

## Fietsveiligheid door de ogen van jongeren: subjectieve fietsveiligheid langs schoolroutes in Vlaanderen

**Sien Benoit**  
UGent<sup>1</sup>, FWO<sup>2</sup>

**Delfien Van Dyck**  
UGent<sup>3</sup>

**Tom Storme**  
UGent<sup>1</sup>, HOGENT<sup>4</sup>

**Frank Witlox**  
UGent<sup>1</sup>, University of Tartu<sup>5</sup>

**Greet Cardon**  
UGent<sup>3</sup>

**Jasper Schipperijn**  
University of Southern Denmark<sup>6</sup>

**Steven Verstockt**  
UGent-IMEC<sup>7</sup>

**Dirk Lauwers**  
UGent<sup>8</sup>

**Nico Van de Weghe**  
UGent<sup>1</sup>

---

In Vlaanderen wordt volgens recent onderzoek van verplaatsingsgedrag één op de drie woon-schoolverplaatsingen van jongeren met de fiets afgelegd. Jammer genoeg gebeuren de meeste fietsongevallen ook in de leeftijdsgroep van 10 tot 19 jaar. Hoewel onderzoekers en beleidsmakers pleiten voor een veiligere schoolomgeving, blijft de aandacht vaak beperkt tot lagere scholen en tot de nabije omgeving rond de schoolpoort. Bovendien volgt actie vaak enkel op het moment dat zich een ongeval voordoet, terwijl het beter zou zijn om een proactieve houding aan te nemen. Daarom onderzochten we het gevoel van fietsveiligheid, ofwel subjectieve fietsveiligheid, en de relatie met de omgeving langs woon-schoolroutes van jongeren in Vlaanderen. De gegevens werden verzameld met behulp van de Fietsbarometer, een webplatform ontwikkeld voor middelbare scholen met steun van de Vlaamse overheid. Relaties tussen subjectieve fietsveiligheid en een breed scala van zowel subjectief gescoorde als objectief gemeten omgevingsfactoren werden geanalyseerd op het niveau van routes, wegsegmenten, en kruispunten. Uit de resultaten blijkt dat verkeersdrukke en fietsinfrastructuur het sterkste verband vertonen met subjectieve fietsveiligheid. Bovendien is er een duidelijke relatie tussen het aantal fietsongevallen en de subjectieve veiligheidsscores van jongeren. Vanuit ons onderzoek moedigen we aan om bij de aanpak van schoolroutes voornamelijk maatregelen te nemen om de verkeersdrukke te verlagen, en de fietsinfrastructuur erlangs te optimaliseren, bijvoorbeeld door deze af te scheiden van het gemotoriseerd verkeer. Bovendien benadrukken de resultaten van deze studie het belang van subjectieve fietsveiligheidsmetingen voor het uitwerken van een proactief en stimulerend fietsbeleid.

*Trefwoorden:* GIS; jongeren, omgevingsfactoren, subjectieve fietsveiligheid, Vlaanderen, woon-schoolroutes, OpenStreetMap

---

<sup>1</sup> Vakgroep Geografie, Universiteit Gent, België. E: [sien.benoit@ugent.be](mailto:sien.benoit@ugent.be)

<sup>2</sup> Fonds Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen, België

<sup>3</sup> Vakgroep Bewegings- en Sportwetenschappen, Universiteit Gent, België

<sup>4</sup> Onderzoekscentrum voor Duurzaam Ruimtegebruik en Mobiliteit, HOGENT, België

<sup>5</sup> Department of Geography, University of Tartu, Estonia

<sup>6</sup> Department of Sport Sciences and Clinical Biomechanics, University of Southern Denmark, Odense, Denmark

<sup>7</sup> Vakgroep Elektronica en Informatiesystemen, IDLab, Universiteit Gent – IMEC, België

<sup>8</sup> Vakgroep Civiele Techniek, Universiteit Gent, België

## 1. Inleiding

Fietsveiligheid is een van de belangrijkste factoren die de bereidheid om te fietsen bepaalt (Scheppers et al., 2017). Immers, de helft van de Belgische verkeersslachtoffers zijn fietsers, voetgangers of motorrijders (Gilkinet, 2021). Jongeren (hier gedefinieerd als personen tussen 12 en 18 jaar) zijn het meest betrokken bij fietsongevallen, zowel in Vlaanderen (Slootmans, 2020), als in Europa (ITF, 2013). Dit komt onder meer omdat jongeren minder ervaring hebben met fietsen, en vanaf het secundair onderwijs zich vaak zelfstandig beginnen te verplaatsen over grotere afstanden en in drukker verkeer (Slootmans, 2020). Voor jongeren is de fiets een van de meest gebruikte vervoermiddelen, onder andere voor woon-schoolverkeer: 28,4% van de Vlaamse jongeren fietst naar school (Janssens et al., 2020). Onderzoek naar fietsveiligheid bij jongeren is echter schaars. Veel studies richten zich op kinderen jonger dan 12 jaar (bijvoorbeeld Ghekiere et al. (2015); Dessing et al. (2016); Michail et al. (2021)) of volwassenen (bijvoorbeeld Snizek et al. (2013); Manton et al. (2016); Pritchard et al. (2019)). Studies die wel focusten op jongeren in Vlaanderen, onderzochten echter voorkeuren bij fietsroutekeuzes (Verhoeven et al., 2018a; Verhoeven et al., 2018b; Vanparijs et al., 2020), zonder het effect op fietsveiligheid te onderzoeken. Daarenboven werden bij deze onderzoeken slechts een beperkt aantal omgevingsfactoren meegenomen in de analyses, werd gebruik gemaakt van tijdrovende audit tools met een beperkte hoeveelheid verzamelde ruimtelijke data tot gevolg, of werd het ruimtelijke aspect genegeerd.

Studies die specifiek fietsveiligheid onderzoeken richten zich vaak op ongevalsgegevens, omdat dit als een relatief eenvoudige objectieve maat voor fietsveiligheid wordt beschouwd (Dekoninck et al., 2010). De laatste jaren is er echter steeds meer aandacht voor subjectieve fietsveiligheid. Dit is iemands persoonlijke perceptie van fietsveiligheid, of hoe mensen subjectief het risico op ongevallen ervaren tijdens het fietsen (Vlakveld et al., 2008; Sørensen & Mosslemi, 2009). Eén van de negen doelstellingen van het Verkeersveiligheidsplan Vlaanderen is om meer rekening te houden met subjectieve fietsveiligheid (MOW, 2021). Hoewel percepties misschien niet helemaal overeenkomen met het werkelijke ongevalsrisico, spelen ze een belangrijke rol in de keuze van mensen om al dan niet te fietsen (Vlakveld et al., 2008; Fernández-Heredia et al., 2016).

Sørensen & Mosslemi (2009) vonden in hun literatuurstudie dat studies die objectieve en subjectieve veiligheid van kwetsbare weggebruikers onderzoeken, vaak gericht zijn op lokale situaties zoals de schoolomgeving tot op 100 m van de schoolpoort of een specifiek kruispunt, en geen rekening houden met feitelijke trajecten van fietsers. Nochtans leggen jongeren zekere afstanden af om naar school te gaan, en leidt een te gefocuste aanpak tot een gefragmenteerde aanpak en een wegennetwerk zonder verbindende maatregelen (MORA, 2020). Er is daarom meer aandacht nodig voor routes die locaties verbinden en die ruimtelijk overlappen. Ook Buehler & Dill (2015) beschreven dit als een belangrijke lacune in studies over routekeuzes van fietsers. Bovendien benadrukten ze dat er meer onderzoek nodig is naar hoe de bebouwde omgeving fietsnetwerken beïnvloedt.

Het doel van de huidige studie is daarom om te evalueren hoe omgevingsfactoren gerelateerd zijn aan subjectieve fietsveiligheid langs woon-schoolroutes van jongeren. Er wordt onderzocht welke omgevingsfactoren het sterkste verband hebben met subjectieve fietsveiligheid en welke factoren minder sterk geassocieerd zijn. Zowel de effecten van subjectieve beoordelingen als van objectieve metingen van de omgeving worden geëvalueerd, evenals de verschillen tussen beide. Bovendien wordt de subjectieve veiligheid niet onderzocht op specifieke locaties, maar langsheen de volledige woon-schooltrajecten van jongeren, en alle wegsegmenten en kruispunten waarlangs ze rijden.

Om dit te realiseren analyseerden we gegevens die via de Fietsbarometer werden verzameld. De Fietsbarometer (<https://fietsbarometer.ugent.be>) is een webplatform waarop jongeren hun woon-schoolroute beoordelen op fietsveiligheid. Het levert grote datasets op van subjectieve fietsveiligheid en van percepties van omgevingsfactoren langs routes, wegsegmenten en

kruispunten. Bovendien koppelden we objectieve metingen van omgevingsfactoren aan de geografische data van routes, wegen en kruispunten. Met deze datasets onderzochten we met statistische modellen hoe subjectief gescoorde en objectief gemeten omgevingsfactoren gerelateerd zijn aan subjectieve fietsveiligheid langs woon-schoolroutes van jongeren in Vlaanderen.

We introduceren eerst de gebruikte methoden voor de dataverzameling en analyses. Vervolgens worden de datasets beschreven, en de resultaten van de analyses gerapporteerd. Ten slotte geven we enkele aanbevelingen voor schoolroutes, en doen we suggesties voor verder onderzoek.

## 2. Methodologie

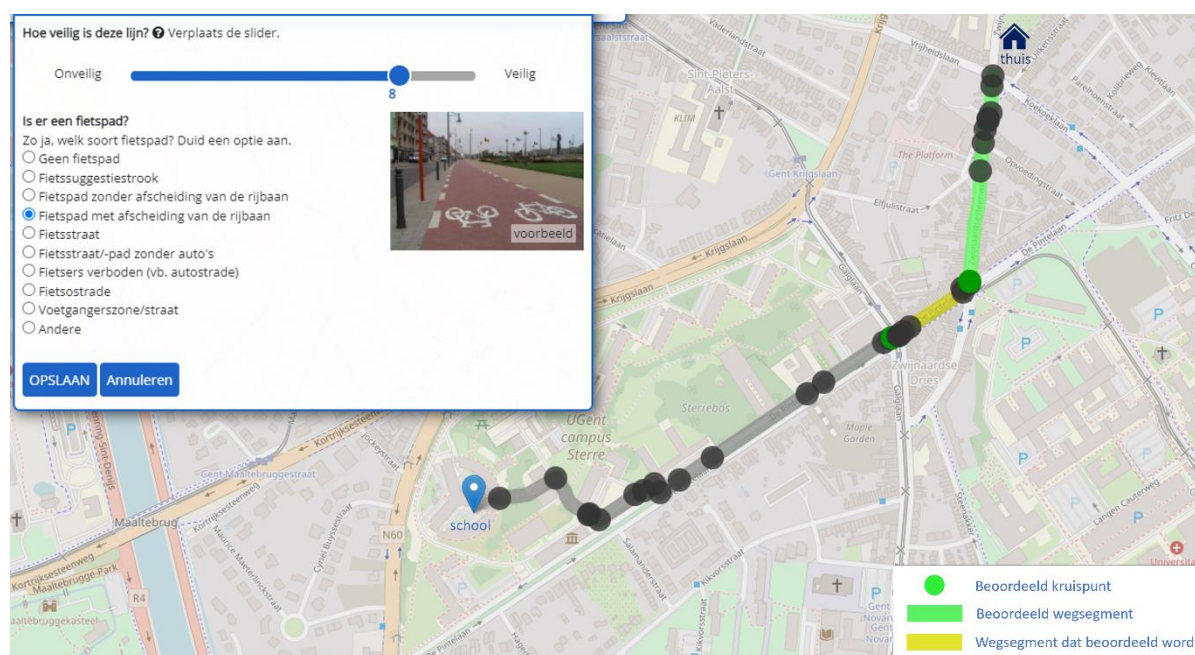
De gegevens werden hoofdzakelijk verzameld met het webplatform de Fietsbarometer, aangevuld met objectieve metingen van omgevingsfactoren. De data werden opgeschoond, onderling gekoppeld, en geanalyseerd met behulp van statistische modellen.

### 2.1 Dataverzameling

Gegevens werden verzameld op drie ruimtelijke niveaus en voor elk niveau onderscheiden we twee types data. Ten eerste werd de subjectieve fietsveiligheid onderzocht op het niveau van volledige woon-schoolroutes, op het niveau van wegsegmenten, en op het niveau van kruispunten. Vervolgens werden twee types gegevens over omgevingsfactoren verzameld: gegevens over subjectief beoordeelde en over objectief gemeten omgevingsfactoren. Zo werd bijvoorbeeld de verkeersdruk op kruispunten subjectief beoordeeld door de jongeren, en werden objectieve metingen van het aantal auto's per uur op de kruispunten opgenomen in de dataset.

Om gegevens te verkrijgen over subjectieve fietsveiligheid en het eerste type gegevens, de subjectief beoordeelde omgevingsfactoren, werd gebruik gemaakt van de Fietsbarometer (<https://fietsbarometer.ugent.be>). Dit is een online platform waarop jongeren van 12 tot 18 jaar hun route van huis naar school beoordelen op fietsveiligheid. Het werd ontwikkeld met steun van de Vlaamse overheid en omvat een lessenpakket ter ondersteuning van aardrijkskundeleraars bij het bereiken van de eindcompetenties rond GIS (Geografische Informatie Systemen). Op de Fietsbarometer tekenen jongeren eerst hun woon-schoolroute op een digitale kaart, ongeacht hun gebruikte vervoermiddel. Niet alleen fietsers doen dus mee, maar ook jongeren die bijvoorbeeld met de bus, de auto of te voet naar school komen. Ook zij worden aangemoedigd om een route te tekenen die ze met de fiets afleggen, ook al is dat niet hun vaakst gebruikte vervoermiddel voor woon-schoolverkeer.

Ten tweede beoordelen zowel fietsers als niet-fietsers de fietsveiligheid langs de laatste 5 km van hun route. Vooraf wordt aan niet-fietsers gevraagd om hun route naar school goed te observeren op vlak van fietsveiligheid. Het beoordelen van de route doen ze door aan wegsegmenten en kruispunten een score te geven van 0 (onveilig) tot 10 (veilig), die wordt geregistreerd als de subjectieve veiligheidsscore van de jongeren op dat specifieke kruispunt of wegsegment (Figuur 1). Ze beoordelen ook hun hele route door een algemene veiligheidsscore te geven van 0 (onveilig) tot 10 (veilig). Subjectieve veiligheid omvat dus enkel het gevoel van fietsveiligheid en niet van fietscomfort, -gemak of -aangenaamheid.



Figuur 1: Jongeren geven via de Fietsbarometer een score van 0 (onveilig) tot 10 (veilig) aan wegsegmenten en kruispunten op hun woon-schoolroute en duiden het type fietsinfrastructuur aan (Storme et al., 2022).

Na deze stap selecteert de Fietsbarometer automatisch vier positief en vier negatief beoordeelde kruispunten en wegsegmenten. Hiervoor wordt aan de jongeren gevraagd om een of meerdere redenen aan te duiden die hun subjectieve veiligheidsscore op die plaats bepalen (bijvoorbeeld de drukte van het verkeer, de plaats om te fietsen, of het zicht op andere weggebruikers.). In de laatste stap evalueren jongeren verschillende omgevingsfactoren (bijvoorbeeld hoe ze verkeersdrukte, verkeerssnelheid, en de kwaliteit van het wegdek ervaren) bij de beoordeelde wegsegmenten of kruispunten door een score van 0 (onveilig) tot 10 (veilig) te geven. Al deze subjectief beoordeelde omgevingsfactoren op de drie ruimtelijke niveaus zijn opgelijst in Appendix 1. Voor en na de evaluatie van de route beantwoorden de adolescenten vragen over hun route en hun demografische achtergrond (bijvoorbeeld over leeftijd, geslacht, tijdstip van vertrek en aankomst, metgezellen langs de route, redenen voor routekeuze). De gegevens in deze studie zijn verzameld tussen 1 september 2020 en 2 april 2021. Scholen werden uitgenodigd via nieuwsbrieven van de Vereniging voor Leraars Aardrijkskunde, sociale media en mailing. Meer details over de Fietsbarometer zijn te vinden in het werk van Storme et al. (2022).

Data van objectief gemeten omgevingsfactoren werden verzameld via open data platformen, zoals Geopunt en het Open Data Portaal Gent, of zijn ontvangen via overheidsinstellingen. Ze werden gelinkt met de gegevens op de drie ruimtelijke niveaus via verschillende geografische bewerkingen in FME Desktop (®2019.2.3.1), een ETL-tool (Extraction, Transformation and Load) om grote geografische datasets om te zetten en te verwerken. Een overzicht van alle objectief gemeten omgevingsfactoren die in de analyses zijn meegenomen en hun gegevensbron is terug te vinden in Appendix 2.

## 2.2 Data-analyse

De gegevens werden eerst opgeschoond door onrealistische of onmogelijke waarden voor de variabelen te detecteren en te elimineren. Voorbeelden hiervan zijn een verplaatsingsduur van meer dan twee uur, of routes met minder dan twee beoordeelde punten of wegsegmenten, de verplichte minima. Omwille van de omvang van de datasets was het mogelijk om fouten streng te evalueren, waardoor 437 van de 2 353 routes (19%), 46 973 van de 118 409 wegsegmenten (40%) en

10 069 van de 33 214 kruispunten (30%) uit de oorspronkelijke datasets werden geëlimineerd. Mogelijke oorzaken van fouten zijn onoplettendheid van de jongeren, tegenzin om deel te nemen of moeilijkheden bij het werken met kaarten.

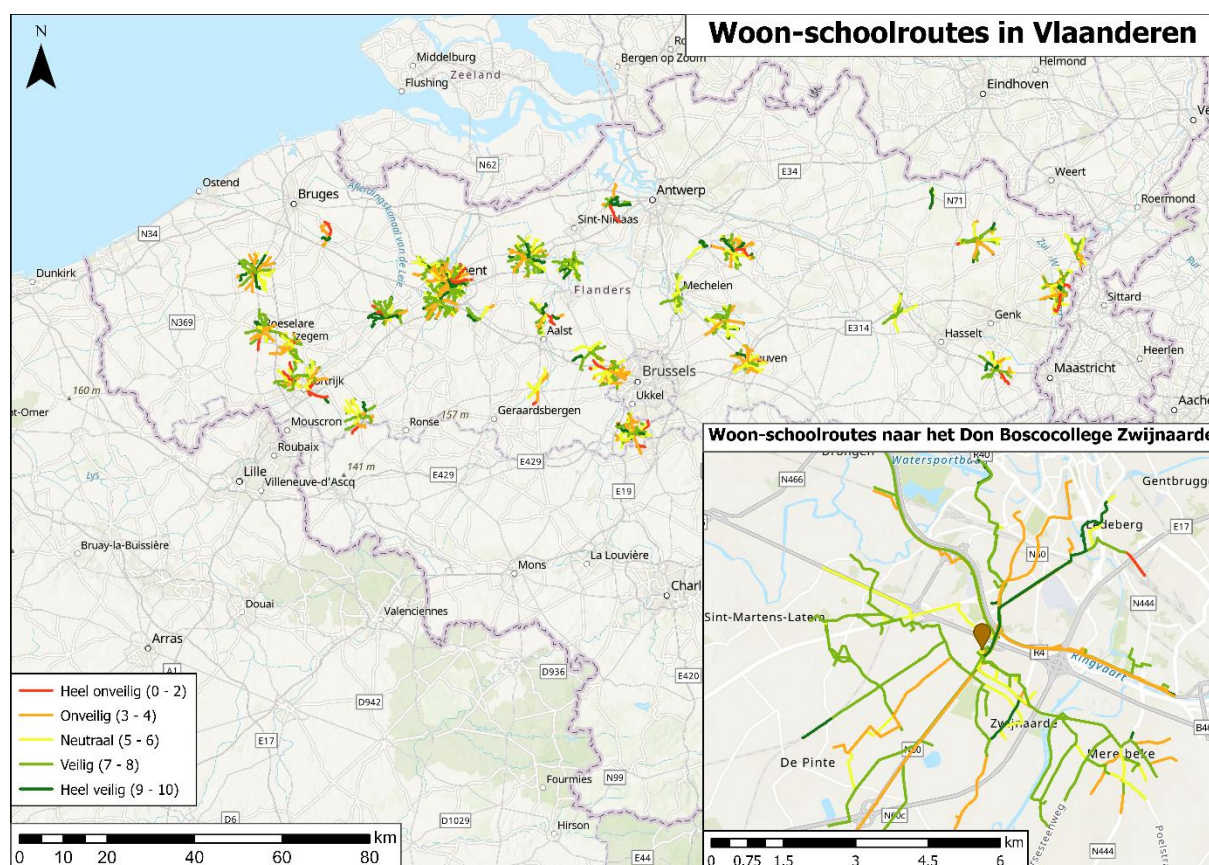
Na het opschonen van de gegevens bleven drie datasets over: een dataset van beoordeelde routes, van beoordeelde wegsegmenten en van beoordeelde kruispunten. Elk van deze datasets bevat voor elke record een subjectieve fietsveiligheidsscore en attribuutwaarden van subjectief beoordeelde en objectief gemeten omgevingsfactoren, samen met aanvullende attributen zoals leeftijd, geslacht en tijd (aankomsttijd voor routes, tijd van passeren voor wegsegmenten en kruispunten). Met deze datasets werden zes multilevel lineaire regressies uitgevoerd: de subjectieve fietsveiligheidsscore werd op elk niveau van routes, wegsegmenten en kruispunten gerelateerd met subjectief beoordeelde omgevingsfactoren in één model, en met objectief gescoord omgevingsvariabelen in een ander model, terwijl er gecontroleerd werd voor socio-demografische en tijdruimtelijke variabelen, en interacties met deze. Meer details over de statistische modellen zijn terug te vinden in het werk van Benoit et al. (2022).

### 3. Resultaten

Eerst worden enkele inzichten in de drie datasets van routes, wegsegmenten en kruispunten gepresenteerd. Vervolgens worden de resultaten van de statistische analyses beschreven die de subjectieve veiligheid in relatie brengen tot subjectief en objectief gemeten omgevingsfactoren op de drie ruimtelijke niveaus.

#### 3.1 Beschrijvende statistieken van de routes, wegsegmenten en kruispunten

Tussen september 2020 en april 2021 namen 2 353 jongeren deel aan de Fietsbarometer. Na het opschonen van de gegevens werden de routes van 1 916 jongeren verder geanalyseerd. De jongeren maakten deel uit van 180 klassen in 35 verschillende scholen, gesitueerd in 33 verschillende gemeenten verspreid over heel Vlaanderen (Figuur 2). De helft van de jongeren waren meisjes en de gemiddelde leeftijd van de jongeren was 15,9 jaar (standaarddeviatie (SD) = 1,7 jaar). De woon-schoolverplaatsingen vonden plaats tussen 6:15 en 9:00 uur, en duurden gemiddeld 21 minuten (SD = 14 minuten). Twee derde van de jongeren tekenden een route van huis naar school die ze met de fiets aflegden. Daarna waren de bus (13,6%) en de auto (10,4%) de meest gebruikte vervoermiddelen, gevolgd door stappen (7,5%), de brommer (1,4%) en andere vervoermiddelen (0,3%).



Figuur 2: Kaart van de woon-schoolroutes van jongeren in Vlaanderen, beoordeeld via de Fietsbarometer. De inzetkaart toont een voorbeeld van schoolroutes naar een school in Zwijnaarde. De kleur geeft de subjectieve fietsveiligheidsscore weer die aan een route werd toegekend.

De gemiddelde subjectieve veiligheidsscore die aan de routes werd gegeven was 6,0 op 10 (SD = 2,2). Bijna 80% van de jongeren gaf de voorkeur aan de kortste of snelste route. Dit komt ook tot uiting in de objectieve factor die het verschil in afstand tussen de werkelijke en de kortste route bepaalt: het mediaan verschil in afstand bedroeg slechts 302 m. De op één na belangrijkste factor (30,6%) was het gezelschap langs de route (bijvoorbeeld vrienden, broers of zussen). 27,1% van de jongeren nam de route met het minste verkeer.

De subjectieve fietsveiligheidsscore voor wegsegmenten was gemiddeld 5,7 op 10 (SD = 2,2). Verkeersdrukke (54,9%) en ruimte (49,9%) waren de meest toegekende redenen voor het geven van een hoge of lage score, terwijl gehoorzaamheid aan de verkeersregels (14,2%) en duidelijkheid van verkeersborden (16,0%) de minst aangegeven redenen waren. Bij de beoordeling van de omgevingsfactoren kregen de verkeersdrukke (mediaan = 4/10) en de afstand tussen fietsers en auto's (mediaan = 4/10) duidelijk lagere scores in vergelijking met de andere factoren, terwijl de aanwezigheid van straatverlichting (mediaan = 7/10) hogere scores kreeg.

De gemiddelde subjectieve veiligheid van kruispunten was 5,5 op 10 (SD = 2,7). Net als bij de wegsegmenten werden verkeersdrukke (59,7%) en ruimte (32,0%) vaak genoemd als redenen voor de subjectieve fietsveiligheid, maar bij de kruispunten kregen ook verkeerssnelheid (36,4%) en zicht op anderen (36,5%) veel stemmen. Daarnaast kreeg verkeersdrukke vaker een lagere score op kruispunten (mediaan = 3/10) dan op wegsegmenten. Ook scoorden jongeren de veiligheid om een kruispunt over te steken vaak laag (mediaan = 4 / 10

### 3.2 Subjectieve fietsveiligheid en subjectief gescoorde omgevingsfactoren

*De resultaten van de statistische analyses zijn samengevat in*

Tabel 1. Meer gedetailleerde resultaten zijn gerapporteerd in Benoit et al. (2022). Op het niveau van de routes bleek dat het kiezen van de route met het minste verkeer, of het kiezen van de route om zich met anderen te kunnen verplaatsen een positief effect hadden op de subjectieve fietsveiligheid. Het kiezen van de kortste of snelste route had een negatief effect op de subjectieve veiligheid bij fietsers. Verder bleek dat meer metgezellen op de fiets geassocieerd waren met een hogere subjectieve veiligheid.

Op het niveau van wegsegmenten was er een sterk negatief effect van verkeersdrukte op subjectieve fietsveiligheid. Het effect van de perceptie van fietsinfrastructuur was vergelijkbaar in grootte, maar sterk positief: hoe veiliger jongeren de fietsinfrastructuur beoordeelden, hoe veiliger ze zich voelden om er te fietsen. De redenen die werden gegeven aan wegsegmenten met een lagere veiligheidsscore waren de snelheid van het verkeer, kwaliteit van het wegdek en de aanwezigheid van obstakels. Verlichting en goed zicht waren redenen die gerelateerd waren met hogere veiligheidsscores op een weg. Wanneer fietsers voldoende afstand ervoeren tussen hen en het gemotoriseerd verkeer, voelden ze zich veiliger langs de weg, terwijl ze een minder veilig gevoel ervoeren als ze inschatten dat er vaker ongevallen gebeurden. Daarnaast had meer hinder van andere fietsers een zwak negatief effect op de subjectieve veiligheidsscore van fietsers.

Bij kruispunten was de subjectieve veiligheid het sterkst geassocieerd met de beoordeling van de veiligheid om het kruispunt over te steken. Redenen die leidden tot lagere veiligheidsscores waren vooral te druk verkeer, maar ook een slechte staat van de weg, obstakels die de weg versperden, en verkeer dat als te snel rijdend werd ervaren. Voldoende plaats hebben om te fietsen en veilig ervaren fietsinfrastructuur daarentegen waren redenen voor een goed subjectief veiligheidsgevoel.

*Tabel 1: Subjectief gescoorde omgevingsfactoren die gerelateerd waren met subjectieve fietsveiligheid langs routes, wegsegmenten en kruispunten. De factoren zijn van boven naar onder gesorteerd van sterk naar zwak. Groene factoren hadden een positief effect, rode factoren een negatief effect*

Routes	Wegsegmenten	Kruispunten
Route met het minst verkeer	Verkeersdrukte	Veilig oversteken
Kortste en/of snelste route	Fietsinfrastructuur	Verkeersdrukte
Aantal metgezellen op de route	Verkeerssnelheid	Kwaliteit van het wegdek
Route om samen te fietsen met anderen (vrienden / familie)	Verlichting	Inschatting van aantal ongevallen
	Kwaliteit van het wegdek	Aanwezigheid van obstakels
	Afstand tussen fietsers en auto's	Verkeerssnelheid
	Inschatting van aantal ongevallen	Ruimte
	Aanwezigheid van obstakels	Fietsinfrastructuur
	Zicht	
	Hinder door fietsers	

### 3.3 Subjectieve fietsveiligheid en objectief gemeten omgevingsfactoren

De objectief gemeten factoren, die gerelateerd waren met subjectieve fietsveiligheid, zijn weergegeven in Tabel 2, en uitgebreid besproken in Benoit et al. (2022) Bij routes werden de sterkste, maar negatieve effecten van het aantal zijstraten en de werkelijke verkeerssnelheid langs een route gerapporteerd. Hoe meer kruisingen met zijstraten en hoe hoger de werkelijke verkeerssnelheid van gemotoriseerd verkeer langs de route, hoe minder veilig de jongeren zich voelden. Meer fietspaden zonder auto's (i.e. fietspaden verboden voor autoverkeer), meer gescheiden fietspaden (i.e. fietspaden met een fysieke scheiding van de weg zoals paaltjes of een verhoging) en een bredere fietsinfrastructuur leidden tot een hoger veiligheidsgevoel. Daarnaast voelden jongeren zich minder veilig langs routes waar meer fietsongevallen gebeurden.

Voor wegsegmenten bleek dat een hoog aantal auto's, een hoog fietsongevallencijfer, wegsegmenten zonder fietsinfrastructuur (i.e. geen fietsinfrastructuur op wegen met snelheidslimieten van 30 tot 90 km/u), en wegsegmenten met een niet-afgescheiden fietspad (i.e. zonder een fysieke scheiding van de weg zoals paaltjes of een verhoging) een negatief effect hadden op de subjectieve veiligheidsscores. Daarentegen hadden wegsegmenten met afgescheiden fietspaden, fietspaden zonder auto's, en de breedte van fietspaden een positief effect. Fietsstraten (i.e. wegen waar auto's fietsers niet mogen voorbijsteken en er een snelheidslimiet is van 30 km/u) bleken geen significant effect te hebben op de subjectieve fietsveiligheid.

Bij kruispunten waren er negatieve effecten van het aantal auto's per uur, het aantal vertakkingen op een kruispunt, en de aanwezigheid van rails. Ook hier gold dat hoe meer fietsongevallen zich op een kruispunt voordeden, hoe slechter de jongeren de subjectieve veiligheid ervoeren. In tegenstelling tot de routes, had de werkelijke verkeerssnelheid een positief effect op de subjectieve fietsveiligheid op kruispunten. Ook een goede kwaliteit van het wegdek was gerelateerd met hogere subjectieve veiligheidsscores.

Tabel 2: Objectief gemeten omgevingsfactoren die gerelateerd zijn met subjectieve fietsveiligheid langs routes, wegsegmenten en kruispunten. De factoren zijn van boven naar onder gesorteerd van sterk naar zwak. Groene factoren duiden op een positief effect. Rode factoren hebben een negatief effect

Routes	Wegsegmenten	Kruispunten
Aantal zijstraten	Aantal voertuigen per uur	Aantal voertuigen per uur
Gemiddelde werkelijke snelheid	Aantal fietsongevallen per 100 m	Werkelijke snelheid
Aantal fietsongevallen per 100 m	Geen fietsinfrastructuur	Aantal fietsongevallen
Fietsstraat of -pad zonder auto's	Niet-afgescheiden fietspad	Aantal vertakkingen op het kruispunt
Afgescheiden fietspad	Breedte van het fietspad	Kruising met tram- of trainrails
Gemiddelde breedte van het fietspad	Afgescheiden fietspad	Kwaliteitsscore voor het wegdek van het fietspad
	Fietsstraat of -pad zonder auto's	



## 4. Discussie

In deze sectie worden de resultaten besproken en geïnterpreteerd. Op basis daarvan worden enkele aanbevelingen voorgesteld. Vervolgens worden de beperkingen van onze studie geëvalueerd en worden suggesties voor verder onderzoek gedaan.

### 4.1 Effecten van omgevingsfactoren op subjectieve fietsveiligheid

In het algemeen tonen de resultaten aan dat verkeersdrukte en fietsinfrastructuur het sterkst gerelateerd zijn met subjectieve fietsveiligheid langs woon-schoolroutes van jongeren. Dit blijkt zowel uit de analyses met de subjectief gescoorde als met de objectief gemeten omgevingsfactoren. Over het algemeen werd een hoge verkeersdrukte geassocieerd met lage veiligheidsscores op wegsegmenten en kruispunten, en werd een veilige fietsinfrastructuur gewaardeerd wat resulteerde in hogere veiligheidsscores. De resultaten van de objectief gemeten omgevingsfactoren maken dit concreet: afgescheiden fietspaden en fietspaden zonder auto's hebben een positief effect op subjectieve fietsveiligheid, terwijl niet-afgescheiden fietspaden en wegsegmenten zonder fietsinfrastructuur als minder veilig worden ervaren.

Het belang van het verminderen van het aantal auto's langs fietsroutes, de aanwezigheid van fietsinfrastructuur en bovendien de afscheiding van fietsinfrastructuur van gemotoriseerd verkeer wordt benadrukt in verschillende andere studies over subjectieve en objectieve fietsveiligheid (Sørensen & Mosslemi, 2009; Manton et al., 2016; Schepers et al., 2017). Uit het FietsDNA-rapport van Fietsberaad (2020) blijkt dat mensen naast meer fietspaden ook bredere fietspaden willen omdat ze met z'n tweeën willen fietsen of veilig willen kunnen inhalen. Deze aspecten komen ook in ons onderzoek naar voor: jongeren voelen zich veiliger als de afstand tussen gemotoriseerd verkeer en fietsers voldoende groot is, zowel volgens hun percepties van de ruimte om te fietsen, als volgens de objectieve metingen van breedtes van fietspaden. Bovendien toont onze studie aan dat samen fietsen een iets beter veiligheidsgevoel geeft aan jongeren dan wanneer ze alleen rijden.

Andere overeenkomstige resultaten tussen de analyses met objectief en subjectief gemeten omgevingsfactoren zijn de effecten van verkeerssnelheid en obstakels. Wanneer jongeren de indruk hebben dat het verkeer snel rijdt op een weg of kruispunt, voelen ze zich minder veilig. Deze indrukken worden bevestigd in de analyses met objectieve metingen: de werkelijke verkeerssnelheid heeft een sterk negatief effect op de subjectieve fietsveiligheid langs routes van jongeren. Dit werd ook geconcludeerd in de studie van Verhoeven et al. (2018b) die de voorkeuren van jongeren bij hun fietsroutekeuze in Gent onderzochten, en in de studie van Kullgren et al. (2019) die mogelijke interventies onderzochten om het aantal fietsongevallen te verminderen. Het tegenovergestelde was echter waar voor de werkelijke verkeerssnelheid op kruispunten. Mogelijks zijn kruispunten met hoge verkeerssnelheden goed ingericht om fietsers veilig te laten oversteken. Vervolgens leidde de aanwezigheid van obstakels tot lagere veiligheidsscores op wegsegmenten en kruispunten. Uit de analyses met objectieve factoren blijkt dat rails hier een rol in kunnen spelen. Als jongeren tram- of treinrails moesten kruisen, was de subjectieve fietsveiligheid lager. Dit aspect krijgt de laatste jaren steeds meer aandacht omwille van frequente fietsongevallen op tramrails (Van Bost, 2021).

Voor kruispunten kwam het sterkste effect van de gepercipieerde veiligheid om een kruispunt over te steken. Als jongeren zich niet veilig voelden om een kruispunt over te steken, kenden ze lage veiligheidsscores toe. Dit werd ook vastgesteld in de FietsDNA-studie (Fietsberaad, 2020). Bovendien bevestigde onze analyse met objectieve metingen dat meer wegen op een kruispunt geassocieerd waren met lagere veiligheidsscores. Inspanningen moeten daarom geleverd worden om de oversteekbaarheid op complexe kruispunten te verbeteren, bijvoorbeeld door conflictvrije situaties te creëren waarin gemotoriseerd verkeer en fietsverkeer elkaars stromen niet kruisen of door fietsvoorzieningen aan te leggen, gescheiden van het verkeer, zoals fietstunnels of

fietsbruggen (Kullgren et al., 2019; MORA, 2020).

Hoewel de meerderheid van de deelnemende jongeren de kortste of snelste route van huis naar school nam, bleek dat fietsers die deze route kozen, lagere scores toekenden aan hun route dan degenen die een alternatieve route kozen. Jongeren zijn zich dus bewust van de veilig en onveilige situaties langs hun route, maar ze doen weinig moeite om hun route te veranderen voor een betere fietsveiligheid, wat ook werd gerapporteerd door Vanparijs et al. (2020) in hun studie bij Vlaamse jongeren.

Een van de sterkste effecten in de analyses met objectieve factoren was dat van het aantal fietsongevallen. Wanneer er meer fietsongevallen voorkwamen langs routes, wegsegmenten of op kruispunten, beoordeelden jongeren deze als minder veilig. Dit bevestigt dat er een relatie bestaat tussen subjectieve en objectieve veiligheid (Vlakveld et al., 2008; von Stülpnagel & Lucas, 2020), hoewel SWOV (2012) stelt dat dit verband eerder zwak is, en dat het verbeteren van subjectieve veiligheid beter is voor het stimuleren van fietsen dan voor de objectieve veiligheid. Het sterke effect dat in onze studie werd gevonden pleit er echter voor dat subjectieve fietsveiligheid een complementaire indicator kan zijn voor het risico op fietsongevallen. Plaatsen waar (nog) geen ongevallen gebeurden, kunnen toch als gevaarlijk punt aan het licht komen wanneer de subjectieve fietsveiligheid er erg laag is. Beleidsmakers hoeven dus niet enkel te wachten op ongevallen om in te grijpen, maar kunnen zich proactief informeren met gegevens over subjectieve fietsveiligheid. Een webplatform als de Fietsbarometer is een handige tool om de expertise van burgers mee te nemen in een duurzaam fietsbeleid (Storme et al., 2022).

Op basis van onze resultaten en vergelijkingen met andere studies, stellen wij de volgende aanbevelingen voor om de subjectieve fietsveiligheid langs woon-schoolroutes te verhogen, in lijn met die van de European Transport Safety Council (Adminaite-Fodor & Jost, 2020).

1. We raden aan maatregelen te nemen om de verkeersdrukke langs schoolroutes te verminderen. Dit kan bijvoorbeeld door gemotoriseerd verkeer of fietsers om te leiden naar alternatieve wegen en zo hun trajecten van elkaar te scheiden. Schepers et al. (2017) benoemden dit als een van de belangrijkste aspecten die leidden tot een verbeterde fietsveiligheid in Nederland. Daarnaast zal het bevorderen van openbaar vervoer en fietsen ook de verkeersdrukke verminderen, terwijl de modal shift wordt versterkt.
2. Investerings in en realisaties van fietsinfrastructuur langs schoolroutes moeten prioriteit krijgen, en meer specifiek voor fietspaden die goed gescheiden zijn van gemotoriseerd verkeer.
3. Er is nood aan het creëren van veilige kruispunten voor fietsers, bijvoorbeeld door ze conflictvrij te maken.
4. Het verlagen van de maximumsnelheid langs schoolroutes en, even belangrijk, het handhaven ervan zal ook de veiligheidsbeleving van jongeren vergroten.
5. Door subjectieve fietsveiligheid in kaart te brengen kan een proactief fietsbeleid gevoerd worden, zodat ongevalsdata niet enkel de maatstaf hoeft te zijn om gevaarlijke kruispunten en wegen aan te pakken.

#### **4.2 Beperkingen en uitdagingen**

Een van de beperkingen van deze studie is het gebrek aan objectieve gegevens voor sommige omgevingsfactoren, aangezien de data niet voor alle wegsegmenten en kruispunten in Vlaanderen beschikbaar waren. Ten tweede was het niet mogelijk om objectieve gegevens te verzamelen van elke subjectief gescoorde factor. Het zou bijvoorbeeld interessant geweest zijn om het type kruispunt mee te nemen in de analyses van objectieve metingen om te vergelijken met de perceptie van veiligheid om een kruispunt over te steken, maar er is nog geen volledige dataset van verkeerslichten in Vlaanderen. Ook het aantal fietsers en de aanwezigheid van geparkeerde auto's

zou de objectieve analyses meer in overeenstemming hebben gebracht met de subjectieve, maar die gegevens waren slechts voor een beperkt aantal locaties beschikbaar.

Een innovatief aspect van deze studie is de geografische aanpak om de subjectieve fietsveiligheid te evalueren door gebruik te maken van een online webplatform en gegevens gekoppeld aan OpenStreetMap-segmenten en -kruispunten. Echter, de geometrie van objectief gemeten omgevingsfactoren kwam meestal niet overeen met de geometrie van de routes, wegsegmenten en kruispunten. Daarom moest hun overeenkomstige waarde worden berekend uit deels overlappende of nabijgelegen geometrieën. Bijgevolg konden er inconsistenties optreden in de verkregen gegevens wanneer er grote afwijkingen waren in de geometrie tussen de objectieve gegevensbronnen en de routes, wegsegmenten en kruispunten van OpenStreetMap. Als alternatief zouden observatie-tools kunnen worden gebruikt om factoren langs wegsegmenten en kruispunten te bepalen, zoals in de studie van Verhoeven et al. (2018b), maar de grote dataset van de Fietsbarometer maakte dit onhaalbaar.

### 4.3 Toekomstig onderzoek

In de huidige studie worden eenrichtingsroutes van huis naar school, en niet van school naar huis onderzocht, en worden routes naar andere bestemmingen niet opgenomen. Dit komt omdat de Fietsbarometer is gebruikt, die speciaal is ontwikkeld om in het kader van aardrijkskundelessen met GIS woon-schoolroutes te beoordelen. Om meer inzicht te krijgen in de subjectieve fietsveiligheid langs functionele routes is onlangs een nieuw platform ontwikkeld voor steden en gemeenten, namelijk de Fietstrack (Storme et al., 2022). Het is vergelijkbaar met de Fietsbarometer, maar het geeft de mogelijkheid om meerdere routes te beoordelen, en mensen van alle leeftijden kunnen deelnemen. Bijgevolg kan er meer overlap zijn op wegsegmenten en kruispunten en kunnen er meer lokale analyses worden uitgevoerd. Ondanks de grote hoeveelheid data, leverde de Fietsbarometer data op met een beperkte overlap en die vrij verspreid waren over Vlaanderen. Wanneer de gegevens een volledig netwerk zouden bestrijken, zou het bijvoorbeeld interessant zijn om subjectieve fietsveiligheid te integreren in routeplanners voor fietsers, wat beantwoordt aan de vraag naar innovatieve technologieën voor fietsers (Mobilidata, 2020).

## 5. Conclusie

In deze studie onderzochten we hoe subjectieve fietsveiligheid langs woon-schoolroutes gerelateerd is aan subjectief gescoorde en objectief gemeten omgevingsfactoren. Op de ruimtelijke niveaus van routes, wegsegmenten en kruispunten werden data verzameld met de Fietsbarometer, een webplatform ontwikkeld voor middelbare scholen. Op de drie niveaus bleken verkeersdrukke en fietsinfrastructuur de sterkste effecten te hebben, zowel wanneer jongeren deze aspecten subjectief scoorden, als wanneer ze objectief werden gemeten. Op kruispunten speelde de gepercipieerde veiligheid om het kruispunt over te steken een belangrijke rol in het veiligheidsgevoel van jongeren. Daarom raden we aan om het fietsbeleid langs schoolroutes te focussen op het verlagen van de verkeersdrukke en te investeren in afgescheiden fietspaden met een betere oversteekbaarheid op kruispunten. Een ander belangrijk resultaat is de sterke relatie tussen de veiligheidsbeleving van jongeren en het aantal fietsongevallen. Dit benadrukt de behoefte aan data over subjectieve fietsveiligheid om het gebruik van ongevalsdata als maatstaf voor fietsveiligheid tegen te gaan. Platformen zoals de Fietsbarometer, of in de toekomst Fietstrack, zijn daarom essentieel om een proactieve aanpak in het fietsbeleid toe te passen.

## 6. Dankwoord

Dit artikel werd in Engelstalige vorm en met meer details over de analyses en methode ingediend bij het Journal of Location Based Services. De studie werd ondersteund door het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen onder de beurs FWO 11D4422N. We bedanken FIRE statistical consulting van de Universiteit Gent, en alle leveranciers van objectieve data over omgevingsfactoren, namelijk de Provincie Antwerpen, de Provincie Vlaams-Brabant, de Provincie Oost-Vlaanderen, de Provincie West-Vlaanderen, de Stad Gent, het Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW), het Agentschap Wegen en Verkeer Vlaanderen (AWV), TomTom en OpenStreetMap contribuanten. De Fietsbarometer werd ontwikkeld met de financiële steun van de Vlaamse Overheid.

## 7. Databeheer en beschikbaarheid

De data verzameld via de Fietsbarometer omvat persoonlijke data, zoals locatiegegevens en gegevens over de demografische achtergrond van de deelnemers. De deelnemende jongeren en hun ouders geven hiervoor hun geïnformeerde toestemming. De studie werd goedgekeurd door de Ethische Commissie van het UZ Gent (B670201940648) en het gegevensbeheer gebeurt in overeenstemming met de FAIR-principes (GO FAIR, 2021).

De attribootdata die gebruikt werden in deze studie zijn beschikbaar via Zenodo op <http://doi.org/10.5281/zenodo.6805696>. De geografische data kunnen aangevraagd worden bij de corresponderende auteur, Sien Benoit ([sien.benoit@ugent.be](mailto:sien.benoit@ugent.be)). Deze data kunnen niet open gesteld worden wegens de persoonlijke context van de data. De codes voor de data-analyses zijn beschikbaar via GitHub op [https://github.com/ugentcartogis/BikeBarometer\\_AnalysesPerceivedSafety](https://github.com/ugentcartogis/BikeBarometer_AnalysesPerceivedSafety).

## Referenties

- Adminaite-Fodor, D., & Jost, G. (2020). *How safe is walking and cycling in Europe? PIN Flash Report 38*. [https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Flash-38\\_FINAL.pdf](https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Flash-38_FINAL.pdf)
- Benoit, S., Van Dyck, D., Storme, T., Witlox, F., Cardon, G., Schipperijn, J., Verstockt, S., Lauwers, D., & Van de Weghe, N. (2022). Environmental factors associated with perceived cycling safety along adolescents' home-to-school routes. *Journal of Location Based Services*.
- Buehler, R., & Dill, J. (2015). Bikeway networks: A review of effects on cycling. *Transport Reviews*, 36(1), 9–27. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069908>
- Dekoninck, L., Gillis, D., Botteldooren, D., & Lauwers, D. (2010). *Methodologie voor het objectief meten van het effect van verkeer op de leefbaarheid*. <https://biblio.ugent.be/publication/1221523/file/1221529>
- Dessing, D., de Vries, S. I., Hegeman, G., Verhagen, E., van Mechelen, W., & Pierik, F. H. (2016). Children's route choice during active transportation to school: Difference between shortest and actual route. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0373-y>
- Fernández-Heredia, Á., Jara-Díaz, S., & Monzón, A. (2016). Modelling bicycle use intention: the role of perceptions. *Transportation*, 43(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9559-9>
- Fietsberaad. (2020). *FietsDNA Vlaanderen Rapport*. [https://fietsberaad.be/wp-content/uploads/20200928\\_Profacts\\_Traject\\_FietsDNA\\_Report\\_final\\_web.pdf](https://fietsberaad.be/wp-content/uploads/20200928_Profacts_Traject_FietsDNA_Report_final_web.pdf)
- Ghekiere, A., Deforche, B., Mertens, L., De Bourdeaudhuij, I., Clarys, P., de Geus, B., Cardon, G., Nasar, J., Salmon, J., & Van Cauwenberg, J. (2015). Creating cycling-friendly environments for children: Which micro-scale factors are most important? An experimental study using manipulated photographs. *PLoS ONE*, 10(12), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143302>
- Gilkinet, G. (2021). *ALL FOR ZERO : Eerste Federaal Plan voor Verkeersveiligheid - 32 maatregelen in het gevecht tegen verkeersslachtoffers*. <https://gilkinet.belgium.be/nl/all-zero-eerste-federaal-plan-voor-verkeersveiligheid-32-maatregelen-het-gevecht-tegen>
- GO FAIR. (2021). *FAIR Principles*. <https://www.go-fair.org/fair-principles/>
- ITF. (2013). *Cycling, Health and Safety*. [https://read.oecd-ilibrary.org/transport/cycling-health-and-safety\\_9789282105955-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/transport/cycling-health-and-safety_9789282105955-en#page1)
- Janssens, D., Paul, R., & Wets, G. (2020). *Onderzoek verplaatsingsgedrag Vlaanderen 5.5 (2019-2020) Tabellenrapport* (Issue 0). [https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1606421215/OVG\\_5.5\\_-\\_Tabellenrapport.pdf](https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1606421215/OVG_5.5_-_Tabellenrapport.pdf)
- Kullgren, A., Stigson, H., Ydenius, A., Axelsson, A., Engström, E., & Rizzi, M. (2019). The potential of vehicle and road infrastructure interventions in fatal bicyclist accidents on Swedish roads—What can in-depth studies tell us? *Traffic Injury Prevention*, 20(sup1), S7–S12. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1610171>
- Manton, R., Rau, H., Fahy, F., Sheahan, J., & Clifford, E. (2016). Using mental mapping to unpack perceived cycling risk. *Accident Analysis and Prevention*, 88, 138–149. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.12.017>
- Michail, N., Ozbil, A., Parnell, R., & Wilkie, S. (2021). Children's experiences of their journey to school: Integrating behaviour change frameworks to inform the role of the built environment in active school travel promotion. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094992>

- Mobilidata. (2020). *Weggebruikers aan het woord*. Agentschap Innoveren En Ondernemen. <https://mobilidata.be/nl/blog/vlaamse-verkeersuitdagingen-wat-vinden-jullie-belangrijk>
- MORA. (2020). *Mobiliteitsverslag 2020*. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/38619>
- MOW. (2021). *Verkeersveiligheidsplan Vlaanderen 2021-2025*. [https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1626161661/20210709\\_MOW\\_Verkeersveiligheidsplan\\_Vlaanderen\\_2021-2025\\_DEF\\_nrwbw7.pdf](https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1626161661/20210709_MOW_Verkeersveiligheidsplan_Vlaanderen_2021-2025_DEF_nrwbw7.pdf)
- Pritchard, R., Frøyen, Y., & Snizek, B. (2019). Bicycle level of service for route choice - A GIS evaluation of four existing indicators with empirical data. *International Journal of Geo-Information*, 8(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/ijgi8050214>
- Schepers, P., Twisk, D., Fishman, E., Fyhri, A., & Jensen, A. (2017). The Dutch road to a high level of cycling safety. *Safety Science*, 92, 264–273. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.06.005>
- Slootmans, F. (2020). Statistisch rapport 2020. Verkeersongevallen 2019. In *Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid*. [https://www.vias.be/publications/Statistisch rapport 2020 - verkeersongevallen 2019/Statistisch\\_rapport\\_2020\\_Verkeersongevallen\\_2019.pdf](https://www.vias.be/publications/Statistisch_rapport_2020_-_verkeersongevallen_2019/Statistisch_rapport_2020_Verkeersongevallen_2019.pdf)
- Snizek, B., Sick Nielsen, T. A., & Skov-Petersen, H. (2013). Mapping bicyclists' experiences in Copenhagen. *Journal of Transport Geography*, 30, 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.02.001>
- Sørensen, M., & Mosslemi, M. (2009). *Subjective and objective safety - The effect of road safety measures on subjective safety among vulnerable road users*. [https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/TOI rapporter/2009/1009-2009/1009-2009-nett.pdf](https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/TOI_rapporter/2009/1009-2009/1009-2009-nett.pdf)
- Storme, T., Benoit, S., Van de Weghe, N., Mertens, L., Van Dyck, D., Brondeel, R., Witlox, F., Zwartjes, L., & Cardon, G. (2022). Citizen science and mobility policy – introducing the Bike Barometer. *Case Studies on Transport Policy*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.05.013>
- SWOV. (2012). *SWOV Fact sheet: Subjective safety in traffic*. [http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS\\_Speed\\_choice.pdf](http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Speed_choice.pdf)
- Van Bost, A. (2021). *Bijna 500 spoedopnames in Gent in 1 jaar tijd door fietsongevallen op tramsporen*. VRT NWS. <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2021/07/15/bijna-500-spoedopnames-in-gent-door-fietsongevallen-op-tramspore/>
- Vanparijs, J., Van Cauwenberg, J., Int Panis, L., Van Hecke, E., Gillis, D., Gautama, S., Meeusen, R., & de Geus, B. (2020). Cycling exposure and infrastructural correlates in a Flemish adolescent population. *Journal of Transport and Health*, 16, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100812>
- Verhoeven, H., Ghekiere, A., Van Cauwenberg, J., Van Dyck, D., De Bourdeaudhuij, I., Clarys, P., & Deforche, B. (2018). Subgroups of adolescents differing in physical and social environmental preferences towards cycling for transport: A latent class analysis. *Preventive Medicine*, 112, 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.04.013>
- Verhoeven, H., Van Hecke, L., Van Dyck, D., Baert, T., Van de Weghe, N., Clarys, P., Deforche, B., & Van Cauwenberg, J. (2018). Differences in physical environmental characteristics between adolescents' actual and shortest cycling routes: a study using a Google Street View-based audit. *International Journal of Health Geographics*, 17(16), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12942-018-0136-x>
- Vlakveld, W. P., Goldenbeld, C., & Twisk, D. (2008). *Perception of lack of traffic safety : an exploration of subjective safety*. <https://trid.trb.org/view/887741>
- von Stülpnagel, R., & Lucas, J. (2020). Crash risk and subjective risk perception during urban cycling: Evidence for congruent and incongruent sources. *Accident Analysis and Prevention*, 142, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105584>

## Appendix

### Appendix 1: Overzicht van subjectief gescoorde omgevingsfactoren

Tabel 1: Overzicht van de subjectief beoordeelde omgevingsfactoren voor routes, wegsegmenten en kruispunten. Zowel de namen van de variabelen die in de statistische analyses gebruikt worden als hun beschrijving zijn gegeven. De data van de variabelen werden verzameld via het Fietsbarometer platform.

Routes		Wegsegmenten		Kruispunten	
Variabele	Beschrijving	Variabele	Beschrijving	Variabele	Beschrijving
kortste route	Ik kies de kortste en/of snelste route (ja/nee)	verkeersdrukte score	Beoordeling van verkeersdrukte (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	verkeersdrukte score	Beoordeling van verkeersdrukte (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
minste verkeer	Ik kies de route met het minst verkeer (ja/nee)	verkeerssnelheid score	Beoordeling van verkeerssnelheid (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	verkeerssnelheid score	Beoordeling van verkeerssnelheid (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
traagste verkeer	Ik kies de route met het traagste verkeer (ja/nee)	obstakels score	Beoordeling van de aanwezigheid van obstakels (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	obstakels score	Beoordeling van de aanwezigheid van obstakels (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
veiligste infrastructuur	Ik kies de route met de veiligste fietsinfrastructuur (ja/nee)	wegdek score	Beoordeling van de kwaliteit van het wegdek (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	wegdek score	Beoordeling van de kwaliteit van het wegdek (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
mooiste route	Ik kies de mooiste route (ja/nee)	verlichting score	Beoordeling van de verlichting (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	verlichting score	Beoordeling van de verlichting (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
minste obstakels	Ik kies de route met de minste obstakels (bv. minder verkeerslichten, zijstraten, rails, ...) (ja/nee)	afstand score	Beoordeling van de afstand tussen fietsers en auto's (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	pas afgesneden score	Beoordeling van hoe vaak fietsers worden de pas afgesneden (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
samen fietsen	Ik kies deze route om samen te fietsen met anderen (vrienden / familie) (ja/nee)	hinder score	Beoordeling van de hinder door gemotoriseerd verkeer (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	oversteken score	Beoordeling van de veiligheid om over te steken (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
metgezellen	Aantal metgezellen op de route	hinder fietsers score	Beoordeling van de hinder door fietsers (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	ongevallen score	Beoordeling van het voorkomen van ongevallen (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)

tijd	Aankomsttijd op school	ongevallen score	Beoordeling van het voorkomen van ongevallen (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	infrastructuur score	Beoordeling van de fietsinfrastructuur (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)
		infrastructuur score	Beoordeling van de fietsinfrastructuur (0 - heel onveilig tot 10 - heel veilig)	verkeersdrukte reden	Verkeersdrukte is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		verkeersdrukte reden	Verkeersdrukte is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	verkeerssnelheid reden	Verkeerssnelheid is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		verkeerssnelheid reden	Verkeerssnelheid is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	obstakels reden	De aanwezigheid van obstakels is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		obstakels reden	De aanwezigheid van obstakels is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	wegdek reden	De kwaliteit van het wegdek is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		wegdek reden	De kwaliteit van het wegdek is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	verlichting reden	Verlichting is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		verlichting reden	Verlichting is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	ruimte reden	Ruimte is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		ruimte reden	Ruimte is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	gehoorzaamheid reden	Gehoorzaamheid aan de verkeersregels is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		gehoorzaamheid reden	Gehoorzaamheid aan de verkeersregels is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	signalisatie reden	De duidelijkheid van de signalisatie is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		signalisatie reden	De duidelijkheid van de signalisatie is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)	zicht reden	Zicht op anderen is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)
		zicht reden	Zicht op anderen is een reden voor mijn hoge/lage fietsveiligheidsscore (ja/nee)		



**Appendix 2: Overzicht van objectief gemeten omgevingsfactoren**

Tabel 2: Overzicht van de objectief gemeten omgevingsfactoren voor routes, wegsegmenten en kruispunten. Zowel de namen van de variabelen die in de statistische analyses gebruikt worden als hun beschrijving zijn gegeven, alsook de dataleveranciers.

Routes		Wegsegmenten		Kruispunten		Data
Variabele	Beschrijving	Variabele	Beschrijving	Variabele	Beschrijving	Data leverancier
verkeersdrukte	Gemiddeld aantal voertuigen per uur	verkeersdrukte	Aantal voertuigen per uur	verkeersdrukte	Aantal voertuigen per uur	TomTom
werkelijke verkeerssnelheid	Gemiddelde werkelijke snelheid (km/u)	werkelijke verkeerssnelheid	Werkelijke snelheid (km/u)	werkelijke verkeerssnelheid	Werkelijke snelheid (km/u)	TomTom
maximale verkeerssnelheid	Gemiddelde maximumsnelheid (km/h)	maximale verkeerssnelheid	Maximumsnelheid (km/h)	maximale verkeerssnelheid	Maximumsnelheid (km/h)	Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)
ongevallen	Aantal fietsongevallen per 100 m	ongevallen	Aantal fietsongevallen per 100 m	ongevallen	Aantal fietsongevallen	Departement voor Mobiliteit en Openbare Werken (MOW)
verlichting	Aantal verlichtingspalen per 100 m	verlichting	Aantal verlichtingspalen per 100 m	verlichting	Aantal verlichtingspalen	Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)
rails	Aantal kruisingen met tram- of trainrails	rails	Kruising met tram- of trainrails (ja/nee)	rails	Kruising met tram- of trainrails (ja/nee)	Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)
wegdek	Gemiddelde kwaliteitsscore voor het fietspad (1 - heel zwak tot 5 - uitstekend)	wegdek	Kwaliteitsscore voor het fietspad (1 - heel zwak tot 5 - uitstekend)	wegdek	Kwaliteitsscore voor het wegdek van het fietspad (1 - heel zwak tot 5 - uitstekend)	Agentschap Wegen en Verkeer (AWV); Provincie Antwerpen; Provincie Vlaams-Brabant; Provincie West-Vlaanderen; Provincie Oost-Vlaanderen; Stad Gent
infrastructuur	Proportie van elk fietsinfrastructuurtype langs de route (geen fietsinfrastructuur; afgescheiden fietspad; niet-afgescheiden fietspad; fietsstraat; fietsstraat of -pad zonder auto's; andere	infrastructuur	Fietsinfrastructuurtype (geen fietsinfrastructuur; afgescheiden fietspad; niet-afgescheiden fietspad; fietsstraat; fietsstraat of -pad zonder auto's; andere infrastructuur)	infrastructuur	Fietsinfrastructuurtype (geen fietsinfrastructuur; afgescheiden fietspad; niet-afgescheiden fietspad; fietsstraat; fietsstraat of -pad zonder auto's; andere infrastructuur)	Fietsbarometer

	infrastructuur)					
breedte	Gemiddelde breedte van het fietspad (cm)	breedte	Breedte van het fietspad (cm)			Agentschap Wegen en Verkeer (AWV); Provincie Antwerpen; Provincie Vlaams-Brabant; Provincie Oost-Vlaanderen; Stad Gent
zijstraten	Aantal zijstraten			wegen	Aantal vertakkingen op het kruispunt	OpenStreetMap (OSM)
		dubbelrichting	Dubbelrichting op het fietspad (ja/nee)			Agentschap Wegen en Verkeer (AWV); Provincie Antwerpen; Provincie Vlaams-Brabant; Provincie Oost-Vlaanderen; Stad Gent
		wegbreedte	Breedte van de weg (m)			Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)
				richting	Richting genomen op het kruispunt (° tegenwijzerzin vanaf de straat waarop men het kruispunt betreedt)	Fietsbarometer
afstandsverschil	Verschil in afstand tussen de kortste en werkelijk gereden route (m)					OpenStreetMap (OSM)
landgebruik	Proportie van elk type landgebruik langs de route (residentieel; industrieel; commercieel; recreatief; agrarisch; natuurlijk)					Departement Omgeving