Fietsen in gemengd verkeer

Onderzoek fietsmarkeringen

fiets VL BERAAD

Fietsberaad Vlaanderen is hét kenniscentrum voor fietsbeleid. Goede praktijken delen en investeren in nieuw en praktijkgericht onderzoek vormen de focus. Zo stimuleert en ondersteunt Fietsberaad Vlaanderen de dynamiek in steden en gemeenten die hun fietsbeleid willen versnellen.

Dit rapport kwam tot stand in samenwerking met Vias institute, MINT en Goudappel Coffeng.

Colofon

Datum van publicatie
mei 2022

Auteurs
Wout Baert, Inge Caers,
Heike Martensen

Fotografie
Stefan Dewickere tenzij anders vermeld

Fietsberaad Vlaanderen
Bischoffsheimlaan 1-8
B-1000 Brussel
+32 (0)2 211 55 05

www.fietsberaad.be
info@fietsberaad.be
@FietsberaadVL

Fietsberaad Vlaanderen werkt vanuit VVSG, het Huis van het Lokaal Bestuur.

Inhoud

Inhoud 3
1 Managementsamenvatting 6
1.1 Langsmarkeringen voor fietsers in Vlaanderen, Nederland en Duitsland 6
1.2 Onderzoeksvraag 7
1.3 Methode 7
1.4 Resultaten 8
1.5 Conclusie 10
2 Inleiding 11
2.1 Leeswijzer 12
3 Benchmark 13
3.1 Vlaanderen 13
3.1.1 Fietspad 13
3.1.2 Fietssuggestiestrook 18
3.1.3 Fietslogo's 20
3.1.4 Passeerafstand 21
3.1.5 Toepassing fietsvoorzieningen 21
3.1.6 Bronnen 21
3.2 Nederland 22
3.2.1 Fietspad 22
3.2.2 Fietsstroken 25
3.2.3 Fietssuggestiestrook 27
3.2.4 Toepassing fietsvoorzieningen 29
3.2.5 Bronnen 30
3.3 Duitsland 31
3.3.1 Fietspad (Radweg) 31
3.3.2 Fietsstrook (Radfahrstreifen) 34
3.3.3 Beschermstrook (Schutzstreifen) 36
3.3.4 Passeerafstand 38

3.3.5 Bronnen ... 38
3.4 Synthese markering fietspad/-suggestiestrook ... 39
4 Onderzoeksopzet ... 43
4.1 Eerder onderzoek ... 43
4.1.1 Wallonië ... 43
4.1.2 Nederland ... 43
4.1.3 Frankrijk ... 44
4.2 De onderzoeksvraag ... 45
4.3 Selectie type markering ... 46
5 Methode ... 49
5.1 Onderzoeksdesign ... 49
5.2 Wat meten we? ... 50
5.3 Keuze locaties ... 51
5.4 Opzet metingen ... 53
5.4.1 Snelheidsmetingen ... 53
5.4.2 Video-observatie: apparatuur ... 54
5.4.3 Verwerking van de videobeelden ... 54
5.4.4 Meetopstelling per locatie ... 57
5.4.5 Meetmomenten ... 59
6 Resultaten ... 62
6.1 Type interactie: inhalen of niet inhalen ... 64
6.1.1 Gebruikte statistiek ... 64
6.1.2 Resultaat ... 64
6.2 Zijdelingse afstanden ... 66
6.2.1 Gemiddelde afstand ... 68
6.2.2 Aandeel interacties met kleine afstand ... 68
6.2.3 Conclusie zijdelingse afstanden ... 70
6.3 Positie fietsers ... 72
6.3.1 Significantie toetsen ... 76
6.3.2 Conclusie positie fietser ... 77
6.4 Positie voertuigen ... 78
6.4.1 Significantie toetsen ... 80
6.4.2 Conclusie positie voertuig ... 81

6.5 Snelheden motorvoertuigen 83
6.5.1 Conclusie snelheid voertuig 84
7 Interpretatie resultaten 85
7.1 Samenvatting resultaten 85
7.2 Welke lessen trekken we uit de resultaten? 87
7.2.1 MRM -> fietsers naar de rand? 87
7.2.2 MRM -> snellere automobilisten? 88
7.2.3 Fietspad, MRM, en fietssuggestiestroken 89
7.2.4 MRM vs. okergele slemlaag 89
7.2.5 Markering MRM 89
7.2.6 Markering fietspad 91
8 Conclusie 92
9 Bijlagen 93
9.1 De situatieve kenmerken 93
9.2 Correctie snelheidsmetingen 95

1 Managementsamenvatting

Tot nu toe bestaat er nog maar weinig kennis over de effectiviteit en impact van markeringen voor het fietsen in gemengd verkeer. Daardoor kun je ze moeilijk optimaal inzetten. Fietsberaad Vlaanderen, Vias Institute en Mint nv hebben het gedrag van weggebruikers geobserveerd om een beeld te krijgen van de effectiviteit van markeringen voor fietsen in gemengd verkeer. We hebben onderzocht welke effecten markeringen hebben op het rijgedrag om zo de impact op de verkeersveiligheid te bepalen.

1.1 Langsmarkeringen voor fietsers in Vlaanderen, Nederland en Duitsland

We zijn gestart met een benchmarkonderzoek om een overzicht te krijgen van alle gangbare markeringen van fietsinfrastructuur in Vlaanderen samen met een vergelijking met Nederland en Duitsland. Zowel de wettelijke betekenis, de voorrangssituatie, de leesbaarheid als de mogelijke voor- en nadelen van de markeringen werden onderzocht.

In België kan men een fietspad aanduiden met een verkeersbord of door middel van de dubbele onderbroken streepmarkering. Volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen is een vrijliggend of een aanliggend verhoogd fietspad wenselijk, maar een aanliggend gelijkgronds fietspad dat enkel door onderbroken evenwijdige witte lijnen van de rijweg gescheiden is, is volgens de wegcode nog steeds mogelijk. Gemotoriseerd verkeer mag niet over de onderbroken lijnen rijden, en stilstaan en parkeren op het fietspad is verboden. Fietssuggestiestroken hebben in België geen juridische betekenis, ze vormen alleen een visueel element. Auto's mogen er gewoon overheen rijden en erop parkeren. Ze worden binnen de bebouwde kom gemarkeerd als okergele strook met een aanbevolen minimumbreedte van 1,70 m volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen.

Het meest vergelijkbaar met het Belgische aanliggende niet verhoogde fietspad zijn 'fietsstroken met een ononderbroken lijn' in Nederland en 'Radfahrstreifen' in Duitsland, omdat ook die deel van het wegdek uitmaken zonder dat het gemotoriseerd verkeer erop mag rijden of parkeren. Een fietsstrook en een Radfahrstreifen worden gemarkeerd met een doorlopende lijn.

Een Nederlandse fietsstrook met onderbroken streepmarkering en een Duitse Schutzstreifen hebben – in tegenstelling tot de visueel vergelijkbare fietssuggestiestrook in België – wel een juridische betekenis. Parkeren is er verboden en auto's mogen er enkel over rijden als het niet anders kan en als ze daarmee geen fietsers hinderen. De Nederlandse fietssuggestiestroken (zonder juridische betekenis) zijn veel minder opvallend gemarkeerd dan hun Vlaamse tegenhangers.

1.2 Onderzoeksvraag

De fiets wint terrein en vraagt meer ruimte. Maar veel wegen voldoen niet aan de voorwaarden om volwaardige fietspaden aan te leggen. Vaak is het ruimtelijk zelfs niet wenselijk om fietspaden aan te leggen, en al helemaal niet financieel haalbaar. In de bebouwde kom is een fietssuggestiestrook een mogelijkheid om de plek van de fietser op de rijweg in gemengd verkeer zichtbaarder te maken. Die strook is een visueel element, maar heeft in tegenstelling tot een fietspad geen juridische betekenis. Veel gemeenten zoeken ook naar een oplossing voor wegen met gemengd verkeer buiten de bebouwde kom. Ze willen de plaats voor fietsers er nadrukkelijker aangeven. Overal fietssuggestiestroken met een okergele slemlaag aanleggen is financieel een zware inspanning of vanwege de ruimtelijke context niet wenselijk. Een alternatief is de **middenrijbaanmarkering (MRM)**. Daarbij wordt aan beide zijden van de weg een strook gemarkeerd die ongeveer even breed is als een fietssuggestiestrook en die plaats laat voor fietsers. Automobilisten mogen net als bij de fietssuggestiestrook over de gemarkeerde strook rijden. De vraag is of zo'n MRM fietsers meer ruimte geeft en of ze tot veiliger gedrag van alle weggebruikers leidt. Om dat uit te zoeken werd de MRM vergeleken met een situatie zonder markering en met een markering door een okergele slemlaag.

Middenrijbaanmarkering Kannaertsstraat Hasselt

1.3 Methode

De observaties of metingen werden uitgevoerd in Bornem en in Hasselt. Op beide locaties werd een baselinemeting zonder markering uitgevoerd, gevolgd door een meting met een MRM. In Bornem kwam er daarna ook nog een meting waar de suggestiestrook met een okergele slemlaag gemarkeerd was. Zowel de gemeente Bornem als de stad Hasselt heeft

de markeringen met eigen middelen aangebracht en zo mee geïnvesteerd in dit onderzoek. Snelheidsradars en video-opnames registreerden het gedrag van de weggebruikers. Op basis van de video-opnames werd de aard van interacties tussen fietsers en gemotoriseerd verkeer gecodeerd (inhalen en kruisen), net als de afstanden naar de rand en tussen de weggebruikers onderling.

1.4 Resultaten

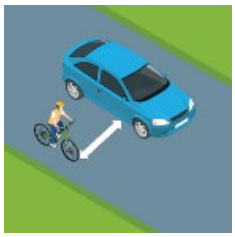
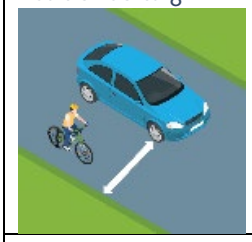
Type interactie: We onderscheiden of automobilisten die in dezelfde richting reden als een fietser, deze (binnen het zicht van de camera) inhaalden of erachter bleven. Idealiter blijven automobilisten langer achter de fietser bij markeringen op het wegdek dan bij de baselinemeting (zonder markeringen). Bij alle metingen haalde de meerderheid van de automobilisten de fietser in. In Bornem zorgden MRM en slemlaag ervoor dat iets vaker achter de fietser gereden werd. In Hasselt was het effect net omgekeerd en haalden automobilisten bij een MRM iets vaker in.

Zijdelingse afstanden: de afstand tussen fietser en automobilist werd gemeten. Voor de veiligheid is het vooral van belang dat er zo weinig mogelijk interacties met een kleine afstand (<1,5 m) plaatsvinden. In Bornem waren er geen significante verschillen tussen de drie metingen. Descriptief waren er zelfs iets meer inhaalmaneuvers met kleine afstanden, wat de veiligheid en het comfort verlaagt. In Hasselt waren de gemiddelde afstanden tussen fietser en automobilist bij een MRM wel groter dan zonder markeringen en er waren ook minder maneuvers met kleine afstanden. Dit positieve resultaat in Hasselt deed zich vooral voor bij voertuigen die een fietser kruisten.

Positie fietser: de afstand van de fietser tot de rand werd gemeten. Een MRM doet fietsers meer aan de rand van de rijweg rijden. Dit effect toonde zich sterker met *kruisende* automobilisten of als er helemaal geen andere voertuigen aanwezig waren. Bovendien leek het zich vooral te situeren bij fietsers die in groep fietsen (twee of meer fietsers). Dit doet vermoeden dat fietsers met een MRM dichter bij elkaar gaan fietsen – waarschijnlijk in een poging niet over de lijnen te rijden. Bij *inhalende* voertuigen was het verschil tussen baselinemeting en MRM kleiner en statistisch niet significant. Het zou kunnen dat fietsers in die situatie ook in de baselinemeting al hun best deden om zo dicht mogelijk bij elkaar te blijven. Met een okergele slemlaag zien we deze geneigdheid om dichter bij de rand te rijden enkel als er geen andere voertuigen aanwezig zijn.

Positie voertuig: de afstand van het voertuig tot de rand werd gemeten. De verschillen in voertuigpositie waren klein en onsystematisch. Ook deden de weinige significante verschillen zich niet eens altijd in de verwachte richting voor. In Bornem reden de voertuigen die een fietser kruisten waar er een slemlaag lag, meer naar het midden (en dus dichter bij de fietser die ze kruisten) en in Hasselt reden de voertuigen als er geen fietser was juist meer naar de rand als er een MRM lag, terwijl de hoop was dat een MRM de automobilisten eerder standaard in het midden van de weg zou doen rijden.

Snelheid voertuigen: De gereden snelheden stegen toen er een markering aangebracht werd. Dit was het geval voor zowel een MRM als een okergele slemlaag en het werd ook op beide locaties (Bornem en Hasselt) vastgesteld. De verschillen kunnen voor een deel verklaard worden door het feit dat er meer weggebruikers aanwezig waren in de baselinemeting. Maar er blijft een verhoging van de snelheid van 2km/u tot 4 km/u, zelfs na correctie voor de frequenties van de verschillende weggebruikerstypes.

		MRM Hasselt	MRM Bornem	Slem Bornem
	% voertuigen die achter de fietser blijven	-	+	+
	Inhalen met kleine afstand	-	+	+
	Kruisen met kleine afstand	-	+	+
Positie fietser	Inhalen	-	-	=
	Kruisen	-	-	=
	Free-flow	-	-	-
Positie voertuig 	Inhalen	=	-	=
	Kruisen	-	+	+
	Free-flow	-	+	+
Snelheid	Km/u	+	+	+

Overzicht resultaten.

Significante toenames (+) of afnames (-) zijn in het zwart of in het rood gemarkeerd. Statistisch niet significante trends zijn in het grijs of roze weergegeven. Rood en roze staan voor onwenselijke tendensen, zwart en grijs staan voor wenselijke tendensen.

1.5 Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat de resultaten van de vijf onderzochte indicatoren – blijven de automobilisten achter een fietser of halen ze in; hoe groot is de zijdelingse afstand tussen auto en fietser; hoe ver rijdt de fietser van de wegkant; hoe groot is de afstand van de auto tot de rand van de weg; hoe snel rijden de auto's? – niet eenduidig zijn. Het is niet zo dat één situatie (geen markering, MRM, slemlaag) significant beter scoort op alle indicatoren. Er zijn enkel kleine effecten van de markering en die zijn ook niet altijd gelijk op beide locaties (Bornem en Hasselt).

In Hasselt werden iets minder interacties geteld met automobilisten die fietsers op een te kleine afstand passeerden, wat in principe positief is. Maar het waren niet de automobilisten die hun gedrag aanpasten, wel de fietsers: vooral als ze in een groepje samen reden, fietsten ze dichter bij de rand van de weg. Samen met de verhoogde snelheid van de automobilisten is het effect daarom niet positief te noemen.

In Bornem leiden de markeringen ertoe dat de auto langer achter de fietsers blijft, in Hasselt is het net omgekeerd. Wat de zijdelingse afstand betreft neemt het aantal interacties met kleine afstand in Bornem zelfs licht toe. Algemeen doet de MRM de fietser meer naar de rand van de rijweg rijden, dat is minder het geval bij de slemlaag. Ook voor de positie van de auto is er geen eenduidig effect. In Bornem gaan de voertuigen meer naar het midden rijden bij het kruisen, dus dichter bij de kruisende fietser, wat negatief is. In Hasselt gaan ze bij de MRM meer naar de rand rijden, vooral als er geen ander verkeer is (terwijl je net het omgekeerde zou verwachten en hopen). En ten slotte de snelheid: die neemt op beide locaties toe!

Op basis van dit onderzoek blijkt dus noch de MRM noch de okergele slemlaag positieve effecten te hebben op de verkeersveiligheid bij fietsen in gemengd verkeer.

Als je wilt mengen dan moet je niet gaan scheiden!

---

2 Inleiding

Vlaanderen is de derde fietsregio van Europa en we doen meer dan een zesde van onze verplaatsingen met de fiets. Maar er is zeker nog groeimarge. In Nederland wordt bijvoorbeeld één op de drie verplaatsingen met de fiets gedaan en in Denemarken één op de vier. Fietsberaad Vlaanderen wil de Vlaamse overheid, de provincies en de steden en gemeenten ondersteunen in hun ambitie om nog sterker in te zetten op het gebruik van de fiets als hefboom voor veerkrachtig mobiliteitsbeleid.

Naarmate de fiets meer positie inneemt als mobiliteitsoplossing, ontstaat ook meer discussie over de ruimte die de fietser moet krijgen. Daarbij denk je aan een fietspad, maar praktisch is het niet overal mogelijk er een aan te leggen, omdat veel wegen niet aan de voorwaarden voldoen om fietspaden met veilige afmetingen aan te leggen. Vaak is het ruimtelijk zelfs niet wenselijk om fietspaden aan te leggen, en dikwijls is het ook financieel helemaal niet haalbaar. Binnen de bebouwde kom valt de keus daarom vaak op een fietssuggestiestrook om de plek van de fietser op de rijweg in gemengd verkeer zichtbaarder te maken.

Veel gemeenten zoeken ook naar een oplossing voor wegen met gemengd verkeer buiten de bebouwde kom. Ze willen de plaats voor fietsers er nadrukkelijker aangeven. Overal fietssuggestiestroken met een okergele slemlaag aanleggen is financieel een zware dobber, en het kan ook vanwege de ruimtelijke context niet wenselijk zijn. Fietsberaad krijgt ook regelmatig de vraag naar de voor- en nadelen van alternatieve markeringen, vaak varianten op een middenrijbaanmarkering (MRM). Maar er is nog maar weinig kennis over de effectiviteit en impact van markeringen voor fietsverkeer, en daardoor is het moeilijk ze optimaal in te zetten. Daarom hebben Fietsberaad Vlaanderen, Vias Institute en Mint nv nu het gedrag van weggebruikers geobserveerd bij verschillende soorten markeringen voor fietsen in gemengd verkeer. We hebben onderzocht welke effecten markeringen hebben op het rijgedrag om zo de impact op de verkeersveiligheid te bepalen.

Om de verschillende mogelijkheden van langsmarkeringen in gemengd verkeer te onderzoeken hebben we eerst een benchmark uitgevoerd in België en dan de verschillende types markeringen in Nederland en Duitsland vergeleken. Vervolgens hebben we een veldexperiment uitgevoerd om te onderzoeken of een middenrijbaanmarkering (MRM) fietsers meer ruimte geeft en tot veiliger gedrag van alle weggebruikers leidt. De MRM werd vergeleken met een situatie zonder markering en ook met een markering door een okergele slemlaag.

2.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 worden de verschillende types fietsinfrastructuur beschreven met de daaraan verbonden markering en regelgeving in Vlaanderen, Nederland en Duitsland.

In hoofdstuk 4 is beschreven hoe we van de algemene vraag welke markeringen fietsers meer ruimte en veiligheid geven, naar een concreet onderzoeksdesign kwamen. Ook lichten we toe welke overwegingen ons geleid hebben om de MRM met een fietslogo-verbindingsmarkering aan te duiden, zoals die al gebruikt wordt voor de markering van fietsoversteken dwars op de voorrang ter hoogte van kruispunten in Vlaanderen.

De methodiek van het onderzoek beschrijven we in detail in hoofdstuk 5. Daarbij gaan we in op de selectie van de locaties, de meetapparatuur (camera's en radars), de verwerking van de videobeelden en de planning van de meetmomenten.

In hoofdstuk 6 komen de resultaten uitvoerig ter sprake. Alle bevindingen worden samengevat aan het begin van hoofdstuk 7, waar we een aantal aspecten in het licht van de gevonden resultaten behandelen. Hoofdstuk 8 geeft de conclusies van deze studie weer.

3 Benchmark

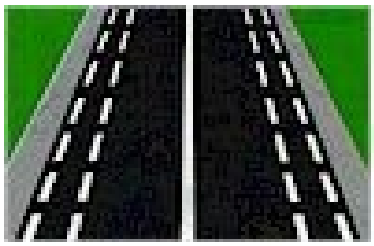
In dit hoofdstuk behandelen we de huidige wetgeving en richtlijnen met betrekking tot de markering van fietsvoorzieningen. We geven een overzicht van de gangbare markeringen in Vlaanderen, Nederland en Duitsland.

3.1 Vlaanderen

3.1.1 Fietspad

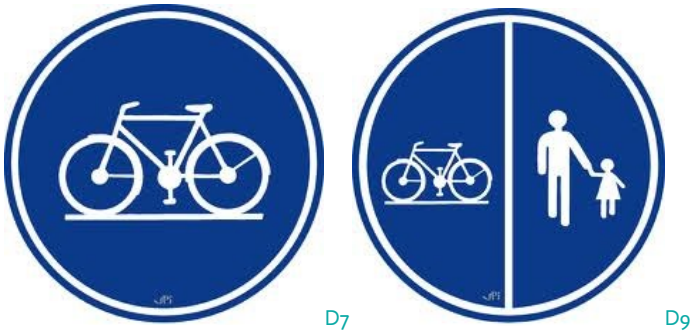
3.1.1.1 Definitie

Een fietspad is in de Belgische wegcode gedefinieerd als dat deel van de openbare weg dat is afgebakend door twee evenwijdige overlangse witte onderbroken strepen. Het is niet breed genoeg voor autoverkeer.



Figuur 1: Overlangse markeringen die een fietspad aanduiden (bron: wegcode – artikel 74)

Wanneer de openbare weg een berijdbaar fietspad omvat, aangeduid door wegmarkeringen zoals hierboven beschreven, dan moeten de fietsers en bestuurders van tweewielige bromfietsen klasse A dit fietspad volgen voor zover het rechts in hun rijrichting ligt. Zij mogen een dergelijk fietspad niet volgen, wanneer dit links in hun rijrichting ligt. Een fietspad kan ook aangeduid worden door een verkeersbord D7 of D9.



Figuur 2: Verkeersborden fietspad (D7 en D9)

Het fietspad kan aanliggend of vrijliggend van de rijweg lopen.

3.1.1.2 Aanliggend fietspad

De verharding van het aanliggende fietspad sluit vrijwel onmiddellijk aan bij die van de rijweg. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen een verhoogd of gelijkgronds fietspad. Het aanliggende verhoogde fietspad is fysiek gescheiden van de rijweg door een niveauverschil van minstens 5 cm. Het aanliggende gelijkgrondse fietspad is van de rijweg gescheiden door een afvoergoot, onderbroken evenwijdige witte lijnen of een afwijkende kleur of materiaal. Merk op dat een aanliggend gelijkgronds fietspad geen gewenste inrichting is volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen, ook al is dit in regel met de wegcode.

Aanliggend verhoogd fietspad haven Antwerpen

3.1.1.3 Vrijliggend fietspad

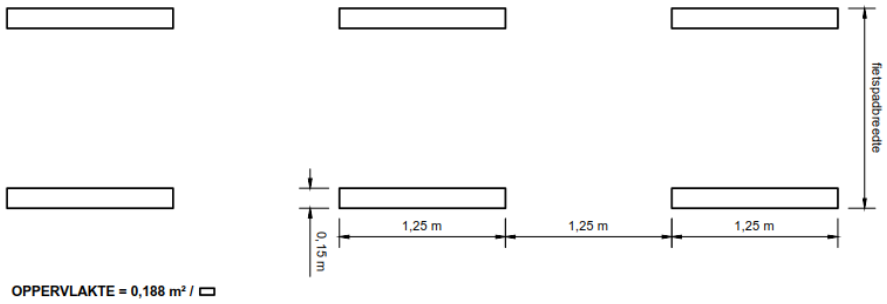
Een vrijliggend fietspad is een fietspad waarvan de verharding fysiek gescheiden is van de rijweg door een veiligheidsstrook van minimaal 1 m die niet door rijdend verkeer mag of kan worden gebruikt. Deze veiligheidsstrook kan ook minder breed zijn, als er een duidelijke verticale fysieke scheiding aanwezig is.

Volgens het Vlaamse Fietsvademecum moeten tweerichtingsfietspaden steeds vrijliggend uitgevoerd worden.

Vrijliggend eenrichtingsfietspad Veurne - Koksijde

3.1.1.4 Markering

De onderbroken streepmarkering van het fietspad is wit en bestaat uit trekken van ongeveer 0,15 m breed en ongeveer 1,25 m lang, met tussenafstanden van ongeveer 1,25 m.

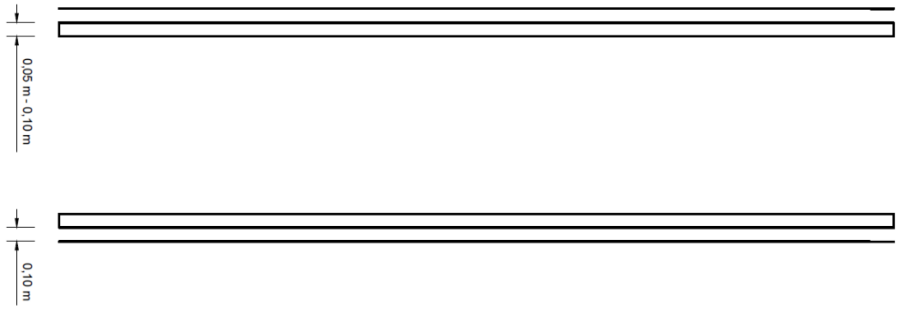


Figuur 3: Markering eenrichtingsfietspad (bron: Algemene omzendbrief nopens de wegsignalisatie)

In de praktijk worden op Vlaamse (gewest)wegen fietspaden die op deze manier gemarkeerd zijn en aanliggend, niet verhoogd zijn ten opzichte van de rijweg, vaak aanvullend afgebakend met een doorlopende witte lijn. Maar deze inrichting is nog steeds geen gewenste situatie. Aanliggende niet verhoogde fietspaden worden afgeraden in het Vademecum Fietsvoorzieningen.

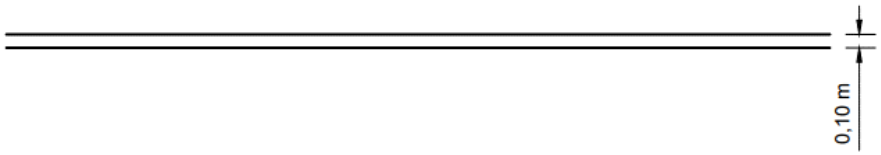
Gemarkeerd fietspad met onderbroken streepmarkering aangevuld met een doorlopende lijnmarkering (geen aanbevolen inrichting volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen)

In de omzendbrief over wegsignalisatie is er ook sprake van een randmarkering voor fietspaden. Een randmarkering van een enkel- of dubbelrichtingsfietspad is facultatief. Indien ze wordt aangebracht, wordt ze uitgevoerd aan de hand van een doorlopende markering. Deze heeft een breedte van bij voorkeur 0,10 m (minstens 0,05 m) en ze wordt op 0,10 m van de fysieke rand van het fietspad aangebracht.



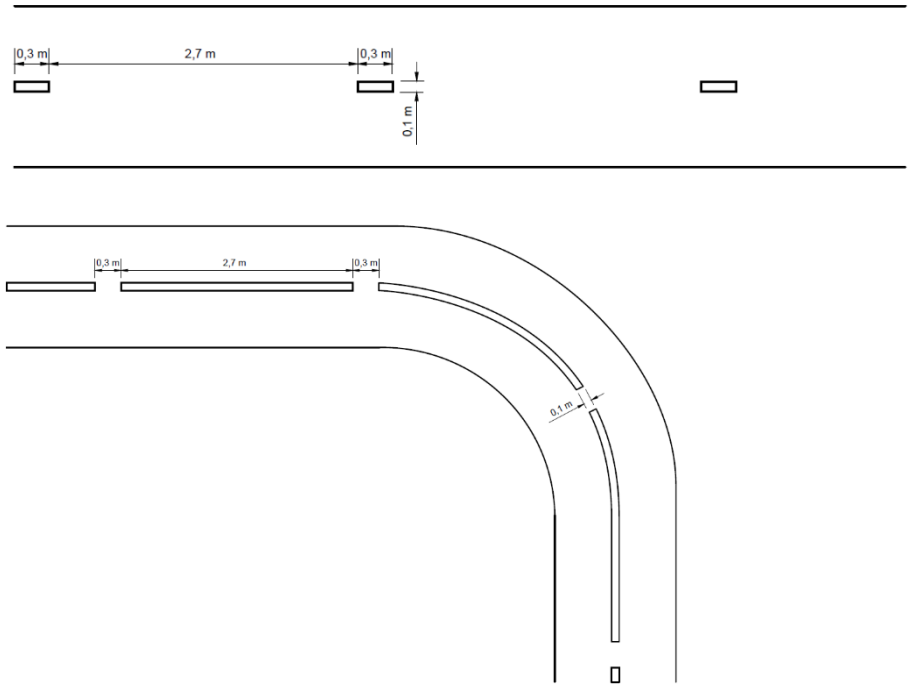
Figuur 4: Randmarkering eenrichtingsfietspad (bron: Algemene omzendbrief nopens de wegsignalisatie)

Een tweerichtingsfietspad wordt in principe niet aangeduid met markeringen[1], maar met verkeersbord D7. Het aanbrengen van een doorlopende asmarkering is facultatief op tweerichtingsfietspaden. Indien de doorlopende streep wordt getrokken, wordt ze in het midden van het fietspad aangebracht en heeft ze een breedte van 0,10 m. Een onderbroken asmarkering is verplicht op fietssnelwegen en facultatief op tweerichtingsfietspaden. Het patroon van asmarkering wordt met een tussenafstand van 2,70 m aangebracht en is 0,30 m lang en 0,10 m breed. In bochten (vanaf 15,00 m vóór tot 15,00 m na de bocht) wordt de tussenafstand van de asmarkering verkort tot 0,30 m en zijn de trekken van de onderbroken markering 2,70 m lang. De breedte bedraagt 0,10 m.



Figuur 5: Asmarkering tweerichtingsfietspad doorlopend (bron: Algemene omzendbrief nopens de wegsignalisatie)

[1] Wegcode artikel 9.1.2 stelt namelijk "Wanneer de openbare weg een berijdbaar fietspad, aangeduid door wegmarkeringen zoals bepaald in artikel 74, omvat, dan moeten de fietsers en bestuurders van tweewielige bromfietsen klasse A, dit fietspad volgen voor zover het rechts in hun rijrichting ligt. Zij mogen een dergelijk fietspad niet volgen, wanneer dit links in hun rijrichting ligt." In de praktijk blijkt dit wel voor te komen en is het bijvoorbeeld ook opgenomen in het Vlaams dienstorder MOW/AWV/2017/6 als markering voor doorlopende tweerichtingsfietspaden ter hoogte van kruispunten.



Figuur 6: Asmarkering tweerichtingsfietspad onderbroken (bron: Algemene omzendbrief nopens de wegsignalisatie)

Fietspaden kunnen in een rode kleur uitgevoerd worden. Dit verhoogt de herkenbaarheid en leesbaarheid.

3.1.2 Fietssuggestiestrook

3.1.2.1 Definitie

Een fietssuggestiestrook is niet opgenomen in het verkeersreglement, ze heeft dus ook geen juridische betekenis. De fietssuggestiestrook maakt deel uit van de rijweg en is dus een vorm van gemengd verkeer. Fietssuggestiestroken duiden de positie van de fietser op de rijweg aan, hebben een attentieverhogend effect op het overige verkeer en versmallen de rijweg optisch.

Auto's mogen parkeren op een fietssuggestiestrook. Om conflictsituaties met parkerende auto's te vermijden worden fietssuggestiestroken het best gecombineerd met afgebakende parkeerstroken naast de rijweg of een parkeerverbod (aangeduid door verkeersborden of wegmarkeringen).

Omdat fietssuggestiestroken een toepassing zijn van gemengd verkeer, wordt aanbevolen ze enkel aan te brengen op plaatsen waar een snelheidsbeperking tot 50 km/u of minder geldt én indien de intensiteiten gemotoriseerd verkeer veilig en comfortabel mengen mogelijk maken. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen wegen binnen of buiten de bebouwde kom.

3.1.2.2 Markering

Een fietssuggestiestrook zoals opgenomen in het Vlaams Vademecum Fietsvoorzieningen kan aangeduid worden met een okerkleurige strook of door middel van een andere materialisatie.

- Okerkleurige strook: Indien de fietssuggestiestrook aangeduid wordt door middel van een gekleurde strook, moet ze okerkleurig zijn. Fietssuggestiestroken mogen bijgevolg niet in het rood aangeduid worden, want dat kan verwarring met fietspaden wekken.
- Materialisatie: Fietssuggestiestroken kunnen ook aangeduid worden door gebruik te maken van een andere materialisatie dan de middenstrook. Deze materialisatie mag okerkleurig zijn (bv. asfalt of beton).

Fietssuggestiestrook met okergele slemlaag te Kruibeke

3.1.2.3 Breedte

De breedte van de fietssuggestiestrook bedraagt minimaal 1,70 m en maximaal 2 m. Op wegen met een verhardingsbreedte van minder dan 5,40 m of meer dan 6,60 m worden geen fietssuggestiestroken toegepast. Is de rijweg breder dan 6,60 m, dan moet hij versmald worden tot maximaal 6,60 m. Dit kan bijvoorbeeld door een randlijn aan te brengen.

3.1.3 Fietslogo's[2]

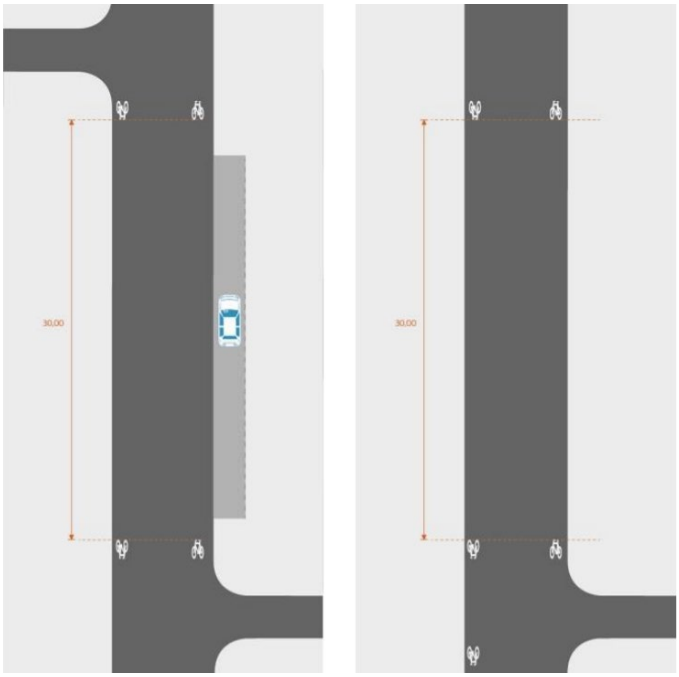
3.1.3.1 Definitie

Met fietslogo's wordt de positie van de fietser aangeduid. Het overige verkeer wordt hierdoor gewezen op medegebruik van de rijweg door fietsers. Fietslogo's hebben echter geen juridische basis. Ze vallen veel minder op dan een fietssuggestiestrook. Fietslogo's zijn namelijk een punctuele markering, fietssuggestiestroken zijn continu.

Het gebruik van fietslogo's als alternatief voor fietssuggestiestroken is vooral bruikbaar op plaatsen waar het kleurgebruik van fietssuggestiestroken botst met het ruimtelijk beeld van de weg en zijn omgeving. Fietslogo's kunnen ook nog toegepast worden bij smalle straten of straten met lage verkeersintensiteiten. Omdat fietslogo's een toepassing zijn van gemengd verkeer, wordt aanbevolen ze enkel aan te brengen bij een maximale snelheidsbeperking van 50 km/u of minder. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen wegen binnen of buiten de bebouwde kom.

3.1.3.2 Markering

Het fietslogo meet 1,53 m x 0,90 m of 0,765 m x 0,45 m (kleine variant). Het moet om de 30 meter aangebracht worden, en in elk geval na iedere zijstraat. Het gebruik van andere markeringen, zoals een enkele onderbroken lijn of sergeantstreep, is niet aanbevolen omdat er verwarring zou kunnen ontstaan met de markering van een fietspad en omdat het hoe dan ook het beste is het aantal markeringen te beperken.



Figuur 7: Aanbrengen van fietslogo's op de rijweg (Bron: Vademecum Fietsvoorzieningen)

[2] Fietslogo's zijn niet meer opgenomen in de recentste herziening van het Vademecum fietsvoorzieningen, hoofdstuk 4 Ontwerprichtlijnen.

3.1.4 Passeerafstand

In België moeten bestuurders van een auto of van een motorfiets minstens een zijdelingse afstand laten van 1 meter tussen hun voertuig en de fietser of bestuurder van een tweewielige bromfiets. Buiten de bebouwde kom bedraagt de minimale zijdelingse afstand 1,5 m.

3.1.5 Toepassing fietsvoorzieningen

Langsheen het hoofdwegennet (of de primaire wegen volgens de oude wegencategorisering) is volgens het Vademecum Fietsvoorzieningen een fietsweg aanbevolen, eventueel een alternatief traject of het gebruik van een ventweg. Op wegen met een snelheidsregime van 70 km/u zijn vrijliggende fietspaden aangewezen. Op wegen met een snelheidsregime van 50 km/u zijn aanliggende verhoogde fietspaden aanbevolen, tenzij verkeersintensiteit laag is. In dat geval kan het ook veilig met gemengd verkeer of fietssuggestiestroken. Bij 30 km/u rijden fietsers in principe gemengd (eventueel met fietssuggestiestroken) tenzij de hoge verkeersintensiteiten of de continuïteit van het fietsnetwerk vragen om een fietspad.

3.1.6 Bronnen

- www.mobielvlaanderen.be/vademecums/vademecumfiets01.php#gsc.tab=0
- https://wegcode.be/wetteksten/secties/kb/wegcode/
- www.mobielvlaanderen.be/overheden/artikel.php?nav=10&mbnr=146&id=1454
- https://wegenenverkeer.be/sites/default/files/uploads/documenten/MOW-AWV-2019-2-bijlage_0.pdf
- www.mobielvlaanderen.be/pdf/vademecum/extra02.pdf

3.2 Nederland

3.2.1 Fietspad

3.2.1.1 Definitie

Een fietspad is een fietspad als het verkeersbord G11 (het blauwe bord met de witte fiets) rechts naast het pad staat. Dan zijn fietsers verplicht daar te rijden. Er zijn ook onverplichte fietspaden, die zijn voorzien van een rechthoekig bordje 'fietspad' in letters (bord G13). Omdat bromfietsen binnen de bebouwde kom op de rijweg moeten rijden, bestaat er ook het fiets/bromfietspad, voorzien van een blauw bord met fiets- en bromfietssymbool (bord G12a). Bromfietsen en fietsers moeten hier dan rijden.

G11

G12a

G13

Figuur 8: Verkeersborden fietspad in Nederland

Een verschil met België is dat in Nederland een fietspad steeds gedefinieerd wordt door middel van het verkeersbord. Enkel de correcte markering, zonder verkeersbord, volstaat niet om een fietspad te definiëren.

Fietspaden zijn altijd fysiek gescheiden van de rijweg. Het gaat dan om voldoende tussenafstand of een verticale scheiding tussen de rijweg en het fietspad. Aanliggende verhoogde fietspaden komen in Nederland niet vaak voor. Waar ze worden toegepast, gelden er geen richtlijnen of aanbevelingen voor markering. Doorgaans wordt een afwijkende kleur toegepast tussen het fietspad en de band tussen de rijweg en het fietspad.

Een fietspad is dus nooit enkel door een markering afgescheiden van de hoofdrijweg (zoals bij aanliggende niet verhoogde fietspaden in België het geval is). In dat geval is er sprake van een fietsstrook (zie verder).

Afgescheiden fietspad in Nederland (Eindhoven)

3.2.1.2 Markering

Voor markeringen van fietspaden wordt er onderscheid gemaakt tussen de kantmarkering en de asmarkering.

3.2.1.3 Kantmarkering

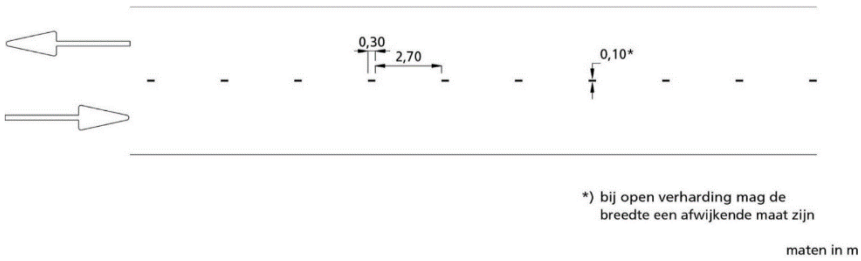
Voor fietspaden binnen de bebouwde kom worden kantstrepen aan de buitenzijde van bochten geadviseerd als een fietspad langs een weg afbuigt of als er geen straatverlichting is. Voor fietspaden buiten de bebouwde kom kan een kantmarkering (aan beide zijden) worden toegepast bij bijvoorbeeld de volgende situaties: plotse tracéwijzigingen, hellingen, relatief hoge intensiteiten, ontbrekende openbare verlichting en relatief onveilige bermen. De breedte van de kantmarkering bedraagt minimaal 0,05 meter en bij voorkeur 0,10 meter. Verder wordt de kantmarkering bij voorkeur op enige afstand van de rand aangebracht (minimaal 0,10 meter), zodat fietsers nog kunnen corrigeren als ze de markering overschrijden.

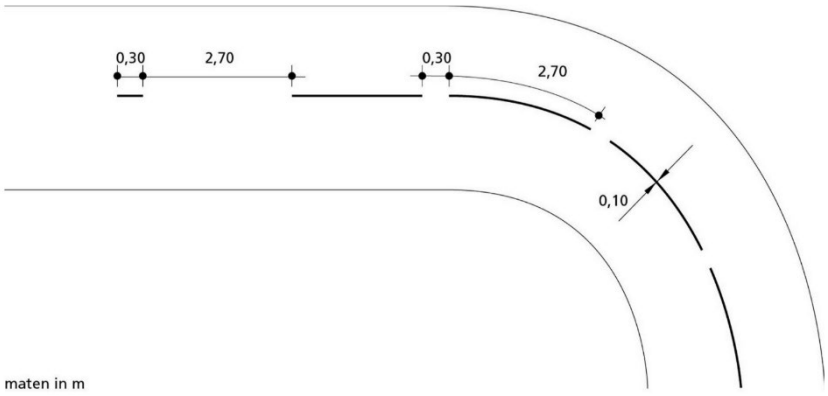
Fietspad met asmarkering en kantmarkering, Bron: Goudappel

3.2.1.4 Asmarkering

Een goede middenmarkering kan frontale botsingen tussen fietsers voorkomen. Bij een tweerichtingsfietspad wordt een asmarkering aangebracht die bestaat uit een onderbroken streep met een breedte van 0,10 meter en een lengte van telkens 0,30 meter. De ruimte tussen twee opeenvolgende strepen is maximaal 2,70 meter. Bij fietspaden met een tegelverharding mag de witte streep vervangen worden door een witte tegel met een breedte van 0,15 of 0,30 meter.

Bij plaatsen waar overschrijding van de as een meer dan normaal risico met zich meebrengt, bijvoorbeeld in bochten, wordt de asmarkering uitgevoerd als waarschuwingsmarkering met een tussenruimte van 0,30 meter (zie Figuur 9).





Figuur 9: Asmarkering (boven) en waarschuwingsmarkering (onder) op een in twee richtingen te berijden fietspad (bron: CROW)

3.2.2 Fietsstroken

3.2.2.1 Definitie

Volgens het reglement verkeersregels en verkeerstekens (RVV 1990) is een fietsstrook een door doorgetrokken of onderbroken strepen gemarkeerd gedeelte van de rijweg waarop afbeeldingen van een fiets zijn aangebracht. Deze stroken zijn bestemd voor fietsverkeer en invalidenvoertuigen. Bij een doorgetrokken streep langs de fietsstrook mogen andere bestuurders niet op de fietsstrook komen. Bij een onderbroken streep mogen andere bestuurders er wel over rijden, maar alleen als ze daarmee geen fietsers hinderen.

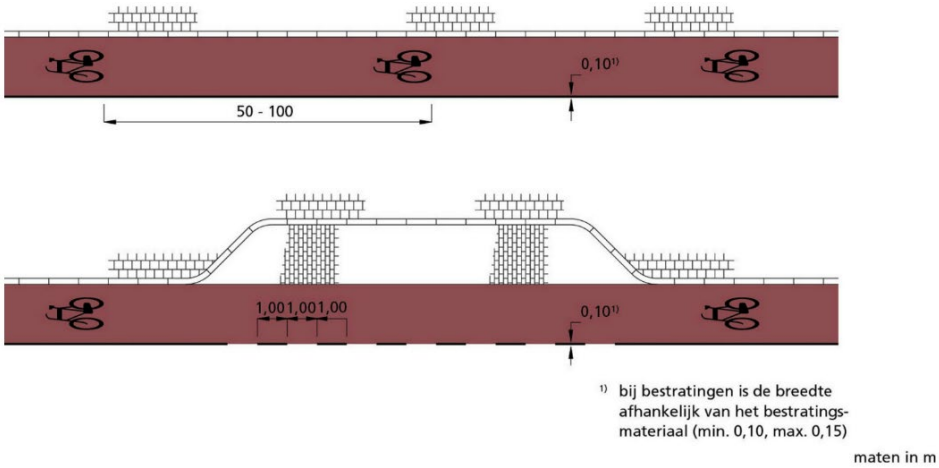
Bestuurders mogen hun voertuig niet laten stilstaan op een fietsstrook of op de rijweg aan een fietsstrook. Dit geldt zowel voor fietsstroken met een onderbroken streep als voor fietsstroken met een doorgetrokken streep.

De fietssymbolen en de langsmarkering maken de fietsstrook tot een fietsstrook. De (meestal rode) kleur is optioneel. Fietsstroken met een onderbroken markering komen in Nederland verreweg het meest voor in vergelijking met een doorgetrokken markering.

Fietsstrook afgebakend met een onderbroken markering en rode inkleuring te Eindhoven

3.2.2.2 Markering

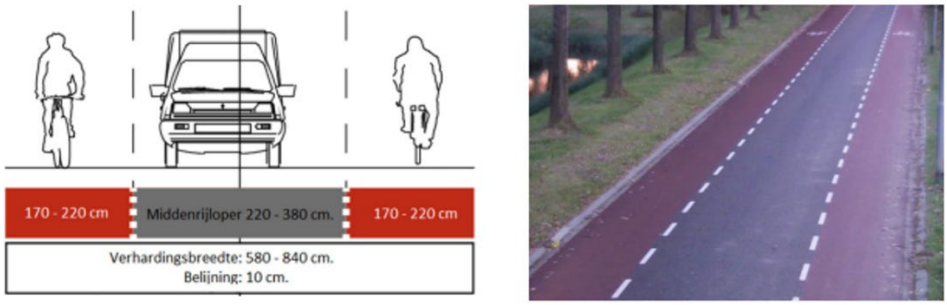
Bij uitritten, parkeerhavens en bushalten naast de rijweg wordt de fietsstrook plaatselijk afgescheiden door een onderbroken streep (ook als de lijn doorgetrokken is), tenzij er door afwijkende verharding al een verschil is aangegeven. Zowel de doorgetrokken als de onderbroken streep heeft een breedte van 0,10 meter. De onderbroken strepen zijn 1,00 meter lang met een tussenruimte van 1,00 meter. De afbeelding van de fiets op het wegdek wordt bij het begin van de fietsstrook en na elke verharde zijweg aangebracht. Op de tussenliggende wegvakken wordt het symbool op regelmatige afstanden herhaald (50 à 100 m). De verharding van een fietsstrook wordt vaak voorzien van een afwijkende (rode) kleur om het onderscheid met de naastgelegen rijstroken te accentueren. Dit wordt ook aanbevolen door het Nederlandse kenniscentrum betreffende infrastructuur CROW.



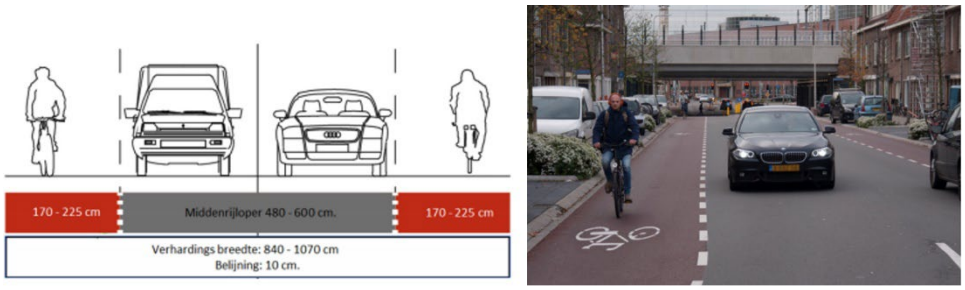
Figuur 10: Markering fietsstroken (bron: CROW)

3.2.2.3 Breedte

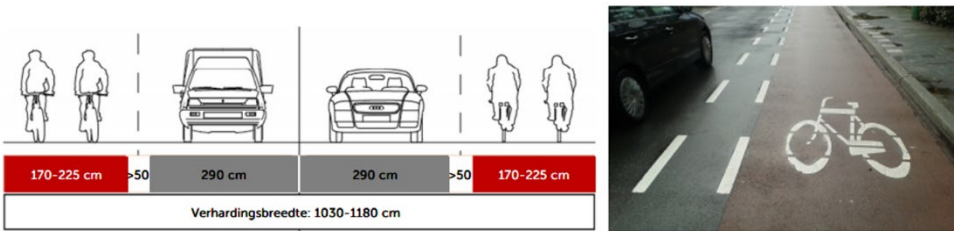
Er is geen absolute minimale breedte voor fietsstroken. Fietsberaad Nederland geeft aanbevelingen voor de toepassing en breedte van fietsstroken. Uitgangspunt van Fietsberaad Nederland is dat fietsstroken altijd voldoende breed moeten zijn voor twee fietsers naast elkaar (minimaal 1,70 meter). Er worden drie situaties onderscheiden:



Figuur 11: Fietsstroken met een smalle rijloper in het midden, toepasbaar bij 30 km/u en < 6000 motorvoertuigbewegingen (mvt)/etmaal (bron: Fietsberaad.nl)



Figuur 12: Fietsstroken met brede rijloper in met midden, toepasbaar bij 30 of 50 km/u en < 10.000 mvt/etmaal (bron: Fietsberaad.nl)



Figuur 13: Fietsstroken met een eigen plek voor de fiets (inclusief schrikstrook) en de auto, toepasbaar bij 50 km/u en < 20.000 mvt/etmaal (bron: Fietsberaad.nl)

3.2.3 Fietssuggestiestrook

3.2.3.1 Definitie

Een suggestiestrook is een weggedeelte aan de rand van de rijweg dat daar door een onderbroken streep van gescheiden is. Fietsers mogen buiten de suggestiestrook rijden (bijvoorbeeld bij het inhalen) en bestuurders van andere voertuigen mogen ook van de

suggestiestrook gebruik maken. Een suggestiestrook wordt in principe alleen op erftoegangswegen toegepast.

Fietssuggestiestrook (zonder rode kleur of fietslogo) in Nederland. Bron: Cyclomedia

3.2.3.2 Juridische status fietsstrook en suggestiestrook

Een suggestiestrook heeft geen juridische status en biedt dus geen enkele bescherming voor de fietser. Al het andere verkeer mag er net als de fietser gebruik van maken. Bij een fietsstrook is dit niet het geval. Essentieel hierbij is dat er afbeeldingen van een fiets zijn aangebracht op de fietsstrook, wat niet het geval is bij een fietssuggestiestrook.

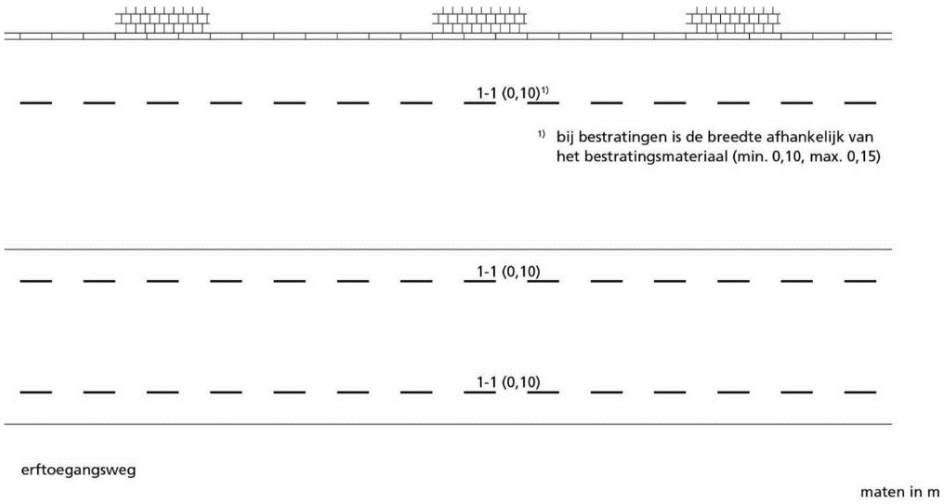
Ook parkeren op een fietssuggestiestrook is toegelaten. De verkeerswet stelt wel dat je niet op de rijweg mag parkeren buiten de bebouwde kom op voorrangswegen (artikel 24). Deze voorrangswegen zijn echter meestal gebiedsontsluitingswegen waarop in principe geen fietssuggestiestroken gewenst zijn.

Het Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV heeft in het verleden een onderzoek gedaan naar de gedragseffecten van kantstroken/fietssuggestiestroken. Deze studie concludeerde dat er een 'kanaliserende' werking van de stroken is en dat zowel fietsers als automobilisten ze lijken te accepteren. De fietsers gebruiken hun 'eigen' strook en rijden meestal verder van de wegrand af dan voordat er een strook was. Ook vrij rijdende automobilisten rijden bij aanwezigheid van een rijloper over het algemeen iets verder van de wegrand af. Bij het passeren van een fietser kiezen ze er in veel gevallen voor om niet over de tegenoverliggende strook te rijden. Daar staat tegenover dat automobilisten bij het inhalen van een fietser op een suggestiestrook meestal minder zijdelingse afstand nemen tot de fietser. In hoeverre deze afname met gemiddeld enkele centimeters ernstig is, is niet bekend. De gemiddelde rijsnelheid neemt in de meeste gevallen iets af als gevolg van de stroken (enkele kilometers per uur).

3.2.3.3 Markering

De onderbroken streep heeft dezelfde afmetingen als bij de fietsstrook. Voor de verharding van de suggestiestrook wordt echter geen afwijkende kleur gebruikt en er mogen geen afbeeldingen van fietsen op het wegdek worden aangebracht.

Er zijn geen minimumeisen betreffende de breedte van een fietssuggestiestrook. Doorgaans is de breedte tussen 1,00 en 1,50 m.



Figuur 14: Markering fietssuggestiestrook (bron: CROW)

3.2.4 Toepassing fietsvoorzieningen

Wanneer welke fietsvoorzieningen worden aanbevolen is afhankelijk van de locatie (binnen de bebouwde kom of erbuiten), de wegcategorie, het snelheidsregime, de verkeersintensiteiten en de rol van de route in het fietsnetwerk. Onderstaande tabel toont de aanbevolen fietsvoorzieningen binnen en buiten de bebouwde kom. Merk op dat fietssuggestiestroken hierin niet zijn opgenomen. Fietssuggestiestroken worden eerder beschouwd als een suboptimale oplossing. Aanbevolen wordt om een duidelijke keuze te maken: ofwel een volwaardige fietsstrook (van voldoende breedte en met markering), ofwel een volledig gemengd profiel. In de praktijk worden fietssuggestiestroken doorgaans toegepast als fietsstroken niet passen (vanwege de breedte) of niet gewenst zijn, omdat er incidenteel op geparkeerd moet kunnen worden.

Op een goed ingerichte erftoegangsweg binnen de bebouwde kom zijn fietsstroken om redenen van verkeersveiligheid niet nodig. Op de meeste erftoegangswegen worden daarom geen fietsstroken aangebracht. Er kunnen echter andere redenen zijn om dat toch te doen, bijvoorbeeld om een hoofdfietsroute door een verblijfsgebied vorm te geven.

				Fietsnetwerkcategorie		
Weg-categorie	**Maximumsnelheid gemotoriseerd verkeer (km/h)**		**Intensiteit gemotoriseerd verkeer (mvt/etm)**	**Basisstructuur (I fiets <750/etm)**	**Hoofdfietsnetwerk (I fiets 500-2.500/etm)**	**Snelle fietsroute (I fiets > 2.000/etm)**
Erf-toegangsweg	stapvoets of 30		< 2.500	gemengd verkeer	gemengd verkeer of fietsstraat	fietsstraat (met voorrang)
			2.000-5.000		gemengd verkeer of fietsstrook	fietspad of fietsstrook (met voorrang
			> 4.000	fietsstrook of fietspad		
Gebieds-ontsluitingsweg	50	2×1 rijstrook	niet relevant		fietspad	
		2×2 rijstroken				
	70			fiets-/bromfietspad		

Figuur 15: Keuzeschema fietsvoorzieningen binnen de bebouwde kom (bron: Ontwerpwijzer fietsverkeer)

Wegcategorie	Maximumsnelheid gemotoriseerd verkeer (km/h)	Intensiteit gemotoriseerd verkeer (mvt/etm)	Fietsnetwerkcategorie	
			Basisstructuur	Hoofdfietsnetwerk of snelle fietsroute (I fiets > 500/etm)
Erf-toegangsweg	60 (of 30)	< 2.500	gemengd verkeer	fietsstraat als I auto < I fiets [1]; fietspad of gemengd als I auto > I fiets
		2-000-3-000	fietspad, eventueel fietsstroken	
		> 3000	fietspad	
Gebieds-ontsluitingsweg	80	niet relevant	fiets-/bromfietspad	

1) plus eventueel aanvullende eisen op het gebied van de snelheid

Figuur 16: Keuzeschema fietsvoorzieningen buiten de bebouwde kom (bron: Ontwerpwijzer fietsverkeer)

3.2.5 Bronnen

- www.fietsersbond.nl
- www.verkeersregels.vvn.nl
- CROW Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen
- https://wetten.overheid.nl/
- www.fietsberaad.nl/getmedia/68d3ad2c-88d2-4634-8279-d33349ae5c74/Fietsberaadnotitie-Aanbeveling-fiets-en-kantstroken.pdf.aspx?ext=.pdf
- www.bsabv.nl/verschil-fietsstrook-en-fietssuggestiestrook/
- www.swov.nl/publicatie/enkele-gedragseffecten-van-suggestiestroken-op-smalle-rurale-wegen
- CROW ontwerpwijzer fiets

3.3 Duitsland

3.3.1 Fietspad (Radweg)

3.3.1.1 Definitie

Een fietspad in Duitsland kan verplicht of onverplicht zijn. Wordt het aangegeven met een verkeersbord 237, 240 of 241, dan is het verplicht er gebruik van te maken. Als geen van deze borden aanwezig is, mogen fietsers ook op de rijweg fietsen. In dat geval kan de fietser dus beslissen of hij op de rijweg wil fietsen of gebruik wil maken van een bestaand (onverplicht) fietspad.

Als aan verkeersborden een onderbord 'Radfahrer frei' is aangebracht, betekent dit dat fietsers ook gebruik mogen maken van de straat of het deel van de straat waarnaar het verkeersbord verwijst.

237

240

241

Figuur 17: Verkeersborden fietspad (Duitsland)

Figuur 18: Onderbord 'Radfahrer frei'

In de regel wordt een fietspad ofwel van het trottoir ofwel van de rijweg van de straat gescheiden door markeringen, een speciale ondergrond of een stoeprand. Fietspaden

kunnen daarom worden aangelegd met gekleurd of grijs asfalt, speciale afdekkingen of met rode of donkergrijze betonblokken.

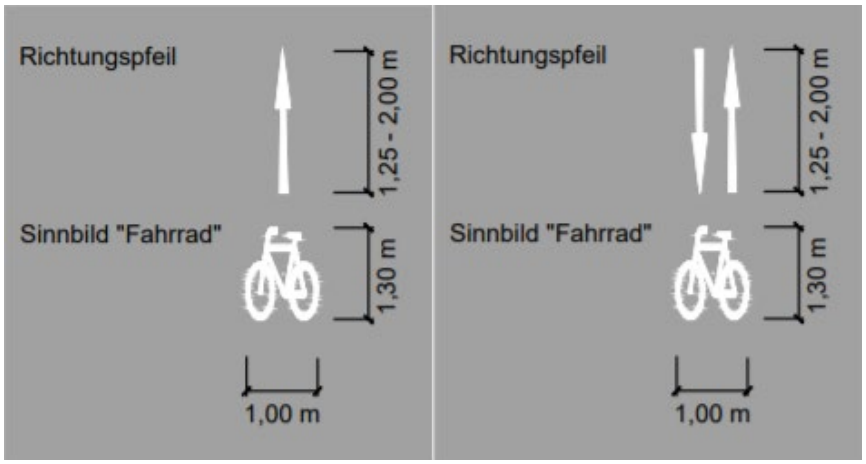
Als fietspaden enkel worden gescheiden door een witte markering op de weg, wordt gesproken van fietsstroken (zie hoofdstuk 3.3.2).

Fietspad met doorlopende streeplijn en rode markering te Bremen (Bron: Foto door Ulamm, verspreid onder een CC BY-SA 3.0 licentie)

Tweerichtingsfietspad met rode markering te Berlijn (Bron: Foto door W.-D. Haberland, verspreid onder een CC BY-SA 3.0 licentie)

3.3.1.2 Markering

Fietspaden kunnen optioneel gemarkeerd worden met een wit fietspictogram op het wegdek. Fietspaden moeten altijd een richtingwijzer hebben en ze mogen niet in de andere richting gebruikt worden. De rijrichting kan aangeduid worden met verkeersborden of met een markering op het fietspad zelf.

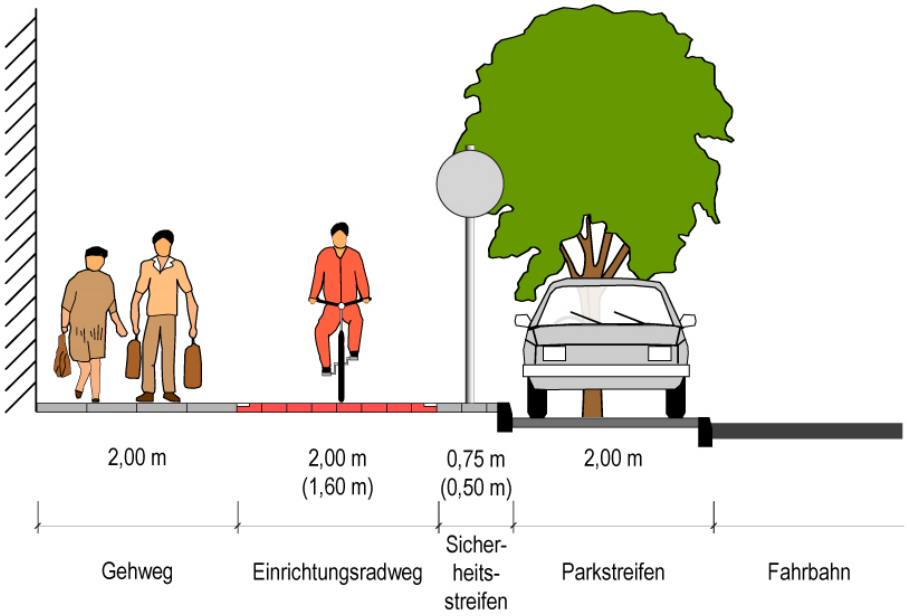


Figuur 19: Markering fietspad: enkelrichting (links), dubbelrichting (rechts) (Bron: Musterlösungen für Radverkehrsanlagen in Baden-Württemberg)

3.3.1.3 Breedte

Volgens de Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) is de standaardbreedte van een fietspad 2,00 meter. Bij weinig fietsverkeer kan een breedte van 1,60 meter gehanteerd worden. Tussen het fietspad en langsgeparkeerde auto's ligt een schrikstrook van 0,75 meter. Als het fietspad rechtstreeks grenst aan de weg, moet een schrikstrook van 0,50 meter worden aangebracht.

Een tweerichtingsfietspad heeft een standaardbreedte van 3,00 meter. Zijn de fietsverkeersintensiteiten laag, dan volstaat een breedte van 2,50 meter.



Figuur 20: Breedte fietspad (Bron: ADFC)

3.3.2 Fietsstrook (Radfahrstreifen)

3.3.2.1 Definitie

Een fietsstrook is een gescheiden onderdeel van de weg voorbehouden voor fietsers. Fietsstroken liggen meestal aan de rand van de weg. Ze moeten worden aangeduid door het verkeersbord 237 (eventueel geschilderd op het wegdek). Het is dus altijd verplicht aanwezige fietsstroken te gebruiken. Andere voertuigen mogen er geen gebruik van maken. Ook stoppen en parkeren op fietsstroken is niet toegestaan. Je mag ze wel oversteken om bijvoorbeeld een oprit of parkeervak te bereiken; in dat geval wordt de fietsstrook plaatselijk aangeduid met een onderbroken streepmarkering.

Fietsstrook met doorlopende lijnmarkering te Hamburg. Ter hoogte van het kruispunt wordt de doorlopende lijnmarkering vervangen door een onderbroken streepmarkering. (Bron: Foto door Flor!an, verspreid onder een CC BY-SA 3.0 licentie)

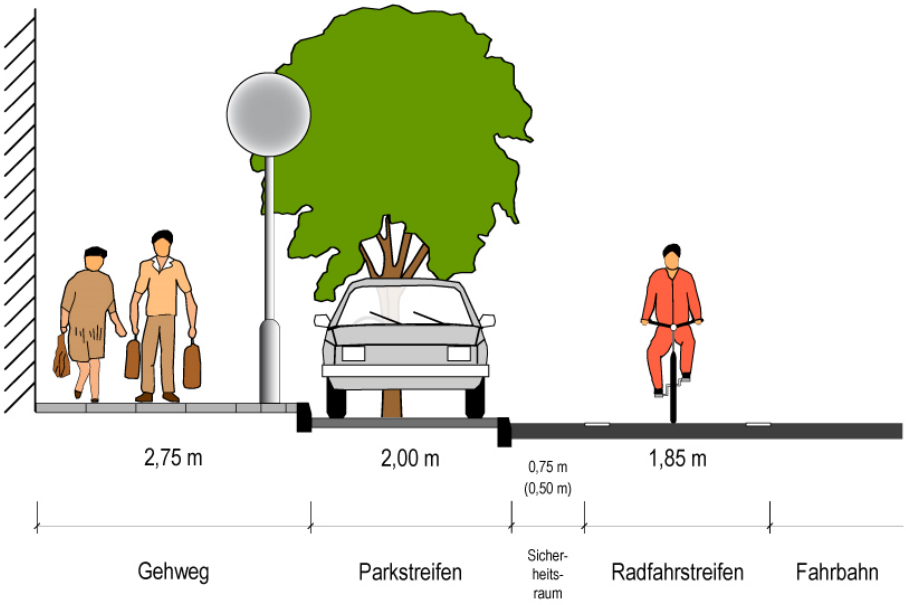
3.3.2.2 Markering

De fietsstrook wordt van de overige rijstroken gescheiden door een witte ononderbroken lijn met een breedte van 0,25 meter. Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van een wit fietspictogram op het wegdek. Aan het begin van de fietsstrook en na elke aansluiting van een andere straat moet het fietspictogram op de grond worden afgebeeld. Nadien wordt het pictogram ongeveer om de 60 meter geplaatst.

Ter hoogte van bushaltes, opritten en kruisingen wordt deze doorlopende witte lijn vervangen door een onderbroken lijn, zodat ook andere voertuigen hier de fietsstrook kunnen oversteken. De onderbroken lijn heeft ook een breedte van 0,25 meter, een lengte van 0,50 meter en een spatie van 0,20 meter.

3.3.2.3 Breedte

Een fietsstrook heeft een minimale breedte van 1,85 meter, inclusief de doorlopende witte lijn. Daarnaast moet een schrikstrook van 0,50 tot 0,75 meter worden aangelegd tussen de fietsstrook en langsgeparkeerde auto's. Indien de fietsstrook langs haaks geparkeerde auto's loopt, moet de schrikstrook 0,75 meter breed zijn. In specifieke omstandigheden kunnen fietsstroken ook breder zijn. Dit kan onder meer het geval zijn bij hoge verkeersintensiteiten en zwaar verkeer of nabij scholen en fietsbestemmingen.



Figuur 21: Breedte fietsstrook (Bron: ADFC)

3.3.3 Beschermstrook (Schutzstreifen)

3.3.3.1 Definitie

Een beschermstrook is een strook aan de rand van de rijweg die gemarkeerd wordt met een onderbroken witte lijn en de afbeelding van een fiets. Het gebruik van deze strook is niet verplicht voor fietsers. In uitzonderlijke gevallen mogen voertuigen over de beschermstrook rijden, als dit het fietsverkeer niet in gevaar brengt. Tweerichtingsverkeer voor auto's moet wel plaats kunnen vinden zonder dat de beschermstrook hiervoor gebruikt moet worden. Auto's mogen niet op beschermstroken stoppen of parkeren.

Volgens de Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Strassenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO) mogen beschermstroken enkel binnen de bebouwde kom, in straten met een maximale snelheid van 50 km/u, worden toegepast.

Beschermingsstrook afgebakend met een onderbroken markering in Metzingen (Bron: Foto door Ulamm, verspreid onder een CC BY-SA 3.0 licentie)

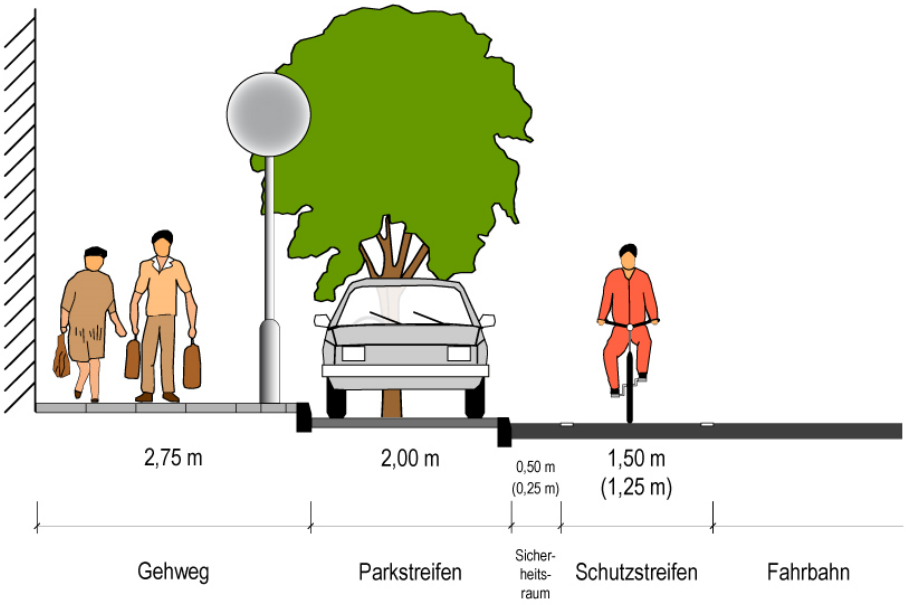
3.3.3.2 Markering

De onderbroken lijn heeft een breedte van 0,12 meter, een lengte van 1,00 meter en een spatie van 1,00 meter. Om duidelijk te maken dat dit deel van de rijweg is voorbehouden voor fietsers, wordt op regelmatige afstand de afbeelding van een fiets op het wegdek aangebracht.

3.3.3.3 Breedte

Beschermstroken zijn minimaal 1,25 meter breed. De standaardbreedte is 1,50 meter, inclusief de breedte van de markering van de beschermstrook. Daarnaast wordt ook een schrikstrook aangelegd van 0,25 tot 0,50 meter tot langsgeparkeerde auto's. Bij haaks geparkeerde auto's moet de schrikstrook 0,75 meter breed zijn.

De rijbaan voor motorvoertuigen heeft in geval van een snelheidsbeperking tot 30 km/u en een intensiteit van minder dan 800 motorvoertuigen op een piekuur een minimale breedte van 4,50 meter (minimale ruimte tussen de 2 beschermstroken).



Breedte beschermstrook (Bron: ADFC)

3.3.4 Passeerafstand

In Duitsland moeten bestuurders van gemotoriseerde voertuigen minstens een zijdelingse afstand van 1,5 meter bewaren tussen hun voertuig en de fietser. Buiten de bebouwde kom bedraagt de minimale zijdelingse afstand 2,00 meter. Ook wie kinderen inhaalt, moet een minimale afstand van 2,00 meter houden.

3.3.5 Bronnen

- www.stvo.de/strassenverkehrsordnung/90-2-strassenbenutzung-durch-fahrzeuge
- www.bussgeldkatalog.org/radweg
- www.aktivmobil-bw.de/fileadmin/user_upload_fahrradlandbw/Downloads/Musterloesungen_RadNETZ.pdf
- www.verkehrswende-darmstadt.de/infothek/breite-von-radwegen/
- www.bussgeldkatalog.org/radfahrstreifen/
- www.adfc-nrw.de/kreisverbaende/kv-wesel/adfc-vor-ort/dinslaken-voerde/gut-zu-wissen/angebotsstreifen.html
- https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Zweispuriger_Radweg_f%C3%BCr_beide_Richtungen,_Treskowallee_Berlin.jpgwww.politik-starnberg.thosch.com/Leitfaden-Rad-Ausgabe-2016-Stadt-Muenchen
- www.erfurt.de/ef/de/leben/planen/verkehr/vep/120687.html
- www.stvo2go.de/schutzstreifen-voraussetzungen/

3.4 Synthese markering fietspad/-suggestiestrook

De markeringen voor fietspaden en fietssuggestiestroken in Vlaanderen, Nederland en Duitsland vertonen sterke gelijkenissen. Toch zijn er specifieke nuances die maken dat de markeringen niet altijd één-op-één vergelijkbaar zijn.

Figuur 22 en Figuur 23 trachten een overzicht te geven van de verschillende types markering per land in combinatie met een 'hiërarchie' (meest 'dwingende' bovenaan, meest 'vrijblijvende' onderaan).

In België kun je een fietspad aanduiden met een verkeersbord of door middel van een dubbele onderbroken streepmarkering. In Nederland en Duitsland is het niet mogelijk om een fietspad aan te duiden zonder bijhorend verkeersbord. In Nederland en Duitsland bestaat wel het concept 'fietsstrook'/'Radfahrstreifen' dat in se vergelijkbaar is met onze aanliggende niet verhoogde fietspaden. Op een fietsstrook met doorlopende lijn of Radfahrstreifen mag gemotoriseerd verkeer niet rijden of parkeren. De eisen die worden gesteld aan een fietsstrook of Radfahrstreifen zijn wel strenger dan die voor onze aanliggende fietspaden (bijvoorbeeld naar minimale breedte).

Onze fietssuggestiestroken zijn qua vormgeving en visuele impact (okergele strook met een minimumbreedte van 1,70 meter) op het eerste zicht vergelijkbaar met bijvoorbeeld de fietsstrook met onderbroken streepmarkering in Nederland (met een rode inkleuring en een minimumbreedte van 1,70 meter van de fietsstrook), maar ze hebben een andere juridische betekenis. De fietssuggestiestrook in België is enkel een visueel element, ze heeft geen juridische betekenis. Auto's mogen er gewoon over rijden en op parkeren. De visueel enigszins vergelijkbare fietsstrook met onderbroken streepmarkering in Nederland heeft wel een juridische betekenis. Parkeren is er verboden en auto's mogen er enkel over rijden als ze daarmee geen fietsers hinderen. De maatvoering van de rijweg voor gemotoriseerd verkeer centraal tussen de twee fietsstroken is globaal genomen ook breder, waardoor auto's minder genoodzaakt zijn om over de fietsstrook te tijden. De ontwerprichtlijnen voor fietssuggestiestroken in Vlaanderen vragen net om een smalle centrale rijloper, waardoor auto's zowat verplicht zijn om over de fietssuggestiestrook te rijden bij kruisend verkeer. De juridisch vergelijkbare fietssuggestiestroken in Nederland zijn dan weer veel minder opvallend gemarkeerd in vergelijking met de Vlaamse fietssuggestiestroken.

Hebben beide markeringstypes voor een fietssuggestiestrook een vergelijkbaar effect? Terwijl men in Nederland vooral inzet op ruime, afgebakende fietsvoorzieningen van goede kwaliteit, wordt er in België en Duitsland wel extra juridische bescherming geboden aan de fietsers door een minimale passeerafstand op te leggen tussen een fietser en een inhalende/voorbijrijdende auto. De vraag is dan wel of dit hetzelfde effect heeft qua beleving en accentuering van de fietsers, de feitelijke tussenafstand tussen de fietser en het gemotoriseerd verkeer en dus uiteindelijk het comfort en de verkeersveiligheid van de fietser.

Fietspad en fietssuggestiestrook				
		België/Vlaanderen	Nederland	Duitsland
Fietspad	Tweerichting	Verkeersbord D7 of D9	Verkeersbord G11 of G12a	Radweg: verkeersbord 237, 240 of 241
	Eenrichting	Verkeersbord D7 of D9	Verkeersbord G11 of G12a	Radweg: verkeersbord 237, 240 of 241
		Dubbel onderbroken streepmarkering		
Fietsstrook			Doorlopende streep met fietslogo's	Radfahrstreifen: Verkeersbord 237 en doorlopende streep en fietslogo's
			Onderbroken streep met fietslogo's	Schutzstreifen: Onderbroken streep met fietslogo's

Fietssuggestiestrook	Okerkleurige strook	Onderbroken streep	
	Afwijkende materialisatie		
Fietslogo's	Fietslogo's		

Figuur 22: Overzicht markeringen fietspad/-suggestiestrook (Bronnen: Stefan Dewickere, Cyclomedia en Ulamm, W.-D. Haberland, verspreid onder een CC BY-SA 3.0 licentie)

Fietspad en fietssuggestiestrook: consequenties					
België/Vlaanderen		**Nederland**		**Duitsland**	
Fietspad	**Verkeersbord D7 of D9** • Niet overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden erop te parkeren	Fietspad	**Verkeersbord G11 of G12a** • Niet overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden erop te parkeren	Radweg	**Verkeersbord 237, 240 of 241** • Niet overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden erop te parkeren
	Dubbel onderbroken streepmarkering • Enkel eenrichtingsfietspaden • Niet breder dan autoverkeer • Niet overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden op te parkeren	Fietsstrook	**Doorlopende streep met fietslogo's** • Niet overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden erop te parkeren	Radfahrstreifen	Verkeersbord 237 en doorlopende streep en fietslogo's • Niet overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden erop te parkeren
			Onderbroken streep met fietslogo's • Overrijdbaar voor autoverkeer maar mogen fietsers niet hinderen • Verboden erop te parkeren	Schutzstreifen	**Onderbroken streep met fietslogo** • Rijbaan voor autoverkeer≥ 4,5 m • Overrijdbaar voor autoverkeer • Verboden erop te parkeren
Fiets-suggestie-strook	Oberkleurige strook Afwijkende materialisatie Fietslogo's • Overrijdbaar voor autoverkeer • Parkeren toegelaten	Fiets-suggestie-strook	**Onderbroken streep** • Overrijdbaar voor autoverkeer • Parkeren toegelaten		
	Passeerafstand auto - fietser • Minimaal 1m binnen bebouwde kom • Minimaal 1,5m buiten bebouwde kom				**Passeerafstand auto - fietser** • Minimaal 1m binnen bebouwde kom • Minimaal 2m buiten bebouwde kom (of bij inhalen kinderen)

Figuur 23: Overzicht markeringen fietspad/-suggestiestrook: consequenties

4 Onderzoeksopzet

4.1 Eerder onderzoek

4.1.1 Wallonië

In Wallonië zijn er veel landelijke wegen buiten de bebouwde kom, met eerder lage verkeersintensiteiten maar hoge rijsnelheden (snelheidsregime 90 km/u). De hoge rijsnelheid maakt deze wegen weinig aantrekkelijk voor fietsers. Veel Waalse gemeenten zoeken daarom een oplossing om de ruimte op een veilige manier te delen. Een weg met kantstroken (een weg samengesteld uit een centrale rijloper voor het gemotoriseerde verkeer met aan weerszijden kantstroken bestemd voor de zachte modi ofwel met middenrijbaanmarkering) was volgens verschillende Waalse gemeenten een oplossing. Op vraag van het Waalse Gewest voerde het BIVV daarom in 2012 een onderzoek uit naar het effect van de middenrijbaanmarkering (MRM) of CVCB (Chaussée à voie centrale banalisée).

Deze evaluatie gebeurde op vijf wegen met kantstroken. Er werden testen uitgevoerd om na te gaan of de nieuwe situatie leidt tot een afname van de gereden snelheid en of er een respectvoller houding van de voertuigbestuurders was ten aanzien van de zachte weggebruikers.

Uit de analyse van de metingen blijkt dat er eerder sprake was van een lichte toename van de geobserveerde snelheid, al was het verschil niet significant. De gemiddelde tussenafstand bij het inhalen van een fietser verminderde: het aantal inhaalmaneuvers waarbij een afstand van meer dan 2,75 meter wordt gehouden daalde sterk, maar een minimale tussenafstand van 1,50 meter werd wel gewaarborgd. De minimale passeerafstand was namelijk toegenomen. De categorie van het inhalen met minder dan 1,50 meter is verdwenen.

Bron: 'La Chaussée à voie centrale banalisée' : une réponse intéressante à la sécurité des modes doux ?, Houdmont A., Chalanton I., Janssens I., Institut Belge pour la sécurité routière.

4.1.2 Nederland

SWOV heeft een tweetal observatiestudies uitgevoerd op wegvakken met en zonder kantstroken. In de eerste studie (Van der Kooi & Heidstra, 1999) zijn wegen met en zonder kantstroken vergeleken. Het bleek dat auto's op wegen met kantstroken gemiddeld iets langzamer reden dan op wegen zonder kantstroken. Tegelijkertijd bleek echter dat de ruimte tussen fietsers en passerende auto's iets kleiner was op wegen met stroken dan op wegen zonder.

De tweede studie (Van der Kooi & Dijkstra, 2003) was een voor- en nastudie naar het effect van kantstroken. Voor en na de aanleg van de kantstroken is gekeken naar de rijsnelheid van auto's en de plaats op de weg (dwars op de rijrichting). Het blijkt dat er een 'kanaliserende' werking uitgaat van een rijloper met kantstroken en dat zowel fietsers als automobilisten deze lijken te accepteren. De fietsers gebruiken hun 'eigen' strook en rijden meestal verder van de wegrand af dan voordat er een strook was. Ook vrij rijdende automobilisten rijden op een weg met kantstroken over het algemeen iets verder van de wegrand af. Bij het passeren van een fietser kiezen ze er in veel gevallen voor om niet over de tegenoverliggende kantstrook te rijden. Dat betekent tegelijkertijd dat automobilisten bij het inhalen van een fietser op een kantstrook meestal minder afstand nemen tot de fietser. De gemiddelde rijsnelheid neemt in de meeste gevallen iets af als gevolg van de kantstroken (enkele kilometers per uur).

Los van het specifieke geval van kantstroken op 60 km/u-wegen is er in de wereld veel onderzoek verricht naar het effect van belijning en markering op rijgedrag van gemotoriseerd verkeer. Op basis van een meta-analyse van dit soort studies (Davidse et al., 2004) kan onder andere worden geconcludeerd dat een kantmarkering een positief effect heeft op de dwarspositie van auto's op de weg, en dat ze de kans verlaagt om van de weg af te raken en bermschade te veroorzaken. Een ongewenst effect is dat door de goede visuele geleiding van belijning bestuurders geneigd zijn sneller te gaan rijden. Onderbroken lijnen leveren (iets) minder visuele geleiding op dan doorgetrokken lijnen, en geven bovendien een betere indruk van de gereden snelheid. Als het doel, zoals op erftoegangswegen, snelheidsreductie is, dan hebben onderbroken lijnen de voorkeur.

Bron: SWOV-Factsheet 'Kantstroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom'

4.1.3 Frankrijk

De Franse wegbeheerder CEREMA heeft zes evaluaties van experimentele middenrijbaanmarkeringen (MRM) uitgevoerd. Over het algemeen is het effect van de Franse MRM of la chaussée à voie centrale banalisée (CVCB) op voertuigsnelheden klein tot nihil of niet significant of te wijten aan andere maatregelen die op hetzelfde moment worden uitgevoerd. Het subjectieve veiligheidsgevoel bij de fietsers vergrootte door de aanleg van de MRM. Systematische kwantitatieve gedrags-/conflictobservatie tijdens de evaluaties was beperkt en er bestaan geen kwantitatieve analyses van het gedrag bij het inhalen zoals zijdelingse afstand of type inhaalmaneuver. Bovendien bleek dat de enkele positieve effecten (op de waargenomen veiligheid, op de positionering van voertuigen, op de snelheid) na verloop van tijd afzwakken. De breedte van het 'fietsersgedeelte' bleek ook van belang. Als het te smal is, kan de afstand tussen auto's en fietsers kleiner in plaats van groter worden.

4.2 De onderzoeksvraag

Veel gemeenten zoeken een oplossing om de plaats van de fiets nadrukkelijker aan te geven, specifiek op wegen met gemengd verkeer buiten de bebouwde kom. Overal fietssuggestiestroken met een okergele slemlaag aanleggen is financieel een zware inspanning of vanwege de ruimtelijke context niet wenselijk. Een mogelijk alternatief die al op verschillende plaatsen in Vlaanderen met uiteenlopende vormgeving wordt toegepast, is de middenrijbaanmarkering (MRM). Daarbij wordt aan beide zijden van de weg een strook gemarkeerd die ongeveer even breed is als een fietssuggestiestrook en die plaats laat voor fietsers. Automobilisten mogen net als bij de fietssuggestiestrook over de gemarkeerde strook rijden. **De vraag is of zo'n MRM fietsers meer ruimte geeft en tot veiliger gedrag van alle weggebruikers leidt.**

Om deze vraag te onderzoeken werd de MRM vergeleken met een situatie zonder markering en ook met een markering door een okergele slemlaag. Dit gebeurde aan de hand van video-observaties. Om te beslissen of deze twee types markeringen tot veiliger gedrag leidden, was een vergelijkend onderzoek nodig. Hierbij werd telkens een voor- en nameting uitgevoerd waarbij eerst een baselinesituatie geobserveerd werd (zonder markering), en dan de MRM aangebracht werd, gevolgd door een nieuwe video-observatie. Vervolgens werd een okergele slemlaag aangebracht ter vervanging van de MRM, waarna een derde video-observatie volgde. Door alle drie de situaties (geen markering, MRM en slemlaag) op dezelfde locatie te observeren, kan een oorzakelijk verband tussen markering en gedrag worden aangetoond. Voor een betere generalisatie van de resultaten werd deze procedure op twee locaties (Bornem en Hasselt) uitgevoerd.

Middenrijbaanmarkering (MRM) Barelstraat Bornem

4.3 Selectie type markering

Voor de aanduiding van de middenrijbaanmarkering werden verschillende markeringsopties onderzocht. Hierbij was het belangrijk dat de MRM (die overreden mag worden) zich duidelijk onderscheidt van de fietspadmarkering (die niet overreden mag worden) om verwarring en mogelijke uitholling van het respect voor fietspaden te voorkomen. Onderstaande visualisaties geven een beeld van de verschillende markeringsopties bij fietsen in gemengd verkeer, uitgaande van het gezichtsveld van een automobilist.

Referentie: Fietspadmarkering in België

Deze markering is geen optie voor de aanduiding van de MRM, maar ze wordt als vergelijkingsreferentie gebruikt.

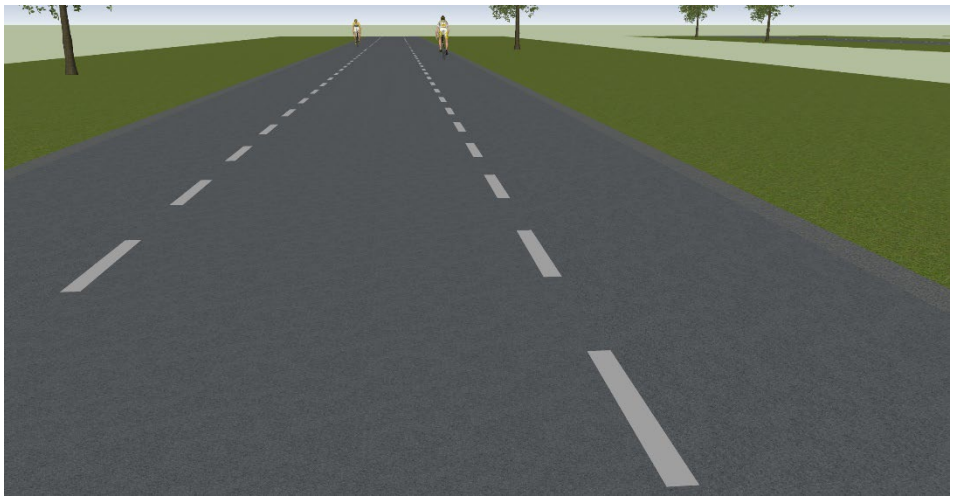
Markering: lengte 125 cm, tussenafstand 125 cm, breedte 15 cm

Figuur 24: Visualisatie van de MRM door middel van de Belgische fietspadmarkering

Optie 1: Nederlandse fietsstrookmarkering met een onderbroken lijn

Vanuit het gezichtsveld van een automobilist is het verschil met de fietspadmarkering klein. Om de fietser goed duidelijk te maken wat zijn positie op de rijweg is, kunnen fietslogo's toegevoegd worden.

Markering: lengte 100 cm, tussenafstand 100 cm, breedte 10 cm



Figuur 25: Visualisatie van de MRM door middel van de onderbroken lijnmarkering bij een fietsstrook in Nederland

Optie 2: Markeringsvoorstel uit onderzoek Wallonië (IBSR 2012)

Vanuit het gezichtsveld van een automobilist is het verschil met de fietspadmarkering klein. Om de fietser goed duidelijk te maken wat zijn positie op de rijweg is, kunnen fietslogo's toegevoegd worden.

Markering: lengte 100 cm, tussenafstand 200 cm, breedte 10 cm

Figuur 26: Visualisatie van de MRM door middel van de markeringslijn die werd gebruikt in het onderzoek uit Wallonië

Optie 3: Fietslogo-verbindingsmarkering (zonder pijlen)

Vanuit het gezichtsveld van een automobilist is er een duidelijk verschil met de Belgische fietspadmarkering. Maar aangezien deze markering erg afwijkt van de fietspadmarkering, bestaat de kans dat fietsers niet begrijpen dat ze binnen deze zone kunnen fietsen. Fietslogo's aanbrengen (bij aanvang van de markering en telkens na een kruispunt) is dus

aangewezen. Deze markering wordt in Vlaanderen al gebruikt ter hoogte van kruispunten voor de aanduiding van de fietsoversteek dwars op de voorrang.

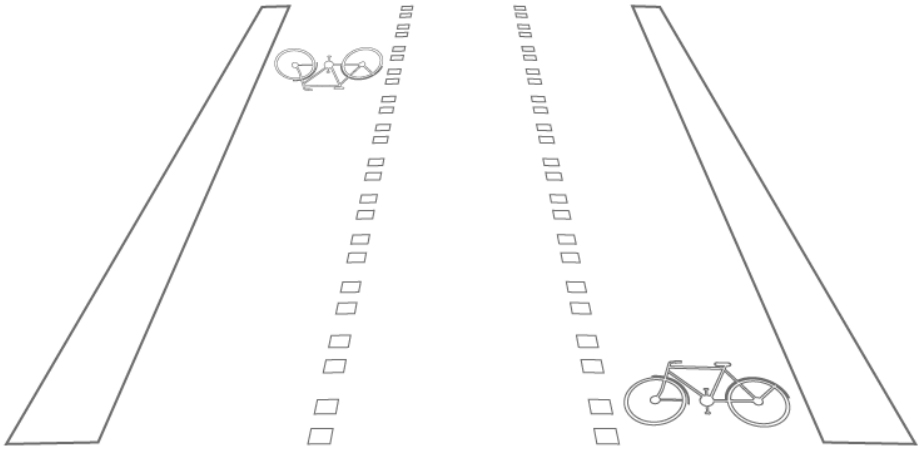
Markering: lengte 15 cm, tussenafstand afwisselend 15 cm en 30 cm, breedte 15 cm

Figuur 27: Visualisatie van de MRM door middel van de fietslogo-verbindingsmarkering (zonder pijlen of logo's).

Aangezien de fietslogo-verbindingsmarkering duidelijk afwijkt van de Belgische fietspadmarkering en ook geen nieuwe markering is, werd deze geselecteerd voor de aanduiding van de MRM.

Deze markering bestaat uit twee evenwijdige witte onderbroken strepen die bestaan uit vierkante trekken met een zijde van 15 bij 15 cm, met afwisselend 15 en 30 cm tussenafstand. Zij bakenen de denkbeeldige randen van de middenrijbaan af.

Een fietssymbool mag op de zijdelingse stroken aan de buitenkant van die markeringen worden aangebracht.



Figuur 28: Verkozen markeringstype voor MRM: fietslogo-verbindingsmarkering met fietslogo bij aanvang van de markering en telkens na een kruispunt.

5 Methode

5.1 Onderzoeksdesign

Om de impact van een markering op het rijgedrag te onderzoeken is er telkens een voor- en nameting nodig. Het onderzoeksdesign of de proefopstelling voor fietsen in gemengd verkeer bestaat uit drie metingen of observaties:

- Baselinemeting: geen markering
- Nameting 1: middenrijbaanmarkering (MRM) met de fietslogo-verbindingsmarkering
- Nameting 2: fietssuggestiestroken met okergele slemlaag

Figuur 29: Onderzoeksdesign of proefopstelling met drie meetmomenten

Voor een betrouwbaar resultaat is het noodzakelijk dat er per observatie 200 interacties tussen fietsers en gemotoriseerde voertuigen geanalyseerd worden. Zo krijg je een correct beeld van het rijgedrag. De meetperiode zal dus telkens afhankelijk zijn van de geobserveerde interacties. Standaard zijn we vertrokken van een meetperiode van één week per observatie.

5.2 Wat meten we?

Bij de video-observaties worden vijf indicatoren onderzocht: blijven de automobilisten achter een fietser of halen ze in; hoe groot is de zijdelingse afstand tussen auto en fietser; hoe ver rijdt de fietser van de wegkant; hoe groot is de afstand van de auto tot de rand van de weg; hoe snel rijden de auto's?

Plaats van de fietser op de weg
Afstand van rechterkant
Naargelang type interactie - Inhalende automobilist - Kruisende automobilist - Geen automobilist
Naargelang het aantal fietsers - Eén fietser versus 2 of meer fietsers
Type interactie
Automobilist haalt fietser in
Automobilist blijft achter fietser
Zijdelingse afstand tussen fietser en automobilist
Bij het inhalen
Bij het kruisen
Positie automobilist
Afstand van rechter kant
Naargelang type interactie - Inhalen - Kruisen - Geen fietser
Naargelang het aantal fietsers - Eén fietser versus 2 of meer fietsers
Snelheid
Automobilist

Figuur 30: Gemeten variabelen

5.3 Keuze locaties

Voor dit onderzoek zochten we twee proeflocaties, omdat we dan de data van beide locaties kunnen vergelijken om tot algemenere onderzoeksresultaten te komen. Begin maart 2021 lanceerden we een oproep aan de Vlaamse steden en gemeenten om deel te nemen aan dit onderzoek. We zochten twee locaties waarvoor de stad/gemeente bereid was om de twee markeringen (MRM en okergele slemlaag) successief op eigen kosten op het hele wegsegment tussen twee kruispunten aan te brengen. Voor de proefopstelling golden volgende criteria:

- Lokale weg buiten de bebouwde kom zonder markeringen
- Wegen met gemengd verkeer waar het eigenlijk niet wenselijk is om fietspaden aan te leggen (vanwege de categorisering van de weg, ruimtelijke context, intensiteiten…)
- Rijwegbreedte tussen 5,40 en 6,60 meter (cf. Richtlijnen Vademecum Fietsvoorzieningen voor de aanleg van fietssuggestiestroken)
- Maximale snelheid 50 km/u
- Intensiteiten motorvoertuigen en fietsers zo hoog mogelijk, aangezien we streven naar minstens 200 interacties per proefopstelling
- Markering wordt aangebracht op het hele segment tussen twee kruispunten
- De kruispunten moeten enkele honderden meters uit elkaar liggen.

27 steden en gemeenten reageerden positief, maar er voldeden maar vier locaties aan alle criteria. De locaties zijn weergegeven Tabel 1. Uiteindelijk werden **Bornem en Hasselt** geselecteerd. De inzet en medewerking van beide gemeenten was cruciaal voor het slagen van dit onderzoek.

De inzet en medewerking van Bornem en Hasselt was cruciaal voor het slagen van dit onderzoek.

Tabel 1: Mogelijke proeflocaties voor onderzoek naar fietsmarkeringen voor gemengd verkeer

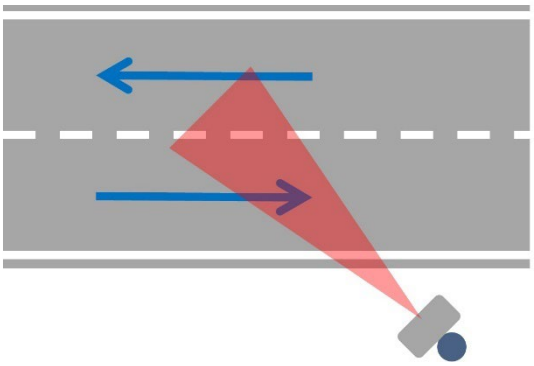
PROEFOPSTELLING 1 GEMENGD VERKEER	Bornem	Hasselt	Eeklo	Keerbergen
Straat	Barelstraat	Kannaertsstraat	Waaistraat	Vlieghavenlaan
Wegsegment	Barelstraat x Bareldreef tot Barelstraat x Oppuursesteenweg	Tussen N739-Stevoortse Kiezel en doodlopende zijstraat (ook Kannaertsstraat genoemd)	tussen Peperstraat - Sint-Vincentiusstraatje	tussen kruispunten met Kanarieweg en Mereldreef
Lengte (m)	1000	350	430	460
Breedte (m)	6	6,3	6,5	5,6
Bibeko /bubeko	bubeko	bubeko	bubeko	bubeko
Snelheid (km/u)	50	50	70	50
Intensiteit auto	1500 voertuigen / dag (schatting)	100 à 130 per spitsuur	spitsuur 100 (schatting)	1000 voertuigen / dag
Intensiteit fiets	100 fietsers / dag (schatting)	10 per spitsuur	spitsuur 50 (schatting)	350 fietsers / dag
Akkoord eigen middelen	ja	ja	ja	ja
Aandachtspunten	Intensiteiten - ruwe inschatting op basis van metingen uit omliggende straten uit het verleden	nvt	Verbindingsweg Leerlingen van Kaprijke fietsen via Waaistraat naar Eeklo Asmarkering kan verwijderd worden door de gemeente	asmarkering en groene bollen op wegdek (schoolomgeving), moeten verwijderd worden (de gemeente geeft aan dat ze dat wil doen)

5.4 Opzet metingen

5.4.1 Snelheidsmetingen

De snelheid van de voertuigen wordt gemeten met behulp van een wegkantradar van het type DataCollect SDR[3]. De snelheid van de voorbijrijdende voertuigen wordt bepaald aan de hand van het dopplereffect. De geregistreerde gegevens zijn: datum en tijdstip, rijrichting, snelheid en lengte van het voertuig.

Gebruikte radar voor snelheidsmetingen



Schematische werkwijze radar voor snelheidsmeting

De radarinstallatie wordt opgehangen aan een paal. Er wordt een rubberen inleg aangebracht om schade aan de paal te voorkomen. Het toestel heeft een ingebouwde accu en werkt autonoom.

[3] https://www.datacollect.com/sdr.html

5.4.2 Video-observatie: apparatuur

De videobeelden worden gemaakt met behulp van een MioVision Scout[4]-opnamesysteem. Dit is een geïntegreerd systeem, met een camera op een uitschuifbare mast met een lengte van 6,00 meter. Daarnaast omvat het systeem een bedieningsmodule, opslagcapaciteit en accu. Het wordt met spanbanden bevestigd aan bestaande infrastructuur zoals een verlichtingsmast of de paal van een verkeersbord. De steunpunten waarmee het systeem tegen de bestaande verlichtingsmast bevestigd wordt, zijn met rubber bekleed. Zo raakt de lak van de mast niet beschadigd. Door de ingebouwde accu is er geen elektrische aansluiting nodig. De systemen zijn compact en discreet, zodat de hinder voor de weggebruikers minimaal is.

Door de montagehoogte van 6,00 meter verkrijgen we een goed overzicht van de weg. De resolutie van de camera is voldoende om het relevante gedrag te kunnen observeren en bestuderen, maar laat niet toe personen of nummerplaten te herkennen. De privacy van de weggebruikers is dus beschermd.

Miovision scout

5.4.3 Verwerking van de videobeelden

De verzamelde videobeelden werden gecodeerd om de noodzakelijke informatie er doelbewust uit te halen. Hierbij werd er een onderscheid gemaakt tussen het coderen van interacties tussen fietsers en gemotoriseerd verkeer enerzijds, en het coderen van vrij bewegende gemotoriseerde voertuigen en fietsers die niet met elkaar interageren (i.e. free-flow) anderzijds. Om dit zo consistent mogelijk te kunnen uitvoeren werd er gewerkt met een codeboek met vooraf gedefinieerde variabelen die van belang zijn voor het onderzoek. Volgende variabelen werden in het codeboek opgenomen:

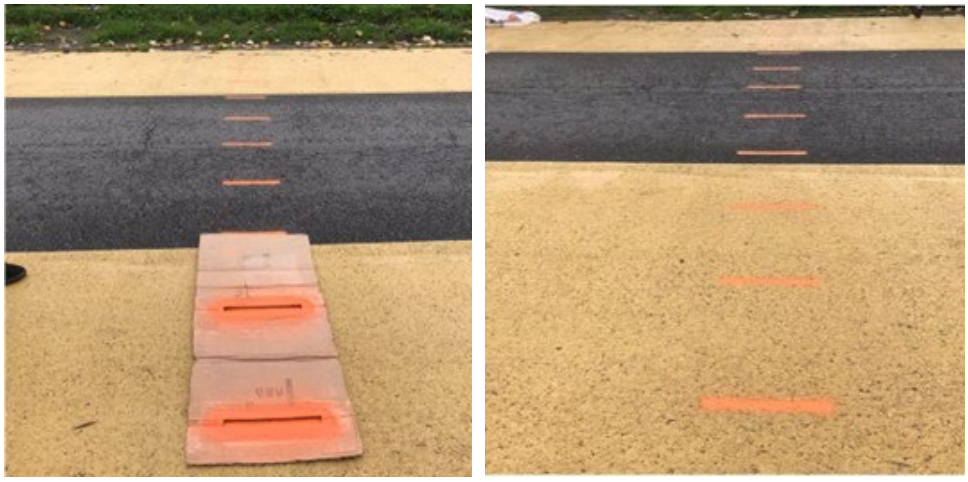
[4] https://miovision.com/scout

Tabel 2: variabelen uit het codeboek voor verwerking van de videobeelden

Lichtgesteldheid	– Daglicht – Schemer	– Donker
Weersomstandigheden	– Droog – Nat wegdek	– Regen
Type fietser	– 1 fietser: ○ Jong ○ Middelbare leeftijd ○ Oud ○ Getraind ○ Met kinderen	– Groep: ○ Ouders met kinderen ○ Jong ○ Middelbare leeftijd ○ Oud ○ Getraind ○ Gemixt
Richting van de fietser	– Naar de camera	– Weg van de camera
Type interactie	– Voertuig haalt fietser in – Voertuig volgt fietser	– Voertuig rijdt in tegenovergesteld richting – Anders
Plaats van de fietser op de rijweg	– Zie zones	
Plaats van het voertuig op de rijweg	– Zie zones	
Pad van de fietsers	– Onveranderd – Naar de rand van de rijweg	– Naar het midden van de rijweg – Anders
Type voertuig	– Bromfiets – Motorfiets – Personenwagen	– Groot voertuig (Vrachtwagen, landbouwvoertuig etc.)
Pad van het voertuig	– Onveranderd – Naar de rand van de rijweg	– Naar het midden van de rijweg – Anders
Type kruisende weggebruiker (indien er nog een weggebruiker passeert in de tegenovergestelde richting, terwijl er al een interactie met een voertuig plaatsvindt)	– Geen – Voetganger – Fietser – Bromfietser	– Motorrijder – Bestuurder wagen – Bestuurder groot voertuig

De zones vermeld in het codeboek werden bepaald aan de hand van 50 cm-intervallen die op de rijweg werden aangeduid met krijtverf. Die vervaagt bij regen of door het gebruik van de weg en beïnvloedt de resultaten niet. Zo werden in Hasselt 12 en in Bornem 13

zones afgebakend die op de beelden werden overgetekend voor de analyses. Op deze manier konden de zones ook nog bepaald worden nadat de krijtverf verdwenen was en kon er gewerkt worden met doorlopende belijning. Het aanbrengen van de zones op de rijweg met krijtverf en de aanduiding op de analysebeelden zijn weergegeven in de onderstaande figuren.



Aanbrengen van zones (50 cm) op wegdek met krijtverf

Aanduiding zones (50 cm) op wegdek op de analysebeelden, voorbeeld in Hasselt.

Het coderen gebeurde door verschillende personen (codeurs). Zij moesten de beelden persoonlijk bekijken en het codeboek vervolgens aanvullen. Om verschillen tussen de codeurs zo klein mogelijk te houden werd vastgehouden aan het vooraf gedefinieerde codeboek en werden de instructies en uitleg steeds gegeven door dezelfde persoon. Op deze manier werd een intercodeur-bias zo sterk mogelijk vermeden. Ook werd de codeur

getraind op testdata, voordat hij de beelden op locatie begon te verwerken om op die manier de principes te vatten en de kans op foutief coderen te verkleinen.

5.4.4 Meetopstelling per locatie

5.4.4.1 Barelstraat, Bornem

In Bornem werd er in de baselinemeetperiode (zonder markering) gemeten met vier camera's (blauwe aanduiding op de luchtfoto) en twee radars (oranje aanduiding op de luchtfoto). Er kwamen twee camera's in het noorden en twee in het zuiden, met op elke plaats een camera naar het noorden en een andere naar het zuiden gericht. Zowel in het noorden als in het zuiden werd een radar gehangen. Gezien de geringe marginale toename in interacties werd er beslist om de daarop volgende metingen uit te voeren met maar twee camera's en twee radars: één in het noorden zuidelijk gericht en één in het zuiden noordelijk gericht).

Figuur 31: Bornem: meetopstelling baseline met 4 camera's en 2 radars

Figuur 32 Bornem: meetopstelling nameting 1 en 2 met 2 camera´s en 2 radars

5.4.4.2 Kannaertsstraat, Hasselt

In Hasselt werden twee camera's en twee radars opgesteld, gericht naar het noorden en zuiden, maar dichter bij elkaar dan in Bornem. Ook hier werden de radars bevestigd ter hoogte van de camera's.

Figuur 33 Hasselt – Kannaertsstraat: meetopstelling

5.4.5 Meetmomenten

Bij de keuze van de meetmomenten waren twee overwegingen doorslaggevend: de gemeente moest tussen de observaties telkens de kans hebben de markeringen (MRM en okergele slemlaag) aan te brengen, en de fietsfrequentie moest hoog genoeg liggen om een voldoende groot aantal interacties te observeren. Om een correct beeld te krijgen van het rijgedrag is het namelijk noodzakelijk dat er per observatie 200 interacties tussen fietsers en gemotoriseerde voertuigen geanalyseerd worden. De meetperiode is dus afhankelijk van de geobserveerde interacties. Standaard zijn we vertrokken van een meetperiode van één week per observatie.

5.4.5.1 Bornem

In Bornem vond de baselinemeting zonder markeringen plaats in juni 2021. Er waren wat praktische problemen met het aanbrengen van de MRM, waardoor de tweede meting pas plaatsvond eind september 2021. We zullen hierop in de discussie terugkomen (zie 7.2.5.)

De okergele slemlaag werd in oktober 2021 aangebracht, zodat de derde meting liep van einde oktober tot begin november 2021.

Meetperiode Bornem

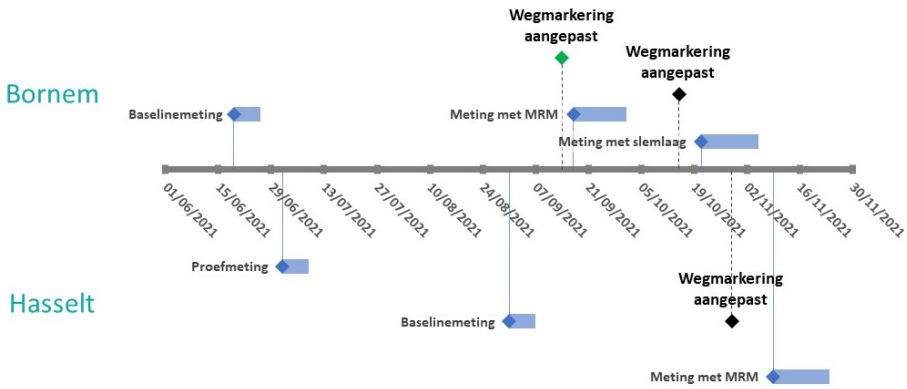
- Baseline meting: geen markering van 18/6/2021 tot 25/6/2021
- Nameting 1: middenrijbaanmarkering (MRM) d.m.v. de fietslogo-verbindingsmarkering van 16/9/2021 tot 23/9/2021
- Nameting 2: fietssuggestiestroken d.m.v. okergele slemlaag van 20/10/2021 tot 2/11/2021

5.4.5.2 Hasselt

In Hasselt vond een eerste baselinemeting begin juli 2021 plaats. Aangezien de Kannaertsstraat in Hasselt vooral door scholieren befietst wordt, waren er op dat moment te weinig interacties tussen fietsers en automobilisten te observeren. De voormeting werd daarom begin september 2021 herhaald. De MRM kon in oktober gelegd worden en de eerste nameting vond plaats in november 2021. Aangezien we de baseline moesten herhalen en de timing opschoof, werd in Hasselt enkel de MRM getest, en niet de okergele slemlaag. Er was namelijk onvoldoende tijd om de slemlaag nog aan te brengen en nadien de effecten ervan te meten.

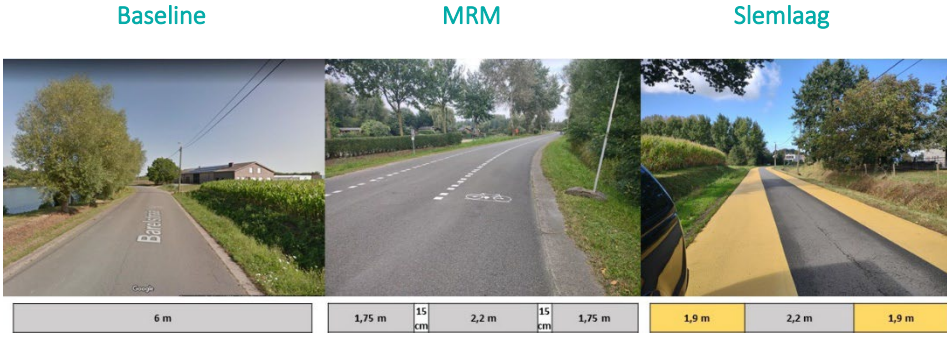
Meetperiode Hasselt

- Baselinemeting: geen markering van 1/7/2021 tot 9/7/2021
- Baselinemeting bis: geen markering van 30/8/2021 tot 7/9/2021
- Nameting 1: middenrijbaanmarkering (MRM) d.m.v. de fietslogo-verbindingsmarkering van 8/11/2021 tot 24/11/2021
- Nameting 2: niet uitgevoerd



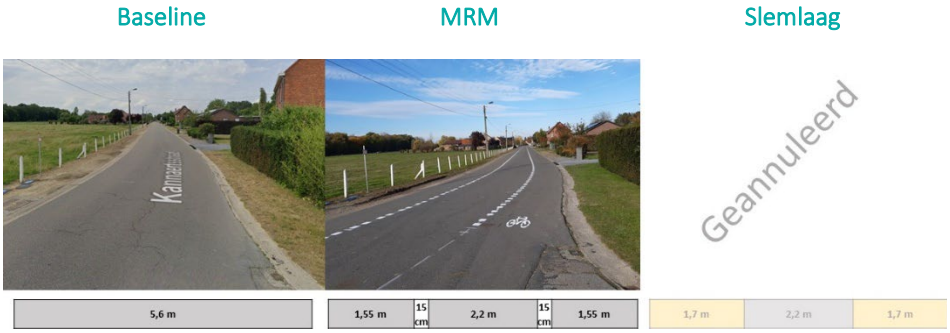
Figuur 34 Tijdlijn metingen in Bornem en Hasselt

In Bornem werden dus metingen gedaan met de MRM en met een okergele slemlaag. De afmetingen van de markeringen zijn weergegeven in Figuur 35. We hanteren voor de afmetingen de richtlijnen uit het Vademecum Fietsvoorzieningen voor de aanleg van fietssuggestiestroken[5].



Figuur 35 Markeringen en afmetingen Bornem

In Hasselt werd de MRM met de baselinesituatie zonder markering vergeleken. De meting met slemlaag moest geannuleerd worden. De markeringen en afmetingen zijn weergegeven in Figuur 36.



Figuur 36 Markeringen en afmetingen Hasselt

5 De breedte van de fietssuggestiestrook bedraagt minimaal 1,70 m en maximaal 2 m. Op wegen met een verhardingsbreedte kleiner dan 5,40 m of groter dan 6,60 m worden geen fietssuggestiestroken toegepast.

6 Resultaten

Zoals in 5.2 'Wat meten we?' besproken werd, hebben we bij de video-observaties vijf indicatoren onderzocht:

- type interactie: inhalen of niet inhalen
- zijdelingse afstanden
- afstand fietser van de rand van de rijweg
- afstand voertuig van de rand van de rijweg
- snelheid automobilisten

Plaats van de fietser op de weg
Afstand van rechterkant
Naargelang type interactie - Inhalende automobilist - Kruisende automobilist - Geen automobilist
Naargelang het aantal fietsers - Eén fietser versus 2 of meer fietsers
Type interactie
Automobilist haalt fietser in
Automobilist blijft achter fietser
Zijdelingse afstand tussen fietser en automobilist
Bij het inhalen
Bij het kruisen
Positie automobilist
Afstand van rechter kant
Naargelang type interactie - Inhalen - Kruisen - Geen fietser
Naargelang het aantal fietsers - Eén fietser versus 2 of meer fietsers
Snelheid
Automobilist

Figuur 37 Gemeten variabelen

Daarnaast hebben we een aantal situatieve kenmerken of variabelen onderzocht die invloed kunnen hebben op de manier waarop interacties verlopen. Deze variabelen zijn:

- is er een tegenligger;
- één fietser of een groep fietsers;
- aanwezigheid van geparkeerde voertuigen;
- welk type voertuig komt met de fietser in interactie;
- en een typering van de fietsers.

In alle hier gerapporteerde analyses werden deze variabelen gebruikt als controlevariabelen. Een voorbeeld: Als er een tegenligger was, dan waren de afstanden tussen fietser en inhalend voertuig kleiner. In de eerste meting in Bornem waren er vaker tegenliggers dan in de nameting met MRM. Puur op basis daarvan zou je daarom verwachten dat de afstanden in de latere metingen groter waren. De gebruikte analysemethode (ANCOVA - Analysis of Covariance) berekent het verschil dat zou ontstaan als er bij beide metingen even vaak tegenliggers waren geweest. Hetzelfde geldt voor de andere hierboven genoemde variabelen. Meestal verschillen deze 'gecorrigeerde' vergelijkingen niet zo sterk van de ongecorrigeerde. Als er echter wel een verschil was, dan zijn de gecorrigeerde resultaten juister dan de ongecorrigeerde. Daarom worden altijd de resultaten uit de analyse mét correctie gerapporteerd. Een beschrijvende analyse van de situatieve kenmerken is te vinden in bijlage 1.

Middenrijbaanmarkering Kannaertsstraat Hasselt

6.1 Type interactie: inhalen of niet inhalen

We onderscheiden drie soorten interacties tussen fietsers[6] en gemotoriseerde voertuigen:

- automobilist kruist in tegenovergestelde richting van fietser;
- automobilist haalt fietser in;
- automobilist blijft achter fietser.

Bij de laatste twee interacties gaat het telkens over automobilisten en fietsers die in dezelfde richting rijden. De hypothese was dat een markering ervoor zou kunnen zorgen dat automobilisten eerder achter de fietser bleven.

6.1.1 Gebruikte statistiek

Voor elke locatie (Bornem en Hasselt) werd voor de verschillende metingen (baseline, MRM, slemlaag) het percentage automobilisten die achter de fietser bleven en het percentage automobilisten die inhaalden berekend. De verschillen werden getoetst aan de hand van een chi-kwadraattoets[7].

6.1.2 Resultaat

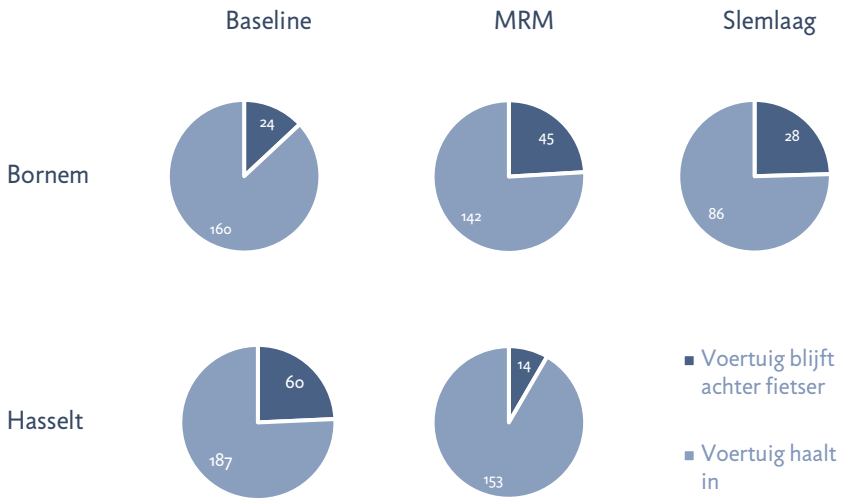
Zoals in Figuur 38 te zien is haalt het grootste deel van de automobilisten de fietser in – dat geldt voor beide locaties en zowel met als zonder markering. Voor **Bornem** kan wel opgemerkt worden dat het aandeel automobilisten die achter de fietser blijven nagenoeg verdubbelt bij de eerste nameting met MRM tegenover de baselineconditie (24% vs. 13%; chi2=7,4; $p<0.01$). Bij de tweede nameting met okergele slemlaag was het aandeel dat achter de fietser blijft nog net iets hoger (25% vs. 13%; chi2=6,4; $p<0.05$). Het verschil tussen MRM en okergele slem was statistisch niet significant (24% vs. 25%; chi2=0,01; $p=0.992$).

---

[6] We behandelen klassieke fietsen, e-bikes en speedpedelecs samen, omdat die op de videobeelden niet betrouwbaar te onderscheiden waren.

7 De Chi-kwadraat onafhankelijkheidstest is een statistische hypothesetest die wordt gebruikt om te bepalen of twee categorische variabelen al dan niet met elkaar verband houden. In dit geval toetsen we of het type interactie systematisch verschilt naargelang de wegmarkering

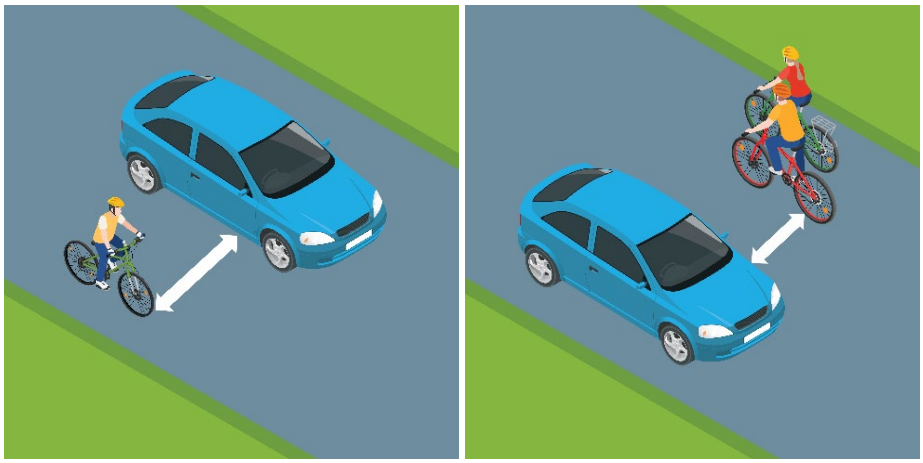
In **Hasselt** bleven er bij de aanwezigheid van een MRM juist minder voertuigen achter de fietser dan in de baselineconditie (24% vs. 8%; chi2=17.2, p<0.001).



Figuur 38 Interacties tussen fietsers en andere voertuigen die in dezelfde richting reden als de fietser.

6.2 Zijdelingse afstanden

Tijdens de interacties kijken we naar de afstand tussen de inhalende motorvoertuigen en de fietsers. Zoals we in 5.4.3 beschreven, werd voor de interacties (die dicht genoeg bij de camera plaatsvonden) de positie van de fietser en die van het voertuig bepaald in zones (tussenafstand zones bedraagt 50 cm). Indien er zich tussen het wiel van de fietser en het naar de fietser toewijzende wiel van het inhalende of kruisende voertuig minder dan 3 zones (dus minder dan 150 cm) bevonden, werd dit beschouwd als 'inhalen met een kleine afstand'.

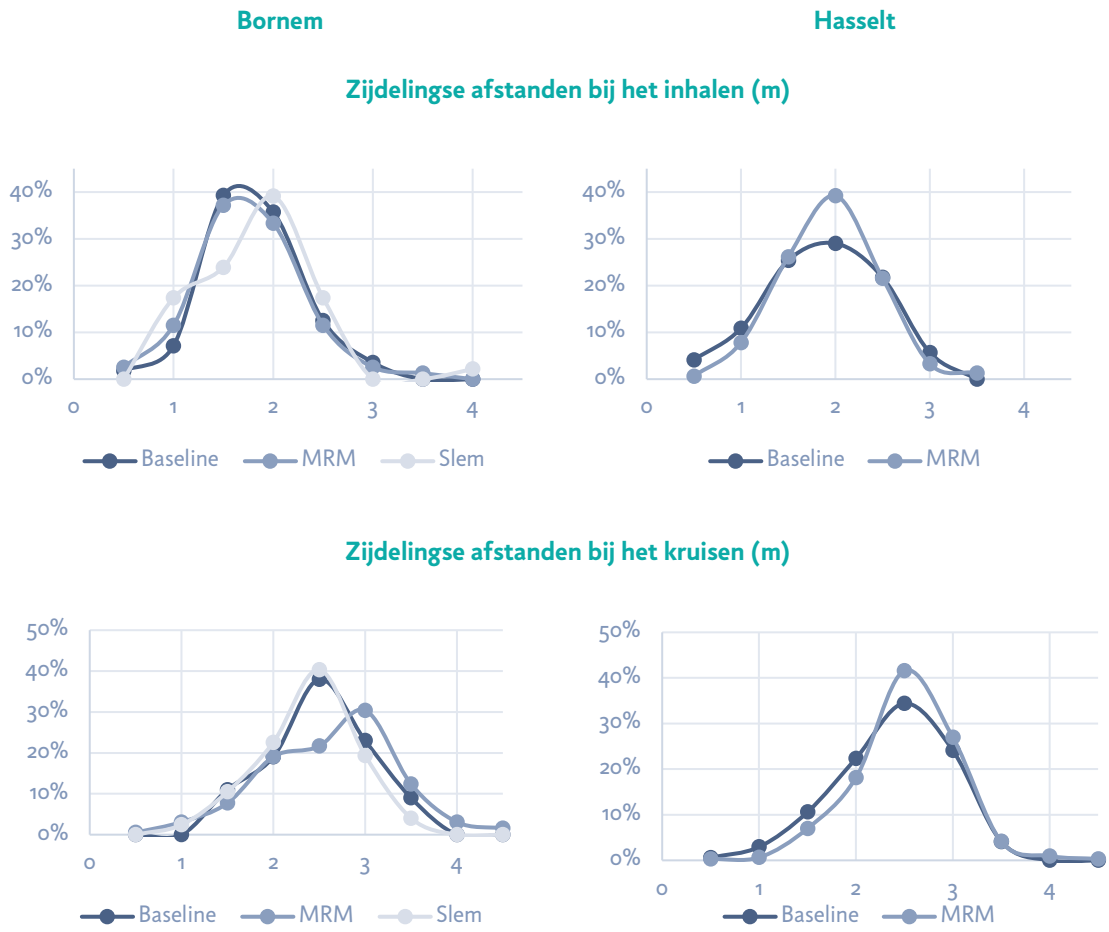


Zijdelingse afstand bij het inhalen. Zijdelingse afstand bij het kruisen.

Figuur 39 Voorbeelden voor zijdelingse afstanden

In Figuur 40 wordt de zijdelingse afstand tussen de fietser en automobilist tijdens het inhalen en kruisen weergegeven voor zowel Bornem als Hasselt. Op de x-as is de afstand tussen de fietser en het inhalende voertuig in meter weergegeven. Op de y-as wordt het percentage van interacties weergegeven voor iedere tussenafstand.

De interacties in de baselinemeting werden met een donkerblauwe lijn weergegeven. De interacties in de MRM-meting werden met een lichtblauwe lijn weergegeven. De interacties in de meting met slemlaag (enkel voor Bornem) staan in het lichtgrijs. Voor elke lijn tellen de percentages op tot 100%.



Figuur 40 Zijdelingse afstanden tijdens het inhalen en kruisen.

In Hasselt zien we dat er minder kleine afstanden in de MRM-meting waren. Bij het inhalen is dit verschil klein en bij het kruisen meer uitgesproken.

In Bornem is het resultaat minder duidelijk. Bij de kleine afstanden zien we dat de curves voor MRM en slemlaag zelfs iets hoger liggen dan die voor de baselinemeting – zowel voor het inhalen als voor het kruisen. Dat betekent dat er meer interacties met kleine afstanden plaatsvonden. Anderzijds is de curve van de slemlaag bij het inhalen en die voor de MRM bij het kruisen voor de grotere afstanden wel naar rechts opgeschoven. Dus de grotere afstanden zijn in deze condities nog groter geworden.

We hebben twee hypotheses getoetst:

1. Het aandeel interacties met een kleine afstand tussen fietser en automobilist neemt met een markering af.
2. De gemiddelde afstand neemt met een markering af.

Hierbij is de eerste hypothese de belangrijkste voor de verkeersveiligheid. Kleine afstanden zijn potentieel gevaarlijk. Bij grotere afstanden is het minder relevant hoe groot ze precies zijn.

Hieronder leggen we eerst uit hoe de gemiddelde afstand berekend en geanalyseerd werd – ook al is die dus minder belangrijk – omdat de analyse van het aantal interacties met kleine afstand op deze berekening gebaseerd is.

6.2.1 Gemiddelde afstand

De zijdelingse afstanden werden bepaald op basis van de zone waarin de fietser zich bevond in relatie tot de zone waarin het wiel van het voertuig dat naar de fietser toewees zich bevond. Omdat dit in sommige gevallen van de camera weg wees, werd de positie van het wiel gecodeerd dat naar de camera toewees en dan werden er 5 zones (2,50 meter) voor personenwagens bijgeteld, 1 zone (0,50 meter) voor gemotoriseerde tweewielers, en 6 zones (3,00 meter) voor bestelwagens. De afstand is dan het verschil in zones * 0,5.

De gemiddelde afstand in elke meting is weergegeven in Tabel 3 (Bornem) en Tabel 4 (Hasselt). Deze afstanden waren de afhankelijke variabele in een ANCOVA-analyse (analysis of co-variance) – een variantieanalyse waarin het verschil tussen baseline, MRM, en slemlaag op significantie getoetst werd. Daarnaast werden de onder 6 genoemde situatieve kenmerken of variabelen opgenomen in de analyse om te corrigeren voor eventuele verschillen tussen de metingen. De resultaten in de modellen met en zonder correctie kwamen sterk overeen. De hier gerapporteerde p-waardes[8] zijn altijd afkomstig uit de analyse waarin de situatieve kenmerken als co-variante opgenomen werden.

6.2.2 Aandeel interacties met kleine afstand

Een dichotome variabele 'kleine afstand' werd gecodeerd met

- 0: afstand 3 of meer zones (= 1,50 m of meer)
- 1: afstand 1 of 2 zones (= 0,51 m t/m 1,49 m)

Deze werd gebruikt als afhankelijke variabele in een logistieke regressieanalyse. Naast het onderscheid tussen baseline, MRM en slemlaag werden de onder 6 genoemde situatieve kenmerken of variabelen opgenomen in het regressiemodel om te corrigeren op eventuele verschillen tussen de metingen. De resultaten tussen de modellen met correctie en zonder

[8] De analyses resulteren in een ***p-waarde***, de ***kans op de nulhypothese****. De nulhypothese is dat er geen verschil is, of dat het verschil te wijten is aan een correctie variabele. Een kleine p-waarde geeft dus aan dat er waarschijnlijk *wel* een verschil is, een grote p-waarde zegt dat de nulhypothese behouden wordt. Normaalgesproken gaan we uit van een significant verschil als de kans op de nulhypothese minder dan 5% is (p<0,95). Als de kans tussen 5 en 10% ligt, spreken we van een marginaal significant resultaat. De significantie wordt op de volgende manier aangegeven: (*) marginaal significant: 0.1>p≥0,05; * significant 0,05>p≥0,01; ** hoog-significant 0,01>p≥0,001; hoogst signficant 0,001>p.

correctie kwamen sterk overeen. De hier gerapporteerde p-waardes zijn altijd die uit het gecorrigeerde model.

Tabel 3 Zijdelingse afstanden in Bornem naargelang de meting (Baseline, MRM, en slemlaag)[9]

Type interactie	Type resultaat	Meting	Resultaat	Significantie: verschil van baseline
Inhalend voertuig	Kleine afstanden (<1,5)	Baseline	8,9%	
		MRM	14,1%	p=0,783 (n.s.)
		Slemlaag	17,4%	p=0,390 (n.s.)
	Gemiddelde afstand	Baseline	1,8 m	
		MRM	1,8 m	p=0,676 (n.s.)
		Slemlaag	1,8 m	p=0,691 (n.s.)
Kruisend voertuig	% kleine afstanden	Baseline	0,0%	
		MRM	3,6%	p=0,996 (n.s.)
		Slemlaag	2,4%	p=0,996 (n.s.)
	Gemiddelde afstand	Baseline	2,5 m	
		MRM	2,6 m	p=0,365 (n.s.)
		Slemlaag	2,4 m	p=0,068 (*)
Gezamenlijke analyse	% kleine afstanden	Baseline	3,2%	
		MRM	6,6%	p=0,216 (n.s.)
		Slemlaag	6,5%	p=0,434 (n.s.)
	Gemiddelde afstand	Baseline	2,3 m	
		MRM	2,4 m	p=0,365 (n.s.)
		Slemlaag	2,3 m	p=0,163 (n.s.)

[9] De significantie wordt op de volgende manier aangegeven: (*) marginaal significant: 0.1>p≥0,05; * significant 0,05>p≥0,01; ** hoog-significant 0,01>p≥0,001; hoogst signficant 0,001>p.

Tabel 4 Zijdelingse afstanden in Hasselt naargelang de meting (Baseline, MRM, en slemlaag)[10]

			Resultaat	Significantie: verschil van Baseline
Inhalend voertuig	Kleine afstanden (<1,5)	Baseline	15,5%	
		MRM	8,5%	p=0,119 (n,s,)
	Gemiddelde afstand	Baseline	1,86 m	
		MRM	1,94 m	p=0,378 (n,s,)
		Slemlaag		
Kruisend voertuig	% kleine afstanden	Baseline	3,6%	
		MRM	1%	p=0,052 (*)
	Gemiddelde afstand	Baseline	2,38 m	
		MRM	2,52 m	p=0,012 *_
Gezamenlijke analyse	% kleine afstanden	Baseline	7,8%	
		MRM	3,4%	p=0,013 **
	Gemiddelde afstand	Baseline	2,20 m	
		MRM	2,33 m	p=0,033 *
		Slemlaag		

6.2.3 Conclusie zijdelingse afstanden

In Bornem waren de verschillen tussen de drie metingen zeer klein en niet systematisch. Descriptief was het aandeel interacties bij MRM en okergele slemlaag met kleine tussenafstanden zelfs iets groter dan zonder markering. De statistische analyses tonen wel aan dat de verschillen niet significant zijn – niet voor de gemiddelde afstand en ook niet voor het aandeel kleine afstanden. Daarop was er één uitzondering: bij een slemlaag was de gemiddelde afstand bij het kruisen groter dan zonder markering. Dit verschil was 'marginaal significant', maar dat duidt toch wel op een mogelijk verschil.

In Hasselt gebeurden er maar twee metingen (baseline en MRM). De verschillen waren iets groter dan in Bornem en gingen in de verwachte richting. Het aandeel kleine afstanden was iets verminderd. Dit verschil was significant, als we de interactietypes 'inhalen' en 'kruisen' samen analyseren. Voor kruisen was het verschil marginaal significant, voor inhalen was het verschil niet significant. De gemiddelde afstand was ook groter. Ook dit was significant in de gezamenlijke analyse en voor kruisende voertuigen maar niet voor inhalende.

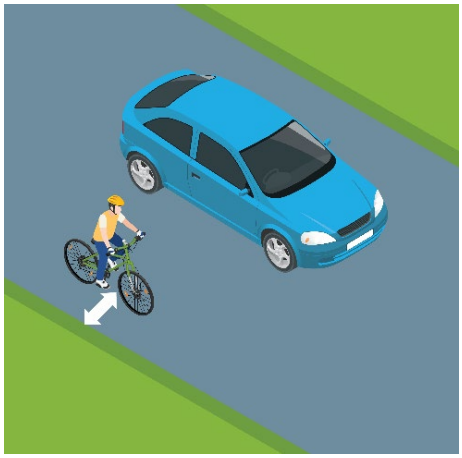
[10] De significantie wordt op de volgende manier aangegeven: (*) marginaal significant: 0.1>p≥0,05; * significant 0,05>p≥0,01; ** hoog-significant 0,01>p≥0,001; hoogst signficant 0,001>p.

Middenrijbaanmarkering Barelstraat Bornem – zijdelingse afstand bij inhalen

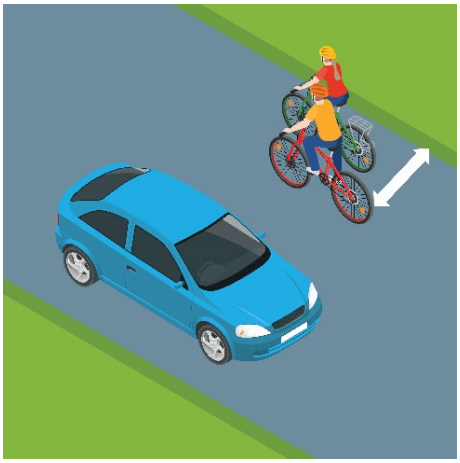
We kunnen dus onthouden: qua zijdelingse afstand tussen fietser en voertuig zagen we in Bornem geen structurele verschillen tussen de drie metingen, maar in Hasselt waren er minder kleine afstanden met een MRM dan zonder markeringen – vooral voor kruisende voertuigen.

6.3 Positie fietsers

De positie van de fietsers werd ook bepaald in termen van zones van 50 cm en vervolgens uitgedrukt als aantal zones van de rand van de rijweg (bv. zones 1 of 13 betekenen een afstand tussen 0 en 49 cm van de rand, zones 2 en 12 50 tot 99 cm enzovoort) Als er meerdere fietsers waren, dan werd de positie bepaald aan de hand van de fietser die het dichtst bij het midden van de weg fietste.



Positie één fietser: afstand van de rand.

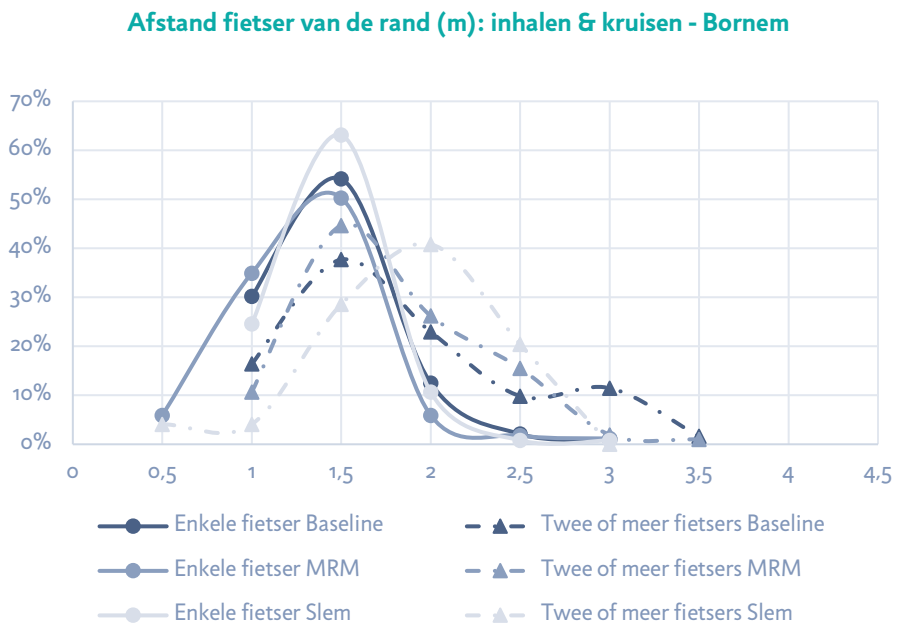


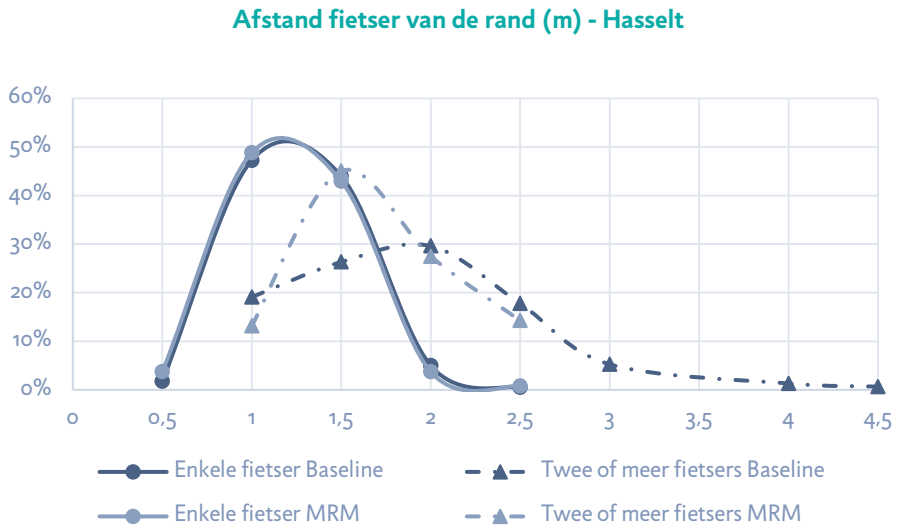
Positie meerdere fietsers: Afstand van de rand tot fietser die het meest in het midden van de weg rijdt.

Figuur 41 Voorbeelden voor de positie van de fietser (afstand van de kant)

In Figuur 42 zijn de posities van de fietsers weergegeven in termen van afstand tot de rand van de weg. Op de x-as is in deze grafieken de afstand van de rand in m aangegeven. Op de y-as is opnieuw het percentage interacties weergegeven voor een bepaalde positie van de fietser.

De posities bij het *inhalen en kruisen* van voertuigen worden hier *samen* bekeken en opgesplitst naarmate de fietsers alleen of in groep (twee of meer) fietsten.





Figuur 42 Positie van de fietser ten opzichte van de rand van de weg.

Descriptief zien we dat er in Hasselt een duidelijk effect was op de positie van fietsers die in groep rijden: met een MRM hielden ze zich tijdens interacties met motorvoertuigen meer aan de rand van de weg dan in de baselinemeting zonder markering. Voor fietsers die alleen onderweg waren, was dit effect afwezig. In Bornem is het beeld iets minder duidelijk: met een okergele slemlaag houden fietsers iets minder rechts en met een MRM iets meer. Deze tendens is zichtbaar zowel voor fietsers in groep als voor mensen die alleen fietsen.

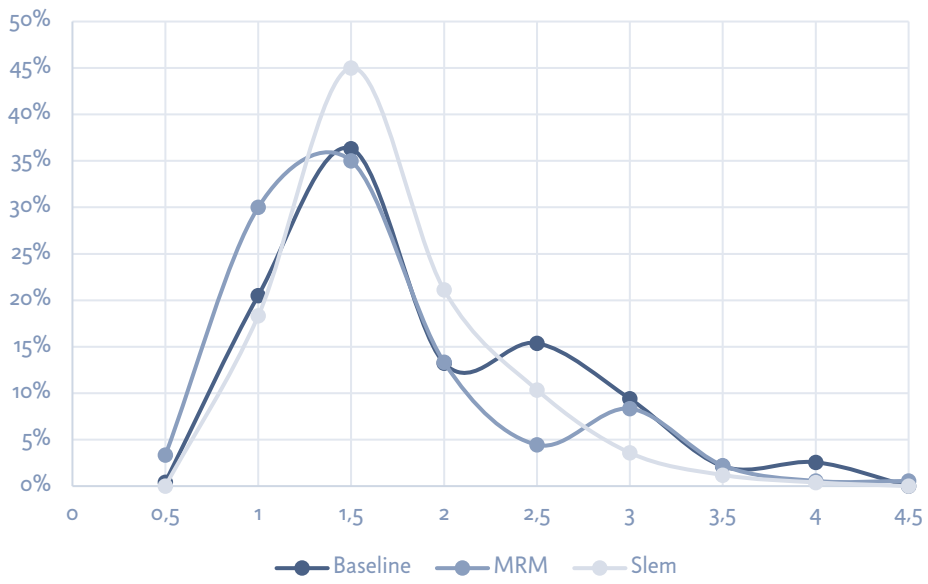
Om vast te stellen of het effect van de markering verschilde voor fietsers in groep en fietsers die alleen fietsten, werd de interactie tussen 'groep' (alleen vs. meerdere fietsers)

en 'meting' (baseline, MRM, slem) getoetst. Voor **Bornem was dit niet significant** (kruisen p=0,158; inhalen p=0,328; gezamenlijk p=0,117). Dat betekent dat het effect van de markering niet systematisch verschilde voor fietsers in groep en mensen die alleen fietsten.

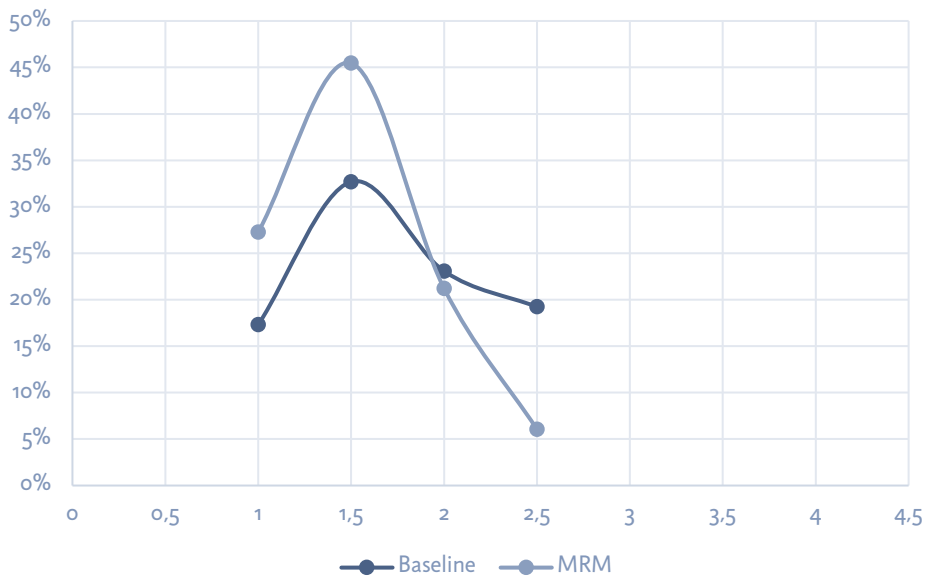
In **Hasselt was dit wel significant voor het kruisen en in de gezamenlijke analyse** (kruisen p=0,002; gezamenlijk p=0,081). De kleinere afstand van de rand van de rijweg in de MRM-conditie was bijna volledig voor rekening van fietsers die in groep fietsten, terwijl voor fietsers die alleen fietsten de markering geen verschil maakte. Voor het inhalen was er geen significant effect (p=0,441).

In Figuur 43 wordt de positie van de fietsers die zonder automobilist fietsten weergegeven. Hier was een opsplitsing volgens fietsers in groep en afzonderlijke fietsers niet mogelijk.

Afstand fietser van de rand (m): geen ander voertuig - Bornem



Afstand fietser van de rand (m): geen ander voertuig - Hasselt



Figuur 43 Positie fietser zonder aanwezigheid andere voertuigen

In Figuur 43 zijn de posities van fietsers te zien als er *geen* voertuig aanwezig was. Opnieuw is er in Hasselt een duidelijk effect van de MRM waar de afstanden tot de rand systematisch kleiner zijn dan in de baselineconditie. In Bornem valt op dat de posities van de fietsers meer verspreid zijn over de hele breedte van de weg. Ook hier blijven de fietsers bij een MRM dichter bij de rand. Ook valt op dat tijdens de meting met een slemlaag de spreiding kleiner was. De slemlaag lijkt dus een kanaliserend effect te hebben. Wellicht een nudgingeffect door de kleur.

Middenrijbaanmarkering Barelstraat Bornem, positie fietsers ten opzichte van de rand van de rijweg

6.3.1 Significantie toetsen

Om te weten of fietsers zich meer aan de rand van de rijweg houden bij een markering, hebben we getoetst of de gemiddelde afstand van de rand van de rijweg in de metingen met MRM en met slemlaag groter is dan in de baselineconditie.

De afstand van de rand werd gebruikt als afhankelijke variabele in een ANCOVA-analyse (analysis of co-variance) – een variantieanalyse waarin het verschil tussen baseline, MRM en slemlaag op significantie getoetst werd.

Daarnaast werden de onder 6 genoemde situatieve kenmerken of variabelen opgenomen als co-varianten om te corrigeren voor eventuele verschillen tussen de metingen. De resultaten tussen de modellen met correctie en zonder correctie kwamen sterk overeen. In Tabel 5 zijn de gemiddelde afstanden van de fietser ten opzichte van de rand weergegeven, als er sprake was van een interactie met een ander voertuig. Daarbij zijn fietsers met kruisende en inhalende automobilisten afzonderlijk geanalyseerd. De gezamenlijke analyse bevat deze interacties, maar ook die waar de automobilist achter de fietser was blijven rijden. De gerapporteerde p-waardes komen voort uit de analyse met situatieve kenmerken. Alle analyses werden afzonderlijk gedaan voor interactietypes 'inhalend voertuig' en 'kruisend voertuig'. In de gezamenlijke analyse zijn daarnaast ook nog interactietypes 'voertuig blijft achter fietser' en 'andere' mee opgenomen.

Tabel 5 Gemiddelde positie fietser in interactie met voertuig[11]

			Gemiddelde afstand fietser van de kant	Significantie: verschil van baseline
Bornem	Met inhalend voertuig	Baseline	1,03 m	
		MRM	0,95 m	p=0,300 (n.s.)
		Slemlaag	1,03 m	p=0,962 (n.s.)
	Met kruisend voertuig	Baseline	1,14 m	
		MRM	1,02 m	p=0,091 (*)
		Slemlaag	1,13 m	p=0,618 (n.s.)
	Gezamenlijke analyse	Baseline	1,11 m	
		MRM	1,02 m	p=0,075 (*)
		Slemlaag	1,14 m	p=0,094 (*)
Hasselt	Met inhalend voertuig	Baseline	0,85 m	
		MRM	0,78 m	p=0,623 (n.s.)
	Met kruisend voertuig	Baseline	0,97 m	
		MRM	0,87 m	p=0,016 **
	Gezamenlijke analyse	Baseline	0,94 m	
		MRM	0,84 m	p=0,014 **
		Slemlaag		

[11] De significantie wordt op de volgende manier aangegeven: (*) marginaal significant: 0.1>p≥0,05; * significant 0,05>p≥0,01; ** hoog-significant 0,01>p≥0,001; hoogst signficant 0,001>p.

In Tabel 6 zijn de gemiddelde afstanden ten opzichte van de rand weergegeven voor fietsers die fietsten zonder dat er een interactie plaatsvond. Deze werden apart geanalyseerd omdat het analyse model geen correcties voor situatieve kenmerken bevatte.

Tabel 6 Gemiddelde positie fietser zonder interactie met voertuig[12]

			Resultaat	Significantie: verschil van baseline
Bornem	Geen voertuig aanwezig	Baseline	1,53 m	
		MRM	1,40 m	p< 0,001 ***
		Slemlaag	1,36 m	p=0,007 **
Hasselt	Geen voertuig aanwezig	Baseline	1,36 m	
		MRM	1,03 m	p=0,012 *

6.3.2 Conclusie positie fietser

Een middenrijbaanmarkering (MRM) heeft een effect op de positie van fietsers op de rijweg: ze blijven meer tegen de rand van de weg rijden.

Dit verschil was statistisch significant (in Bornem enkel marginaal significant) – uitgezonderd wanneer de fietser werd ingehaald, maar wel wanneer fietsers een motorvoertuig kruisten of zonder de aanwezigheid van andere voertuigen. In de interacties met autobestuurders was er bijna uitsluitend een verschil bij de fietsers die in groep of met hun tweeën fietsten. In situaties waarin geen andere voertuigen aanwezig waren, kunnen we het onderscheid tussen fietsers in groep en een fietser alleen niet maken.

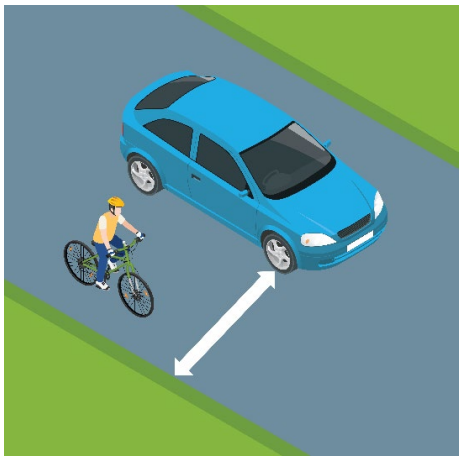
Met een slemlaag in Bornem zagen we tijdens interacties met andere voertuigen geen significant verschil, terwijl er bij afwezigheid van andere voertuigen ook hier meer rechts gefietst werd dan in de baselineconditie.

We onthouden dat een MRM fietsers meer aan de rand doet rijden. Het effect toont zich sterker met kruisende automobilisten en zonder aanwezigheid van een ander voertuig. Met een slemlaag is dit effect minder duidelijk.

[12] De significantie wordt op de volgende manier aangegeven: (*) marginaal significant: 0.1>p≥0,05; * significant 0,05>p≥0,01; ** hoog-significant 0,01>p≥0,001; hoogst signficant 0,001>p.

6.4 Positie voertuigen

Net zoals de positie van de fietsers werd de positie van de voertuigen bepaald. Alle onderstaande berekeningen hebben betrekking op de rechter zijde van het voertuig. Omdat die zijde in sommige gevallen van de camera weg wees, hebben we toch de positie van het wiel gecodeerd dat naar de camera toewees en dan 5 zones (2,50 meter) voor personenwagens bijgeteld, 1 zone (0,50 meter) voor gemotoriseerde tweewielers, en 6 zones (3,00 meter) voor bestelwagens. De afstand bedraagt dan het aantal zones * 0,5.

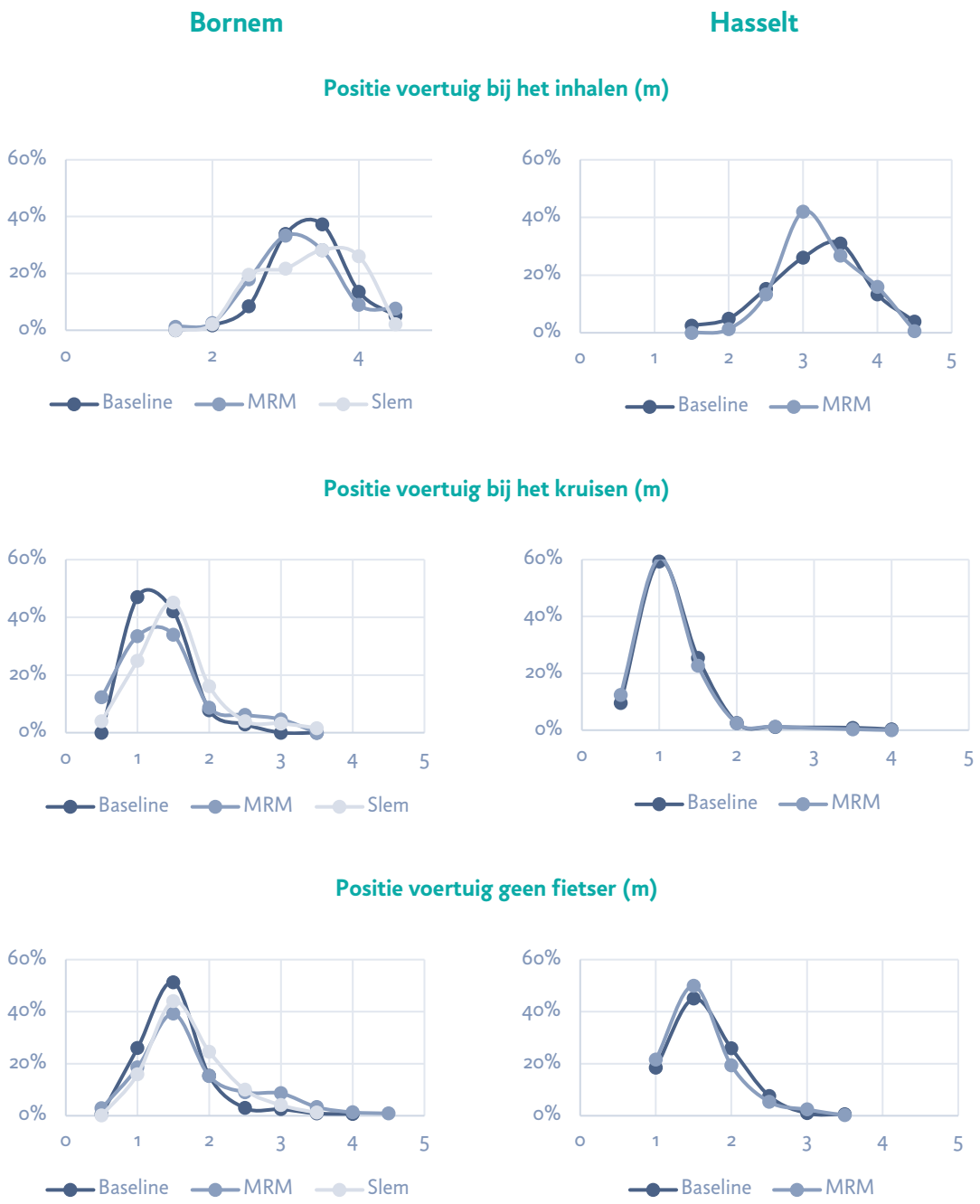


Afstand voertuig van de rand: inhalen.

Afstand voertuig van de rand: kruisen.

Figuur 44 Voorbeelden afstand voertuig van de kant

In Figuur 45 zijn de posities van de voertuigen weergegeven in termen van afstand tot de rand van de weg. De posities bij het *inhalen en kruisen* van voertuigen worden hier *samen* bekeken.



Figuur 45 Positie voertuigen bij inhalen en kruisen.

In Bornem reden de voertuigen tijdens het **inhalen** bij de MRM-meting eerder dichter tegen de kant van de fietser aan dan bij de baselinemeting. In de meting met een okergele slemlaag vormde zich een bimodale verdeling: een kleine groep automobilisten reed dichter bij de fietsers, terwijl een iets grotere groep er juist verder van weg reed. In Hasselt

waren er bij de MRM tijdens het inhalen minder voertuigen die (relatief) dicht bij de rand en dus bij de fietsers reden dan in de baselinemeting.

Bij het **kruisen** reden de automobilisten in Bornem iets verder links – en dus dichter bij de fietser. In Hasselt was er geen verschil.

Als er **geen fietsers aanwezig** waren, hielden de automobilisten bij de MRM zich in Bornem eerder in het midden van de weg, maar in Hasselt meer naar de rand van de rijweg in vergelijking met de baselinemeting.

Middenrijbaanmarkering Barelstraat Bornem, positie voertuigen zonder fietsers

6.4.1 Significantie toetsen

Om te weten of de hierboven benoemde verschillen significant zijn, hebben we de afstand tussen de voertuigen en de rand van de rijweg gebruikt als afhankelijke variabele in een ANCOVA-analyse (analysis of co-variance) – een variantieanalyse waarin het verschil tussen baseline, MRM en slemlaag op significantie getoetst werd.

Ook de onder 6 genoemde situatieve kenmerken of variabelen werden opnieuw opgenomen als co-variates. In Tabel 7 zijn de gemiddelde afstanden van personenwagens ten opzichte van de rand weergegeven. Daarbij zijn fietsers met kruisende en inhalende automobilisten afzonderlijk geanalyseerd. De gezamenlijke analyse bevat deze twee types interacties, maar ook die waar de automobilist achter de fietser was blijven rijden. De gerapporteerde p-waardes komen voort uit de analyse met correctie voor situatieve kenmerken. De gemiddelde afstanden van de rand voor voertuigen zonder fietser zijn in Tabel 8 weergegeven. De p-waarden komen voort uit een analyse zonder correctie voor situatieve kenmerken.

Tabel 7 Gemiddelde positie voertuig in interactie met fietser(s)[13]

			Resultaat	Significantie: verschil van baseline
Bornem	Inhalend voertuig	Baseline	2,84 m	
		MRM	2,71 m	p=0,152 (n.s.)
		Slemlaag	2,82 m	p=0,920 (n.s.)
	Kruisend voertuig	Baseline	0,83 m	
		MRM	0,88 m	p=0,706 (n.s.)
		Slemlaag	1,02 m	p=0,033 *
	Gezamenlijke analyse	Baseline	1,55 m	
		MRM	1,44 m	p=0,920 (n.s.)
		Slemlaag	1,55 m	p=0,060 (*)
Hasselt	Inhalend voertuig	Baseline	2,71 m	
		MRM	2,72 m	p=0,555 (n.s.)
	Kruisend voertuig	Baseline	0,64 m	
		MRM	0,60 m	p=0,365 (n.s.)
	Gezamenlijke analyse	Baseline	1,36 m	
		MRM	1,28 m	p=0,645 (n.s.)

Tabel 8 Gemiddelde positie voertuig zonder interactie met fietser

			Resultaat	Significantie: verschil van baseline
Bornem	Geen fietser aanwezig	Baseline	1,23 m	
		MRM	1,47 m	p=0,003 **
		Slemlaag	1,39 m	P<0,001 ***
Hasselt	Geen fietser aanwezig	Baseline	1,12 m	
		MRM	1,07 m	p=0,010 *

6.4.2 Conclusie positie voertuig

Er zijn weinig significante verschillen tussen de metingen wat de voertuigpositie betreft. In de interacties tussen fietsers en automobilisten zien we maar één significant verschil: met een okergele slemlaag reden automobilisten tijdens het kruisen meer naar het midden van de rijweg – en dus dichter bij de fietser die ze kruisten.

Als er geen fietsers waren, zagen we wel significante verschillen in de positie van de voertuigen, maar deze gingen op de twee locaties in verschillende richtingen: in Bornem

[13] De significantie wordt op de volgende manier aangegeven: (*) marginaal significant: 0.1>p≥0,05; * significant 0,05>p≥0,01; ** hoog-significant 0,01>p≥0,001; hoogst signficant 0,001>p.

reden voertuigen meer naar het midden van de weg toe, terwijl ze in Hasselt juist meer de rand aan hielden.

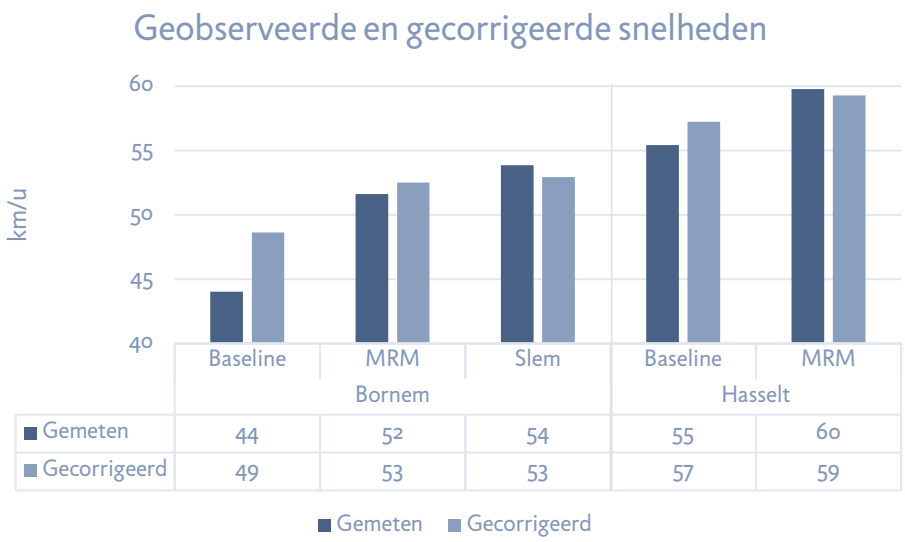
We onthouden dat de effecten op de positie van de voertuigen klein en onsystematisch waren.

6.5 Snelheden motorvoertuigen

De snelheden werden geregistreerd door radars, die tegelijkertijd ook een telling van de passerende voertuigen verzorgden. Bovendien registreert een radar de lengte van de voertuigen, al is de meting van de lengte niet altijd even betrouwbaar – een peloton fietsers kan bijvoorbeeld door een radar waargenomen worden als één groot voertuig. Ook bij de meting van de snelheden valt een kanttekening te maken: de radars waren niet geijkt. Er kan dus een systematische meetfout in zitten. In absolute termen kunnen de hier weergegeven snelheden daarom hoger (of lager) liggen dan de daadwerkelijke snelheden, maar voor dit onderzoek was het belangrijk vast te stellen of de snelheden *veranderen* naargelang de markering. Dit kunnen de radars wel precies aangeven, omdat een eventuele systematische meetfout bij elke meting op dezelfde manier zou optreden.

Een ander probleem bij de evaluatie van de gereden snelheden is dat die misschien niet enkel beïnvloed worden door de markering, maar ook door de aanwezigheid van andere weggebruikers. Met name de aanwezigheid van kwetsbare weggebruikers zou de gereden snelheden kunnen verlagen. Hopelijk is dat ook zo. Door omstandigheden werden de metingen op verschillende tijdstippen van het jaar uitgevoerd. Door verschillen in de weersomstandigheden en de meetperiode (bv. vakantieperiode of niet) was de aanwezigheid van kwetsbare weggebruikers niet altijd gelijk. Daarvoor hebben we statistisch gecorrigeerd. De details over hoe we die correctie uitgevoerd hebben, zijn beschreven in de bijlage in sectie 9.2.

De gemeten snelheden en de gecorrigeerde snelheden zijn samen weergegeven in Figuur 46.



Figuur 46 Gemeten en gecorrigeerde snelheden

De gecorrigeerde snelheden (lichtgrijze balken) liggen dichter bij elkaar dan de gemeten snelheden (donkere balken). Dit geeft aan dat de verschillen voor een deel te wijten zijn aan het aantal aanwezige weggebruikers waarvoor de lichtgrijze balken dus gecorrigeerd zijn.

Daarnaast is er ook een effect van de markering: de snelheden in de twee baselinemetingen liggen structureel lager dan die in metingen met MRM of okergele slemlaag. De ANCOVA-analyse wees uit dat alle verschillen tussen de baselinemeting en een meting met markering hoog-significant waren (alle p-waardes <0,001).

Slemlaag Barelstraat Bornem, snelheid voertuigen

6.5.1 Conclusie snelheid voertuig

De snelheden in Bornem lagen in de MRM-conditie en in de slemconditie hoger dan in de baselineconditie. In de ruwe gegevens ging het om een verschil van bijna 8 km/u. Dit lag voor een deel aan het feit dat het tijdens de baselinemeting veel drukker was. Er waren namelijk meer kwetsbare weggebruikers, maar ook meer auto's. Als we echter voor dit effect corrigeren, dan zien we nog steeds een verschil tussen de baselinemeting en de metingen met MRM en slemlaag. Het bedraagt in Bornem dan nog 4 km/u.

In Hasselt observeerden we een soortgelijk patroon. De snelheden in de baselinemeting lagen hoger dan in Bornem, maar ook hier verhoogde de snelheid ook nog eens bij de MRM-meting. Het ging in Hasselt om een ongecorrigeerd verschil van 4 km/u, dat door de correctie gereduceerd wordt tot een verschil van 2 km/u.

Samengevat stijgt de door de automobilisten gereden snelheid dus met 2 tot 4 km/u als er een MRM of slemlaag aangebracht wordt.

7 Interpretatie resultaten

In dit onderzoek hebben we getracht uit te zoeken welke effecten markeringen voor fietsen in gemengd verkeer, met name een middenrijbaanmarkering (MRM) en een okergele slemlaag, op de verkeersveiligheid hebben. Daarvoor hebben we verschillende aspecten van het gedrag van fietsers en automobilisten onderzocht: het type interactie (inhalen of achter de fietser blijven), de zijdelingse afstanden tussen fietsers en automobilisten, de positie van de fietsers en die van de voertuigen, en de snelheid van de voertuigen. Dit hebben we onderzocht op twee locaties en met verschillende markeringen: in Bornem was er een baselinemeting zonder markering, een meting met een MRM en een derde meting met een suggestiestrook die met een okergele slemlaag gemarkeerd was. In Hasselt was er een baselinemeting zonder markering en een meting met een MRM. Hieronder zullen we eerst de resultaten nog eens samenvatten, waarna verschillende aandachtspunten ter discussie worden gesteld die bij de interpretatie van de resultaten een rol spelen.

7.1 Samenvatting resultaten

Type interactie: We bekijken of automobilisten die in dezelfde richting reden als een fietser, deze inhaalden of erachter bleven (binnen het zicht van de camera). Bij alle metingen haalde de meerderheid van de automobilisten de fietser in. In Bornem bleven ze met MRM en slemlaag iets vaker achter de fietser. In Hasselt was het effect omgekeerd en haalden automobilisten bij een MRM iets vaker in.

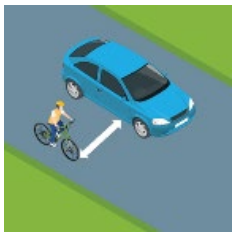
Zijdelingse afstanden: Voor de veiligheid is het vooral van belang dat er zo weinig mogelijk interacties met een kleine afstand (< 1,5 m) tussen automobilisten en fietsers plaatsvinden. In Bornem waren er wat dat betreft geen significante verschillen tussen de drie metingen. Descriptief waren er zelfs iets meer inhaalmaneuvers met kleine afstanden. In Hasselt waren de zijdelingse afstanden met een MRM iets groter dan zonder markeringen en er waren ook minder maneuvers met kleine afstanden. Dat was vooral het geval voor voertuigen die een fietser kruisten.

Positie fietser: Een MRM doet fietsers meer naar de rand van de rijweg rijden. Het effect vertoont zich sterker met kruisende automobilisten of als er helemaal geen andere voertuigen aanwezig zijn. Waar we dit onderzocht hebben, zagen we bovendien dat dit effect zich vooral voordoet bij fietsers die samen fietsen. Dit doet vermoeden dat fietsers met een MRM dichter bij elkaar gaan fietsen – waarschijnlijk in een poging niet over de lijnen te rijden. Bij inhalende voertuigen is het verschil tussen baseline en MRM kleiner en statistisch niet significant. Het zou kunnen dat fietsers in die situatie ook in de baselinemeting hun best doen om zo dicht mogelijk bij elkaar te blijven. Met een okergele

slemlaag zien we deze tendens (dichter bij de rand rijden) enkel als er geen andere voertuigen aanwezig waren.

Positie voertuig: De verschillen in voertuigpositie waren klein en niet systematisch. Ook waren de weinige significante verschillen niet noodzakelijk in de verwachte richting. In Bornem reden de voertuigen die een fietser kruisten met een slemlaag meer naar het midden (en dus dichter bij de fietser die ze kruisten) en in Hasselt reden de voertuigen als er geen fietser was juist meer naar de rand als er een MRM lag, terwijl de hoop toch is dat een MRM de automobilisten eerder standaard in het midden van de weg doet rijden.

Snelheid voertuigen: De gereden snelheden stegen toen er een markering aangebracht werd. Het verschil wordt voor een deel verklaard door het feit dat er meer weggebruikers aanwezig waren in de baselinemeting. Maar er blijft een verhoging van de gereden snelheid van 2 tot 4 km/u, zelfs na correctie voor de frequenties van de verschillende weggebruikerstypes.

		MRM Hasselt	MRM Bornem	Slem Bornem
	% voertuigen die achter de fietser blijven	-	+	+
	Inhalen met kleine afstand	-	+	+
	Kruisen met kleine afstand	-	+	+
Positie fietser	Inhalen	-	-	=
	Kruisen	-	-	=
	Free-flow	-	-	-
Positie voertuig	Inhalen	=	-	=
	Kruisen	-	+	+
	Free-flow	-	+	+
Snelheid	Km/u	+	+	+

Figuur 47 Overzicht resultaten. Significante toenames (+) of afnames (-) zijn in het zwart of in het rood gemarkeerd. Statistisch niet significante trends zijn in het grijs of roze weergegeven. Rood en roze staan voor onwenselijke trends, zwart en grijs staan voor wenselijke trends.

7.2 Welke lessen trekken we uit de resultaten?

7.2.1 MRM -> fietsers naar de rand?

Ook al zijn de verschillen klein (om en bij 10 cm gemiddeld), we zien in Hasselt dat met een MRM de zijdelingse afstanden bij kruisen gemiddeld groter waren en dat er minder kruismaneuvers met kleine afstand waren (1 of 2 zones à 50 cm tussen fietser en automobilist, automobilisten gaan dus dichter bij de fietsers rijden) in vergelijking met de baselinemetingen. Voor inhaalmaneuvers zagen we dezelfde tendens, maar die verschillen waren niet significant. Wat echter te denken geeft is dat we nauwelijks effecten zagen op de positie van de motorvoertuigen tijdens de interacties met fietsers, maar wel effecten op de positie van de fietsers. De licht vergrote afstanden in Hasselt zijn dus niet veroorzaakt doordat de automobilisten hun gedrag aanpasten, maar doordat de fietsers dichter bij de rand bleven. Met name fietsers die met tweeën naast elkaar fietsten gingen dichter bij elkaar fietsen om toch maar tussen de lijntjes te blijven.

Middenrijbaanmarkering Kannaertsstraat Hasselt, positie fietsers

Een grotere zijdelingse afstand tussen gemotoriseerd verkeer en fietser is natuurlijk positief, maar als dit komt doordat fietsers dichter bij elkaar en dichter bij de rand van de weg fietsen, kunnen er andere risico's optreden. De kwaliteit van het wegdek aan de rand is niet altijd optimaal, er kan zich vuil ophopen en er kunnen planten aanwezig zijn. Fietsers die dicht bij elkaar fietsen kunnen ook met elkaar in conflict komen en daardoor vallen of slingeren waardoor ze dan weer net in conflict kunnen komen met een

automobilist. Om duidelijk te zijn: we hebben dit soort problemen niet geobserveerd. Dus met een goed wegdek en minstens 1,70 m brede suggestiestroken, hebben we geen problemen vastgesteld. Maar dit kunnen we niet veralgemenen.

7.2.2 MRM -> snellere automobilisten?

De verhoogde snelheid op beide proeflocaties verbaast. Het gaat immers om een optische versmalling van de rijweg, waarvan doorgaans aangenomen wordt dat dit de snelheid verlaagt. In een eerdere test van een MRM in Wallonië (Chalenton, et al., 2012[14]) is ook een lichte toename in de snelheid gerapporteerd, die toen echter niet statistisch significant was.

Een mogelijke verklaring is dat de markeringen de automobilisten visuele geleiding geven en daarmee de onzekerheid reduceren en tot hogere snelheden leiden. Dit is met name gevonden voor het aanbrengen van een markering die twee rijstroken van elkaar scheidt of voor kantmarkeringen (Davidse, Van Driel & Goldenbeld, 2014[15]; Shackel & Parkin 2014[16], Sloth-Andersen, Hegner-Reinau, & Agerholm, 2019[17]). Er is ook gevonden dat het effect groter is bij doorlopende markeringen dan bij onderbroken lijnen. De geleidemarkering heeft dermate kleine afstanden tussen de elementen dat ze meer het effect van een doorlopende lijn dan van een onderbroken lijn heeft. Wat enigszins tegen deze hypothese spreekt is het feit dat de automobilisten in grote meerderheid gewoon aan de rand bleven rijden en de lijnen dus niet echt als geleiding gebruikten.

Een andere verklaring heeft ook weer te maken met het veranderde gedrag van de fietsers: als de MRM zowel bij de fietsers als bij de automobilisten de indruk wekt dat de fietsers aan de kant horen te rijden, dan geeft dat de automobilisten wellicht het gevoel dat ze minder rekening moeten houden met de fietser en dat ze meer plaats hebben om te passeren.

Het is duidelijk dat een verhoogde snelheid geen wenselijk effect is. Op basis van het rekenkader van Elvik (2019[18]) schatten we dat een verhoging van de gemiddelde snelheid met 3 km/u de kans op lichte, zware en dodelijke letsels door verkeersongevallen doet stijgen met respectievelijk 8%, 12% en 16%.

---

[14] Houdmont A., Chalanton I., Janssens I. (2012). *La Chaussée à voie centrale banalisée : une réponse intéressante à la sécurité des modes doux ?* Institute Belge pour la sécurité routière, Brussel.

[15] https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/rapport/r-2003-31.pdf

[16] https://uwe-repository.worktribe.com/output/807348/influence-of-road-markings-lane-widths-and-driver-behaviour-on-proximity-and-speed-of-vehicles-overtaking-cyclists

[17] https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:921905/FULLTEXT02.pdf

[18] Elvik, R. 2019. A comprehensive and unified framework for analysing the effects on injuries of measures influencing speed. *Accident Analysis and Prevention 125*, 63-69.

7.2.3 Fietspad, MRM, en fietssuggestiestroken

De neiging van de fietser om meer tegen de rand aan te rijden en die van de automobilisten om harder te rijden doet vermoeden dat de gebruikers het vrijblijvende karakter van de markering niet zo opgevat hebben. We hebben de markering zo gekozen dat ze zich optisch maximaal onderscheidt van de niet-vrijblijvende markering van een fietspad. Toch rijst de vraag of lijnen niet automatisch de interpretatie oproepen van vaste plaatsen op de rijweg, die zonder reden niet overschreden mogen worden.

7.2.4 MRM vs. okergele slemlaag

De resultaten voor de okergele slemlaag lijken in principe op die van de MRM. Maar het resultaat 'fietsers blijven meer aan de rand' zien we voor de slemlaag enkel als er geen automobilisten zijn. In de interacties tussen fietsers en automobilisten zien we weinig verschillen tegenover de baseline, behalve dat de automobilisten iets vaker achter de fietser blijven en dat ze als ze een fietser kruisen meer in het midden van de weg rijden (dus dichter bij de fietser). De snelheid is ook bij een slemlaag hoger dan in de baselineconditie. We kunnen concluderen dat een slemlaag een soortgelijk kanaliserend effect heeft als een MRM – met de voor- en nadelen van dien.

Slemlaag Barelstraat Bornem

7.2.5 Markering MRM

De markering van de MRM met een fietslogo-verbindingsmarkering veroorzaakte grote praktische problemen, omdat dit niet geautomatiseerd kon worden in de software van de markeringsmachines en daardoor zeer duur was. Een bezoek bij de markeerder wees uit dat voor een automatisering van de markering aan de volgende aspecten voldaan moet zijn:

- Vaste breedte, lengte en tussenafstand: er bestaat nog geen software voor verschillende tussenafstanden, wat het automatische markeren van de MRM in onze

proefopstelling met twee verschillende tussenafstanden (15 cm en 30 cm) onmogelijk maakt.

- **Minimale lengte = 30 cm; minimale tussenafstand = 100 cm; minimale breedte = 10 cm**: deze minimale afstanden garanderen een zekere herkenbaarheid van de markering in de loop van de tijd. De meeste markeringen moeten namelijk jaarlijks opnieuw aangebracht worden. Aangezien de markeringsmachines nog niet in staat zijn om een markering automatisch te detecteren, vraagt dit steeds een manuele handeling. De markeerder moet manueel starten met hermarkeren, waardoor zich altijd een zekere verschuiving voordoet. Als de markeringsafmetingen dan te klein zijn, zal er op termijn een doorlopende lijn ontstaan.

Testopstellingen bij markeerder om de beperkingen van de markeringsmachines te onderzoeken

Met deze criteria komen we noodgedwongen uit bij een markering die voor de meeste weggebruikers moeilijk van die van een fietspad te onderscheiden is. Dit kan dan weer tot uitholling van het respect voor fietspaden leiden of omgekeerd tot gevolg hebben dat de weggebruikers de lijnen als absoluut en niet overrijdbaar beschouwen. Beide zijn niet wenselijk voor de verkeersveiligheid.

Een okergele slemlaag is wel duidelijk onderscheidbaar van huidige fietspadmarkeringen. Maar daar duiken dan weer twee andere problemen op:

1. Aan een verflaag kunnen geen regels verbonden worden (bv. een parkeerverbod).
2. Om de okergele kleur duurzaam aan te brengen moet dit in de vorm van een slemlaag gebeuren. Dit is zeer kostbaar en daarom voor veel gemeentes in hun buitengebieden niet haalbaar.

7.2.6 Markering fietspad

Als we een suggestiestrook willen die met een lijn gemarkeerd wordt én duidelijk van de markering van een fietspad onderscheiden kan worden, dan moeten we wellicht overwegen de markering van het fietspad te veranderen: in Nederland en Duitsland worden lijnen die niet overreden mogen worden als doorgetrokken lijn gemarkeerd. Ook al mag de markering van een fietspad inderdaad niet overreden worden, een fietspad wordt in België toch van een onderbroken lijn voorzien. Een soortgelijke onderbroken lijn is in Nederland en Duitsland dan weer voorbehouden voor een situatie waar de lijn wel overreden mag worden (bv. voor een fietssuggestiestrook). In de praktijk wordt de onderbroken lijn voor de markering van een fietspad meestal vergezeld door een doorlopende lijn die de rand van de rijweg markeert. Daardoor wordt voor de automobilisten het niet overrijdbare karakter benadrukt en wordt er ook extra plaats gecreëerd voor de fietsers.

Doorlopende witte lijn naast de fietspadmarkering die de rand van de rijweg aanduidt.

Als blijkt dat praktische restricties de aanleg van een middenrijbaanmarkering die zich in voldoende mate van een fietspad onderscheidt, onmogelijk maken, dan moet wellicht overwogen worden de markering van een fietspad aan te passen – bijvoorbeeld door er verplicht een doorgetrokken markering naast te plaatsen, of het fietspad altijd rood in te kleuren.

Maar op basis van de resultaten van dit onderzoek is het vooralsnog niet aangeraden om een middenrijbaanmarkering buiten de bebouwde kom toe te passen.

8 Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat de resultaten van de vijf onderzochte indicatoren – blijven de automobilisten achter een fietser of halen ze in; hoe groot is de zijdelingse afstand tussen auto en fietser; hoe ver rijdt de fietser van de wegkant; hoe groot is de afstand van de auto tot de rand van de weg; hoe snel rijden de auto's? – niet eenduidig zijn. Het is niet zo dat één situatie (geen markering, MRM, slemlaag) significant beter scoort op alle indicatoren. De markering heeft maar beperkte effecten, en dan ook nog niet altijd dezelfde op beide locaties (Bornem en Hasselt).

In Hasselt werden iets minder interacties geteld met automobilisten die fietsers op een te kleine afstand passeerden, wat in principe positief is. Maar het waren niet de automobilisten die hun gedrag aanpasten, wel de fietsers: vooral als ze in een groepje samen reden, fietsten ze dichter bij de rand van de weg. Samen met de verhoogde snelheid van de automobilisten is het effect daarom niet positief te noemen.

In Bornem zorgen de markeringen ervoor dat de auto langer achter de fietsers blijft, in Hasselt is het net omgekeerd. Wat de zijdelingse afstand betreft neemt het aantal interacties met kleine afstand in Bornem zelfs licht toe. Algemeen doet de MRM de fietser meer naar de rand van de rijweg rijden, dat is minder het geval bij de slemlaag. Ook voor de positie van de auto is er geen eenduidig effect. In Bornem gaan de voertuigen meer naar het midden rijden bij het kruisen, dus dichter bij de kruisende fietser, wat negatief is. In Hasselt gaan ze bij de MRM meer naar de rand rijden, vooral als er geen ander verkeer is (terwijl je net het omgekeerde zou verwachten en hopen). En ten slotte de snelheid: die neemt op beide locaties toe!

Op basis van dit onderzoek blijkt dus noch de MRM noch de okergele slemlaag positieve effecten te hebben op de verkeersveiligheid bij fietsen in gemengd verkeer.

Verder onderzoek moet uitwijzen welke andere (afdwingbare en/of gedrag sturende) maatregelen er kunnen genomen worden om de verkeersveiligheid van het fietsverkeer op landelijke wegen te verbeteren.

9 Bijlagen

9.1 De situatieve kenmerken

In totaal hebben we 1324 interacties in Bornem geobserveerd, en 1067 in Hasselt. Alle situatieve kenmerken van deze interacties voor Bornem worden weergegeven in Tabel 9. Voor elk kenmerk werd met een statistische toets nagegaan of de verdeling van de categorieën significant verschilt over de drie metingen (baseline, MRM en okergele slemlaag) heen. De uitkomst van deze test wordt weergegeven in de rechter kolom voor elk kenmerk.

Tabel 9 Situatieve kenmerken van de geobserveerde interacties: Bornem

			Baseline	MRM	Slemlaag	P (Chi²)
	Total		487	530	294	
Interactie	Voertuig kruist	Count	303	340	194	0,027 *
		%	62,2%	64,2%	63,0%	
	Andere	Count	0	3	0	
		%	0,0%	0,6%	0,0%	
	Voertuig blijft achter fietser	Count	24	45	28	
		%	4,9%	8,5%	9,1%	
	Voertuig haalt in	Count	160	142	86	
		%	32,9%	26,8%	27,9%	
Groep	Eén fietser	Count	282	344	208	0,010 *
		%	57,9%	64,9%	67,8%	
	2 of meer fietsers	Count	205	186	99	
		%	42,1%	35,1%	32,2%	
Tegenligger	Geen	Count	411	480	273	0,010 *
		%	84,4%	90,6%	88,6%	
	Tegenligger	Count	76	50	35	
		%	15,6%	9,4%	11,4%	
Inhalend Voertuig	Personenwagen	Count	458	480	294	0,053 (*)
		%	94,0%	90,6%	95,5%	
	Bestel-/vrachtwagen	Count	21	31	9	
		%	4,3%	5,8%	2,9%	
	Bromfiets/Motor	Count	8	19	5	
		%	1,6%	3,6%	1,6%	
Parking	Geparkeerde auto		379	470	245	0,000***
			77,8%	88,7%	79,5%	
	Geen geparkeerde auto		108	60	63	
			22,2%	11,3%	20,5%	
Sportief	Geen wielrenner(s)	Count	417	469	258	0,159 n.s.

		%	85,6%	88,5%	84,0%	
	Wielrenner(s)	Count	70	61	49	
		%	14,4%	11,5%	16,0%	
Kind	Geen kind	Count	412	423	269	0,009 **
		%	84,6%	79,8%	87,6%	
	Kind of ouder met kind	Count	75	107	38	
		%	15,4%	20,2%	12,4%	
Senior	Geen senior	Count	396	237	115	0,000***
		%	81,3%	44,7%	37,5%	
	Senior(en)	Count	91	293	192	
		%	18,7%	55,3%	62,5%	

Tabel 10 geeft de verdeling voor dezelfde kenmerken in Hasselt weer. Hier waren echter geen voertuigen geparkeerd, waardoor de variabele 'parking' wegvalt. Opnieuw werd er voor elk kenmerk een statistische toets uitgevoerd om vast te stellen of de verdeling van de categorieën significant verschilt tussen baseline en MRM. De uitkomst wordt in de rechter kolom weergegeven.

Tabel 10 Situatieve kenmerken van de geobserveerde interacties: Hasselt

			Baseline	MRM	P (Chi²)
	Total		585	482	
Interactie	Voertuig kruist	Count	337	315	0,000 ***
		%	57,6%	65,4%	
	Andere	Count	1	0	
		%	0,2%	0,0%	
	Voertuig blijft achter fietser	Count	60	14	
		%	10,3%	2,9%	
	Voertuig haalt in	Count	187	153	
		%	32,0%	31,7%	
Groep	Enkele fietser	Count	424	384	0,004 **
		%	72,5%	79,7%	
	2 of meer fietsers	Count	161	98	
		%	27,5%	20,3%	
Tegenligger	Geen	Count	526	415	0,010 *
		%	89,9%	86,1%	
	Tegenligger	Count	59	67	
		%	10,1%	13,9%	
Inhalend Voertuig	Personenwagen	Count	532	466	0,001 (**)
		%	90,9%	96,7%	
	Bestel-/vrachtwagen	Count	49	14	
		%	8,4%	2,9%	
	Bromfiets/Motor	Count	4	2	
		%	0,7%	0,4%	
Sportief	Geen wielrenner(s)	Count	481	460	0,000 (***)
		%	82,2%	95,4%	
	Wielrenner(s)	Count	104	22	
		%	17,8%	4,6%	

Kind	Geen kind	Count	530	424	0,099 (*)
		%	90,6%	88,0%	
	Kind of ouder met kind	Count	55	58	
		%	9,4%	12,0%	
Senior	Geen senior	Count	436	442	0,099(*)
		%	74,5%	91,7%	
	Senior(en)	Count	149	40	
		%	25,5%	8,3%	

9.2 Correctie snelheidsmetingen

Om de gemeten snelheden voor een mogelijk effect van de aanwezigheid van kwetsbare weggebruikers te corrigeren, hebben we de tellingen van de radars op de volgende manier opgenomen in de analyse: op basis van lengte en snelheid hebben we alle passerende voertuigen in drie klassen ingedeeld:

- <= 2 m (-> waarschijnlijk kwetsbare weggebruiker)
- > 2 m ; <= 4 m) (onduidelijk)
- > 4 m (zeker een auto)

Voor elk voertuig hebben we berekend hoeveel andere voertuigen er in dat uur passeerden. De gemiddeldes van deze frequenties zijn weergegeven inTabel 11.

Tabel 11 Gemiddeld aantal voertuigen per uur naargelang voertuigtype en meetconditie.

		Voertuiglengte			
	Markering	<=2 m	>2; <=4 m	>4 m	Totaal
Bornem	Baseline	55	17	3	75
	MRM	20	18	51	90
	Slemlaag	10	22	44	76
Hasselt	Baseline	4	33	67	103
	MRM	2	68	24	94

Om te onderzoeken of het tempo lager lag als er binnen hetzelfde uur ook veel andere voertuigen passeerden hebben we de correlatie tussen de snelheid en de tellingen voor elk van de drie types voertuigen berekend (zie Tabel 12).

Tabel 12 Correlatie tussen tellingen van de weggebruikers per uur en de gemeten snelheden

		Voertuig categorie			
		<=2m	>2; <=4m	>4m	Totaal
Correlatie met snelheid	Bornem	-0,155**	-0,038**	-0,221**	-0,090**
	Hasselt	-0,215**	-0,016**	-0,099**	-0,147**

Voor beide locaties was er een substantiële correlatie tussen de gereden snelheden en de tellingen voor de verschillende voertuigtypes. Met andere woorden: als er naast het voertuig waarvan de snelheid gemeten werd ook veel andere voertuigen waren, dan lag het tempo lager. Deze correlatie was het grootst voor voertuigen onder de twee meter. Het tempo was dus vooral lager als er veel kwetsbare weggebruikers waren.

Omdat niet bij elke meting even veel weggebruikers aanwezig waren, hebben we hiervoor in een ANCOVA-analyse gecorrigeerd: zouden de snelheden ook verschillend geweest zijn als er even veel andere weggebruikers aanwezig waren?