



Rapport nr. 2021-R-20-NL

Interacties in voetgangersgebieden

Onderzoek naar de interacties tussen bestuurders en voetgangers in voetgangersgebieden

Interacties in voetgangersgebieden

Onderzoek naar de interacties tussen bestuurders en voetgangers in voetgangersgebieden

Rapport nr. 2021-R-20-NL

Auteurs: Heike Martensen, Philip Temmerman & Brecht Pelssers

Verantwoordelijke uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Publicatiedatum: 31/03/2021

Wettelijk depot: D/2021/0779/96

Gelieve naar dit document te verwijzen als volgt: Martensen, H., Temmerman, P., & Pelssers, B. (2021) Interacties in voetgangersgebieden – Onderzoek naar de interacties tussen bestuurders en voetgangers in voetgangersgebieden, Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

This report includes a summary in English.

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door de financiële steun van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer.

Dankwoord

De auteurs willen de steden Brussel, Leuven en Ottignies-Louvain-la-Neuve en de politiezones Brussel Hoofdstad Elsene, Leuven, en Ottignies-Louvain-la-Neuve bedanken voor hun bereidwillige medewerking. Dit onderzoek werd mede mogelijk door hun toestemming voor het plaatsen van onze camera's op hun grondgebied.

Review: Dr Tim De Ceunynck (LRM, België).

Inhoudsopgave

Tabellen- en figurenlijst	5
Samenvatting	6
Summary	7
1 Inleiding	8
2 Methodologie	10
2.1 Onderzoekslocaties	10
2.1.1 Leuven	10
2.1.2 Brussel	10
2.1.3 Ottignies - Louvain-la-Neuve	11
2.2 Verzameling videobeelden	11
2.3 Gedrags-en conflictanalyses	12
2.4 Detailanalyse Tiensestraat Leuven	15
3 Resultaten	17
3.1 Gedrags-en conflictanalyses	17
3.1.1 Aantal weggebruikers en types interacties	17
3.1.2 Groepsgrootte	17
3.1.3 Maneuvers en gedrag	18
3.2 Conflictanalyse Leuven	19
3.2.1 Determinanten van het conflict ernst	21
3.2.2 Overtredingen	24
3.3 Conclusie gedrags- en conflict analyse	26
4 Werking van automatische software "Brisk"	27
4.1 Snelheden	27
4.2 Classificatie	28
4.3 Conflicternst	28
4.4 Conclusie toepassing Brisk	29
5 Aanbevelingen	30
5.1 Sensibilisatie en handhaving	30
5.1.1 Voorbeeld Graz	30
5.1.2 (Maaltijd)bezorgers	30
5.1.3 Rechts houden	31
5.2 Infrastructuur	31
6 Conclusies	32
6.1 Is het een goed idee om fietsers in voetgangerszones toe te laten?	32
6.2 Welke factoren beïnvloeden het risico op conflicten?	32
6.3 Is een automatische beeldverwerking valide?	32
Referenties	33

Tabellen- en figurenlijst

Tabel 1	Observatieperiodes onderzoekslocaties	12
Tabel 2	Gemiddelde en laagste TTC voor de verschillende conflicttypes in Leuven	19
Tabel 3	Logistieke regressie analyse conflictenst: voorspellende factoren voor $TTC_{min} < 1,5 \text{ sec.}$	21
Tabel 4	Verkeersovertredingen waargenomen bij 121 detecteerde conflicten	24
Tabel 5	Waargenomen verkeersovertredingen per weggebruikerstype	25
Tabel 6	Waargenomen overtredingen die wel of niet verband hielden met een conflict	25
Tabel 7	Overzicht van de overtredingen begaan door bezorgers	26
Tabel 8	Correctheid van de automatische classificatie van weggebruikerstypes door Brisk	28
Tabel 9	Beoordeelde conflictenst bij een steekproef van 121 onderzochte conflicten met $TTC < 1,5s$	28
Figuur 1	Onderzoekslocatie Leuven (Kruispunt van de Munstraat met de Tiensestraat)	10
Figuur 2	Onderzoekslocatie Brussel (Beursplein)	11
Figuur 3	Onderzoekslocatie Ottignies - Louvain-la-Neuve (Grand Place)	11
Figuur 4	Tijdelijke camerasystemen	12
Figuur 5	Heatmaps en geselecteerd gebied Leuven	13
Figuur 6	Heatmaps en geselecteerd gebied Brussel	14
Figuur 7	Heatmaps en geselecteerd gebied Ottignies – Louvain-la-Neuve	14
Figuur 8	Voorbeeld voor een ernstig conflict ($TTC_{min} = 0,52$)	15
Figuur 9	Verdeling tussen 'vrije passages', interacties en close passings in de 3 onderzoeksgebieden	17
Figuur 10	Groepsgrootte van de voetgangers bij ontmoetingen zonder zichtbaar maneuver (free flow), met zichtbaar ontwijkingsmaneuver (interactie) en close passings (afstand $< 1 \text{ m}$)	18
Figuur 11	Groepsgrootte van de fietsers bij ontmoetingen zonder zichtbaar maneuver (free flow), met zichtbaar ontwijkingsmaneuver (interactie) en close passing (afstand $< 1 \text{ m}$)	18
Figuur 12	Verdeling van manoeuvres van fietsers bij close passings ($< 1 \text{ m}$ afstand) en normale interacties	19
Figuur 13	Verdeling (percentueel) van de conflictenst bij de verschillende types interacties	20
Figuur 14	Percentage conflicten ($T_{min} < 1,5 \text{ sec}$) naargelang de combinatie van weggebruikers. Het aantal interacties waarop het percentage berekend is, is weergegeven aan de bodem van elke balk.	20
Figuur 15	Situatie waarbij twee fietsers met elkaar in conflict komen	22
Figuur 16	Conflict waarbij fietser nog snel tussen auto en voetgangers door 'voorrang neemt'	23
Figuur 17	Relatie tussen aantal aanwezige Fietsers (BikeFrequency) en Voetgangers (PedFrequency) en het aantal snelheden $> 15 \text{ km/u.}$	23
Figuur 18	Relatie tussen aantal aanwezige Fietsers (BikeFrequency) en Voetgangers (PedFrequency) en het aantal interacties met $TTC_{min} > 1,5 \text{ sec.}$	24
Figuur 19	Boxplot van de traject snelheden per weggebruikerstype	27
Figuur 20	Voorbeeld van een conflict tussen fietser en motorvoertuig	29
Figuur 21	Sensibilisatie in een voetgangerszone in Graz, Oostenrijk	30
Figuur 22	Smalle doorgang aan het begin van de voetgangerszone in de Tiensestraat in Leuven	31

Samenvatting

Om de interacties tussen voetgangers en andere weggebruikers in kaart te brengen, werden drie voetgangersgebieden met behulp van video-observatietechnieken onderzocht. Een globale analyse van de drie locaties wees uit dat er op twee van die locaties zeer weinig problemen waren tussen fietsers en voetgangers. Voor de gegeven ruimte waren de intensiteiten laag genoeg om de fietsers in staat te stellen de voetgangers ruimschoots te omzeilen. Voor elke locatie werden slechts twee gevallen genoteerd waarin fietsers voetgangers passeerden met een afstand van minder dan één meter, en geen van deze situaties werd als zeer riskant beschouwd. De derde locatie - het kruispunt Tiensestraat en Muntstraat in Leuven - bestond uit een plein waarop drie relatief smalle wegen uitkwamen. In deze situatie leverde de eerste steekproef van waarnemingen 16 situaties op met passages op minder dan een meter afstand, die als risicovol werden beschouwd. Dit was met name vaak het geval bij grotere groepen voetgangers die voor de fietsers moeilijk te ontwijken waren.

Op deze locatie werd een geautomatiseerde gedetailleerde conflictanalyse uitgevoerd. Vier soorten interacties werden onderzocht: (1) voetgangers met fietsers; (2) fietsers met fietsers; (3) voetgangers met motorvoertuigen (meestal bromfietsen en enkele bestelauto's of auto's); en (4) fietsers met motorvoertuigen. Voor elke interactie is de "time to collision" (TTC) berekend: de tijd die twee weggebruikers op botsingskoers bij aanhouden van hun koers en snelheid nog blijft voordat er een botsing zou plaats vinden. Deze tijd neemt af naarmate ze elkaar naderen. De minimale TTC is bijgevolg een indicator voor de ernst van het conflict. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat interacties met een TTC van minder dan 1,5 seconden als kritieke situaties kunnen worden beschouwd. Voor dit deel van de studie hadden we 3 onderzoeksvragen: (1) welke factoren bepalen of conflicten kritisch zijn of niet? (2) Is de TTC een goede conflictindicator? En (3) kan automatische beeldverwerking menselijke waarnemers vervangen?

Interacties tussen twee fietsers waren minder vaak ernstig dan de andere interactie-types. Voor alle soorten interacties was er een sterke relatie tussen de snelheid van de betrokken voertuigen en de ernst van de conflicten. Hogere trajectsnellheden (de gemiddelde snelheid per weggebruiker) zijn voorspellend voor kritieke interacties met een TTC_{min} waarde kleiner dan 1,5 seconden. Snelheidsovertredingen werden vooral vaak waargenomen bij bezorgers op de fiets (of bromfiets).

Daarnaast had het aantal aanwezige weggebruikers een beperkte effect op de ernst van het conflict. Bij situaties met 400 voetgangers of minder per uur en 100 fietsers of minder waren er zeer weinig kritieke interacties. Bij meer dan 600 voetgangers en 150 fietsers per uur waren er relatief veel kritieke situaties.

Snelheidsovertredingen waren de meest voorkomende overtredingen in conflicten, maar slechts in de helft van de gevallen waren ze ook de oorzaak voor het conflict. Twee andere soorten overtredingen – niet rechts houden en voetgangers passeren zonder voldoende afstand te houden – werden veel minder vaak vastgesteld, maar als ze werden vastgesteld, hielden ze bijna altijd verband met het ontstaan van een conflict.

Uit de evaluatie van de TTC_{min} (die met behulp van de automatische beeldverwerkingssoftware Brisk berekend werd) bleek dat een groot deel van de interacties met $TTC_{min} < 1,5$ eigenlijk vrij onschuldig waren. De TTC_{min} is moeilijk toe te passen op actieve verplaatsingswijzen met kleine lichte voertuigen, omdat deze hun koers veel gemakkelijker kunnen veranderen dan vierwielige motorvoertuigen. Bijgevolg lijkt de identificatie van conflicten met $TTC_{min} < 1,5$ de ernst van de conflicten te overdrijven. Tegelijkertijd zit in deze situaties wel degelijk conflict-potentieel en de gedragsrisico's die worden geïdentificeerd door hun relatie met de TTC (snelheid, hoge intensiteit, niet rechts houden, en geen afstand houden) kunnen inderdaad leiden tot ernstige conflicten, zij het met een lagere frequentie dan de analyse van $TTC < 1,5$ seconden lijkt aan te geven.

Met een nauwkeurigheid van 94% is de categorisering van de weggebruikers door de automatische beeldverwerkingssoftware vrij nauwkeurig, vooral gezien de beperkte beeldkwaliteit (die omwille van privacy-redenen laag werd gehouden). De snelheidsgegevens vertonen daarentegen te veel variatie en sommige gemeten snelheden zijn onwaarschijnlijk.

In de aanbevelingen wordt sensibilisatie en handhaving ten aanzien van de snelheid van (brom)-fietsers aangeraden, in het bijzonder als dit kan worden gerealiseerd binnen een samenwerkingsverband met werkgevers van fiets- of bromfietsbezorgers.

Vanaf voetgangersintensiteiten van meer dan 100 per uur per meter weg, moet de ruimte visueel verdeeld worden tussen voetgangers en fietsers. Bij intensiteiten hoger dan 200 voetgangers per uur per meter is het gezamenlijk gebruik door fietsers en voetgangers niet aan te bevelen.

Summary

In order to evaluate the interactions between pedestrians and other road users, three pedestrian areas were investigated using video observation techniques. A global analysis of the three locations showed that there were very few problems between cyclists and pedestrians at two of them. For the space given, the intensities were low enough to allow cyclists to bypass pedestrians by a wide margin. For each location, only two instances were noted where cyclists passed pedestrians with a distance of less than one metre, and none of these situations were considered very risky. The third location - the intersection Tiensestraat and Muntstraat in Leuven - consisted of a square with three relatively narrow roads leading to it. In this situation, the first sample of observations yielded 16 situations with passages at a distance of less than one metre, which were considered risky. This was particularly often the case with larger groups of pedestrians that were difficult for the cyclists to avoid.

At this location an automated detailed conflict analysis was performed. Four types of interactions were studied: (1) pedestrians with cyclists; (2) cyclists with cyclists; (3) pedestrians with motor vehicles (mostly mopeds and some vans or cars); and (4) cyclists with motor vehicles. For each interaction, the "time to collision" (TTC) was calculated: the time that remains for two road users on a collision course before a collision would occur if they maintained their course and speed. This time decreases as they approach each other. The minimum TTC is therefore an indicator for the severity of the conflict. Previous research has shown that interactions with a TTC of less than 1.5 seconds can be considered critical situations. For this part of the study we had 3 research questions: (1) which factors determine whether conflicts are critical or not? (2) Is the TTC a good conflict indicator? And (3) can automatic image processing replace human observers?

Interactions between two cyclists were less likely to be critical than the other interaction types. For all interaction types, there was a strong relationship between the speed of the vehicles involved and the severity of the conflicts. Higher trajectory speeds (the average speed per road user) were predictive of critical interactions with a TTC_{min} value less than 1.5 seconds. Speed violations were particularly common among bicycle (or moped) delivery riders.

In addition, the number of road users present had an effect on the conflict severity. In situations with 400 pedestrians or less per hour and 100 cyclists or less, there were very few critical interactions. Above 600 pedestrians and 150 cyclists, there were many critical situations.

Speeding was the most common type of violation, but only in half of the cases was it also the cause of a conflict. Two other types of violations – failure to keep to the right and passing pedestrians without keeping a sufficient distance – were detected much less frequently, but when they were detected, they were almost always related to a conflict.

The evaluation of the TTC (calculated using the automatic image processing software Brisk) showed that a large proportion of the interactions with $TTC_{min} < 1.5$ were actually quite innocent. The TTC_{min} is difficult to apply to active travel modes with small light vehicles, because they can change their course much more easily than four-wheeled motor vehicles. Consequently, the identification of conflicts with $TTC_{min} < 1.5$ seems to exaggerate the seriousness of the conflicts. At the same time, these situations do contain conflict potential and the risks identified by their relation to the TTC_{min} (speed, high intensity, not keeping right, and not keeping distance) can indeed lead to serious conflicts - albeit with a lower frequency than the analysis of $TTC_{min} < 1.5$ seconds seems to indicate.

With an accuracy of 94%, the categorisation of road users by the automatic image processing software is quite accurate, especially considering the limited image quality (which was kept low for privacy reasons). The speed data, on the other hand, show too much variation and some measured speeds are implausible.

To tackle speed, sensitisation and enforcement actions with respect to the speed of cyclists and mopedists are recommended, especially if these can be realised within a partnership with employers of bicycle or moped delivery-riders.

From pedestrian intensities of more than 100 per hour per metre of road, the space should be visually divided between pedestrians and cyclists. At intensities higher than 200 per hour per metre, joint use of space of pedestrians and cyclists is not recommended.

1 Inleiding

Wandelen en fietsen zijn de mooiste manieren om je in een stad te verplaatsen, en beide kunnen enorme voordelen opleveren voor de gezondheid, de uitstoot van broeikasgassen verminderen, en de lokale luchtkwaliteit en de leefbaarheid van de stad verbeteren. Bijna alle steden hebben dan ook in hun programma het voornemen staan om de stad wandel- en fietsvriendelijker te maken.

De inrichting van voetgangerszone is een mogelijke invulling hiervan. Voetgangerszones kunnen een gedeelte ruimte zijn omdat naast voetgangers zelf vaak ook fietsers toegelaten zijn. In zeer beperkte mate worden deze zones ook gebruikt door motorvoertuigen (bijvoorbeeld door leveranciers of bromfietzers). Gemengd verkeer in een voetgangerszone is een voordeel voor de detailhandel omdat op die manier grotere bezoekersaantallen gecombineerd worden met leveringsmogelijkheden. Het kan ook wenselijk zijn voor de fietsbaarheid van een stad dat fietsers geen grote omwegen rond het centrum moeten maken. De menging van fietsers en voetgangers kan echter ook veiligheidsproblemen veroorzaken.

In dit rapport willen we onderzoeken of er sprake is van een verkeersveiligheidsproblematiek bij het mengen van fietsers en voetgangers, en zo ja, welke factoren hieraan bijdragen. Twee factoren gaan we in het bijzonder onderzoeken: de snelheid van de betrokken weggebruikers en de drukte, dat wil zeggen hoeveel weggebruikers van elk type op een gegeven moment aanwezig zijn. Het spreekt voor zich dat snelheid bij voertuigen een verkeersveiligheidsprobleem kan zijn, omdat het zowel de kans op botsingen verhoogt maar ook de ernst daarvan (Pelssers et al., 2017). Het is echter niet duidelijk of dit in een voetgangerszone ook het geval is, omdat de snelheden over het algemeen zeer laag liggen. Het aantal aanwezige personen beïnvloedt of fietsers ruim op voorhand hun koers kunnen aanpassen om voetgangers met een ruime afstand te passeren. Dit is de optimale situatie. Des te drukker het plein is, des te meer moet een fietser tussen de voetgangers slalommen. Ook de aanwezigheid van (veel) andere fietsers kan het voor bestuurders moeilijker maken een geschikte koers aan te houden, zeker wanneer de andere fietsers ook slalommen. Het is echter ook mogelijk dat de fietsers die veel ruimte hebben aan grotere snelheden rijden en daardoor juist wel riskante situaties creëren.

De verkeersveiligheid hebben we in dit rapport onderzocht aan de hand van gedrags- en conflictobservaties. De beoordeling van de verkeersveiligheid wordt traditioneel gebaseerd op door de politie gerapporteerde ongevalgegevens. Deze methode heeft echter een aantal tekortkomingen. Ongevallen van fietsers en voetgangers (zeker als geen motorvoertuig betrokken is) worden sterk ondergerapporteerd. Nuyttens vond dat slechts één op de 5,5 fietsers die zwaargewond in het ziekenhuis opgenomen wordt ook door de politie gerapporteerd werd. Voor voetgangers was dit één op 2,0 en voor bestuurders van gemotoriseerde tweewielers één op 2,2 (Nuyttens, 2013). Bovendien zijn ongevallen betrekkelijk zeldzame gebeurtenissen en zijn de aantallen vaak niet groot genoeg om van aparte gevallen te generaliseren naar een algemeen risico. De zeldzaamheid van ongevallen leidt bovendien tot een moreel dilemma – zolang er geen gewonden en doden vallen – kan er niets gedaan worden om de situatie te verbeteren. Conflictobservaties kunnen proactief ingezet worden. Ze zijn niet afhankelijk van ongevallen en vereisen kortere observatietermijnen om betrouwbare veiligheidsbeoordelingen te formuleren.

Voor elk paar van weggebruikers wordt op basis van de snelheid en de koers van de weggebruikers de "Time-to-Collision" (TTC) gemeten. Deze wordt gedefinieerd als "de tijd die overblijft tot een botsing tussen twee weggebruikers zou plaatsvinden indien zij zich blijven voortbewegen op hun huidige koers en aan hun huidige snelheid" (Hayward, 1972). De TTC wordt kleiner zolang twee weggebruikers zich op botskoers bevinden. Als ze dan hun koers aanpassen, wordt de TTC weer groter. Wanneer weggebruikers hun koers zodanig hebben aangepast dat ze niet langer op botskoers zitten, stopt de waarde met bestaan. Het minimum van de TTC (TTC_{min}) is een maat voor de conflicternst.

Conflictobservaties hebben inmiddels een relatief lange traditie (Arun et al., 2021). De toepassing op kwetsbare weggebruikers is in de afgelopen jaren sterk toegenomen (Johnsson, et al., 2018; Arun et al., 2021; Wu et al., 2018; Beitel et al., 2018). Uit deze studies blijkt echter ook dat bij actieve verplaatsingsmodi, zoals fietsen en stappen, de TTC niet noodzakelijk het meest geschikte conflictmaat is. Daar staat tegenover dat de verwerking van de beelden zeer tijdrovend is, maar de berekening van de TTC in toenemende mate geautomatiseerd wordt. We trachten daarom naast de inhoudelijke vraag ook twee methodologische aspecten te onderzoeken, namelijk de geschiktheid van de klassieke conflictmaat, TTC, voor onderzoek in ongestructureerde omgevingen als een voetgangerszone, en een beoordeling van de kwaliteit van een sterk geautomatiseerde beeldverwerking in vergelijking met een menselijke beoordelaar.

In dit rapport gaan we de opzet en de resultaten van een studie beschrijven die met video analyse technieken conflicten tussen voetgangers en andere weggebruikers in drie voetgangerszones in kaart brengt. In de methodologie (Hoofdstuk 2) worden eerst de locaties beschreven en dan de verzameling en de analyse van de videobeelden. De resultaten (Hoofdstuk 3) focussen eerst op een analyse door een menselijke observatie voor alle drie locaties en zoomen dan in op de resultaten van een geautomatiseerde analyse van de Tiensestraat in Leuven – de locatie met het grootste aantal conflicten. In het vierde hoofdstuk onderzoeken we de vraag naar de geschiktheid van de automatische videoverwerkingssoftware die voor dit onderzoek gebruikt is en in Hoofdstuk 5 worden mogelijke maatregelen voorgesteld. Hoofdstuk 6 vat de conclusies nog een keer samen.

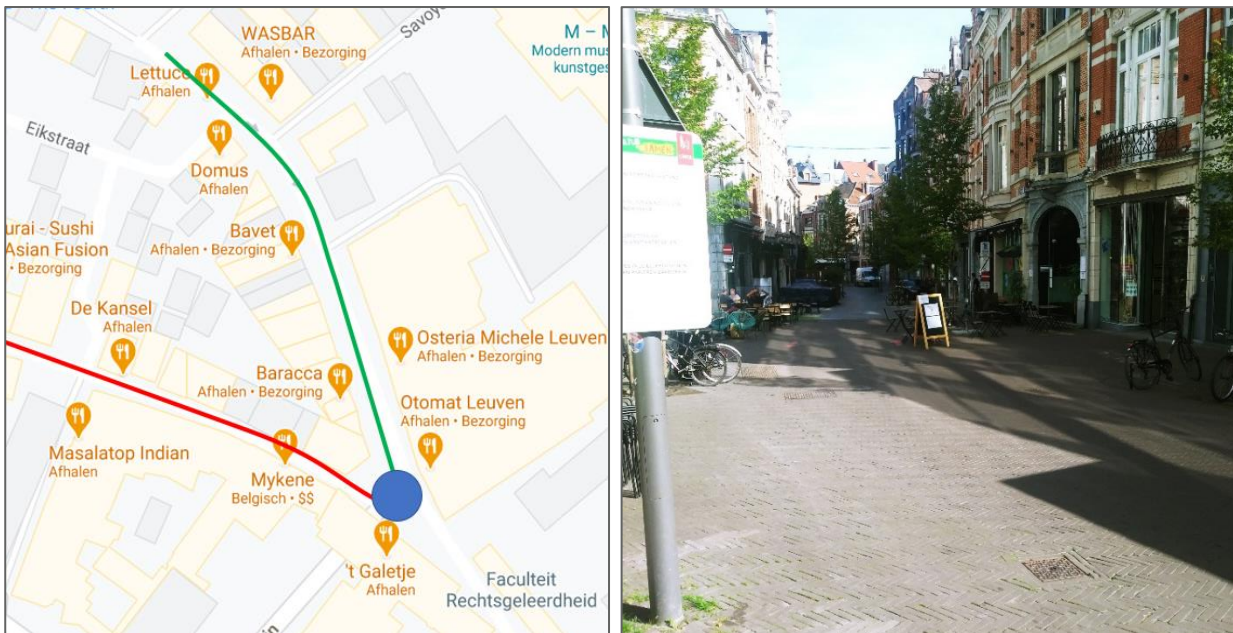
2 Methodologie

In dit onderzoek werd het verloop van interacties en conflicten geobserveerd tussen fietsers en voetgangers in voetgangerszones waar fietsers zijn toegelaten. Er werd geopteerd om in elk van de Belgische gewesten een onderzoekslocatie aan te duiden, namelijk in Leuven (Vlaanderen), Brussel (Brussels Hoofdstedelijk Gewest) en Ottignies-Louvain-la-Neuve (Wallonië).

2.1 Onderzoekslocaties

2.1.1 Leuven

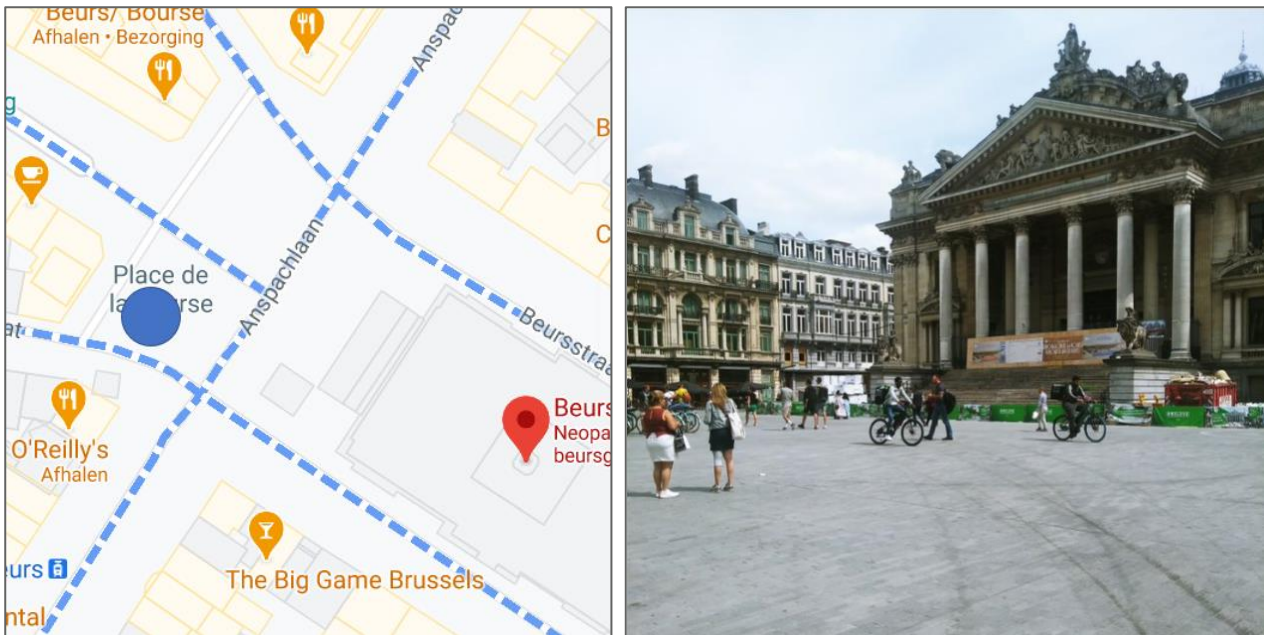
De eerste geselecteerde onderzoekslocatie (blauwe cirkel) grenst aan een voetgangerszone ter hoogte van het kruispunt van de Muntstraat (rode lijn) met de Tiensestraat (groene lijn) in Leuven (Figuur 1). Officieel is de onderzochte locatie dus geen voetgangerszone omdat fietsers er ook toegelaten zijn, maar qua eigenschappen is deze locatie vergelijkbaar aan het gedeelte dat wel wordt aangeduid als voetgangerszone. In de aangeduide voetgangerszone zijn fietsers ook op alle tijdstippen toegelaten. We kunnen de onderzoekslocatie definiëren als een winkel-wandelstraat.



Figuur 1 Onderzoekslocatie Leuven (Kruispunt van de Munstraat met de Tiensestraat)

2.1.2 Brussel

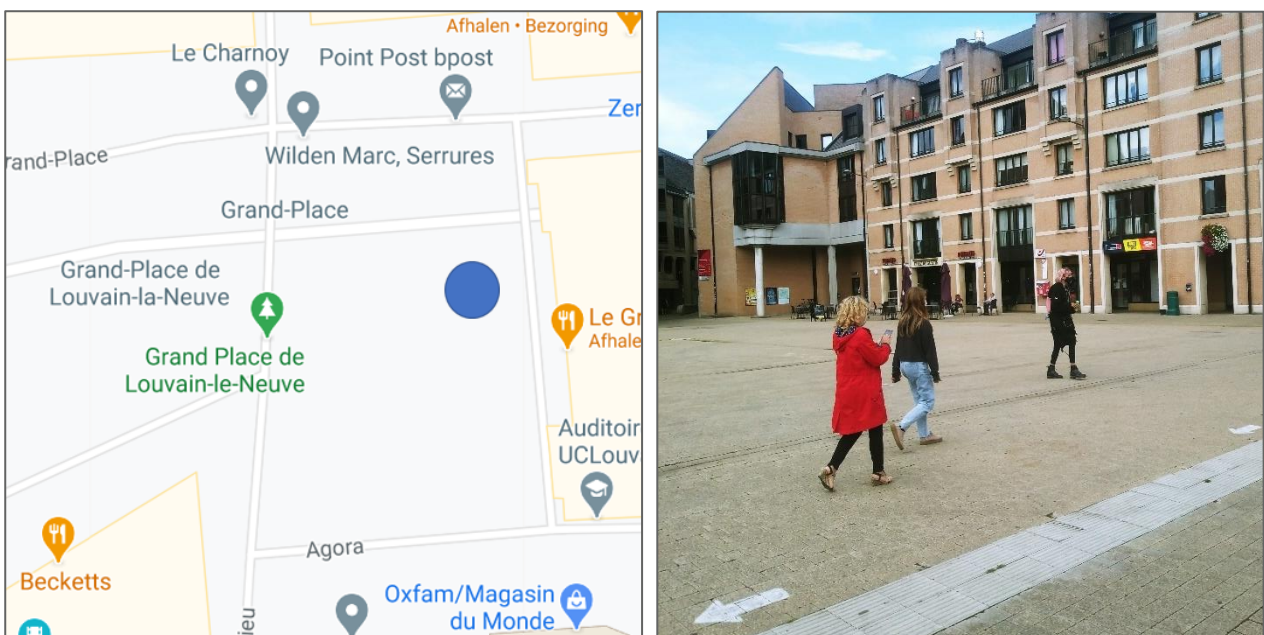
De tweede geselecteerde onderzoekslocatie (blauwe cirkel) betreft het Beurplein in Brussel (Figuur 2), een recent aangelegde voetgangerszone. Dit is een groot plein dat zich bevindt voor de Beurs van Brussel. Zowel voetgangers als fietsers zijn er toegelaten.



Figuur 2 Onderzoekslocatie Brussel (Beursplein)

2.1.3 Ottignies - Louvain-la-Neuve

De laatste onderzoekslocatie bevindt zich in Ottignies - Louvain-la-Neuve. Het betreft net zoals in Brussel een plein, namelijk de Grand Place. Opnieuw zijn fietsers eveneens toegelaten op het plein.



Figuur 3 Onderzoekslocatie Ottignies - Louvain-la-Neuve (Grand Place)

2.2 Verzameling videobeelden

Op het terrein werden videobeelden verzameld met behulp van tijdelijke camerasystemen (Figuur 4). De videobeelden werden gebruikt voor de gedrags- en conflictobservatie. Er werden van vier dagen videobeelden verzameld tussen 10u00 en 20u00.

De camera's zijn mobiele en autonome systemen, waarbij een camera op een uitschuifbare mast gemonteerd is en vanaf een hoogte van ca. 6 meter kan filmen. Het systeem is voorzien van een voldoende grote inwendige batterij en opslagcapaciteit om meerdere dagen onafgebroken te filmen. De camera's hebben een lage

resolutie, waardoor geen gezichten of kentekens herkend kunnen worden. Dit waarborgt de privacy van de voetgangers en fietsers.



Figuur 4 Tijdelijke camerasystemen

Tabel 1 beschrijft de observatieperiodes. Alle beelden werden verzameld in augustus 2020. De opname periode ligt dus in de schoolvakanties. Ook was het een overgangperiode van de eerste golf van de COVID 19 pandemie naar de tweede. De besmettingscijfers waren tijdens de opname periode relatief laag en de contact beperkingen waren verregaand versoepeld. Desondanks was het gedrag in termen van afstand houden wellicht niet geheel normaal.

Tabel 1 Observatieperiodes onderzoekslocaties

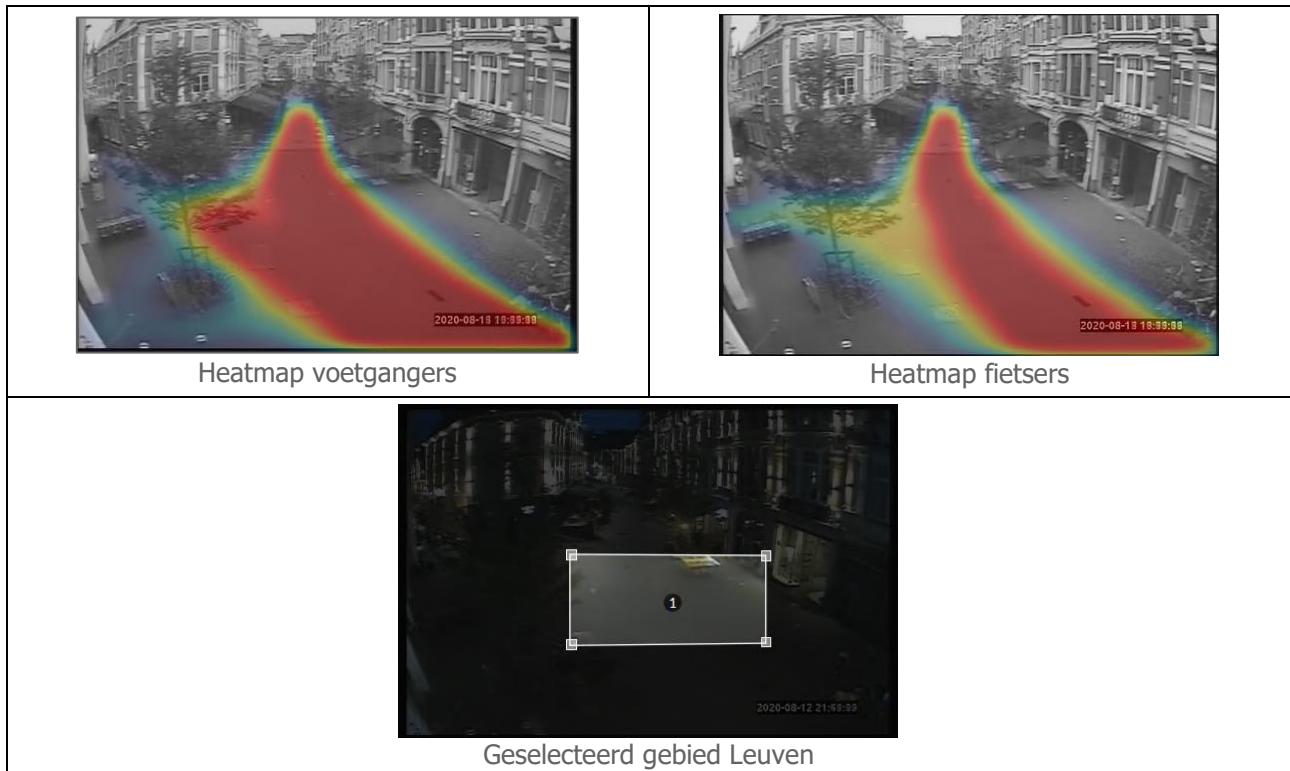
Locatie	Datum
Leuven/Brussel	12/08/2020
	13/08/2020
	14/08/2020
	15/08/2020
Ottignies – Louvain-la-Neuve	26/08/2020
	27/08/2020
	28/08/2020
	29/08/2020

2.3 Gedrags-en conflictanalyses

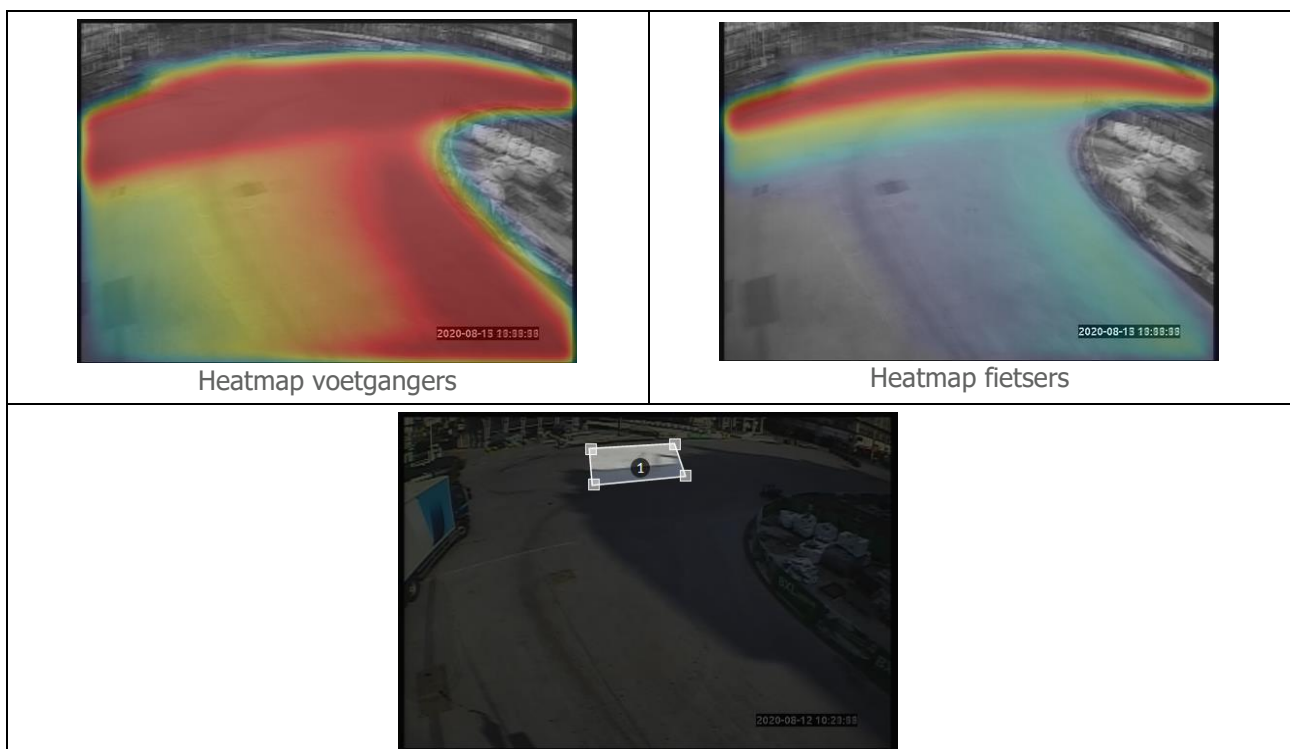
Op basis van de videobeelden van de camera's werd het gedrag van de fietsers op de verschillende onderzoekslocaties geobserveerd. Concreet werd er voor elke onderzoekslocatie een gebied geselecteerd waarin gekeken werd of een fietser al dan niet in interactie kwam met een voetganger. Een event werd in de analyses enkel weerhouden wanneer zowel de fietser(s) en de voetganger(s) zich beide in het geselecteerde gebied bevonden. Telkens werd een onderscheid gemaakt tussen drie soorten events: free-flow, interactie, en close passing.

- Free-flow: een fietser en voetganger kruisen elkaar, halen elkaar in of vermijden een conflict zonder dat iemand zijn/haar snelheid of route moet aanpassen. Dit is de meest wenselijke situatie. Als er een aanpassing van de route nodig was, dan heeft de fietser deze ruim op voorhand voorgenomen.
- Interactie: een fietser en/of voetganger pas(t)(sen) zijn/haar/hun snelheid aan of verander(t)(en) van route om elkaar te kruisen, in te halen of een conflict te vermijden.
- Close passing: Een fietser en een voetganger kruisen elkaar of halen in op minder dan 1 meter. De afstand wordt visueel ingeschat.

Als dat het geval was, werd de opname teruggedraaid om te verifiëren of er eventueel een manoeuvre plaatsvond door minstens één van de weggebruikers. Indien er een manoeuvre is, spreken we sowieso van een interactie. De geselecteerde gebieden (Figuur 5, Figuur 6 en Figuur 7) werden gekozen op basis van heatmaps. Dit zijn kaarten waaruit kan worden afgeleid welke de hoofdstromen zijn van fietsers en voetgangers op de onderzoekslocatie. Op die manier was de kans om interacties te registreren het grootste. De heatmaps werden gegenereerd met de software 'BriefCam', een software die een automatische classificatie van weggebruikers toestaat. De volgende beperkingen werden hierbij waargenomen: één fietser die van zijn fiets afstapt en deze vervolgens duwt blijft door de software gecategoriseerd als fietser (ook al is hij in feite dan een voetganger). Snelle fietsers werden soms als bromfiets (=motorvoertuig) gecategoriseerd en vice versa. Het rode gebied is telkens het drukst.

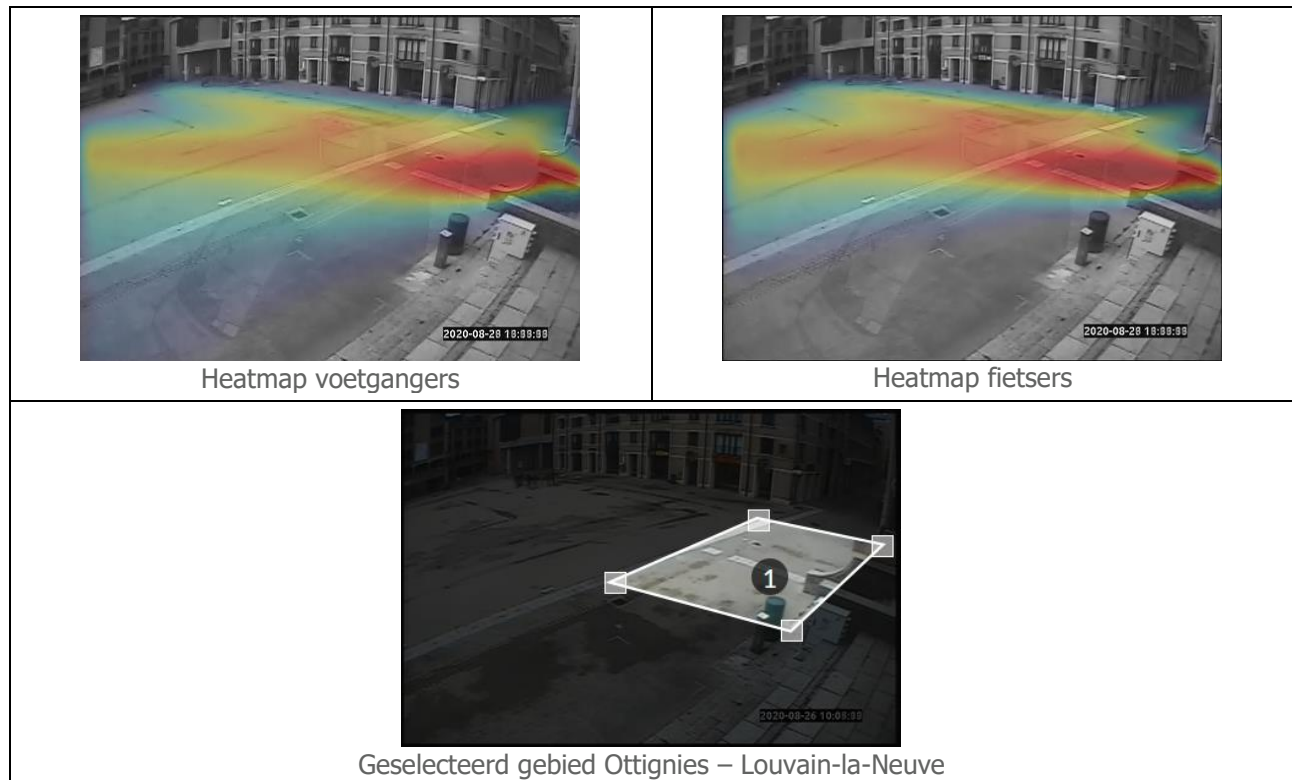


Figuur 5 Heatmaps en geselecteerd gebied Leuven



Geselecteerd gebied Brussel

Figuur 6 Heatmaps en geselecteerd gebied Brussel



Figuur 7 Heatmaps en geselecteerd gebied Ottignies – Louvain-la-Neuve

Het gedrag van de fietsers en voetgangers, zowel degenen die in interactie komen als degenen die vrij kunnen kruisen of inhalen, werd geregistreerd in een gestandaardiseerd codeerformulier. Het gebruikte codeerformulier omvatte volgende elementen:

- Situationele omstandigheden (bv. tijdstip, licht- en weersgesteldheid),
- Geslacht en leeftijd van de fietser(s) en voetganger(s),
- Beschrijving van het manoeuvre:
 - o Verdergaan/geen manoeuvre uitvoeren
 - o Uit de weg gaan
 - o Vertragen
 - o Stilstaan
 - o Stoppen
 - o Versnellen
 - o Zigzaggen
 - o Van richting veranderen
 - o Volgen en niet inhalen
 - o Volgen en daarna inhalen
 - o Meteen inhalen

Ook de tijd tussen het moment dat een manoeuvre plaatsvond en de fietser(s) en voetganger(s) het dichtste bij elkaar waren werd bij benadering geregistreerd.

In geval er een close passing was, werd er voor zowel de fietsers als de voetganger aangegeven wat de oorzaak was/kon zijn:

- Onaangepaste snelheid
- Onoplettend
- Plotselinge richtingverandering
- Andere

- Combinatie
- Geen invloed

2.4 Detailanalyse Tiensestraat Leuven

Voor de detailanalyse werd gebruik gemaakt van de software service "Brisk" van TransoftSolutions.com. Deze software voert een geautomatiseerde conflictanalyse uit op alle verkeersbewegingen die in een video-opname zichtbaar zijn.

Voor elk paar van weggebruikers wordt op basis van de snelheid en de koers van de weggebruikers de "Time-to-Collision" (TTC) gemeten. Deze wordt gedefinieerd als "de tijd die overblijft tot een botsing tussen twee weggebruikers zou plaatsvinden indien zij zich blijven voortbewegen op hun huidige koers en aan hun huidige snelheid" (Hayward, 1972). De ernst van een conflict wordt bepaald aan de hand van de minimale TTC tussen twee interagerende weggebruikers (TTC_{min}). Een kleine TTC_{min} duidt dus op een ernstig conflict.

Johnsson et al. (2018) stellen voor een drempelwaarde van 1,5 s te hanteren om het onderscheid te maken tussen ernstige conflicten en niet-ernstige conflicten. Onderzoek heeft namelijk aangetoond dat TTC-waarden lager dan 1,5s zelden worden waargenomen in normale interacties en dus beschouwd worden als ernstige conflicten (Brown, 1994; van der Horst, 1990). Om van een interactie te spreken, hanteert Brisk een maximale TTC van 4,5 seconden omdat er bij nog grotere afstanden geen sprake meer is van een beïnvloeding van elkaars koers.

De software identificeerde het type weggebruiker en maakte het verschil tussen voetgangers, fietsers, gemotoriseerde tweewielers, personenwagens, bestelwagens en vrachtwagens. De laatste 4 categorieën waren relatief zeldzaam aangezien het om een voetgangerszone ging en werden gecombineerd in de categorie "motorvoertuigen".



Figuur 8 Voorbeeld voor een ernstig conflict ($TTC_{min} = 0,52$)

Naast de TTC_{min} waarde worden er voor elk conflict de volgende grootheden berekend:

- **Trajetsnelheid-Weggebruiker 1:** mediaan snelheid van de desbetreffende weggebruiker. Dus zijn doorsnee snelheid van het moment dat hij in beeld komt tot het moment dat hij uit beeld gaat.
- **Trajetsnelheid-Weggebruiker 2:** mediaan snelheid van de desbetreffende weggebruiker. Dus zijn doorsnee snelheid van het moment dat hij in beeld komt tot het moment dat hij uit beeld gaat.
- **Conflictsnelheid-Weggebruiker 1:** snelheid van de desbetreffende weggebruiker op het moment met de minimale TTC-waarde – dus het moment waar de twee het dichtst bij een botsing komen.
- **Conflictsnelheid-Weggebruiker 2:** snelheid van de desbetreffende weggebruiker op het moment met de minimale TTC-waarde – dus het moment waar de twee het dichtst bij een botsing komen.
- **Aantal weggebruikers:** Een telling van alle weggebruikers die binnen een het kwartier waarin het conflict gefilmd werd in het beeld passeerden.

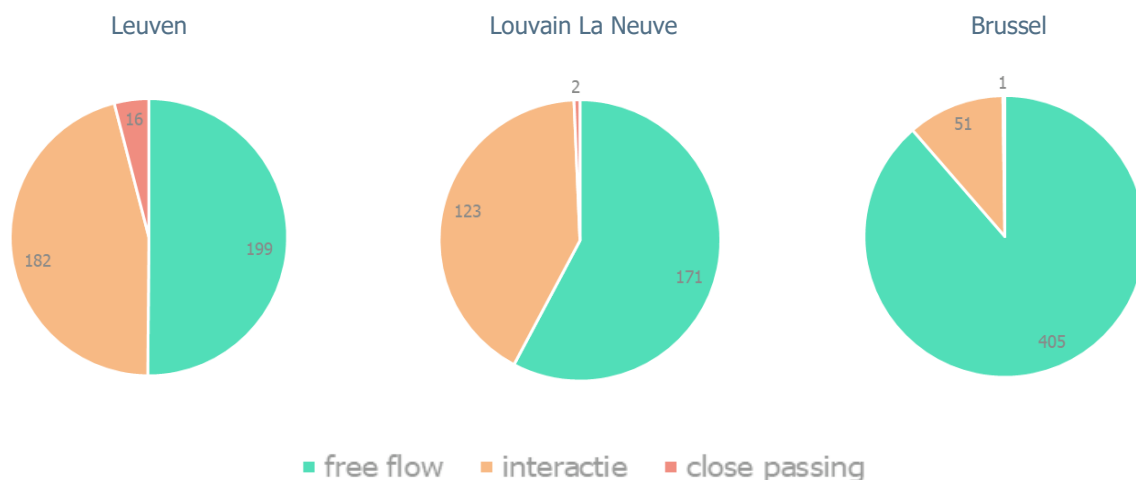
- **Aantal voetgangers:** Een telling van alle voetgangers die binnen een het kwartier waarin het conflict gefilmd werd in het beeld passeerden.
- **Aantal fietsers:** Een telling van alle fietsers die binnen een het kwartier waarin het conflict gefilmd werd in het beeld passeerden.
- **Aantal motorvoertuigen:** Een telling van alle motorvoertuigen die binnen een het kwartier waarin het conflict gefilmd werd in het beeld passeerden. Daarbij kan het gaan om personenwagens, camionettes, of gemotoriseerde tweewielers.

3 Resultaten

3.1 Gedrags-en conflictanalyses

Als een fietser en een voetganger elkaar in free-flow passeren is er op de video's niets te observeren. Dit wil niet zeggen dat de fietser geen rekening houdt met de voetganger. In tegendeel, vaak heeft de fietser zijn koers ruim op voorhand aangepast en passeert de voetganger met de nodige afstand. Bij de interacties gaat het om manoeuvres die binnen het observatiekader uitgevoerd werden, dat wil zeggen dat de fietser al vrij dicht bij de voetganger was toen de koers gecorrigeerd werd. De geobserveerde close passings zijn situaties waar dit nog extremer was en de fietser dicht dan 1 m bij de voetganger kwam.

3.1.1 Aantal weggebruikers en types interacties

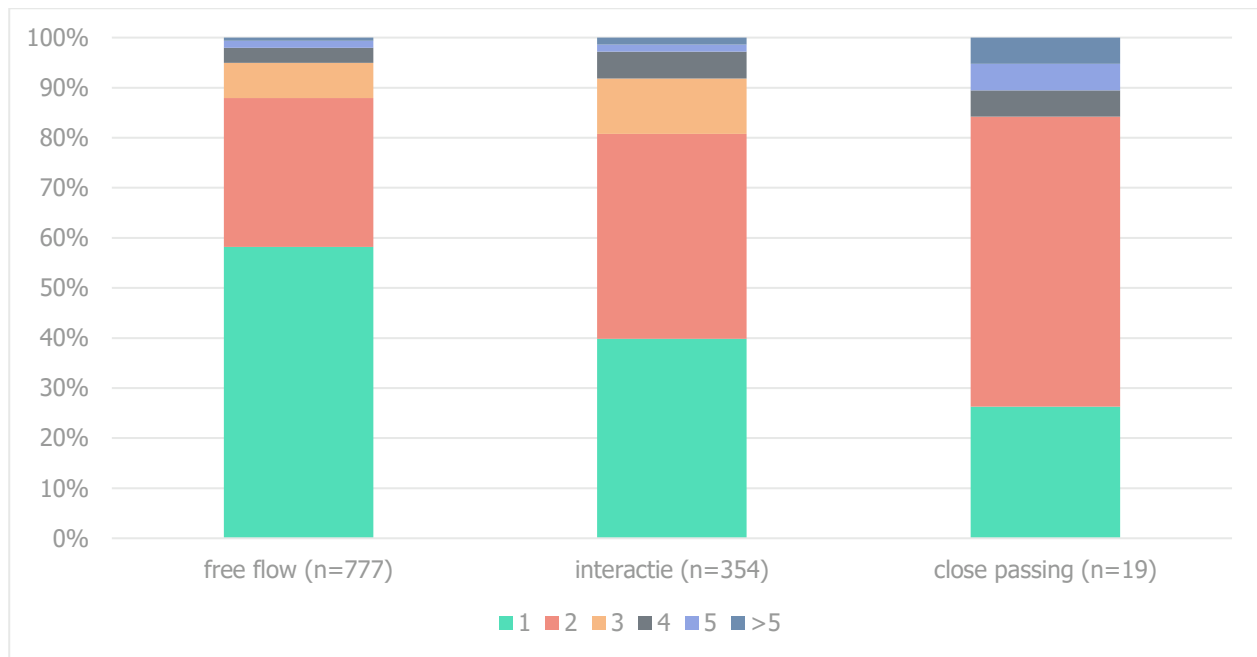


Figuur 9 Verdeling tussen 'vrije passages', interacties en close passings in de 3 onderzoeksgebieden

In Leuven interageerden de helft van de fietsers en voetgangers, die zich op het zelfde moment in het observatiekader bevonden. Dat wil zeggen dat ze elkaars koers of snelheid zichtbaar beïnvloedden. Op de andere locaties was dit een veel kleiner gedeelte van de fietsers en voetgangers. In Leuven waren ook meer "close passings" te observeren. In Louvain-la-Neuve waren nog 42% van de gelijktijdige verplaatsingen interacties, maar in Brussel waren dit slechts 11%. Conflicten (passeren met minder dan 1 m afstand) kwamen op de laatste twee locaties zo goed als niet voor.

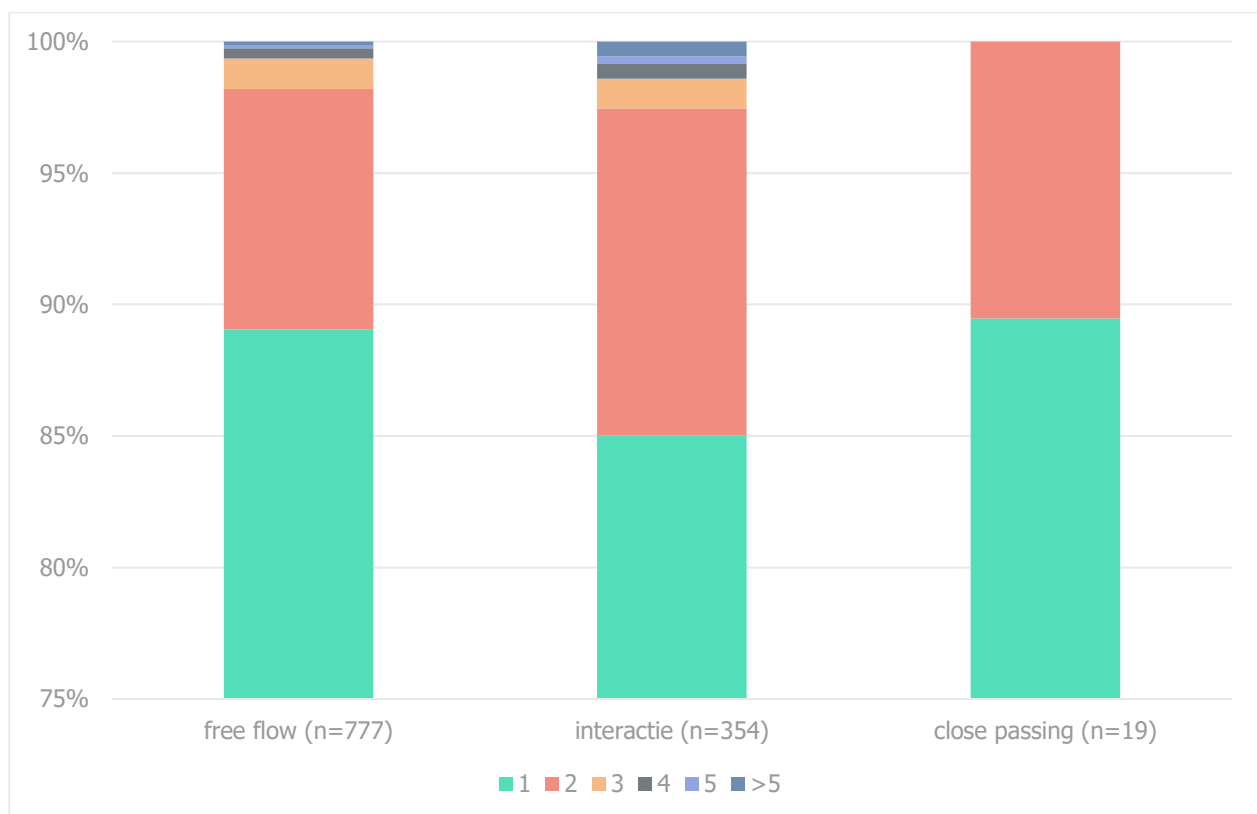
3.1.2 Groepsgrootte

Of het voor de fietser mogelijk is om zijn koers ruim op voorhand aan te passen of niet, heeft onder meer met de groepsgrootte te maken. Grotere groepen van voetgangers komen relatief gezien vaker voor bij interacties dan bij free flow ontmoetingen en nog vaker bij close passings, waar de fietser niet op tijd kon ontwijken om op een veilige afstand te passeren ($\chi^2(2,1) = 37,9$; $p < 0.000001$).



Figuur 10 Groepsgrootte van de voetgangers bij ontmoetingen zonder zichtbaar maneuver (free flow), met zichtbaar ontwijkingsmaneuver (interactie) en close passings (afstand <1 m)

De groepsgrootte van de fietsers hangt niet duidelijk samen met de manier hoe de fietsers de voetgangers passeren ($\chi^2(2,1)=3,7$; $p>0.1$).

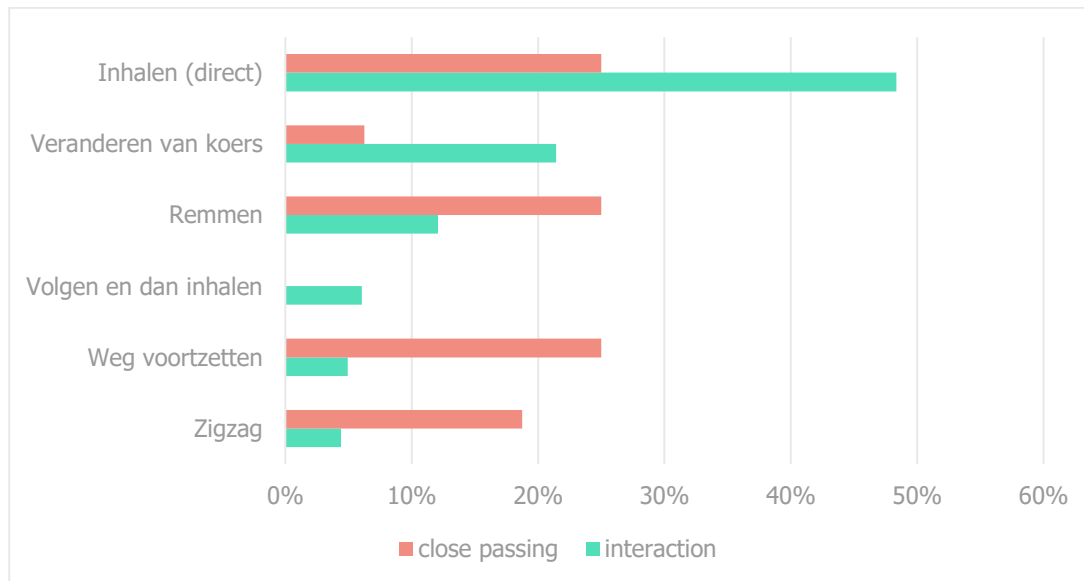


Figuur 11 Groepsgrootte van de fietsers bij ontmoetingen zonder zichtbaar maneuver (free flow), met zichtbaar ontwijkingsmaneuver (interactie) en close passing (afstand <1 m)

3.1.3 Maneuvers en gedrag

In Figuur 12 is de percentuele verdeling van maneuvers van de fietsers weergegeven voor normale interacties (waar de afstand 1 m of groter was; weergegeven in groen) en zulke waar de afstand kleiner dan 1 m was (close passings; weergegeven in rood). Bij de close passings zet de fietser relatief vaker gewoon

zijn weg voort. De reden dat dit bij de normale interacties (bijna) niet voorkomt is dat een fietser die dit deed zonder te dicht in de buurt van een voetganger te komen als "free flow" gecodeerd werd. Andere manoeuvres die vaak voorkomen bij close passings zijn "zigzag" en "remmen". Ook "inhalen" komt bij 20% van de close passings voor. Bij de normale interacties is dit echter bijna 50%. Aangezien er in totaal slechts drie close passings plaats vonden in Louvain La Neuve en in Brussel, zijn deze twee locaties niet in deze analyse opgenomen.



Figuur 12 Verdeling van manoeuvres van fietsers bij close passings (<1m afstand) en normale interacties

3.2 Conflictanalyse Leuven

In de Tiensestraat in Leuven vonden van alle drie sites de meeste interacties tussen voetgangers en fietsers plaats en waren ook de meeste close passings te observeren, interacties waar de afstand tussen fietser en voetganger minder dan een meter was. Tegelijkertijd werd bij de eerste analyse duidelijk dat ook de interacties van fietsers onderling en zelfs ook met motorvoertuigen sterk bijdroegen aan de veiligheidssituatie in deze zone.

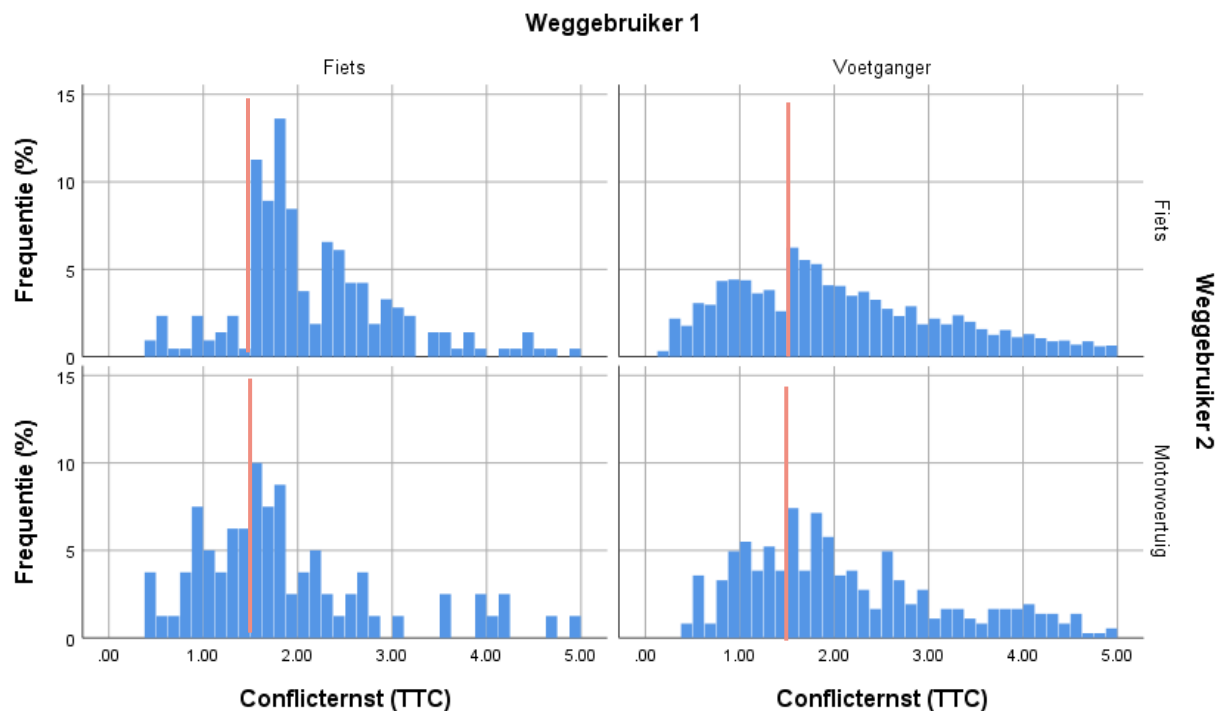
De gedetecteerde interacties in Leuven werden in detail geanalyseerd waarbij de snelheden van de verschillende weggebruikers in kaart gebracht werden en de conflict ernst bepaald werd op basis van de minimale time-to-collision (TTC_{min}). Voor elke interactie werd de conflicternst berekend. Die gaat in principe van 0 tot 4,5 seconden. Een TTC_{min} van 0 zou echter een botsing betekenen en die hebben we niet geobserveerd. Bij een TTC_{min} waarde van 4,5 of hoger spreken we niet meer van een interactie.

Tabel 2 Gemiddelde en laagste TTC voor de verschillende conflicttypen in Leuven

Weggebruiker 1	Weggebruiker 2	Aantal interacties	Aantal conflicten ($TTC < 1,5s$)	% conflicten ($TTC < 1,5s$)	Laagste conflictwaarde
Voetganger	Fiets	2148	730	34	0,20
	Motorvoertuig	364	117	32	0,38
Fiets	Fiets	213	26	12	0,40
	Motorvoertuig	80	32	40	0,39

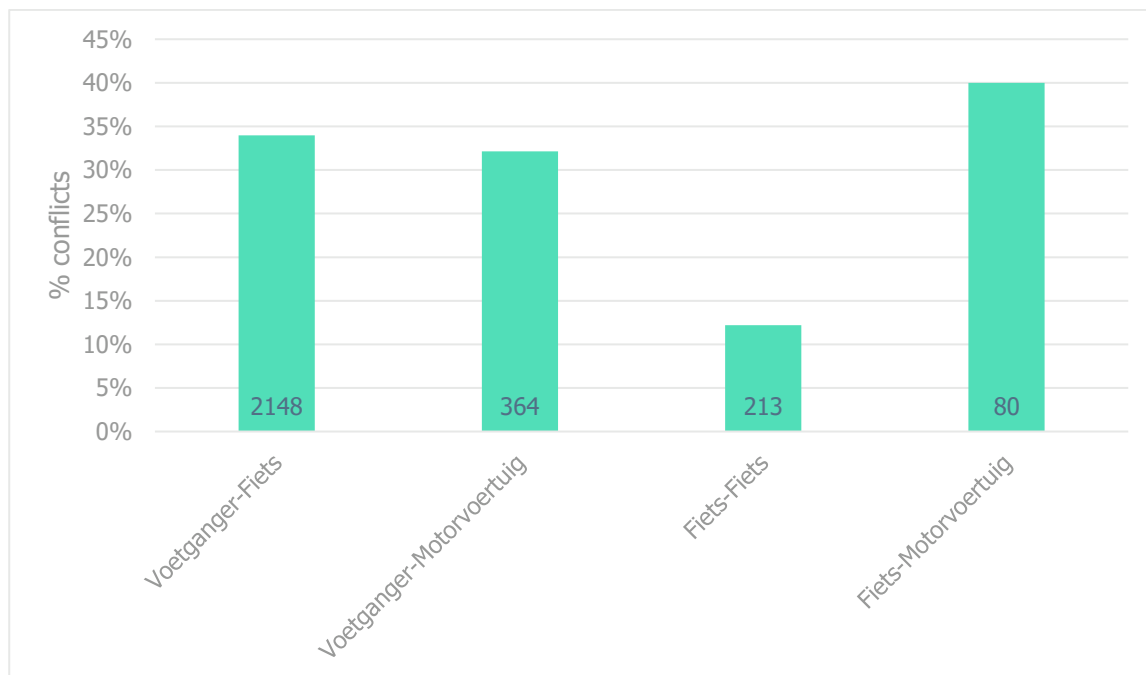
We hebben de interacties ingedeeld naargelang de weggebruikerstypes die daarin betrokken waren. Met afstand de meeste interacties vonden plaats tussen voetgangers en fietsers. Ook interacties tussen motorvoertuigen en voetgangers waren er veel. Bij motorvoertuigen kon het om gemotoriseerde tweewielers gaan (meestal bromfietsen) maar ook om personenwagen of bestelwagens. Fietsers die met andere fietsers interageren vormen een eerder kleine groep, en het kleinste aantal interacties deed zich voor tussen fietsers en motorvoertuigen.

In Figuur 13, is de percentuele verdeling van het conflicternst voor elk type interactie weergegeven. De oranje lijn representeert telkens de drempel van $TTC_{min} = 1,5$. Onder deze waarde spreekt men traditioneel van een ernstige conflict (zie Sectie 4.3 voor een evaluatie hoe "ernstig" deze conflicten effectief waren). We zien dat bij de meeste types interacties het aandeel interacties vanaf deze lijn sterk afneemt. Bij de interacties Fiets-Motorvoertuig was dit echter in mindere mate het geval.



Figuur 13 Verdeling (percentueel) van de conflicternst bij de verschillende types interacties

In Figuur 14 is het percentage van conflicten ($TTC_{min} < 1,5$ sec) onder de interacties voor elke combinatie van weggebruikers weergegeven. We zien weerom dat het percentage van conflicten voor fiets-fiets interacties lager ligt dan voor andere combinaties van weggebruikers. De verschillen fiets-fiets vs. fiets-motorvoertuig (Wald (1)=8,9; $p < 0,005$) en fiets-fiets vs. voetganger-fiets (Wald(1)=10,1; $p < 0,005$) zijn significant. Het verschil fiets-fiets vs. voetganger-motorvoertuig is marginaal significant (Wald(1)=3; $p < 0,1$).



Figuur 14 Percentage conflicten ($T_{min} < 1,5$ sec) naargelang de combinatie van weggebruikers. Het aantal interacties waarop het percentage berekend is, is weergegeven aan de bodem van elke balk.

3.2.1 Determinanten van het conflict ernst

In een logistieke regressie analyse hebben we onderzocht welke variabelen de ernst van een conflict bepalen. Omdat we al zagen dat de conflicternst sterk afhangt van de types weggebruiker die met elkaar interageren, hebben we de analyses voor de verschillende types weggebruikers apart uitgevoerd. We hebben daarbij met name de snelheid van de weggebruikers en de drukte (dat wil zeggen het aantal aanwezige weggebruikers) onderzocht.

Voor snelheid werden de volgende maten van snelheid door BRISK berekend:

- Trajectsnelheid: mediaan snelheid van de desbetreffende weggebruiker. Dus zijn doorsnee snelheid van het moment dat hij in beeld komt tot het moment dat hij uit beeld gaat.
- Conflictsnelheid: snelheid van de desbetreffende weggebruiker op het moment met de minimale TTC-waarde – dus het moment waar de twee weggebruikers in kwestie het dichtst bij een botsing komen.

Als meer mensen onderweg zijn in een voetgangerszone is er minder plaats om elkaar te ontwijken en dat zou tot een hogere conflicternst kunnen leiden. Tegelijkertijd zou een toename aan ruimte ook kunnen leiden tot hogere snelheden en daarom de conflicternst doen toenemen.

Om dit te onderzoeken hebben we voor elk kwartier van de observatiedagen de volgende variabelen berekend:

- Aantal weggebruikers binnen 15 minuten
- Aantal voetgangers binnen 15 minuten
- Aantal fietsers binnen 15 minuten
- Aantal motorvoertuigen binnen 15 minuten

Alle variabelen werden opgenomen in vier logistieke regressieanalyses: voor elke combinatie van weggebruikers werd getest welke eigenschap een invloed had op de kans dat het bij de interactie om een conflict ging ($TTC_{min} < 1,5$ sec). Deze samenhang wordt is het beste te zien in de exponentiele waarde van de coefficient B ($Exp(B)$). Deze is 1 als er geen samenhang is en groter dan 1 bij een positieve samenhang. $Exp(B)$ kleiner dan 1 duidt op een negatieve samenhang.

Tabel 3 Logistieke regressie analyse conflicternst: voorspellende factoren voor $TTC_{min} < 1,5$ sec.

		B	S.E.	Wald	Sig.	Exp(B)
Voetganger-Motorvoertuig	Conflictsnelheid Voetganger (km/h)	-0,02	0,05	0,1	0,740	0,98
	Trajectsnelheid Voetganger (km/h)	0,00	0,07	0,0	0,998	1,00
	Conflictsnelheid Motorvoertuig (km/h)	0,02	0,02	1,1	0,295	1,02
	Trajectsnelheid Motorvoertuig (km/h)	0,08	0,02	12,3	0,000	1,08
	Aantal fietsers	0,00	0,01	0,1	0,815	1,00
	Aantal voetgangers	0,00	0,00	1,9	0,166	1,00
	Aantal Motorvoertuigen	0,02	0,03	0,3	0,562	1,02
	Constant	-2,55	0,69	13,5	0,000	0,08
Voetganger-Fiets	Conflictsnelheid Voetganger (km/h)	0,02	0,02	1,3	0,261	1,02
	Trajectsnelheid Voetganger (km/h)	0,07	0,03	6,3	0,012	1,08
	Conflictsnelheid Fietser (km/h)	0,02	0,01	5,4	0,020	1,02
	Trajectsnelheid Fietser (km/h)	0,19	0,01	179,7	0,000	1,20
	Aantal fietsers	0,00	0,00	0,3	0,613	1,00
	Aantal voetgangers	0,01	0,00	11,5	0,001	1,01
	Aantal Motorvoertuigen	-0,01	0,02	0,3	0,607	0,99
	Constant	-4,60	0,32	210,6	0,000	0,01
Fiets-Motorvoertuig	Conflictsnelheid Fietser (km/h)	0,06	0,06	1,0	0,325	1,06
	Trajectsnelheid Fietser (km/h)	-0,04	0,09	0,2	0,694	0,97
	Conflictsnelheid Motorvoertuig (km/h)	0,10	0,05	3,6	0,057	1,11

	Trajectsnelheid Motorvoertuig (km/h)	0,08	0,07	1,4	0,244	1,08
	Aantal fietsers	-0,02	0,02	0,7	0,411	0,99
	Aantal voetgangers	0,00	0,01	0,0	0,860	1,00
	Aantal Motorvoertuigen	-0,18	0,07	6,2	0,013	0,84
	Constant	-0,32	1,36	0,1	0,814	0,73
Fiets-Fiets	Conflictsnelheid Fietser (km/h)	0,17	0,05	9,5	0,002	1,18
	Trajectsnelheid Fietser (km/h)	-0,02	0,07	0,1	0,737	0,98
	Conflictsnelheid Fietser (km/h)	0,03	0,04	0,4	0,516	1,03
	Trajectsnelheid Fietser (km/h)	0,06	0,07	1,0	0,328	1,07
	Aantal fietsers	0,04	0,02	4,4	0,035	1,04
	Aantal voetgangers	-0,01	0,01	1,7	0,198	0,99
	Aantal Motorvoertuigen	-0,11	0,08	1,7	0,198	0,90
	Constant	-5,41	1,24	19	0,000	0,00

Bij interacties met voetgangers is het vooral de trajectsnelheid van de tegenpartij die bepaalt of het bij een interactie om een conflict gaat. Des te hoger de snelheid des te hoger de kans dat de TTC_{min} minder dan 1,5 sec is. Bij interacties tussen fietsers en voetgangers komen daar nog de trajectsnelheid van de fietser en ook de conflictsnelheid van de voetganger bij.

Bij interacties tussen twee fietsers bepaalt naast de conflictsnelheid van de fietsers ook het aantal fietsers de kans dat het om een conflict gaat. Des te hoger het aantal fietsers die op een gegeven moment (binnen het kwartier waarin de interactie plaats vindt) passeren, des te hoger de kans dat een interactie als conflict beschouwt moet worden ($TTC_{min} < 1,5$). Bij interacties tussen fietsers en motorvoertuigen heeft enkel de conflictsnelheid van het motorvoertuig voorspellende waarde. Bij de motorvoertuigen die te snel reden ging het altijd om gemotoriseerde tweewielers en niet om wagens.



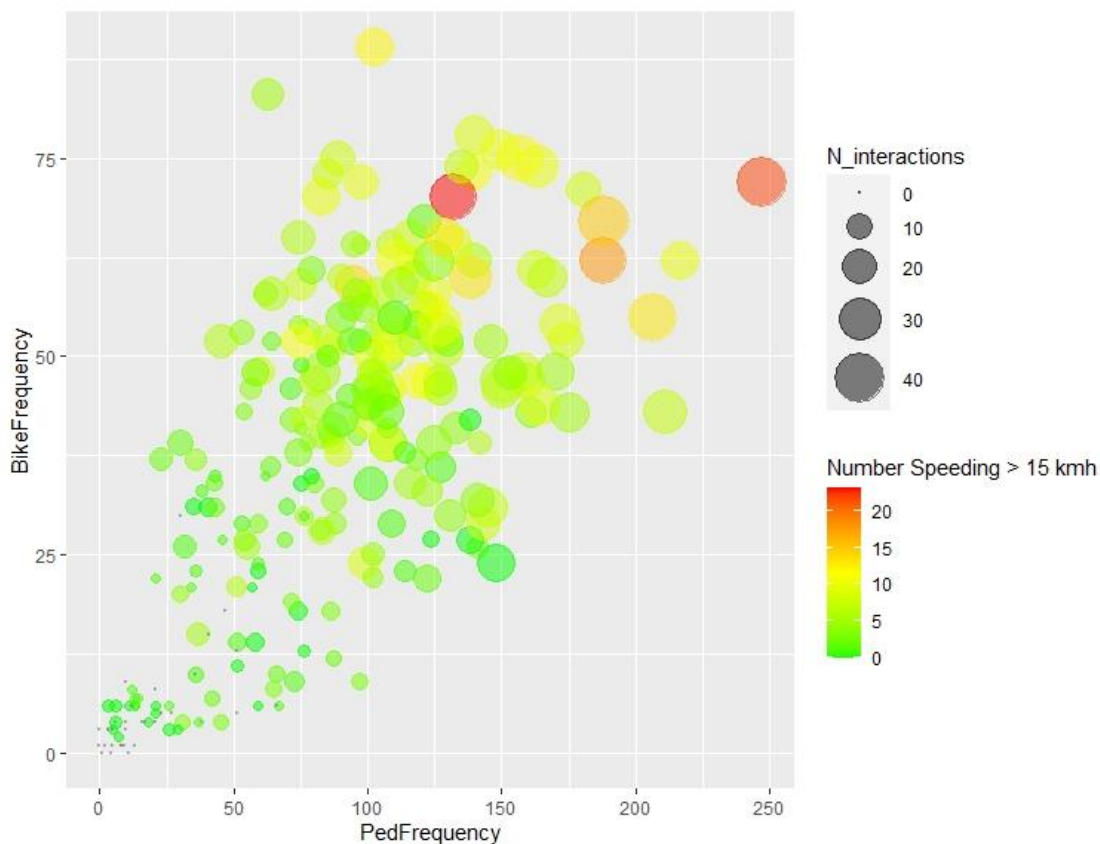
Figuur 15 Situatie waarbij twee fietsers met elkaar in conflict komen

We kunnen dus samenvatten dat vooral de snelheid van de snelste van de twee interactiepartners bepaalt of het om een conflict gaat ($TTC_{min} < 1,5$ sec) of niet. Maar ook het aantal van die weggebruikers (fietsers bij fiets-fiets interacties, motorvoertuigen bij fiets-motorvoertuig interacties) speelt een rol, in die zin dat de kans op een ernstig conflict groter is als er meer weggebruikers van dat type aanwezig is.

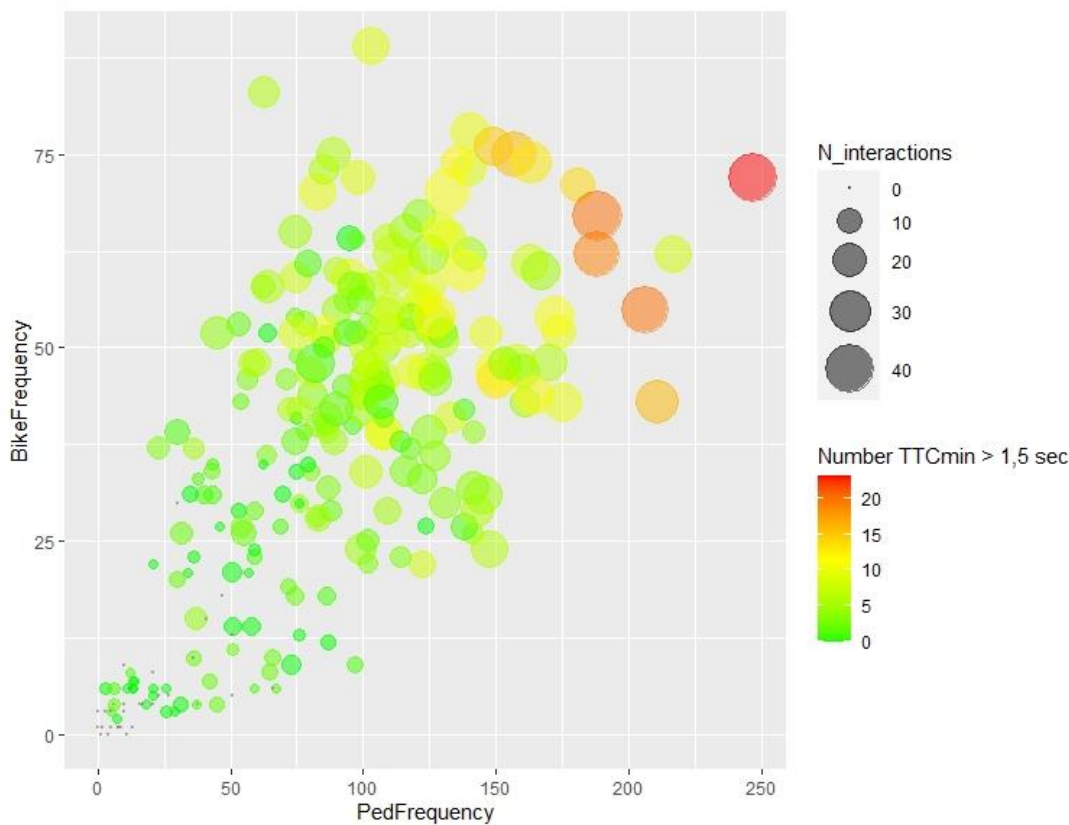


Figuur 16 Conflict waarbij fietser nog snel tussen auto en voetgangers door 'voorrang neemt'

In de inleiding stelden we de vraag of een grotere drukte (aantal voetgangers of aantal fietsers) tot een hogere of een lagere conflictrisico leiden. Omwille van het plaatsgebrek kunnen fietsers voetgangers of andere fietsers moeilijker ontwijken, tegelijkertijd is het ook minder evident een hoge snelheid aan te houden, wat het risico dan weer zou kunnen verlagen. In Figuur 17 wordt het aantal fietsers en het aantal voetgangers aanwezig binnen het kwartier waarin de interactie plaatsvindt uitgezet tegen het aantal geobserveerde interacties (bubbelgrote) en het aantal weggebruikers die duidelijk de snelheid overtraden (kleurgradiënt). Figuur 18 geeft hetzelfde weer, maar uitgezet tegen het aantal geobserveerde interacties (bubbelgrote) en aantal interacties met een TTC_{min} kleiner dan 1,5 s (kleurgradiënt).



Figuur 17 Relatie tussen aantal aanwezige Fietsers (BikeFrequency) en Voetgangers (PedFrequency) en het aantal snelheden > 15 km/u.



Figuur 18 Relatie tussen aantal aanwezige Fietzers (BikeFrequency) en Voetgangers (PedFrequency) en het aantal interacties met $TTC_{min} > 1,5$ sec.

In zekere zin geven Figuur 17 en Figuur 18 iets weer wat triviaal is: als het drukker is zijn er meer interacties (-> grote bubbels). Dat er ook meer snelheidsovertredingen en conflicten zijn zegt niet dat het **aandeel** snelheidsovertredingen en conflicten dan hoger is (dat is niet het geval), het geeft wel aan dat zelfs bij grote drukte ongeveer de helft van de fietsers 15 km/h of meer rijdt en dat in termen van absolute aantallen de meeste conflicten plaatsvinden als de meeste weggebruikers onderweg zijn. De grafieken suggereren daarom dat eventuele enforcement activiteiten het meeste effect zouden hebben op de momenten van grote drukte.

3.2.2 Overtredingen

Bij het bekijken van de videobeelden konden ook verkeersovertredingen vastgesteld worden.

Bij de controle van 121 detecteerde conflicten (met een $TTC < 1,5s$) werden 69 overtredingen op het verkeersreglement vastgesteld. Tabel 4 geeft deze weer in volgorde van voorkomen.

Tabel 4 Verkeersovertredingen waargenomen bij 121 detecteerde conflicten

Overtreding van de verkeersregel	Aantal keer waargenomen
Snelheid (> 15 km/h)	38
Rechts houden	6
Afstand houden (1 m) van voetgangers	6
Tegemoetkomende weggebruikers doorgang verlenen	5
Rechts kruisen	3
Links afslaan	2
Links inhalen	2
Fietslicht	2
Links inhalen zonder gevaar	1
Voorrang aan rechts	1
Voorrang bij manoeuvre	1

Stilstaan rechts t.o.v. de rijrichting	1
Voetgangers in gevaar brengen	1
Alle verkeersovertredingen	69

Hoewel de onderzoekslocatie in Leuven net buiten de voetgangerszone viel, kon in veel gevallen toch worden vastgesteld dat de bestuurder te snel reed in de voetgangerszone die hij of zij verliet of inreed. De combinatie van de hoge snelheid en de enge doorgang naar de voetgangerszone zorgde er trouwens voor dat een aantal conflicten zich voordeden op de rand van de voetgangerszone.

Zowel fietsers als bromfietzers hielden zich niet altijd aan de snelheidsbeperking in de voetgangerszone. Formeel is de beperking dat voertuigen enkel stapvoets mogen rijden (6 km/h). In Tabel 6 is snelheid pas als overtreding gecodeerd als die hoger lag dan 15 km/h. De overige overtredingen werden voornamelijk door fietsers begaan. Tabel 5 toont het aantal waargenomen verkeersovertredingen per weggebruikerstype.

Tabel 5 Waargenomen verkeersovertredingen per weggebruikerstype

Overtreding van de verkeersregel	Fiets	Bromfiets	Personenwagen	Bestelwagen	Totaal
Snelheid (> 15 km/h)	27	11			38
Rechts houden	5	1			6
Afstand houden (1 m) van voetgangers	6				6
Tegemoetkomende weggebruikers doorgang verlenen	5				5
Rechts kruisen	3				3
Links afslaan	1	1			2
Links inhalen	2				2
Fietslicht	2				2
Links inhalen zonder gevaar	1				1
Voorrang aan rechts			1		1
Voorrang bij manoeuvre	1				1
Stilstaan rechts t.o.v. de rijrichting				1	1
Voetgangers in gevaar brengen	1				1
Alle verkeersovertredingen	54	13	1	1	69

Niet iedere overtreding hield echter verband met het conflict waarin ze geobserveerd werd. Tabel 6 geeft, volgens onze beoordeling, aan in hoeveel gevallen deze overtredingen als (mede) oorzakelijk gezien kunnen voor het conflict waarin ze geobserveerd werden.

Tabel 6 Waargenomen overtredingen die wel of niet verband hielden met een conflict

Overtreding van de verkeersregel	Aantal keer waargenomen	Zonder verband met conflict		Verband met conflict	
		#	%	#	%
Snelheid (> 15 km/h)	38	23	61%	15	39%
Rechts houden	6	1	17%	5	83%
Afstand houden (1 m) van voetgangers	6		0%	6	100%
Tegemoetkomende weggebruikers doorgang verlenen	5		0%	5	100%
Rechts kruisen	3	2	67%	1	33%
Links afslaan	2		0%	2	100%
Links inhalen	2	2	100%		0%
Fietslicht	2	2	100%		0%
Links inhalen zonder gevaar	1	1	100%		0%
Voorrang aan rechts	1		0%	1	100%

Voorrang bij manoeuvre	1		0%	1	100%
Stilstaan rechts t.o.v. de rijrichting	1		0%	1	100%
Voetgangers in gevaar brengen	1		0%	1	100%
Alle verkeersovertredingen	69	31	45%	38	55%

In het totaal droeg iets meer dan de helft van de door ons waargenomen verkeersovertredingen bij tot een conflict met een andere weggebruiker. Niet alle conflicten met $TTC_{min} < 1,5$ waren volgens onze beoordeling even ernstig. We geven daarom hieronder ook weer hoeveel van de conflicten die verband hielden met een bepaalde overtreding ook ernstig waren. Met ernstig bedoelen we dat de observator de inschatting maakte dat dit een 'bijna botsing' was waarbij de weggebruikers op minder dan 1 m afstand van elkaar passeerden (zie Sectie 4.3).

Zoals gezegd was overdreven snelheid de meest waargenomen overtreding. In 39% van de gevallen gaf dit aanleiding tot een conflict met een andere weggebruiker. Vier van die conflicten werden door ons als 'ernstig' bestempeld (zie Sectie 4.3).

Op ruime afstand volgt 'niet rechts houden'. In 5 van de 6 gevallen hield dit verband met een conflict.

De 'top 3' wordt vervolledigd door niet respecteren van de voorgeschreven afstand tot voetgangers, zijnde 1 m binnen de bebouwde kom. Dit zorgde telkens voor een conflict, waarvan drie keer ernstig.

Bij het controleren van de classificatie merkten we op dat ten minste 13 van de 37 ritten met bromfietsen en 33 van de 115 ritten met fietsen gebruikt werden voor (maaltijd)bezorging.

Deze bezorgers begingen voornamelijk snelheidsovertredingen: ze kwamen te snel in of uit de voetgangerszone gereden. Tabel 1 vergelijkt het aantal overtredingen begaan door (maaltijd)bezorgers met de hele groep fietsers en bromfietzers.

Tabel 7 Overzicht van de overtredingen begaan door bezorgers

	Fiets				Bromfiets			
	Alle		Bezorgers		Alle		Bezorgers	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Aantal interacties	115		33		37		13	
Te snel rijden	27	23%	14	42%	11	30%	6	46%
Andere overtredingen	27	23%	4	12%	2	5%	0	0%

De bezorgers rijden duidelijk vaker te snel in de voetgangerszone dan andere fietsers en bromfietzers ($\chi^2(1)=12.012$; $p<0.001$).

3.3 Conclusie gedrags- en conflict analyse

Bij interacties tussen fietsers en voetgangers, maar ook bij andere interacties (fietsers en motorvoertuigen; voetgangers en motorvoertuigen) is de snelheid de overheersende factor die bepaalt of interacties tot een conflict leiden of niet. Conflicten kunnen bepaald worden door de afstand tussen twee weggebruikers in overweging te nemen of door twee weggebruikers op botskoers te identificeren. De resultaten wijzen in beide gevallen op de overheersende rol van de snelheid van de fietser(s) of de motorvoertuigen (in dit geval ging het altijd om gemotoriseerde tweewielers).

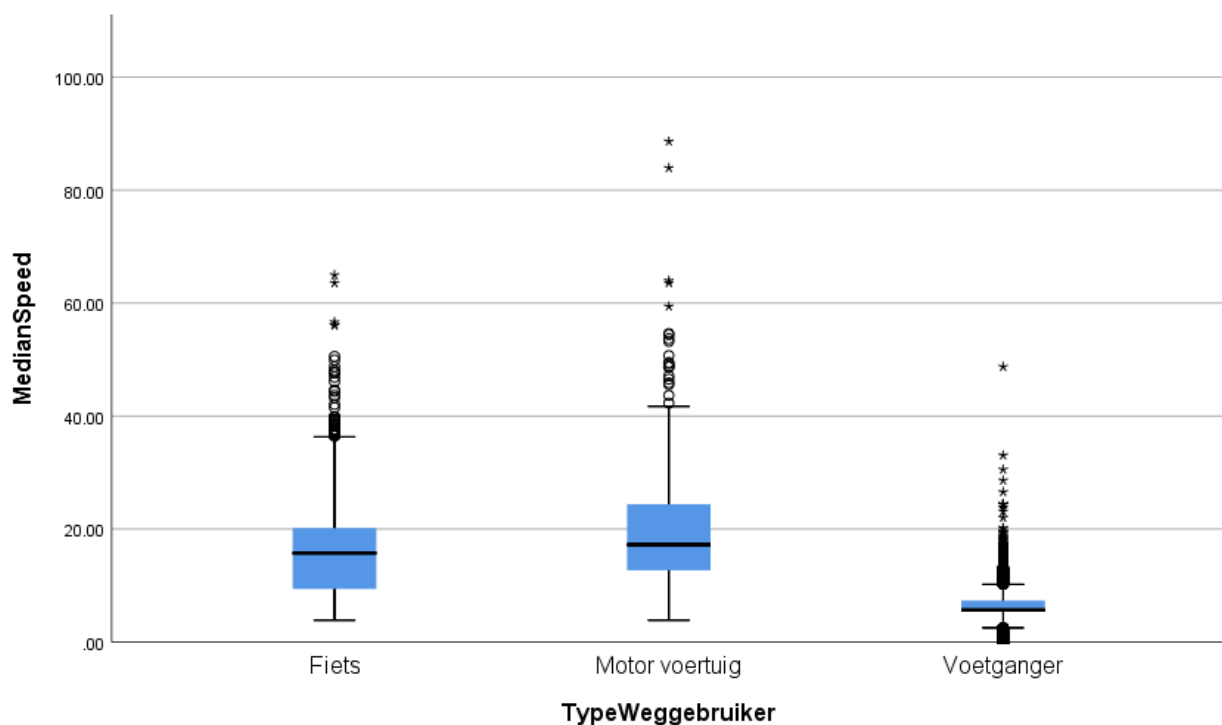
Men zou kunnen verwachten dat ook de drukte van belang is. We zagen bijvoorbeeld dat voetgangers die zich in grotere groepen verplaatsen minder gemakkelijk door fietsers ontweken werden. Het totale aantal weggebruikers dat op het moment van een interactie aanwezig was (binnen 15 min) heeft echter een zeer beperkt effect op de conflicternst. De meeste conflicten vinden plaats bij grote drukte, maar dit ligt er aan dat dan ook de meeste interacties plaats vinden. Ook bij de overtredingen is snelheid de meest voorkomende. In absolute aantallen is het ook de overtreding waar die het vaakst in verband staat met het conflict. Als men echter kijkt naar het percentage overtredingen die een verband met het conflict tonen staan overtredingen aan de verkeersregels "rechts houden" en "afstand houden" veel hoger: als deze voorkwamen was er nagenoeg altijd een verband met het conflict vast te stellen. Bij overdreven snelheid werd in minder dan de helft van de gevallen zo een verband vastgesteld.

4 Werking van automatische software “Brisk”

Een verregaande automatisering van de conflictanalyse is wenselijk en daarom wordt hier de output van Brisk geëvalueerd. Daarbij werd voornamelijk gekeken naar de classificatie van de weggebruiker, de gemeten snelheden, en de gebruikte conflictmaat, zijnde ‘time-to-collision’ (TTC).

4.1 Snelheden

In Figuur 19 is een boxplot van de trajectssnelheden per weggebruikerstype. In een boxplot geeft de centrale lijn de mediaan aan (dus de waarde waar de helft van de metingen hoger ligt en de andere helft lager). De blauwe box geeft de range aan waarin de helft van de data liggen (25^{ste} tot 75^{ste} percentiel) en de “whiskers” geven aan waar theoretisch (onder veronderstelling van een normale verdeling) het maximum en het minimum te verwachten zouden zijn. De sterretjes zijn uitschieters: ze liggen verder weg van de andere metingen dan men zou verwachten. We zien dat er veel uitschieters zijn. Dat kan iets ermee te maken hebben dat snelheden niet normaal verdeeld zijn. Het is te verwachten dat er meer uitschieters met te hoge snelheden zijn dan met te lage. Sommige van de waarden lijken echter niet realistisch (voetganger aan meer dan 20 km/h, fietsers aan meer dan 60 km/h). Dit kan of wel de gevolg van een verkeerd classificatie zijn, of van een slechte meting van de snelheden.



Figuur 19 Boxplot van de trajectssnelheden per weggebruikerstype

4.2 Classificatie

Een steekproef van 121 interacties werd nagekeken door een onderzoeker. Het aantal correct en verkeerd geclassificeerde weggebruikers wordt weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Correctheid van de automatische classificatie van weggebruikerstypes door Brisk

		Werkelijk					
		Voetganger	Fiets	Motorfiets (+bromfiets)	Personenwagen	Bestelwagen	Vrachtwagen
Classificatie	Voetganger	65	0	0	0	0	0
	Fiets	8	102	2	0	0	0
	Motorfiets (+bromfiets)	0	13	35	0	0	0
	Personenwagen	0	0	0	11	0	0
	Bestelwagen	0	0	0	0	5	0
	Vrachtwagen	0	0	0	0	0	1

Vooral in het donker werden fietsers voor bromfietsers aanzien. Bij de classificatie van grote voertuigen werden geen fouten gevonden. Deze wagens kwamen slechts in beperkte mate voor in de voetgangerszone.

Merk ook op dat de classificatie van een bepaalde weggebruiker niet verandert in de loop van diens traject. Een fietser die afstapt en te voet verder gaat, wordt steeds als fietser aanzien, ook al vindt het conflict plaats nadat deze is afgestapt. De classificatie gebeurt dus niet op het moment van het conflict maar op het moment dat de weggebruiker in beeld komt.

Een persoon die een fiets duwt wordt aanzien als een fietser. Hoewel dit verkeersregeltechnisch niet klopt, is het wel begrijpelijk gezien de combinatie qua vorm nauwelijks te onderscheiden is van een fietser.

4.3 Conflicternst

De 121 onderzochte gevallen werden ook door de onderzoeker beoordeeld op conflicternst. Tabel 9 geeft weer hoeveel conflicten met een TTC kleiner dan 1,5s door de onderzoeker als ongevaarlijk, als terecht en als ernstig werden bevonden.

Tabel 9 Beoordeelde conflicternst bij een steekproef van 121 onderzochte conflicten met $TTC < 1,5s$

Conflicttype	Aantal onderzochte conflicten ($TTC < 1,5s$)	Ongevaarlijk		Conflict		Ernstig conflict	
		#	%	#	%	#	%
Voetganger – Fietser	31	16	52%	11	35%	4	13%
Fietser – Fietser	25	17	68%	6	24%	2	8%
Voetganger – Motorvoertuig	34	31	91%	2	6%	1	3%
Fietser – Motorvoertuig	31	24	77%	6	19%	1	3%
Totaal	121	88	73%	25	21%	8	7%

De conflicternst wordt weergegeven door de minimale time-to-collision. Deze maat is gebaseerd op de veronderstelling dat weggebruikers hun koers aanhouden. Bij motorvoertuigen (vooral die met vier wielen) is deze veronderstelling realistisch, voor kwetsbare weggebruikers is het echter een bekend probleem dat dit veel minder het geval is (Laureshyn et al., 2017). De hier geanalyseerde scene – een voetgangerszone waar geen duidelijk wegverloop gemarkeerd is en waar iedereen door elkaar heen loopt en fietst, is dit probleem nog eens uitvergroot. Het gebeurde dan ook vaak, dat de conflicten die Brisk identificeerde ondanks de lage TTC-waarde niet echt kritiek waren.

4.4 Conclusie toepassing Brisk

De classificatie van de weggebruikers is niet altijd betrouwbaar (voornamelijk niet bij duisternis). In een ongestructureerde setting waar alle weggebruikers door elkaar heen bewegen is het gebruik van Brisk dan ook niet aan te bevelen zonder controle van de geïdentificeerde weggebruikerstypes. In een onderzoeksdesign waar weggebruikers door hun snelheid en plaats op de weg te onderscheiden zijn, is dit echter minder problematisch.

De snelheidsmetingen tonen enkele uitschieters, die voor een deel te wijten zijn aan een verkeerde classificaties van de weggebruikers, maar ook het gevolg zijn van het sterk fluctueren van de door de software berekende snelheden. Dit heeft mogelijk te maken met de lage beeldkwaliteit. Al bij al is de snelheidsmeting als bevredigend te beoordelen.

De door Brisk gehandhaafde conflictmaten zijn gebaseerd op de veronderstelling van een constante koers. Ze zijn daarmee niet helemaal geschikt voor deze onderzoeks-setting. We merken een sterke focus op snelheid op, omdat bij hogere snelheden zelfs een kortdurende koersverandering (zeg maar een zwenk met de fiets) als "botskoers" geïdentificeerd wordt. Als voorbeeld is in Figuur 20 een conflict tussen een fietser en een auto getoond. De fietser rijdt rond twee voetgangers heen en neemt komt daarbij even in botskoers met de wagen. Onmiddellijk daarna keert hij terug naar een koers die ongeveer parallel met die van de auto is en ook op een redelijke afstand. In feite passeert de fietser dichterbij de voetganger die hij ontwijkt dan bij de auto.

De veronderstelling van meer of minder constante werd ook door andere onderzoekers als problematisch gekenmerkt en er bestaan complexere modellen die deze veronderstelling niet maken (bv Johnson, 2019). In andere onderzoekssettings is deze veronderstelling misschien minder problematisch is. In elk geval zou het nuttig zijn om de afstanden tussen twee weggebruikers met de gegevens aangeleverd te krijgen, wat tot nog toe niet het geval is.

Een andere bron van mogelijke fouten ligt in het feit dat BRISK niet met een meting van 3D objecten werkt, maar 'vereenvoudigt' iedere weggebruiker tot een punt dat dan getraceerd wordt. Dat is een vereenvoudiging die een aanzienlijke impact kan hebben op metingen (Laureshyn, et al., 2010). Daarmee samenhangend, wordt dat centrale punt niet op het grondvlak geprojecteerd wordt 'zweeft' als het ware boven de grond. Dat betekent dat de accuratesse niet alleen lager is, maar dat deze ook nog kan variëren afhankelijk van het punt in het camerabeeld. De foutenmarge wordt groter naarmate het de weggebruiker verder weg in het beeld is. Gezien de lage resolutie van de camera's kunnen verderop in beeld de metingen ook onnauwkeuriger worden en zeker de grootheden die van de positie afgeleid worden (snelheid, vertraging). De nauwkeurigheid waarmee de snelheid gemeten wordt is daarom duidelijk minder goed. De snelheidsgegevens tonen te veel variatie en hoge uitschieters. Bij het volgen van een fietser of voetganger varieert de ogenblikkelijke snelheid te veel. Dit is allicht ook te wijten aan de beperkte beeldkwaliteit.

Samenvattend kunnen we concluderen dat BRISK mogelijks een redelijk betrouwbare bron kan zijn als het om een zeer gestructureerde verkeerssituatie gaat (weggebruikers die alle maal uit één of twee richtingen komen en die normaalgesproken niet spontaan van koers veranderen) en als de classificatie van weggebruikers type niet centraal staat in het onderzoek (of door de plaats op de weg gegeven is).



Figuur 20 Voorbeeld van een conflict tussen fietser en motorvoertuig

5 Aanbevelingen

5.1 Sensibilisatie en handhaving

Het belangrijkste aandachtspunt dat uit de huidige studie voortkomt is de snelheid van de fietsers. In een voetgangerszone zijn fietsers in principe verplicht om stapvoets te rijden – niet sneller dan 6 km/h dus. De gemiddelde snelheid lag bij fietsers echter op 18 km/h en bij motorvoertuigen op 19 km/h. Met een remweg van 6 meter is dit niet veilig.

In Figuur 17 zagen we bovendien dat er niet echt sprake is van een zelfregulatie van het fietstempo. Ook bij hoge voetgangers- en fietsersintensiteiten reed een substantieel deel van de fietsers nog sneller dan 15 km/h. Omdat op de momenten van grote drukte ook de meeste conflicten plaats vinden, maakt het zin om eventuele handhavingsactiviteiten op de drukste tijden in te plannen.

5.1.1 Voorbeeld Graz

In Graz (Oostenrijk) werd in de voetgangerszone een gemiddelde snelheid van 17 km/h gemeten. Met het plaatsen van interactieve snelheidscamera's kon deze snelheid al met 2 km/h verlaagd worden. Daar boven op zijn 14 agenten van de fietspolitie in dienst in Graz. Met speedguns meten ze soms ook de snelheid van fietsers. "We zijn meer bezig met bewustmaking, straffen is het laatste redmiddel," benadrukt stadspolitielcommandant Kurt Kemeter.¹ Maar er worden ook sancties opgelegd: een overtreding van de loopsnelheid in de Voetgangerszone wordt beschouwd als een administratieve overtreding en kost 20 euro.



Figuur 21 Sensibilisatie in een voetgangerszone in Graz, Oostenrijk

5.1.2 (Maaltijd)bezorgers

Bij zowel de bromfietsers als fietsers, stelden we vast dat bijna de helft van de bezorgers (veel) te snel reed in de voetgangerszone. Bezorgers op de fiets begingen bovendien nog enkele andere overtredingen, die niet gemaakt werden door bezorgers op de bromfiets.

De bezorgers werken vooral 's avonds onder grote tijdsdruk. Zelfstandige bezorgers worden bovendien betaald per levering. Deze werkomstandigheden kunnen bij sommige bezorgers de discipline in het verkeer aantasten.

Mogelijke maatregelen om dit gedrag bij te sturen zijn niet eenvoudig. De werkdruk is een gegeven aangezien de meeste mensen op dezelfde momenten maaltijden bestellen. Eventueel kan er in overleg met de horecazaken en de bezorgplatforms gewerkt worden aan een beoordelingssysteem waarbij het al dan niet respecteren van de snelheidslimieten mee in rekening wordt gebracht bij de beoordeling van de bezorger. De apps die zelfstandige bezorgers gebruiken geven al navigatie-instructies en sommige bezorgplatforms traceren hun koeriers nu al. Die functionaliteit zou uitgebreid kunnen worden met het toetsten van de gereden snelheid aan de snelheidslimieten.

¹ <https://kurier.at/chronik/oesterreich/17-km-h-sind-zu-schnell-fuer-die-fuzo/204.494.946>

5.1.3 Rechts houden

Net zoals op andere wegen, zijn bestuurders ook in voetgangerszones verplicht om zo veel mogelijk rechts te houden. Niet rechts houden was de tweede meest voorkomende overtreding die we waargenomen hebben bij de conflictobservaties. In 5 van de 6 gevallen hield deze overtreding verband met het vastgestelde conflict.

Dit is enkel van toepassing op wegen (zoals de Tiensestraat in Leuven) en niet op pleinen (zoals de gekozen locaties in Brussel en Louvain-la-Neuve).

Voor de goede orde in voetgangerszones ingericht op wegen lijkt het ons daarom opportuun om bestuurders te wijzen op algemene verkeersregels zoals het rechts houden.

5.2 Infrastructuur

Op basis van empirisch onderzoek wordt volledig gemengd verkeer tussen voetgangers en fietsers tot intensiteiten van 100 voetgangers per uur per breedte van de weg (Godefroi & Van Hal, 2005) en Duitsland (Schubert, 1984).

Voetgangersintensiteiten	Ruimte indeling
< 100 per m	Volledig gedeelte ruimte
100 – 160 per m	Visuele scheiding
160 – 200 per m	Visuele scheiding en hoogteverschil (2-7 cm)
> 200 per m	Delen niet mogelijk

Bron: EC Project PRESTO (2010)

De aanbevelingen uit de internationale literatuur komen redelijk goed overeen met onze bevindingen. In Figuur 18 zien we dat in de Tiensestraat in Leuven tot 100 voetgangers per kwartier (400 per uur) weinig conflicten geobserveerd werden. Aangezien de toegangswegen een breedte van 3 meter hadden komt dit ongeveer overeen met 130 voetgangers per uur en per meter. Vanaf 150 voetgangers per uur waren er veel conflicten, wat overeen komt met 200 voetgangers per uur per meter, waarboven volgens de internationale literatuur een combinatie van fiets en voetgangersverkeer niet meer aan te bevelen is.



Figuur 22 Smalle doorgang aan het begin van de voetgangerszone in de Tiensestraat in Leuven

Voor wegen of pleinen met hoge voetgangersintensiteit wordt minimaal een visuele scheiding voorgesteld en eventueel een tactiele scheiding. In het verdere verloop van de Tiensestraat is dit ook gerealiseerd. Juist aan het begin van deze weg (waar de weg versmalt) waren er veel conflicten.

Ook de fietsintensiteit bleek echter een rol te spelen. Vanaf 50 fietsers per kwartier (dus ongeveer 70 per meter breedte per uur) steeg het aantal conflicten zelfs bij lage voetgangersintensiteiten. Bij wegen die zo populair voor fietsers zijn als de Tiensestraat in Leuven is het daarom de vraag of het ongestructureerde verkeer op het plein waar de observatie plaats vond en de daarop volgende wegversmalling de gepaste inrichting voor de hoge intensiteiten is.

6 Conclusies

In de inleiding hebben we een aantal vragen geformuleerd, die we in deze conclusie één voor één trachten te beantwoorden.

6.1 Is het een goed idee om fietsers in voetgangerszones toe te laten?

We hebben in Leuven 16 “close passings” geïdentificeerd in 4 dagen tijd. Uit een vervolganalyse bleek dat het daarbij in vier gevallen om echt gevaarlijke conflicten ging, die met wat pech ook tot een botsing hadden kunnen leiden. De Tiensestraat in Leuven met zijn redelijk smalle weg, en tegelijkertijd grote drukte van zowel voetgangers als fietsers moet dus als randgeval worden beschouwt waar botsingen niet uitgesloten kunnen worden. De snelheid in deze conflicten lag doorgaans tussen 20 en 30 km/h, wat een zwaar letsel mogelijk maar niet zeer waarschijnlijk maakt.

In Louvain-la-Neuve en Brussel, waar de onderzochte pleinen zeer ruim zijn, werden telkens slechts 2 “close passings” geïdentificeerd en geen daarvan als gevaarlijk. Op deze twee pleinen kan de situatie dus als ongevaarlijk beschouwt worden. Dit geldt waarschijnlijk voor alle situaties waar niet meer dan 30 fietsers per meter wegbreedte per uur passeren.

6.2 Welke factoren beïnvloeden het risico op conflicten?

De belangrijkste factor is de **snelheid** van de weggebruikers. Terwijl een groot deel van de fietsers zeer voorzichtig rijdt, geldt dit niet voor alle fietsers. Vooral bij maaltijdbezorgers die met de fiets of met een bromfiets onderweg waren werden veel snelheidsovertredingen vastgesteld. Bij snelheidsovertredingen is de conflicternst structureel hoger, en ook het gevaar voor letsels – moest het tot een botsing komen – is dan hoger.

De **drukke** is een minder belangrijke factor. In het algemeen passen de weggebruikers hun snelheid aan, aan de situatie. Het percentage conflicten met een kleine TTC is dan ook slechts zwak gerelateerd aan het aantal weggebruikers die op het moment van een conflict onderweg zijn. Toch vereist een grote drukte een betere controle van de snelheid en is in absolute termen het aantal ernstige conflicten hoger op drukke momenten.

Twee belangrijke regels voor fietsers zijn **“rechts houden”** en **“afstand houden”**. De meeste fietsers doen dit ook. Bij de fietsers die dit niet deden was er echter een hoog percentage van ernstige en zelfs gevaarlijke conflicten.

Handhaving kan dan ook best inzetten op snelheid, maar ook op de geldigheid van algemene verkeersregels = zoals rechts houden - in een voetgangerszone. Het laatste kan ook door visuele en al dan niet tactiele afzettingen van de weg ondersteunt worden.

6.3 Is een automatische beeldverwerking valide?

Beeldverwerkingssoftware kan een grote hulp zijn voor verschillende stappen in de conflict- en gedragsanalyse. In het geval van Brisk werden de weggebruikers die met elkaar in conflict kwamen ingedeeld in categorieën (voetganger, fietser, motorfiets (inclusief bromfiets), personenwagen, bestelwagen en vrachtwagen), werd het conflict ingedeeld per soort (zijn een combinatie van beide weggebruikers) en werd de conflicternst berekend op basis van de TTC.

De categorisering van de weggebruikers is vrij nauwkeurig, zeker gezien de beperkte beeldkwaliteit. In het totaal werden slechts 15 weggebruikers verkeerd ingedeeld op een steekproef van 242 weggebruikers (121 conflicten). Dat betekent een nauwkeurigheid van 93,8%. Vooral in het donker werden wel eens bromfietsers voor fietsers aanzien of omgekeerd. Een andere fout doet zich voor wanneer een fietser afstapt en in de hoedanigheid van voetganger betrokken raakt bij een conflict. In dat geval blijft de software Brisk hem aanzien als fietser.

De onbetrouwbare snelheidswaarden zorgen op hun beurt voor onbetrouwbaarheden in de berekende TTC-waarden zodat soms zelfs een heel lage TTCs (<0,5 sec) niet altijd op een ernstig conflict wees.

Referenties

- Arun, A.; Hague, M., M.; Bhaskar, B.; Washington, S.; Sayed, T. (2021) A systematic mapping review of surrogate safety assessment using traffic conflict techniques, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 153. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106016>
- Beitel, D.; J Stipancic, J.; K Manaugh, K. (2018). Assessing safety of shared space using cyclist-pedestrian interactions and automated video conflict analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 65, December 2018, Pages 710-724
- Brown, G. R. (1994). Traffic conflicts for road user safety studies. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 21(1), 1–15. <https://doi.org/10.1139/I94-001>.
- De Ceunynck, T., Pelssers, B. & Daniels, S. (2020) *Gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen – Evaluatiestudie aan de hand van gedrags- en conflictobservatie*, Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Godefroi, H., van Hal, E. & Temme, R. (2005) Rapport over de (on)mogelijkheden om fietsers toe te laten in voetgangersgebieden, met een duidelijke richtlijn. Fietsberaad CROW, NL.
- Graw, M; König, H.G. (2002). Fatal pedestrian–bicycle collisions. *Forensic Science International* 126, nr. 3; 241–47. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00085-3).
- Hayward, J. C. (1972) 'Near-miss determination through use of a scale of danger'. *Highway Research Record* 384: 24–34.
- Johnson, C. (2019). Detecting evasive actions from trajectory data. 32ND ICTC CONFERENCE 2019-10-25, Warswa, Poland. <https://www.ictc.net/wp-content/uploads/32-Warsaw-2019/32-Johnsson-presentation.pdf>
- C. Johnsson, C. ; A. Lareshyn, A. ; T. De Ceunynck, T. (2018). In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: a review of surrogate safety indicators. *Transp. Rev.* (2018), pp. 1-21, 10.1080/01441647.2018.1442888
- Lareshyn, A, de Goede, M., Saunier, N., & Fyhri, A. (2017) Cross-comparison of three surrogate safety methods to diagnose cyclist safety problems at intersections in Norway. *Accident Analysis & Prevention* 105: 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.04.035>.
- Lareshyn, A.; Svensson, Å.; Hydén, C. (2010). Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis & Prevention* 42, nr. 6; 1637–46. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.03.021>.
- Nuytens, N. (2013) Onderregistratie van verkeersslachtoffers. Vergelijking van de gegevens over zwaar gewonde verkeersslachtoffers in de ziekenhuizen met deze in de nationale ongevallenstatistieken.
- Pelssers, B., Riguelle, F., Schoeters, A. & Leblud, J. (2017) Themadossier verkeersveiligheid nr. 9. Snelheid. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid
- PRESTO (2010) Giving cycling a push: Cyclists and Pedestrians. Factsheet of the EC project PRESTO: "Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode". https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/cycling-guidance/07_presto_infrastructure_fact_sheet_on_cyclists_and_pedestrians_0.pdf
- Schubert, H. (1984). Radfahren im Fussgängerbereich, *Strassenverkehrstechnik* nr. 6, 1984
- Van der Horst, A. R. A. (1990). A Time-based Analysis of Road-User Behaviour at Intersections. 91–107.
- Wu, J.; Xu, H.; Zheng, Y.; Tian, Z. (2018). A novel method of vehicle-pedestrian near-crash identification with roadside LiDAR data. *Accident Analysis & Prevention*, 2018 – Elsevier



Vias institute

Haachtsesteenweg 1405, 1130 Brussel · Chaussée de Haecht 1405, 1130 Bruxelles · +32 2 244 15 11 · info@vias.be · www.vias.be