS-software een duidelijk overzicht gemaakt worden van de gereden snelheden door het gemotoriseerd verkeer. De werkelijke snelheid kan ook van belang zijn om het effect van een maatregel in te schatten. Het gemak waarmee dit bepaald kan worden is een pluspunt voor de drone als evaluatie-instrument.

Uit dit onderzoek lijkt het minder aangewezen om drones te gebruiken in het kader van een herkomstbestemmingsonderzoek. Wanneer dit op een kleine schaal zoals op kruispuntniveau dient te gebeuren, kan dit wel interessant zijn, maar wanneer dit op een iets grotere schaal gebeurt, zoals bij de case in Runkst, is dit minder aan te raden. Er zijn dan meerdere drones nodig om zeker te stellen dat er niet te hoog gevlogen moet worden om het hele onderzoeksgebied in beeld te brengen en daarbij de actieve weggebruikers accuraat te detecteren. Een ander nadeel aan dergelijk onderzoek is dat de dronebeelden van de verschillende drones aaneensluitend moeten zijn om zo zeker te kunnen stellen dat de herkomst en bestemming goed geobserveerd kan worden zonder ruis op de data. Bij een te groot onderzoeksgebied is dit niet mogelijk, aangezien de drones laag genoeg moeten vliegen om voldoende detail waar te nemen.

De dronebeelden in combinatie met de beschikbare software blijkt in de meeste gevallen voldoende om een goede analyse te maken van de verkeerssituatie. De weergave kan op veel verschillende manieren, namelijk met heatmaps, gemiddelde en maximale snelheden, gevolgde trajecten... Ook zijn de beelden en data zeer gedetailleerd, mede doordat de camera van de drone van goede kwaliteit is.

Over het algemeen is de automatisch verwerkte data door DataFromSky ook zeer correct. Bij de voormeting in Runkst is dit eerder een uitzondering, maar dit valt te verklaren doordat er op een te hoge hoogte werd gevlogen. Op deze manier konden niet alle actieve weggebruikers gedetecteerd worden en was de data dus niet noodzakelijk zeer betrouwbaar.

Op vlak van weggebruikers lijkt een drone na deze masterproef voornamelijk interessant wanneer er een verkeerssituatie is waar er vooral sprake is van gemotoriseerd verkeer. Doordat actieve modi soms niet gedetecteerd worden bij hoge video-opnamen is er mogelijk een vertekend beeld. Bij het detecteren van het gemotoriseerd verkeer blijken er zich quasi geen problemen voor te doen. Zeker wanneer er voetgangers en fietsers zich in groep verplaatsen of lange tijd in groep stil staan, heeft de software moeite om de weggebruikers vanop de dronebeelden te detecteren. Dit voorkomt dat de analyse geautomatiseerd op een nauwkeurige manier kan gebeuren, waardoor er nog veel werk komt te zitten in de data cleaning.

Voor conflictobservaties is deze onderzoekstechniek zeer interessant om deze te lokaliseren. In dit geval is enkel de locatie en de ernst van conflicten interessant en is de juiste detectie van weggebruikers wat minder interessant. Het maakt dus niet zoveel uit of een gevolgd traject ononderbroken weergegeven wordt. Een minpunt hierbij is wel dat geparkeerde wagens soms meegenomen worden in deze data. In dit geval worden conflicten onterecht meegenomen en deze moeten dan manueel gecleand worden.

In het totaalbeeld is een drone dus een zeer handig instrument om een voor- en na onderzoek uit te voeren. Momenteel is het wel nog aangeraden om de data manueel te bekijken en op deze manier te

cleanen. In de toekomst kan dit wel verbeteren wanneer de detectie van het softwareprogramma verbetert.

11 Bibliografie

- Barmounakisa, E. N., Vlahogianni, E., Golias, J., & Babinec, A. (2017). *How accurate are small drones for measuring microscopic traffic parameters?* Athene, Griekenland: Transportation Letters.
- Accident Flanders Innoconnect. (2023, april 30). *Verkeersongevallen in vlaanderen*. Opgehaald van Accidentsflanders: <https://accidentsflanders.innoconnect.net/>
- Agentschap Wegen en Verkeer. (2010). *Werkboek: Schoolomgeving*. Brussel: Agentschap Wegen en Verkeer.
- Agentschap Wegen en Verkeer. (2022). *Vademecum Fietsvoorzieningen*. Brussel: Agentschap Wegen en Verkeer.
- Agentschap Wegen en Verkeer. (2023, januari 17). *Gevaarlijke punten*. Opgehaald van Agentschap Wegen en Verkeer: <https://wegenenverkeer.be/veilig-op-weg/gevaarlijke-punten>
- Astarita, V., Guido, G., Vitale, A., & Giofr , V. (2012). *A new microsimulation model for the evaluation of traffic safety performances*. Calabri , Itali : Social and Behavioral Sciences.
- Barmounakis, E., & Geroliminis, N. (2020). *On the new era of urban traffic monitoring with massive drone data: The pNEUMA large-scale field experiment*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies.
- Bax, C., Goldenbeld, C., Van Petergem, W., Mons, C., Commandeur, J., Hoekstra, T., & Tuijp, I. (2019). *Evaluatie buuracties in 30km/uur-straten*. Den Haag, Nederland: SWOV.
- Bella, F., & Silvestri, M. (2015). *Effects of safety measures on driver's speed behavior at pedestrian crossings*. Rome, Itali : Accident analysis & prevention.
- BIVV. (2017). *Federale Wegpolitie schakelt drones van het BIVV in voor vaststellingen verkeersongeval*. Brussel: Vias.
- Blouin, C. (2022, oktober 1). *How to Increase Drone Flight Time & Payload*. Opgehaald van Tyto Robotics: <https://www.tytorobotics.com/blogs/articles/how-to-increase-drone-flight-time-and-lift-capacity>
- Bottu, J. (2021). *Drones voor veiligere schoolomgevingen*. School voor Mobiliteitswetenschappen.
- Butil , E. V., & Boboc, R. G. (2022). *Urban Traffic Monitoring and Analysis Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Systematic Literature Review*. Roemeni : Remote Sensing.
- Canters, R., Frederix, M., & K fler, H. (2017). *MAKING HOME-SCHOOL TRIPS*. Mobiel 21.
- Casagrande, L. (2019, september 25). *Kindsheid Jesu krijgt 3,7 miljoen euro voor nieuw schoolgebouw*. Opgehaald van Het Nieuwsblad: https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20190925_04626784
- Coifman, B., & Xiao, W. (2018). *Resurrecting the lost vehicle trajectories of Treiterer and Myers with new insights into a controversial hysteresis*. Transportation Research.
- Corda Campus. (2023, april 15). *Creating Business Communities*. Opgehaald van Corda Campus: <https://www.cordacampus.com/>
- Das, S., & Maurya, A. K. (2020). *Defining Time-to-Collision Thresholds by the Type of Lead Vehicle in Non-Lane-Based Traffic Environments*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.

- DataFromSky. (2022, oktober 12). *About Us*. Opgehaald van Data From Sky: <https://datafromsky.com/about-us/>
- De Ceunynck, T. (2017). *Defining and applying surrogate safety measures and behavioural indicators through site-based observations*. Diepenbeek, België: Universiteit Hasselt.
- De Morgen. (2022, december 22). *Vlaanderen telt 155 actieve trajectcontroles, Wallonië doet het met veel minder*. Opgehaald van De Morgen: [https://www.demorgen.be/snelnieuws/vlaanderen-telt-155-actieve-trajectcontroles-wallonie-doet-het-met-veel-minder~b705de90/#:~:text=Belgi%C3%AB%20telt%20vandaag%20422%20trajectcontroles,%20en%20Limburg%20\(22\).](https://www.demorgen.be/snelnieuws/vlaanderen-telt-155-actieve-trajectcontroles-wallonie-doet-het-met-veel-minder~b705de90/#:~:text=Belgi%C3%AB%20telt%20vandaag%20422%20trajectcontroles,%20en%20Limburg%20(22).)
- De Vadder, J., De Roeck, T., & Monteyne, A. (2019). *Gevleugelde voetgangsoversteek: Gedrags- en conflictevaluatiestudie*. Mechelen: MINT.
- de Winter, J., Van Leeuwen, P., & Happee, R. (2012). *Advantages and Disadvantages of Driving Simulators: A Discussion*. Delft, Nederland: Measuring Behavior Conference.
- Degryse, A. (2022). *Bijlage Voorstel Kortenberg: Hoe werken we*. Kortenberg: High-Five.
- Departement Zorg, Vlaanderen. (2020, december 3). *Gezonder naar school door de schoolstraat*. Opgehaald van Zorg En Gezondheid: <https://zorg-en-gezondheid.be/nieuws/gezonder-naar-school-door-de-schoolstraat>
- Dohyung, K. (2020). *Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection Using Drone Technology*. Journal of Urban Technology.
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Verenigd Koninkrijk : Emerald.
- Equinox Drones. (2020). *10 Major Pros & Cons of Unmanned Aerial Vehicle(UAV) Drones*. Opgehaald van Equinox drones: <https://www.equinoxdrones.com/blog/10-major-pros-cons-of-unmanned-aerial-vehicle-uav-drones>
- Europese Commissie. (2021, 28 oktober). *European Commission welcomes launch of Global Plan for the UN Decade of Action on Road Safety 2021-2030*. Opgehaald van European Commission: https://transport.ec.europa.eu/news/european-commission-welcomes-launch-global-plan-un-decade-action-road-safety-2021-2030-2021-10-28_en
- FDR1. (2022, augustus 08). *Wetgeving voor drones in België, Nederland & Europa*. Opgehaald van FDR1: <https://www.fdr1.be/wetgeving-drones-belgie-europa/>
- Fietsberaad. (2019, januari 23). *Peer, een fietsstraat door het centrum*. Opgehaald van Fietsberaad: <https://fietsberaad.be/documenten/peer-een-fietsstraat-doorheen-het-centrum/>
- Guéguen, N., Meineri, S., & Eyssartier, C. (2015). *A pedestrian's stare and drivers' stopping behavior: A field experiment at the pedestrian crossing*. Safety Science. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.018>
- Hasselt. (2023, januari 14). *Hasselt in Cijfers: Over de indeling in wijken*. Opgehaald van Hasselt: <https://hasselt.incijfers.be/dashboard/dashboard/de-hasseltse-wijken>
- Herrera, D. B., Work, R., Herring, X., Ban, Q., Jacobson, Q., & Bayen, A. (2010). *Evaluation of traffic data obtained via GPS-enabled mobile phones: the Mobile Century field experiment*. Pontifica, Chili: Transportation Research.

- Hyden, C. (1987). *The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique*. Lund, Zweden: Bulletin Lund Institute of Technology.
- Iqbal, M., Choudhury, C., Wang, P., & Gonzalez, M. (2014). *Development of origin–destination matrices using mobile phone call data*. Bangladesh: Transportation Research.
- Jiao, D., & Fei, T. (2023). *Pedestrian walking speed monitoring at street scale by an in-flight drone*. San Diego: PeerJ Computer Science. doi:<https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1226>
- Johnson, M. (2015). *Safe System Approach*. Australië: VicRoads International.
- Kinero, A. N. (2021). *Exploring the Use of Drones for Conducting Traffic Mobility and Safety Studies*. Florida, Verenigde State,: University of North Florida.
- Knoblauch, R., & Raymond, P. D. (1999). *The effect of crosswalk markings on vehicle speeds in Maryland, Virginia and Arizona*. Verenigde Staten: Center for Applied Research.
- Kraay, J., & Slop, M. (1974). *Safety of pedestrian crossing facilities: An international comparative research on the effect of variously composed sets of pedestrian crossing facilities (zebra crossings, signal controlled crossing, grade separated crossings) on pedestrian safety in tow*. Nederland: SWOV.
- KU Leuven. (sd). *Het voetgangersexamen op de Basisschool*. Opgehaald van <https://faber.kuleuven.be/voetgangersexamen/Het%20voetgangersexamen%20op%20de%20Basisschool%20november%202010.pdf>
- Lydia Peeters. (2021, Juli 9). *Vlaams minister Peeters stelt nieuw Verkeersveiligheidsplan voor*. Opgehaald van Lydia Peeters: <https://www.lydiapeeters.be/nieuws/vlaams-minister-peeters-stelt-nieuw-verkeersveiligheidsplan-voor/>
- Martensen, H. (2014). *RISK: Analyse van het risico op ernstige en dodelijke verwondingen in het verkeer in functie van leeftijd en verplaatsingswijze*. Brussel: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Mcnabb, M. (2019, maart 11). *DRONEII: Tech Talk – Unraveling 5 Levels of Drone Autonomy*. Opgehaald van Dronelife: <https://dronelife.com/2019/03/11/droneii-tech-talk-unraveling-5-levels-of-drone-autonomy/>
- Merkert, R., & Bushell, J. (2020). *Managing the drone revolution: A systematic literature review into the current use of airborne drones and future strategic directions for their effective control*. Sydney, Australië: Journal of Air Transport Management.
- Meteostat. (2023, januari 9). *Meteostat*. Opgehaald van Diepenbeek/Lutselus: <https://meteostat.net/nl/station/06477?t=2022-09-06/2022-09-06>
- Mobiel 21. (2023, juni 2). <https://www.mobiel21.be/campagnes-en-projecten/schoolstraat>. Opgehaald van Mobiel 21: <https://www.mobiel21.be/campagnes-en-projecten/schoolstraat>
- Moors, R. (2022, juli 22). *Hier bestuderen drones uw rijgedrag in Limburg*. Opgehaald van Moors Rita: <https://www.ritamoors.be/nieuws/hier-bestuderen-drones-uw-rijgedrag>
- Morimura, T., & Kato, S. (2012). *Statistical origin–destination generation with multiple sources*. Tsukuba, Japan: 1st International conference on in pattern recognition (ICPR).
- NamatovuI, S., Balugaba, B. E., Muni, K., Ningwa, A., Nsabagwa, L., Oporia, F., . . . Kobusingye, O. (2022). *Interventions to reduce pedestrian roadtraffic injuries: A systematic review*

- of randomized controlled trials, cluster randomized controlled trials, interrupted time-series, and controlled before-after studies.* Kampala, Oeganda: PLoS ONE.
- Nieuwkamp, R., & Schoeters, A. (2018). *Themadossier Verkeersveiligheid nr. 2. Fietsers*. Brussel: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Oh, C., & Kim, T. (2020). *Estimation of rear-end crash potential using vehicle trajectory data*. Accident Analysis & Prevention.
- Open Vld. (2022, december 8). *MIA: eerste resultaten proactieve detectie gevaarlijke punten lopen binnen*. Opgehaald van Open Vld: https://www.openvld.be/mia_eerste_resultaten_proactieve_detectie_gevaarlijke_punten_lopen_binnen
- Parry, K., & Hazleton, M. L. (2012). *Estimation of origin–destination matrices from link counts and sporadic routing data*. Transportation Research.
- Peek-Asa, C., & Zwerling, C. (2003). *Role of environmental interventions in injury control and prevention*. Epidemiologic Review.
- Pelssers, B., De Ceunynck, T., & Daniels, S. (2020). *Gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen – Evaluatiestudie aan de hand van gedrags- en conflictobservatie*. Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Penneman, K. (2005). *De enquête als ondersteunend instrument bij het verkeersveiligheidsbeleid*. Hasselt: Hogeschool PXL.
- Retting, R., Ferguson, S., & McCartt, A. (2003). *A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes*. American Journal of Public Health.
- Schoeters, A., & Carpentier, A. (2015). *Verkeersveiligheid van Kinderen in Vlaanderen*. Brussel: Steunpunt Verkeersveiligheid & Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.
- Shultz, C., Sayers, S., Stanis, S., Thombs, L., & Thomas, I. (2015). *The Impact of a Signalized Crosswalk on Traffic Speed and Street-Crossing Behaviors of Residents in an Underserved Neighborhood*. Verenigde Staten: Journal of Urban Health.
- Sipone, S., Abella, V., Rojo, M., & Moura, J. L. (2023). *Sustainable mobility learning: Technological acceptance model for gamified experience with ClassCraft in primary school*. Education And Information Technology. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-023-11851-0>
- Skeyes. (2023, maart 20). *Droneguide Viewer*. Opgehaald van Skeyes: <https://map.droneguide.be/>
- Stad Hasselt. (2022, september 22). *Te voet of met de fiets naar school*. Opgehaald van Hasselt: <https://www.hasselt.be/nl/nieuws/te-voet-of-met-de-fiets-naar-school>
- Statista. (2020). *Drones Report 2020*. Statista.
- Statistiek Vlaanderen. (2020, november 27). *Modale verdeling woon-schoolverkeer*. Opgehaald van Statistiek Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/mobiliteit/modale-verdeling-woon-schoolverkeer>
- Svensson, A. (1998). *A method for analysing the traffic process in a safety*. Lund: Bulletin Lund Institute of Technology.
- Transport & Mobility. (2023, mei 17). *Microscopische verkeersmodellen*. Opgehaald van Transport & Mobility Leuven: <https://www.tmleuven.be/nl/navigation/microscopische-verkeersmodellen>

- Treiterer, J., & Myers, J. (1974). *The hysteresis phenomenon in traffic flow*. Sydney, Australië: Proceedings of the Sixth International Symposium on Transportation and Traffic Theory.
- Van den Berghe, W., & Pelssers, B. (2020). *Snelheid en te snel rijden: Themadossier verkeersveiligheid 9*. Brussel: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Van Der Horst, A. (1990). *A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters*. Delft: TU Delft.
- Van Der Horst, R., & Hogema, J. (1994). *Time- to collision and collision avoidance systems*. Soesterberg, Nederland: TNO Institute for Human Factors.
- Van Raemdonck, K., & Lammar, P. (2022). *Jaarrapport Verkeersveiligheid: Analyse van verkeersveiligheidsindicatoren in Vlaanderen tot en met 2020*. Brussel: Afdeling Beleid, Departement MOW.
- Van Raemdonck, K., & Lammar, P. (2022). *Jaarrapport Verkeersveiligheid: Analyse van verkeersveiligheidsindicatoren in Vlaanderen tot en*. Brussel: Afdeling Beleid, Departement MOW, Vlaamse overheid.
- Verhulst, D., Zadora, K., & Christiaens, T. (2021, januari 19). *Nieuwe wetgeving drones: overzicht van nieuwe regels & verhouding tot het recht op privacy*. Opgehaald van Monard Law: <https://monardlaw.be/nl/verhalen/nieuwe-wetgeving-drones-overzicht-van-nieuwe-regels-verhouding-tot-het-recht-op-privacy/>
- VIAS. (2016). *Ongevallen op oversteekplaatsen*. Brussel.
- Vias Institute. (2018). *Trajectcontroles zorgen voor helft minder zware ongevallen*. Brussel: Vias Institute.
- Vlaamse Overheid. (2003). *Vademecum voetgangersvoorzieningen*. Brussel: Vlaamse Overheid.
- Vlaamse overheid. (2021). *Verkeersveiligheidsplan Vlaanderen: Actieve Weggebruikers Centraal 2021-2025*. Brussel: Vlaamse overheid - Beleidsdomein Mobiliteit en Openbare Werken.
- Vlaamse Overheid. (2022, september 26). *IMOB (UHasselt) is volop aan de slag in Limburgse MIA proeftuin*. Opgehaald van Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/mobiliteit-en-openbare-werken/mia-mobiliteit-innovatief-aanpakken/imob-uhasselt-is-volop-aan-de-slag-in-limburgse-mia-proeftuin>
- Vlaamse Overheid. (2022, september 26). *MIA - Mobiliteit Innovatief Aanpakken*. Opgehaald van Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/mobiliteit-en-openbare-werken/mia-mobiliteit-innovatief-aanpakken>
- Vlaamse Stichting Verkeerskunde (VSV). (sd). *Het Grote Voetgangersexamen*. Opgehaald van basis.verkeersschool: <https://basis.verkeersschool.be/projecten/het-grote-voetgangersexamen/>
- Vlaamse Stichting Verkeerskunde. (sd). *Het Grote Fietsexamen*. Opgehaald van basis.verkeersschool: <https://basis.verkeersschool.be/projecten/het-grote-fietsexamen/>
- Vlaanderen. (2023, januari 12). *Leerlingenaantallen basis- en secundair onderwijs en hbo5*. Opgehaald van Vlaanderen is onderwijs en vorming: <https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/onderwijsstatistieken/themas-onderwijsstatistieken/leerlingenaantallen-basis-en-secundair-onderwijs-en-hbo5>

- Vlaanderen. (2023, juni 2). *Subsidies aan gemeenten voor het verbeteren van de verkeersveiligheid van schoolomgevingen*. Opgehaald van Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/subsidies-aan-gemeenten-voor-het-verbeteren-van-de-verkeersveiligheid-van-schoolomgevingen>
- Vrolix, K. (2005). *Behavioural Adaptation, Risk compensation, Risk homeostasis and Moral Hazard in Traffic safety*. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- Wenjing, W., Hongcheng, G., Xinyu, W., Huan, L., & Yue, H. (2022). *Initiatives and challenges in using gamification in transportation: a systematic mapping*. European Transport Research Review. doi:<https://doi.org/10.1186/s12544-022-00567-w>
- Yen, B. T., Corinne, M., & Burke, M. (2019). *Gamification in transport interventions: Another way to improve travel behavioural change*. Cities. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.09.002>
- Zheng, L., Sayed, T., & Mannering, F. (2021). *Modeling traffic conflicts for use in road safety analysis: A review of analytic methods and future directions*. Analytic Methods in Accident Research.