



Rapport nr. 2020 - R - 05 - NL

Gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen

Evaluatiestudie aan de hand van gedrags- en conflictobservatie



Gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen

Evaluatiestudie aan de hand van gedrags- en conflictobservatie

Auteurs: Tim De Ceunynck, Brecht Pelssers en Stijn Daniels

Verantwoordelijke uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Publicatiedatum: 16/03/2021

Wettelijk depot: D/2020/0779/12

Gelieve naar dit document te verwijzen als volgt: De Ceunynck, T., Pelssers, B. & Daniels, S. (2020)

Gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen – Evaluatiestudie aan de hand van gedrags- en conflictobservatie, Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Achtergrond	9
2.1 Evolutie voetgangersveiligheid	9
2.2 Veiligheid op oversteekplaatsen	10
2.3 Gevleugelde oversteekplaatsen	12
2.3.1 Resultaten eerder proefproject in schoolomgeving	12
2.3.2 Ontwerprichtlijn criteria voor de aanleg van gevleugelde oversteekplaatsen	13
3 Methodologie	15
3.1 Proeflocaties	15
3.1.1 Leuven: Tervuursevest (R23)	15
3.1.2 Eeklo: Stationsstraat (N9)	17
3.2 Dataverzameling	18
3.2.1 Ongevalsanalyse	18
3.2.2 Verzameling videobeelden	19
3.3 Gedragsanalyse	20
3.4 Analyse van conflicten	23
4 Analyses en resultaten	26
4.1 Ongevalsanalyse	26
4.1.1 Oversteekplaats Tervuursevest Leuven	26
4.1.2 Oversteekplaats Stationsstraat Eeklo	30
4.1.3 Conclusies ongevalsanalyse	34
4.2 Gedragsanalyse	35
4.2.1 Frequentie interacties per rijstrook en zichtbelemmering	35
4.2.2 Verloop voorrangproces	37
4.2.3 Oversteeklijnen	46
4.2.4 Stop- en vertrekgedrag	49
4.2.5 Conclusies gedragsanalyse	54
4.3 Conflictanalyse	55
4.3.1 Vergelijking aantal ernstige conflicten voor en na	55
4.3.2 Weggebruikers betrokken in ernstige conflicten	56
4.3.3 Rijstrook en zichtbelemmering	57
4.3.4 Conclusies conflictanalyse	58
5 Discussie	59
6 Conclusies	60
7 Aanbevelingen criteria	62
Referenties	64
Tabellen- en figurenlijst	66

Voorwoord/Dankwoord

Dit rapport beschrijft de resultaten van een evaluatiestudie van het proefproject “Gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen”, uitgevoerd door Vias institute in opdracht van het Agentschap Wegen en Verkeer. De auteurs willen de opdrachtgever bedanken voor het vertrouwen. Daarnaast willen wij nog een aantal personen bedanken in het bijzonder:

- Kristof Mollu, die optrad als projectleider vanuit het Agentschap Wegen en Verkeer, voor de begeleiding en praktische ondersteuning bij de uitvoering van deze studie.
- De overige werkgroepleden vanuit het Agentschap Wegen en Verkeer die feedback gaven tijdens de tussentijdse overlegmomenten en op het ontwerp-rapport, met name Thomas De Saeger, Paul Bossuyt en Dirk Van Belleghem.
- Philip Temmerman van Vias institute voor ondersteuning bij het veldwerk en de opmaak van de orthofoto's op basis van de 3D-scans.
- Heike Martensen van Vias institute voor de interne review van het rapport.
- De lokale afdelingen van het Agentschap Wegen en Verkeer en de betrokken gemeentes voor de toelating om de nodige data op het terrein te verzamelen.
- De lokale politiezones voor het aanleveren van de ongevallendata.

Samenvatting

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) voerde in 2019 een proefproject uit waarbij op twee locaties op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u de oversteekplaatsen over de beide rijrichtingen vervangen werden door een "geveugelde voetgangersoversteek". Een "geveugelde voetgangersoversteek" is een zebrapad waarbij de witte streken verlengd worden tegen de rijrichting van de dwarsende verkeersstroom in, maar waarbij het de bedoeling is dat de kwetsbare weggebruikers nog steeds oversteken binnen de contouren van het oorspronkelijke zebrapad (meer bepaald de achterste 3m van het zebrapad). Dit proefproject volgt na een eerder succesvol proefproject en verdere uitrol van geveugelde zebrapaden in schoolomgevingen.

Dit rapport beschrijft de evaluatiestudie die Vias institute uitvoerde om te onderzoeken wat de verkeersveiligheidseffecten zijn van een geveugelde oversteekplaats op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u. Het betreft een **gedrags- en conflictobservatiestudie in een voor en na-design**, waarbij gebruik gemaakt werd van videobeelden die verzameld werden met tijdelijke camera-installaties. Voor de verwerking van de videobeelden werd gebruikgemaakt van geavanceerde videoanalysetechnieken. Op iedere oversteekplaats werden het gedrag en de interacties van overstekende kwetsbare weggebruikers geregistreerd voor één dag met behulp van een voorgedefinieerd codeerformulier. Voor de conflictanalyse werden zowel voor als na het aanleggen van de geveugelde oversteekplaatsen op iedere locatie videobeelden van drie dagen verwerkt om de ernstige conflicten te detecteren. De conflicternst werd objectief gemeten op basis van de indicatoren minimale Time-to-Collision (TTC_{min}) en Post Encroachment Time (PET). De proeflocaties van deze studie bevinden zich op de Stationsstraat (N9) te Eeklo en de Tervuursevest (R23) te Leuven.

We stellen vast dat het aanleggen van een geveugelde oversteekplaats een aantal gedragseffecten teweegbrengt. De analyse van het voorrangproces werd uitgesplitst in interacties waarbij de overstekende kwetsbare weggebruikers voorrang hebben (voetgangers, voetgangers met fiets in de hand, gemengde groepen met daarin minimaal één voetganger,...) en interacties waarbij de overstekende kwetsbare weggebruikers géén voorrang hebben (voornamelijk fietsers, en ook enkele bromfietzers). **Kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben** gaan in de naperiode niet noemenswaardig vaker eerst dan in de voorperiode, maar degenen die eerst gaan, krijgen wel vlotter de voorrang van de bestuurders en moeten deze dus minder vaak assertief opeisen. De **verschuiving van 'voorrang nemen' naar 'voorrang krijgen'** zou kunnen wijzen op een beperkt gunstig effect op de verkeersveiligheid. We zien dat deze verschuiving sterker aanwezig is op de tweede rijstrook dan op de eerste rijstrook. Binnen de tweede rijstrook is het effect sterker voor interacties waarbij er een zichtbelemmering is door een voertuig op de andere rijstrook dan voor interacties zonder zichtbelemmering. De minst wenselijke interactievorm (**voorrang forceren**) **daalt echter niet**.

Bij interacties waarin de overstekende **kwetsbare weggebruikers geen voorrang hebben** (fietsers, bromfietzers), zien we op de oversteekplaatsen **in Leuven een duidelijk gunstig effect** van de geveugelde oversteekplaats. We zien een **duidelijke toename van de twee defensieve voorrangsstijlen ('voorrang krijgen' en 'voorrang ontvangen') ten koste van de twee meer assertieve voorrangsstijlen ('voorrang nemen' en 'voorrang forceren')**. De stijging van het percentage interacties van het type 'voorrang ontvangen' in Leuven is het sterkst voor interacties op de tweede rijstrook waarbij er zichtbelemmering is door een voertuig op de andere rijstrook. De stijging van de voorrangsstijl 'voorrang krijgen' is het sterkst op de eerste rijstrook. Deze veranderingen in het interactieproces zullen naar verwachting gunstig zijn voor de verkeersveiligheid. De verschillen tussen de voor- en naperiode in Eeklo zijn voor wat betreft de overstekende kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben te heterogeen om te kunnen spreken van een duidelijk effect van de geveugelde oversteekplaatsen.

In de naperiode zien we in Leuven gunstigere oversteeklijnen dan in de voorperiode; in Eeklo zien we echter een lichte daling van het correct gebruik van de oversteekplaats. Deze effecten zijn wellicht te wijten aan het feit dat de omega-beugels die als flankerende maatregel geplaatst dienen te worden bij een geveugelde oversteekplaats in Leuven wel correct geïnstalleerd werden, maar niet in Eeklo. Dit **benadrukt het belang van de omega-beugels als flankerende maatregel bij een geveugelde oversteekplaats**.

De analyse van de stoppositie van voertuigen die volledig tot stilstand komen in een interactie, toont aan dat **voertuigen na de aanleg van een geveugelde oversteekplaats gemiddeld iets meer dan 3m vroeger stoppen**. In het eerdere proefproject met geveugelde oversteekplaatsen in schoolomgevingen vond men ook een effect op de stoppositie; daar stopten voertuigen na de aanleg van de geveugelde oversteekplaatsen ongeveer 2m eerder. Het effect blijkt in deze studie op 2x2 wegen dus nog sterker aanwezig te zijn. Dit zal naar verwachting een positief effect hebben op de verkeersveiligheid, aangezien er een grotere

veiligheidsmarge is (in ruimte) tussen de overstekende kwetsbare weggebruiker en het voertuig. Ook neemt de kans af dat een overstekende kwetsbare weggebruiker verdwijnt in de dodehoek voor een vrachtwagen.

We zien geen duidelijk effect van gevleugelde oversteekplaatsen op de positie (zone) waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voertuig tot stilstand komt. Bovendien is er **geen significant verschil tussen de voor- en naperiode voor wat betreft de positie (zone) waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voertuig terug vertrekt**. Met andere woorden, de hypothese dat voertuigen bij een gevleugelde oversteekplaats sneller terug zouden vertrekken, kan niet bevestigd worden.

Na de aanleg van de gevleugelde oversteekplaatsen daalt het totaal aantal ernstige conflicten op de vier oversteekplaatsen tezamen significant. Op elk van de vier oversteekplaatsen daalt de conflict rate (het aantal conflicten per 1000 interacties), maar op de individuele oversteekplaatsen zijn niet alle dalingen statistisch significant. De daling op de oversteekplaatsen in Leuven is sterker dan op de oversteekplaatsen in Eeklo.

We zien dat in Leuven de meeste conflicten gebeuren met fietsers, terwijl dat in Eeklo hoofdzakelijk voetgangers zijn (al dan niet met een fiets in de hand). De resultaten lijken er op te wijzen dat de daling in het aantal conflicten sterker is bij fietsers dan bij voetgangers.

Het **aandeel ernstige conflicten ligt hoger op de tweede rijstrook (vanuit het oogpunt van de overstekende kwetsbare weggebruiker) dan op de eerste rijstrook** (ruwweg 60-40 verhouding). Deze bevinding is **in lijn met de ongevalsanalyse**, waaruit blijkt dat het vaakst voorkomend type ongeval een aanrijding betreft van een overstekende kwetsbare weggebruiker die zich (vanuit zijn/haar eigen oogpunt) op de tweede rijstrook bevindt. De verhouding tussen de eerste rijstrook en de tweede rijstrook blijft gelijk tussen voor- en naperiode. In de voorperiode is er bij meer dan de helft van de conflicten op de tweede rijstrook sprake van zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook. **Na aanleg van de gevleugelde oversteekplaatsen zien we dat het aandeel conflicten waarbij sprake is van een zichtbelemmering aanzienlijk lager ligt.** Het aantal conflicten in de tweede rijstrook met zichtbelemmering lijkt dus sterker gedaald na het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen dan de andere types conflicten. De gedragsanalyse toonde aan dat het aantal interacties met een zichtbelemmering niet daalde. Hoewel een gevleugelde oversteekplaats er dus niet toe leidt dat het aantal interacties met een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook daalt, blijkt de gevleugelde oversteekplaats dus wel de kans te verminderen dat dergelijke situaties resulteren in een ernstig conflict.

De proportie conflicten die gebeuren in de linkerrijstrook is hoger dan in de rechterrijstrook (58% versus 42%, respectievelijk). Deze verhouding blijft gelijk tussen de voor- en de naperiode. Zowel in de voor- als in de naperiode komt een hoger aandeel van de conflicten vanaf het voetpad dan vanaf de middenberm. Het **aantal conflicten komend vanaf het voetpad lijkt iets sterker te dalen in de naperiode dan het aantal conflicten komend vanaf de middenberm**.

Samengevat vonden we na het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u een statistisch significante daling van het aantal ernstige conflicten. Daarnaast werden ook verschillende gedragseffecten gevonden (vooral het verloop van het voorrangsproces en de stoppositie) die gunstig zijn voor de verkeersveiligheid. Daar staan geen wezenlijke vastgestelde negatieve effecten voor de verkeersveiligheid tegenover. Daarom besluiten we dat het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u een gunstig effect heeft op de veiligheid van de overstekende kwetsbare weggebruikers.

1 Inleiding

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) voerde in 2019 een proefproject uit waarbij op twee locaties op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u de klassieke voetgangersoversteekplaatsen werden vervangen door zogenaamde "gevleugelde oversteekplaatsen". Een "gevleugelde voetgangersoversteek" is een zebrapad waarbij de witte streken verlengd worden tegen de rijrichting van de dwarsende verkeersstroom in. Dit rapport beschrijft de evaluatiestudie die Vias institute uitvoerde om te onderzoeken wat de verkeersveiligheidseffecten zijn van gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen met 50 km/u. Voor de vlotte leesbaarheid van het rapport, spreken we kortweg over "gevleugelde oversteekplaatsen". Tenzij anders gespecificeerd, gaan de besprekingen en interpretaties in dit rapport dus specifiek over gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u.

Hoewel de witte strepen bij een gevleugelde oversteekplaats dus verlengd worden tegen de rijrichting van de dwarsende verkeersstroom in, is het de bedoeling dat voetgangers nog steeds oversteken op de originele locatie, en dus geen gebruik maken van de stroomopwaartse verlengingszone om over te steken. Hiertoe dient een fysieke afscheiding aangebracht te worden langsheen de verlengingszone van de oversteekplaats. Conceptueel wordt het principe weergegeven in Figuur 1. De doelstelling van een gevleugelde oversteekplaats is om voertuigen tijdig te laten remmen en stoppen voor een oversteekplaats om voetgangers toe te laten op een veilige manier over te steken (Agentschap Wegen en Verkeer, 2019). De verlengingszone dient als het ware als een extra veiligheidsbuffer, en kan er tevens voor zorgen dat de oversteekplaats beter opvalt. Wanneer vrachtwagens vroeger stoppen (dus verder van het eigenlijke oversteekpunt), verkleint dit tevens de problematiek van de dodehoek vooraan. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de dodehoek vooraan een aanzienlijk en onderschat veiligheidsrisico vormt (De Ceunynck et al., 2019).



Figuur 1 Concept van een gevleugelde oversteekplaats.

Vias institute voerde een evaluatiestudie uit van dit proefproject in de vorm van een voor- en nastudie met behulp van conflict- en gedragsobservatie op basis van camerabeelden. Ook de ongevallendata van de proeflocaties werden opgevraagd en geanalyseerd. De doelstelling van de studie is het evalueren van de verkeersveiligheidseffecten van gevleugelde oversteekplaatsen, specifiek op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u. Of met andere woorden, achterhalen of het omvormen van een klassiek zebrapad naar een gevleugelde oversteekplaats een ingreep is die de veiligheid van overstekende kwetsbare weggebruikers verbetert.

Deze doelstelling wordt verder verfijnd aan de hand van volgende onderzoeksvragen:

- Heeft een gevleugelde oversteekplaats een effect op de manier waarop interacties tussen gemotoriseerd verkeer en overstekende kwetsbare weggebruikers verlopen? Zorgt de gevleugelde oversteekplaats ervoor dat er beter voorrang verleend wordt door bestuurders aan overstekende voetgangers? En is er een effect in het voorrang verlenen aan overstekende fietsers (die op deze locaties geen voorrang hebben)?

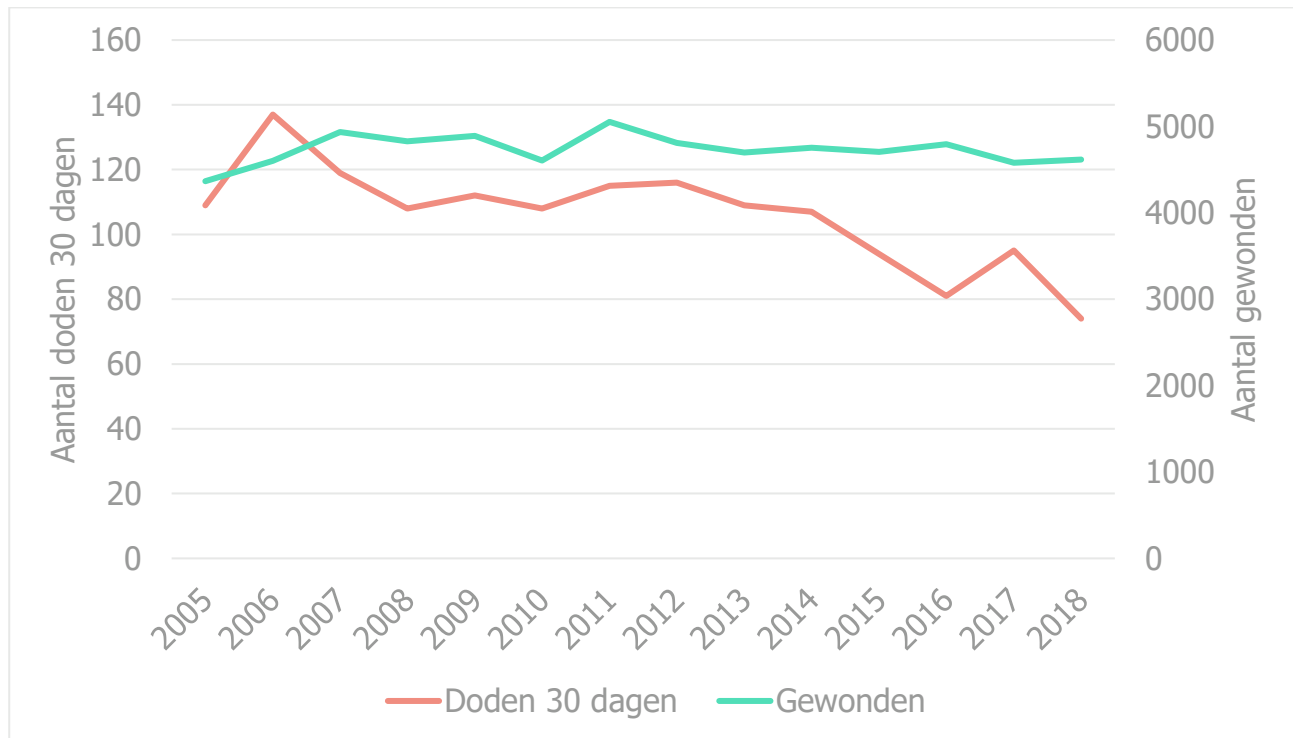
- Heeft een gevleugelde oversteekplaats een effect op de oversteeklijnen van de overstekende kwetsbare weggebruikers?
- Heeft een gevleugelde oversteekplaats een effect op de stoppositie van motorvoertuigen in het algemeen, en vrachtwagens in het bijzonder, die voorrang verlenen aan overstekende kwetsbare weggebruikers?
- Is er een effect op de positie waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voorrang verlenend motorvoertuig tot stilstand komt? En is er een effect op de positie waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt wanneer het gestopte voertuig terug vertrekt?
- Heeft een gevleugelde oversteekplaats een effect op het aantal en het type ernstige conflicten ("bijna-ongevallen") dat optreedt?
- Zijn er verschillen in het geobserveerde gedrag en de geobserveerde conflicten tussen beide rijstroken; meer bepaald tussen de 'eerste' rijstrook die de kwetsbare weggebruiker oversteekt en de 'tweede' rijstrook? En wat is hierbij de rol van zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook?

Hoofdstuk 2 bundelt de voor deze studie relevante literatuur en achtergrondinformatie. Hoofdstuk 3 beschrijft stap voor stap de gebruikte methodologie en de dataverzameling. Hoofdstuk 4 presenteert de resultaten van de analyses. Hoofdstuk 5 bevat een korte discussie van de resultaten en de studieopzet. Hoofdstuk 6 bevat de belangrijkste conclusies. Ten slotte geeft hoofdstuk 7 een overzicht van de aanbevelingen omtrent aanpassingen aan de criteria voor de aanleg van gevleugelde oversteekplaatsen.

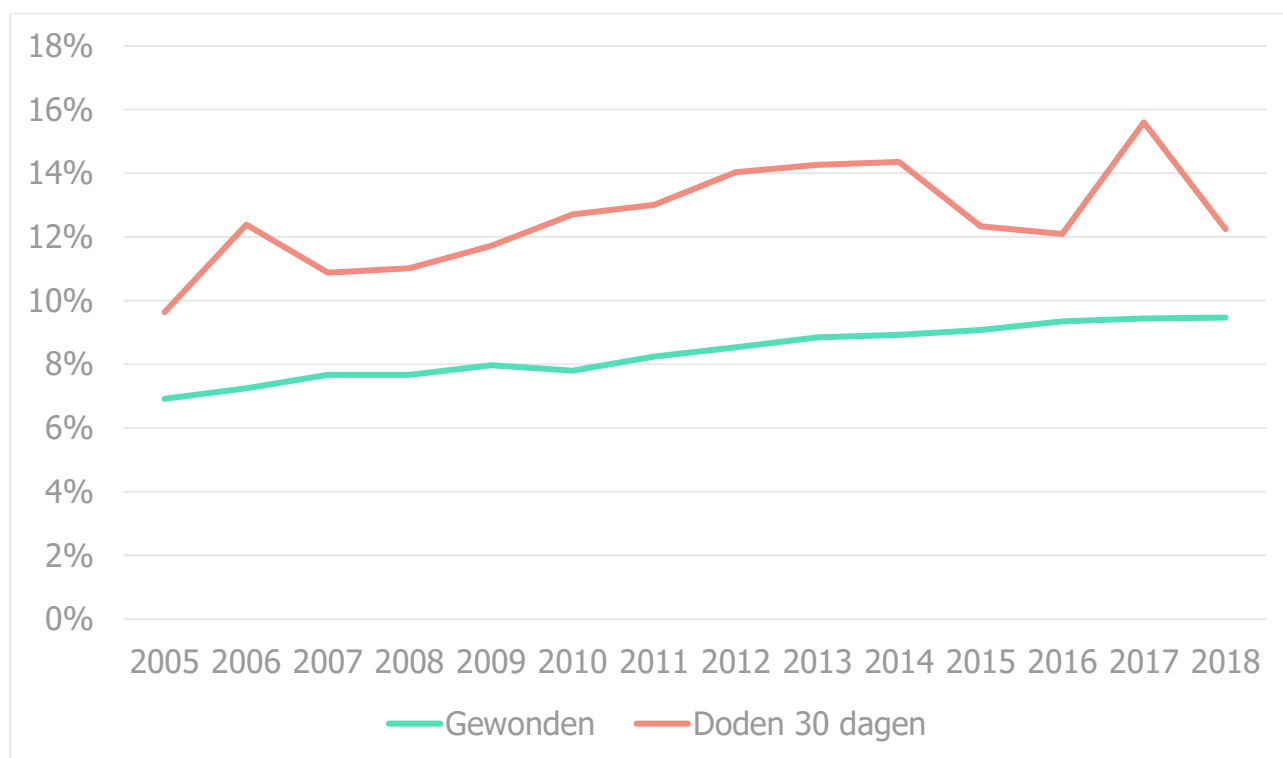
2 Achtergrond

2.1 Evolutie voetgangersveiligheid

Beleidsmakers zijn er zich van bewust dat voetgangers ernstige verkeersveiligheidsproblemen ondervinden. Het totale aantal verkeersdoden in België kent een algemeen dalende trend. Deze trend observeren we echter niet bij voetgangers (Statbel; Pelssers, 2019). Figuur 2 toont de evolutie van het aantal voetgangersslachtoffers. Uit deze grafiek kunnen we afleiden dat de daling in het aantal dodelijk gewonde voetgangers tussen 2005 en 2018 beperkt was, en dat het aantal geregistreerde gewonde voetgangers niet daalde. Het gevolg daarvan is dat het aandeel voetgangers in het totale aantal verkeersslachtoffers een systematische stijging kent (zie Figuur 3).



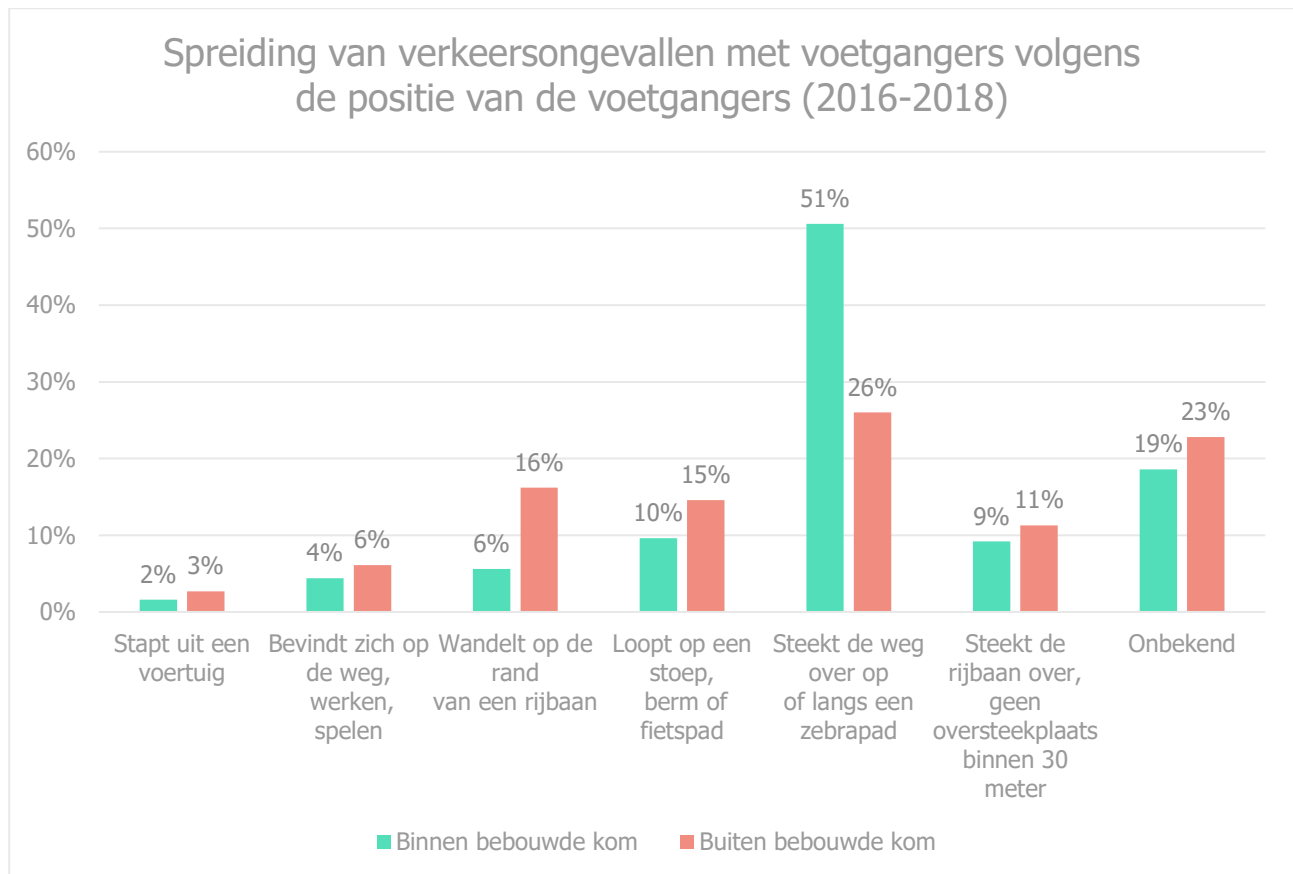
Figuur 2 Evolutie van het aantal voetgangersslachtoffers (dodelijk en gewond) – België – 2005-2018 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute).



Figuur 3 Evolutie van het aandeel voetgangers in het totaal aantal verkeersslachtoffers – België – 2005-2018 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute).

2.2 Veiligheid op oversteekplaatsen

Het oversteken van een weg blijft één van de meest risicovolle bewegingen in het verkeer voor een voetganger. In Figuur 4 is duidelijk te zien dat het grootste aandeel voetgangersongevallen plaatsvindt wanneer de voetganger de weg oversteekt op of langs een zebrapad (Statbel; Pelssers, 2019). Oversteekplaatsen zijn dan ook potentiële risicolocaties voor ongevallen met voetgangers. Ongevallen met voetgangers worden geassocieerd met een gebrek aan het naleven van regels, waarbij bestuurders falen in het tijdig afremmen voor een voetganger (Mitman et al., 2010).



Figuur 4 Plaats van voetgangersongevallen volgens de positie van de voetganger – België – 2016-2018 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute).

De voetgangersveiligheid op oversteekplaatsen hangt ook af van de snelheid van naderende voertuigen. Met een toename in snelheid, is de kans op een ongeval met een voetganger net als de kans op een dodelijke afloop ervan hoger (Kröyer et al., 2014; Pasanen, 1992; Rosén et al., 2011; Tefft, 2013; Várhelyi, 1998). Pasanen (1992) vond bijvoorbeeld dat bij een aanrijding met een voetganger aan een snelheid van 50km/u, het risico van een fataal ongeval ongeveer acht maal hoger ligt, vergeleken met een aanrijding aan 30km/u. Rosén et al. (2011) en Tefft (2013) kwamen tot gelijkaardige conclusies. De literatuur toont duidelijk aan dat zelfs een bescheiden reductie/toename aan snelheid een noemenswaardig effect kan hebben op de kans op een fataal ongeval en dus ook het aantal dodelijke ongevallen (Bella & Silvestri, 2015).

Tot op heden negeren veel bestuurders de vereisten met betrekking tot het verkeersreglement en rijden deze over de voetgangersoversteek zonder hun snelheid te verminderen (Burlov & Gomazov, 2018; Várhelyi, 1998). Het is een probleem dat ontstaat doordat bestuurders een zebrapadmarkering en bijhorende signalisatie niet als een mogelijke probleemsituatie of risicosituatie aanschouwen. Enkel de effectieve aanwezigheid van een voetganger zou de aanleiding zijn dat een bestuurder snelheid reduceert. Maar door de hogere snelheid kan er bij de plotse aanwezigheid van een voetganger een situatie ontstaan met een hoog ongevalsrisico (Burlov & Gomazov, 2018).

Naast hoge snelheid, het negeren van de verkeersregels en een adequate reactietijd van bestuurders kunnen ook voetgangers een aandeel hebben in voetgangersongevallen. Eerder onderzoek naar voetgangers toonde aan dat onder alle types weggebruikers, voetgangers de meest flexibele weggebruikers zijn die zeer snel kunnen reageren, maar dat deze ook het meest onvoorspelbaar en moeilijk controleerbaar zijn (Cambon de Lavalette et al., 2009; Jian et al., 2005). Een deel van de voetgangersongevallen wordt dan ook mede veroorzaakt door onvoorspelbaar gedrag en door overtredingen (Deb et al., 2017).

Volgens de literatuur zal de interactie tussen de voetganger en bestuurder bepaald worden door een aantal kenmerken van de voetganger (assertiviteit en risicoacceptatieniveau), parameters die gerelateerd zijn aan voertuigdynamica (voertuigsnelheid, afstand tot conflictpunt, maximaal comfortabele vertraging) en door de infrastructuur (Bella & Silvestri, 2015).

2.3 Gevleugelde oversteekplaatsen

Wij vonden geen bronnen die verwezen naar het gebruik van gevleugelde oversteekplaatsen of een gelijkaardig concept in het buitenland. Voor zover wij weten is de gevleugelde oversteekplaats dus een uniek concept dat tot op heden nog nergens anders werd toegepast. Het concept werd uitgedacht door het Agentschap Wegen en Verkeer.

Bijgevolg is de achtergrond met betrekking tot gevleugelde oversteekplaatsen zeer beperkt. We bespreken twee documenten: de AWW-ontwerprichtlijn "criteria voor de aanleg van een gevleugelde voetgangersoversteek t.h.v. schoolomgevingen" (Agentschap Wegen en Verkeer, 2019), en de resultaten uit het rapport van MINT NV (2019) waarin zij een evaluatie uitvoerden van een proefproject met gevleugelde oversteekplaatsen ter hoogte van schoolomgevingen.

2.3.1 Resultaten eerder proefproject in schoolomgeving

Vóór de opmaak van de ontwerprichtlijn "criteria voor de aanleg van een gevleugelde voetgangersoversteek t.h.v. schoolomgevingen" werd een proefproject uitgevoerd op twee locaties. De resultaten van de evaluatie van dit proefproject werden gepubliceerd in een rapport van MINT NV (2019), en dienden als onderbouwing voor de ontwerprichtlijn.

MINT NV (2019) voerde een gedrags- en conflictanalyse uit op basis van camerabeelden, waarbij de voor- en nasituatie met elkaar werden vergeleken. Per locatie werd 6 uur aan beeldmateriaal verwerkt in de voor- en in de nasituatie. De auteurs maakten het onderscheid tussen vier types voorrangsgedrag, die ze overnamen uit eerder onderzoek (van Haperen et al., 2016):

- Voorrang nemen: de weggebruiker die voorrang heeft, passeert als eerste doordat deze de voorrang afdwingt zonder inachtneming van de kruisende verkeersdeelnemer
- Voorrang krijgen: de weggebruiker die voorrang heeft, passeert als eerste zonder deze te moeten afdwingen, maar eerder omdat de kruisende verkeersdeelnemer hem/haar laat voorgaan
- Voorrang forceren: de weggebruiker die voorrang zou moeten verlenen passeert als eerste doordat deze dat afdwingt nagenoeg zonder inachtneming van de verkeersdeelnemer die eigenlijk voorrang heeft
- Voorrang ontvangen: de weggebruiker die voorrang zou moeten verlenen, passeert als eerste doordat de verkeersdeelnemer die eigenlijk voorrang heeft, zijn/haar voorrang afstaat.

Op beide onderzoekslocaties kwam zowel in de voor- als in de nameting de oversteekstijl "voorrang krijgen" het vaakst voor. Dit is ook de meest wenselijke oversteekstijl. In de naperiode noteerde men op één van de oversteeklocaties een lichte toename van deze voorrangsstijl, op de andere locatie was er geen effect. De op één na meest voorkomende oversteekstijl die men registreerde was "voorrang ontvangen", waarbij de voetganger dus zijn of haar voorrang afstaat. Op één locatie zag men een lichte stijging in deze voorrangsstijl. Globaal leek de impact van gevleugelde oversteekplaatsen op de voorrangsstijl beperkt, hoewel het een kleine dataset betreft en de resultaten dus met de nodige voorzichtigheid moeten geïnterpreteerd worden.

Tevens werd een conflictanalyse uitgevoerd met behulp van de DOCTOR-methode (Kraay et al., 2013; van der Horst & Kraay, 1986). Op één locatie werden helemaal geen conflicten waargenomen (noch in de voorsituatie, noch in de nasituatie). Op de tweede locatie registreerde men enkele 'potentiële conflicten' (score 1 in de DOCTOR-methodologie – niet ernstig). Er werd een lichte daling genoteerd van het aantal potentiële conflicten van 2,4% in de voorsituatie naar 0,8% in de nasituatie. Aangezien potentiële conflicten met score 1 geen ernstige conflicten zijn, en gezien het lage aantal observaties, kunnen op basis hiervan echter geen uitspraken gedaan worden over de verkeersveiligheid.

Men bestudeerde ook de looplijnen van de overstekende voetgangers. Op één van de onderzoekslocaties merkte men in de naperiode een lichte toename van het aantal voetgangers dat niet binnen de contouren van het oorspronkelijke zebrapad overstak, op de andere locatie vond men geen effect.

Op één van de onderzochte oversteekplaatsen stopten voertuigen in de naperiode vroeger dan in de voorperiode. De gemiddelde stoppositie verschoof ongeveer 2 meter stroomopwaarts ten opzichte van de oversteekplaats. Op de andere oversteekplaats werd slechts een beperkt aantal stops waargenomen met een grote spreiding van de stoppositie. Voor deze locatie kon men geen conclusies trekken. Voor wat het vertrekgedrag betreft, werden er nauwelijks verschillen vastgesteld.

De onderzoekers concluderen, binnen de beperkingen van het onderzoek, dat er voor één van de proeflocaties geen sluitende conclusies getrokken kunnen worden wegens de grote spreiding van de resultaten en het beperkt aantal waarnemingen. Voor de tweede proeflocatie concludeert men echter dat er een verbetering van de verkeersveiligheid wordt waargenomen.

2.3.2 Ontwerprichtlijn criteria voor de aanleg van gevleugelde oversteekplaatsen

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) heeft een dienstorder MOW/AWV/2011/6 waarin richtlijnen beschreven staan voor het aanbrengen van voetgangersoversteken. In dienstorder MOW/AWV/2019/1 worden bijkomende uitrustingsniveaus van oversteken voor kwetsbare weggebruikers gedefinieerd.

Oversteekplaatsen voor voetgangers worden afgebakend door witte banden, evenwijdig met de as van de rijbaan (wegcode art. 76.3). De banden of stroken van een zebepad hebben een standaard lengte van minimaal 3 meter bij een snelheidsregime van 70 km/h of lager. Op wegen met een snelheidsregime van meer dan 70 km/h bedraagt de minimale lengte van de stroken 4 meter. De markering van de banden is wit en de breedte van de stroken en hun tussenafstand is ongeveer 0,50 meter.

Een “gevleugelde voetgangersoversteek” is een zebepad waarbij de witte stroken verlengd worden tegen de rijrichting van de dwarsende verkeersstroom in. De lengte van de stroken bij een gevleugelde voetgangersoversteek wordt meer dan verdubbeld ten opzichte van de standaard lengte.

- Op wegen met een snelheidsregime van 70 km/h of lager: De stroken worden verlengd met 5 meter waardoor de totale lengte van de stroken 8 meter bedraagt (3 meter normale lengte + 5 meter toegevoegde lengte).
- Op wegen met een snelheidsregime van meer dan 70 km/h: De stroken worden verlengd met 5 meter waardoor de totale lengte van de stroken 9 meter bedraagt (4 meter normale lengte + 5 meter toegevoegde lengte).

De volgende criteria werden vastgelegd voor het proactief uitrollen van gevleugelde oversteekplaatsen op gewestwegen. Het gaat om de omvorming van bestaande voetgangersoversteken; het is dus niet de bedoeling dat de richtlijn leidt tot een toename van het aantal oversteekplaatsen. Er dient aan alle criteria voldaan te worden alvorens AWV zal overgaan tot de aanleg van een gevleugelde voetgangersoversteek.

- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd in de onmiddellijke nabijheid van een kleuterschool of lagere school en dit binnen de zone 30 schoolomgeving. Indien de afbakening van de zone 30 zich verder uitstrekt dan 150 meter van de schoolpoort, wordt de gevleugelde voetgangersoversteek enkel aangebracht binnen de zone van 150 meter van de schoolpoort.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien de rijstroken ter hoogte van de volledige lengte van de gevleugelde voetgangersoversteek van elkaar worden gescheiden d.m.v. een verhoogd verkeerseiland. Het verkeerseiland moet voldoen aan de eisen die zijn opgenomen in het dienstorder MOW/AWV 2008/26 - Aanleg en zichtbaarheid van verhoogde verkeerseilanden en rotondes.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien er aan beide zijden van de voetgangersoversteek voldoende brede voetpaden aanwezig zijn. Een vrije breedte van bij voorkeur 180 cm (minimaal 150 cm), en altijd afgestemd op de te verwachten gebruiksfrequentie, wordt vooropgesteld.
- Samen met het verlengen van de stroken van het zebepad bij een gevleugelde voetgangersoversteek wordt er ook een fysieke afscheiding (bv. omega-beugels) geplaatst. De fysieke afscheiding wordt bij voorkeur 1 meter verder geplaatst dan de gevleugelde uitvoering en minimaal tot gelijke lengte van de gevleugelde uitvoering.
 - o De fysieke afscheiding mag de vrije breedte van de looproute van het voetpad niet hinderen. Deze bedraagt bij voorkeur 180 cm (minimaal 150 cm), een puntversmalling (= versmalling over een lengte van maximaal 120 cm) heeft een minimale vrije breedte van 120 cm en een lijnversmalling (= versmalling over een lengte van maximaal 10 meter) heeft een minimale vrije breedte van 120 cm met voor en na de versmalling een vrije draairuimte van minimaal 150 cm x 150 cm.
 - o De fysieke afscheiding mag niet geplaatst worden op minder dan 75 cm van de rand van het fietspad.

- Indien de fysieke afscheiding in een variabele zone 30 wordt geplaatst, dient er een veiligheidsstrook van 150 cm (V_{85} (de snelheid waar 85% van de voertuigen zich aan houdt) = 50 km/u) of 300 cm ($V_{85} = 70$ km/u) gerespecteerd te worden. Bij gebrek aan gegevens over de V_{85} is de max. toegelaten snelheid maatgevend voor het bepalen van de veiligheidsstrook.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt niet aangelegd indien de fysieke afscheiding niet geplaatst kan worden zoals vooropgesteld (bv. omwille van de aanwezigheid van een erfonthuizing (oprit, garage, ...)).
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien er geen aanpalende fietsoversteek aanwezig is.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt bij voorkeur enkel aangelegd op 2x1 wegen. Sporadisch, en indien er geen andere oplossingen mogelijk zijn (bv. plaatsing verkeersregelinstallatie (VRI)), kan een gevleugelde voetgangersoversteek op 2x2 wegen worden aangelegd.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt ook aangelegd in een enkelrichtingsstraat (hier is geen middenberm aanwezig). De verlenging van de banden wordt dan enkel aangebracht tegen de rijrichting van het gemotoriseerd verkeer in.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt niet aangelegd ter hoogte van een kruispunt (verkeerslichtengeregeld kruispunt, rotonde of voorrangskruispunt). Het begrip 'ter hoogte van een kruispunt' wordt bepaald door de 10 meter grens te hanteren vanaf het (denkbeeldige) snijpunt van de rand van beide rijbanen.
- Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien de verlenging op beide rijstroken in de tegenovergestelde rijrichting kan worden aangebracht. Op deze manier ontstaat er een gespiegelde uitvoering.

3 Methodologie

In deze evaluatiestudie werden de effecten van de aanleg van een gevleugelde oversteek op twee proeflocaties in Eeklo en Leuven geëvalueerd. Dit zijn 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u en waar de beide rijrichtingen gescheiden zijn door een middenberm. De aanpassing aan de zebrapaden is uiteraard van toepassing in beide rijrichtingen. Er zijn geen naastliggende fietsoversteekplaatsen aanwezig op deze locaties.

De nadruk lag hierbij op een gedrags- en conflictobservatiestudie waarbij camerabeelden geanalyseerd worden met behulp van semi-geautomatiseerde videoanalysetechnieken. Tevens werden ook de beschikbare ongevalldata opgevraagd en geanalyseerd.

3.1 Proeflocaties

3.1.1 Leuven: Tervuursevest (R23)

3.1.1.1 Locatiebeschrijving en voorsituatie

De tweede geselecteerde locatie betreft een oversteekplaats te Leuven. De oversteekplaats bevindt zich op de Tervuursevest (R23), ten zuidwesten van het centrum. De oversteekplaats is 20 à 30 meter verwijderd van respectievelijk de Heilige-Geeststraat en de Ijzermolenstraat. De Tervuursevest is een primaire weg type II en heeft op die manier een verzamelfunctie voor gebieden en/of concentraties van activiteiten van gewestelijk belang. Het snelheidsregime ter hoogte van de oversteekplaats bedraagt 50 km/u. Het dwarsprofiel van de weg is opgebouwd uit 2x2-rijstroken met een middenberm. Er is aan beide zijden, ter hoogte van de oversteekplaats, een vrijliggend fietspad. In rijrichting 2 wordt het fietspad echter pas kort voor de oversteekplaats gescheiden van de rijbaan; daarvoor is het fietspad aanliggend.



Figuur 5 Situering oversteekplaats Leuven – Tervuursevest (R23)

Een kwetsbare weggebruiker (voetganger of (brom)fietser) dient eerst twee rijstroken over te steken, kruist vervolgens een middeneiland afgebakend met omega-beugels, waarna hij/zij nogmaals twee rijstroken dient over te steken. De uitvoering heeft de vorm van een bajonetoversteek, hetgeen betekent dat de beide oversteekplaatsen niet in elkaars verlengde liggen, en de overstekende weggebruiker hierdoor op de middenberm kort tegen het verkeer in moet bewegen.

In rijrichting 2 loopt de oversteekplaats door over het fietspad. Oversteekplaats 1 stopt vóór het fietspad. Er zijn geen afzonderlijke fietsoversteekplaatsen voorzien.

Relevant om mee te geven is het feit dat het verticaal alignement van de weg niet vlak is ter hoogte van de oversteekplaats. Voertuigen die oversteekplaats 2 naderen bevinden zich op een afhellend stuk weg. Voertuigen die oversteekplaats 1 naderen, rijden licht bergop. Echter, voertuigen die kort voor oversteekplaats 1 op de linkerrijstrook vanaf de brug komen rijden kort daarvoor een stuk bergaf vanaf de brug.

Op een vijftigtal meter ten noordwesten van de oversteekplaats staan onbemande snelheidscamera's in de middenberm die de snelheid handhaven in beide rijrichtingen. Dat betekent dat voertuigen die oversteekplaats 2 naderen kort vóór ze aan de oversteekplaats aankomen een snelheidscamera passeren, en dat voertuigen in de andere rijrichting kort ná het passeren van oversteekplaats 1 een snelheidscamera voorbij rijden.



Figuur 6 Voorperiode proeflocatie Tervuursevest Leuven, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)

3.1.1.2 Nasituatie

De oversteekplaatsen over de Tervuursevest te Leuven werden eveneens stroomopwaarts verlengd met 5m tot een totale lengte van 8m. De verlengingszones van 5m worden aan de zijde van het voetpad fysiek afgescheiden door omega-beugels. Ook enkele meters na de oversteekplaats werden afgeschermd met omega-beugels. De middenberm bleef ongewijzigd; hier werd zoals gezegd reeds een bajonet gerealiseerd met behulp van omega-beugels.

In rijrichting 2 loopt de oversteekplaats nog steeds door over het fietspad, hoewel voor het stuk over het fietspad de markeringen niet werden verlengd. Oversteekplaats 1 loopt niet door over het fietspad. Er zijn geen afzonderlijke fietsoversteekplaatsen voorzien.



Figuur 7 Naperiode proeflocatie Tervuursevest Leuven, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)

3.1.2 Eeklo: Stationsstraat (N9)

3.1.2.1 Locatiebeschrijving en voorsituatie

De eerste geselecteerde locatie betreft een oversteekplaats te Eeklo. De oversteekplaats bevindt zich op de Stationsstraat (N9) ter hoogte van het kruispunt met de Kaaistraat en Raamstraat. De Stationsstraat is een secundaire weg type III en heeft bijgevolg een verzamelfunctie voor wegverkeer en een verbindende functie voor openbaar vervoer. Het snelheidsregime is er 50 km/u. Het dwarsprofiel van de weg is opgebouwd uit 2x2-rijstroken met een middenberm. Er is aan beide zijden een aanliggend fietspad. De middenberm is onderbroken ter hoogte van het kruispunt om gemotoriseerd verkeer toe te laten richting de zijstraten af te slaan. Voor het gemotoriseerd verkeer dat richting oversteekplaats 2 rijdt is er ook een voorsorteerstrook voorzien om links af te slaan richting Raamstraat. Aangezien de onderbreking vanuit deze rijrichting plaatsvindt vóór de oversteekplaats, loopt de oversteekplaats dus niet over de afslagstrook.

Een kwetsbare weggebruiker (voetganger of (brom)fietser) dient eerst een aanliggend fietspad en twee rijstroken over te steken, kruist vervolgens een middeneiland, waarna hij/zij nogmaals twee rijstroken en een fietspad dient over te steken. De twee oversteekplaatsen liggen in elkaars verlengde. In beide rijrichtingen loopt het zebrapad door over het fietspad. Er zijn geen afzonderlijke fietsoversteekplaatsen voorzien.



Figuur 8 Situering oversteekplaats Eeklo – Stationsstraat (N9)

De Raamstraat en de Kaaistraat zijn beiden straten met eenrichtingsverkeer, aangeduid met het bord F19. Dit betekent dat gemotoriseerd verkeer enkel vanaf de Stationsstraat deze zijstraten mag inrijden, maar er mag geen gemotoriseerd verkeer vanuit deze zijstraten de Stationsstraat oprijden. Het onderbord M4 duidt echter aan dat in de zijstraten fietsverkeer wel in beide richtingen is toegestaan.

Op zo'n 200m ten zuidwesten van de oversteekplaats bevindt zich een middelbare school (zijde van de Kaaistraat). De onderzochte oversteekplaats bevindt zich dan ook op een drukke schoolroute. Rond de openingstijd en sluitingstijd van de school steken er grote aantallen schoolkinderen over. Op deze momenten wordt de oversteekplaats beveiligd door politieagenten. 's Ochtends beveiligen zij de oversteekplaats van 7u45 tot +/- 8u30, na het einde van de schooluren beveiligen zij de oversteekplaats van 15u15 tot +/- 15u30.

In rijrichting 2 staat ter hoogte van de oversteekplaats een onbemande snelheidscamera. In rijrichting 1 staat geen onbemande snelheidscamera in de onmiddellijke omgeving van de oversteekplaats.



Figuur 9 Voorperiode proeflocatie Stationsstraat Eeklo, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)

3.1.2.2 Nasituatie

De oversteekplaats over de Stationsstraat te Eeklo werd heringericht volgens de principes van de gevleugelde oversteekplaats. De oversteekplaatsen werden stroomopwaarts verlengd met 5m tot een totale lengte van 8m. De verlengingszones van 5m worden aan de zijde van het voetpad fysiek afgescheiden door omega-beugels. In de middenberm is geen fysieke afscheiding aangebracht langs de verlengingszones, maar de middenberm is enkel bij de achterste 3m van het zebrapad verhard waardoor overstekende voetgangers op een natuurlijke manier naar het juiste punt geleid worden.

Het aanpassen van de oversteekplaats gebeurde in het kader van grotere wegenwerken aan de N9. Dit betekent dat in de nasituatie alle markeringen opnieuw geschilderd zijn, en we kunnen ook zien dat de vorm van de middenberm licht gewijzigd is.



Figuur 10 Naperiode proeflocatie Stationsstraat Eeklo, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)

3.2 Dataverzameling

3.2.1 Ongevalsanalyse

Voor de twee onderzoekslocaties werden de beschikbare ongevalsgegevens opgevraagd. Concreet werd gevraagd naar het aantal door de politie geregistreerde ongevallen ter hoogte van de oversteekplaats tussen januari 2008 en september 2019. Per geregistreerd ongeval werden volgende gegevens opgevraagd:

- Letselernt
- Betrokken weggebruikers
- Dag en uur
- Weersomstandigheden
- Manoeuvrediagram

Voor de ongevalsanalyse van de oversteekplaats te Leuven ontbraken echter het uur waarop het ongeval gebeurde alsook de weersomstandigheden.

Mits beschikbaarheid van voldoende ongevalsgegevens kunnen deze worden geanalyseerd volgens de AVOC-methode (Aanpak VerkeersOngevallenConcentratie). Om deze methode met succes toe te kunnen passen, moeten op de onderzoekslocatie in 3 achtereenvolgende jaren minstens 10 ongevallen in totaal zijn geregistreerd, of minstens 5 ongevallen met een overeenkomstig kenmerk. Genoemde aantallen zijn een praktische ondergrens om de analysetechniek te kunnen toepassen (CROW, 1992; AWW, 2009). Wanneer een volwaardige AVOC-analyse niet mogelijk is, worden de eventuele ongevallen descriptief beschreven. Gezien de zeer korte naperiode, waarin bijgevolg weinig of geen ongevallen plaatsvonden, zullen deze analyses niet toelaten om een uitspraak te doen over de effectiviteit van de maatregel. Ze kunnen enkel (mogelijk) inzicht geven in de ongevalspatronen vóór het aanbrengen van de gevleugelde oversteekplaats.

3.2.2 Verzameling videobeelden

Op het terrein werden videobeelden verzameld met behulp van tijdelijke camerasystemen. De videobeelden werden gebruikt voor de gedrags- en conflictobservatie. Zowel in de periode voor als na de hermarkering als gevleugelde oversteekplaats werden van vier dagen videobeelden verzameld tussen 6u00 en 22u00. In de naperiode in Eeklo werden de opnames met een week verlengd wegens het uitzonderlijk slechte weer tijdens de initiële opnameperiode. Gedragsobservaties werden op iedere locatie uitgevoerd op basis van beelden van één opnamedag. Conflictobservaties gebeurden op basis van beelden van drie dagen (waaronder de dag van de gedragsobservatie).

Per locatie werden twee tijdelijke camera's geplaatst, waarbij één camera in elke rijrichting werd gemonteerd vlak na de oversteek zodat het tegemoetkomend verkeer frontaal gefilmd werd. Deze opstelling garandeert de maximale accuratesse van de videoanalyses en vermijdt zo veel mogelijk occlusie van de overstekende kwetsbare weggebruikers door vrachtwagens. De camera's zijn mobiele en autonome systemen, waarbij een camera op een uitschuifbare mast gemonteerd is en vanaf een hoogte van ca. 6 meter kan filmen (zie Figuur 11). Het systeem is voorzien van een voldoende grote inwendige batterij en opslagcapaciteit voor beelden. De camera's hebben een lage resolutie, waardoor geen nummerplaten of gezichten herkend kunnen worden. Dit waarborgt de privacy van passanten.



Figuur 11 Tijdelijke camerasystemen.

Bij de plaatsing van de camera's werd de wegomgeving ook gescand met behulp van een 3D-laserscanner. Door te scannen vanuit verschillende punten kan het toestel een zeer accurate orthofoto van de omgeving produceren die gebruikt wordt voor de kalibratie van de videoanalysesoftware (zie verderop). Traditioneel wordt voor die kalibratie gebruikgemaakt van beschikbare orthofoto's via bijvoorbeeld Geopunt of Google

Earth. Door de infrastructurele aanpassingen aan de proeflocaties, is er van de naperiode echter nog geen metrisch correct grondplan beschikbaar voor de kalibratie van de camera's. Daarom werd geopteerd om zowel in de voor- als in de naperiode gebruik te maken van een 3D-scan van de wegomgeving.



Figuur 12 3D-laserscanner (hier ingezet op een onderzoekslocatie van een ander onderzoek).

Tabel 1 beschrijft de observatieperiodes. Alle beelden van de voorsituatie werden verzameld in mei 2019. De gevleugelde oversteekplaatsen in Leuven werden aangebracht op 29 juli 2019. De infrastructurele aanpassingswerken aan de N9 te Eeklo vonden plaats van 25/04/2019 tot 11/07/2020. De werken aan het geobserveerde wegvak startten echter pas na afloop van de observaties van de voorperiode, en de eigenlijke markeringen van de gevleugelde oversteekplaats in Eeklo werden aangebracht in augustus 2019. De opnames van de nasituatie werden uitgevoerd van eind september tot midden oktober 2019. Alle opnames werden uitgevoerd op weekdays, omdat dit de meest representatieve dagen zijn op deze locaties. Er werd gefocust op dagen die overwegend droog waren. In Eeklo werden in de naperiode de observaties verlengd aangezien het lange tijd uitzonderlijk slecht weer was.

Tabel 1 Observatieperiodes

Locatie	Voorperiode		Naperiode	
	Dag	Gebruikt voor	Dag	Gebruikt voor
Leuven	Woensdag 22/05/'19	Gedrag & conflict	Dinsdag 15/10/'19	Conflict
	Donderdag 23/05/'19	Conflict	Donderdag 17/10/'19	Gedrag & conflict
	Vrijdag 24/05/'19	Conflict	Vrijdag 18/10/'19	Conflict
Eeklo	Dinsdag 21/05/'19	Gedrag & conflict	Vrijdag 27/09/'19 (12u00-22u00)	Conflict
	Donderdag 23/05/'19	Conflict	Woensdag 02/10/'19 (06u00-12u00)	Conflict
	Vrijdag 24/05/'19	Conflict	Maandag 07/10/'19	Gedrag & conflict
			Dinsdag 08/10/'19	Conflict

3.3 Gedragsanalyse

Op basis van de videobeelden van de camera's werd het gedrag geobserveerd van overstekende kwetsbare weggebruikers en de interacties tussen de overstekende kwetsbare weggebruikers en het doorgaande gemotoriseerd verkeer dat met hen interageert. Een interactie wordt gedefinieerd als een situatie waarbij twee

weggebruikers aan de oversteekplaats aankomen met zulke nabijheid in tijd en ruimte dat de ene weggebruiker een invloed kan hebben op het gedrag van de andere weggebruiker (De Ceunynck et al., 2013).

Per oversteekplaats werden zowel vóór als na de aanpassing van de oversteekplaats van één dag de videobeelden geanalyseerd. De bedoeling was om deze videobeelden automatisch te verwerken met behulp van de Road User Behaviour Analysis software (RUBA). De videoanalysesoftware doet daarbij een eerste filtering van de videobeelden door de overstekende kwetsbare weggebruikers automatisch te detecteren met behulp van een detectorveld. In Eeklo bleek het echter niet efficiënt en betrouwbaar om RUBA te gebruiken. De redenen hiervoor waren het hoge aantal overstekers buiten het zebrapad, de afslaanende voertuigen en de zeer hoge aantallen kwetsbare weggebruikers. Dit zorgde ervoor dat er zowel zeer veel 'vals positieven' (de detector wordt geactiveerd door een andere weggebruiker dan door een overstekende kwetsbare weggebruiker) ontstonden alsook een aantal 'vals negatieven' (een overstekende weggebruiker wordt niet gedetecteerd door de detectoren). Daarom werden de overstekende kwetsbare weggebruikers in Eeklo manueel geselecteerd. In Leuven konden de overstekende kwetsbare weggebruikers wel gedetecteerd worden met RUBA (zie Figuur 13).



Figuur 13 Automatische detectie van overstekende kwetsbare weggebruikers met RUBA

De gedragsanalyse gebeurt vervolgens in het videoanalyseprogramma T-Analyst. Dit is een semi-geautomatiseerde tool, specifiek ontworpen met het doel om de ernst van verkeersconflicten accuraat en objectief te meten. Deze laat echter ook toe om nauwkeurig afstanden te meten. Deze functionaliteit gebruiken we voor de bepaling van de stoppositie van voertuigen.

Het gedrag van de overstekende kwetsbare weggebruikers, zowel degenen die in interactie komen met één of meerdere voertuigen als kwetsbare weggebruikers die vrij kunnen oversteken, werd geregistreerd in een gestandaardiseerd codeerformulier. Het gebruikte codeerformulier omvatte onder andere volgende elementen:

- Situationele omstandigheden (bv. tijdstip, licht- en weersgesteldheid)
- Types weggebruikers betrokken in de interactie
- Looplijn van de overstekende weggebruiker: steekt deze op de bedoelde oversteekplaats over, op de verlengingszone of steekt deze over buiten de oversteekplaats?
- In welke rijstrook vindt de interactie plaats (de 'eerste' of de 'tweede' rijstrook die de kwetsbare weggebruiker oversteekt)?
- De stoppositie, het stopgedrag en het vertrekgedrag van voertuigen die volledig tot stilstand komen (zie hieronder voor meer details).
- Welke weggebruiker gaat eerst, en op welke manier verloopt het interactieproces? Hierin worden vier verschillende categorieën onderscheiden. Deze onderverdeling werd overgenomen uit eerder onderzoek door van Haperen et al. (2016) en is dezelfde als gebruikt werd in de eerdere evaluatiestudie van MINT NV (2019). Deze onderverdeling werd tevens toegepast in de recente

evaluatiestudie van 3D-zebrapaden, uitgevoerd door Vias institute in opdracht van het Agentschap Wegen en Verkeer (hoewel enkele categorieën in deze studie anders genoemd werden) (De Ceunynck et al., 2020).

- Voorrang krijgen: De weggebruiker die voorrang heeft, passeert als eerste zonder zijn recht op voorrang te hoeven afdwingen.
- Voorrang nemen: de weggebruiker die voorrang heeft dwingt zijn voorrangsrecht af en gaat eerst. De weggebruiker in voorrang gedraagt zich hier dus assertiever dan in het type 'voorrang krijgen'.
- Voorrang forceren: De weggebruiker die voorrang dient te verlenen dwingt de andere weggebruiker om te stoppen of stopt niet wanneer de weggebruiker met voorrang de oversteekplaats nadert of er staat te wachten.
- Voorrang ontvangen: De weggebruiker met voorrang staat zijn recht om als eerste over te steken gewillig af, waardoor de weggebruiker die geen voorrang heeft als eerste gaat.

Ook het stop- en vertrekgedrag van bestuurders die volledig tot stilstand komen wordt bestudeerd. Allereerst wordt hiervoor de stoppositie van het voertuig bepaald. Als nulpunt voor de meting namen wij op iedere locatie het eindpunt van de zebramarkering. De reden hiervoor is dat dit een onveranderd en eenduidig observeerbaar punt is, waardoor dit de meest accurate meting geeft. We maten de afstand tussen dit nulpunt en de voorbumper van het gestopte voertuig om de stoppositie te bepalen. Deze meting wordt geïllustreerd in Figuur 14. Op deze afbeelding wordt ter verduidelijking ook aangeduid hoe de meting in de eerdere studie van MINT NV (2019) in schoolomgevingen gemaakt werd, aangezien deze verschilt van de meting in de huidige studie¹.



Figuur 14 Illustratie meting stoppositie.

Wanneer een gemotoriseerde weggebruiker volledig tot stilstand kwam, werd naast de stoppositie ook de positionering van de kwetsbare weggebruiker geregistreerd op het moment dat het voertuig tot stilstand komt, en op het moment dat het voertuig terug vertrekt. Hiervoor hebben we de onderzochte oversteekplaatsen verdeeld in zones zoals aangegeven op Figuur 15. Ook na de aanpassingen tot een gevleugelde oversteekplaats kon deze zonale verdeling ongewijzigd blijven. In Eeklo werd de oversteekplaatsen in beide richtingen onderverdeeld in 19 zones. In Leuven werden respectievelijk 17 zones onderscheiden in rijrichting 1 en 25 zones in rijrichting 2.

Concreet werd de positie van de kwetsbare weggebruiker als volgt vastgesteld:

- Voor een voetganger:
 - Wanneer een voetganger oversteekt en een gemotoriseerde weggebruiker stopt, werd de positie van de voetganger bepaald door de voorste voet (bv. Een personenwagen stopt en op dat moment bevindt de voorste voet zich op zone 11, dan wordt zone 11 geregistreerd als de positie van de voetganger).
 - Wanneer de gemotoriseerde weggebruiker weer vertrekt werd de positie van de voetganger bepaald door de achterste voet (bv. Een personenwagen vertrekt opnieuw en op dat moment

¹ In de oorspronkelijke studie van MINT NV (2019) werd gemeten vanaf "de dichtstbijzijnde contour van de oorspronkelijke zebramarkering". Voor de relatieve verschillen tussen voor en naperiode binnen deze studie maakt dit uiteraard geen verschil. Een lezer die de absolute waarden van de stopposities van deze studie wilt vergelijken met de studie van MINT NV (2019), dient de absolute positie in onze studie te verminderen met 3m om de metingen gelijk te stellen aan die uit de studie van MINT NV (2019).

bevindt het achterste been/de achterste voet zich op zone 14, dan wordt zone 14 geregistreerd als de positie van de voetganger).

- Voor een fietser:
 - o Wanneer een fietser oversteekt en een gemotoriseerde weggebruiker stopt werd de positie van de fietser bepaald door het voorste fietswiel (bv. Een personenwagen stopt en op dat moment bevindt het voorste fietswiel zich op zone 11, dan wordt zone 11 geregistreerd als de positie van de fietser).
 - o Wanneer de gemotoriseerde weggebruiker weer vertrekt, werd de positie van de fietser bepaald door het achterste fietswiel (bv. Een personenwagen vertrekt opnieuw en op dat moment bevindt het achterste fietswiel zich op zone 14, dan wordt zone 14 geregistreerd als de positie van de fietser).
- Voor een gemengde groep van verschillende types weggebruikers:
 - o Wanneer een gemengde groep oversteekt en een gemotoriseerde weggebruiker stopt, wordt het voorste punt van de groep genomen. Dit kan dus een voet of een wiel zijn, afhankelijk van welk type weggebruiker zich het meest vooraan bevindt.
 - o Wanneer de gemotoriseerde weggebruiker weer vertrekt, wordt het achterste punt van de groep genomen. Dit kan dus een voet of een wiel zijn, afhankelijk van welk type weggebruiker zich het meest achteraan bevindt.



Figuur 15 Zonale verdeling van de onderzochte oversteekplaatsen ter positiebepaling van de kwetsbare weggebruiker bij het stoppen en vertrekken van het gemotoriseerd verkeer (Boven: Eeklo – Oversteekplaats 1 (L) en oversteekplaats 2 (R); Onder: Leuven – Oversteekplaats 1 (L) en oversteekplaats 2 (R))

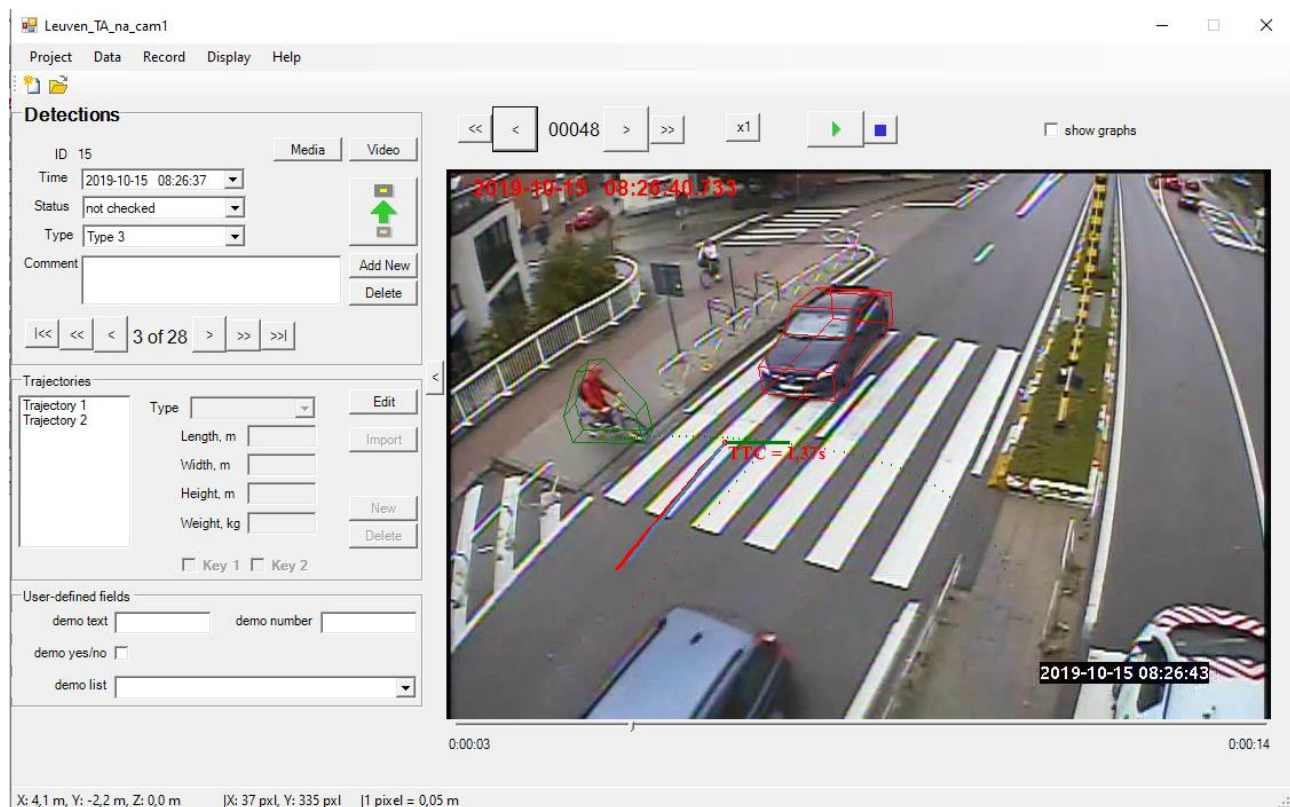
3.4 Analyse van conflicten

In deze stap detecteren en analyseren we de conflicten (ook wel 'bijna-ongevallen' genoemd) die plaatsvinden op de oversteekplaatsen. Zowel voor als na de aanpassing van de oversteekplaats zijn voor elke locatie drie dagen videobeelden geanalyseerd.

Ook bij de analyse van de bijna-ongevallen vertrekken we voor Leuven van een eerste verwerking van de videobeelden met behulp van RUBA, waar de overstekende weggebruikers worden gedetecteerd. In Eeklo worden de beelden door de onderzoekers manueel bekeken op zoek naar potentiële conflicten. De werkelijke ernst van de pregeselecteerde potentiële conflicten wordt vervolgens geanalyseerd met behulp van de videoanalysesoftware T-Analyst (zie Figuur 16). Dit is een semi-geautomatiseerde tool, specifiek ontworpen met het doel om de ernst van verkeersconflicten accuraat en objectief te meten.

Een onderliggende kalibratie rekent elke pixelcoördinaat in het camerabeeld om naar een reële coördinaat op het terrein op basis van een metrisch correct grondplan van het terrein. Deze omrekening gebeurt door een wiskundig model dat gebruikmaakt van een koppeling van een aantal referentiepunten in het camerabeeld aan het metrisch correcte grondplan (zie Figuur 17). Het metrisch correcte grondplan waarvan we in deze studie gebruikmaken is een orthofoto die gemaakt wordt met de 3D-laserscanner.

Door deze kalibratieprocedure kunnen positie, richting en snelheid van de weggebruikers op de camerabeelden gemeten worden doorheen de tijd. Op basis van de trajecten van twee weggebruikers kunnen diverse conflictindicatoren berekend worden die toelaten te bepalen of het een ernstig conflict betreft of niet.



Figuur 16 Illustratie werking T-Analyst videoanalysesoftware.



Figuur 17 Kalibratie T-Analyst.

In deze studie is ervoor geopteerd gebruik te maken van de indicatoren 'minimal Time-to-Collision (TTC_{min})' en de 'Post Encroachment Time (PET)'. Dit zijn de vaakst gebruikte en tevens best gevalideerde conflictindicatoren voor conflicten met kwetsbare weggebruikers (De Ceunynck, 2017; Johnsson, Laureshyn, & De Ceunynck, 2018). Om het onderscheid te maken tussen ernstige en niet-ernstige conflicten wordt een drempelwaarde gehanteerd. Elke interactie waarbij de meetwaarde van tenminste één van beide indicatoren onder de drempelwaarde zakt, wordt beschouwd als een ernstig conflict.

Time-to-Collision wordt gedefinieerd als "de tijd die overblijft tot een botsing tussen twee weggebruikers zou plaatsvinden indien zij zich blijven voortbewegen op hun huidige koers en aan hun huidige snelheid" (Hayward, 1972). Vanuit validatieonderzoek wordt een drempelwaarde van 1,5s vooropgesteld om het onderscheid te maken tussen ernstige conflicten en niet-ernstige conflicten (Johnsson, Laureshyn, & De Ceunynck, 2018). Onderzoek heeft namelijk aangetoond dat TTC_{min} -waarden lager dan 1,5s zelden worden waargenomen in normale interacties en dus beschouwd worden als ernstige conflicten (Brown, 1994; van der Horst, 1990).

Post Encroachment Time (PET) is de tijd tussen het moment waarop de eerste weggebruiker het pad van de tweede weggebruiker verlaat, en het moment waarop de tweede weggebruiker het pad van de eerste weggebruiker bereikt (Allen et al., 1978). Met andere woorden, PET duidt aan met hoeveel seconden marge de weggebruikers elkaar gemist hebben. Bij snelheden van 50 km/u of lager, wordt een PET-waarde lager dan 1s als ernstig beschouwd (van der Horst, 1990).

Op het gebruik van een PET-waarde van 1s als drempelwaarde wordt bij interacties met voetgangers echter één uitzondering gemaakt. Situaties waarbij een voetganger of fietser op een gecontroleerde manier kort achter een passerend voertuig doorwandelt of fietst, worden niet beschouwd als ernstige conflicten. De reden hiervoor is dat dit gedrag een optimalisatie van kwetsbare weggebruikers is om zo weinig mogelijk tijd te verliezen en dat dit bijgevolg zeer vaak wordt geobserveerd. Door hun zeer lage snelheid, hun grote wendbaarheid en het feit dat ze zich perfect bewust zijn van hun fysieke dimensies, kan dit optimalisatiegedrag niet beschouwd worden als ernstig conflict. Ook in het eerdere onderzoek van MINT NV (2019) werden dergelijke situaties niet beschouwd als ernstige conflicten. Aangezien dergelijke gecontroleerde interacties ook zeer vaak voorkomen tussen kwetsbare weggebruikers onderling, en de bestaande conflictindicatoren dus niet goed functioneren in het beoordelen van dergelijke interacties (Laureshyn, de Goede, et al., 2017), werd er tevens besloten om in de conflictanalyse geen conflicten mee te nemen tussen overstekende kwetsbare weggebruikers en rechtdoorgaande fietsers en bromfietsers op het fietspad.

Daarnaast hebben we in dit onderzoek nog twee nieuwe conflictindicatoren getest, met name $T_{2,min}$ en Extended Delta-V. Extended Delta-V is één van de weinige indicatoren die naast de nabijheid in tijd van de betrokken weggebruikers ook expliciet de mogelijke letselernst indien een ongeval zou plaatsvinden in rekening brengt (Laureshyn, De Ceunynck, et al., 2017). T_2 is de voorspelde duurtijd tot het moment dat de tweede weggebruiker het conflictpunt bereikt op het moment dat de eerste weggebruiker het conflictpunt nog niet verlaten heeft (Laureshyn et al., 2010). T_2 leunt nauw aan bij TTC , maar biedt het voordeel dat deze eveneens bepaald kan worden wanneer weggebruikers niet op botskoers zijn. Beide indicatoren zijn tot op heden nog maar zeer beperkt toegepast op interacties met kwetsbare weggebruikers. Uiteindelijk hebben we de analyses van deze indicatoren echter niet weerhouden omdat de resultaten onvoldoende valide bleken en weinig meerwaarde bleken te bieden ten opzichte van het gecombineerde gebruik van TTC_{min} en PET.

4 Analyses en resultaten

4.1 Ongevalsanalyse

4.1.1 Oversteekplaats Tervuursevest Leuven

De ongevalsgegevens voor de oversteekplaats gelegen op de R23 Tervuursevest te Leuven ter hoogte van de Heilige-Geeststraat en Ijzerenmolenstraat werden opgevraagd bij de politiezone Leuven. In de periode van januari 2008 tot en met september 2019 gebeurden er aan deze oversteekplaats respectievelijk:

- 12 ongevallen in de noordwestelijke rijrichting naar het Universitair Ziekenhuis Leuven (Rijrichting 1)
- 9 ongevallen in de zuidoostelijke rijrichting naar het voetbalstadion van Oud-Heverlee Leuven (Rijrichting 2)

Er werden geen ongevallen geregistreerd in de periode na de herinrichting van de oversteekplaats. De tijdspanne waarop dit betrekking heeft is echter zeer kort en beslaat enkel de periode van augustus 2019 tot en met september 2019.

Voor de ongevalsanalyse van de oversteekplaats te Leuven waren volgende gegevens beschikbaar: letselernst, betrokken weggebruikers, dag en manoeuvrediagram. Het uur waarop het ongeval gebeurde alsook de weersomstandigheden ontbraken.

4.1.1.1 Rijrichting van het Universitair Ziekenhuis Leuven (Rijrichting 1)



Figuur 18 Ongevalsanalyse Leuven – Rijrichting 1 – Clusters

Er gebeurden in totaal 12 ongevallen in de rijrichting van het Universitair Ziekenhuis Leuven (Rijrichting 1). Er konden 4 clusters worden onderscheiden. Elke cluster wordt hieronder afzonderlijk besproken.

- **Cluster A: 2 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto of bromfietser): Kop-staartaanrijding**



Figuur 19 Manoeuvredigram (Cluster A) – Rijrichting 1

Er gebeurden in de periode van januari 2008 tot en met september 2019 ook 2 kop-staartaanrijdingen. Hierbij werd telkens een personenauto langs achter aangereden door respectievelijk een andere personenauto en een bromfietser. Het betroffen beide verkeersongevallen met lichte verwondingen. Bij deze ongevallen waren geen kwetsbare weggebruikers direct betrokken. Wel vloeiden beide verkeersongevallen voort uit het feit dat de aangereden personenauto voorrang verleende aan een overstekende kwetsbare weggebruiker. De achteropkomende weggebruiker reageerde in beide gevallen wellicht te laat.

- **Cluster B: 7 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto of lichte vrachtauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de overstekende kwetsbare weggebruiker)**



Figuur 20 Manoeuvredigram (Cluster B) – Rijrichting 1

In totaal gebeurden er 7 ongevallen tussen januari 2008 en september 2019, waarbij een kwetsbare weggebruiker aangereden werd door een personenauto/lichte vrachtauto. Allen gebeurden op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker). In dit geval was dat telkens de linkerrijstrook. Mogelijk speelt hier een probleem van zichtbelemmering: de bestuurder van de personenauto/lichte vrachtauto en de overstekende kwetsbare weggebruiker kunnen elkaar moeilijk zien doordat er zich een ander voertuig op de 1^{ste} rijstrook bevindt (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker). Deze hypothese kan echter op basis van de ongevalldata niet worden bevestigd aangezien er geen informatie is over de eventuele aanwezigheid van een zichtbelemmering.

4 ongevallen gebeurden tussen een personenauto en een voetganger. Hierbij liep de voetganger in 3 gevallen lichte verwondingen op. Éénmaal was hij zwaargewond.

De overige 3 ongevallen gebeurden tussen een personenauto/lichte vrachtauto en een fietser. Hierbij raakte de fietser 1 keer lichtgewond en 1 keer zwaargewond. 1 keer bleef het bij uitsluitend materiële schade.

- **Cluster C: 2 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker)**



Figuur 21 Manoeuvrediagram (Cluster C) – Rijrichting 1

In de eerder vernoemde periode gebeurden er ook 2 ongevallen waarbij een kwetsbare weggebruiker werd aangereden door een personenauto op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker). Éénmaal betrof het een voetganger die overstak vertrekkend vanaf het middeneiland (C₂). Het andere ongeval vond plaats tussen een fietser en een personenauto (C₁).

De voetganger raakte zwaargewond en de fietser lichtgewond.

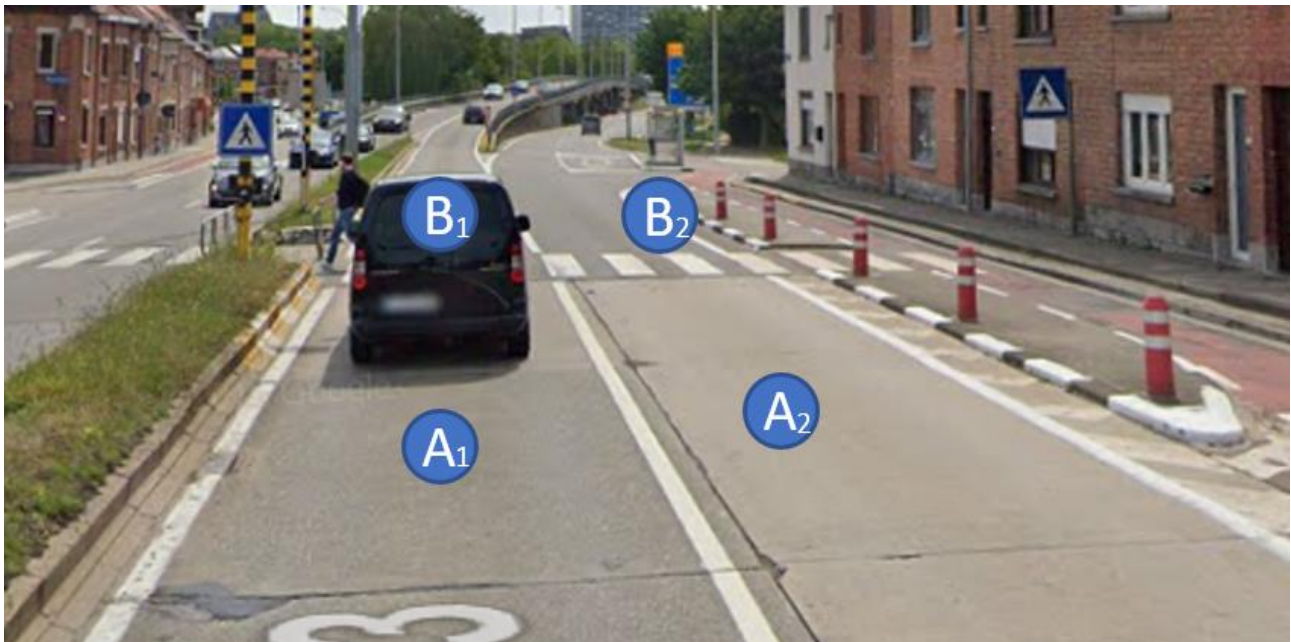
Cluster D: 1 ongeval tussen gemotoriseerd verkeer (bromfietser) en kwetsbare weggebruiker (fietser) op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker) – Met bijzondere omstandigheden



Figuur 22 Manoeuvrediagram (Cluster D) – Rijrichting 1

Dit is een 'speciaal' ongeval tussen een bromfietser en een fietser. De bromfietser, die in tegengestelde richting reed, reed een fietser aan die op het zebrapad overstak. De fietser raakte lichtgewond. Op het moment van het ongeval waren er wegenwerken in uitvoering.

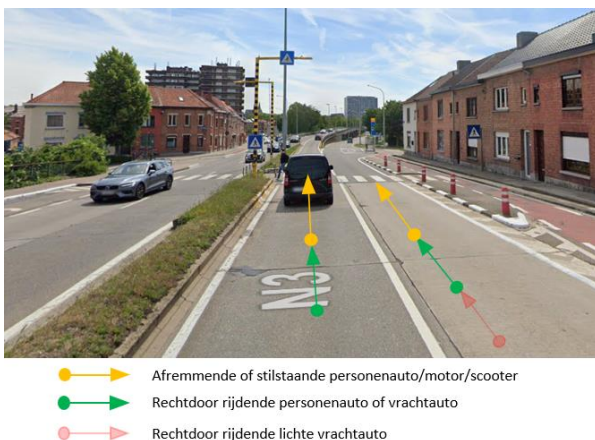
4.1.1.2 Rijrichting van het voetbalstadion van Oud-Heverlee Leuven (Rijrichting 2)



Figuur 23 Ongevalsanalyse Leuven – Rijrichting 2 - Clusters

Er gebeurden in totaal 9 ongevallen in de rijrichting van het voetbalstadion van Oud-Heverlee Leuven (Rijrichting 2). Er konden 2 clusters worden onderscheiden. Elke cluster wordt hieronder afzonderlijk besproken.

- **Cluster A: 6 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto of bromfietser): Kop-staartaanrijding**



Figuur 24 Manoeuvredigram (Cluster A) – Rijrichting 2

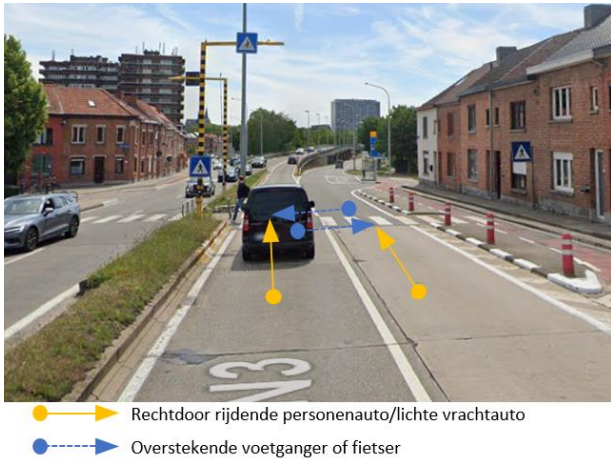
In de richting van het voetbalstadion van Oud-Heverlee Leuven gebeurden er in de periode van januari 2008 tot en met september 2019 in totaal 6 kop- staartaanrijdingen. Bij 1 ongeval waren er 3 voertuigen (2 personenauto's en 1 lichte vrachtauto) betrokken. Hierbij raakte de bestuurder van het middelste voertuig lichtgewond.

In 2 andere gevallen werd een motor/scooter aangereden door een achteropkomende personenauto. Éénmaal raakt de bestuurder van de motor/scooter lichtgewond. Bij het andere ongeval was er enkel materiële schade.

De overige 3 verkeersongevallen viel er telkens minstens 1 lichtgewonde. In twee gevallen was de achteropkomende weggebruiker een vrachtauto. De bestuurder van de vrachtauto bleef in beide gevallen ongedeerd.

De 6 kop-staartaanrijdingen hebben niet tot verwondingen geleid bij kwetsbare weggebruikers die indirect betrokken waren, doordat het gemotoriseerd voertuig dat langs achter werd aangereden, vertraagde of stopte om voorrang te verlenen aan de kwetsbare weggebruiker in kwestie.

- **Cluster B: 3 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto of lichte vrachtauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker)**



Figuur 25 Manoeuvrediagram (Cluster B) – Rijrichting 2

In totaal gebeurden er 3 ongevallen tussen januari 2008 en september 2019, waarbij een kwetsbare weggebruiker aangereden werd door een personenauto/lichte vrachtauto. Allen gebeurden op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker). Net zoals in de andere richting speelt hier waarschijnlijk een probleem van zichtbelemmering.

1 ongeval gebeurde tussen een lichte vrachtauto en een voetganger, die lichtgewond raakte. Bij de 2 andere ongevallen waren er steeds een personenauto en een fietser betrokken.

1 keer raakte de fietser lichtgewond en 1 keer werd enkel materiele schade gerapporteerd.

4.1.1.3 Conclusie ongevalsanalyse van de oversteekplaats te Leuven

Er kunnen 2 duidelijke ongevalspatronen worden onderscheiden: ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer en kwetsbare weggebruikers op de tweede (= verste) rijstrook (vanuit het oogpunt van de overstekende kwetsbare weggebruiker) en kop-staartaanrijdingen die voortvloeien uit het vertragen of stoppen van een gemotoriseerd voertuig voor het voorrang verlenen aan een kwetsbare weggebruiker.

4.1.2 Oversteekplaats Stationsstraat Eeklo

De ongevalsgegevens voor de oversteekplaats gelegen op het kruispunt van de N9 met de Raamstraat en Kaaistraat te Eeklo werden opgevraagd bij de politiezone Meetjesland. Ongevalsgegevens met manoeuvrediagrammen waren beschikbaar voor de periode januari 2009 tot en met september 2019 (Manoeuvrediagrammen van de ongevallen in 2008 waren niet beschikbaar en konden niet geanalyseerd worden). Er gebeurden tussen januari 2009 en september 2019 aan deze oversteekplaats respectievelijk:

- 12 ongevallen in de noordwestelijke rijrichting naar de openbare bibliotheek van Eeklo (Rijrichting 1)
- 7 ongevallen in de zuidoostelijke rijrichting naar het treinstation van Eeklo (Rijrichting 2).

Er werden geen ongevallen geregistreerd in de periode na de herinrichting van de oversteekplaats. De tijdspanne waarop dit betrekking heeft is echter zeer kort en beslaat enkel de periode van augustus 2019 tot en met september 2019.

Voor de ongevalsanalyse van de oversteekplaats te Eeklo waren alle opgevraagde gegevens beschikbaar: letselernst, betrokken weggebruikers, dag en uur, weersomstandigheden en de manoeuvrediagrammen.

4.1.2.1 Rijrichting van de openbare bibliotheek van Eeklo (Rijrichting 1)



Figuur 26 Ongevalsanalyse Eeklo – Rijrichting 1 – Clusters

Er gebeurden in totaal 12 ongevallen in de rijrichting van de openbare bibliotheek van Eeklo (Rijrichting 1). Er konden 2 clusters worden onderscheiden. Elke cluster wordt hieronder afzonderlijk besproken.

- **Cluster A:** 10 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto of lichte vrachtauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker)



Figuur 27 Manoeuvrediagram (Cluster A) - Rijrichting 1

In totaal gebeurden er 10 ongevallen tussen januari 2009 en september 2019, waarbij een kwetsbare weggebruiker door een personenauto/vrachtauto aangereden werd op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker). Mogelijk speelt hier een probleem van zichtbelemmering: de bestuurder van de personenauto/vrachtauto en de overstekende kwetsbare weggebruiker kunnen elkaar moeilijk zien doordat er zich een ander voertuig op de 1^{ste} rijstrook bevindt (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker).

Deze hypothese kan echter op basis van de ongevallendata niet worden bevestigd aangezien er geen informatie is over de eventuele aanwezigheid van een zichtbelemmering.

5 ongevallen gebeurden tussen een personenauto en een voetganger. Hierbij liep de voetganger in 3 gevallen lichte verwondingen op. Tweemaal was hij zwaargewond.

4 ongevallen gebeurden tussen een personenauto/vrachtauto en een fietser. Hierbij raakte de fietser steeds lichtgewond.

1 ongeval ten slotte vond plaats tussen een personenauto en een overstekende bromfietser. Deze laatste raakte lichtgewond.

Wat de lichtgesteldheid en de weersomstandigheden betreft, gebeurden 7 van de 10 ongevallen tijdens de dag. Bij de 3 andere ongevallen was het donker en was de plaatselijke verlichting ontstoken. Met uitzondering van 1 nachtelijk ongeval, gebeurden alle ongevallen bij droog weer. Voor 1 ongeval waren de weersomstandigheden onbekend.

- **Cluster B: 2 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker)**



Figuur 28 *Manoeuvrediaagram (Cluster B) – Rijrichting 1*

In de eerder vernoemde periode gebeurden er ook 2 ongevallen waarbij een voetganger werd aangereden door een personenauto op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de voetganger). 1 ongeval zorgde voor lichte verwondingen bij de voetganger.

Beide ongevallen gebeurden overdag en bij droog weer.

4.1.2.2 Rijrichting van het treinstation van Eeklo



Figuur 29 Ongevalseanalyse Eeklo – Rijrichting 2 – Clusters

Er gebeurden in totaal 7 ongevallen in de rijrichting van het station van Eeklo (Rijrichting 2). Er konden 2 identieke clusters als in de andere richting worden onderscheiden. Elke cluster wordt hieronder afzonderlijk besproken.

- **Cluster A: 3 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto of lichte vrachtauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker)**



- —> Rechtdoor rijdende personenauto
- —> Overstekende voetganger

Figuur 30 Manoeuvredigram (Cluster A) – Rijrichting 2

In totaal gebeurden er 3 ongevallen tussen januari 2009 en september 2019, waarbij een voetganger werd aangereden door een personenauto. Allen gebeurden op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de voetganger). Net zoals in de andere richting speelt hier waarschijnlijk een probleem van zichtbelemmering.

Bij 2 van de 3 ongevallen liep de voetganger lichte verwondingen op. Bij 1 ongeval raakte de voetganger zwaargewond.

Wat de lichtgesteldheid en de weersomstandigheden betreft, gebeurden alle 3 de ongevallen bij daglicht. Bij 1 ongeval was het wegdek nat.

- **Cluster B: 4 ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker)**



- → Rechtdoor rijdende personenauto
- → Overstekende voetganger of fietser
- → Overstekende bromfietser

Figuur 31 Manoeuvrediagram (Cluster B) – Rijrichting 2

Er gebeurden in totaal 4 ongevallen waarbij een kwetsbare weggebruiker werd aangereden door een personenauto op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker).

1 ongeval gebeurde tussen een personenauto en een bromfietser. Deze laatste bevond zich net buiten het zebrapad en raakte lichtgewond door de aanrijding. Het ongeval gebeurde overdag. Over de weersomstandigheden is geen informatie bekend.

2 ongevallen gebeurden met een personenauto en (een) voetganger(s). Alle betrokken voetgangers raakten lichtgewond. Het ongeval met 2 voetgangers gebeurde bij dageraad in droge omstandigheden. Tijdens het andere ongeval was het licht en droog.

Tot slot was er 1 ongeval tussen een personenauto en een fietser. De fietser raakte zwaargewond. Dit ongeval gebeurde overdag tijdens een verkeersopstopping in droge omstandigheden.

4.1.2.3 Conclusie ongevalsanalyse van de oversteekplaats te Eeklo

Er kunnen 2 duidelijke ongevalspatronen worden onderscheiden: ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer en kwetsbare weggebruikers op de 2^{de} rijstrook (vanuit het oogpunt van de overstekende kwetsbare weggebruiker) en ongevallen tussen gemotoriseerd verkeer (personenauto) en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker).

4.1.3 Conclusies ongevalsanalyse

De ongevalsanalyse heeft enkele interessante inzichten opgeleverd. Er kan immers duidelijk worden vastgesteld dat de meest dominante ongevalssituatie deze is waarbij het gemotoriseerd verkeer in aanrijding komt met een overstekende kwetsbare weggebruiker (voetganger of fietser) die zich op de 2de rijstrook

bevindt (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker). In 23 van de 40 (57,5%) geanalyseerde ongevallen (Leuven en Eeklo) bleek dit het geval.

Daarnaast blijken zowel aanrijdingen tussen gemotoriseerd verkeer en kwetsbare weggebruikers (voetganger of fietser) op de 1^{ste} rijstrook (vanuit het oogpunt van de kwetsbare weggebruiker) en kop-staartaanrijdingen veelvuldig voor te komen. Beide ongevalsituaties werden 8 keer geobserveerd (20%).

Opvallend is wel het feit dat in Eeklo geen kop-staartaanrijdingen werden vastgesteld, terwijl dit in Leuven een frequente ongevalssituatie is. Op basis van de beschikbare ongevalsgegevens is het echter niet mogelijk hiervoor een verklaring te geven.

4.2 Gedragsanalyse

4.2.1.1 Frequentie interacties per rijstrook en zichtbelemmering

Tabel 2 toont de frequentie van de interacties per rijstrook en de eventuele aanwezigheid van een zichtbelemmering. De onderverdeling in eerste en tweede rijstrook gebeurt vanuit het oogpunt van de overstekende weggebruiker; rijstrook 1 is de eerste rijstrook die de kwetsbare weggebruiker moet oversteken, rijstrook 2 de tweede rijstrook. Qua zichtbelemmering wordt het onderscheid gemaakt tussen een voertuig op de andere rijstrook die het uitzicht op de overstekende weggebruiker belemmert en een andere zichtbelemmering (bv. omwille van een tijdelijk obstakel). Zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook betekent dat een voertuig voor het grootste deel van de interactie geen zicht heeft op de overstekende kwetsbare weggebruiker omwille van een gestopt of rijdend voertuig in de andere rijstrook. Merk op dat een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook enkel kan plaatsvinden op de tweede rijstrook; op de eerste rijstrook is dat uiteraard niet mogelijk omdat er zich geen rijstrook bevindt tussen de overstekende weggebruiker en het voertuig.

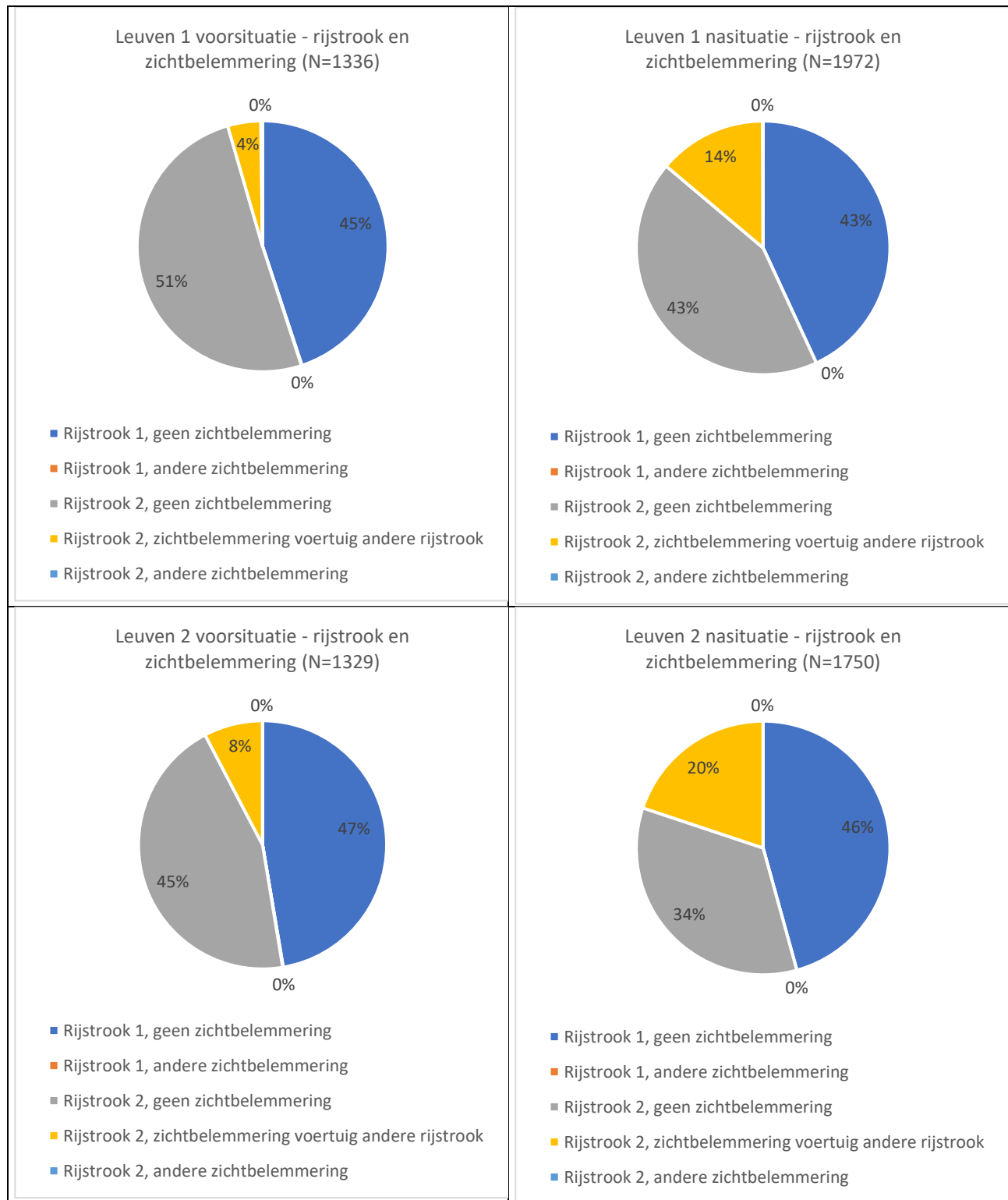
Een eerste vaststelling is dat andere zichtbelemmeringen dan een voertuig in de andere rijstrook op alle locaties zeer zelden voorvallen, zowel in de voor- als in de naperiode. In de verdeling tussen rijstrook 1 en rijstrook 2 zien we nauwelijks verschillen tussen de verschillende locaties en tussen de voor- en naperiode; het aandeel interacties op de eerste rijstrook is met 43-47% van de geregistreerde interacties iets lager dan het aantal interacties op de tweede rijstrook (53-57%).

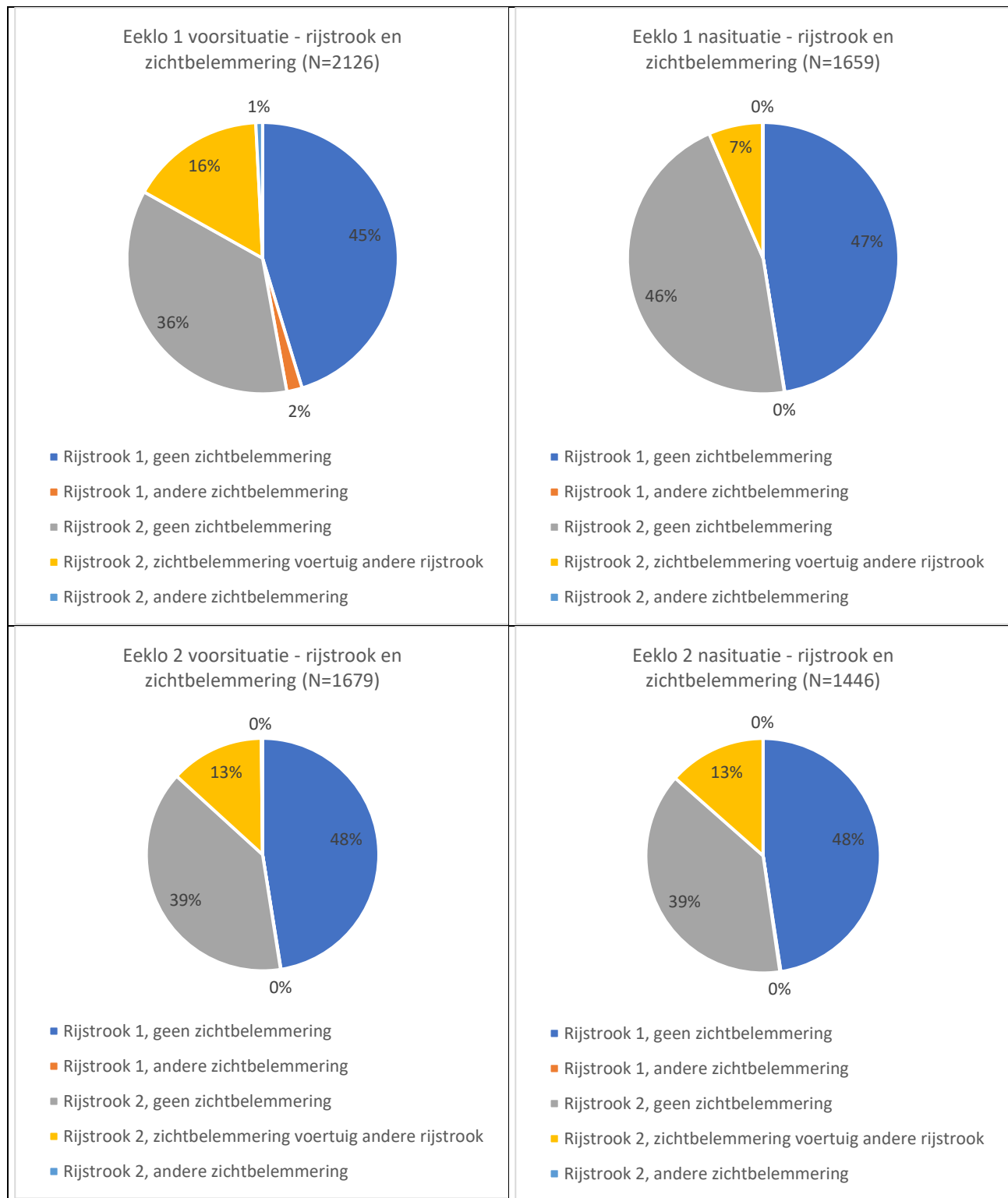
De frequentie-effecten blijken niet consistent overheen de verschillende oversteekplaatsen. De grootste verschillen tussen de voor- en nasituatie vinden we in het aandeel van de interacties op de tweede rijstrook waarbij een zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook een rol speelt. We zien dat zowel in Leuven 1 als in Leuven 2 het percentage interacties op de tweede rijstrook waarbij een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook een rol speelt in de naperiode beduidend hoger ligt dan in de voorperiode. Op oversteekplaats Eeklo 1 daarentegen zien we een daling van het aandeel interacties op de tweede rijstrook waarbij een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook een rol speelt. Op locatie Eeklo 2 zien we geen verschillen tussen de voor- en naperiode.

We zien dus geen rechtstreekse link tussen de frequentie van situaties waarbij een voertuig op de tweede rijstrook een zichtbelemmering ondervindt omwille van een (gestopt of rijdend) voertuig in de eerste rijstrook en de observatieperiode. Dit betekent dat het aanbrengen van een gevleugelde oversteekplaats het aantal situaties waarbij een voertuig in de tweede rijstrook een zichtbelemmering op de overstekende weggebruiker ondervindt door een voertuig in de eerste rijstrook, niet doet dalen. Het aandeel van dit soort situaties lijkt voornamelijk te correleren met het aantal interacties dat geregistreerd werd tijdens de gedragsobservatiedag.

Gezien het zeer beperkte belang van de zichtbelemmeringen anders dan die veroorzaakt door een voertuig in de andere rijstrook worden deze verder niet besproken.

Tabel 2 Frequenties van interacties per rijstrook en aanwezigheid van zichtbelemmering





4.2.2 Verloop voorrangprocees

4.2.2.1 Kwetsbare weggebruiker heeft voorrang

Tabel 3 toont het verloop van het voorrangprocees voor situaties met kwetsbare weggebruikers in de voorrang. Het gaat daarbij om situaties met overstekende voetgangers, voetgangers met fiets in de hand, gemengde groepen met daarin minimaal één voetganger, en personen met een fysieke beperking die gebruik maken van een scootmobiel en zich daarmee aan wandelsnelheid verplaatsen. Het verschil tussen de voor- en naperiode

werd voor elke oversteekplaats met een chi-kwadraattest getoetst. Op elke oversteekplaats verschilt de naperiode significant van de voorperiode².

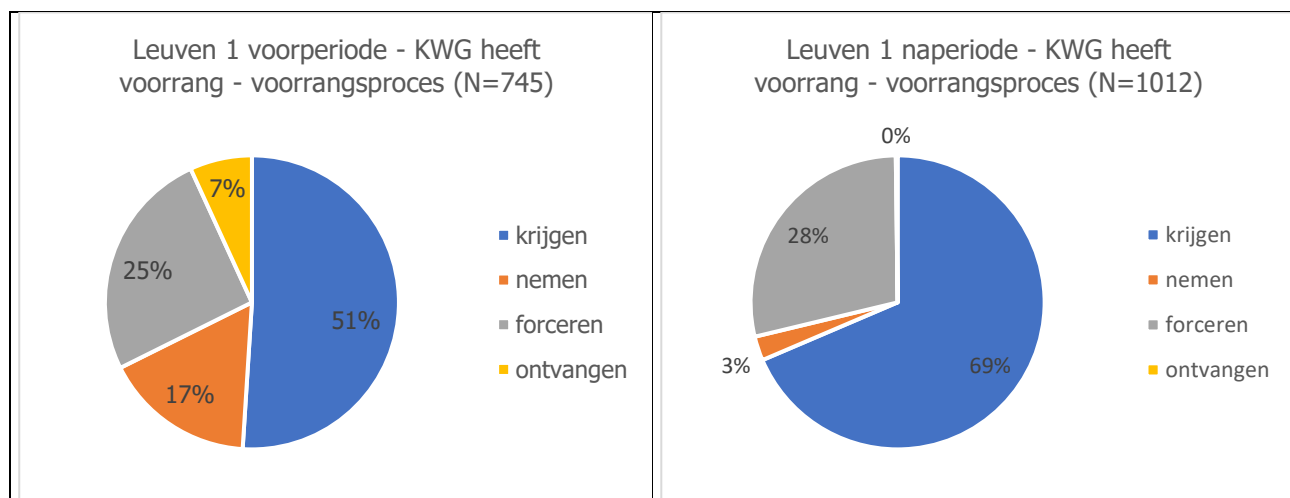
We zien dat voor elk kruispunt het aandeel 'voorrang krijgen' substantieel toeneemt in de nasituatie, vergeleken met de voorsituatie. Aangezien dit betekent dat de kwetsbare weggebruiker, die voorrang heeft, hier de voorrang krijgt zonder deze te moeten afdwingen wordt dit beschouwd als de meest wenselijke van de verschillende types voorrangsproces. We zien een toename van 12-18 procentpunt op de verschillende locaties. In absolute waardes betekent dat een stijging van 49-59% van de interacties naar 63-71% van de interacties. Dit betekent dat bestuurders van voertuigen zich na de implementatie van een gevleugelde oversteekplaats defensiever gedragen en beter voorrang verlenen aan de kwetsbare weggebruikers.

Het andere type voorrangsproces waarbij de kwetsbare weggebruiker die voorrang heeft eerst gaat, is het type 'voorrang nemen'. Bij dit type voorrangsproces is er sprake van een meer assertief gedrag van de kwetsbare weggebruiker, waarbij deze het voorrangrecht opeist. We zien dat dit aandeel sterk daalt tussen de voor- en naperiode op iedere onderzochte locatie, namelijk van 16-20% van alle interacties naar 2-10%. In de naperiode zien we dus minder kwetsbare weggebruikers die assertief hun voorrang afdwingen.

Het minst wenselijke type voorrangsproces is 'voorrang forceren', omdat dit betekent dat het rechtdoorgaande voertuig geen voorrang verleent aan de kwetsbare weggebruiker die wilt oversteken en daarbij voorrang heeft. We zien echter geen systematische afname in het aandeel van dit type voorrangsproces. Op beide oversteekplaatsen in Leuven zien we zelfs een lichte toename van het aandeel 'voorrang forceren' met telkens 3 procentpunten. In Eeklo zien we op oversteekplaats 1 een daling van het aandeel 'voorrang forceren' met 7 procentpunten, terwijl het aandeel op oversteekplaats 2 gelijk blijft. In globaliteit kunnen we zeggen dat dit aandeel ongeveer gelijk blijft.

Het type 'voorrang ontvangen', waarbij de overstekende kwetsbare weggebruiker die voorrang heeft de voorrang afstaat aan het rechtdoorgaande voertuig, kwam weinig voor. Enkel in de voorperiode in Leuven bedroeg dit 7%. In de naperiode kwam dit echter nog amper voor (<1% van de geregistreerde interacties).

Tabel 3 Verloop voorrangsproces situaties met kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben

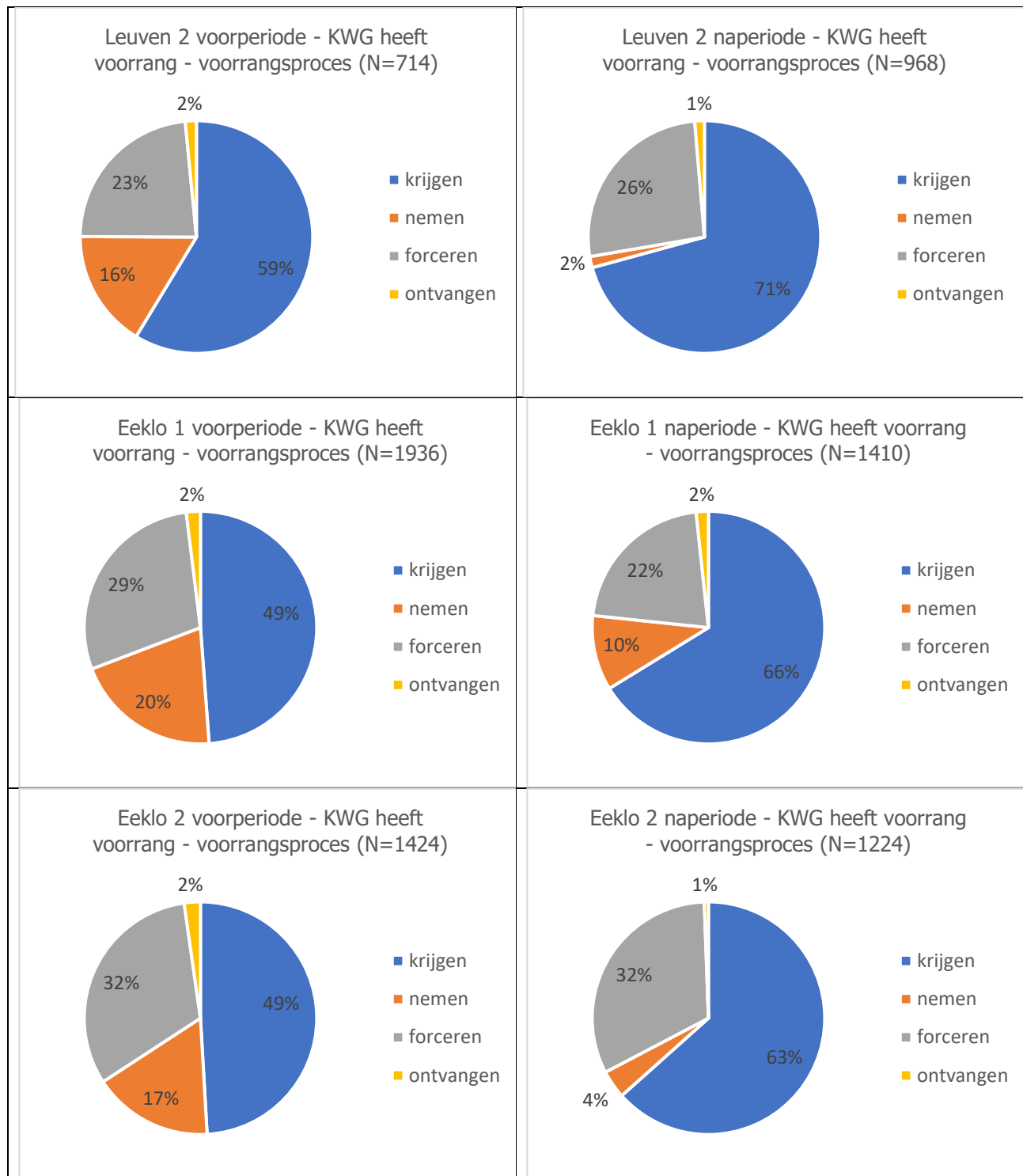


² Leuven 1: $\chi^2(3) = 183,54$; $p < 0,001$

Leuven 2: $\chi^2(3) = 125,94$; $p < 0,001$

Eeklo 1: $\chi^2(3) = 110,92$; $p < 0,001$

Eeklo 2: $\chi^2(3) = 136,47$; $p < 0,001$



Een verschilpunt in omstandigheden tussen de voor- en de naperiode is dat de periode van daglicht langer was in de voorperiode dan in de naperiode. Tijdens de opnames in de voorperiode (eind mei) was er quasi de volledige observatieperiode (6u00 tot 22u00) daglicht, terwijl in de naperiode (eind september – midden oktober) de eerste en laatste uren van de observatieperiode plaatsvonden bij schemerlicht of duisternis. De duisternis kan een effect hebben op het voorrangsgedrag, ondanks het feit dat alle oversteekplaatsen voorzien zijn van puntverlichting en dus goed verlicht zijn. Bij wijze van gevoeligheidsanalyse werden voor de naperiode de analyses ook apart uitgevoerd voor daglicht en voor duisternis/schemerlicht. Op drie oversteekplaatsen (Leuven 1, Leuven 2 en Eeklo 2) bleken de verschillen tussen daglicht en duisternis/schemerduister zeer minimaal te zijn; de proporties verschillen maximaal enkele procentpunten. Enkel op oversteekplaats Eeklo 1 zien we dat er in de naperiode bij duisternis/schemerlicht een beduidend hoger aandeel 'voorrang forceren' en een lager aandeel 'voorrang krijgen' is dan bij daglicht. Het aandeel interacties bij duisternis/schemerlicht is echter maar een beperkt deel van alle interacties van die dag (<10%), waardoor de impact op het globale

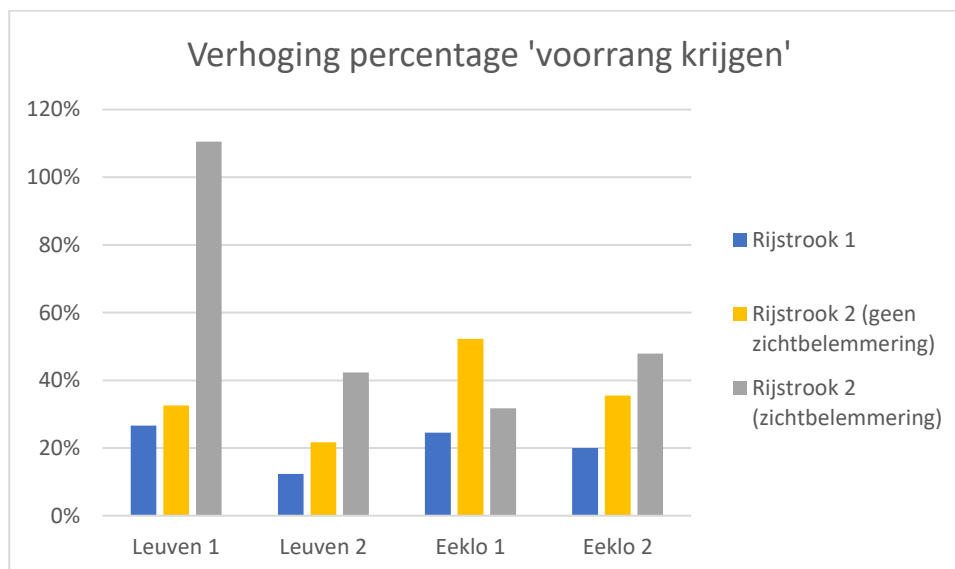
resultaat beperkt is. We concluderen dat het verschil in lengte van daglicht geen noemenswaardige vertekening geeft op de vergelijking tussen voor en na, en dat we bijgevolg mogen vertrouwen op de onderlinge vergelijking van de volledige dagen zonder dit apart te gaan uitsplitsen of hiervoor te corrigeren.

Samengevat kunnen we concluderen dat de kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben in de naperiode niet noemenswaardig vaker eerst gaan, maar dat degenen die eerst gaan wel vlotter de voorrang krijgen en deze dus minder vaak assertief moeten opeisen. De verschuiving van 'voorrang nemen' naar 'voorrang krijgen' zou kunnen wijzen op een beperkt gunstig effect op de veiligheid. De minst wenselijke interactievorm (voorrang forceren) daalt echter niet.

De stijging van het aantal keer 'voorrang krijgen' en de daling van het aantal keer 'voorrang nemen' werden vervolgens verder geanalyseerd door deze uit te splitsen naar interacties op de eerste rijstrook, interacties op de tweede rijstrook waarbij er geen zichtbelemmering is door een voertuig op de andere rijstrook, en interacties op de tweede rijstrook waarbij er wel zichtbelemmering is door een voertuig op de andere rijstrook. Zo krijgen we er zicht op of er in verschil zit in de sterkte van deze patronen in functie van de rijstrook en (voor wat de tweede rijstrook betreft) in functie van de eventuele aanwezigheid van een zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook.

De uitsplitsing voor de stijging van 'voorrang krijgen' wordt weergegeven in Figuur 32. De datastaven geven de verhoging van het percentage tussen de voor- en de naperiode weer; dit wordt berekend door het verschil in percentage tussen de naperiode en voorperiode te delen door het percentage van de voorperiode ($\text{Verhoging \%} = \frac{\% \text{ voorrang krijgen nasituatie} - \% \text{ voorrang krijgen voorsituatie}}{\% \text{ voorrang krijgen voorsituatie}}$). Bijvoorbeeld, als het aandeel "voorrang krijgen" op een locatie in de voorsituatie 42% bedroeg en in de naperiode 63%, is dit een toename met 50% ($\frac{63-42}{42} = 50$).

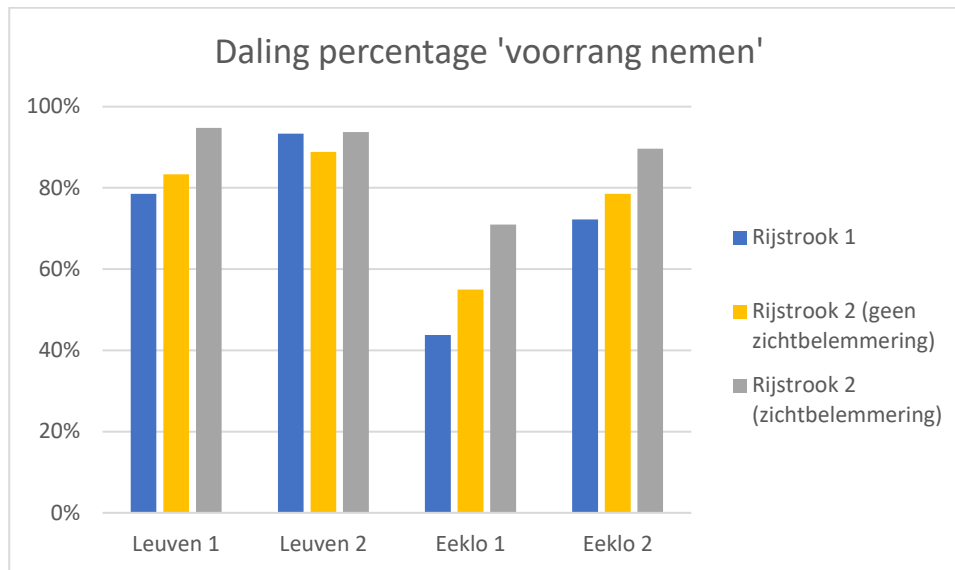
We stellen volgende elementen vast. Allereerst zien we dat de verhoging van het percentage "voorrang krijgen" zichtbaar is in alle drie condities op de vier oversteekplaatsen, aangezien alle percentages positief zijn. De gunstige evolutie naar een hoger aandeel "voorrang krijgen" vindt dus op alle oversteekplaatsen plaats, en dit zowel bij interacties op de eerste rijstrook, op de tweede rijstrook zonder zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook, en op de tweede rijstrook met een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook. Daarnaast zien we dat de toename van het percentage "voorrang krijgen" op de tweede rijstrook (gele en grijze staaf) op alle vier oversteekplaatsen sterker is dan de toename op de eerste rijstrook. En tot slot zien we ook een tendens dat dit percentage het sterkst stijgt bij interacties op de tweede rijstrook waarbij er zichtbelemmering aanwezig is door een voertuig op de andere rijstrook; enkel op de oversteekplaats Eeklo 1 is dit niet het geval.



Figuur 32 Verhoging percentage 'voorrang krijgen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.

Figuur 33 toont de daling van het percentage 'voorrang nemen'. De daling wordt op een gelijkaardige manier berekend als de vorige analyse; enkel om het percentage uit te drukken als een daling in plaats van een stijging wordt het verschil gemaakt tussen de voorperiode en de naperiode in plaats van andersom.

($Daling \% = \frac{\% \text{voorrang nemen voorsituatie} - \% \text{voorrang nemen nasituatie}}{\% \text{voorrang krijgen voorsituatie}}$). We zien opnieuw dat de daling van het percentage 'voorrang nemen' aanwezig is in alle condities op alle plaatsen, dat de daling sterker is voor interacties op rijstrook 2 dan op rijstrook 1, en sterker is voor interacties op rijstrook 2 met zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook dan interacties op rijstrook 2 zonder zichtbelemmering.



Figuur 33 Daling percentage "voorrang nemen", uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering

We kunnen concluderen dat de verschuiving van 'voorrang nemen' naar 'voorrang krijgen' sterker aanwezig is op rijstrook 2 dan op rijstrook 1. Binnen rijstrook 2 is het effect sterker voor interacties met zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook dan voor interacties zonder zichtbelemmering.

4.2.2.2 Kwetsbare weggebruiker heeft geen voorrang

Tabel 4 toont het verloop van het voorrangsproces voor situaties met overstekende kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben. Het betreft hier voornamelijk overstekende fietsers, en enkele bromfietzers. Voor de eenvoud zullen we hier verder gewoon spreken over fietsers. Zij dienen voorrang te verlenen aan het gemotoriseerd verkeer. Het is belangrijk hierbij te onthouden dat de analyse vanuit het oogpunt gedaan wordt van de weggebruiker die voorrang heeft. Dat wilt dus zeggen dat bijvoorbeeld 'voorrang krijgen' betekent dat het motorvoertuig voorrang krijgt van de overstekende fietser, en dat 'voorrang ontvangen' betekent dat de bestuurder van het motorvoertuig de voorrang afstaat om de overstekende fietser eerst te laten. De interactietypes 'voorrang krijgen' en 'voorrang nemen' impliceren dus dat het motorvoertuig eerst gaat; de interactietypes 'voorrang forceren' en 'voorrang ontvangen' betekenen hier dat de fietser eerst gaat. Het verschil tussen de voor- en naperiode werd voor elke oversteekplaats met een chi-kwadraatgetoetst. Op elke oversteekplaats verschilt de naperiode significant van de voorperiode³.

Terwijl het gedrag in de vorige analyse bij de overstekende kwetsbare weggebruikers die voorrang hadden relatief homogeen was tussen de verschillende locaties, valt bij deze analyse op dat er zeer grote verschillen zijn tussen de oversteekplaatsen in Leuven en die in Eeklo. Waar op de oversteekplaatsen in Leuven meer dan de helft van de kwetsbare weggebruikers eerst gaat (combinatie van voorrang forceren en voorrang ontvangen), zien we dat dat in Eeklo eerder een vierde tot een derde is van de interacties.

Op de beide oversteekplaatsen in Leuven zien we dat het aandeel van 'voorrang krijgen' en 'voorrang ontvangen' toeneemt ten koste van 'voorrang nemen' en 'voorrang forceren'. Dit betekent dat de meer defensieve vormen van voorrangsgedrag toenemen, oftewel dat zowel het gemotoriseerde verkeer als de overstekende fietsers zich defensiever gaan gedragen. Deze evolutie, en dan vooral de daling van de minst wenselijke voorrangsstijl 'voorrang forceren', zal naar verwachting positief zijn voor de veiligheid. Vooral op oversteekplaats Leuven 2 is de toename van het aandeel 'voorrang ontvangen' zeer aanzienlijk, van 42% van

³ Leuven 1: $\chi^2(3) = 40,63$; $p < 0,001$

Leuven 2: $\chi^2(3) = 162,04$; $p < 0,001$

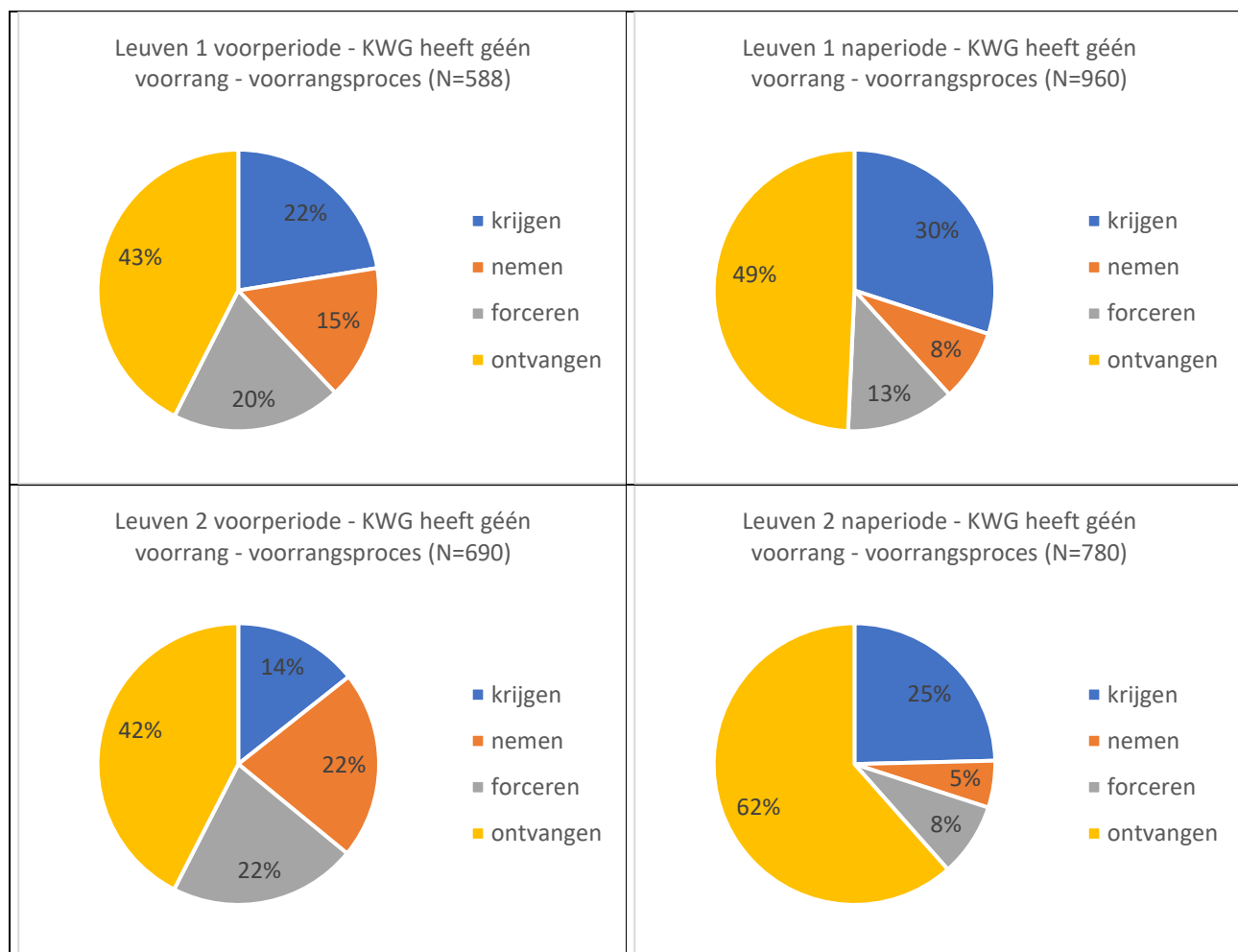
Eeklo 1: $\chi^2(3) = 13,62$; $p = 0,003$

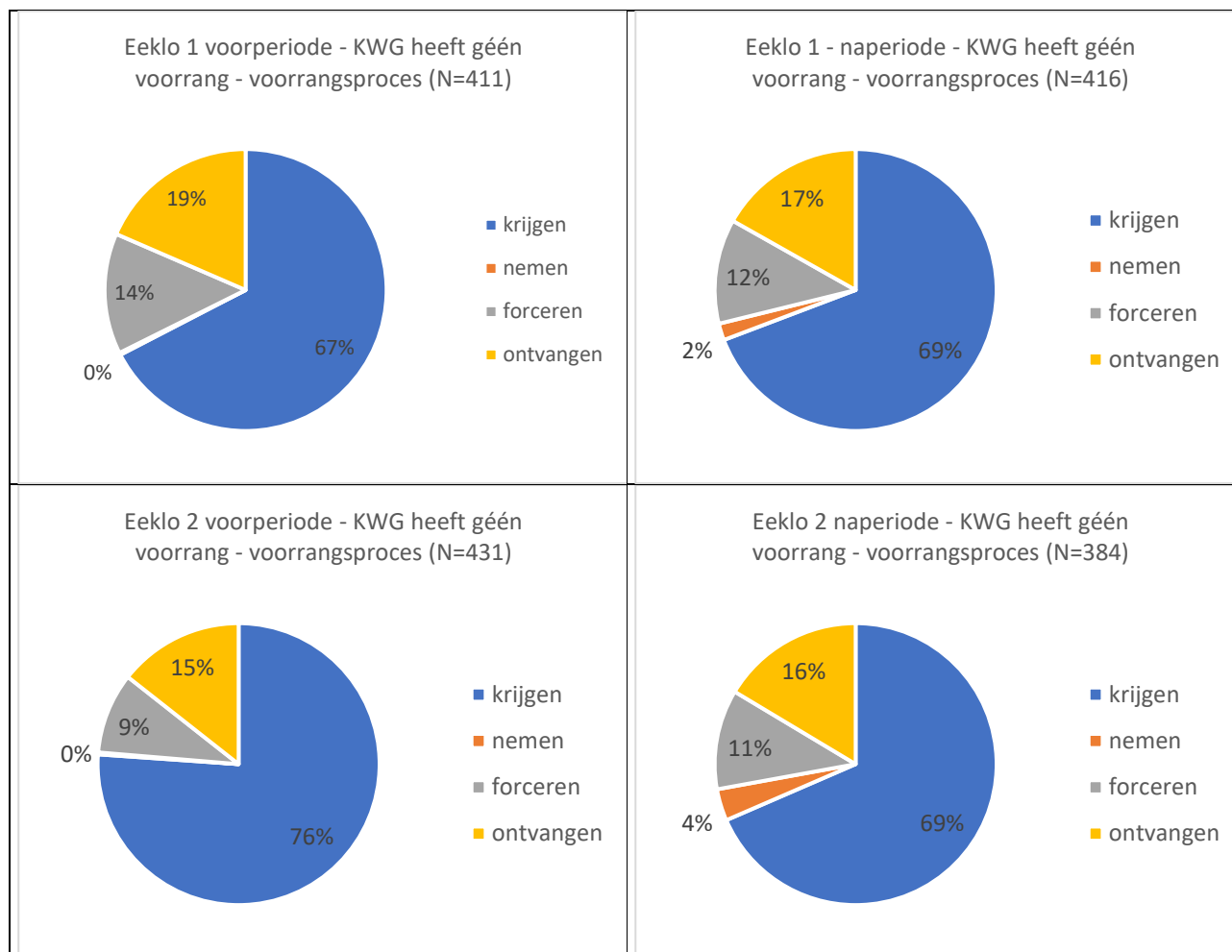
Eeklo 2: $\chi^2(3) = 15,96$; $p = 0,001$

de interacties naar 62%. Het aandeel van de situaties waarin de fietser eerst gaat stijgt hier ook licht (van 64% naar 70%). Op oversteekplaats Leuven 1 stijgt dit aandeel echter niet.

De verschillen tussen de voor- en naperiode in Eeklo zijn minder uitgesproken (maar nog steeds significant), en ze tonen een minder eenduidig beeld. Op oversteekplaats Eeklo 1 zien we een lichte stijging van de types 'voorrang krijgen' en 'voorrang nemen' (telkens met 2 procentpunt). De voorrangstypes 'voorrang forceren' en 'voorrang ontvangen' zakken elk met 2 procentpunt. Dat betekent dat op oversteekplaats Eeklo 1 de fietsers in de naperiode iets minder vaak eerst gaan. Op oversteekplaats Eeklo 2 zien we echter een daling van het aandeel 'voorrang krijgen' met 7 procentpunt. Het aandeel 'voorrang nemen' stijgt van minder dan 1% naar 4% van de interacties. 'Voorrang forceren' en 'voorrang ontvangen' stijgen respectievelijk met 2 en met 1 procentpunt. Op oversteekplaats Eeklo 2 stijgt het aandeel fietsers dat eerst gaat daarmee van 24% naar 27%. De verschillen in Eeklo zijn te heterogeen om een duidelijke conclusie te kunnen trekken over het effect van de gevleugelde oversteekplaatsen.

Tabel 4 Verloop voorrangsproces situaties met kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben.



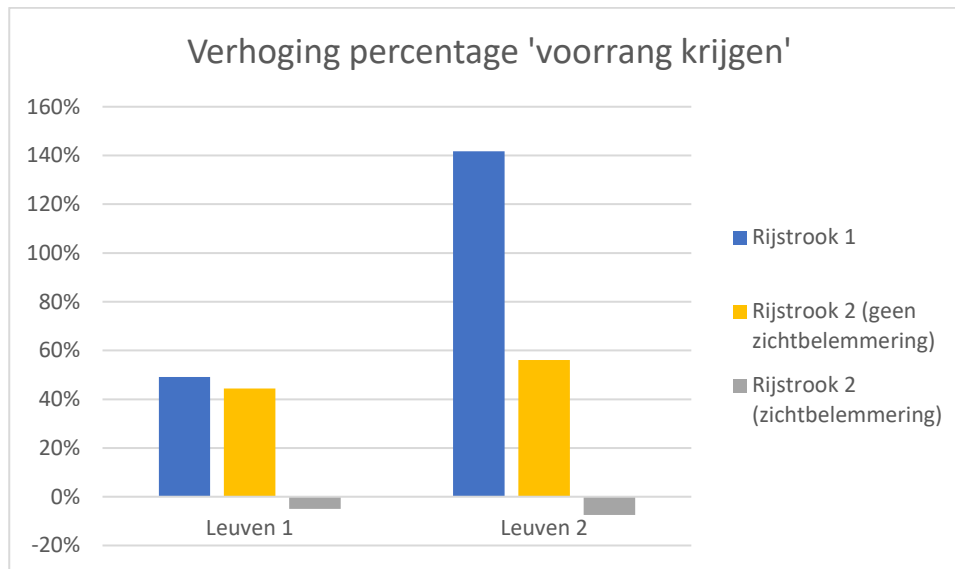


Ook voor deze analyse controleerden we of het verschil in lichtgesteldheid tussen voor- en naperiode een effect had op het voorrangsgedrag. Opnieuw zien we dat de verschillen op drie oversteekplaatsen (Leuven 1, Leuven 2 en Eeklo 2) zeer beperkt zijn. Enkel in Eeklo 1 zien we opnieuw een mogelijk effect van de lichtgesteldheid. We zien dat op Eeklo 1 in het donker of schemerduister bijna 90% van de situaties van het type 'voorrang krijgen' is, hetgeen impliceert dat in het donker of schemerduister fietsers zelden eerst gaan. Het aandeel interacties bij duisternis/schemerlicht is echter maar een beperkt deel van alle interacties van die dag (<15%), waardoor de impact op het globale resultaat beperkt is. We concluderen dat het verschil in lengte van daglicht geen noemenswaardige vertekening geeft op de vergelijking tussen voor en na, en dat we bijgevolg mogen vertrouwen op de onderlinge vergelijking van de volledige dagen zonder dit apart te gaan uitsplitsen of hiervoor te corrigeren.

Samengevat concluderen we dat we in Leuven een duidelijk gunstig effect zien van de gevleugelde oversteekplaats op het verloop van interacties met kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben. We zien een duidelijke toename van de defensieve voorrangsstijlen ('voorrang krijgen' en 'voorrang ontvangen') ten koste van de meer assertieve voorrangsstijlen ('voorrang nemen' en 'voorrang forceren'). In Eeklo was er daarentegen geen duidelijk systematisch effect van de gevleugelde oversteekplaats te observeren voor kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben.

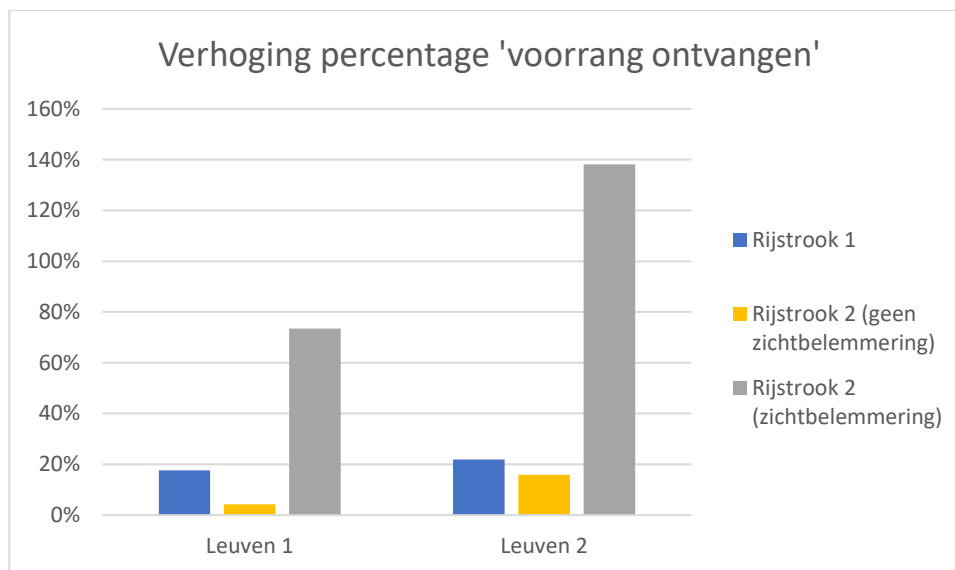
Ook bij deze analyse splitsen we de gevonden effecten uit de analyse van alle interacties verder op in dezelfde drie condities (rijstrook 1, rijstrook 2 zonder zichtbelemmering, rijstrook 2 met zichtbelemmering). Hierbij kijken we enkel naar de oversteekplaatsen in Leuven, aangezien er in Eeklo geen systematische patronen gevonden werden. De dalingen en stijgingen in de percentages worden op dezelfde manier berekend als in de vorige sectie.

Figuur 34 toont de uitsplitsing van de verhoging van het percentage 'voorrang krijgen'. Deze verhoging blijkt het sterkst aanwezig bij interacties op rijstrook 1, gevolgd door interacties zonder zichtbelemmering op rijstrook 2. Voor interacties op rijstrook 2 met zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook zien we geen stijging van het percentage 'voorrang nemen'; er is zelfs sprake van een kleine daling.



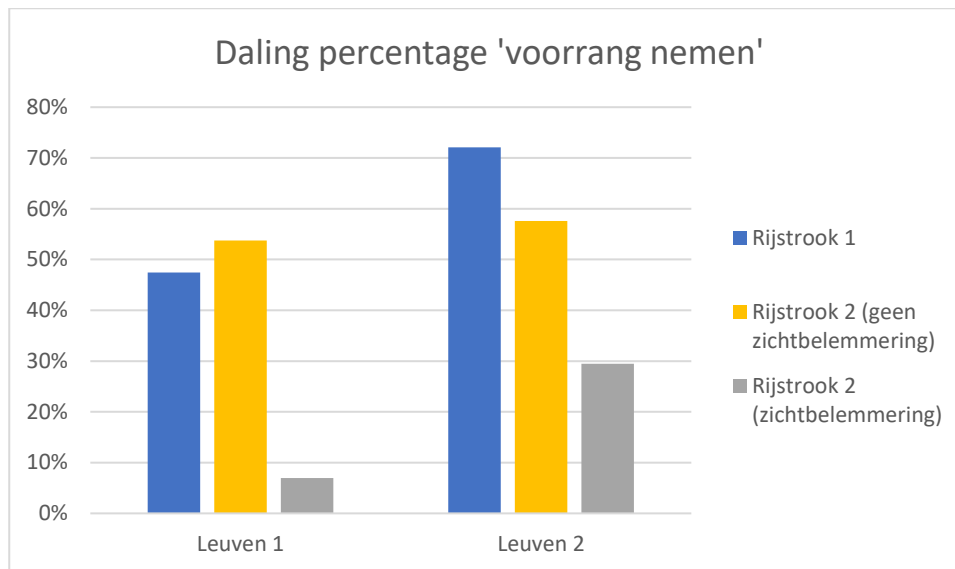
Figuur 34 Verhoging percentage 'voorrang krijgen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.

In Figuur 35 stellen we vast dat de verhoging van het percentage 'voorrang ontvangen' verreweg het sterkst aanwezig is bij interacties op rijstrook 2 met zichtbelemmering; de stijging is beperkter in de twee andere condities.



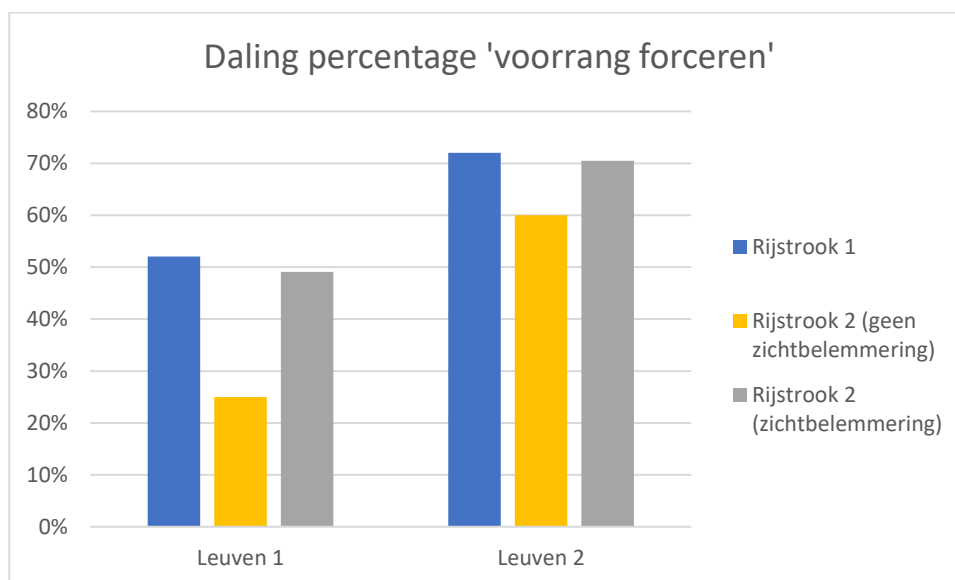
Figuur 35 Verhoging percentage 'voorrang ontvangen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.

Figuur 36 toont de uitsplitsing van de daling van het percentage 'voorrang nemen'. Deze daling wordt waargenomen op alle condities op beide oversteekplaatsen in Leuven, maar is minder prominent voor interacties op de tweede rijstrook waarbij er zichtbelemmering is door een voertuig in de andere rijstrook.



Figuur 36 Daling percentage 'voorrang nemen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.

In Figuur 37 zien we tenslotte dat de daling van het percentage 'voorrang forceren' eveneens wordt waargenomen bij alle drie condities op beide oversteekplaatsen in Leuven. De daling lijkt minder prominent bij interacties zonder zichtbelemmering op rijstrook 2 dan in de twee andere condities.



Figuur 37 Daling percentage 'voorrang forceren', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.

We kunnen concluderen dat de stijging van 'voorrang ontvangen' in Leuven het sterkst is voor interacties op de tweede rijstrook waarbij er zichtbelemmering is door een voertuig in de andere rijstrook. De stijging van de voorrangsstijl 'voorrang krijgen' is het sterkst op de eerste rijstrook. De daling van het percentage 'voorrang nemen' is sterker aanwezig bij interacties op de eerste rijstrook en interacties op de tweede rijstrook zonder zichtbelemmering dan bij interacties op de tweede rijstrook waarbij er wel sprake is van zichtbelemmering. De daling van het percentage 'voorrang forceren' is sterker aanwezig bij interacties op de eerste rijstrook en interacties op de tweede rijstrook met zichtbelemmering dan bij interacties op de tweede rijstrook zonder zichtbelemmering.

4.2.3 Oversteeklijnen

Voor de analyse van de oversteeklijnen werd zowel aan de zijde van het voetpad als aan de zijde van de middenberm geregistreerd waar de kwetsbare weggebruiker de rijbaan betreedt/verlaat. Op deze manier wordt de oversteeklijn bepaald. Aan het voetpad werd onderscheid gemaakt tussen de volgende categorieën:

- Op het zebrapad (in de naperiode is dit de achterste 3m van de strepen die bedoeld zijn om over te steken),
- Op de verlengzone (in de voorperiode gaat het dan over de 5m stroomopwaarts van de zebra)
- Ver buiten het zebrapad stroomopwaarts (dus nog vóór de verlengzone)
- Kort achter het zebrapad (tot 3m achter het zebrapad)
- Ver achter het zebrapad (meer dan 3m achter het zebrapad, tot zover zichtbaar op camera)

Aan de middenberm werd het onderscheid gemaakt tussen de volgende rubrieken:

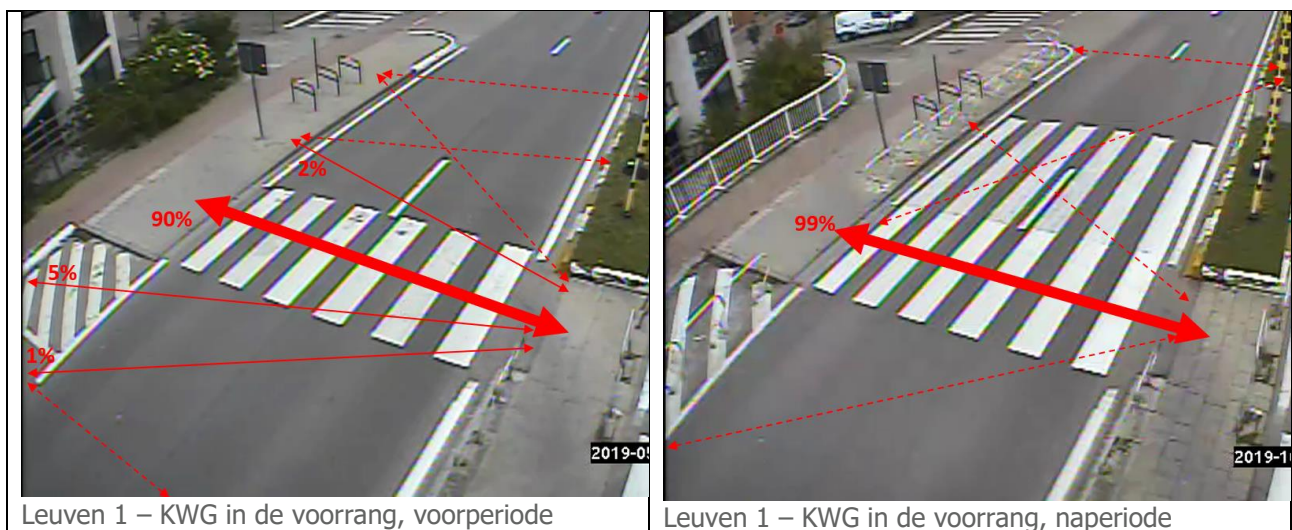
- Op het zebrapad; dus door de bedoelde doorsteek op de middenberm
- Buiten de doorsteek (dus door het gras)
- Enkel in Eeklo: buiten de oversteekplaats, over de doorsteek voor gemotoriseerd verkeer

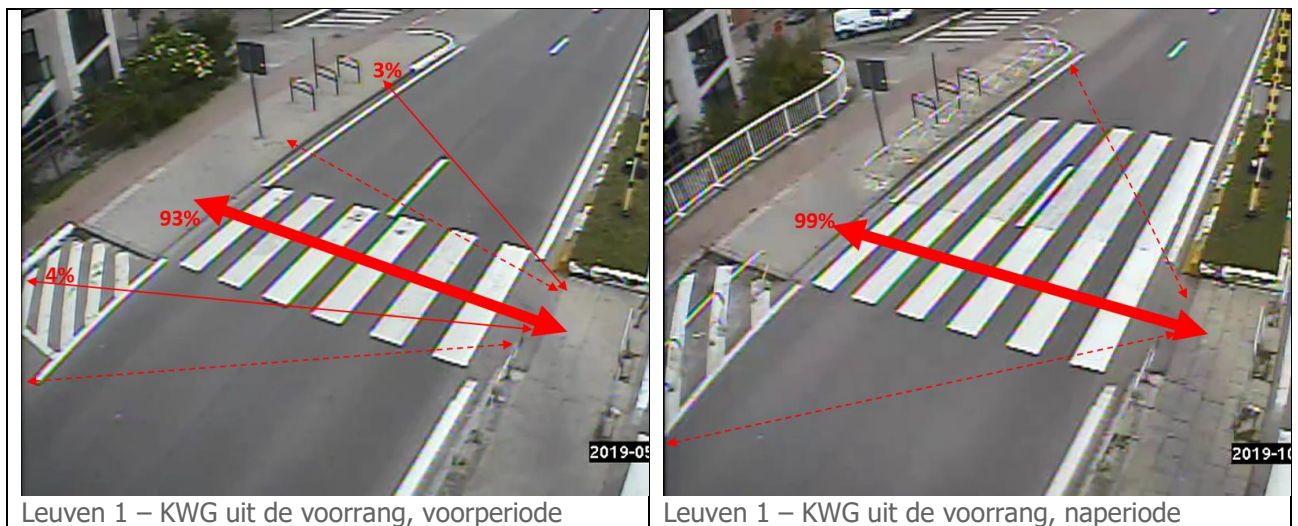
In de analyse maken we het onderscheid tussen de groep van kwetsbare weggebruikers die voorrang heeft (voetgangers, voetgangers met fiets in de hand, gemengde groepen met daarin minimaal 1 voetganger,...) en de groep die geen voorrang heeft (fietsers en bromfietzers). Merk hierbij op dat we in deze analyse niet enkel overstekende weggebruikers die in interactie kwamen met een voertuig hebben meegenomen, maar ook weggebruikers die ongehinderd konden oversteken.

Aan de linkerkant van de tabellen wordt telkens de situatie in de voorperiode getoond, rechts de situatie in de naperiode. De dikte van de pijl is indicatief voor het percentage overstekende weggebruikers dat deze beweging maakt. Pijlen in stippellijn duiden op een zeer sporadisch traject dat door minder dan 1% van de weggebruikers gekozen werd. Het percentage dat de beweging maakt wordt bij de pijl vermeld, behalve bij de pijlen in stippellijn die wijzen op een aandeel van minder dan 1%.

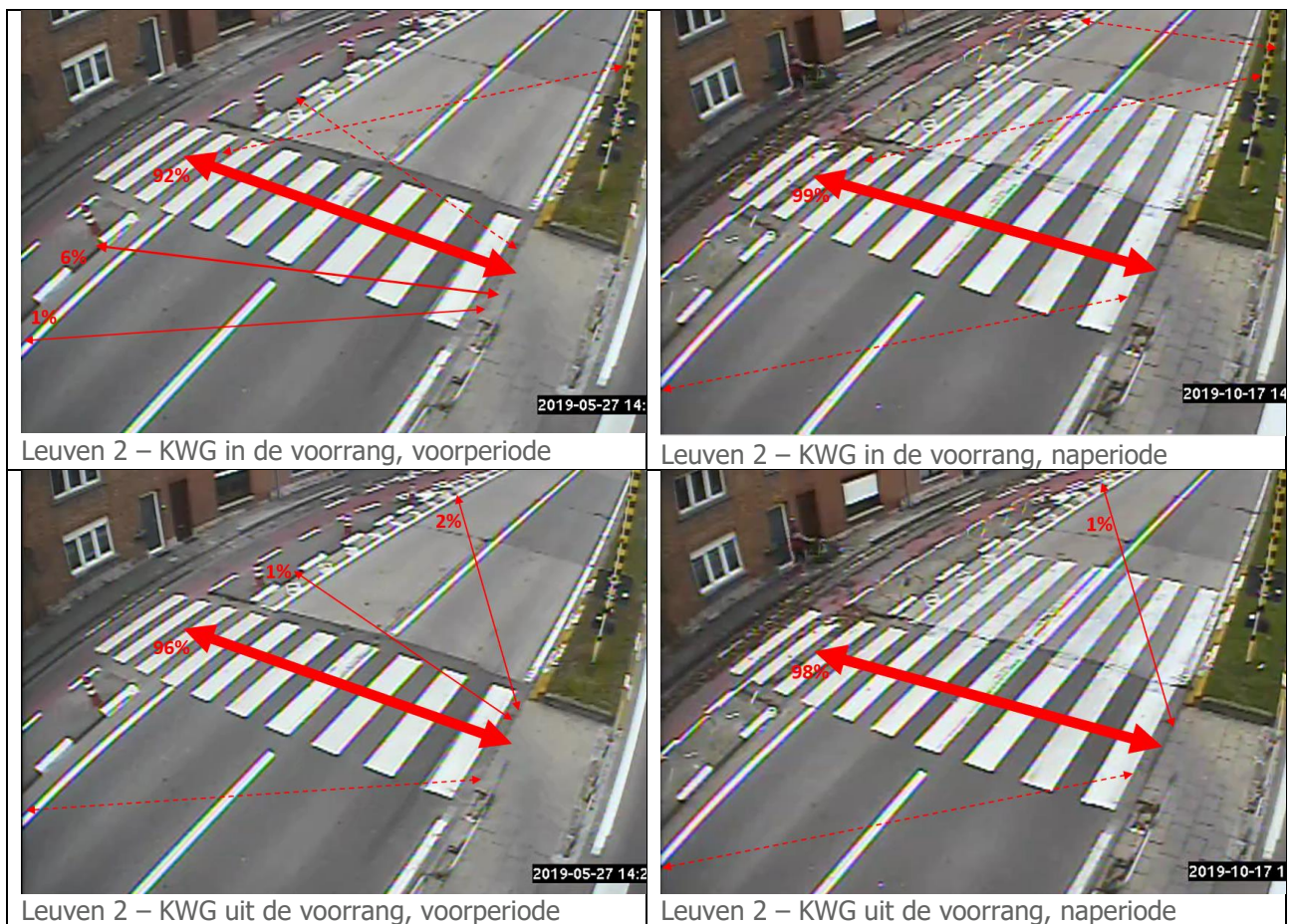
Tabel 5 en Tabel 6 tonen de oversteeklijnen van de beide oversteken in Leuven. Wie zien dat in de voorperiode reeds 90% of meer van de KWG, zowel die in als uit de voorrang, oversteken op het zebrapad. Bij beide types KWG zien we dat enkele procenten weggebruikers aan de voetpadzijde als het ware een hoek afsnijden. In de middenberm maakt echter nagenoeg 100% gebruik van de bedoelde doorsteek. De sterk verhoogde middenberm in gras is een aanzienlijke drempel om elders over te steken, en dit wordt dan ook nauwelijks gedaan. In de naperiode wordt het afsnijden bemoeilijkt door de omega-beugels, die aangebracht zijn als flankerende maatregel bij de gevleugelde oversteekplaats. Deze blijken doeltreffend, en geleiden in de naperiode 98-99% van de overstekende KWG over de bedoelde zone van het zebrapad.

Tabel 5 Oversteeklijnen Leuven 1





Tabel 6 Oversteeklijnen Leuven 2



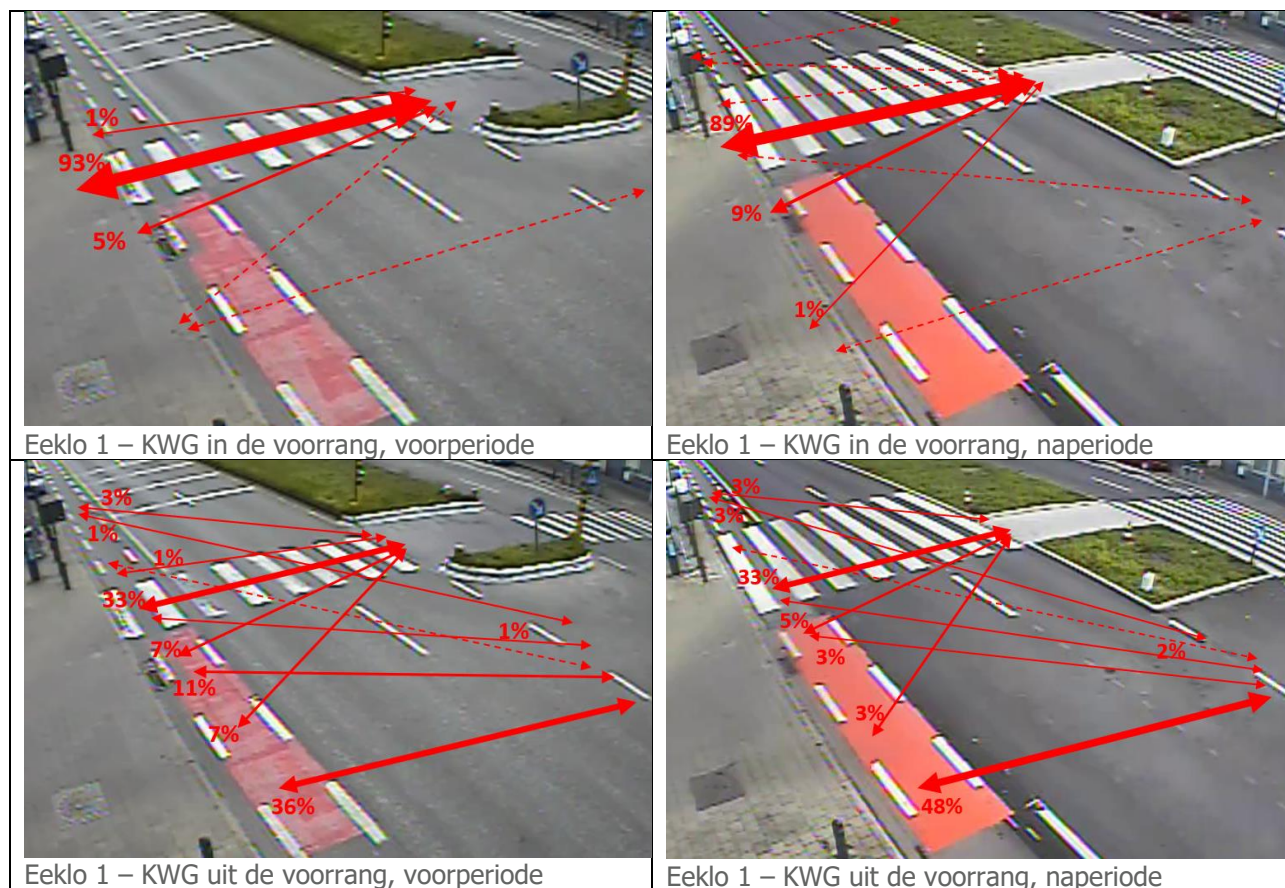
Tabel 7 en Tabel 8 tonen de oversteeklijnen op de locaties in Eeklo. Het valt meteen op dat de oversteeklijnen in Eeklo veel complexer en heterogener zijn dan in Leuven, en dan vooral die van de fietsers. De belangrijkste reden hiervoor is de aanwezigheid van het kruispunt vlak naast de oversteekplaatsen, waardoor ook een deel van de omega-beugels niet kunnen geplaatst worden zoals voorgeschreven.

Bij de KWG in de voorrang zien we in de voorperiode dat respectievelijk 93% en 89% oversteekt binnen het zebrapad zoals voorzien. In de naperiode zien we echter dat dit percentage zakt naar respectievelijk 89% en 80%. In de naperiode zien we dat het aandeel overstekers die een hoek afsnijden stroomafwaarts van de oversteek aanzienlijk toeneemt. Bij Eeklo 2 zien we tevens in de naperiode een toename van het aantal

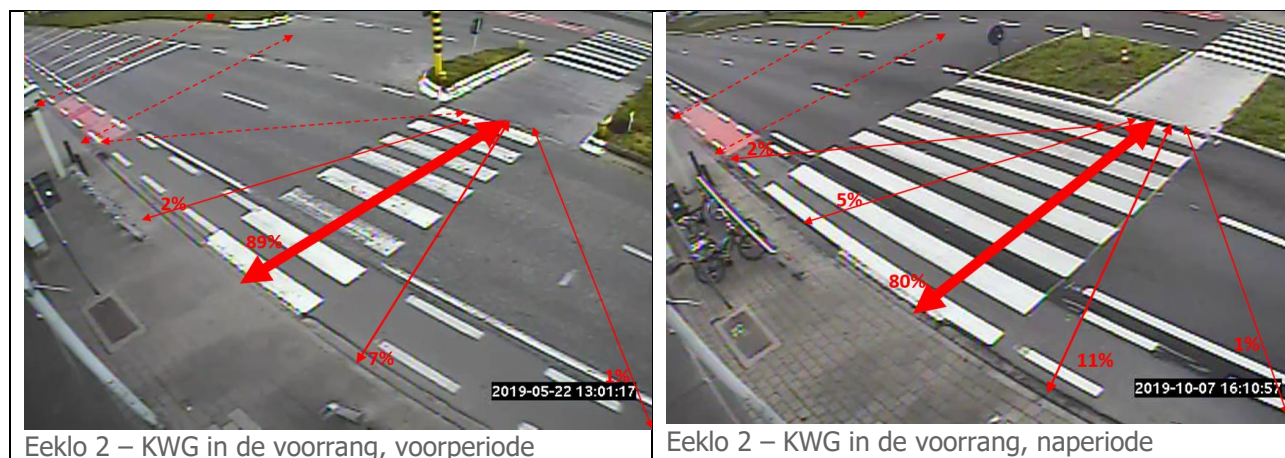
voetgangers dat over de verlengzone oversteekt. KWG in de voorrang maken zelden gebruik van de doorsteek voor gemotoriseerd verkeer.

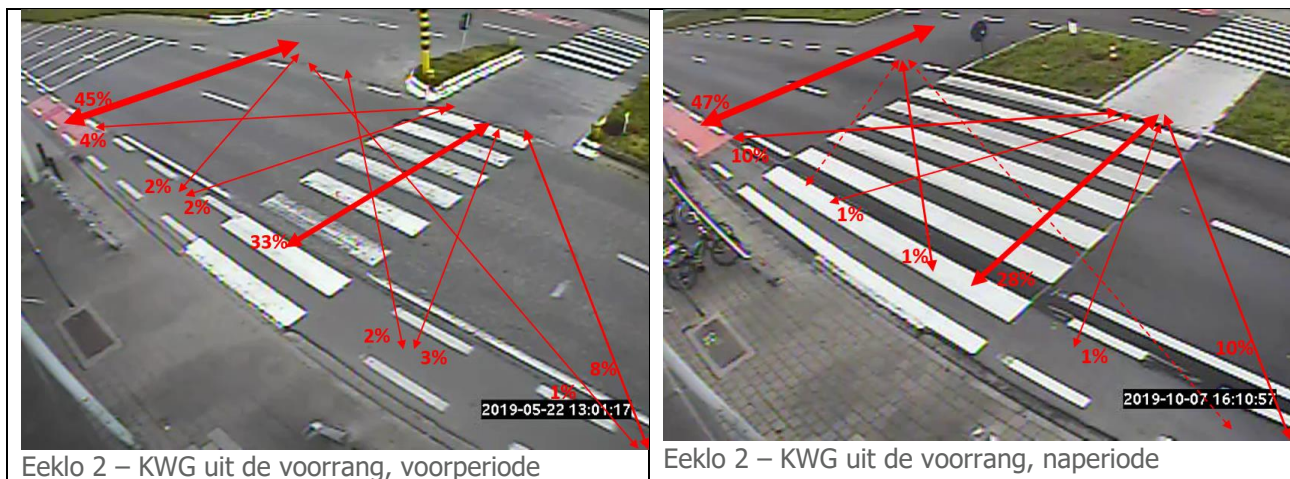
Bij de KWG uit de voorrang zien we dat slechts een beperkt aandeel oversteekt over de oversteekplaats (33% van de overstekers op beide oversteekplaatsen in de voorperiode). In de naperiode blijft dit aandeel gelijk op oversteekplaats Eeklo 1, en daalt het verder naar 28% op Eeklo 2. De grootste vervoersstroom steekt over buiten het zebrapad, door de doorsteek voor het gemotoriseerd verkeer. Dit aandeel stijgt bij oversteekplaats 1 van 36% naar 48%, en bij oversteekplaats 2 van 45% naar 47%. Bij de overstekende KWG uit de voorrang zien we ook een aanzienlijk aandeel schuine oversteekbewegingen. We zien in deze schuine oversteekbewegingen een aantal verschuivingen, maar geen dominante patronen.

Tabel 7 Oversteeklijnen Eeklo 1.



Tabel 8 Oversteeklijnen Eeklo 2.





Samengevat concluderen we dat er in Leuven in de naperiode gunstigere oversteeklijnen zijn dan in de voorperiode. In de naperiode steken nagenoeg alle overstekende kwetsbare weggebruikers over op de bedoelde plaats (de achterste 3m van de gevleugelde oversteekplaats). Dit is te wijten aan de plaatsing van de omega-beugels die als flankerende maatregel dienen geplaatst te worden bij gevleugelde oversteekplaatsen. De oversteeklijnen in Eeklo zijn zeer complex, onder meer wegens de aanwezigheid van het kruispunt vlakbij de oversteekplaatsen. We zien in de naperiode een lichte daling van het correct gebruik van de oversteekplaats. Dit is vermoedelijk deels te wijten aan het feit dat de omega-beugels niet conform de richtlijnen geplaatst werden, en de gewenste oversteeklijn dus minder fysiek wordt afgedwongen. Deze analyse benadrukt het belang van de omega-beugels als flankerende maatregel bij een gevleugelde oversteekplaats.

4.2.4 Stop- en vertrekgedrag

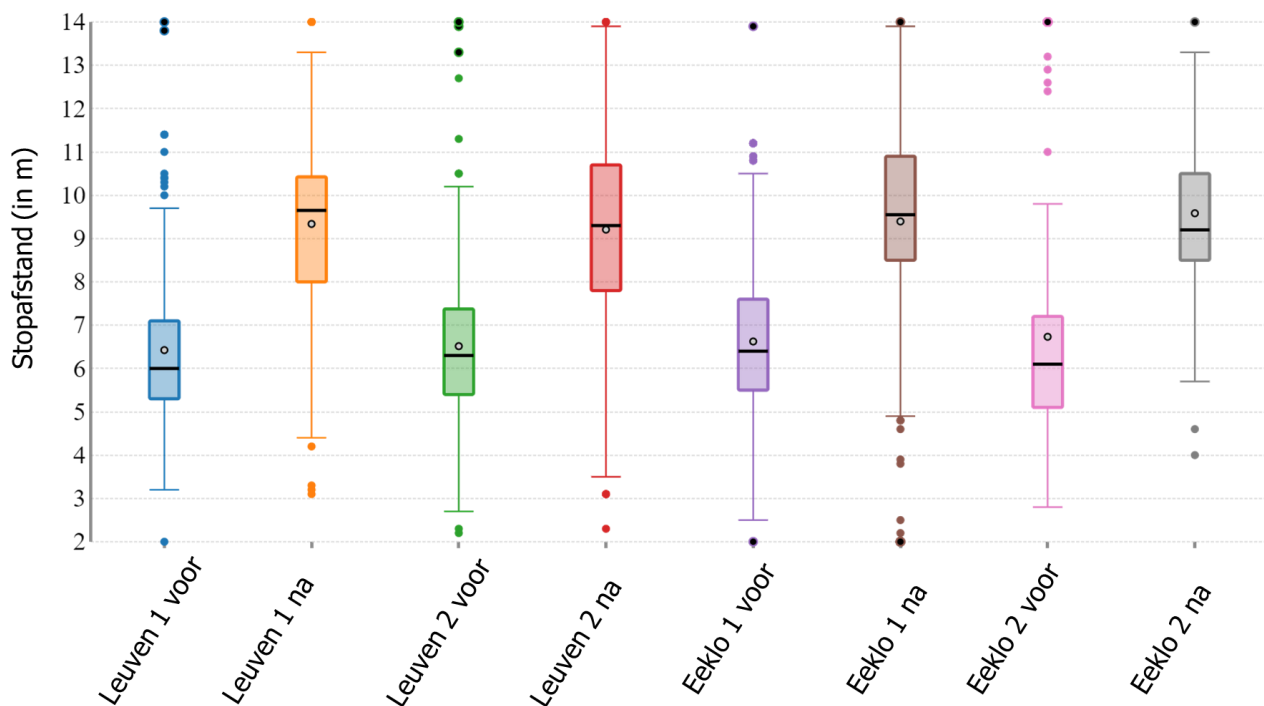
Figuur 38 toont de stoppositie van de bestuurders, weergegeven in de vorm van boxplots. Tabel 9 toont de beschrijving van deze data eveneens in tabelvorm. Ter herinnering, de stoppositie wordt gemeten vanaf de voorbumper van het gestopte voertuig tot het achterste punt van het zebrapad (of anders gezegd, het meest stroomafwaartse punt van het zebrapad). De waarde kan enkel bepaald worden voor voertuigen die bij de interactie volledig tot stilstand komen.

We zien een homogeen beeld tussen de verschillende oversteekplaatsen. In de voorperiode ligt de mediaanwaarde bij alle locaties tussen 6m en 6,4m. Aangezien de oorspronkelijke oversteekplaats een breedte heeft van 3m, betekent dat dus dat de voertuigen in de voorperiode tussen de 3m en 3,4m vóór de oversteekplaats tot stilstand komen (mediaanwaarde). In de naperiode ligt de mediaanwaarde tussen de 9,2m en 9,65m. Aangezien de gevleugelde oversteekplaatsen een breedte hebben van 8m, betekent dit dus de voertuigen in de naperiode 1,2m à 1,65m vóór de gevleugelde oversteekplaats tot stilstand komt (mediaanwaarde). **Dit betekent dat voertuigen in de naperiode globaal genomen iets meer dan 3m eerder, dus verder van het punt waar de kwetsbare weggebruikers in principe oversteken, tot stilstand komen.**

De statistische significantie werd met behulp van de software SPSS getoetst. Eerst wordt met behulp van Levene's test voor gelijkheid van varianties getoetst of een t-test voor gelijke of voor ongelijke varianties gebruikt moet worden. Aangezien Levene's test in alle gevallen statistisch significant was werd de t-test voor heterogene varianties toegepast. De significantietests geven aan dat dit verschil op elke oversteekplaats statistisch significant is⁴. Dit betekent dat ze globaal genomen veel verder weg blijven van de overstekende kwetsbare weggebruikers. We beschouwen dit als een gunstig effect voor de veiligheid van de kwetsbare weggebruiker. Voor vrachtwagens kan deze vroegere stoppositie helpen vermijden dat overstekende kwetsbare weggebruikers in de dodehoek vooraan belanden.

⁴ Leuven 1: $t(509,4)=17,356$; $p<0,001$
 Leuven 2: $t(565,7)=15,277$; $p<0,001$
 Eeklo 1: $t(519,6)=16,711$; $p<0,001$
 Eeklo 2: $t(336,1)=10,984$; $p<0,001$

Gezien de lage aantallen vrachtwagens die volledig tot stilstand kwamen, is het niet mogelijk om voor deze weggebruikerscategorie een betrouwbare deelanalyse uit te voeren.



Figuur 38 Boxplots stoppositie motorvoertuigen.

Tabel 9 Databeschrijving boxplot stoppositie.

Locatie	N	Min	Q1	Mediaan	Q3	Max	Gemiddelde	SD
Leuven 1 voor	225	2	5,3	6	7,1	14	6,42	1,82
Leuven 1 na	308	3	8	9,65	10,43	15,5	9,34	2,03
Leuven 2 voor	298	2	5,4	6,3	7,38	17,9	6,52	1,92
Leuven 2 na	294	2	7,8	9,3	10,7	16,1	9,21	2,34
Eeklo 1 voor	481	-4	5,5	6,4	7,6	13,9	6,62	1,80
Eeklo 1 na	318	-4	8,5	9,55	10,9	18,5	9,40	2,57
Eeklo 2 voor	293	3	5,1	6,1	7,2	21,3	6,73	3,04
Eeklo 2 na	128	4	8,5	9,2	10,5	23,8	9,58	2,14

Tabel 10 toont de positie van de kwetsbare weggebruiker op het moment dat het motorvoertuig tot stilstand komt. Ter herinnering: deze positie is uitgedrukt in verschillende zones, waarbij zone 1 overeenkomt met een positie op het voetpad en de zone met het hoogste nummer overeenkomt met een positie op de middenberm (zie Figuur 15 voor meer details). Om de interpretatie te vergemakkelijken, hebben we de nummering van de zones van de oversteek richting voetpad (rechterkolom) omgedraaid. Op die manier staat op elke grafiek de vertrekzone (aan het begin van de oversteek) aan de linkerzijde. Het zonenummer waarin een kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat de bestuurder tot stilstand komt, kan afgelezen worden op de x-as. De staafdiagrammen tonen het absolute aantal waarnemingen per zone in de voor- en naperiode (af te lezen op de y-as aan de linkerkant). Deze absolute aantallen zijn echter niet zo eenvoudig te interpreteren. Daarom hebben we telkens ook de cumulatieve waarden van de voor- en naperiode gevisualiseerd; deze procentuele waarden kunnen afgelezen worden op de secundaire y-as aan de rechterzijde.

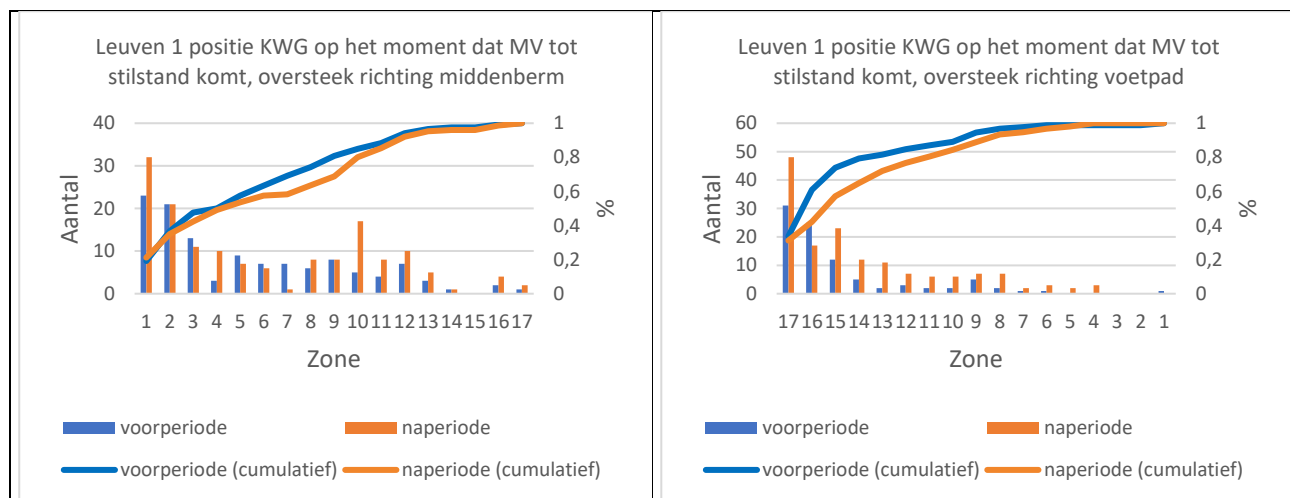
Deze analyse heeft als doel te kijken of de gevleugelde oversteekplaats een impact heeft op de positie waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het interagerende voertuig tot stilstand komt. De

eenvoudigste manier om dit af te leiden uit de analyse, is door te kijken naar de cumulatieve curves. De blauwe curve hoort bij de voorperiode, de oranje curve bij de naperiode. De curve die het hoogste ligt, is de curve waarbij de kwetsbare weggebruiker zich het meest aan het begin van de oversteek bevindt. Naar verwachting is het gunstiger voor de verkeersveiligheid als de overstekende weggebruiker zich nog in een vroegere zone bevindt. Dit is vooral het geval wanneer dit gaat over de eerste twee zones, want in de praktijk betekent dat dan dat de kwetsbare weggebruiker zich nog niet op de rijbaan bevindt op het moment dat het voertuig tot stilstand komt (behalve bij oversteekplaats Leuven 2, waar aan de voetpadzijde alle zones 1-10 zich nog buiten de rijbaan bevinden). Indien de lichtblauwe curve hoger ligt dan de gele curve (vooral in de twee meest linkse zones van de grafieken), betekent dit dat in de voorperiode de voetgangers zich dicht bij het vertrekpunt bevinden op het moment dat het voertuig tot stilstand komt dan in de naperiode, en dat de naperiode op deze indicator minder gunstig scoort. Indien de gele curve hoger ligt, wil dit zeggen dat in de naperiode de voetgangers zich dicht bij het vertrekpunt bevinden op het moment dat het voertuig tot stilstand komt.

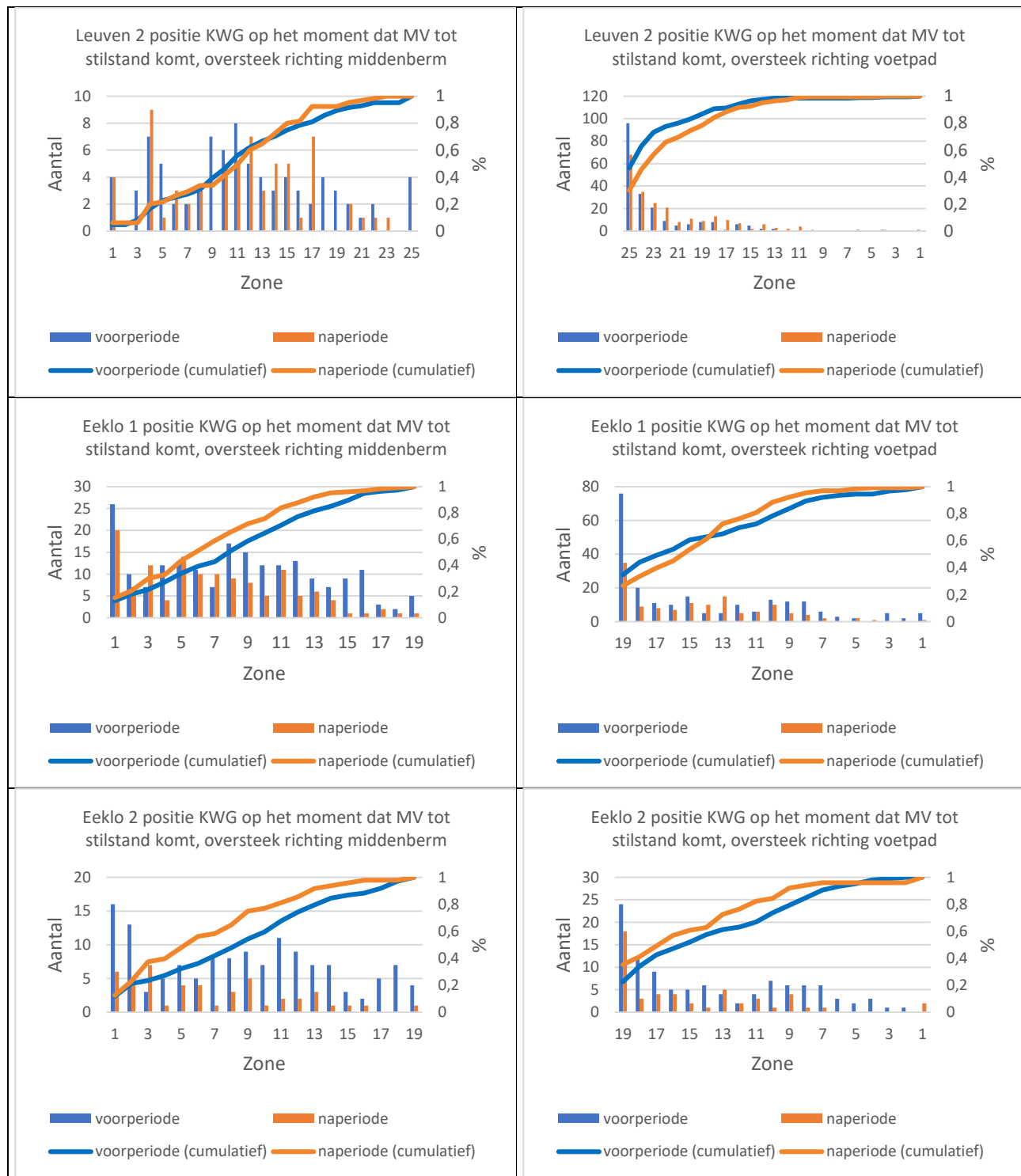
Het verschil tussen de twee curves werd met een "survivalanalyse" op significantie getoetst. Een survivalanalyse wordt gebruikt om te testen of de tijd tot dat een bepaald gebeurtenis optreedt verschilt tussen twee condities. Het event is hier het stoppen van het motorvoertuig en de zone waar de voetganger zich op dat moment bevindt is de "tijd". De toets werd uitgevoerd met het package "survival" in R en de significantie werd berekend op basis van de Kaplan-Meier Log-rank test (Campbell & Swinscow, 2011).

De analyses tonen geen eenduidig beeld; er zijn zowel oversteekplaatsen waar de curve van de voorsituatie hoger ligt als waar de nasituatie hoger ligt. De voorperiode scoort significant gunstiger bij de twee oversteeken in Eeklo richting de middenberm, terwijl bij de twee oversteeken in Leuven richting het voetpad de naperiode significant gunstiger scoort⁵. Voor de andere oversteekplaatsen toont de survivalanalyse geen statistisch significant verschil tussen de voor- en naperiode. **We concluderen dat de gevleugelde oversteekplaats geen duidelijk effect heeft op de positie waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voertuig tot stilstand komt.**

Tabel 10 Positie van kwetsbare weggebruiker op het moment dat de bestuurder tot stilstand komt.



⁵ Leuven 1 richting middenberm: $p=0,200$
 Leuven 1 richting voetpad: $p=0,042$
 Leuven 2 richting middenberm: $p=0,470$
 Leuven 2 richting voetpad: $p=0,004$
 Eeklo 1 richting middenberm: $p=0,002$
 Eeklo 1 richting voetpad: $p=0,200$
 Eeklo 2 richting middenberm: $p=0,015$
 Eeklo 2 richting voetpad: $p=0,220$



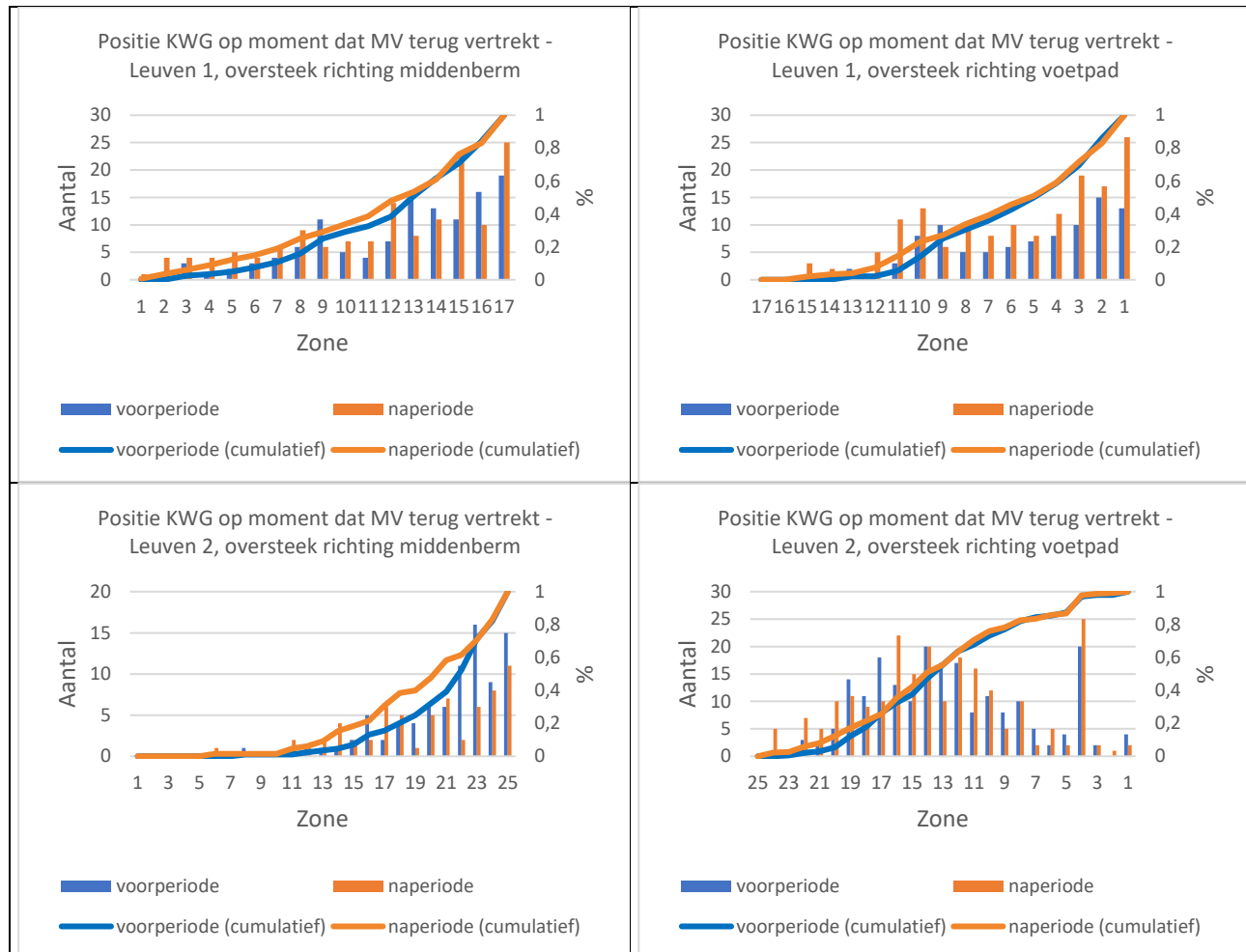
Tabel 11 toont de positie (zone) van de kwetsbare weggebruiker op het moment dat het motorvoertuig terug vertrekt. Opnieuw wordt de uitsplitsing gemaakt tussen beide oversteekrichtingen (vanaf het voetpad richting middenberm, en vanaf de middenberm richting voetpad), en hebben we de nummering van de zones van de oversteek richting voetpad (rechterkolom) omgedraaid om de interpretatie te vergemakkelijken. Op die manier staat op elke grafiek de vertrekzone (aan het begin van de oversteek) aan de linkerzijde. Het zonenummer waarin een kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat de bestuurder terug vertrekt kan afgelezen worden op de x-as. De staafdiagrammen tonen het aantal waarnemingen per zone in de voor- en napperiode (af te lezen op de y-as aan de linkerkant).

Deze analyse is bedoeld om na te gaan of de hypothese klopt dat voertuigen in de napperiode terug vroeger vertrekken dan in de voorperiode. De eenvoudigste manier om dit af te leiden uit de analyse, is door te kijken naar de cumulatieve curves. De blauwe curve hoort bij de voorperiode, de oranje curve bij de napperiode. De curve die het hoogst ligt, is degene waarbij de bestuurders vroeger vertrekken (minder goed voor de

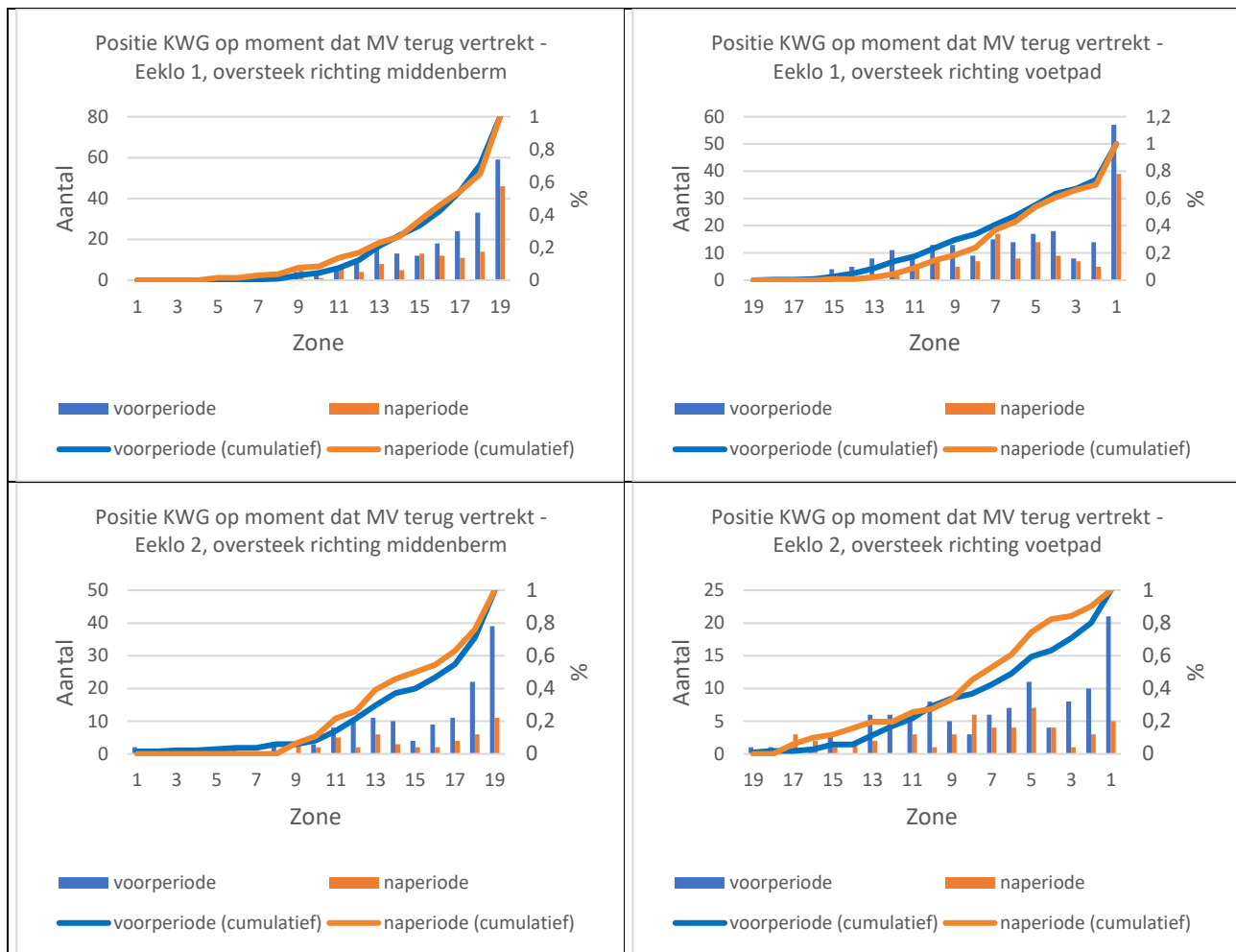
verkeersveiligheid). Als de hypothese klopt dat voertuigen in de naperiode vroeger vertrekken dan in de voorperiode, zou zich dat aftekenen door een gele curve die hoger ligt dan de blauwe curve.

Wanneer we de curves van de verschillende oversteekplaatsen bestuderen, kunnen we observeren dat de gele curve bij een aantal oversteekplaatsen iets hoger lijkt te liggen dan de blauwe curve. Op geen enkele van de oversteekplaatsen is het verschil echter statistisch significant⁶. **De hypothese dat voertuigen na de aanleg van een gevleugelde oversteekplaats sneller vertrekken dan in de voorperiode kan dus niet bevestigd worden.**

Tabel 11 Positie van kwetsbare weggebruiker op het moment dat de gestopte bestuurder terug vertrekt.



⁶ Leuven 1 richting middenberm: $p=0,560$
 Leuven 1 richting voetpad: $p=0,910$
 Leuven 2 richting middenberm: $p=0,280$
 Leuven 2 richting voetpad: $p=0,590$
 Eeklo 1 richting middenberm: $p=0,680$
 Eeklo 1 richting voetpad: $p=0,300$
 Eeklo 2 richting middenberm: $p=0,320$
 Eeklo 2 richting voetpad: $p=0,055$



4.2.5 Conclusies gedragsanalyse

We stellen vast dat de gevleugelde oversteekplaats een effect heeft op het verloop van het voorrangproces. In interacties waarin de overstekende kwetsbare weggebruikers voorrang hebben (voetgangers, voetgangers met fiets in de hand,...), zien we dat deze in de naperiode niet noemenswaardig vaker eerst gaan dan in de voorperiode, maar dat degenen die eerst gaan wel vlotter de voorrang krijgen van de bestuurders en deze dus minder vaak assertief moeten opeisen. De verschuiving van 'voorrang nemen' naar 'voorrang krijgen' zou kunnen wijzen op een beperkt gunstig effect op de verkeersveiligheid. De minst wenselijke interactievorm (voorrang forceren) daalt echter niet. We zien dat de verschuiving van 'voorrang nemen' naar 'voorrang krijgen' bij interacties met overstekende kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben sterker aanwezig is op de tweede rijstrook dan op de eerste rijstrook. Binnen de tweede rijstrook is dit effect nog sterker aanwezig voor interacties met zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook dan voor interacties zonder zichtbelemmering.

Bij interacties waarin de overstekende kwetsbare weggebruikers geen voorrang hebben (fietsers, bromfietzers), zien we op de oversteekplaatsen in Leuven een duidelijk gunstig effect van de gevleugelde oversteekplaats. We zien een duidelijke toename van de defensieve voorrangsstijlen ('voorrang krijgen' en 'voorrang ontvangen') ten koste van de meer assertieve voorrangsstijlen ('voorrang nemen' en 'voorrang forceren'). Deze veranderingen in het interactieproces zullen naar verwachting gunstig zijn voor de verkeersveiligheid. We observeren dat de stijging van het aandeel interacties van het type 'voorrang ontvangen' in Leuven het sterkst is voor interacties op de tweede rijstrook waarbij er zichtbelemmering is door een voertuig op de andere rijstrook. De stijging van de voorrangsstijl 'voorrang krijgen' is dan weer sterker aanwezig bij interacties op de eerste rijstrook en bij interacties op de tweede rijstrook zonder zichtbelemmering. De verschillen tussen de voor- en naperiode in Eeklo zijn voor wat betreft de overstekende kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben te heterogeen om te kunnen spreken van een duidelijk effect van gevleugelde oversteekplaatsen.

Een analyse van de onderverdeling van het aantal interacties over de rijstroken en (bij interacties op de tweede rijstrook) het al dan niet aanwezig zijn van een zichtbelemmering door een ander voertuig op de eerste rijstrook toont geen rechtstreekse link tussen de frequentie van dergelijke situaties met zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook en de observatieperiode. Dit betekent dat het aanbrengen van een gevleugelde oversteekplaats het aantal situaties waarbij een voertuig in de tweede rijstrook een zichtbelemmering op de overstekende weggebruiker ondervindt door een voertuig in de eerste rijstrook, niet doet dalen.

In Leuven zien we in de naperiode gunstigere oversteeklijnen dan in de voorperiode. In de naperiode steken nagenoeg alle overstekende kwetsbare weggebruikers over op de bedoelde plaats (de achterste 3m van de gevleugelde oversteekplaats). Dit is toe te schrijven aan de plaatsing van de omega-beugels die als flankerende maatregel dienen geplaatst te worden bij gevleugelde oversteekplaatsen. De oversteeklijnen in Eeklo zijn zeer complex, onder meer wegens de aanwezigheid van het kruispunt vlakbij de oversteekplaatsen. We zien in de naperiode een lichte daling van het correct gebruik van de oversteekplaats. Dit is vermoedelijk deels te wijten aan het feit dat de omega-beugels niet conform de richtlijnen geplaatst werden, en de gewenste oversteeklijn dus minder fysiek wordt afgedwongen. Deze analyse benadrukt het belang van de omega-beugels als flankerende maatregel bij een gevleugelde oversteekplaats.

De analyse van de stoppositie van voertuigen die volledig tot stilstand komen in een interactie, tonen aan dat voertuigen na de aanleg van een gevleugelde oversteekplaats gemiddeld iets meer dan 3m verderaf van de kwetsbare weggebruiker stoppen. We zien geen duidelijk effect van de gevleugelde oversteekplaats op de positie waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voertuig tot stilstand komt. Er is geen significant verschil in vertrekgedrag tussen de voor- en naperiode.

4.3 Conflictanalyse

4.3.1 Vergelijking aantal ernstige conflicten voor en na

Tabel 12 geeft een overzicht van de resultaten van de conflictobservatie. Kolommen 2 en 5 geven per locatie respectievelijk het absolute aantal ernstige conflicten in de voor- en in de naperiode. Dit zijn geobserveerde waarden. Kolommen 3 en 6 geven voor de voor- en naperiode het aantal interacties weer. Het aantal interacties wordt over het algemeen beschouwd als een meer geavanceerde en betere maat van expositie dan bijvoorbeeld intensiteiten (Elvik et al., 2009; Johnsson, Laureshyn, De Ceunynck, et al., 2018). De aantallen interacties in kolom 3 en 6 betreffen een schatting van het totale aantal interacties overheen de 3 dagen van de conflictobservatie. Deze getallen werden geraamd door het werkelijk geobserveerde aantal interacties tijdens de gedragsobservatiedag te vermenigvuldigen met drie. Kolommen 4 en 7 geven de conflict rate in de voor- en naperiode weer, dewelke is uitgedrukt in het aantal ernstige conflicten per 1000 interacties. Kolom 8 geeft de resultaten van de significantietest (chi-kwadraattest).

In de conflictanalyse worden niet enkel conflicten met overstekende voetgangers, maar ook de conflicten met overstekende fietsers meegenomen. Echter, zoals reeds eerder vermeld, worden er geen conflicten opgenomen die plaatsvinden tussen een overstekende kwetsbare weggebruiker en met (brom)fietsers die rechtdoor rijden op het fietspad of de rijbaan.

Om te berekenen of de verschillen tussen de voor- en naperiode statistisch significant zijn, maken we gebruik van een chi-kwadraattest waarin het aantal interacties dat leidt tot een ernstig conflict versus het aantal interacties dat niet leidt tot een ernstig conflict wordt vergeleken tussen de voor- en de naperiode. Met andere woorden wordt zo de expositie, uitgedrukt als aantal interacties, in rekening gebracht. In deze studie blijkt dit belangrijk te zijn, aangezien de locatie in Leuven in de naperiode beduidend drukker blijkt (meer interacties), terwijl het op de locatie in Eeklo iets minder druk is. Een p-waarde van 0,05 of lager wijst op een significant effect op het 95%-niveau. **De test overheen de vier oversteekplaatsen tezamen toont aan dat het aantal conflicten statistisch significant lager ligt in de naperiode, in vergelijking met de voorperiode. Wanneer we kijken naar de aparte chi-kwadraattesten per oversteekplaats zien we in Leuven sterker statistisch bewijs voor een daling van het aantal ernstige conflicten dan in Eeklo.** We zien dat op elk van de vier oversteekplaatsen het aantal conflicten per 1000 interacties daalt tussen de voorperiode en de naperiode, maar deze is niet steeds statistisch significant. Op oversteekplaats 2 in Leuven is deze daling statistisch significant. Op oversteekplaats 1 in Leuven is het effect niet statistisch significant op het 95% significantieniveau, maar de p-waarde leunt erg dicht aan tegen de drempelwaarde. In Eeklo is de daling op beide oversteekplaatsen niet statistisch significant en dus enkel indicatief.

Tabel 12 Overzicht resultaten conflictobservatie.

Locatie	Voorperiode			Naperiode			Significantie
	# ernstige conflicten	# interacties (raming*)	# conflicten per 1000 interacties	# ernstige conflicten	# interacties (raming*)	# conflicten per 1000 interacties	
Leuven 1	16	3999	4,00	12	5916	2,03	$\chi^2(1)=3,297$; $p=0,069$
Leuven 2	24	3984	6,02	8	5244	1,53	$\chi^2(1)=13,258$; $p=0,003$
Eeklo 1	20	6465	3,09	13	4974	2,61	$\chi^2(1)=0,225$; $p=0,635$
Eeklo 2	12	5121	2,34	5	4401	1,14	$\chi^2(1)=1,935$; $p=0,164$
Totaal	72	19569	3,68	38	20535	1,85	$\chi^2(1)=12,252$; $p=0,005$
* Het aantal interacties dat plaatsvond gedurende de conflictobservatieperiode van drie dagen wordt geraamd door het werkelijk geobserveerde aantal interacties tijdens de gedragsobservatiedag te vermenigvuldigen met drie							

4.3.2 Weggebruikers betrokken in ernstige conflicten

Tabel 13 geeft per oversteekplaats de betrokken kwetsbare weggebruikers in de vastgestelde ernstige conflicten. Hierbij maakten we het onderscheid tussen voetgangers, voetgangers met een fiets in de hand, fietsers, en gemengde groepen die bestaan uit meer dan één categorie (bv. een mix van fietsers en voetgangers). In de laatste kolom geven we tevens aan hoeveel van de geobserveerde conflicten betrekking hebben op een groep van kwetsbare weggebruikers (waarmee we bedoelen: meer dan één persoon). Merk op dat kolom 2 t.e.m. 5 dus sommeren tot 100%, en kolom 6 daar los van staat aangezien elke categorie kan slaan op zowel individuen als groepen. **We zien dat in Leuven de meeste conflicten gebeuren met fietsers, terwijl dat in Eeklo hoofdzakelijk voetgangers zijn (al dan niet met een fiets in de hand). De resultaten lijken er op te wijzen dat de daling in het aantal conflicten sterker is bij fietsers dan bij voetgangers (al dan niet met een fiets in de hand).**

De overgrote meerderheid van de conflicten vindt plaats met één overstekende persoon. Het aandeel conflicten met een groep van 2 of meer personen is zowel in de voor als in de nasituatie vrij laag. In de voorsituatie betreft het in totaal 19% van de conflicten, in de nasituatie 8%. Het aandeel conflicten met een groep ligt dus lager in de nasituatie. Conflictsituaties met groepen kwetsbare weggebruikers kwamen vooral in Eeklo voor in de voorsituatie. In Leuven is het aantal conflictsituaties met groepen zowel voor als na de aanpassing aan de oversteekplaatsen laag.

Als we kijken naar de gemotoriseerde weggebruiker die betrokken is, zien we dat bijna alle conflicten gebeuren met een personenwagen (merk op dat bestelwagens hier ook onder beschouwd worden). Het aantal ernstige conflicten met zware voertuigen was zeer beperkt; we registreerden enkel in Leuven in de voorperiode op oversteekplaats 1 één conflict met een vrachtwagen en één conflict met een bus. Alle andere ernstige conflicten vonden plaats met een personenwagen.

Tabel 13 Kwetsbare weggebruikers betrokken in ernstige conflicten.

	Voetgangers	Voetgangers fiets in hand	Fietser(s)	Gemengd	Groep (>1 persoon)
Voorperiode					
Leuven 1 (16)	1	5	10	0	2
Leuven 2 (24)	6	3	15	0	1
Eeklo 1 (20)	5	8	4	3	7
Eeklo 2 (12)	7	1	4	0	4
Totaal (72)	19 (26%)	17 (24%)	33 (46%)	3 (4%)	14 (19%)
Naperiode					
Leuven 1 (12)	2	3	7	0	1
Leuven 2 (8)	2	1	5	0	0
Eeklo 1 (13)	8	2	2	1	2
Eeklo 2 (5)	4	1	0	0	0
Totaal (38)	16 (42%)	7 (18%)	14 (37%)	1 (3%)	3 (8%)

4.3.3 Rijstrook en zichtbelemmering

Tabel 14 toont de rijstrook waarin de ernstige conflicten optraden, al dan niet met aanwezigheid van zichtbelemmering. Er werd zowel gekeken naar een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook als een zichtbelemmering door een ander object (bv. een geparkeerd voertuig of een groot voorwerp op het voetpad). Er werden echter geen conflicten waargenomen met een zichtbelemmering door andere obstakels, dus alle vermelde conflicten met zichtbelemmering hebben betrekking op een zichtbelemmering veroorzaakt door een voertuig op de andere rijstrook. Per definitie kan een zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook enkel voorkomen bij situaties met een voertuig op de tweede rijstrook die de kwetsbare weggebruiker oversteekt; bij situaties in de eerste rijstrook heeft de bestuurder steeds direct zicht op de kwetsbare weggebruiker die gaat oversteken.

We zien dat de proportie van de ernstige conflicten die plaatsvinden op de eerste rijstrook gelijk blijft tussen de voor- en naperiode (38% in de voorperiode, 39% in de naperiode). Bijgevolg blijkt dat een hoger aandeel van de conflicten (62% en 61% respectievelijk) plaatsvindt op de tweede rijstrook. De aanleg van een gevleugeld zebrapad beïnvloedt de proportie conflicten in de beide rijstroken dus niet, en heeft dus bijvoorbeeld geen gunstiger effect op de tweede rijstrook dan op de eerste. In de voorperiode valt wel op dat er in meer dan de helft van de conflicten op de tweede rijstrook sprake is van zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook. **In de naperiode zien we dat het aandeel conflicten in de tweede rijstrook waarbij sprake is van een zichtbelemmering aanzienlijk lager ligt dan in de voorperiode.** Het aantal conflicten op de tweede rijstrook met zichtbelemmering lijkt dus sterker gedaald dan de andere types conflicten.

Tabel 14 Rijstrook waarin de conflicten optreden vanuit oogpunt overstekende weggebruiker en de aanwezigheid van zichtbelemmering

Rijstrook	Eerste rijstrook	Tweede rijstrook	
Zichtbelemmering	Zonder zichtbelemmering	Zonder zichtbelemmering	Met zichtbelemmering
Voorperiode			
Leuven 1 (16)	4	10	2
Leuven 2 (24)	9	6	9
Eeklo 1 (20)	8	3	9
Eeklo 2 (12)	6	1	5
Totaal (72)	27 (38%)	20 (28%)	25 (35%)
Naperiode			
Leuven 1 (12)	6	4	2
Leuven 2 (8)	1	5	2
Eeklo 1 (13)	6	4	3
Eeklo 2 (5)	2	1	2
Totaal (38)	15 (39%)	14 (37%)	9 (24%)

Tabel 15 toont de rijstrook waarin de conflicten optreden vanuit het oogpunt van de bestuurder van het motorvoertuig. Hieruit blijkt dat de proportie conflicten die gebeuren in de linkerrijstrook hoger is dan in de rechterrijstrook (58% versus 42%, respectievelijk). Deze verhouding blijft gelijk tussen de voor- en de naperiode.

Tabel 15 Rijstrook waarin de conflicten optreden vanuit het oogpunt van de bestuurder van het motorvoertuig.

	Rechter rijstrook	Linker rijstrook
Voorperiode		
Leuven 1 (16)	7	9
Leuven 2 (24)	5	19
Eeklo 1 (20)	9	11
Eeklo 2 (12)	9	3
Totaal (72)	30 (42%)	42 (58%)
Naperiode		
Leuven 1 (12)	4	8
Leuven 2 (8)	3	5
Eeklo 1 (13)	5	8
Eeklo 2 (5)	4	1

Totaal (38)	16 (42%)	22 (58%)
-------------	----------	----------

Tabel 16 toont de oversteekrichting van de kwetsbare weggebruikers die betrokken zijn in conflicten. Het valt op dat zowel in de voor- als in de naperiode een hoger aandeel van de conflicten vanaf het voetpad komt dan vanaf de middenberm. Het aantal conflicten komend vanaf het voetpad lijkt iets sterker te dalen in de naperiode dan het aantal conflicten komend vanaf de middenberm.

Tabel 16 Oversteekrichting kwetsbare weggebruiker betrokken in conflicten.

	Komend vanaf voetpad	Komend vanaf middenberm
	Voorperiode	
Leuven 1 (16)	11	5
Leuven 2 (24)	16	8
Eeklo 1 (20)	13	7
Eeklo 2 (12)	9	3
Totaal (72)	49 (68%)	23 (32%)
	Naperiode	
Leuven 1 (12)	8	4
Leuven 2 (8)	6	2
Eeklo 1 (13)	6	7
Eeklo 2 (5)	3	2
Totaal (38)	23 (61%)	15 (39%)

4.3.4 Conclusies conflictanalyse

In de naperiode ligt het totaal aantal ernstige conflicten op de vier oversteekplaatsen tezamen significant lager dan in de voorperiode. Dit wijst er op dat het aanbrengen van gevleugelde oversteekplaatsen het aantal ernstige conflicten kan verminderen. Op elk van de vier oversteekplaatsen daalt de conflict rate (het aantal conflicten per 1000 interacties), maar op de individuele oversteekplaatsen zijn niet alle dalingen statistisch significant. De daling op de oversteekplaatsen in Leuven is sterker dan in Eeklo.

We zien dat in Leuven de meeste conflicten gebeuren met fietsers, terwijl dat in Eeklo hoofdzakelijk voetgangers zijn (al dan niet met een fiets in de hand). De resultaten lijken er op te wijzen dat de daling in het aantal conflicten sterker is bij fietsers dan bij voetgangers.

Het aandeel ernstige conflicten ligt hoger op de tweede rijstrook (vanuit het oogpunt van de overstekende weggebruiker) dan op de eerste rijstrook (ruwweg 60-40 verhouding). Deze verhouding blijft gelijk tussen voor- en naperiode. In de voorperiode is er bij meer dan de helft van de conflicten op de tweede rijstrook sprake is van zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook. In de naperiode zien we dat het aandeel conflicten waarbij sprake is van een zichtbelemmering aanzienlijk lager ligt. Het aantal conflicten op de tweede rijstrook met zichtbelemmering lijkt dus sterker gedaald na het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen dan de andere types conflicten.

De proportie conflicten die gebeuren op de linkerrijstrook is hoger dan op de rechterrijstrook (58% versus 42%, respectievelijk). Deze verhouding blijft gelijk tussen de voor- en de naperiode. Zowel in de voor- als in de naperiode komt een hoger aandeel van de conflicten vanaf het voetpad dan vanaf de middenberm. Het aantal conflicten komend vanaf het voetpad lijkt iets sterker te dalen in de naperiode dan het aantal conflicten komend vanaf de middenberm.

5 Discussie

Een beperking van dit onderzoek is het relatief lage aantal proeflocaties (2 locaties met elk 2 oversteekplaatsen). We observeren dat de weginrichting en de context van de proeflocatie in Leuven op diverse punten verschilt van die van Eeklo. Dit verklaart mogelijk een deel van de verschillen in effecten die we vinden tussen deze locaties. Verder onderzoek is wenselijk om de kritische succesfactoren van gevleugelde oversteekplaatsen beter in kaart te brengen.

Een bijkomende beperking is het feit dat de aanleg van de gevleugelde oversteekplaatsen in Eeklo werd uitgevoerd in het kader van grotere aanpassingswerken aan de N9. Een vergelijking van de camerabeelden toont duidelijk de aanpassing aan de vorm van de middenberm en het nieuwe wegdek. Hoewel het ons eerder onwaarschijnlijk lijkt, is niet uit te sluiten dat deze bijkomende aanpassingen een effect hebben gehad op het gedrag en/of de conflicten op deze locatie.

Ook valt het niet uit te sluiten dat het gevonden effect ten dele toe te schrijven kan zijn aan een beter zichtbare nieuwe markering kort na de uitvoering van de werken. Met andere woorden, als de oude markeringen gewoon overschilderd werden met klassieke zebrastrepen had dit mogelijk ook een effect kunnen hebben op het verloop van de interacties en/of het aantal conflicten omdat naderende bestuurders de oversteekplaats beter opmerken. We vermoeden echter dat het weinig waarschijnlijk is dat een pure overschildering van de bestaande markeringen hier een noemenswaardige invloed zou hebben, aangezien de oorspronkelijke markeringen in de voorsituatie nog in redelijk goede staat verkeerden.

Door de verschillende opnameperiodes, zijn er verschillen in de situationele omstandigheden tussen de voor- en naperiode. Het effect van het weer hebben we proberen te vermijden door enkel gebruik te maken van droge dagen. Er is echter een verschil in lichtgesteldheid tussen de voor- en naperiode; in de voorperiode was de periode van daglicht langer dan in de naperiode. Dit kan een effect hebben gehad op de observaties. Alle oversteekplaatsen zijn echter voorzien van bijkomende verlichting. Ook bleek uit de analyses van het interactiegedrag dat het aantal interacties in de naperiode dat plaatsvond in het donker een beperkt aandeel van het totale aantal interacties was, en dat het verloop van de interacties in het duister weinig verschilde van interacties bij daglicht. We vermoeden daarom dat de impact van het verschil in lichtgesteldheid op de resultaten beperkt is. De afwezigheid van één of meerdere controlelocaties is echter hoe dan ook een beperking van dit onderzoek.

Een sterkte van het onderzoek is het gebruik van empirische data in een voor-en-na design. Het gebruik van camerabeelden van een op het terrein uitgevoerd pilootproject heeft toegelaten om zeer veel informatie te verzamelen over de manier waarop weggebruikers met elkaar interageren, de manier waarop ernstige conflicten ontstaan, en de mate waarin deze zaken beïnvloed worden door het omvormen van een klassieke voetgangersoversteekplaats naar een gevleugelde oversteekplaats.

Een andere sterkte van het onderzoek is ook de (naar normen van een observatieonderzoek) grote datasets van geobserveerde interacties en conflicten. Dit zorgt voor robuustere en meer betrouwbare onderzoeksresultaten. Een bijkomende kwaliteit van het onderzoek is het gebruik van geavanceerde videoanalysetechnieken voor het objectief meten van de conflicternst. Dit geeft in vergelijking met manuele conflictobservatie, waarbij een menselijke observator de conflicternst schat, een betrouwbaardere beoordeling van de ernst van een interactie en leidt daardoor tot betrouwbaardere resultaten.

6 Conclusies

We stellen vast dat het aanleggen van een gevleugelde oversteekplaats een aantal meetbare effecten heeft op het gedrag van de weggebruikers en op het plaatsvinden van ernstige conflicten.

Verschuiving van voorrang nemen naar voorrang krijgen bij kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben

De analyse van het voorrangproces werd uitgesplitst in interacties waarbij de overstekende kwetsbare weggebruikers voorrang hebben (voetgangers, voetgangers met fiets in de hand, gemengde groepen met daarin minimaal één voetganger,...) en interacties waarbij de overstekende kwetsbare weggebruikers géén voorrang hebben. Kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben gaan in de naperiode niet noemenswaardig vaker eerst gaan dan in de voorperiode. Degenen die eerst gaan, krijgen wel vlotter de voorrang van de bestuurders en moeten deze dus minder vaak assertief opeisen. De verschuiving van 'voorrang nemen' naar 'voorrang krijgen' zou kunnen wijzen op een beperkt gunstig effect op de verkeersveiligheid. We zien dat deze verschuiving sterker aanwezig is op rijstrook 2 dan op rijstrook 1. Binnen rijstrook 2 is het effect sterker voor interacties met zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook dan voor interacties zonder zichtbelemmering. De minst wenselijke interactievorm (voorrang forceren) daalt echter niet.

Toename van defensieve voorrangsstijlen bij fietsers in Leuven (maar niet in Eeklo)

Bij interacties waarin de overstekende kwetsbare weggebruiker geen voorrang hebben (voornamelijk fietsers, en enkele bromfietsers), zien we op de oversteekplaatsen in Leuven een duidelijk gunstig effect van de gevleugelde oversteekplaats. We zien een duidelijke toename van de defensieve voorrangsstijlen ('voorrang krijgen' en 'voorrang ontvangen') ten koste van de meer assertieve voorrangsstijlen ('voorrang nemen' en 'voorrang forceren'). De stijging van 'voorrang ontvangen' in Leuven is het sterkst voor interacties op de tweede rijstrook waarbij er zichtbelemmering is door een voertuig in de andere rijstrook. De stijging van de voorrangsstijl 'voorrang krijgen' is het sterkst op de eerste rijstrook. Deze veranderingen in het interactieproces zullen naar verwachting gunstig zijn voor de verkeersveiligheid. De verschillen tussen de voor- en naperiode in Eeklo zijn voor wat betreft de overstekende kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben te heterogeen om een duidelijke conclusie te trekken over het effect van de gevleugelde oversteekplaatsen.

Betere oversteeklijnen indien omega-beugels correct kunnen geïnstalleerd worden

In de naperiode zien we in Leuven gunstigere oversteeklijnen dan in de voorperiode; in Eeklo zien we echter een lichte daling van het correct gebruik van de oversteekplaats. Deze effecten zijn wellicht te wijten aan het feit dat de omega-beugels die als flankerende maatregel geplaatst dienen te worden bij een gevleugelde oversteekplaats in Leuven wel correct konden geïnstalleerd worden, maar niet in Eeklo. Dit benadrukt het belang van de omega-beugels als flankerende maatregel bij een gevleugelde oversteekplaats.

Motorvoertuigen stoppen verder van de overstekende kwetsbare weggebruiker

De analyse van de stoppositie van voertuigen die volledig tot stilstand komen in een interactie, toont aan dat voertuigen na de aanleg van een gevleugelde oversteekplaats gemiddeld iets meer dan 3m vroeger stoppen. In het eerdere proefproject met gevleugelde oversteekplaatsen in schoolomgevingen vond men op één van de oversteekplaatsen ook een effect op de stoppositie; daar stopten voertuigen na de aanleg van de gevleugelde oversteekplaats ongeveer 2m eerder (op de andere onderzoekslocatie was het aantal waarnemingen te laag en de spreiding te hoog om conclusies te trekken). Het effect op de stoppositie blijkt in deze studie op 2x2 wegen dus nog sterker aanwezig te zijn. Dit zal naar verwachting een positief effect hebben op de verkeersveiligheid, aangezien er een grotere veiligheidsmarge is (in ruimte) tussen de overstekende kwetsbare weggebruiker en het voertuig, en doordat de kans afneemt dat een overstekende kwetsbare weggebruiker verdwijnt in de dodehoek voor een vrachtwagen.

We zien geen duidelijk effect van de gevleugelde oversteekplaats op de positie (zone) waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voertuig tot stilstand komt. Er is geen significant effect van de gevleugelde oversteekplaats op de positie (zone) waar de kwetsbare weggebruiker zich bevindt op het moment dat het voertuig terug vertrekt. Met andere woorden, de hypothese dat bestuurders bij een gevleugelde oversteekplaats sneller terug zouden vertrekken, kan niet bevestigd worden.

Het aantal ernstige conflicten daalt

Na de aanleg van de gevleugelde oversteekplaatsen daalt het totaal aantal ernstige conflicten op de vier oversteekplaatsen tezamen significant. Op elk van de vier oversteekplaatsen daalt de conflict rate (het aantal

conflicten per 1000 interacties), maar op de individuele oversteekplaatsen zijn niet alle dalingen statistisch significant. De daling op de oversteekplaatsen in Leuven is sterker dan op de oversteekplaatsen in Eeklo.

We zien dat in Leuven de meeste conflicten gebeuren met fietsers, terwijl dat in Eeklo hoofdzakelijk voetgangers zijn (al dan niet met een fiets in de hand). De resultaten lijken er op te wijzen dat de daling in het aantal conflicten sterker is bij fietsers dan bij voetgangers.

Aandeel conflicten met zichtbelemmering daalt

Het aandeel ernstige conflicten ligt hoger op de tweede rijstrook (vanuit het oogpunt van de overstekende weggebruiker) dan op de eerste rijstrook (ruwweg 60-40 verhouding). Deze bevinding is in lijn met de ongevalsanalyse, waaruit blijkt dat het vaakst voorkomend type ongeval een aanrijding betreft van een overstekende kwetsbare weggebruiker die zich (vanuit zijn/haar eigen oogpunt) op de tweede rijstrook bevindt. De verhouding tussen de eerste rijstrook en de tweede rijstrook blijft gelijk tussen voor- en naperiode. In de voorperiode is er bij meer dan de helft van de conflicten op de tweede rijstrook sprake van zichtbelemmering door een voertuig op de andere rijstrook. Na aanleg van de gevleugelde oversteekplaatsen zien we dat het aandeel conflicten waarbij sprake is van een zichtbelemmering aanzienlijk lager ligt. Het aantal conflicten op de tweede rijstrook met zichtbelemmering lijkt dus sterker gedaald na het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen dan de andere types conflicten. De gedragsanalyse toonde echter dat het aantal interacties met een zichtbelemmering niet daalde. Hoewel een gevleugelde oversteekplaats er dus niet toe leidt dat het aantal interacties met een zichtbelemmering door een voertuig in de andere rijstrook daalt, blijkt de gevleugelde oversteekplaats dus wel de kans te verminderen dat dergelijke situaties resulteren in een ernstig conflict.

De proportie conflicten die gebeuren op de linkerrijstrook is hoger dan in de rechterrijstrook (58% versus 42%, respectievelijk). Deze verhouding blijft gelijk tussen de voor- en de naperiode. Zowel in de voor- als in de naperiode komt een hoger aandeel van de kwetsbare weggebruikers bij een ernstig conflict vanaf het voetpad dan vanaf de middenberm. Het aantal conflicten komend vanaf het voetpad lijkt iets sterker te dalen in de naperiode dan het aantal conflicten komend vanaf de middenberm.

Samengevat vonden we na het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u een statistisch significante daling van het aantal ernstige conflicten. Daarnaast werden ook verschillende gedragseffecten gevonden (vooral het verloop van het voorrangsproces en de stoppositie) die gunstig zijn voor de verkeersveiligheid. Daar staan geen wezenlijke vastgestelde negatieve effecten voor de verkeersveiligheid tegenover. Daarom besluiten we dat het aanleggen van gevleugelde oversteekplaatsen op 2x2 wegen een gunstig effect heeft op de veiligheid van de overstekende kwetsbare weggebruikers.

7 Aanbevelingen criteria

Onderstaande criteria werden vastgelegd voor het uitrollen van gevleugelde oversteekplaatsen op gewestwegen. Het gaat om de omvorming van bestaande voetgangersoversteken; het is dus niet de bedoeling dat de richtlijn leidt tot een toename van het aantal oversteekplaatsen. Er dient aan alle criteria voldaan te worden alvorens AWW zal overgaan tot de aanleg van een gevleugelde voetgangersoversteek.

Op basis van de resultaten van deze studie, geven we bij elk criterium een aanbeveling over de eventuele noodzaak tot aanpassingen op basis van de nieuwe inzichten. Dit moet de opdrachtgever in staat stellen om de richtlijn aan te passen.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd in de onmiddellijke nabijheid van een kleuterschool of lagere school en dit binnen de zone 30 schoolomgeving. Indien de afbakening van de zone 30 zich verder uitstrekt dan 150 meter van de schoolpoort, wordt de gevleugelde voetgangersoversteek enkel aangebracht binnen de zone van 150 meter van de schoolpoort.*

De resultaten van deze studie tonen aan dat gevleugelde voetgangersoversteken ook succesvol aangelegd kunnen worden 2x2-wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u. Dit criterium kan dus uitgebreid te worden.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien de rijstroken ter hoogte van de volledige lengte van de gevleugelde voetgangersoversteek van elkaar worden gescheiden d.m.v. een verhoogd verkeerseiland. Het verkeerseiland moet voldoen aan de eisen die zijn opgenomen in het dienstorder MOW/AWW 2008/26 - Aanleg en zichtbaarheid van verhoogde verkeerseilanden en rotondes.*

De resultaten van dit onderzoek geven geen aanleiding om dit criterium te herzien.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien er aan beide zijden van de voetgangersoversteek voldoende brede voetpaden aanwezig zijn. Een vrije breedte van bij voorkeur 180 cm (minimaal 150 cm), en altijd afgestemd op de te verwachten gebruikintensiteit, wordt vooropgesteld.*

De resultaten van dit onderzoek geven geen aanleiding om dit criterium te herzien.

- *Samen met het verlengen van de stroken van het zebrapad bij een gevleugelde voetgangersoversteek wordt er ook een fysieke afscheiding (bv. omega-beugels) geplaatst. De fysieke afscheiding wordt bij voorkeur 1 meter verder geplaatst dan de gevleugelde uitvoering en minimaal tot gelijke lengte van de gevleugelde uitvoering.*
 - o *De fysieke afscheiding mag de vrije breedte van de looproute van het voetpad niet hinderen. Deze bedraagt bij voorkeur 180 cm (minimaal 150 cm), een puntversmalling (= versmalling over een lengte van maximaal 120 cm) heeft een minimale vrije breedte van 120 cm en een lijnversmalling (= versmalling over een lengte van maximaal 10 meter) heeft een minimale vrije breedte van 120 cm met voor en na de versmalling een vrije draairuimte van minimaal 150 cm x 150 cm.*
 - o *De fysieke afscheiding mag niet geplaatst worden op minder dan 75 cm van de rand van het fietspad.*
 - o *Indien de fysieke afscheiding in een variabele zone 30 wordt geplaatst, dient er een veiligheidsstrook van 150 cm (V 85 (de snelheid waar 85% van de voertuigen zich aan houdt) = 50 km/u) of 300 cm (V 85 = 70 km/u) gerespecteerd te worden. Bij gebrek aan gegevens over de V 85 is de max. toegelaten snelheid maatgevend voor het bepalen van de veiligheidsstrook.*

De resultaten van dit onderzoek benadrukken het belang van de fysieke afscheiding. In Leuven, waar de fysieke afscheiding correct was aangebracht, zagen we na de invoering van het gevleugelde zebrapad een verbetering van de oversteeklijnen. In Eeklo, waar deze afscheiding niet correct werd aangebracht, zagen we een lichte verslechtering van de oversteeklijnen.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt niet aangelegd indien de fysieke afscheiding niet geplaatst kan worden zoals vooropgesteld (bv. omwille van de aanwezigheid van een erfontsluiting (oprit, garage, ...)).*

Ook in Eeklo, waar de fysieke afscheiding niet geplaatst kon worden zoals vooropgesteld, werden gunstige effecten van de gevleugelde oversteekplaatsen vastgesteld, hetgeen impliceert dat het gevleugelde zebrapad ook zonder de fysieke afscheiding een gunstig effect op de verkeersveiligheid

kan hebben. Hoewel al het mogelijke moet gedaan worden om de fysieke afscheiding te realiseren aangezien deze positieve effecten heeft op de oversteeklijnen, kan er overwogen worden om het niet (volledig) kunnen realiseren van de fysieke afscheiding te schrappen als exclusie criterium.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien er geen aanpalende fietsoversteek aanwezig is.*

De resultaten van dit onderzoek geven geen aanleiding om dit criterium te herzien.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt bij voorkeur enkel aangelegd op 2x1 wegen. Sporadisch, en indien er geen andere oplossingen mogelijk zijn (bv. plaatsing verkeersregelininstallatie (VRI)), kan een gevleugelde voetgangersoversteek op 2x2 wegen worden aangelegd.*

De resultaten van dit onderzoek geven geen aanleiding om dit criterium te herzien.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt ook aangelegd in een enkelrichtingsstraat (hier is geen middenberm aanwezig). De verlenging van de banden wordt dan enkel aangebracht tegen de rijrichting van het gemotoriseerd verkeer in.*

De resultaten van dit onderzoek geven geen aanleiding om dit criterium te herzien.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt niet aangelegd ter hoogte van een kruispunt (verkeerslichtengeregeld kruispunt, rotonde of voorrangskruispunt). Het begrip 'ter hoogte van een kruispunt' wordt bepaald door de 10 meter grens te hanteren vanaf het (denkbeeldige) snijpunt van de rand van beide rijbanen.*

De proeflocatie in Eeklo lag vlakbij een kruispunt. Weliswaar was dit geen typisch kruispunt, aangezien het aan beide zijden een eenrichtingsstraat betrof waar gemotoriseerd verkeer enkel mocht inslaan vanaf de N9 (fietsers mogen wel in beide rijrichtingen rijden in beide zijstraten). Ondanks deze ligging werden ook in Eeklo gunstige effecten van de gevleugelde oversteekplaatsen gevonden. Daarom kan overwogen worden om dit criterium gedeeltelijk te herzien.

- *Een gevleugelde voetgangersoversteek wordt enkel aangelegd indien de verlenging op beide rijstroken in de tegenovergestelde rijrichting kan worden aangebracht. Op deze manier ontstaat er een gespiegelde uitvoering.*

De resultaten van dit onderzoek geven geen aanleiding om dit criterium te herzien.

Referenties

- Agentschap Wegen en Verkeer. (2019). *Criteria voor de aanleg van een gevleugelde voergangsoversteek t.h.v. Schoolomgevingen—Ontwerprichtlijn*.
- Allen, B., Shin, B. T., & Cooper, P. J. (1978). Analysis of traffic conflicts and collisions. *Transportation Research Record*, 667, 67–74.
- Bella, F., & Silvestri, M. (2015). Effects of safety measures on driver's speed behavior at pedestrian crossings. *Accident Analysis & Prevention*, 83, 111–124. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.07.016>
- Brown, G. R. (1994). Traffic conflicts for road user safety studies. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 21(1), 1–15. <https://doi.org/10.1139/I94-001>
- Burlov, V., & Gomazov, F. (2018). Method of mathematical justification for using 3D zebra crossing. *Transportation Research Procedia*, 36, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.049>
- Cambon de Lavalette, B., Tijus, C., Poitrenaud, S., Leproux, C., Bergeron, J., & Thouez, J.-P. (2009). Pedestrian crossing decision-making: A situational and behavioral approach. *Safety Science*, 47(9), 1248–1253. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.03.016>
- Campbell, M. J., & Swinscow, T. D. V. (2011). *Statistics at Square One*. John Wiley & Sons.
- De Ceunynck, T. (2017). *Defining and applying surrogate safety measures and behavioural indicators through site-based observations* [Doctoral dissertation]. Hasselt University, Belgium, & Lund University, Sweden.
- De Ceunynck, T., Pelssers, B., Daniels, S., Temmerman, P., & Martensen, H. (2020). *3D voetgangersoversteekplaatsen—Evaluatiestudie aan de hand van gedrags- en conflictobservatie en snelheidsmetingen* (D/2020/0779/7). Vias institute.
- De Ceunynck, T., Polders, E., Daniels, S., Hermans, E., Brijs, T., & Wets, G. (2013). Road Safety Differences Between Priority-Controlled Intersections and Right-Hand Priority Intersections. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2365, 39–48. <https://doi.org/10.3141/2365-06>
- De Ceunynck, T., Slootmans, F., Temmerman, P., & Daniels, S. (2019). *Diepte-analyse van ongevallen met vrachtwagens—Analyse van kopstaartaanrijdingen, dodehoekongevallen en ongevallen waarbij de vrachtwagenbestuurder geen gordel droeg* (Nr. 2018-R-08-NL). Vias institute.
- Deb, S., Strawderman, L., DuBien, J., Smith, B., Carruth, D. W., & Garrison, T. M. (2017). Evaluating pedestrian behavior at crosswalks: Validation of a pedestrian behavior questionnaire for the U.S. population. *Accident Analysis & Prevention*, 106, 191–201. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.05.020>
- Elvik, R., Erke, A., & Christensen, P. (2009). Elementary Units of Exposure. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2103, 25–31. <https://doi.org/10.3141/2103-04>
- Hayward, J. C. (1972). Near-miss determination through use of a scale of danger. *Highway Research Record*, 384, 24–34.
- Jian, L., Lizhong, Y., & Daoliang, Z. (2005). Simulation of bi-direction pedestrian movement in corridor. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 354(C), 619–628.
- Johnsson, C., Lareshyn, A., & De Ceunynck, T. (2018). In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: A review of surrogate safety indicators. *Transport Reviews*, 38(6), 765–785. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1442888>
- Johnsson, C., Lareshyn, A., De Ceunynck, T., & D'Agostino, C. (2018). Can event-based exposure measures help to explain the Safety-in-Numbers phenomenon? *Proceedings of the 7th International Cycling Safety Conference*.
- Kraay, J. H., van der Horst, R., & Oppe, S. (2013). *Manual conflict observation technique DOCTOR - Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research* (Nr. 2013–1). Foundation Road safety for all.
- Kröyer, H. R. G., Jonsson, T., & Várhelyi, A. (2014). Relative fatality risk curve to describe the effect of change in the impact speed on fatality risk of pedestrians struck by a motor vehicle. *Accident Analysis & Prevention*, 62, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.09.007>
- Lareshyn, A., De Ceunynck, T., Karlsson, C., Svensson, Å., & Daniels, S. (2017). In search of the severity dimension of traffic events: Extended Delta-V as a traffic conflict indicator. *Accident Analysis & Prevention*, 98, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.09.026>
- Lareshyn, A., de Goede, M., Saunier, N., & Fyhri, A. (2017). Cross-comparison of three surrogate safety methods to diagnose cyclist safety problems at intersections in Norway. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.04.035>
- Lareshyn, A., Svensson, Å., & Hydén, C. (2010). Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1637–1646. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.03.021>

- MINT NV. (2019). *Gevleugelde voetgangersoversteek—Gedrags- en conflictevaluatiestudie*. MINT NV.
- Mitman, M. F., Cooper, D., & Dubose, B. (2010). Driver and Pedestrian Behavior at Uncontrolled Crosswalks in Tahoe Basin Recreation Area of California: *Transportation Research Record*. <https://doi.org/10.3141/2198-04>
- Pasanen, E. (1992). *Driving speeds and pedestrian safety: A mathematical model*. Helsinki University of Technology. <https://trid.trb.org/view/374708>
- Pelssers, B. (2019). *Themadossier Verkeersveiligheid nr. 7—Voetgangers* (Nr. 2019-T-02-NL). Vias institute.
- Rosén, E., Stigson, H., & Sander, U. (2011). Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis & Prevention*, 43(1), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.003>
- Tefft, B. C. (2013). Impact speed and a pedestrian's risk of severe injury or death. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 871–878. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.07.022>
- van der Horst, A. R. A. (1990). *A Time-based Analysis of Road-User Behaviour at Intersections*. 91–107.
- van der Horst, A. R. A., & Kraay, J. H. (1986). *The Dutch Conflict Observation Technique—DOCTOR*. Proceedings of the International Co-operation on Theories and Concepts in Traffic Safety, Budapest, Hungary.
- van Haperen, W., Daniels, S., & De Ceunynck, T. (2016). *Vorrangsgedrag en veiligheid op fietsoversteekplaatsen op bypasses—De invloed van de voorrangsregeling* (RA-2016-002). Steunpunt Verkeersveiligheid.
- Várhelyi, A. (1998). Drivers' speed behaviour at a zebra crossing: A case study. *Accident Analysis & Prevention*, 30(6), 731–743. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(98\)00026-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(98)00026-8)

Tabellen- en figurenlijst

Tabel 1	Observatieperiodes	20
Tabel 2	Frequenties van interacties per rijstrook en aanwezigheid van zichtbelemmering	36
Tabel 3	Verloop voorrangprocees situaties met kwetsbare weggebruikers die voorrang hebben	38
Tabel 4	Verloop voorrangprocees situaties met kwetsbare weggebruikers die geen voorrang hebben.	42
Tabel 5	Oversteeklijnen Leuven 1	46
Tabel 6	Oversteeklijnen Leuven 2	47
Tabel 7	Oversteeklijnen Eeklo 1.	48
Tabel 8	Oversteeklijnen Eeklo 2.	48
Tabel 9	Databeschrijving boxplot stoppositie.	50
Tabel 10	Positie van kwetsbare weggebruiker op het moment dat de bestuurder tot stilstand komt.	51
Tabel 11	Positie van kwetsbare weggebruiker op het moment dat de gestopte bestuurder terug vertrekt.	53
Tabel 12	Overzicht resultaten conflictobservatie.	56
Tabel 13	Kwetsbare weggebruikers betrokken in ernstige conflicten.	56
Tabel 14	Rijstrook waarin de conflicten optreden vanuit oogpunt overstekende weggebruiker en de aanwezigheid van zichtbelemmering	57
Tabel 15	Rijstrook waarin de conflicten optreden vanuit het oogpunt van de bestuurder van het motorvoertuig.	57
Tabel 16	Oversteekrichting kwetsbare weggebruiker betrokken in conflicten.	58
Figuur 1	Concept van een gevleugelde oversteekplaats.	7
Figuur 2	Evolutie van het aantal voetgangersslachtoffers (dodelijk en gewond) – België – 2005-2018 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute).	9
Figuur 3	Evolutie van het aandeel voetgangers in het totaal aantal verkeersslachtoffers – België – 2005-2018 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute).	10
Figuur 4	Plaats van voetgangersongevallen volgens de positie van de voetganger – België – 2016-2018 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute).	11
Figuur 5	Situering oversteekplaats Leuven – Tervuursevest (R23)	15
Figuur 6	Voorperiode proeflocatie Tervuursevest Leuven, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)	16
Figuur 7	Naperiode proeflocatie Tervuursevest Leuven, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)	16
Figuur 8	Situering oversteekplaats Eeklo – Stationsstraat (N9)	17
Figuur 9	Voorperiode proeflocatie Stationsstraat Eeklo, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)	18
Figuur 10	Naperiode proeflocatie Stationsstraat Eeklo, oversteekplaats 1 (links) en oversteekplaats 2 (rechts)	18
Figuur 11	Tijdelijke camerasystemen.	19
Figuur 12	3D-laserscanner (hier ingezet op een onderzoekslocatie van een ander onderzoek).	20
Figuur 13	Automatische detectie van overstekende kwetsbare weggebruikers met RUBA	21
Figuur 14	Illustratie meting stoppositie.	22
Figuur 15	Zonale verdeling van de onderzochte oversteekplaatsen ter positiebepaling van de kwetsbare weggebruiker bij het stoppen en vertrekken van het gemotoriseerd verkeer (Boven: Eeklo – Oversteekplaats 1 (L) en oversteekplaats 2 (R); Onder: Leuven – Oversteekplaats 1 (L) en oversteekplaats 2 (R))	23
Figuur 16	Illustratie werking T-Analyst videoanalysesoftware.	24
Figuur 17	Kalibratie T-Analyst.	24
Figuur 18	Ongevalsanalyse Leuven – Rijrichting 1 – Clusters	26
Figuur 19	Manoeuvredigram (Cluster A) – Rijrichting 1	27
Figuur 20	Manoeuvredigram (Cluster B) – Rijrichting 1	27
Figuur 21	Manoeuvredigram (Cluster C) – Rijrichting 1	28
Figuur 22	Manoeuvredigram (Cluster D) – Rijrichting 1	28
Figuur 23	Ongevalsanalyse Leuven – Rijrichting 2 - Clusters	29
Figuur 24	Manoeuvredigram (Cluster A) – Rijrichting 2	29
Figuur 25	Manoeuvredigram (Cluster B) – Rijrichting 2	30
Figuur 26	Ongevalsanalyse Eeklo – Rijrichting 1 – Clusters	31

Figuur 27	<i>Manoeuvredigram (Cluster A) - Rijrichting 1</i>	31
Figuur 28	<i>Manoeuvredigram (Cluster B) – Rijrichting 1</i>	32
Figuur 29	Ongevalsanalyse Eeklo – Rijrichting 2 – Clusters	33
Figuur 30	Manoeuvredigram (Cluster A) – Rijrichting 2	33
Figuur 31	Manoeuvredigram (Cluster B) – Rijrichting 2	34
Figuur 32	Verhoging percentage 'voorrang krijgen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.	40
Figuur 33	Daling percentage "voorrang nemen", uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering	41
Figuur 34	Verhoging percentage 'voorrang krijgen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.	44
Figuur 35	Verhoging percentage 'voorrang ontvangen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.	44
Figuur 36	Daling percentage 'voorrang nemen', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.	45
Figuur 37	Daling percentage 'voorrang forceren', uitgesplitst per rijstrook en zichtbelemmering.	45
Figuur 38	Boxplots stoppositie motorvoertuigen.	50



Vias institute

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