

Veilige verplaatsingen voor ouderen

R-2017-23



Veilige verplaatsingen voor ouderen

Ritten en routes van oudere fietsers en oudere automobilisten nader onderzocht

Documentbeschrijving

| | |
|---------------------|--|
| Rapportnummer: | R-2017-23 |
| Titel: | Veilige verplaatsingen voor ouderen |
| Ondertitel: | Ritten en routes van oudere fietsers en oudere automobilisten nader onderzocht |
| Auteur(s): | Dr. ir. A. Dijkstra |
| Projectleider: | Dr. ir. A. Dijkstra |
| Projectnummer SWOV: | S17.07a |
| Trefwoord(en): | Old people; driver; driving (veh); traffic; safety; cycling; cyclist; cycle track; simulation; digital computer; itinerary; road user; behaviour; Netherlands; SWOV. |
| Projectinhoud: | In dit onderzoek is nagegaan welke kenmerken van het verkeerssysteem de onveiligheid van ouderen in het verkeer kunnen beïnvloeden. Het onderzoek was toegespitst op kenmerken van oudere fietsers en oudere automobilisten, maar in het bijzonder is gekeken naar de kenmerken van ritten en routes van oudere fietsers. Met dit onderzoek is tevens verkend of een microsimulatiemodel, als alternatief voor een ongevalanalyse, geschikt is om de veiligheid van fietsroutes vast te stellen. |
| Aantal pagina's: | 62 + 12 |
| Uitgave: | SWOV, Den Haag, 2017 |

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Postbus 93113
2509 AC Den Haag
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Dit onderzoek is bedoeld om na te gaan welke kenmerken van het verkeerssysteem de onveiligheid van ouderen in het verkeer kunnen beïnvloeden. Ook de mate waarin de kenmerken ingrijpen op de onveiligheid van ouderen is voor zover mogelijk onderzocht. Dit onderzoek is toegespitst op kenmerken van oudere fietsers en oudere automobilisten. In het bijzonder is gekeken naar de kenmerken van ritten en routes van oudere fietsers.

Het onderzoek heeft als subdoel na te gaan of een microsimulatiemodel, als alternatief voor een ongevalanalyse, geschikt is om de veiligheid van fietsroutes vast te stellen.

De kennis over fietsroutes in het algemeen en over de fietsroutes van oudere fietsers is beperkt. Fietsers ouder dan 75 jaar zijn nauwelijks in verplaatsings- en routeonderzoek vertegenwoordigd. Meestal bestaat de groep ouderen uit personen ouder dan 55 jaar.

Er is een microsimulatiemodel gebruikt om hypothesen over effecten van eigenschappen van oudere fietsers en automobilisten te toetsen. De algemene hypothese dat het aantal dwarsconflicten zal afnemen omdat gemiddeld genomen de rijsnelheden afnemen en er daardoor minder ernstige conflicten ontstaan, is niet in alle uitgevoerde simulaties en analyses bevestigd.

De gehanteerde methode met microsimulatie is nog niet uitgekristalliseerd: de werking van het simulatiemodel is daarom nog niet goed genoeg doorgrond. De conclusie is dat de modellering van de conflicten tussen voertuigen, met name de conflicten tussen fietsers en motorvoertuigen, nadere analyse vergt. Ook de gevoeligheid van het model voor veranderingen bij groepen verkeersdeelnemers (zoals gemiddelde rijsnelheid, voorrangsgedrag en reactietijd) zou verder moeten worden verkend.

In het onderzoek zijn fietsroutes van een groot aantal fietsverplaatsingen in de provincie Noord-Brabant geanalyseerd. Hieruit blijkt dat oudere fietsers meer ritten maken dan jongere fietsers.

Oudere fietsers hebben een voorkeur voor wegvakken met weinig autoverkeer, voor wegvakken met een wegdek van asfalt en voor wegvakken buiten de bebouwde kom.

De veiligheid van oudere fietsers kon met de beschikbare gegevens niet in termen van ongevalsrisico worden uitgedrukt. Het uitgevoerde routeonderzoek wijst niet op grote veiligheidsproblemen voor oudere fietsers wat betreft hun routekeuze.

Inhoud

| | |
|---|--|
| 1. Inleiding en doel onderzoek | 7 |
| 1.1. Doel van dit onderzoek | 8 |
| 1.2. Leeswijzer | 8 |
| 2. Routevoorkeuren van oudere verkeersdeelnemers | 9 |
| 2.1. Theoretische achtergrond | 9 |
| 2.1.1. Routevoorkeuren automobilisten | 9 |
| 2.1.2. Routekeuzefactoren in Delft | 10 |
| 2.1.3. Routekeuzefactoren fietsers in Enschede | 11 |
| 2.1.4. Routekeuzefactoren van fietsers in Nederland | 13 |
| 2.1.5. Routekeuzefactoren fietsers in Kopenhagen | 15 |
| 2.1.6. Modelstudie naar veilige routekeuze fietsers en automobilisten in de Verenigde Staten | 16 |
| 2.1.7. Samenvatting van de voorgaande bevindingen | 19 |
| 2.2. Routekeuze van ouderen verder uitgewerkt | 20 |
| 2.2.1. Routevoorkeuren fietsers en automobilisten | 20 |
| 2.2.2. Verkeersgedrag ouderen | 21 |
| 2.2.3. Routekenmerken | 22 |
| 2.2.4. Routekeuze en uitwerking van de onderzoeksmethoden: beschikbare en haalbare methoden en analyses | 23 |
| 3. Korte beschrijving van het uitgevoerde onderzoek | 25 |
| 3.1. Microsimulatie | 25 |
| 3.2. Fietsroutes Noord-Brabant | 26 |
| 4. Microsimulatie | 30 |
| 4.1. Opzet simulaties | 30 |
| 4.2. Resultaten | 36 |
| 4.2.1. Kruispunt 4 | 37 |
| 4.2.2. Kruispunt 6 | 40 |
| 4.2.3. Kruispunt 7 | 43 |
| 4.3. Conclusies | 46 |
| 4.4. Aanvullende analyses | 47 |
| 4.4.1. Verklaarbare en geloofwaardige resultaten | 49 |
| 5. Fietsroutes en wegvakken in de provincie Noord-Brabant | 51 |
| 5.1. Algemene wegvak- en routekenmerken | 51 |
| 5.2. Verschillen tussen ouderen en jongeren wat betreft kenmerken van wegvakken en fietsroutes | 52 |
| 5.2.1. Wegvakken met veel of weinig oudere fietsers | 52 |
| 5.2.2. Enkele kenmerken van routes van ouderen en jongeren | 57 |
| 5.3. Conclusies | 59 |
| 6. Conclusies en aanbevelingen | 60 |
| Literatuur | 61 |
| Bijlage | Simulatie van fietsconflicten: vergelijking met resultaten TNO-studie |
| | 63 |

1. Inleiding en doel onderzoek

Het project 'Veilige infrastructuur voor ouderen' heeft de volgende probleemstelling.

De komende tien jaar bereiken we in Nederland het moment dat er meer dan een miljoen 85-plussers zijn en meer dan vier miljoen 65-plussers. Het aandeel ouderen onder verkeersdoden en -gewonden neemt toe. Bijna driekwart (71%) van de 'fietsdoden' en bijna de helft (47%) van de geregistreerde ernstig verkeersgewonden onder fietsers is 60 jaar of ouder (Weijermars et al., 2017). Dit komt door de lichamelijke kwetsbaarheid van ouderen, maar ook door het afnemen van bepaalde functies en vaardigheden die voor een adequate verkeersdeelname relevant zijn. Het is mogelijk dat de vergrijzing invloed zal hebben op de aard (minder woon-werkverkeer, andere bestemmingen) en omvang (minder verplaatsingen) van het verkeer. De doorstroming van het verkeer kan daardoor veranderen (minder files in de spits, ander gebruik van het wegennet). Ook daardoor kunnen veranderingen in veiligheid optreden.

Daarnaast krijgen ouderen te maken met een verkeerssysteem dat bij lange na nog niet is vormgegeven zoals beoogd in het verkeersbeleid, en in de uitwerkingen daarvan (ontwerpvoorschriften). Dit is niet goed voor de veiligheid van weggebruikers in het algemeen en zeker niet voor oudere weggebruikers, die gebaat zijn bij een verkeerssysteem dat optimaal rekening houdt met hun veranderende verplaatsingskenmerken en met diverse fysieke en cognitieve beperkingen die met het vorderen van de leeftijd gaan optreden.

In het project zijn drie deelprojecten uitgevoerd:

1. Effecten van vergrijzing op verkeersgedrag en mobiliteit.
Over dit deelproject is gerapporteerd door Goldenbeld (2015). Resultaten daaruit zijn in het onderhavige rapport gebruikt.
2. Toepassing van de CROW-ontwerpsuggesties voor een seniorproof wegontwerp.
Over dit deelproject is gerapporteerd door Bax et al. (2017).
3. Veilige routekeuze van ouderen.
Dit deelproject is beschreven in het onderhavige rapport.

Gewoonlijk zijn (eisen aan) kenmerken van de weginfrastructuur geordend naar de bouwstenen van het verkeerssysteem: netwerk, routes, wegvakken/kruispunten. Voor wegvakken/kruispunten zijn in eerdere SWOV-projecten al specifieke eisen voor ouderen geformuleerd (Bax et al., 2014 en 2017). Op netwerkniveau zijn meestal eisen aan de orde die tamelijk algemeen zijn (niet eenvoudig te richten op ouderen) en die vooral bij nieuw aan te leggen netwerken realiseerbaar zijn. Op routeniveau zijn de eisen concreter en ook realiseerbaar in bestaande situaties. Het project spitst zich dus toe op kenmerken van routes die de veiligheid van oudere verkeersdeelnemers bevorderen. Deze kenmerken vormen een uitbreiding van de eerder geformuleerde algemene eisen aan en kenmerken van routes die gebaseerd zijn op de principes van Duurzaam Veilig (SWOV, 2017)

De link tussen routekenmerken en de veiligheid van routes is in eerdere projecten gelegd door veiligheidsindicatoren. Deze veiligheidsindicatoren geven aan of de route in voldoende mate over veilige wegen loopt, men niet

te vaak links afslaat en men niet te veel kruispunten passeert (Dijkstra, 2010 en 2011). Hierbij is onder andere gebruikgemaakt van een microsimulatiemodel. Een dergelijk model bootst de onderlinge conflicten van verkeersdeelnemers na. Ook in dit onderzoek is deze aanpak gebruikt.

Hiervoor is vermeld dat de onveiligheid van oudere verkeersdeelnemers met name geldt voor oudere fietsers. Het onderzoek is daarom vooral gefocust op fietsroutes van ouderen. Dat betekent dat ook het gehanteerde microsimulatiemodel daarop is afgestemd, althans de mogelijkheid daartoe is onderzocht.

1.1. Doel van dit onderzoek

Dit onderzoek is bedoeld om na te gaan welke kenmerken van het verkeerssysteem in welke mate bijdragen aan de onveiligheid van ouderen in het verkeer. Hierbij zijn met name ritten en routes van oudere fietsers onderzocht en, in mindere mate, ritten van oudere automobilisten. Het onderzoek heeft als subdoel na te gaan of een microsimulatiemodel, als alternatief voor een ongevalanalyse, geschikt is om de veiligheid van fietsritten vast te stellen.

1.2. Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd uit drie delen. In *Hoofdstuk 2* zijn de routevoorkeuren van oudere verkeersdeelnemers beschreven op basis van de literatuur. *Hoofdstuk 3* geeft een korte beschrijving van het uitgevoerde onderzoek. Uitgaande van de gevonden routekenmerken en andere relevante kenmerken van ouderen, zijn scenario's opgesteld die als input dienen voor het microsimulatiemodel. Dit model is in *Hoofdstuk 4* beschreven. In *Hoofdstuk 5* zijn routes in Noord-Brabant onderzocht van een grote groep oudere en jongere fietsers. Ten slotte geeft *Hoofdstuk 6* de conclusies en aanbevelingen.

2. Routevoorkeuren van oudere verkeersdeelnemers

Dit hoofdstuk behandelt twee onderwerpen. Een literatuurstudie naar routevoorkeuren van oudere verkeersdeelnemers en vervolgens een structurering van verkeersgedrag, routekenmerken en routevoorkeuren van oudere verkeersdeelnemers, in het bijzonder oudere fietsers.

2.1. Theoretische achtergrond

De literatuur over routevoorkeuren van ouderen is niet erg uitgebreid. De zoektocht naar literatuur is gestart bij eigen SWOV-onderzoek (Goldenbeld et al., 2006). Voor de routevoorkeuren naar fietsers is uitgegaan van het onderzoek dat geruime tijd geleden is uitgevoerd bij het tot stand komen van het fietsroutenetwerk Delft (RWS, 1987). Recent zijn twee studies uitgevoerd in Enschede en Eindhoven; deze studies waren gevonden via het vaktijdschrift *Verkeerskunde*. Tevens zijn enkele relevante papers bestudeerd waaraan in deze twee studies wordt gerefereerd.

2.1.1. *Routevoorkeuren automobilisten*

Goldenbeld et al. (2006) hebben in een regionaal netwerk (het gebied tussen Leiden en Den Haag) de routekeuze van automobilisten onderzocht. Het spreekt vanzelf dat het aanwezige wegennetwerk in belangrijke mate het aantal praktisch relevante routealternatieven bepaalt waarover automobilisten kunnen beschikken. Daardoor heeft men voor sommige herkomst-bestemmingsrelaties meer alternatieven dan voor andere. Dit onderzoek geeft aan dat automobilisten 'snelste route' en 'kortste route' verreweg het meest noemen als eerste reden voor hun routekeuze. De reden 'bekendheid' komt in dit onderzoek op de derde plaats in de hiërarchie. De reden 'veiligheid' speelt vrijwel geen rol. De bevinding dat 'snel' en 'kort' eruit springen als de twee voornaamste redenen bij routekeuze, bevestigt de bevindingen van ander onderzoek (bijvoorbeeld AVV, 2004) en bevestigt ook de veel gehanteerde veronderstellingen over deze redenen in micro-simulatiemodellen. De derde plaats voor de reden 'bekendheid', komt overeen met de bevinding van Stern & Leiser (1988; genoemd in Bovy & Stern, 1990) dat 'bekendheid' het vaakst wordt genoemd als derde reden (in datzelfde onderzoek werd 'korte route' het meest genoemd als eerste reden, en 'aan-/afwezigheid routeobstakels' het meest als tweede reden).

Uit onderzoek van Goudappel Coffeng (1998) bleek dat geslacht, leeftijd en frequentie van rijden op het wegennetwerk invloed hebben op de flexibiliteit in de routekeuze. De resultaten van de Goudappel Coffeng-studie zijn deels bevestigd in het onderzoek van Goldenbeld et al. (2006). Zij vonden een (niet-significante) tendens dat mannen relatief vaker een alternatieve route kozen dan vrouwen, en dat mannen significant vaker dan vrouwen gebruikmaken van informatie onderweg met het oog op een mogelijke routewijziging. Eveneens in lijn met de resultaten van de Goudappel Coffeng-studie stelden Goldenbeld et al. vast dat respondenten die vaak naar dezelfde bestemming rijden, vaker een alternatieve route hebben dan degenen die soms naar diezelfde bestemming gaan. In tegenstelling tot de resultaten van de Goudappel Coffeng-studie werd er *geen* samenhang gevonden tussen de verschillende leeftijdscategorieën en flexibiliteit.

2.1.2. *Routekeuzefactoren in Delft*

Onderzoek naar routekeuzegedrag van fietsers is voor het eerst grondig onderzocht in de jaren tachtig door het toenmalig Onderzoeksinstituut voor Stedenbouw, Planologie en Architectuur (OSPA, TUDelft). De rijksoverheid liet in die periode voor- en nastudies verrichten naar de effecten van het, grotendeels door het Rijk gesubsidieerde Fietsroutenetwerk Delft (RWS, 1987). In die stad zijn in de periode 1982-1985 veel voorzieningen voor fietsers aangebracht, zowel op netwerkniveau (nieuwe fietsverbindingen tussen wijken) als op buurt- en wijkniveau (met name aanleg fietsstroken en -paden langs ontsluitingswegen en verbetering van kruispuntregelingen). Het gebruik van deze voorzieningen is onderzocht alsmede het verplaatsingsgedrag, de routekeuze en de verkeersveiligheid van fietsers.

Gegevens over routekeuze van fietsers

Gommers & Bovy (1987) hebben fietsers onderweg geënquêteerd over hun herkomst en bestemming, hun routekeuze en hun ritmotief. Er zijn gegevens van 2.200 fietsers verzameld. De gemiddelde reistijd was ongeveer een kwartier, de ritsnelheid was gemiddeld 14,5 km/uur (binnen de bebouwde kom).

De omrijfactor van fietsers (ten opzichte van de kortste route in respectievelijk tijd of afstand) bleek voor reistijd gemiddeld 1,08 (mediaan 1,05) en voor reisafstand 1,09 (mediaan 1,06). Deze omrijfactoren lagen lager dan bij autoverkeer gewoonlijk wordt gevonden (KIM, 2011).

Voor ruim 70% van de aangetroffen omrijfactoren in Delft geldt dat deze voor tijd en voor afstand korter zijn dan 1,11. Bij het ritmotief 'winkelen' is de omrijfactor (tijd en afstand) groter dan bij de ritmotieven 'werk', 'onderwijs' of 'overig'.

Het aandeel routes dat dezelfde reistijd heeft als de kortste route bedraagt 20%, terwijl het aandeel routes dat dezelfde reisafstand heeft als de kortste route, maar 9% bedraagt. Tijd is blijkbaar belangrijker dan afstand. In veel gevallen overlappen routes elkaar (een alternatieve route versus de kortste route). 16% van de routes heeft een overlappingspercentage kleiner of gelijk aan 20%. Het gemiddelde overlappingspercentage is 56% (mediaan 59%). Het overlappingspercentage bij woon- en buurtstraten (respectievelijk 27 en 39%) ligt lager dan bij wijk- en stadswegen (respectievelijk 47 en 64%) (Gommers & Bovy, 1987).

Veranderingen door maatregelen op netwerkniveau

Na het aanleggen van de nieuwe fietsverbindingen in Delft, is het aantal beschikbare alternatieve routes toegenomen. Er hebben (daardoor) grote verschuivingen plaatsgevonden in de routekeuze. De nieuwe verbindingen worden veel gebruikt. Al bestaande routes worden minder gebruikt dan eerst (RWS, 1987).

Volgens RWS (1987) is het totale fietsgebruik in de periode 1982-1985 met ongeveer 15% toegenomen. Daarvan kan ongeveer de helft worden toegerekend aan de genomen maatregelen. De auto-intensiteiten zijn ongeveer gelijk gebleven.

Resultaten met stated-preferencemethode

Bovy & Den Adel (1985) hebben de stated-preferencemethode gehanteerd. Deze methode houdt in dat aan personen, in dit geval Delftse fietsers, situaties worden voorgelegd waaruit een keuze moet worden gemaakt. Bovy & Den Adel hebben met deze methode nagegaan welke factoren de

routekeuze beïnvloeden. In dit onderzoek hebben 137 personen geparticipeerd. De uitkomst is dat naast reistijd, de wegdekkwaliteit een belangrijke factor is bij routekeuze. Zowel het type fietsvoorziening (pad, strook, of geen), als de intensiteit zijn van minder belang. Fietsers ouder dan 40 jaar hebben minder voorkeur voor een korte reistijd dan jongere fietsers en de oudere fietsers hebben een hogere waardering voor de kwalitatieve aspecten van de route.

2.1.3. Routekeuzefactoren fietsers in Enschede

Joolink (2016) heeft onderzoek gedaan naar de routekeuze van fietsers in Enschede. Fietsers zijn bij hun bestemming geenqueteerd. Er zijn gegevens van 224 enquetes verwerkt, 80 fietsers hadden de UT-campus als bestemming, 144 fietsers het stadscentrum). Het aandeel fietsers boven de 50 jaar bedraagt 28%, boven de 60 jaar 17%. In de analyses hanteert Joolink drie leeftijdsgroepen: to 30 jaar, 30–50 jaar en boven 50 jaar. Voor de analyse heeft Joolink de omvang van de leeftijdsgroepen zo veel mogelijk van een gelijke omvang gemaakt. Er zijn tien routekeuzefactoren geselecteerd uit de literatuur om nader te onderzoeken; zie *Tabel 2.1*.

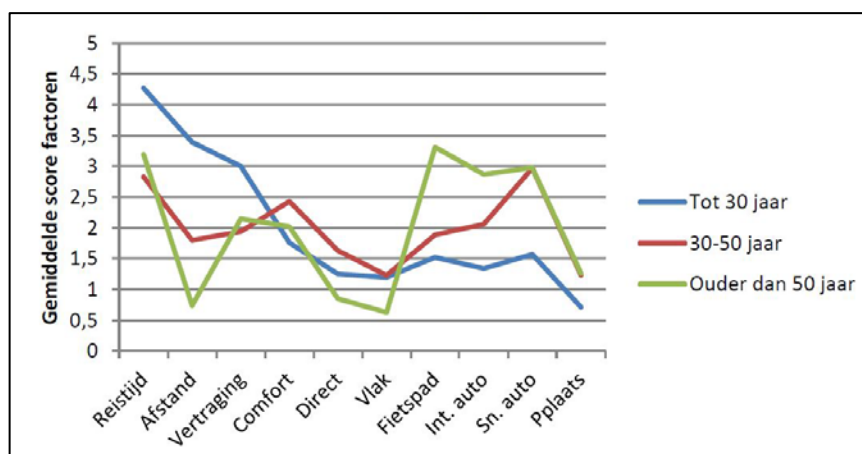
De ondervraagde fietsers hebben meer routekeuzefactoren genoemd dan de tien factoren in *Tabel 2.1*. Van deze extra factoren zijn 'mooie route' (25 keer) en 'veilige route' (9 keer) de meest genoemde factoren; Bijna alle andere extra factoren worden maar één keer genoemd. Deze extra factoren zijn verder niet door Joolink onderzocht.

| Afkorting | De fietser vindt belangrijk: |
|----------------------------------|---|
| 1 Reistijd | een route met een korte reistijd; |
| 2 Fietspad | de aanwezigheid van een fietspad; |
| 3 Comfort | een vlakke ondergrond, zoals asfalt; |
| 4 Direct | een route waarin weinig afslaande bewegingen voorkomen |
| 5 Vlak | een route met weinig hoogteverschil |
| De fietser wil vermijden: | |
| 6 Afstand | een route met lange afstand; |
| 7 Vertraging | vertraging, veroorzaakt door verkeerslichten; |
| 8 Int. auto | een route met veel autoverkeer; |
| 9 Sn. auto | een route met hardrijdend autoverkeer; |
| 10 Pplaats | een route met autoparkeerplaatsen naast de weg of naast het fietspad. |

Uit: Joolink (2016).

Tabel 2.1. *Onderzochte routekeuzefactoren en de bijbehorende hypothese omtrent de voorkeur van de fietser.*

De ondervraagde fietsers hebben tien punten verdeeld over de factoren 1-5 (de factoren die ze belangrijk vinden) en tien punten over de factoren 6–10 (de factoren die ze willen vermijden). De gemiddelde scores per factor zijn in *Afbeelding 2.1* weergegeven voor de drie gehanteerde leeftijdsgroepen.



Uit: Joolink (2016).

Afbeelding 2.1. Gemiddelde score per routekeuzefactor, voor drie leeftijdsgroepen.

In Afbeelding 2.1 is te zien dat de routekeuzefactoren verschillen tussen de leeftijdsgroepen en in Tabel 2.2 zijn de resultaten van de statistische toets op die verschillen te zien.

De resultaten zijn dat:

- fietsers tot 30 jaar reistijd, afstand en vertraging het belangrijkste vinden;
- fietsers tussen 30 en 50 jaar de voorkeur geven aan snelheid auto, reistijd, comfort, intensiteit auto, vertraging en fietspad;
- fietsers boven 50 jaar fietspad, reistijd, snelheid auto, intensiteit auto, vertraging en comfort prefereren.

| | Tot 30 jaar, n=127 | | 30 tot 50 jaar, n=35 | | 50 en ouder, n=62 | |
|----|--------------------|------|----------------------|------|-------------------|------|
| | Factor | Mean | Factor | Mean | Factor | Mean |
| 1 | Reistijd*^ | 4,27 | Sn. auto* | 2,97 | Fietspad^~ | 3,31 |
| 2 | Afstand*^ | 3,39 | Reistijd* | 2,83 | Reistijd^ | 3,19 |
| 3 | Vertraging*^ | 3,00 | Comfort | 2,43 | Sn. auto^ | 2,98 |
| 4 | Comfort | 1,76 | Int. Auto | 2,06 | Int. auto^ | 2,87 |
| 5 | Sn. auto*^ | 1,57 | Vertraging* | 1,94 | Vertraging^ | 2,15 |
| 6 | Fietspad^ | 1,52 | Fietspad~ | 1,89 | Comfort | 2,02 |
| 7 | Int. auto^ | 1,34 | Afstand* | 1,80 | Pplaats | 1,26 |
| 8 | Direct | 1,25 | Direct~ | 1,63 | Direct~ | 0,85 |
| 9 | Vlak^ | 1,20 | Vlak~ | 1,23 | Afstand^ | 0,74 |
| 10 | Pplaats | 0,71 | Pplaats | 1,23 | Vlak^~ | 0,63 |

* Significant verschil in het gemiddelde tussen de groepen "tot 30" en "30 tot 50"

^ Significant verschil in het gemiddelde tussen de groepen "tot 30" en "50 en ouder"

~ Significant verschil in het gemiddelde tussen de groepen "30 tot 50" en "50 en ouder"

Uit: Joolink (2016).

Tabel 2.2. Gerangschikte gemiddelde score per routekeuzefactor voor drie leeftijdsgroepen.

Een interessante bevinding betreft verder het verschil tussen de routekeuzefactoren van fietsers op een elektrische fiets en een fiets zonder hulpmotor; zie *Tabel 2.3*. Hierbij is geen onderscheid gemaakt naar leeftijd.

| | | Gewone fiets n=118 | | Elektrische fiets n=25 |
|----|------------|--------------------|------------|------------------------|
| 1 | Reistijd | 3,53 | Fietspad* | 3,68 |
| 2 | Sn. auto | 2,55 | Int. auto* | 3,20 |
| 3 | Vertraging | 2,47 | Reistijd | 2,68 |
| 4 | Fietspad* | 2,19 | Sn. auto | 2,64 |
| 5 | Int. auto* | 2,02 | Comfort | 2,08 |
| 6 | Comfort | 1,97 | Vertraging | 2,04 |
| 7 | Afstand* | 1,85 | Pplaats | 1,36 |
| 8 | Direct | 1,23 | Direct | 0,84 |
| 9 | Pplaats | 1,12 | Afstand* | 0,76 |
| 10 | Vlak | 1,07 | Vlak | 0,72 |

* Significant verschil in de gemiddelde score, voor type fiets centrum

Tabel 2.3. Gerangschikte gemiddelde score per routekeuzefactor voor fietstype.

Fietsers met een elektrische fiets vinden de factoren fietspad en intensiteit auto het belangrijkste, gevolgd door de factoren reistijd en snelheid auto. Fietsers met een 'normale' fiets prefereren reistijd, snelheid auto en vertraging.

Fietsers op een elektrische fiets en op een normale fiets geven een andere score op de factoren fietspad (respectievelijk 3,68 en 2,19) en intensiteit auto (respectievelijk 3,20 en 2,02)

2.1.4. Routekeuzefactoren van fietsers in Nederland

Het onderzoek van Van Overdijk (2016) gebruikt de stated-preference-methode. Het aantal deelnemers bedraagt 728. Via een onlinevragenlijst zijn deelnemers gevonden uit heel Nederland. Het aandeel boven 50 jaar is hoger dan gemiddeld in de bevolking (45% tegen 17,7%).

Het onderzoek richt zich op negen routekeuzefactoren (attributen genoemd); zie *Tabel 2.4*. Elk attribuut heeft drie niveaus; de reistijd bestaat uit twee soorten: lang (25-29 minuten) en kort (15-19 minuten).


| | | Niveau | | |
|---|--|--------|--------|------|
| | Routekeuzefactor | | | |
| 1 | Reistijd, kort (in minuten) | 15 | 17 | 19 |
| 2 | Reistijd, lang (in minuten) | 25 | 27 | 29 |
| 3 | Typen fietsvoorziening | pad | strook | geen |
| 4 | Rijsnelheid autoverkeer (in km/h) | 30 | 50 | 60 |
| 5 | Aantal kruispunten waar fietser voorrang moet verlenen | 1 | 3 | geen |
| 6 | Aantal kruispunten waar fietser voorrang krijgt | 1 | 3 | geen |
| 7 | Aantal kruispunten met VRI | 1 | 3 | geen |
| 8 | Helling | geen | 1 | 2 |
| 9 | Kwaliteit wegdek | hoog | midden | laag |

Bron: Van Overdijk (2016)

Tabel 2.4. Routekeuzefactoren (of attributen).

Elke deelnemer heeft enkele algemene vragen ingevuld over persoonskenmerken, vervoermiddelkeuze en verkeersgedrag. Vervolgens maakt de deelnemer een routekeuze aan de hand van het schema in *Afbeelding 2.2*. Steeds zijn attributen gegeven van twee routes met daarbinnen één niveau. Van sommige attributen zijn voorbeelden gegeven om de aard van de niveaus te verduidelijken (met name type fietsvoorziening en kwaliteit wegdek).

Welke route kiest u?

| Route Kenmerken | Route A | Route B |
|---|---|---|
| Reistijd | 17 minuten | 15 minuten |
| Fietsvoorziening | Vrijliggend Fietspad | Geen Fietspad of Fietsstrook |
| Snelheid Autoverkeer |  |  |
| Wegdek Kwaliteit | Hoge Kwaliteit | Gemiddelde Kwaliteit |
| Kruispunten ¹ |  |  |
| Helling ¹ |  |  |
| Welke route kiest u? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Hoe waardeert u het comfort van route A en B? (Laat hierbij de reistijd buiten beschouwing) | <input type="text" value="****"/> | <input type="text" value="**"/> |

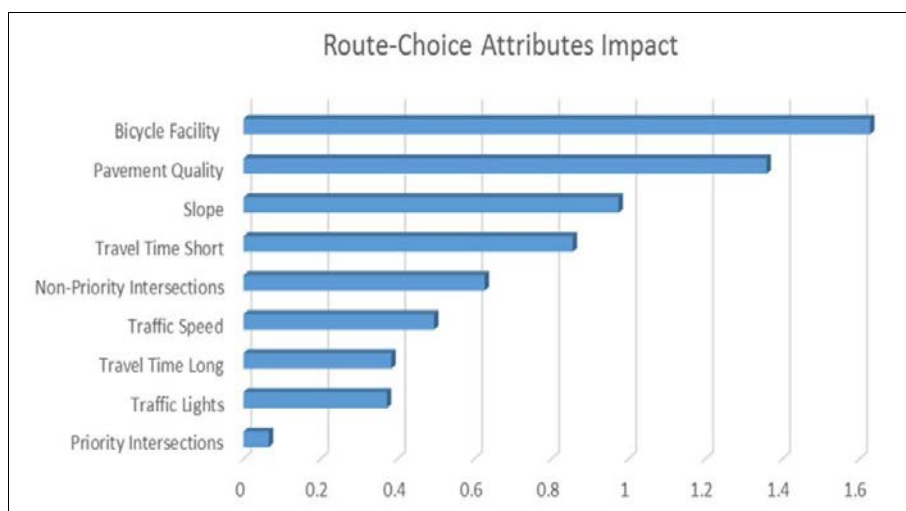
¹ Het aantal symbolen geeft het aantal kruispunten of hellingen weer.

Bron: Van Overdijk (2016)

Afbeelding 2.2. Routekeuzeschema, reistijd is kort.

Analyse met multinomiaal logit model

Met een multinomiaal logit model zijn de hoofdeffecten getoetst. De factor 'kruispunt waar fietser voorrang heeft' is niet significant. Bij de factor 'helling' is het niveau 'één helling' niet significant. De hoofdeffecten van de attributen zijn weergegeven in *Afbeelding 2.3*.



Bron: Van Overdijk (2016)

Afbeelding 2.3. Impact van de routekeuzefactoren.

De belangrijkste effecten die de routekeuze bepalen zijn type fietsvoorziening, kwaliteit wegdek, helling, korte reistijd en kruispunten waar de fietser voorrang moet verlenen.

Het effect van leeftijd en fiets

Bij twee routekeuzefactoren is een leeftijdseffect gevonden: bij type fietsvoorziening en VRI-kruispunt. Overigens zijn slechts twee leeftijdsklassen gehanteerd: jonger en ouder dan 36 jaar. De oudere groep prefereert een route met een fietsvoorziening en ondervindt *minder* impact van kruispunten met VRI.

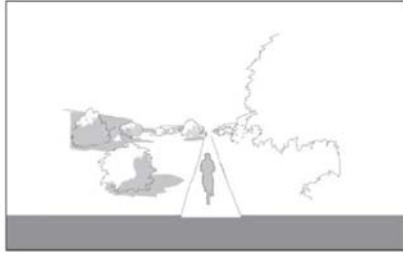

Verschillen tussen de impact op het type fiets (elektrisch of trapaandrijving) zijn gevonden bij type fietsvoorziening en bij kruispunten waar de fietser voorrang moet verlenen. Fietzers op een elektrische fiets ondervinden meer impact van zowel een fietsvoorziening, als een kruispunt waar fietsers voorrang moeten verlenen.

2.1.5. Routekeuzefactoren fietsers in Kopenhagen

Vedel et al. (2017) hebben in Kopenhagen de factoren onderzocht die de routekeuze van fietsers bepalen. De onderzoekers deelden flyers uit aan fietsers op straat, waarin ze werden opgeroepen mee te doen aan het onderzoek door een vragenlijst in te vullen op een website. Bijna 4000 fietsers vulden de vragenlijst in. Elke vragenlijst bevatte zes keuzes tussen twee routes; zie voorbeeld in *Afbeelding 2.4*. Verder bevatte de vragenlijst onderwerpen omtrent verplaatsingsgedrag, houding ten aanzien van fietsen en sociaal-demografische gegevens.

De routes die werden voorgelegd varieerden in soort weg, aan- of afwezigheid van een fietsvoorziening, aan- of afwezigheid van groenvoorziening, drukte, aantal stops en lengte.

Uit deze studie blijkt dat Kopenhaagse fietsers bereid zijn gemiddeld 1,84 km extra te fietsen voor een route met fietspaden. Voor een route met groenvoorzieningen wilde men gemiddeld 0,8 km extra fietsen. Om drukte (andere fietsers) te mijden, wilde men gemiddeld 1,03 km extra fietsen. Voor minder stops op een route, fietste men 1,33 km verder. Een belangrijke bevinding is dat de leeftijd van de fietsers geen rol speelde bij de routevoorkeur.

| Route A | Route B |
|---|---|
|  |  |
| <p>A route which – most of the way – follows a path (only for cyclists) in green surroundings</p> <ul style="list-style-type: none"> • with few or no other cyclists <p>Along the route there are</p> <ul style="list-style-type: none"> • many places where you have to stop (e.g. traffic lights) <p>The route is 7 km</p> | <p>A route which – most of the way – follows a shopping street</p> <ul style="list-style-type: none"> • which has a cycle lane marked with a painted line • many other cyclists <p>Along the route there are</p> <ul style="list-style-type: none"> • some places where you have to stop (e.g. traffic lights) <p>The route is 5.5 km</p> |
| <p>Which route would you choose?</p> <p><input type="checkbox"/> Route A</p> <p><input type="checkbox"/> Route B</p> <p><input type="checkbox"/> I would not cycle any of these routes</p> | |

Bron: Vedel et al. (2017)

Afbeelding 2.4. Voorbeeld van een keuze die is voorgelegd.

2.1.6. Modelstudie naar veilige routekeuze fietsers en automobilisten in de Verenigde Staten

Dit is een studie (Chandra, 2014) waarin zowel routekeuze als verkeersconflicten van fietsers en automobilisten zijn gemodelleerd in de plaats College Station (Texas, VS). Met het model zijn vervolgens enkele toepassingen uitgevoerd op een lokaal wegennet dat een oppervlakte heeft van ongeveer 3,5 x 3,5 km² (Afbeelding 2.5).



Fig. 3. Street hierarchy and bicycle lanes from the street network section of College Station.

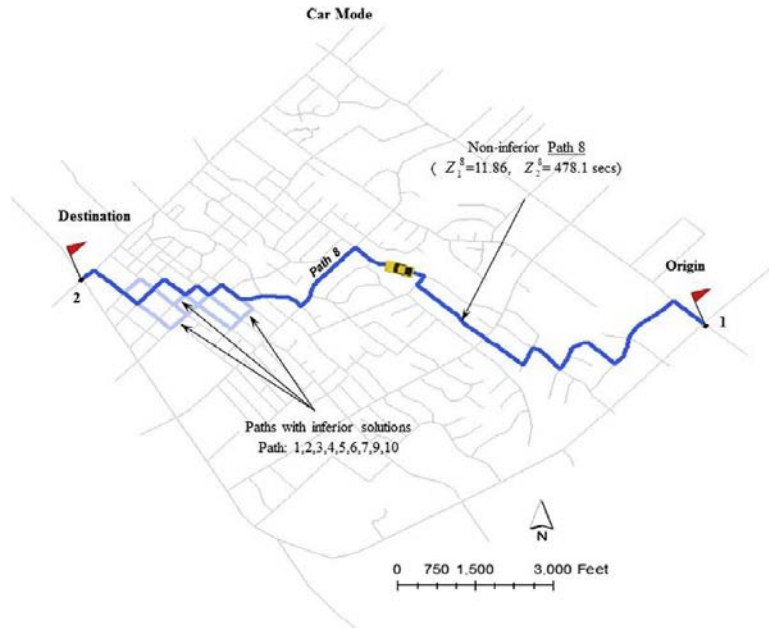
Afbeelding 2.5. Wegennet van College Station inclusief fietsvoorzieningen.

Of voertuigen met elkaar een langsconflict zullen krijgen, is in deze studie gebaseerd op een kansmodel voor de verdeling van de voertuigen over het wegennet. De voertuigen zijn uniform en random verdeeld over het wegennet. Aanvullend houdt dit model rekening met omstandigheden waarin er een grote verkeersdichtheid is.

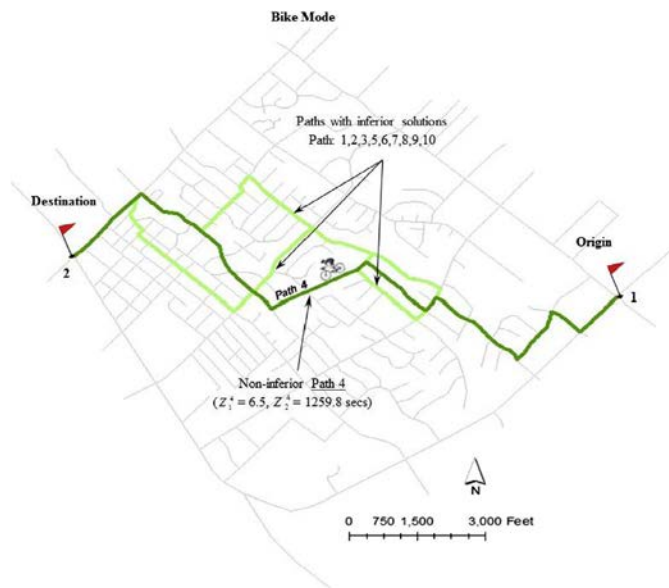
Ook voor dwarsconflicten is een uniforme verdeling van de voertuigen aangenomen. In het kansmodel komen twee voertuigen elkaar op het kruispunt tegen, gegeven de berekende positie en snelheid van beide voertuigen. Ook hier is weer een aanvullend model gebruikt voor drukke omstandigheden.

Of voertuigen elkaar zullen raken, is afhankelijk van een model waarin de frictie tussen weg en band, de zwaartekrachtversnelling, snelheid van het voertuig en een factor voor de voertuigvertraging zijn opgenomen.

De volgende stap bestaat uit het formuleren van een model dat de route vindt die een optimum geeft voor reistijd en veiligheid.



Afbeelding 2.6. Veiligheidsgerelateerde wegen voor een oudere automobilist.



Afbeelding 2.7. Veiligheidsgerelateerde wegen voor een jongere fietser.

De modellen zijn toegepast voor automobilisten en fietsers waarbij de perceptie-reactietijd van de automobilisten zijn gevarieerd voor twee soorten verkeersdeelnemers: de oudere verkeersdeelnemer en de jongere verkeersdeelnemer. Ouderen en jongeren hebben de karakteristieke eigenschappen van hun leeftijdsgroep.

Voor de toepassing op het netwerk van College Station zijn zo veel mogelijk gegevens over rijsnelheden en intensiteiten ingevoerd die afkomstig zijn uit lokale waarnemingen.

Als voorbeeld van de toepassing van de modellen is het 'optimale pad' (zowel het veiligst als het kortst in tijd) bepaald voor een herkomst-

bestemmingspaar dat door zowel een oudere automobilist (*Afbeelding 2.6*) als een jongere fietser (*Afbeelding 2.7*) wordt gekozen.

2.1.7. Samenvatting van de voorgaande bevindingen

Goldenbeld et al. (2006) stellen vast dat de belangrijkste routevoorkeuren van automobilisten de snelste en kortste route zijn. Verder is bekendheid met een route een (derde) voorkeur. Veiligheid speelt als voorkeur geen duidelijke rol.

Geslacht, leeftijd en frequentie van rijden hebben invloed op de flexibiliteit in de routekeuze volgens Goudappel Coffeng (1998). Dat leeftijd hierop invloed heeft kunnen Goldenbeld et al. (2006) niet bevestigen.

Gommers & Bovy (1987) vonden dat de omrijfactor van fietsers ten opzichte van de kortste route gemiddeld 1,08 voor reistijd en 1,09 voor reisafstand bedraagt. Het aandeel routes dat dezelfde reistijd heeft als de kortste route, bedraagt 20%, voor de reisafstand is dit 9%. Tijd is blijkbaar belangrijker dan afstand.

Binnen een herkomst-bestemmingspaar overlappen alternatieve routes elkaar in veel gevallen, gemiddeld 56%. Het overlappingspercentage bij woon- en buurtstraten ligt lager dan bij wijk- en stadsstraten.

Bovy & Den Adel (1985) hebben met stated-preferenceonderzoek vastgesteld dat fietsers ouder dan 40 jaar minder voorkeur voor een korte reistijd hebben dan jongere fietsers. Ook vonden zij dat oudere fietsers een hogere waardering voor de kwalitatieve aspecten van een route hebben dan jongere fietsers.

Joolink (2016) rapporteert dat fietsers tot 30 jaar reistijd, afstand en vertraging het belangrijkste vinden, dat fietsers tussen 30 en 50 jaar de voorkeur geven aan reistijd, comfort, snelheid auto, intensiteit auto en fietspad en ten slotte dat fietsers boven 50 jaar fietspad, reistijd, snelheid auto, intensiteit auto, vertraging en comfort prefereren.

Verder heeft Joolink als uitkomst dat fietsers met een elektrische fiets de aanwezigheid van een fietspad en de intensiteit van auto's het belangrijkste vinden, gevolgd door de factoren reistijd en snelheid auto. Fietsers met een 'normale' fiets prefereren reistijd, snelheid auto en vertraging. Fietsers op een elektrische fiets en op een normale fiets geven een andere score¹ op de factoren fietspad (respectievelijk 3,68 en 2,19) en intensiteit auto (respectievelijk 3,20 en 2,02)

Van Overdijk (2016) laat zien dat fietsers een voorkeur hebben voor routes met een fietsvoorziening, goede kwaliteit wegdek, geen helling, korte reistijd en kruispunten waar de fietser voorrang moet verlenen.

Van Overdijk vindt bij twee routekeuzefactoren een leeftijdseffect: type fietsvoorziening en VRI-kruispunt. Overigens zijn slechts twee leeftijdsklassen gehanteerd: jonger en ouder dan 36 jaar. De oudere groep preferereert een fietsvoorziening en ondervindt minder impact van kruispunten met VRI. Verschillen tussen de impact op het type fiets (elektrisch of niet-mechanisch aangedreven) zijn gevonden bij het type fietsvoorziening en bij kruispunten waar de fietser voorrang moet verlenen. Fietsers op een

¹ Hoe hoger de score des te belangrijker.

elektrische fiets ondervinden meer impact van zowel een fietsvoorziening, als een kruispunt waar fietsers voorrang moeten verlenen.

Fietsers in Kopenhagen hebben volgens Vedel et al. (2017) een voorkeur voor routes met fietspaden, groenvoorzieningen, geringe drukte door medefietsers en weinig stops. De leeftijd van de fietsers speelt bij deze routevoorkeuren geen rol.

Chandra (2014) heeft een gecompliceerd rekenmodel vervaardigd waarmee op netwerkniveau kan worden nagegaan wat de veiligheidseffecten zijn van de routekeuze die de verschillende soorten verkeersdeelnemers (vervoermiddel, leeftijd) maken. Het model vereist veel aannames en invoergegevens. Anderzijds is het geen black box zoals bij commerciële simulatiemodellen.

2.2. Routekeuze van ouderen verder uitgewerkt

In het onderzoek dat in de volgende hoofdstukken wordt beschreven, zijn hypothesen opgesteld en aannames gedaan over routevoorkeuren die in belangrijke mate gebaseerd zijn op de bevindingen uit de vorige paragraaf. Die bevindingen worden hier gestructureerd weergegeven (*Paragraaf 2.2.1*). Vervolgens zijn de resultaten uit de studie van Goldenbeld (2015) gebruikt voor aannames en hypothesen omtrent verkeersgedrag; zie *Paragraaf 2.2.2*. Een veilige routekeuze van automobilisten wordt bepaald door criteria die eerder door Dijkstra & Drolenga (2006) en Dijkstra (2011) zijn onderzocht. Hieraan kunnen criteria worden toegevoegd die Goldenbeld (2015) heeft aangereikt; zie *Paragraaf 2.2.3*. In *Paragraaf 2.2.4* ten slotte, is nagegaan welke methoden in aanmerking komen voor dit onderzoek.

2.2.1. Routevoorkeuren fietsers en automobilisten

Uit de literatuur die in *Paragraaf 2.1* is besproken, zijn de volgende routevoorkeuren voor fietsers en automobilisten afgeleid. Bij fietsers is een onderscheid gemaakt naar ouderen en jongeren. Omdat de besproken studies verschillende leeftijdsindelingen hanteren, is hier alleen een tweedeling 'ouderen en jongeren' gehanteerd.

| Fietsers | Ouderen | Niet bij ouderen | Jongeren | Niet bij jongeren |
|---|---------|------------------|----------|-------------------|
| Directheid | | x | | x |
| Reistijd | x | | x | |
| Zo min mogelijk parkeren langs de rijbaan of langs het fietspad | | x | | x |
| Zo veel mogelijk vlak wegdek | x | | x | |
| Zo veel mogelijk voorrang en geen VRI | | | x | |

Tabel 2.5. Routevoorkeuren fietsers naar leeftijdsklasse.

Tabel 2.5 geeft de voorkeuren van oudere en jongere fietsers. Ook de niet-voorkeuren zijn gegeven. Tabel 2.6 geeft de voorkeuren voor fietsers in het algemeen en de specifieke voorkeuren van oudere en jongere fietsers.

| Bij fietsers, ongeacht leeftijd | Bij oudere fietsers | Bij jongere fietsers |
|--|--|---------------------------------------|
| Bewegwijzering voor fietsers | Reistijd | Reistijd |
| Lage complexiteit kruispunten | Zo laag mogelijke snelheid autoverkeer (bij gebruik rijbaan) | Afstand |
| Voorzieningen om linksaf te slaan | Zo laag mogelijke verkeersintensiteiten (motorvoertuigen bij gebruik rijbaan en fietspadgebruikers bij gebruik fietspad) | Zo veel mogelijk voorrang en geen VRI |
| Zo min mogelijk brom- en/of snorfietsen op het fietspad (bij gebruik fietspad) | Zo veel mogelijk fietspaden | |
| Zo veel mogelijk brede fietspaden en -stroken | Zo veel mogelijk vlak wegdek | Zo veel mogelijk vlak wegdek |
| Zo veel mogelijk oplaadpunten | | |

Tabel 2.6. *Routevoorkeuren fietsers in het algemeen en naar leeftijdsklasse.*

Tabel 2.7 geeft de voorkeuren van automobilisten die door Goldenbeld et al. (2006) zijn gerapporteerd.

| Bij automobilisten |
|--|
| Afstand |
| Bewegwijzering voor automobilisten |
| Directheid |
| Goede waarneembaarheid kruispunten |
| Herkenbaarheid toe- en afritten autosnelwegen |
| Lage complexiteit kruispunten |
| Reistijd |
| Voorzieningen om linksaf te slaan |
| Zo laag mogelijke snelheidslimieten |
| Zo laag mogelijke verkeersintensiteit |
| Zo veel mogelijk voorrang |
| Zo veel mogelijk zonder fietsers op de rijbaan |

Bron: Goldenbeld et al. (2006)

Tabel 2.7. *Routevoorkeuren automobilisten ongeacht leeftijd.*

2.2.2. Verkeersgedrag ouderen

In een microsimulatiemodel zijn individuele verkeersdeelnemers (in de vorm van voertuigen) gemodelleerd. Daarbij zijn typerende gedragseigenschappen aan hen toegekend. Voor de modellering van oudere verkeersdeelnemers

zijn typerende gedragskenmerken nodig. Op welke punten wijken oudere automobilisten en oudere fietsers² af van de andere verkeersdeelnemers? Uit Goldenbeld (2015) zijn de volgende eigenschappen en het daaruit resulterend verkeersgedrag af te leiden:

Eigenschappen

- reactietijd langer;
- zichtvermogen minder;
- fysieke kracht minder;
- evenwicht/balans neemt af.

Resultierend verkeersgedrag

- snelheid lager bij automobilisten;
- snelheid (iets) hoger op elektrische fiets;
- acceleratietijd langer;
- remweg langer;
- bij lage snelheden afwijkingen in de rijlijn van een fietser.

2.2.3. Routekenmerken

Bij de al langer bestaande routetoets (Dijkstra & Drolenga, 2006) zijn negen veiligheidscriteria gehanteerd die in *Tabel 2.8* zijn weergegeven.

| criterium | Toelichting | Eenheid |
|-----------|---|-----------------------------------|
| 1 | Overgangen wegcategorieën beperkt | Aantal extra overgangen |
| 2 | Aard van de overgang klopt | Aantal foute overgangen |
| 3 | Zo min mogelijk ontbrekende wegcategorieën | Aantal ontbrekende wegcategorieën |
| 4 | Aandeel in lengte van erftoegangswegen zo laag mogelijk | Percentage van totale afstand |
| 5 | Aandeel in lengte van gebiedsontsluitingswegen zo laag mogelijk | Percentage van totale afstand |
| 6 | Afgelegde afstand | Meter |
| 7 | Reistijd | Seconde |
| 8 | Zo min mogelijk links afslaan | Aantal malen links afslaan |
| 9 | Geringe kruispunt dichtheid (alleen kruispunten van gebiedsontsluitingswegen onderling) | Aantal per km |

Tabel 2.8. Negen kwantitatieve veiligheidscriteria voor routes, gebaseerd op het routediagram (Dijkstra & Drolenga, 2006).

Deze criteria zijn vooralsnog alleen gebruikt voor routes van automobilisten. De bruikbaarheid voor fietsroutes moet worden nagegaan. De criteria zijn leeftijdsafhankelijk.

² Oudere voetgangers blijven in dit onderzoek buiten beschouwing, vooral omdat het aantal slachtoffers in deze groep gering is.

Specifiek voor ouderen zijn de volgende kenmerken van belang (Goldenbeld, 2015):

- bewegwijzering: aanwezigheid en aard;
- naar links afslaan, inclusief voorzieningen zoals opstelvakken;
- mijden van autosnelwegen en andere drukke routes;
- snelheid (uitgedrukt in reistijd) op (voorafgaand en naderend) wegvak (afwijkend van overige weggebruikers);
- aanwezige voorzieningen op kruispunt;
- waarneembaarheid kruispunt.

Deze specifieke kenmerken worden toegevoegd aan de negen bestaande veiligheidscriteria.

2.2.4. *Routekeuze en uitwerking van de onderzoeksmethoden: beschikbare en haalbare methoden en analyses*

Routes en herkomst-bestemmingsparen

De eerder opgesomde veiligheidscriteria gelden voor alternatieve routes binnen een herkomst-bestemmingspaar (H-B). Voor ouderen gelden in beginsel dezelfde H-B's als voor andere volwassen personen. Typische werklocaties zijn niet relevant als bestemming voor oudere personen (65+). Voor fietsers moet de H-B-afstand hooguit enkele kilometers (niet meer dan 5) bedragen. Verplaatsingen tussen een woonwijk en het stadscentrum zijn frequent en wat betreft de verscheidenheid van de verkeerssituaties interessant. Binnen een H-B zijn er gewoonlijk twee tot vier routes een reëel alternatief. Die kunnen op een wegenkaart worden geselecteerd.

Methoden om gegevens te verzamelen

Om de genoemde kenmerken te verzamelen, komen enkele beproefde methodes in aanmerking. Ook combinaties van deze methoden zijn mogelijk:

- Vragenlijsten
 - op locatie verstrekt;
 - naar geselecteerde personen gestuurd;
 - openbaar via internet;
- Routes en routekenmerken verzamelen
 - routes langsrijden en kenmerken verzamelen;
 - verkeersdeelnemers volgen;
 - gegevens van geïnstumenteerde fietsen en hun berijders (lopend SWOV-project);
 - kenmerken verzamelen achter bureau (Cyclomedia, basiskaart ArcGIS, luchtfoto's, Streetview);
 - gegevens over routes uit Bikeprint (NHTV, overheden);
- Personen situaties voorleggen
 - foto's;
 - bewegende beelden;
 - simulator;
- Modelleren (microsimulatie met Aimsun, S-Paramics, Vissim).

Mogelijke analyses

Voor de analyse van de verzamelde gegevens komen in aanmerking:

- per H-B de waargenomen routes onderling vergelijken;
- routescores bepalen;
- complexiteitsscores bepalen;
- conflictsscores berekenen (uitkomsten van een microsimulatiemodel);
- verschillen tussen routekenmerken van ouderen en jongeren vergelijken.

Beschikbare gegevens

Voor enkele SWOV-projecten zijn en worden veel gegevens verzameld op Amsterdamse straten en wegen (met een limiet van 50 km/uur). Het is mogelijk gebruik te maken van die gegevensverzameling. Deze verzameling bevat geen gegevens over (fiets)routes.

Daarnaast is een gegevensbestand beschikbaar van fietsroutes in de provincie Noord-Brabant. Van deze routes zijn weinig wegkenmerken beschikbaar.

Het aanvullen van deze gegevens vergt veel doorlooptijd en budget. Binnen het lopende project is dat nauwelijks haalbaar.

Concluderend

Het is wenselijk aan te sluiten bij methodes voor routeonderzoek die in eerder SWOV-onderzoek zijn gebruikt. Daarvoor zijn in het bijzonder gegevens nodig over routes van oudere fietsers en oudere automobilisten. Bij SWOV zijn dit soort gegevens beperkt beschikbaar. Aanvullende gegevens vergen veel doorlooptijd en budget. In het lopende project is dat niet haalbaar.

Wel haalbaar is het gebruikmaken van een bestaand microsimulatiemodel en van de gegevens uit Noord-Brabant.

3. Korte beschrijving van het uitgevoerde onderzoek

In *Paragraaf 2.2* zijn verschillende methoden genoemd om dit onderzoek uit te voeren. Uit deze methoden zijn er twee gekozen:

- microsimulatie van verplaatsingen;
- analyse van werkelijke gemaakte verplaatsingen.

Deze keuze is bepaald door de mogelijkheid om snel over het noodzakelijke instrumentarium en gegevens te kunnen beschikken en door de beschikbare capaciteit en tijdperiode.

Een microsimulatiemodel maakt het mogelijk aannames over verkeersdeelnemers, voertuigen en verplaatsingskenmerken te modelleren. Een controle op de werkelijkheid is niet altijd mogelijk, meestal worden de resultaten van verschillende aannames onderling vergeleken. *Paragraaf 3.1* gaat hier verder op in.

Van werkelijk gemaakte verplaatsingen zijn meestal weinig gegevens bekend. Onlangs zijn door de provincie Noord-Brabant verplaatsingen van een groot aantal fietsers in deze provincie nauwgezet vastgelegd. Deze gegevens zijn door SWOV bewerkt en geanalyseerd. *Paragraaf 3.2* gaat hier op in.

3.1. Microsimulatie

De effecten van verkeersplannen (aanpassing wegennet) kunnen vooraf worden berekend met behulp van microsimulatiemodellen. Dit soort modellen wordt gewoonlijk gebruikt voor het bepalen van effecten op doorstroming en milieu. Daar heeft de SWOV de mogelijkheid aan toegevoegd om de verkeersveiligheidseffecten van die plannen te berekenen (Dijkstra, 2010). De daartoe ontwikkelde veiligheidsmodule laat het effect zien op conflicten tussen voertuigen (verschillende typen motorvoertuigen, fietsen en bromfietsen).

Microsimulatiemodellen zijn in verschillende SWOV-projecten toegepast. Daarbij is het mogelijk gemaakt om:

- Fietsverkeer te modelleren (Dijkstra, 2012).
 - Detaillering van fietsbewegingen op het kruispuntvlak.
 - Passeren van fiets door een motorvoertuig op een rijbaan voor gemengd verkeer.
 - Verschillende fietstypen met hun karakteristiek (snelheid, breedte, wendbaarheid).
- Veiligheidsindicatoren te bepalen (koppeling met de SWOV-veiligheidsmodule) (Dijkstra & Drolenga, 2006).
 - De bestaande SWOV-module is geprogrammeerd in het statistische pakket SAS; de module sluit aan op de output van het microsimulatiemodel S-Paramics. De output van het microsimulatiemodel Aimsun is voor SWOV aangepast om te kunnen dienen als input voor de SAS-module.

- Onveiligheid op een kruispunt van fietspaden na te bootsen; zie de *Bijlage*.
 - Dit is gevalideerd voor een fietskruispunt waarop fietsconflicten zijn geobserveerd (TNO, 2012).
- Onveiligheid op een voorrangskruispunt met fietspaden te simuleren (Dijkstra, 2012).

Aanvankelijk werd door SWOV gewerkt met het model S-Paramics. Dit was minder geschikt voor modellering van fietsverkeer. Vervolgens is overgestapt naar het model Aimsun; de microsimulaties daarmee worden uitgevoerd door RoyalHaskoningDHV (RHDHV).

Voor dit onderzoek rond oudere verkeersdeelnemers zijn de volgende voorwaarden gesteld voor het microsimulatiemodel en het gesimuleerde wegennet:

1. De conflicten op een kruispunt en wegvak moeten automatisch bepaald kunnen worden.
2. Er is een Aimsun-netwerk met ongeveer twintig kruispunten beschikbaar.
3. Het is bij voorkeur een modellering van een bestaande situatie.
4. Het netwerk is voorzien van (de werkelijk aanwezige) fietsvoorzieningen.

Toepassing in dit onderzoek

In een microsimulatiemodel hebben de verschillende verkeersdeelnemers eigenschappen die passen bij de 'gemiddelde verkeersdeelnemer'. In dit onderzoek zijn eigenschappen van oudere verkeersdeelnemers relevant. Daarom zijn de simulaties gericht op aanpassingen van de eigenschappen van fietsen en personenauto's, bijvoorbeeld een verminderd reactievermogen of een andere gemiddelde snelheid. In *Hoofdstuk 4* zijn de veronderstellingen gespecificeerd over aanpassingen die relevant zijn voor ouderen in het verkeer (fiets, personenauto en ook wegsituatie). Vervolgens zijn scenario's geformuleerd die bestaan uit combinaties van deze veronderstellingen. De resultaten van elk scenario worden vergeleken met het nulscenario.

De toepassing van deze methode is uitgewerkt in *Hoofdstuk 4*.

3.2. **Fietsroutes Noord-Brabant**

De provincie Noord-Brabant heeft een project, genaamd B-riders, gestart in 2015 om het gebruik van de fiets in het woon-werkverkeer te bevorderen. De provincie stelde bij de start van het project gratis een elektrische fiets beschikbaar aan de deelnemers. De deelnemers dienden hun smartphone zo in te stellen dat hun positie werd geregistreerd via gps. Op deze manier is een grote hoeveelheid gegevens beschikbaar gekomen over de routes die de fietsers hebben afgelegd. NHTV (Breda University of Applied Sciences) heeft toegang tot de routegegevens. SWOV heeft door samenwerking met het NHTV-lectorat Urban Intelligence een deel van de gegevens verkregen, geleverd door de provincie Noord-Brabant, om er analyses op uit te voeren. Deze routegegevens zijn van ritten in 2015. De gegevens zijn in eerste instantie gebruikt door Schroten (2017).

Aard en omvang van de gegevens

De B-riders zijn door de provincie geselecteerd voor woon-werkverplaatsingen. Maar de verzamelde verplaatsingsgegevens bevatten alle verplaatsingen van de deelnemers, dus ook voor recreatie en andere doeleinden.

De routegegevens maken het in beginsel mogelijk de identiteit van de fietsers te achterhalen. Daarom heeft de NHTV het begin en eind van elke route ingekort met een random gekozen lengte tussen 0 en 400 meter. De herkomst en bestemming van een fietser kan daardoor niet nauwkeurig worden vastgesteld.

Eveneens om de identiteit van de deelnemers te bewaken heeft de NHTV de gegevens vooraf bewerkt en de leeftijden van de deelnemers in drie klassen ingedeeld:

- klasse 1 20 tot 40 jaar;
 - klasse 2 40 tot 55 jaar;
 - klasse 3 ouder dan 55 jaar (oudste deelnemer is 69 jaar oud).
- SWOV heeft deze klassenindeling bepaald.

In totaal zijn de gegevens van 2077 fietsers beschikbaar. De aantallen deelnemers per leeftijdsklasse zijn:

- klasse 1 300;
- klasse 2 1281;
- klasse 3 496.

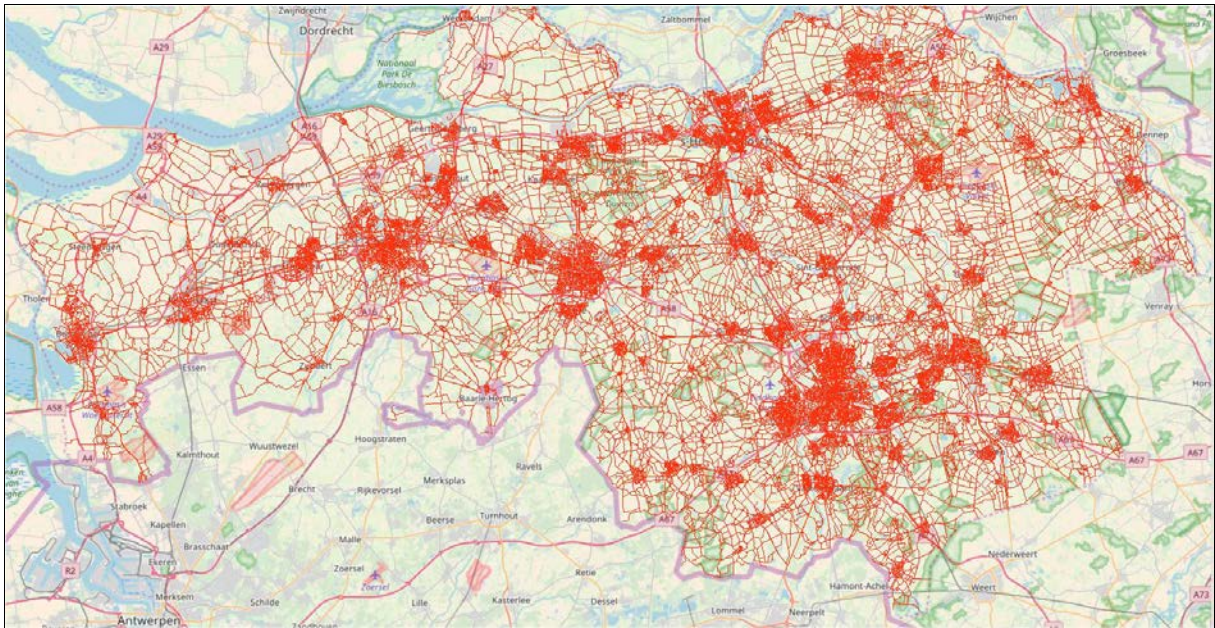
De verdeling van de deelnemers over de leeftijdsklassen is vergeleken met de verdeling van de bevolking in Noord-Brabant en Nederland over deze klassen; zie *Tabel 3.1*. De jongere deelnemers onder de B-riders zijn sterk ondervertegenwoordigd in vergelijking met de bevolking. De oudere deelnemers zijn ook ondervertegenwoordigd, maar het verschil is minder groot dan bij de jongeren.

| Leeftijd | B-riders | | Noord-Brabant | Nederland |
|---------------|-------------|------------|---------------|------------|
| | Aantal | % | % | % |
| 20 tot 40 | 300 | 14,4 | 29,3 | 42,9 |
| 40 tot 55 | 1281 | 61,7 | 38,2 | 25,4 |
| 55 tot 70 | 496 | 23,9 | 32,4 | 31,7 |
| Totaal | 2077 | 100 | 100 | 100 |

Tabel 3.1. *Verdeling over drie leeftijdsklassen: B-riders, bevolking Noord-Brabant en bevolking Nederland.*

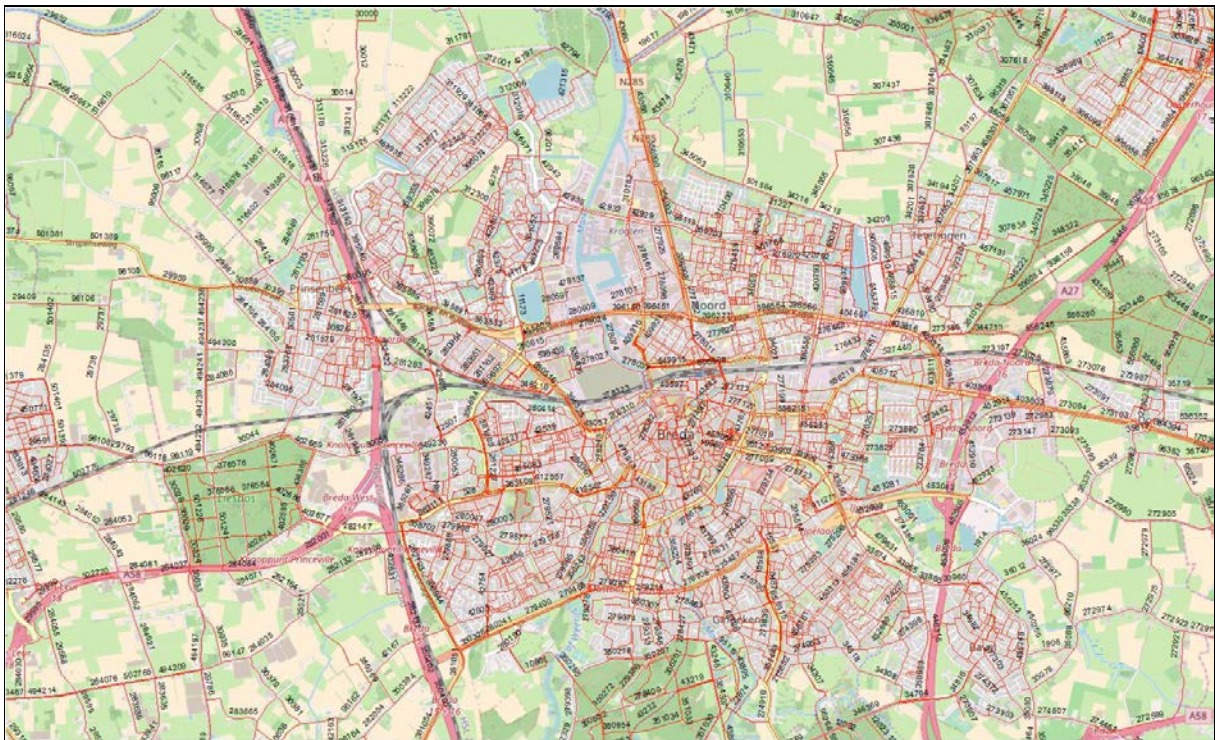
Fietsnetwerk en -routes

Het fietsnetwerk waarin de routes van de B-riders zijn afgelegd, omvat de gehele provincie Noord-Brabant; zie *Afbeelding 3.1*. Voor andere doeleinden dan woon-werkverkeer zijn er ook routes buiten deze provincie gereden. Die routes zijn in ons onderzoek buiten beschouwing gelaten.



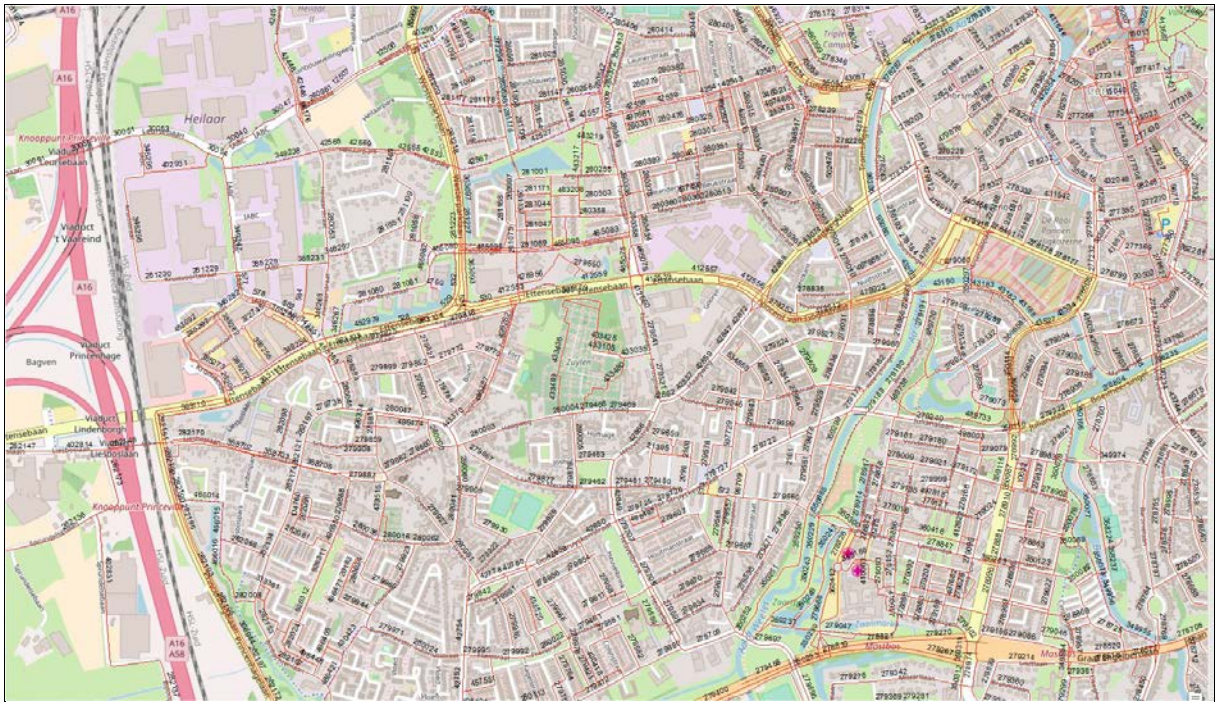
Afbeelding 3.1. Fietsnetwerk van Noord-Brabant; de rode verbindingen zijn door de B-riders gebruikt.

Het fietsnetwerk is sterk gedetailleerd, met name fietspaden aan weerszijden van een rijbaan zijn beide in het netwerk opgenomen; zie *Afbeelding 3.2*.



Afbeelding 3.2. Detail van het fietsnetwerk (Breda).

De weergave van de fietsroutes is alleen zinvol op wijk- of buurtniveau. Op hogere schaalniveaus zijn de routes niet meer goed te onderscheiden; zie *Afbeelding 3.3a* en *Afbeelding 3.3b*.



Afbeelding 3.3a. Gedeelte van het fietsnetwerk in Breda.



Afbeelding 3.3b. Fietsroutes op het netwerk van Afbeelding 3.3a. Elke fietsroute is een blauwe lijn: een veel gebruikte verbinding bevat veel blauwe lijnen.

De toepassing van deze methode is uitgewerkt in *Hoofdstuk 5*.

4. Microsimulatie

4.1. Opzet simulaties

In de uitgevoerde simulaties zijn kenmerken van fiets, personenauto en weg aangepast. Hierna (bovenste deel van *Tabel 4.1*) zijn veronderstellingen gespecificeerd over aanpassingen die relevant zijn voor ouderen in het verkeer (fiets, personenauto' en weg). De veronderstellingen gelden soms alleen voor de fiets, soms voor de fiets en de personenauto, soms alleen voor de weg en soms voor alle drie (fiets, personenauto en weg).

Bijvoorbeeld: het wijzigen van een voorrangssituatie geldt voor alle drie, een langere reactietijd geldt voor zowel de fiets als de personenauto, een hogere rijsnelheid alleen voor de fiets. De veronderstellingen hebben enerzijds een inhoudelijke betekenis, maar zijn anderzijds bedoeld om na te gaan of en hoe het model reageert op de aangebrachte veranderingen. Dus de veronderstellingen zijn niet allemaal conform de bevindingen in *Hoofdstuk 2*. Vervolgens zijn scenario's geformuleerd (onderste deel van *Tabel 4.1*) die bestaan uit combinaties van veronderstellingen. De resultaten van elk scenario worden vergeleken met het nulscenario. De scenario's zijn de input voor de simulaties met een Aimsun-model.

| | Veronderstelling | Fiets | Personenauto | Weg |
|------|-------------------------------------|-------|--------------|-----|
| 1 | Lagere rijsnelheid | X | X | |
| 2 | Hogere rijsnelheid | X | | |
| 3 | Langere reactietijd | X | X | |
| 4 | Langere acceleratietijd | X | | |
| 5 | Langere acceleratietijd bij linksaf | X | X | |
| 6 | Breder fietspad | | | X |
| 7 | Voorrang wijzigen | X | X | X |
| 8 | HB-matrix*) | X | X | |
| 9 | Vetergang | X | | |
| | Scenario | Fiets | Personenauto | Weg |
| o | Normale situatie | X | X | X |
| i | 1 | X | | |
| ii | 1 | | X | |
| iii | 1 en 2 | X | | |
| iv | 1, 2 en 3 | X | | |
| v | 1 en 3 | | X | |
| vi | 1, 2, 3 en 4 | X | | |
| vii | 1, 3 en 5 | | X | |
| viii | 1, 2, 6 en 9 | X | | X |
| ix | 1, 2, 3, 4 en 7 | X | | X |
| x | 1, 3 en 7 | | X | X |

*) Aandeel ouderen, verdeling over de dag

Alle scenario's (i-x) met aanpassing van de HB-matrix (= 8)

Tabel 4.1. *Veronderstellingen en scenario's bij de simulatie van ouderen in het verkeer.*

Van scenario's naar varianten

RHDHV heeft de scenario's vertaald naar varianten die passen bij de mogelijkheden van Aimsun en bij de omvang van het project; zie *Tabel 4.2a en Tabel 4.2b*.

De uitgangspunten bij de gekozen varianten zijn:

- alle varianten: 20% ouderen per modaliteit toevoegen, dus 80% reguliere weggebruikers;
- varianten met snelheid: wenssnelheid voertuig +20% of -20% van reguliere weggebruikers;
- varianten met acceleratielengte: acceleratievermogen -20% van reguliere weggebruikers;
- varianten met reactietijd: ouderen reageren een factor 1,5 langzamer dan reguliere weggebruikers.

| Var. | Toelichting | Parameters | Aanpassing eerste insteek nodig? |
|------|--|---|--|
| 0 | Nulvariant/normale situatie | n.v.t. | |
| 1 | Meer ouderen op de fiets | aandeel 20% oudere fietsers | |
| | | snelheid 80% van normale fietsers (dan 12 i.p.v. 15 km/uur) | |
| 2 | Meer ouderen in de auto | aandeel 20% oudere automobilisten | |
| | | snelheid 80% van normale auto's (dan 40 i.p.v. 50 km/uur) | |
| 3 | Meer ouderen op de fiets én op de elektrische fiets | aandeel 10% lagere fietssnelheid (80% snelheid) | |
| | | aandeel 10% hogere fietssnelheid (120% snelheid) | |
| 4 | Meer ouderen op de fiets met langere reactietijd | aandeel 10% lagere fietssnelheid (80% snelheid) | |
| | | aandeel 10% hogere fietssnelheid (120% snelheid) | |
| | | alle ouderen (fiets + auto) reactietijdfactor maal 1,5 | |
| 5 | Langere reactietijd en lagere snelheid ouderen in de auto | aandeel 20% oudere automobilisten | |
| | | snelheid 80% van normale auto's (dan 40 i.p.v. 50 km/uur) | |
| | | alle ouderen (fiets + auto) reactietijdfactor maal 1,5 | |
| 6 | Meer ouderen op de fiets met langere acceleratietijd | aandeel 10% lagere fietssnelheid (80% snelheid) | |
| | | aandeel 10% hogere fietssnelheid (120% snelheid) | |
| | | alle ouderen (fiets + auto) reactietijdfactor maal 1,5 | |
| | | 80% van normale acceleratiefactor | |
| 7 | Meer ouderen in de auto met langere acceleratietijd | aandeel 20% oudere automobilisten | acceleratie liever voor alle richtingen i.p.v. alleen linksaf? |
| | | snelheid 80% van normale auto's (dan 40 i.p.v. 50 km/uur) | |
| | | alle ouderen (fiets + auto) reactietijdfactor maal 1,5 | |
| | | 80% van normale acceleratiefactor | |
| 8 | Meer ouderen op de fiets, bredere fietspaden, ouderen minder geneigd tot inhalen | aandeel 10% lagere fietssnelheid (80% snelheid) | breedte fietspad geen invloed op gedrag in Aimsun |
| | | aandeel 10% hogere fietssnelheid (120% snelheid) | |
| | | ouderen halen minder snel in | |
| 9 | Meer ouderen op de fiets en andere voorrangssituaties | aandeel 10% lagere fietssnelheid (80% snelheid) | netwerkaanpassing in Aimsun, ander netwerk |
| | | aandeel 10% hogere fietssnelheid (120% snelheid) | |
| | | alle ouderen (fiets + auto) reactietijdfactor maal 1,5 | |
| | | 80% van normale acceleratiefactor | |
| | | bij rotondes: fiets in de voorrang | |
| | | bij VRI's: voorrangssituatie wijzigen | |
| 10 | Meer ouderen in de auto en andere voorrangssituaties | aandeel 20% oudere automobilisten | netwerkaanpassing in Aimsun, zelfde netwerk als variant 9 |
| | | snelheid 80% van normale auto's (dan 40 i.p.v. 50 km/uur) | |
| | | alle ouderen (fiets + auto) reactietijdfactor maal 1,5 | |
| | | bij rotondes: fiets in de voorrang | |
| | | bij VRI's: voorrangssituatie wijzigen | |

Tabel 4.2a. Toegepaste varianten: toelichting en parameters.

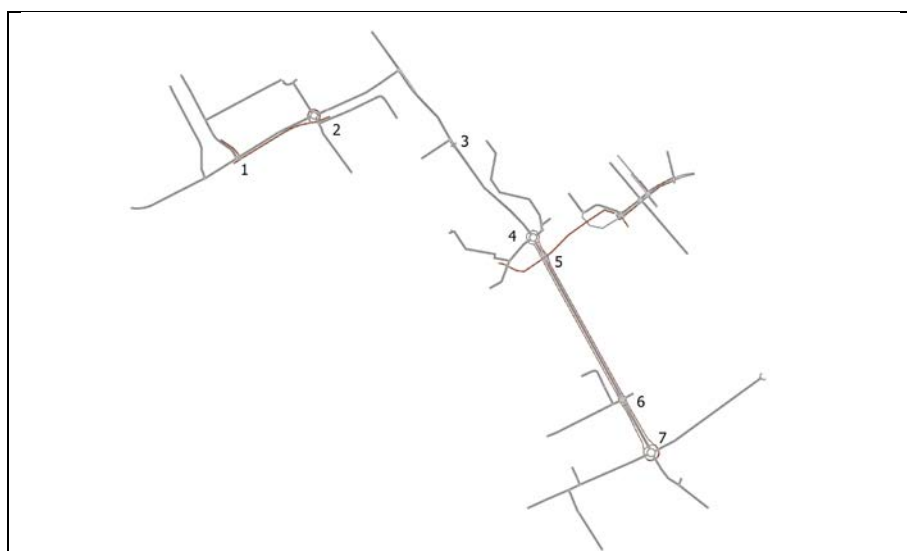
| Var. | Verwacht resultaat | Lagere rijsnelheid | Hogere rijsnelheid | Langere reactietijd | Langere acceleratietijd | Langere acceleratietijd bij linksaf | Breder fietspad | Voorrang wijzigen | HB-matrix | Inhaalgedrag |
|------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | | | | | | | | | | |
| 1 | Lagere snelheden: minder conflicten | Fiets | | | | | | | | |
| 2 | Lagere snelheden: minder conflicten | Auto | | | | | | | | |
| 3 | Neutraal effect | Fiets | Fiets | | | | | | | |
| 4 | Ongunstig effect | Fiets | Fiets | Fiets | | | | | | |
| 5 | Ongunstig effect | Auto | | Auto | | | | | | |
| 6 | Ongunstiger dan variant 4 | Fiets | Fiets | Fiets | Fiets | | | | | |
| 7 | Ongunstiger dan variant 5 | Auto | | Auto | | Auto | | | | |
| 8 | Ongunstiger dan variant 3 | Fiets | Fiets | | | | Fiets | | | Fiets |
| 9 | Ongunstiger dan variant 6 | Fiets | Fiets | Fiets | Fiets | | | Fiets | | |
| 10 | Ongunstiger dan variant 7 | Fiets | | Fiets | | | | Fiets | | |

Tabel 4.2b. *Toegepaste varianten: verwacht resultaat en voertuigen waarop de aanpassing van toepassing is.*

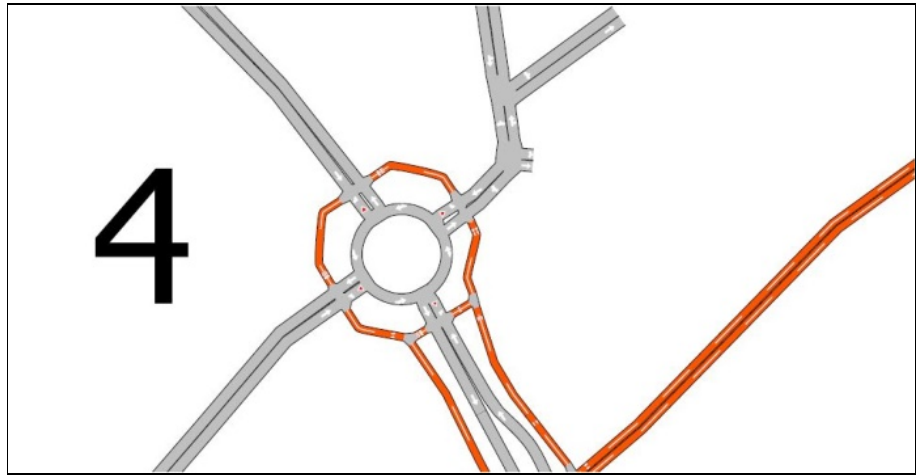
Toepassing in simulatiemodel

De tien varianten zijn samen met de nulvariant toegepast in een microsimulatiemodel. Om zo snel mogelijk van start te gaan is gekozen voor een bestaand model. Het model dient stedelijke wegen te bevatten waaraan fietsvoorzieningen kunnen worden gekoppeld.

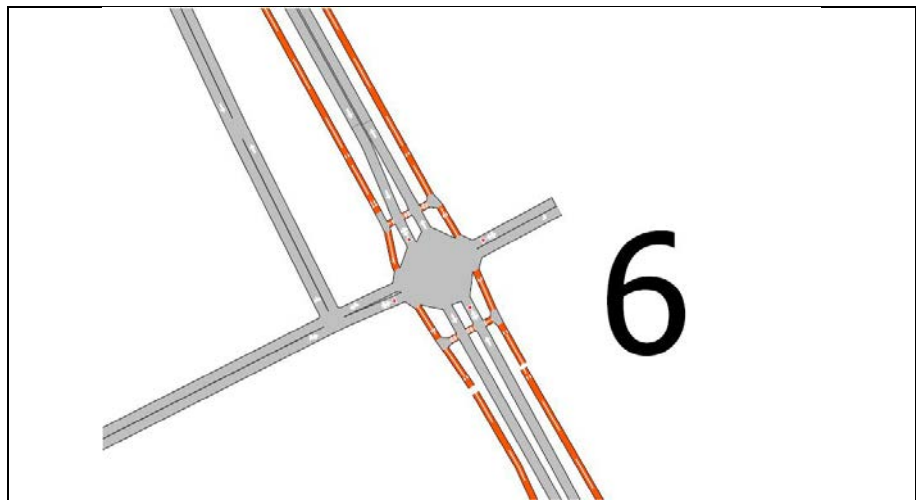
Er is gekozen voor een bestaand verkeersmodel van Heerenveen. Aan dit model zijn voor een deel van het netwerk fietsvoorzieningen toegevoegd; zie *Afbeelding 4.1*). Dit deel van het netwerk omvat zeven kruispunten.



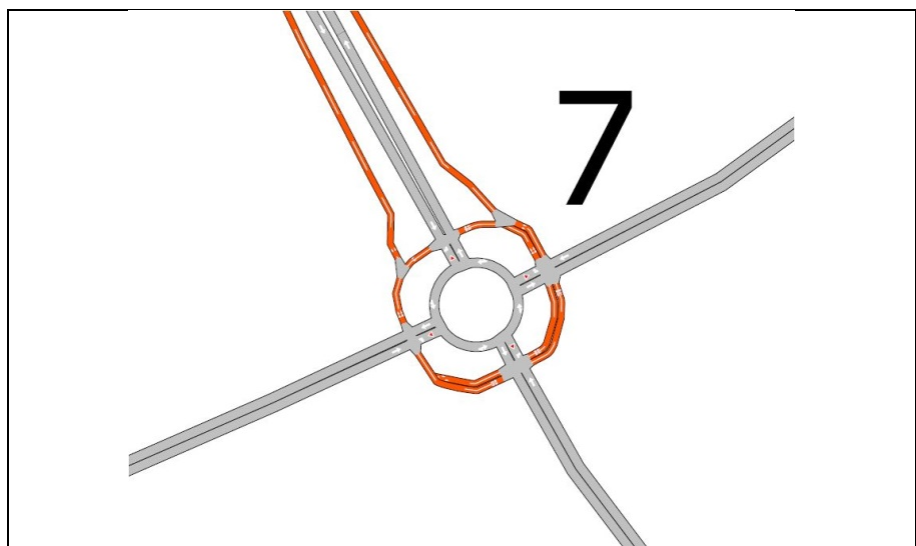
Afbeelding 4.1. *Gesimuleerd netwerk (Aimsun) met zeven kruispunten (Heerenveen).*



Afbeelding 4.2a. *Kruispunt 4.*



Afbeelding 4.2b. *Kruispunt 6*



Afbeelding 4.2c. *Kruispunt 7*

De fietsvoorzieningen bestaan uit fietspaden en fietsoversteekplaatsen. Fietzers rijden niet op de rijbaan en mengen dus niet met motorvoertuigen. In Aimsun heeft de breedte van het fietspad geen invloed op het rijgedrag. Daarom zijn de veronderstellingen 6 en 9 niet opgenomen in de varianten. De HB-matrix is vooralsnog ongewijzigd gebleven: in alle varianten is een gelijke hoeveelheid verkeer gegenereerd, ongeacht het aandeel ouderen. De simulatie bestrijkt een modelperiode van twee uur. De hoeveelheid gesimuleerde motorvoertuigen en fietsen in het model is per kruispunt uitgesplitst in *Tabel 4.3*.

| | Aantal pae | Aantal fietsen |
|-------------------------------|------------|----------------|
| Kruispunt 1 | | |
| Noord | 236 | |
| West | 275 | |
| Oost | 280 | |
| Fietsoversteek (2 richtingen) | | 60 |
| Kruispunt 2 | | |
| Noord | 35 | |
| West | 334 | |
| Zuid | 121 | |
| Oost | 246 | |
| Rotonde linksom | | 30 |
| Rotonde rechtsom | | 30 |
| Kruispunt 3 | | |
| Noord | 810 | |
| Zuid | 652 | |
| Fietsoversteek (2 richtingen) | | 60 |
| Kruispunt 4 | | |
| Noord | 810 | |
| West | 55 | |
| Zuid | 727 | |
| Oost | 47 | |
| Fiets rotonde | | 100 |
| Kruispunt 5 | | |
| Noord | 734 | |
| Zuid | 727 | |
| Fietsoversteek (2 richtingen) | | 120 |
| Kruispunt 6 | | |
| Noord | 734 | |
| West | 131 | |
| Zuid | 713 | |
| Oost | 48 | |
| Fiets parallel oost | | 100 |
| Fiets parallel west | | 100 |
| Kruispunt 7 | | |
| Noord | 709 | |
| West | 511 | |
| Zuid | 304 | |
| Oost | 589 | |
| Fiets rotonde | | 50 |

pae = personenauto-equivalent

Tabel 4.3. Aantallen passerende motorvoertuigen (uitgedrukt in personenauto-equivalenten) en fietsen per kruispunt.

4.2. Resultaten

Voor de zeven kruispunten is uitvoer (gegevens per tijdstip over de positie, richting en snelheid van elk voertuig) beschikbaar waarmee de conflicten tussen de voertuigen zijn berekend. Conflicten zijn in het algemeen te onderscheiden naar de richting waarin de voertuigen conflicteren: dwars, kop-staart, convergentie en frontaal. Bij voorgaande studies is vooral gewerkt met dwarsconflicten en kop-staartconflicten; dat is hier om de volgende reden ook gedaan. Dwarsconflicten en kop-staartconflicten hebben een directe relatie met de gestelde veronderstellingen en uitgevoerde varianten. Convergerende conflicten zijn niet ernstig van aard. Frontale conflicten treden niet vaak op en hebben een minder duidelijke relatie met de veronderstellingen en varianten.

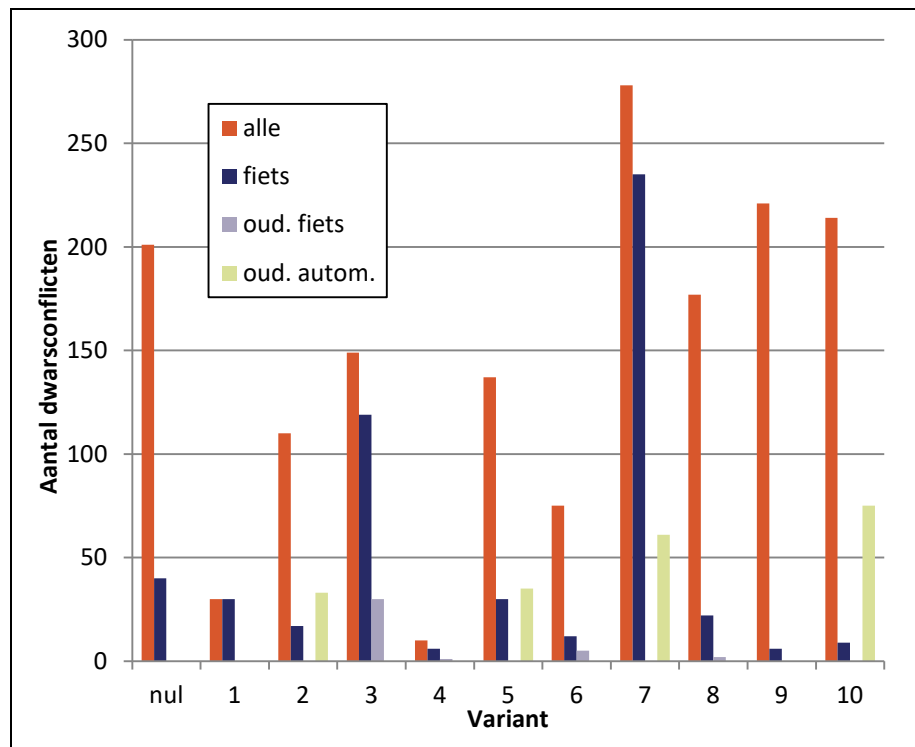
De gesimuleerde kruispunten verschillen onderling in het aantal conflicten. Op sommige kruispunten zijn niet veel conflicten voorgevallen. De kruispunten 4, 6 en 7 (*Afbeeldingen 4.2a, 4.2b en 4.2c*) hebben voldoende conflicten voor een analyse. Kruispunten 4 en 7 zijn rotondes met vrijliggende fietspaden; er passeren respectievelijk 1.639 en 2.113 personenauto-equivalenten (pae). Op kruispunt 4 passeren 100 fietsers en op kruispunt 7 50 fietsers. Kruispunt 6 is een viertakskruispunt met vrijliggende fietspaden op de hoofdrichting; er passeren 1.626 pae en 200 fietsers.

Voor elk van de drie kruispunten zijn de resultaten in vier afbeeldingen weergegeven:

- het aantal dwarsconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten;
- het relatieve aantal dwarsconflicten ten opzichte van de nulvariant van alle verkeersdeelnemers en fietsers;
- het aantal kop-staartconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten;
- het relatieve aantal kop-staartconflicten ten opzichte van de nulvariant van alle verkeersdeelnemers en fietsers.

Bij elk kruispunt volgt een check op de geuite veronderstellingen per variant (zoals is vermeld in *Tabel 4.2b*, kolom 'verwacht resultaat').

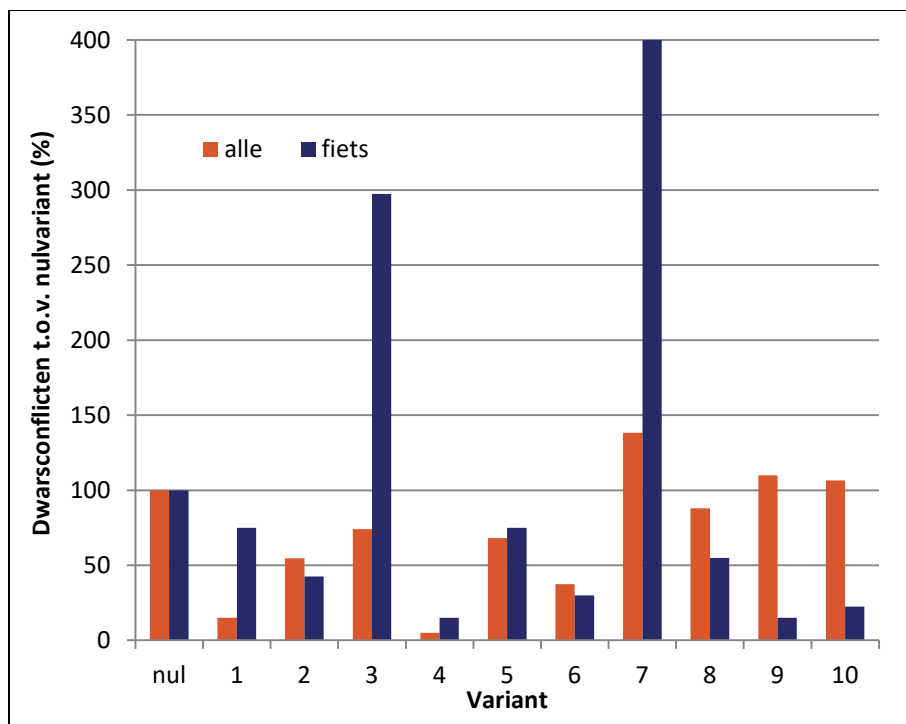
4.2.1. Kruispunt 4



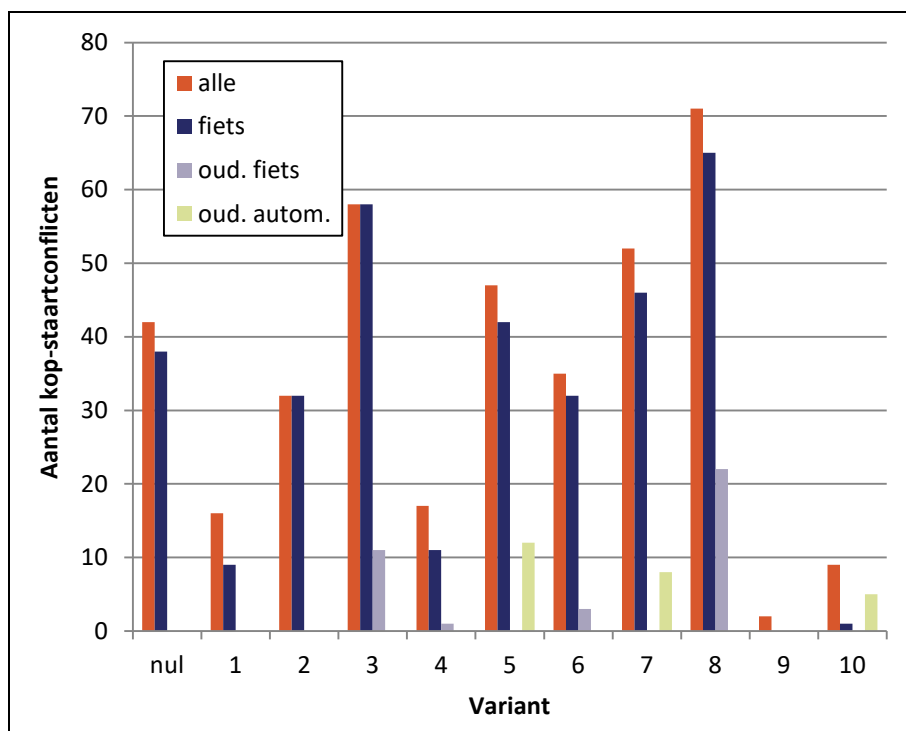
Afbeelding 4.3a. Aantal dwarsconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten op kruispunt 4.

Dit kruispunt is een rotonde. De naderingssnelheden zullen daar laag zijn. Over het absolute aantal dwarsconflicten in de nulvariant (*Afbeelding 4.3a*) is weinig te zeggen. Het aantal conflicten in de nulvariant is het uitgangspunt voor de vergelijking met de varianten. De varianten laten verschillende scores zien, zowel voor het totale aantal conflicten, als voor de conflicten met specifieke groepen verkeersdeelnemers. Variant 1 (meer ouderen op de fiets) heeft opvallend weinig dwarsconflicten in vergelijking met de nulvariant.

De relatieve aantallen dwarsconflicten in *Afbeelding 4.3b* laten zien dat de varianten 7 tot en met 10 (de gecompliceerdere varianten) voor de dwarsconflicten van alle verkeersdeelnemers ongeveer gelijk scoren met de nulvariant; de overige varianten scoren beter. Voor de dwarsconflicten bij de fietsers scoren variant 3 (meer ouderen op de (elektrische) fiets) en 7 (meer ouderen in de auto met langere acceleratietijd) slecht, terwijl de overige varianten, op variant 1 en 5 na, heel goed scoren.



Abbeelding 4.3b. *Kruispunt 4: relatief aantal dwarsconflicten (alle verkeersdeelnemers en fietsers) ten opzichte van de nulvariant.*

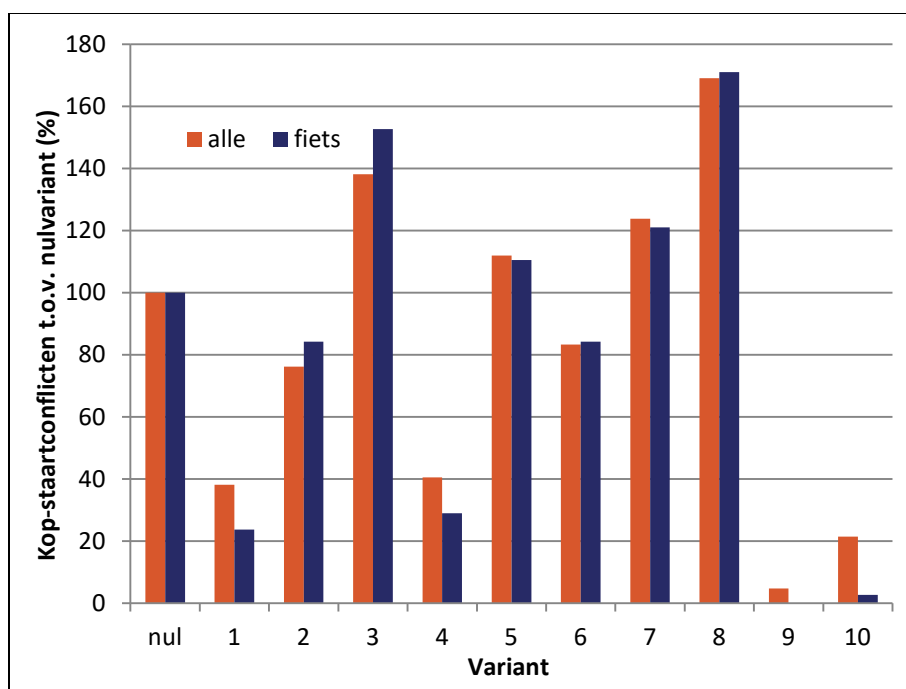


Abbeelding 4.4a. *Aantal kop-staartconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten op kruispunt 4.*

De kop-staartconflicten (Abbeelding 4.4a) laten een ander beeld zien. Er zijn voornamelijk fietsconflicten, ook met oudere fietsers. Dit geldt niet voor

variant 9 en 10 (meer ouderen op de fiets, respectievelijk auto en andere voorrangssituaties). Bij variant 8 (meer ouderen op de fiets, ouderen halen minder in) is een zeer groot aandeel oudere fietsers betrokken bij een kop-staartconflict.

De relatieve verschillen ten opzichte van de nulvariant (*Afbeelding 4.4b*) maken duidelijk dat variant 3 (meer ouderen op de (elektrische) fiets), 7 (meer autorijdende ouderen en langere reactietijd) en 8 (meer fietsende ouderen en minder inhalen) ongunstig uitpakken. Variant 1, 4, 9 en 10 resulteren in veel minder kop-staartconflicten.



Afbeelding 4.4b . Kruispunt 4: relatief aantal kop-staartconflicten (alle verkeersdeelnemers en fietsers) ten opzichte van de nulvariant.

In Tabel 4.4 zijn de veronderstellingen gecheckt. Bij variant 3 en 4 wordt geen enkele veronderstelling bevestigd, en bij variant 9 en 10 slechts een veronderstelling.

Bij de dwarsconflicten met ouderen worden zes van de tien veronderstellingen verworpen, bij de kop-staartconflicten met ouderen vijf van de tien.

| Resultaat zoals verwacht bij: | Variant en verwacht resultaat | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Minder conflicten dan nulvariant* | Minder conflicten dan nulvariant* | Neutraal effect t.o.v. variant 1 | Ongunstiger dan variant 3 | Ongunstiger dan variant 2 | Ongunstiger dan variant 4 | Ongunstiger dan variant 5 | Ongunstiger dan variant 3 | Ongunstiger dan variant 6 | Ongunstiger dan variant 7 |
| Dwarsconflicten | Ja | Ja | Nee | Nee | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee |
| Dwarsconflicten ouderen: | Ja | Nee | Nee | Nee | Nee | Ja | Ja | Nee | Nee | Ja |
| Kop-staartconflicten: | Ja | Ja | Nee | Nee | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Nee |
| Kop-staartconflicten ouderen: | Ja | Ja | Nee | Nee | Ja | Ja | Nee | Ja | Nee | Nee |

*Bij variant 1 en 2 is het antwoord 'ja' als het aandeel conflicten met ouderen kleiner is dan 20%.

Tabel 4.4. *Check op uitkomst verwacht resultaat voor kruispunt 4.*

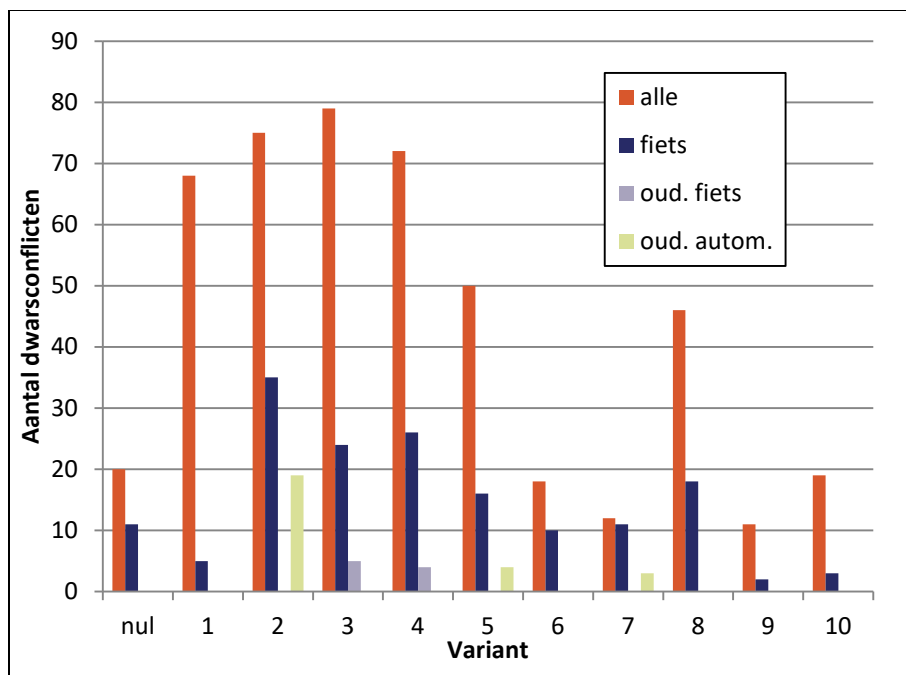
Variant 1, en 6 zijn bevestigd: meer ouderen op de fiets geeft minder conflicten, ook als ze een langere acceleratietijd hebben. Variant 2, 5 en 7 zijn in drie gevallen bevestigd, oudere automobilisten geven minder conflicten bij langere reactietijd, lagere snelheid en langere acceleratietijd. Van de 40 hypothesen zijn er 22 geaccepteerd (55%). Dat veel hypothesen zijn verworpen kan betekenen dat de veronderstellingen niet klopten of dat de manier van simuleren niet goed is. Vooralsnog is dat niet duidelijk. In *Paragraaf 4.4* is hier nader onderzoek naar gedaan.

4.2.2. *Kruispunt 6*

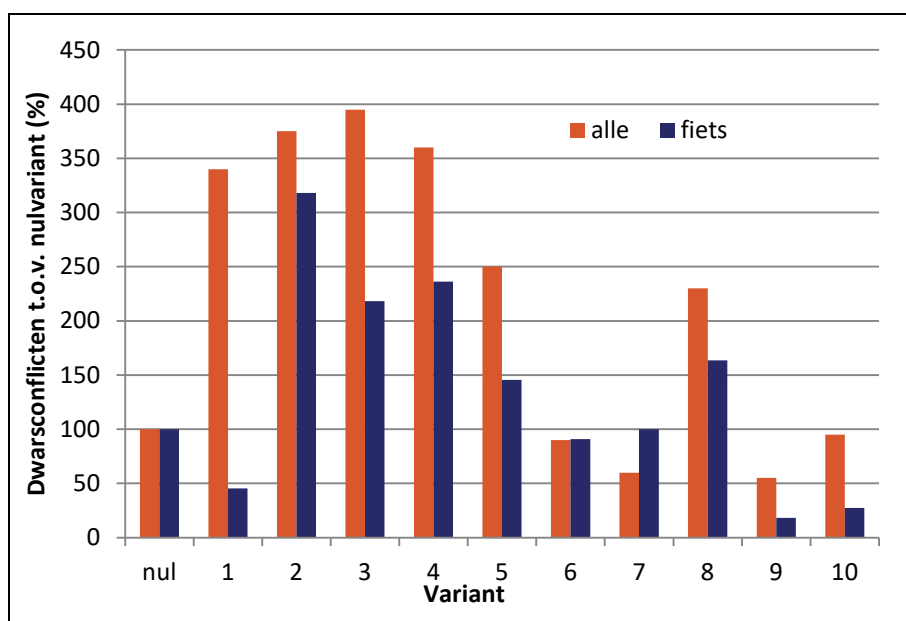
Dit is een viertakskruispunt met fietspaden op de hoofdrichting. Het kruispunt ligt vlakbij kruispunt 7, de afstand bedraagt ongeveer 200 meter. De wederzijdse beïnvloeding van beide kruispunten is enigszins mogelijk, maar gezien de afstand toch gering.

De dwarsconflicten (*Afbeelding 4.5a*) per variant laten een ander beeld zien dan op kruispunt 4: betrekkelijk weinig in de nulvariant en veel meer in zes van de tien varianten. Er zijn weinig dwarsconflicten met ouderen. Het aandeel conflicten met fietsers is veel lager dan op kruispunt 4, vooral in variant 3 (meer ouderen op de (elektrische) fiets) en 7 (meer oudere automobilisten, langere acceleratietijd).

Het relatieve aantal dwarsconflicten in *Afbeelding 4.5b* laat zien dat voor fietsers de varianten 1, 9 en 10 goed uitpakken. Variant 6 (meer oudere fietsers en langere acceleratietijd) scoort neutraal voor alle conflicten en voor fietsconflicten.



Afbeelding 4.5a. Aantal dwarsconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten op kruispunt 6.

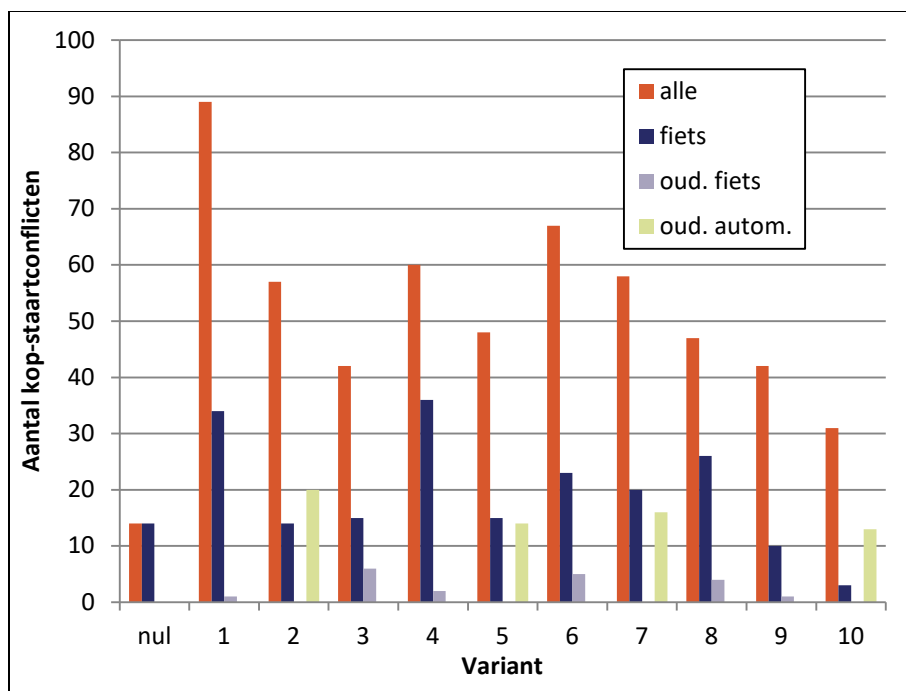


Afbeelding 4.5b. Kruispunt 6: relatief aantal dwarsconflicten (alle verkeersdeelnemers en fietsers) ten opzichte van de nulvariant.

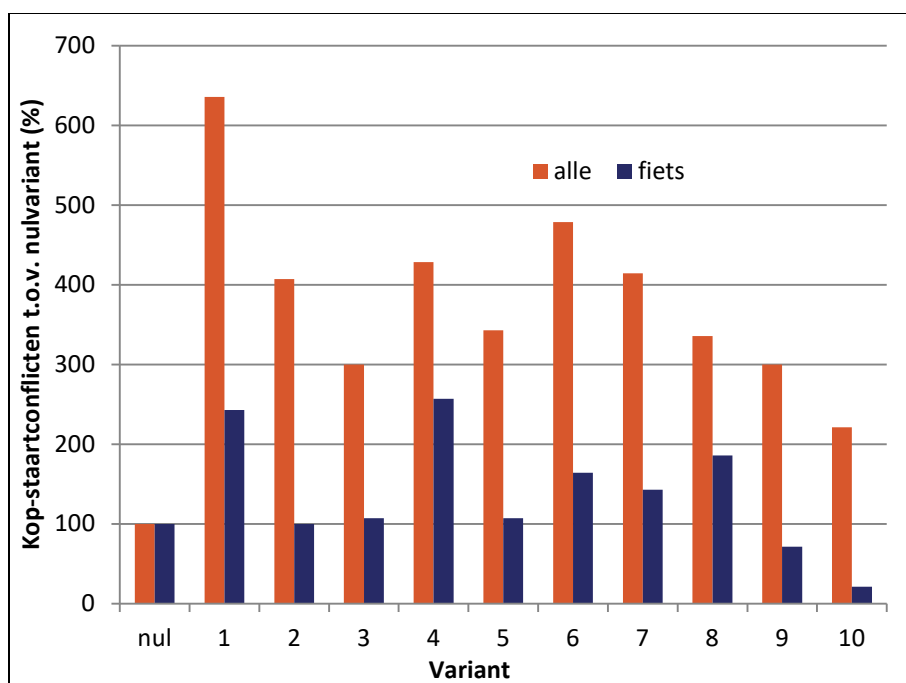
De kop-staartconflicten in de varianten van dit kruispunt (Afbeelding 4.6a) hebben bijna voor alle varianten een betrekkelijk laag aandeel fietsconflicten, zeker in vergelijking met kruispunt 4. Het aandeel met oudere automobilisten is betrekkelijk groot.

Bij de relatieve aantallen kop-staartconflicten (Afbeelding 4.6b) is goed te zien dat in alle varianten meer conflicten optreden dan in de nulvariant.

Alleen voor de fietsconflicten zijn variant 9 (meer oudere fietsers en andere voorrangssituaties) en 10 (meer oudere automobilisten en andere voorrangssituaties) gunstiger dan de nulvariant.



Abbeelding 4.6a. Aantal kop-staartconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten op kruispunt 6.



Abbeelding 4.6b. Kruispunt 6: relatief aantal kop-staartconflicten (alle verkeersdeelnemers en fietsers) ten opzichte van de nulvariant.

| Resultaat zoals verwacht bij: | Variant en verwacht resultaat | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Minder conflicten dan nulvariant* | Minder conflicten dan nulvariant* | Neutraal effect t.o.v. variant 1 | Ongunstiger dan variant 3 | Ongunstiger dan variant 2 | Ongunstiger dan variant 4 | Ongunstiger dan variant 5 | Ongunstiger dan variant 3 | Ongunstiger dan variant 6 | Ongunstiger dan variant 7 |
| Dwarsconflicten | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Ja |
| Dwarsconflicten ouderen: | Ja | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee |
| Kop-staartconflicten: | Nee | Nee | Nee | Ja | Nee | Ja | Ja | Ja | Nee | Nee |
| Kop-staartconflicten ouderen: | Ja | Nee | Nee | Nee | Nee | Ja | Ja | Nee | Nee | Nee |

*Bij variant 1 en 2 is het antwoord 'ja' als het aandeel conflicten met ouderen kleiner is dan 20%.

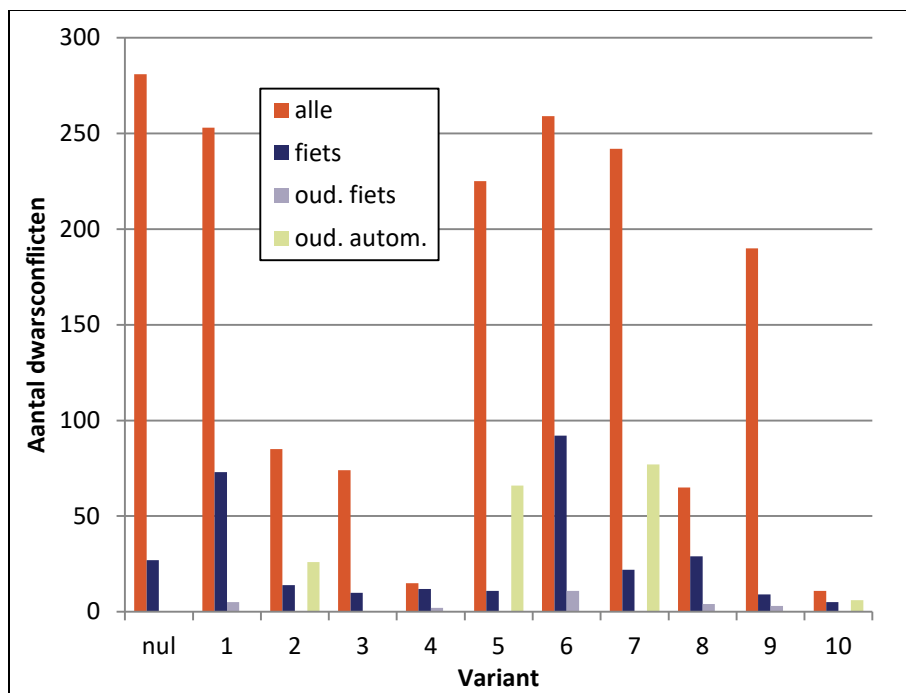
Tabel 4.5. Check op uitkomst verwacht resultaat voor kruispunt 6.

De check op de veronderstellingen bij kruispunt 6 (Tabel 4.5) laat vaak een 'nee' zien. Bij geen enkele variant is er vier keer 'ja' genoteerd. Dit kruispunt geeft een geheel ander beeld dan verwacht. Alleen de veronderstellingen bij de kop-staartconflicten in variant 6 en 7 (langere acceleratietijd voor oudere fietsers en automobilisten) worden alle vier bevestigd. Er zijn slechts 9 van de 40 hypothesen bevestigd (22,5%).

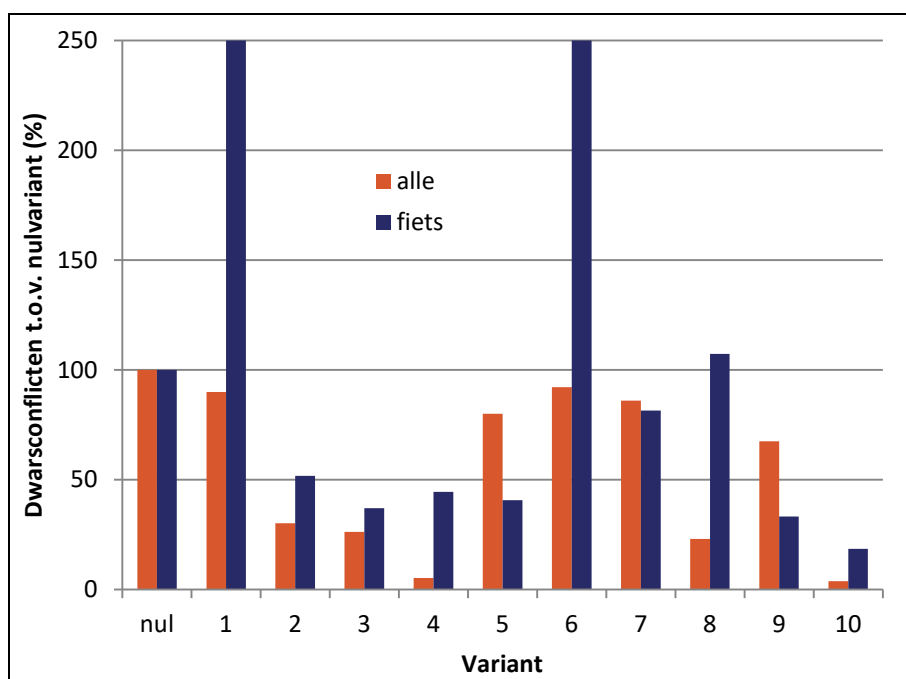
4.2.3. Kruispunt 7

De aantallen dwarsconflicten op deze rotonde (Afbeelding 4.7a) zijn in alle varianten lager dan in de nulvariant, zij het dat in vier varianten het aantal dat van de nulvariant benadert. Het aantal fietsconflicten is gering. Het aantal conflicten met ouderen is gering behalve in de varianten 5 en 7 (langere reactietijd en acceleratietijd van oudere automobilisten).

Het relatieve aantal dwarsconflicten (Afbeelding 4.7b) is bij de fietsconflicten in variant 1 en 6 (meer oudere fietsers en bij variant 6 langere acceleratietijd) veel hoger dan in de nulvariant. De varianten 2, 3, en in het bijzonder variant 4 (meer oudere fietsers met langere reactietijd) en 10 (meer oudere automobilisten en andere voorrangssituaties), scoren gunstig voor alle conflicten en fietsconflicten.

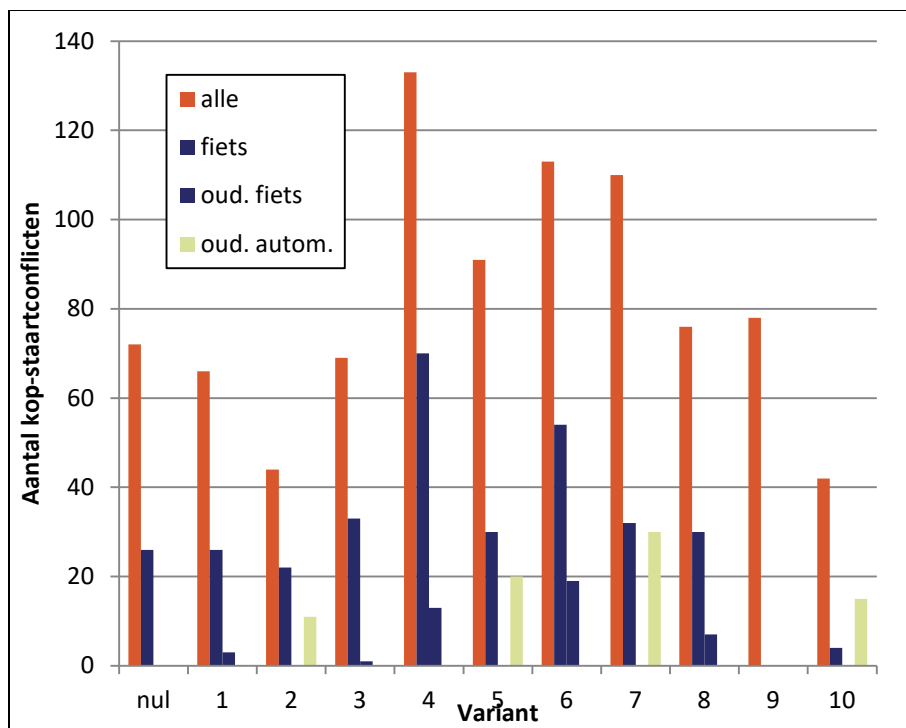


Afbeelding 4.7a. Aantal dwarsconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten op kruispunt 7.



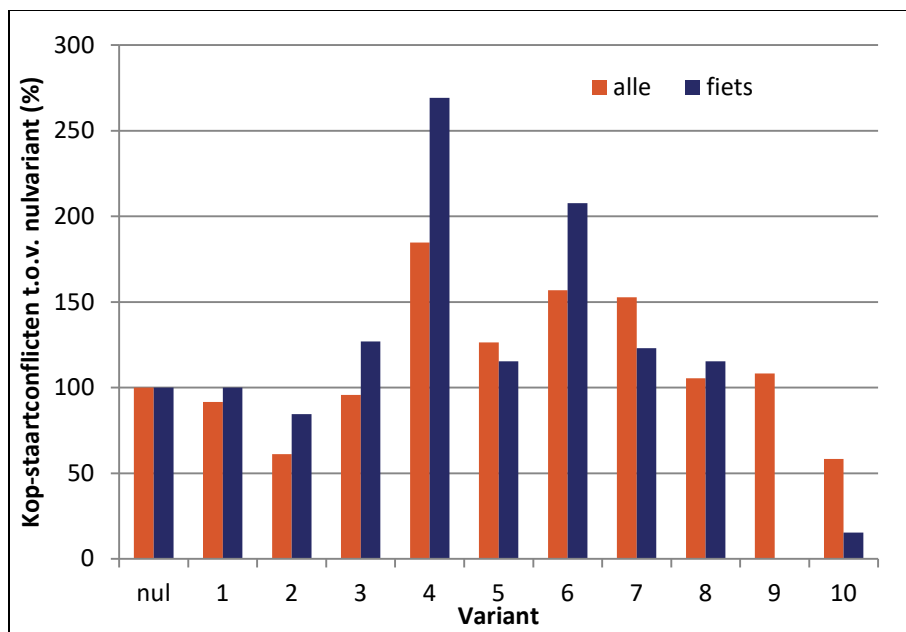
Afbeelding 4.7b. Kruispunt 7: relatief aantal dwarsconflicten (alle verkeersdeelnemers en fietsers) ten opzichte van de nulvariant.

De kop-staartconflicten op dit kruispunt (Afbeelding 4.8a) zijn talrijk in alle varianten. Variant 10 (meer oudere automobilisten en andere voorrangssituaties) geeft de minste kop-staartconflicten. In variant 7 (meer oudere automobilisten en langere aceleratietijd) zijn veel conflicten met oudere automobilisten.



Abbeelding 4.8a. Aantal kop-staartconflicten van alle verkeersdeelnemers, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten op kruispunt 7.

Het relatieve aantal kop-staartconflicten (Abbeelding 4.8b) laat zien dat de varianten 4 en 6 (meer oudere fietsers en langere reactietijd of acceleratietijd), en in geringere mate variant 7 (meer oudere automobilisten en langere aceleratietijd), de hoogste scores hebben ten opzichte van de nulvariant, in het bijzonder voor de fietsconflicten.



Abbeelding 4.8b. Kruispunt 7: relatief aantal kop-staartconflicten (alle verkeersdeelnemers en fietsers) ten opzichte van de nulvariant.

Ten slotte zijn de veronderstellingen per variant getoetst (Tabel 4.6). Alle veronderstellingen in variant 9 en 10 (andere voorrangssituaties voor oudere fietsers en automobilisten) zijn verworpen. In variant 3 en 4 zijn de veronderstellingen bij de dwarsconflicten verworpen, maar bij de kop-staartconflicten geaccepteerd. De meeste andere veronderstellingen zijn geaccepteerd. Variant 1 (meer oudere fietsers), 5 (langere reactietijd en lagere snelheid voor oudere automobilisten) en 7 (meer oudere automobilisten en langere acceleratietijd) zijn volledig geaccepteerd. Bij variant 2 zijn de veronderstellingen over ouderen niet geaccepteerd. 60% van de hypothesen is geaccepteerd.

| Resultaat zoals verwacht bij: | Variant en verwacht resultaat | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Minder conflicten dan nulvariant* | Minder conflicten dan nulvariant* | Neutraal effect t.o.v. variant 1 | Ongunstiger dan variant 3 | Ongunstiger dan variant 2 | Ongunstiger dan variant 4 | Ongunstiger dan variant 5 | Ongunstiger dan variant 3 | Ongunstiger dan variant 6 | Ongunstiger dan variant 7 |
| Dwarsconflicten | Ja | Ja | Nee | Nee | Ja | Ja | Ja | Nee | Nee | Nee |
| Dwarsconflicten ouderen: | Ja | Nee | Nee | Nee | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Nee |
| Kop-staartconflicten: | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Ja | Ja | Nee | Nee |
| Kop-staartconflicten ouderen: | Ja | Nee | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Nee |

* Bij variant 1 en 2 is het antwoord 'ja' als het aandeel conflicten met ouderen kleiner is dan 20%.

Tabel 4.6. Check op uitkomst verwacht resultaat voor kruispunt 7.

4.3. Conclusies

Kruispunt 4 (rotonde)

Meer oudere fietsers geeft minder conflicten, ook als ze een langere acceleratietijd hebben. Oudere automobilisten geven minder conflicten bij een langere reactietijd, lagere snelheid en langere acceleratietijd.

Kruispunt 6 (viertakskruispunt)

Kop-staartconflicten bij een langere acceleratietijd voor oudere fietsers en automobilisten scoren ongunstig.

Kruispunt 7 (rotonde)

Er is bevestigd dat meer oudere fietsers tot minder conflicten leidt. De varianten met een langere reactietijd en een lagere snelheid voor oudere automobilisten en met een langere acceleratietijd voor oudere automobilisten, geven meer conflicten.

De aantallen dwarsconflicten en de kop-staartconflicten verschillen in de meeste varianten van de aantallen conflicten in de nulvariant. Ook onderling verschillen de varianten in de aantallen conflicten. De instellingen van de varianten zijn blijkbaar onderscheidend genoeg.

De resultaten van de twee geanalyseerde rotondes vertonen grote overeenkomsten. De resultaten van de rotondes verschillen merkbaar van de resultaten van het viertakskruispunt.

Niet veel van de veronderstellingen over conflicten met ouderen zijn geaccepteerd: bij de rotondes gemiddeld ruim de helft (46 van de 80 hypothesen, dus 57,5%), bij het viertakskruispunt slechts 22,5%. Voor de conflicten van alle verkeersdeelnemers (inclusief ouderen) zijn de cijfers respectievelijk 62,5% en 25%. Conflicten met ouderen wijken dus nauwelijks af van de verkeersdeelnemers in het algemeen.

4.4. Aanvullende analyses

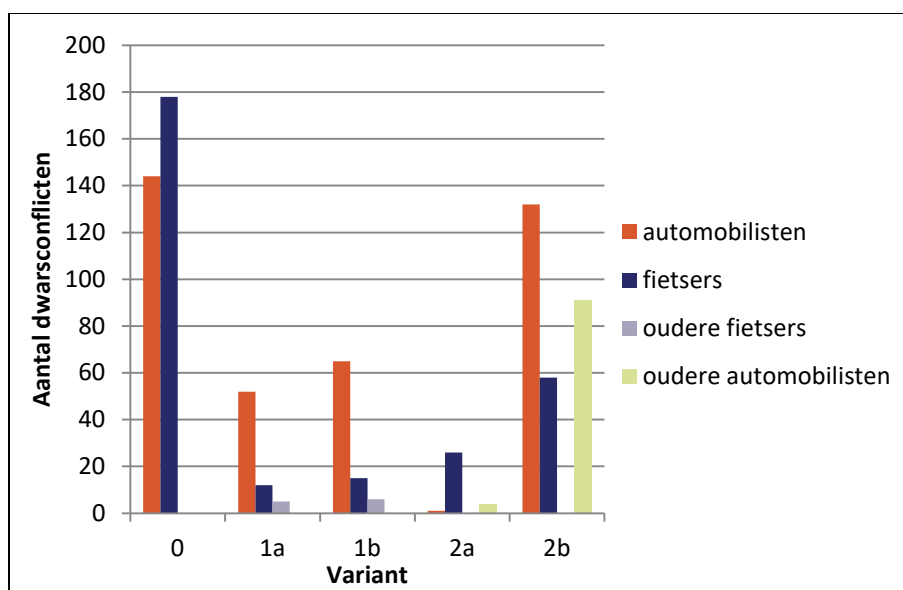
Vooralsnog is onduidelijk hoe gevoelig het microsimulatiemodel is voor de gehanteerde aannames. Daarom is een aanvullende analyse verricht met aangepaste aannames.

Er zijn extra simulaties uitgevoerd waarin de aard van de parameters (zoals hiervoor in *Tabel 4.2a* vermeld) niet veranderd zijn, maar wel het aandeel verkeersdeelnemers met die parameters. Er zijn vijf varianten gekozen:

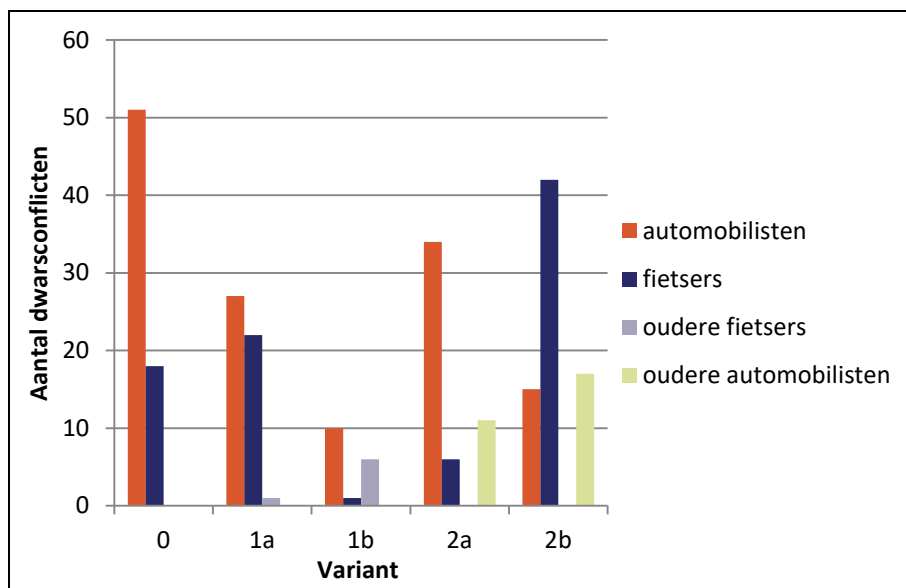
| | |
|------------|--|
| Variant 0 | Basissituatie zonder ouderen |
| Variant 1a | Aandeel langzamer rijdende oudere fietsers 20%, snelheid is 80% van overige fietsers |
| Variant 1b | Aandeel langzamer rijdende oudere fietsers 40%, snelheid is 60% van overige fietsers |
| Variant 2a | Aandeel langzamer rijdende oudere automobilisten 20%, snelheid is 80% van overige automobilisten |
| Variant 2b | Aandeel langzamer rijdende oudere automobilisten 40%, snelheid is 60% van overige automobilisten |

De algemene hypothese is, dat het aantal dwarsconflicten zal afnemen omdat over het geheel gezien de snelheden afnemen en er daardoor minder ernstige conflicten ontstaan.

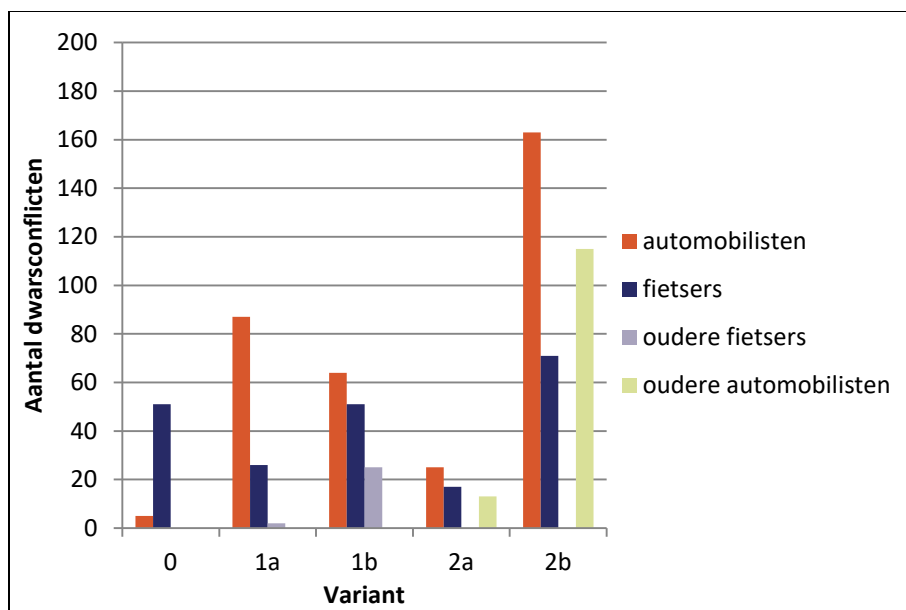
Voor de drie eerder geanalyseerde kruispunten in het netwerk zijn de resultaten weergegeven: dwarsconflicten op twee rotondes en een viertakskruispunt (*Afbeelding 4.9, 4.10 en 4.11*).



Afbeelding 4.9. Aantal dwarsconflicten met automobilisten, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten in vijf varianten op kruispunt 4: rotonde.



Abbeelding 4.10. Aantal dwarsconflicten met automobilisten, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten in vijf varianten op kruispunt 6: viertakskruispunt.



Abbeelding 4.11. Aantal dwarsconflicten met automobilisten, fietsers, oudere fietsers en oudere automobilisten in vijf varianten op kruispunt 7: rotonde.

Op kruispunten 4 en 6 zijn er minder conflicten in variant 1a, 1b en 2a dan in variant 0. Variant 2b heeft meer conflicten, vooral onder oudere automobilisten. Het aantal conflicten met oudere fietsers is gering.

Op kruispunt 7 zijn er in alle varianten meer conflicten dan in variant 0. Bij variant 2b zijn de meeste conflicten, vooral bij oudere automobilisten. Er zijn op dit kruispunt meer conflicten met oudere fietsers dan op de andere kruispunten.

Vervolgens zijn de dwarsconflicten uitgesplitst naar conflictpartners; zie *Tabel 4.7*.

In variant 2b zijn op de rotondes oudere automobilisten naar verhouding (75 tot 78%) het meest in conflict met andere (niet-oudere) automobilisten. Op het viertakskruispunt zijn in variant 2b de oudere automobilisten relatief minder (60%) in conflict met andere automobilisten. In deze variant zijn de overige conflicten van oudere automobilisten vooral met fietsers.

| Var. | Fiets | Vrachtauto | Fiets | Auto | Oudere fiets | Oudere fiets | Oudere fiets | Fiets | Auto | Vracht-auto | Fiets | Tot. |
|--------------------|-------|------------|-------------|------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------|------|
| | Auto | Auto | Vracht-auto | Auto | Auto | Fiets | Vracht-auto | Oudere auto | Oudere auto | Oudere auto | Fiets | |
| Kruispunt 4 | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 160 | 25 | 9 | 118 | | | | | | | 10 | 322 |
| 1a | 7 | 15 | | 35 | 5 | | | | | | | 62 |
| 1b | 8 | 13 | 1 | 52 | 5 | | 1 | | | | | 80 |
| 2a | 21 | 1 | 1 | | | | | 4 | | | | 27 |
| 2b | 38 | 6 | 2 | 49 | | | | 16 | 73 | 4 | 2 | 190 |
| Tot. | 234 | 60 | 13 | 254 | 10 | | 1 | 20 | 73 | 4 | 12 | 681 |
| Kruispunt 6 | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 18 | 7 | | 44 | | | | | | | | 69 |
| 1a | 20 | 5 | 1 | 22 | 1 | | | | | | | 49 |
| 1b | 1 | 1 | | 9 | | | | | | | | 11 |
| 2a | 6 | 4 | | 17 | | | | | 8 | 3 | | 38 |
| 2b | 31 | 1 | 1 | 7 | | | | 10 | 7 | | | 57 |
| Tot. | 76 | 18 | 2 | 99 | 1 | | | 10 | 15 | 3 | | 224 |
| Kruispunt 7 | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 45 | 2 | 3 | 3 | | | | | | | 3 | 56 |
| 1a | 23 | 18 | 1 | 68 | 2 | | | | | | | 112 |
| 1b | 23 | 4 | 1 | 59 | 20 | 2 | 3 | | | | 2 | 114 |
| 2a | 8 | 2 | 4 | 15 | | | | 5 | 6 | 1 | 1 | 42 |
| 2b | 36 | 10 | 5 | 64 | | | | 26 | 83 | 6 | 4 | 234 |
| Tot. | 135 | 36 | 14 | 209 | 22 | 2 | 3 | 31 | 89 | 7 | 10 | 558 |

Tabel 4.7. Aantal dwarsconflicten tussen (oudere) fietsers en (oudere) automobilisten op kruispunten 4 (rotonde), 6 (viertakskruispunt) en 7 (rotonde) voor vijf varianten.

4.4.1. Verklaarbare en geloofwaardige resultaten

Voor kruispunt 4 en 6 is de hypothese wel bevestigd, voor kruispunt 7 niet. De resultaten van variant 2b zijn niet helemaal in overeenstemming met de hypothese.

Er treden wel verschillen op tussen de varianten, die gedeeltelijk overeenstemmen met de verwachting.

De conclusie is dat de resultaten van het microsimulatiemodel gedeeltelijk in de verwachte richting veranderen als de parameters veranderen.

Een microsimulatiemodel is zo gemaakt, dat bij herhaling van een simulatie precies hetzelfde resultaat ontstaat als de zogeheten startwaarde gelijk is (een parameter die kan worden ingesteld). Simulaties met verschillende startwaarden geven verschillende resultaten. Meestal simuleert men tien keer met een model en middelt men vervolgens de resultaten.

Een volgende stap zou zijn om binnen een variant te kijken naar de verschillen tussen simulaties met een verschillende startwaarde (met voor het overige alle overige variabelen en instellingen gelijk). Dit zou in een vervolgproject moeten plaatsvinden.

Conflicten tussen motorvoertuigen onderling en conflicten tussen fietsers onderling zijn in het model gevoegd door gebruik te maken van waarnemingen van conflicten.

Voor conflicten tussen fietsers en motorvoertuigen geldt dat er geen waarnemingen aan ten grondslag liggen. Dat kan de werking van het model negatief hebben beïnvloed.

5. Fietsroutes en wegvakken in de provincie Noord-Brabant

5.1. Algemene wegvak- en routekenmerken

De 2077 deelnemende fietsers aan het project B-riders³ van de provincie Noord-Brabant hebben gedurende de onderzoeksperiode (2015) in totaal 272.972 routes gereden. Hieronder bevinden zich veel routes die aan elkaar gelijk zijn, want fietsers kiezen regelmatig dezelfde route, zeker voor woon-werkverkeer. De gemiddelde lengte van de routes is 13,65 kilometer, de gemiddelde snelheid is 20,19 km/uur.

Tot de routes behoren ook zeer lange routes die vooral zijn gebruikt voor recreatieve doeleinden. De routes langer dan 25 kilometer zijn uit het bestand verwijderd om een verzameling routes te verkrijgen die iets representatiever is voor woon-werkroutes. Er resteren 251.158 routes. In *Tabel 5.1* zijn de gemiddelde routelengte, het gemiddeld aantal wegvakken per route en het gemiddeld aantal wegvakken per kilometer weglengte gegeven. De gemiddelde snelheid is 20,2 km/uur. Gemiddeld heeft elke deelnemer 121 ritten gemaakt.

| Fietsroutes korter dan 25 km (N = 252.158) | |
|--|-------|
| Gemiddelde routelengte in km | 11,19 |
| Gemiddeld aantal wegvakken per route | 72 |
| Gemiddeld aantal wegvakken per km | 6,4 |
| Gemiddelde snelheid in km/uur | 20,2 |

Tabel 5.1. Routes korter dan 25 km: gemiddelde lengte, gemiddeld aantal wegvakken per route, gemiddelde lengte en gemiddelde snelheid.

Per leeftijdsklasse zijn het aantal afgelegde routes, het gemiddeld aantal routes per deelnemer, de gemiddelde routelengte en de gemiddelde snelheid in *Tabel 5.2* vermeld.

| Leeftijd in jaren | Aantal routes | Gemiddeld aantal routes per deelnemer | Gemiddelde lengte in km | Gemiddelde snelheid in km/uur |
|-------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Jonger dan 40 | 30.442 | 101,5 | 10,79 | 20,40 |
| 40 tot 55 | 154.296 | 120,4 | 11,27 | 20,30 |
| Ouder dan 55 | 66.420 | 133,9 | 11,22 | 19,71 |

Tabel 5.2. Per leeftijdsklasse: aantal afgelegde routes, gemiddeld aantal routes per deelnemer, gemiddelde routelengte, gemiddelde snelheid.

De leeftijdsklassen verschillen duidelijk wat betreft het aantal afgelegde routes per deelnemer. De verschillen bij gemiddelde routelengte en snelheid

³ Website: www.b-riders.nl

zijn echter gering. De oudste leeftijdsklasse rijdt iets langzamer dan de jongere klassen, maar dat verschil is zeer klein.

Schroten (2017) heeft berekend dat de gemiddelde omrijfactor⁴ 1,17 is voor woon-werkverkeer. Deze factor verschilt niet (significant) tussen de leeftijdsklassen. De factor ligt iets hoger dan bij Gommers & Bovy (1987).

5.2. Verschillen tussen ouderen en jongeren wat betreft kenmerken van wegvakken en fietsroutes

De aandelen oudere fietsers verschillen per wegvak. In de volgende analyse is nagegaan of wegvakken met hoge aandelen ouderen andere kenmerken (bijvoorbeeld de aanwezigheid van fietsvoorzieningen) hebben dan wegvakken met lage aandelen ouderen (*Paragraaf 5.1*). Ouderen zijn in dit verband de personen ouder dan 55 en jongeren de personen tot 55 jaar. Er is ook gekeken naar routes (*Paragraaf 5.2*). Een belangrijk veiligheidskenmerk van routes is het aantal richtingsveranderingen. Dit zijn veranderingen van de rijrichting die groter zijn dan 60 graden. Een ander belangrijk kenmerk is de continuïteit van een route: zijn er veel wegvakken waaruit de route bestaat (of is het aantal wegvakken per kilometer hoog), dan zijn er veel onderbrekingen in het dwarsprofiel, waaronder kruispunten. Beide routekenmerken zijn onderzocht. Vooralsnog is bij SWOV geen analysetechniek beschikbaar of hanteerbaar om deze kenmerken voor alle wegvakken en routes na te gaan. Daarom zijn de analyses uitgevoerd voor een steekproef van 100 wegvakken (50 met een hoog aandeel ouderen en 50 met een laag aandeel) en een steekproef van 100 routes (50 afgelegd door ouderen en 50 afgelegd door jongeren). Een uitzondering hierop zijn de kenmerken 'aantal wegvakken per route' en 'aantal wegvakken per km weglengte'; deze kenmerken zijn wel bepaald voor alle routes.

5.2.1. *Wegvakken met veel of weinig oudere fietsers*

De steekproef van wegvakken is getrokken uit 74.315 wegvakken waarover ten minste tien verschillende B-riders hebben gereden. De wegvakken zijn gesorteerd naar het aandeel ouderen. Op wegvakken met een hoog aandeel ouderen is het percentage ouderen tussen 40 en 60%. Op wegvakken met een laag aandeel rijden tussen 9 en 19% ouderen.

Wegvakken met een laag aandeel en wegvakken met een hoog aandeel zijn willekeurig geselecteerd. Er is wel rekening gehouden met de routelengte: de lengte is zo veel mogelijk uniform verdeeld binnen de steekproef.

Er zijn vier wegkenmerken onderscheiden:

- type fietsvoorziening;
- rijrichtingscheiding autoverkeer;
- soort wegdek;
- binnen/buiten de bebouwde kom.

Het gaat om de kenmerken waarmee de fietser te maken heeft. Bijvoorbeeld een hoofrijbaan kan een wegdek van asfalt hebben, maar de fietser rijdt op de parallelweg die klinkers heeft. Dan is het kenmerk 'klinkers' en niet 'asfalt'.

⁴ Omrijfactor = lengte afgelegde weg / hemelsbrede afstand

De kenmerken zijn niet geheel onafhankelijk. Het is echter niet zo dat een weg zonder rijrichtingscheiding nooit fietspaden heeft of een fietspad altijd een wegdek van asfalt.

Hierna zijn de vier kenmerken apart beschreven wat betreft het aandeel ouderen dat gebruikmaakt van wegvakken met die kenmerken.

Er zijn hypothesen geformuleerd die zijn gebaseerd op de samengevatte bevindingen in *Paragraaf 2.2.1*.

De verschillen zijn getoetst met een chi-kwadraattoets en zijn allemaal significant.

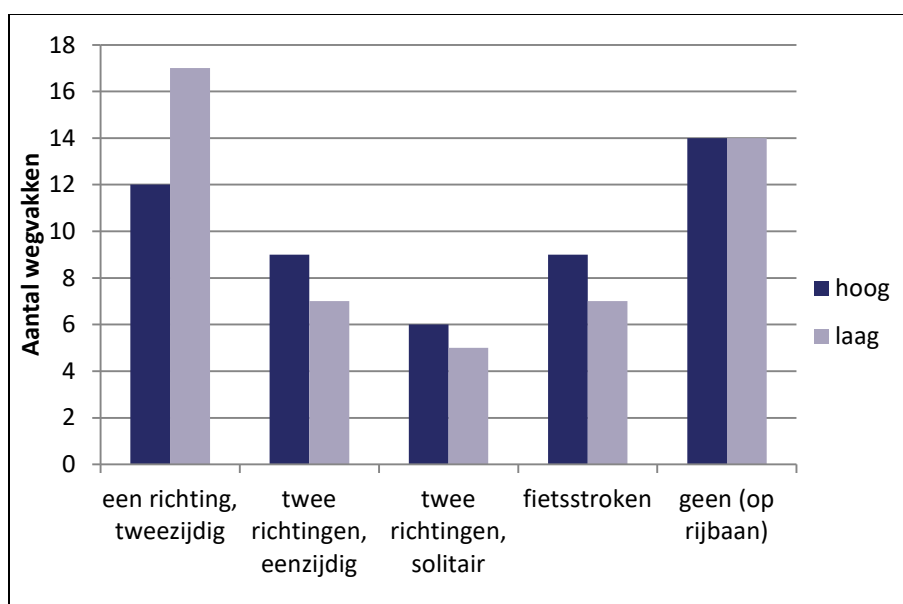
Fietsvoorzieningen

De hypothese is dat ouderen een voorkeur hebben voor wegvakken met een gescheiden fietsvoorziening, dus geen fiets op de rijbaan (met wel of geen stroken). Dus op wegvakken met een gescheiden fietsvoorziening zou het aandeel ouderen groter moeten zijn.

Op de verschillende wegvakken zijn vijf soorten fietsvoorziening te onderscheiden:

- eenrichtingsverkeer aan beide zijden van de rijbaan;
- tweerichtingsverkeer aan een zijde van de rijbaan;
- tweerichtingsverkeer zonder parallelle rijbaan (solitair pad);
- fietsstroken aan beide zijden van de rijbaan;
- geen: fietsers op de rijbaan.

In *Afbeelding 5.1* zijn de uitkomsten weergegeven voor het aandeel ouderen uitgesplitst naar soort fietsvoorziening. Op wegvakken met eenrichtingspaden aan beide zijden van de rijbaan is een lager aandeel van ouderen vastgesteld. Daarentegen is het aandeel ouderen hoger op paden met tweerichtingsverkeer aan een zijde van de rijbaan, op paden met tweerichtingsverkeer zonder parallelle rijbaan (solitair pad) en op fietsstroken aan beide zijden van de rijbaan. De hoge en lage aandelen ouderen zijn gelijk op wegvakken met fietsers op de rijbaan.



Afbeelding 5.1. Aantal wegvakken met een hoog en laag aandeel ouderen voor vijf typen fietsvoorziening.

De hypothese kan slechts gedeeltelijk worden bevestigd. Weliswaar zijn er twee soorten met paden waarop meer ouderen rijden, maar het aandeel ouderen bij stroken is ook hoger en bij eenrichtingspaden lager.

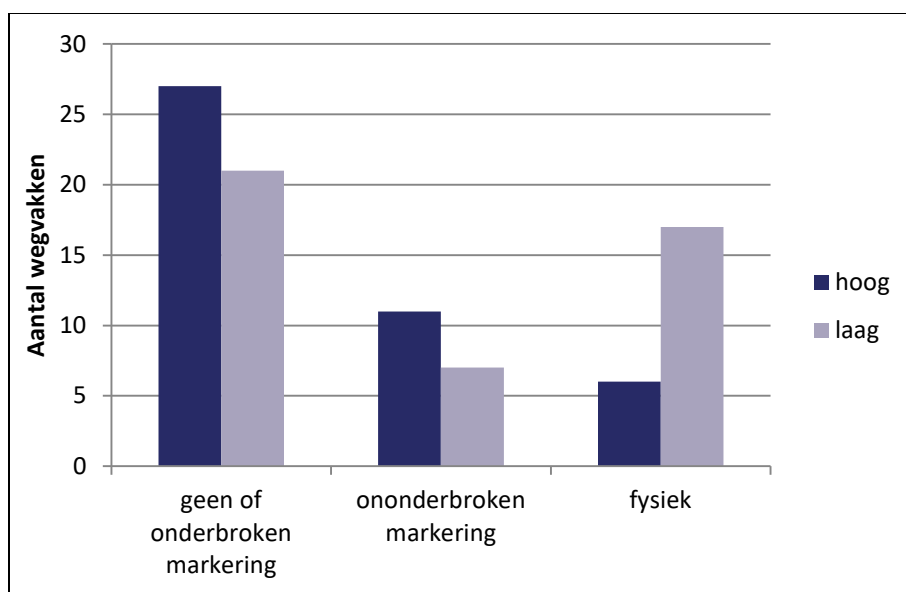
Rijrichtingscheiding autoverkeer

De hypothese is dat oudere fietsers wegvakken met veel autoverkeer mijden. Dus het aandeel ouderen op wegvakken met veel autoverkeer zou laag moeten zijn. Over de intensiteiten van het autoverkeer zijn echter bij SWOV geen gegevens beschikbaar. In de praktijk hebben wegvakken met veel autoverkeer dikwijls een fysieke rijrichtingscheiding. Daarom is het kenmerk rijrichtingscheiding gekozen als aanwijzing voor de hoeveelheid autoverkeer: bij fysieke scheiding zou het aandeel ouderen lager moeten zijn.

Drie soorten rijrichtingscheiding voor autoverkeer is op de verschillende wegvakken aanwezig:

- geen of onderbroken markering;
- ononderbroken markering;
- fysieke scheiding.

In *Afbeelding 5.2a* zijn de drie soorten rijrichtingscheiding gegeven voor een hoog en laag aandeel ouderen. Bij geen of onderbroken markering zijn meer wegvakken met een hoog aandeel ouderen; dat geldt ook voor wegvakken met een ononderbroken markering. Er zijn minder wegvakken met een hoog aandeel ouderen bij een fysieke rijrichtingscheiding

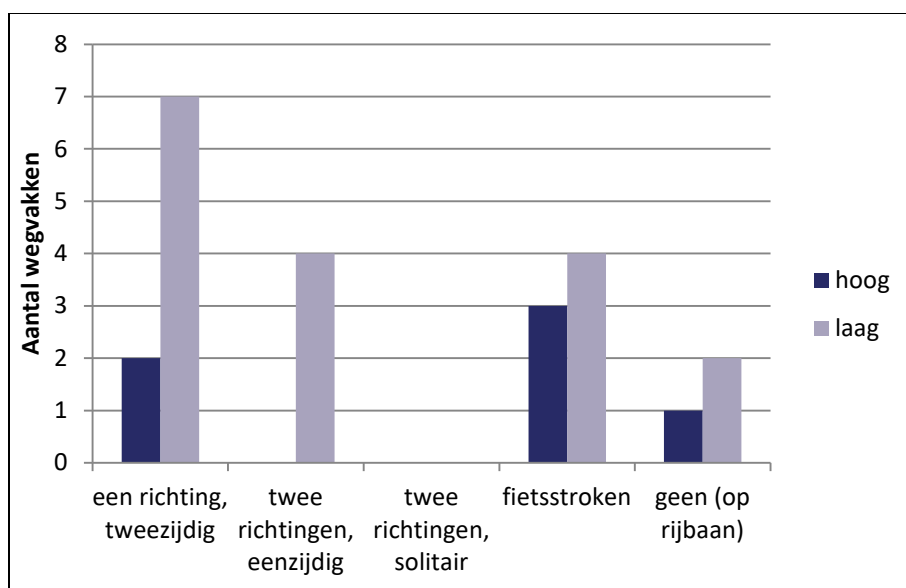


Afbeelding 5.2a. Aantal wegvakken met een hoog en laag aandeel ouderen voor drie soorten rijrichtingscheiding van het autoverkeer.

De hypothese kan worden bevestigd: het aandeel ouderen is laag bij een fysieke rijrichtingscheiding.

Wellicht is er een afhankelijkheid van wegvakken met een fysieke rijrichtingscheiding van het autoverkeer en het type fietsvoorziening.

Afbeelding 5.2b laat zien dat die afhankelijkheid er niet is: bijna alle typen fietsvoorziening komen voor bij een fysieke rijrichtingscheiding.



Afbeelding 5.2b. Aantal wegvakken met een hoog en laag aandeel ouderen voor typen fietsvoorziening met een fysieke rijrichtingscheiding van het autoverkeer.

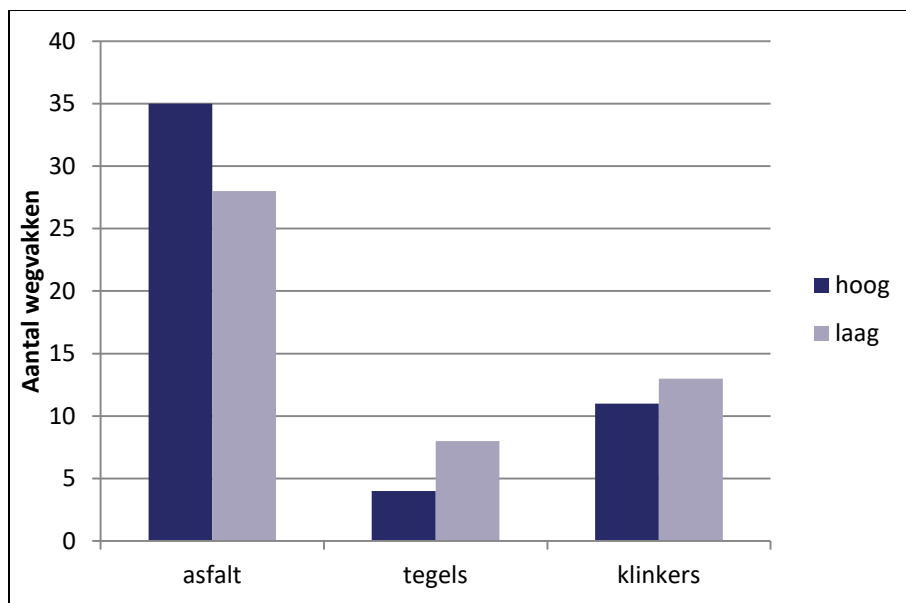
Wegdeksoort voor fietsers

Het wegdek waarvan fietsers gebruikmaken is van invloed op het rijcomfort. Volgens *Hoofdstuk 2* is de hypothese dat ouderen een comfortabel wegdek prefereren; dat is hier opgevat als een wegdek van asfalt. Het aandeel ouderen zou hoog moeten zijn bij een wegdek van asfalt.

Het wegdek is in drie soorten verdeeld:

- asfalt;
- tegels;
- klinkers.

Afbeelding 5.3 laat het aantal wegvakken zien voor de drie soorten wegdek, verdeeld naar wegvakken met een hoog en een laag aandeel ouderen. Er zijn meer wegvakken met tegels en klinkers waarop het aandeel ouderen laag is dan wegvakken met een hoog aandeel ouderen. Op asfalt zijn meer wegvakken met een hoog aandeel ouderen.



Abbeelding 5.3. Aantal wegvakken met een hoog en laag aandeel ouderen voor drie soorten wegdek.

De hypothese kan worden geaccepteerd: meer wegvakken met een hoog aandeel ouderen als het wegdek is gemaakt van asfalt.

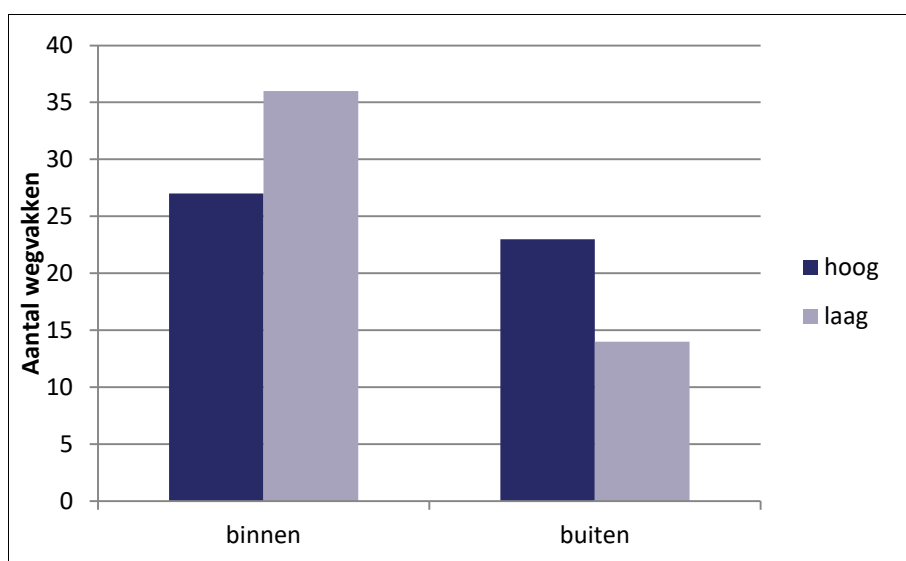
Binnen of buiten bebouwde kom

De hypothese is dat ouderen een grotere voorkeur hebben voor wegvakken buiten dan binnen de bebouwde kom, dus dat er een hoger aandeel ouderen buiten de bebouwde kom is (Schroten, 2017).

De wegvakken zijn verdeeld naar binnen en buiten de bebouwde kom.

Abbeelding 5.4 laat deze tweedeling zien.

Binnen de bebouwde kom zijn meer wegvakken met een laag aandeel ouderen, buiten de bebouwde kom juist meer wegvakken met een hoog aandeel ouderen.



Abbeelding 5.4. Aantal wegvakken binnen en buiten de bebouwde kom met een hoog en laag aandeel ouderen.

De hypothese kan worden geaccepteerd: er zijn meer wegvakken met een hoog aandeel ouderen buiten de bebouwde kom.

5.2.2. Enkele kenmerken van routes van ouderen en jongeren

Continuïteit

Continuïteit van een route is een veiligheids criterium (*Paragraaf 2.2*). Het aantal wegvakken per route geeft een aanwijzing voor de continuïteit van de route. De continuïteit is groter als er een lager aantal wegvakken per route aanwezig is. Ook het aantal wegvakken per 100 meter is een indicator van de continuïteit

In *Tabel 5.3* is onder andere het gemiddeld aantal wegvakken per route en het aantal wegvakken per 100 meter weglengte gegeven. Deze gegevens betreffen alle routes korter dan 25 kilometer.

| Routes korter dan 25 km | Leeftijd | | | Totaal |
|--|---------------|-----------|--------------|--------|
| | Jonger dan 40 | 40 tot 55 | Ouder dan 55 | |
| Gemiddelde routelengte in m | 10.794 | 11.271 | 11.222 | 11.194 |
| Gemiddeld aantal wegvakken per route | 69 | 72 | 72 | 72 |
| Gemiddeld aantal wegvakken per 100 m weglengte | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |

Tabel 5.3. *Per leeftijdsklasse: gemiddelde routelengte, gemiddeld aantal wegvakken per route en gemiddeld aantal wegvakken per 100 m weglengte.*

De verschillen tussen de leeftijdsklasse zijn gering voor routelengte, aantal wegvakken per route en aantal wegvakken per 100 meter weglengte. Deze variabelen geven op de geanalyseerde routes geen extra voordeel (meer continuïteit) voor de ouderen.

Aantal richtingsveranderingen

Het aantal richtingsveranderingen per route is nagegaan voor 100 routes: 50 routes van ouderen en 50 routes van jongere fietsers.

De routes zijn willekeurig geselecteerd, maar er is wel op gelet dat de lengte zo veel mogelijk uniform is verdeeld.

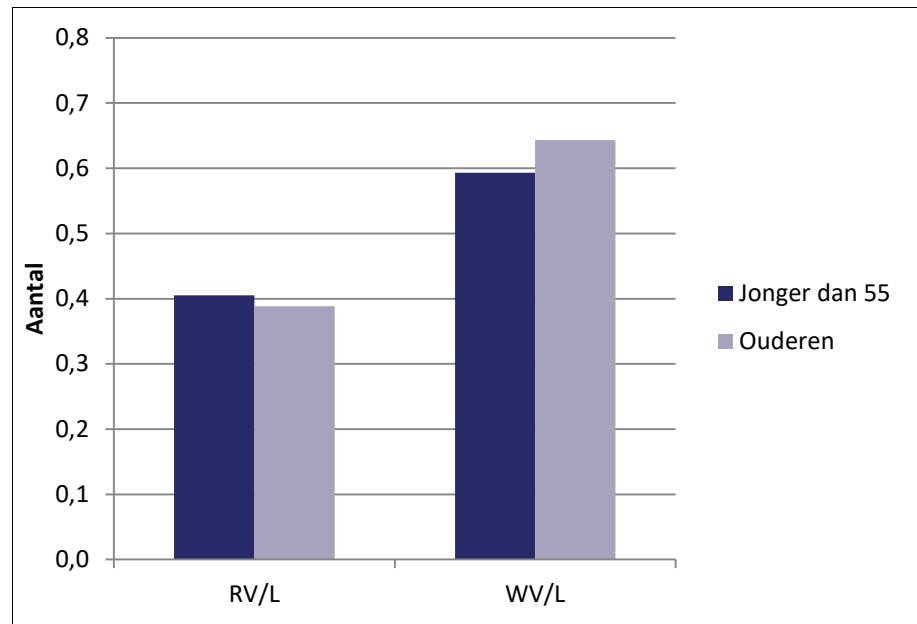
Nagegaan zijn de richtingsveranderingen die groter zijn dan 60 graden.

In *Tabel 5.4* staan voor de verschillende leeftijdsklassen de variabelen totale routelengte in meter, aantal richtingsveranderingen, aantal wegvakken, aantal richtingsveranderingen per kilometer en aantal wegvakken per 100 meter.

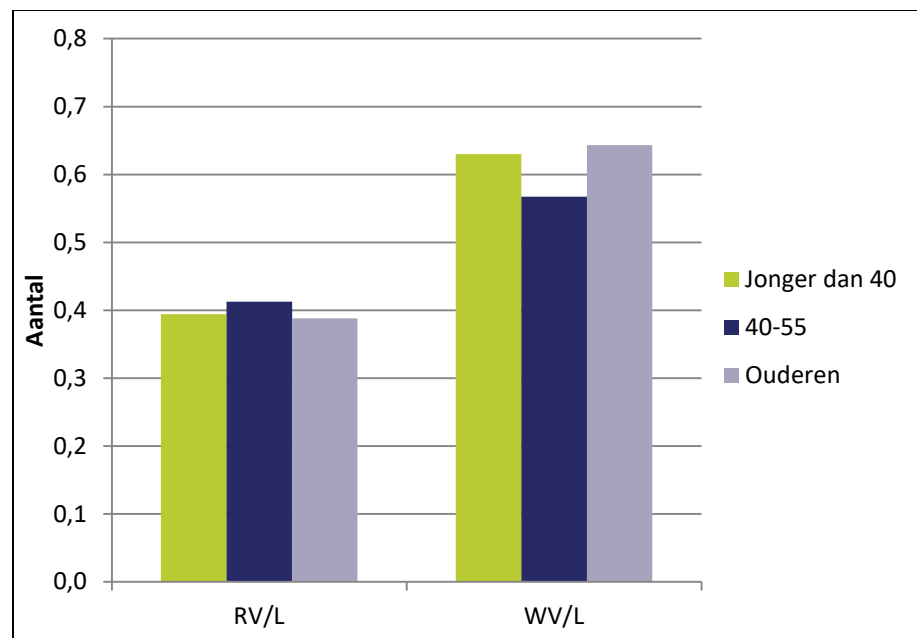
| Leeftijd | Routelengte in m (L) | Aantal richtingsveranderingen (RV) | Aantal wegvakken (WV) | Aantal richtingsveranderingen per km (RV/L) | Aantal wegvakken per 100 m weglengte (WV/L) |
|---------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|---|---|
| Jonger dan 55 | 634637 | 257 | 3765 | 0,405 | 0,593 |
| Jonger dan 40 | 263734 | 104 | 1661 | 0,394 | 0,630 |
| 40 tot 55 | 370903 | 153 | 2104 | 0,413 | 0,567 |
| Ouder dan 55 | 633454 | 246 | 4075 | 0,388 | 0,643 |

Tabel 5.4. *Per leeftijdsklasse: totale routelengte in m, aantal richtingsveranderingen (groter dan 60 graden), aantal wegvakken, aantal richtingsveranderingen per km en aantal wegvakken per 100 m.*

Aanvullend op *Tabel 5.4* zijn in *Afbeelding 5.5* het aantal richtingsveranderingen per kilometer en het aantal wegvakken per 100 meter weergegeven voor fietsers jonger dan 55 jaar en fietsers ouder dan 55 jaar. *Afbeelding 5.6* geeft dezelfde variabelen voor drie leeftijdsklassen.



Afbeelding 5.5. Aantal richtingsveranderingen per km (RV/L) en aantal wegvakken per 100 m (WV/L) voor fietsers jonger dan 55 jaar en voor fietsers ouder dan 55 jaar.



Afbeelding 5.6. Aantal richtingsveranderingen per km (RV/L) en aantal wegvakken per 100 m (WV/L) voor fietsers in drie leeftijdsklassen.

De verschillen tussen de leeftijdsklassen zijn klein, zowel voor het aantal richtingsveranderingen, als voor het aantal wegvakken. Het grootste verschil

is aanwezig tussen de leeftijdsklassen ouder dan 55 en de middenklasse tussen 40 en 55 jaar bij het aantal wegvakken per weglengte. De middenklasse heeft hier een klein voordeel in continuïteit.

5.3. Conclusies

Wat betreft het aantal afgelegde routes per deelnemer, verschillen de drie leeftijdsklassen: de groep ouderen rijdt de meeste routes, de groep jongeren de minste.

De verschillen tussen de leeftijdsklassen bij gemiddelde routelengte en snelheid zijn gering. De oudste leeftijdsklasse rijdt iets langzamer dan de jongere klassen, maar dat verschil is zeer klein.

De hypothese dat ouderen een voorkeur hebben voor wegvakken met een gescheiden fietsvoorziening, dus geen fiets op de rijbaan (met wel of geen stroken), kan gedeeltelijk worden bevestigd. Er zijn twee soorten fietspaden waarop het aandeel ouderen hoog is, maar het aandeel ouderen op stroken is ook hoger en bij eenrichtingspaden lager.

Met de aanname dat op wegvakken met een fysieke rijrichtingscheiding veel autoverkeer passeert, kan de hypothese dat oudere fietsers wegvakken mijden met veel autoverkeer worden bevestigd. Ook de hypothese dat het aandeel ouderen op wegvakken buiten de bebouwde kom hoog is, kan worden geaccepteerd. Ouderen prefereren wegvakken met asfalt, is een hypothese die kan worden bevestigd.

Er is nauwelijks verschil tussen de leeftijdsklassen zichtbaar wat betreft de continuïteit van een route, uitgedrukt in het aantal wegvakken per route en het aantal wegvakken per kilometer.

6. Conclusies en aanbevelingen

Fietsers ouder dan 75 jaar zijn nauwelijks in verplaatsings- en routeonderzoek vertegenwoordigd. Meestal bestaat de groep ouderen uit personen ouder dan 55 jaar.

Microsimulatie

Er is een groot aantal hypothesen geformuleerd over dwars- en kopstaartconflicten waarbij oudere automobilisten en oudere fietsers zijn betrokken. De conflicten vinden voornamelijk plaats op twee rotondes en een viertakskruispunt. Niet veel van de veronderstellingen over conflicten met ouderen zijn geaccepteerd: bij de rotondes gemiddeld ruim de helft (46 van de 80 hypothesen, dus 57,5%), bij het viertakskruispunt slechts 22,5%. Voor de conflicten van alle verkeersdeelnemers (inclusief ouderen) zijn de cijfers respectievelijk 62,5% en 25%. Conflicten met ouderen wijken dus nauwelijks af van de verkeersdeelnemers in het algemeen.

De algemene hypothese is, dat het aantal dwarsconflicten zal afnemen omdat over het geheel gezien de snelheden afnemen en er daardoor minder ernstige conflicten ontstaan. Ook deze hypothese is niet in alle gevallen bevestigd.

De gehanteerde methode is nog niet uitgekristalliseerd. De werking van het model is nog niet goed genoeg doorgrond. Er resteren de volgende kwesties: Worden de conflicten tussen fiets en auto goed genoeg gemodelleerd? Is het model gevoelig genoeg om veranderingen van groepen verkeersdeelnemers wat betreft hun snelheid, voorrangsverlening, acceleratie en reactie adequaat weer te geven?

Fietsroutes

Oudere fietsers (ouder dan 55 jaar) maken meer ritten dan jongere fietsers.

Oudere fietsers hebben een voorkeur voor wegvakken met een fysieke rijrichtingscheiding voor autoverkeer, voor wegvakken met een wegdek van asfalt en voor wegvakken buiten de bebouwde kom.

Het uitgevoerde onderzoek wijst niet op grote veiligheidsproblemen voor oudere fietsers wat betreft routekeuze.

Aanbevelingen

De modellering van de conflicten tussen voertuigen dient nader te worden bestudeerd, met name de conflicten tussen fietsers en motorvoertuigen.

De gevoeligheid van het model voor veranderingen bij groepen verkeersdeelnemers zou verder moeten worden geëxploreerd.

Analyse van verplaatsingsgegevens zoals van de B-riders, dienen geanalyseerd te worden met software die is toegesneden op ruimtelijke analyses.

Literatuur

AVV (2004). *Routekeuze in het Knooppunt Arnhem Nijmegen (KAN); Motieven van weggebruikers bij routekeuze op 2 specifieke trajecten in het KAN en de rol die informatie hierbij speelt*. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Rotterdam.

Bax, C., Petegem, J.H. van & Giesen, M. (2014). *Passen gemeenten de Ontwerpwijzer Fietsverkeer toe?* R-2014-23. SWOV, Den Haag.

Bax, C.A., Petegem, J.W.H. van, Vissers, L., Davidse, R.J. & Wesseling, S. (2017). *Benutting van de CROW-publicatie Seniorenproof wegontwerp*. R-2017-9. SWOV, Den Haag.

Bovy, P.H.L. & Adel, D.N. den (1984). *Stated preference onderzoek naar routekeuzegedrag: een nieuwe combinatie*. In: Est, J. van (ed.), Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1984, Mobiliteit in beweging, Deel 1, Delft, CVS, pp. 96-91.

Bovy, P.H.L. & Stern, E. (1990). *Route choice: wayfinding in transport networks*. Kluwer, Dordrecht.

Chandra, S. (2014). *Safety-based path finding in urban areas for older drivers and bicyclists*. In: Transportation Research Part C vol. 48, p. 143-157.

Dijkstra, A. (2012). *Effecten van een robuust wegennet op het fietsverkeer*. R-2012-3. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2010). *Veilig samenspel van wegenstructuur, verkeerscirculatie en routekeuze*. R-2010-29. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2011). *En route to safer roads: How road structure and road classification can affect road safety*. Proefschrift. Universiteit Twente. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. & Drolenga, J. (2006). *Verkeersveiligheidsevaluaties van routekeuze; bouwstenen voor een methode gebaseerd op het gebruik van microsimumodellen*. R-2006-19. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, Ch. (2015). *Effecten van vergrijzing op verkeersgedrag en mobiliteit*. R-2015-16. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, Ch., Drolenga, J. & Smits, A. (2006). *Routekeuze van automobilisten; Resultaten van een vragenlijstonderzoek*. R-2006-33. SWOV, Leidschendam.

Gommers, M.J.P.F. & Bovy, P.H.L. (1987). *Evaluatie fietsroutenetwerk Delft: Routekeuzegedrag en netwerkgebruik*. Eindrapport. OSPA. Faculteit Bouwkunde. Technische Universiteit Delft.

- Goudappel Coffeng (1998). *Evaluatie RIA fase 4: Deelrapportage milieuanalyse*. Goudappel Coffeng, Deventer.
- Hair-Buijssen, S.H.H.M. de & Horst, A.R.A. van der (2012). *Conflicten op fietspaden. Fase 1*. Rapport TNO 2012 R10084. TNO, Soesterberg.
- Joolink, H. (2016). *Routekeuze fietsers Enschede; Vergelijking van de routekeuzevoorkeur van fietsers in Enschede, met de afgelegde route*. MSc thesis. Universiteit Twente, Enschede.
- Overdijk, R.P.J. van (2016). *The influence of comfort aspects on route and mode choice decisions of cyclists in the Netherlands; An approach to improve bicycle transportation planning in practice*. MSc thesis. University of Technology, Eindhoven.
- RWS (1987). *Evaluatie fietsroutenetwerk Delft: Integraal eindrapport*. Dienst Verkeerskunde. Rijkswaterstaat, Den Haag.
- Schroten, M. (2017). *Route choices of elderly bicyclists; Study on route choices of, and safety implications for elderly cyclists*. Stageverslag. NHTV, Breda en SWOV, Den Haag.
- Stern, E. & Leiser, D. (1988). *Levels of spatial knowledge and urban travel modeling*. In: *Geographical Analysis*, vol. 20, nr. 2, p.140-155.
- SWOV (2017). *Duurzaam Veilig wegverkeer*. SWOV-Factsheet, oktober 2017. SWOV, Den Haag.
- Vedel, S.E., Jacobsen, J.B. & Skov-Petersen, H. (2017). *Bicyclists' preferences for route characteristics and crowding in Copenhagen - A choice experiment study of commuters*. In: *Transportation research Part A*, 100, p. 53-64.
- Weijermars, W., Schagen, I. van, Moore, K., Goldenbeld, Ch., et al. (2017). *Monitor Verkeersveiligheid 2017*. R-2017-17. SWOV, Den Haag.

Simulatie van fietsconflicten: vergelijking met resultaten TNO-studie

Door Dijkstra (2012) zijn met een microsimulatiemodel ontmoetingen tussen kruisende motorvoertuigen en fietsen gemodelleerd. Dit was een theoretische exercitie omdat:

- het een fictief kruispunt betrof;
- er geen gegevens waren van werkelijke ontmoetingen tussen fietsen en motorvoertuigen.

Er zijn in het algemeen weinig gedetailleerde waarnemingen van kruisende motorvoertuigen en fietsen beschikbaar. Dergelijke waarnemingen zijn meestal te tijdrovend en arbeidsintensief om uit te voeren.

TNO heeft in opdracht van de voormalige Dienst Verkeer en Scheepvaart waarnemingen verricht van elkaar kruisende fietsers en bromfietzers op een kruispunt van fietspaden (De Hair-Buijssen & Van der Horst, 2012).

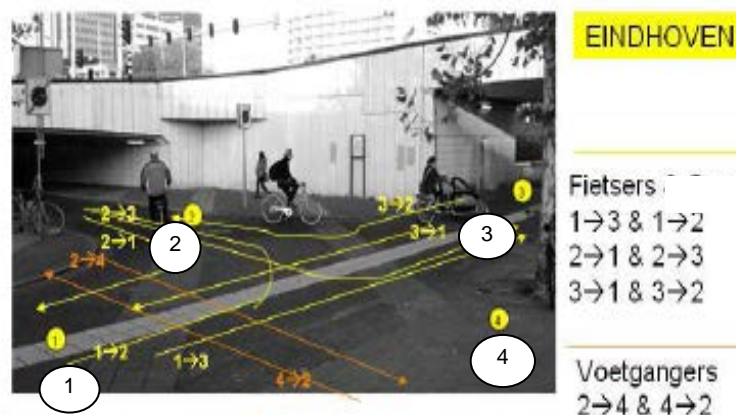
De SWOV heeft de resultaten van deze waarnemingen kunnen gebruiken om een simulatie van dit soort ontmoetingen (met hetzelfde model als gebruikt door Dijkstra) te vergelijken met de TNO-waarnemingen.

Waarnemingen van TNO

TNO heeft waarnemingen verricht op drie locaties:

- een smal tweerichtingspad (recht wegvak) met overstekende voetgangers;
- een smal tweerichtingspad (gebogen wegvak, nadering van kruispunt met verkeerslichten) met overstekende voetgangers;
- een drietakskruispunt met kruisende fietsers en bromfietzers, alsmede overstekende voetgangers.

De waarnemingen zijn uitgevoerd met videocamera's. Per locatie is op drie dagen waargenomen, per dag drie perioden van twee uur. Van elke locatie zijn de aantallen passerende fietsers en bromfietzers en de overstekende voetgangers geteld. De opnamen zijn gebruikt om vast te stellen welke ontmoetingen tot conflicten leiden en wat de ernst is van die conflicten. Hiervoor is de DOCTOR-methode gebruikt (Kraay & Van der Horst, 1986).



Afbeelding B1. *Kruispunt van tweerichtingspaden*

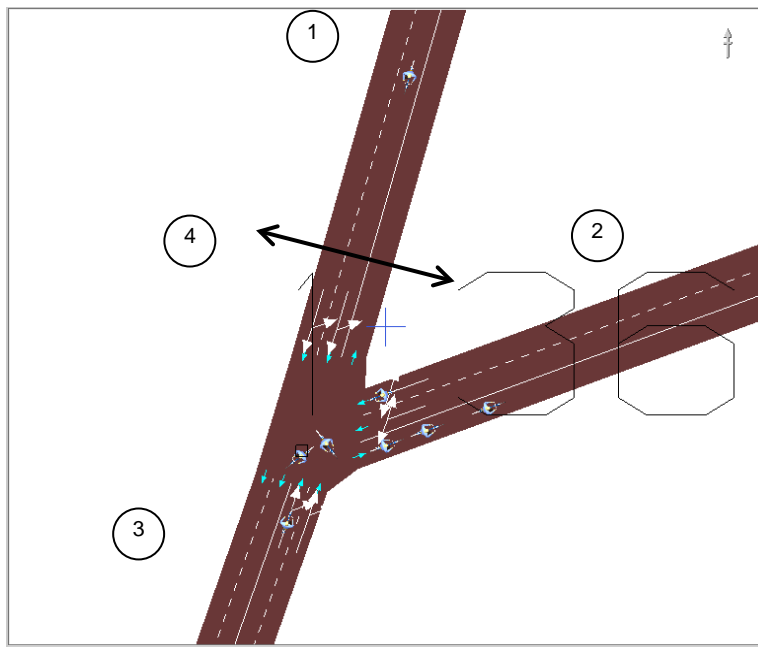
Het microsimulatiemodel van de SWOV is vooral inzetbaar voor kruisende en overstekende ontmoetingen. Daarom is het hiervoor genoemde drietakskruispunt als locatie gekozen voor de vergelijking tussen de resultaten van de waarnemingen en van de simulatie. Het kruispunt is gelegen in Eindhoven (*Afbeelding B1*). Het is een kruispunt van tweerichtingspaden, is ongeregeld, rechts heeft voorrang. De voetgangers worden geacht te wachten met oversteken tot het pad vrij is.

Simulaties met S-Paramics vergeleken met waarnemingen TNO

Vorbereiding van de simulaties

In S-Paramics is het niet gebruikelijk dat fietsverkeer wordt gesimuleerd. In een eerder project (Dijkstra, 2012) zijn al aanpassingen aangebracht om een voertuig aan het verkeer deel te laten nemen dat de belangrijkste kenmerken van een fiets heeft (lengte, hoogte, massa, positie vooras, maximale snelheid). In de simulaties van het Eindhovense kruispunt zijn twee fietstypen gebruikt (langzaam en snel, respectievelijk maximaal 12 en 18 km/uur). Daarnaast is een bromfiets geconstrueerd met een maximale snelheid van 45 km/uur. De categorie snorfiets is weggelaten in de simulaties. TNO heeft in de tellingen de aantallen snorfietsen en bromfietsen samengevoegd.

In S-Paramics halen voertuigen zelden in op korte wegvakken. Om de snellere fietsen en de bromfietsen te kunnen laten inhalen, zijn er extra stroken aangebracht. In beginsel houden voertuigen zo lang mogelijk rechts. Er is een voetganger gedefinieerd. Een overstekende voetganger kan alleen worden gesimuleerd als er een kruispunt is gemodelleerd waarop voertuigen niet kunnen afslaan. De voetganger hoeft geen voorrang te verlenen. Dit sluit aan bij het feitelijk gedrag van overstekende voetgangers op fietspaden.



Nummering van de takken is gelijk aan *Afbeelding 1*

Afbeelding B2. Drietakskruispunt van tweerichtingspaden in S-Paramics

Het gesimuleerde kruispunt is te zien in *Afbeelding B2*. De voetgangers steken over van tak 2 naar tak 4 en vice versa (zie pijl). De hoeken van het

kruispunt (boogstralen) zijn bewust krap vormgegeven, zodat fietsen en bromfietsen hun snelheid moeten aanpassen.

De simulaties beslaan een periode van twee uur. Zowel de ochtendspits (7 tot 9 uur) als de avondspits (16 tot 18 uur) zijn gesimuleerd. De aantallen fietsers, bromfietsers en overstekende voetgangers in de verschillende richtingen, zijn gelijk aan de aantallen die TNO heeft geteld (De Hair-Buijssen & Van der Horst, 2012; pp. 22-26) Voor de eenvoud van de simulaties zijn de aantallen fietsen en bromfietsen gesommeerd voor de herkomst-bestemmingsmatrix (*Tabel B1*). Vervolgens is in elke simulatie een percentage bromfietsen aangenomen, respectievelijk 0% (dus geen bromfietsen), 16% en 8%). Het aantal overstekende voetgangers is gering zoals in *Tabel B2* is te zien.

| | | ochtendspits | avondspits |
|--------|------|--------------|------------|
| van | naar | per uur | per uur |
| 1 | 3 | 601 | 291 |
| 3 | 1 | 97 | 235 |
| 2 | 1 | 265 | 279 |
| 1 | 2 | 178 | 108 |
| 2 | 3 | 355 | 248 |
| 3 | 2 | 236 | 604 |
| totaal | | 1730 | 1765 |

Tabel B1. Aantal fietsen en bromfietsen per richting per uur (zie Afbeelding B2 voor nummering van de rijrichting)

| | | ochtendspits | avondspits |
|--------|------|--------------|------------|
| van | naar | per uur | per uur |
| 2 | 4 | 5 | 13 |
| 4 | 2 | 8 | 11 |
| totaal | | 13 | 24 |

Tabel B2. Aantallen overstekende voetgangers per richting per uur (zie Afbeelding B2 voor nummering van de oversteekrichting)

Resultaten simulaties

De resultaten van de simulaties bevatten aantallen conflicten bij een aangenomen kritieke waarde van de time-to-collision (TTC). De aantallen conflicten zijn onderscheiden naar drie soorten: kop-staart, lateraal en frontaal. De conflicten zijn niet te onderscheiden naar conflictpartners. De resultaten voor de simulatie met alleen fietsers en voetgangers (*Tabel B3a en B3b*) laten zien, dat bij oversteekconflicten alleen conflicten van het soort 'kop-staart' optreden. Dit zijn conflicten tussen fietsers in dezelfde richting: de fietser die langzamer gaat rijden om een voetganger over te laten steken hindert achteropkomende fietsers. Een groot deel van de kruispuntconflicten bij $TTC = 2,5$ s is 'lateraal'; bij $TTC = 1,5$ s is dit aandeel sterk gereduceerd en zijn de kop-staartconflicten en frontale conflicten dominant aanwezig.

| TTC = 2,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 58 | 122 | 56 | 236 |
| oversteek | 31 | 0 | 0 | 31 |
| alleen fietsen | | | | |

Tabel B3a. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde $TTC = 2,5$ s en alleen fietsen en voetgangers in de simulaties (ochtendspits).

| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 14 | 2 | 11 | 27 |
| oversteek | 11 | 0 | 0 | 11 |
| alleen fietsen | | | | |

Tabel B3b. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 1,5 s en alleen fietsen en voetgangers in de simulaties (ochtendspits).

In de simulatie met 16% bromfietsers (Tabel B4a en B4b) zijn veel meer kop-staartconflicten dan in de vorige simulatie. De snelheidsverschillen tussen de bromfietsers en de fietsers spelen hierbij ongetwijfeld een grote rol. De andere conflictsoorten laten minder grote veranderingen zien. Ter plaatse van het kruispunt passen de bromfietsen de snelheid kennelijk voldoende aan om dit soort conflicten te vermijden.

| TTC = 2,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|-----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 195 | 104 | 62 | 361 |
| oversteek | 69 | 0 | 0 | 69 |
| 16% bromfietsen | | | | |

Tabel B4a. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 2,5 s en 16% bromfietsen in de simulaties (ochtendspits).

| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|-----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 111 | 3 | 15 | 129 |
| oversteek | 29 | 0 | 0 | 29 |
| 16% bromfietsen | | | | |

Tabel B4b. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 1,5 s en 16% bromfietsen in de simulaties (ochtendspits).

De simulatie met 8% bromfietsen (Tabel B5a en B5b) komt het meest overeen met het gemiddeld aandeel waargenomen bromfietsen op de locatie in Eindhoven. De aantallen laterale en frontale conflicten zijn hoger dan bij de simulatie met 16% bromfietsen en TTC = 2,5 s; bij TTC = 1,5 s geldt dit niet. Waarom treedt dit verschil op? In deze simulatie zijn er meer conflicten tussen fiets en bromfiets omdat er minder bromfietsen in de simulatie rijden (en daar fietsen voor in de plaats zijn gekomen). De verschillen tussen fiets en bromfiets in een ontmoeting zijn groter dan de verschillen tussen twee elkaar ontmoetende bromfietsen. Dat kan de ernst van een conflict vergroten.

| TTC = 2,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 122 | 128 | 86 | 336 |
| oversteek | 46 | 0 | 0 | 46 |
| 8% bromfietsen | | | | |

Tabel B5a. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 2,5 s en 8% bromfietsen in de simulaties (ochtendspits).

| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 67 | 1 | 13 | 81 |
| oversteek | 12 | 0 | 0 | 12 |
| 8% bromfietsen | | | | |

Tabel B5b. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 1,5 s en 8% bromfietsen in de simulaties (ochtendspits).

Ten slotte is een simulatie uitgevoerd voor de avondspits (Tabel B6a en B6b). In de avondspits zijn de aantallen per rijrichting anders dan in de ochtendspits. Op dit drietakskruispunt leidt dit tot andere getalsmatige verhoudingen van de soorten ontmoetingen. Het totale aantal conflicten bij TTC = 2,5 s is ongeveer gelijk, maar het aandeel frontale conflicten is veel hoger dan in de ochtendspits. Het aantal conflicten bij TTC = 1,5 s is gedaald; ook hier is het aandeel frontale conflicten veel hoger dan in de ochtendspits. Frontale conflicten zijn potentieel ernstiger dan kop-staartconflicten. De conflicten in de avondspits hebben dus een ernstiger karakter.

| TTC = 2,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 71 | 78 | 184 | 333 |
| oversteek | 20 | 0 | 0 | 20 |
| 8% bromfietsen | | | | |

Tabel B6a. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 2,5 s en 8% bromfietsen in de simulaties (avondspits).

| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| kruispunt | 27 | 3 | 30 | 60 |
| oversteek | 5 | 0 | 0 | 5 |
| 8% bromfietsen | | | | |

Tabel B6b. Aantallen conflicten per type conflict, kritieke waarde TTC = 1,5 s en 8% bromfietsen in de simulaties (avondspits).

Conflicten op locatie Eindhoven

TNO heeft uit de videowaarnemingen conflicten afgeleid. Er zijn conflicten bepaald voor ontmoetingen tussen fietsers onderling (F-F), tussen fiets en bromfiets (F-B), tussen bromfietsers onderling (B-B) en voor ontmoetingen met overstekende voetgangers (F, B-V). De conflicten zijn waargenomen gedurende een uur in de avondspits. Tabel B7a geeft de resulterende aantallen conflicten, ongeacht de ernst. De meeste conflicten zijn 'kruisend'; 'zelfde richting' (kop-staart) komt nauwelijks voor. Conflicten met voetgangers zijn niet waargenomen.

| | | | | |
|----------------|-----------------|----------|----------|--------|
| ongeacht ernst | | | | |
| 16 - 17 uur | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| F - F | 0 | 9 | 1 | 10 |
| F - B | 1 | 6 | 1 | 8 |
| B - B | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Totaal | 1 | 16 | 2 | 19 |
| | | | | |
| per uur | | | | |
| F, B - V | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabel B7a. Aantallen conflicten in een uur (avondspits), gescoord met DOCTOR, naar conflicttype (F = fiets, B = snor-/bromfiets, V = voetganger).

TNO heeft ook ernstige conflicten bepaald; deze zijn in Tabel B7b vermeld. Van de 19 conflicten zijn er drie van ernstige aard, waarvan twee 'kruisend'.

| | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|----------|--------|
| ernstige conflicten | | | | |
| 16 - 17 uur | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| alle conflicttypen | 1 | 2 | 0 | 3 |

Tabel B7b. Aantallen ernstige conflicten in een uur (avondspits), gescoord met DOCTOR.

TNO heeft ook conflicten bepaald voor een langere periode, namelijk zeven uur, verspreid over verschillende uren en dagen (Tabel B8a en B8b). Ook in de langere periode zijn de kruisende conflicten dominant. Er komen nu wel meer conflicten in dezelfde richting voor.

Bij de ernstige conflicten zijn alle drie conflictsoorten vertegenwoordigd, waarvan de kruisende conflicten weer in meerderheid zijn.

| | | | | |
|----------------|-----------------|----------|----------|--------|
| ongeacht ernst | | | | |
| zeven uren | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| F - F | 5 | 16 | 5 | 26 |
| F - B | 1 | 9 | 1 | 11 |
| B - B | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Totaal | 6 | 26 | 7 | 39 |
| | | | | |
| per uur | | | | |
| F, B - V | 0 | 1 | 0 | 1 |

Tabel B8a. Aantallen conflicten gedurende zeven uur (verspreid over de dag), gescoord met DOCTOR, naar conflicttype (F = fiets, B = snor-/bromfiets, V = voetganger).

| | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|----------|--------|
| ernstige conflicten | | | | |
| zeven uren | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| alle conflicttypen | 2 | 9 | 2 | 13 |

Tabel B8b. Aantallen ernstige conflicten gedurende zeven uur (verspreid over de dag), gescoord met DOCTOR.

Gecorrigeerde aantallen

De aantallen conflicten in de simulaties en tijdens de waarnemingen zijn niet meteen onderling vergelijkbaar. De duur van de simulaties verschilt van de waarnemingen. Tevens zijn de aantallen passerende voertuigen niet altijd gelijk in de simulaties en tijdens de waarnemingen, met name in de waarnemingsperiode van zeven uur. Daarom is een correctie toegepast die wel een vergelijking tussen simulatie en waarneming mogelijk maakt. De correctie is uitgevoerd op de TNO-resultaten.

De *Tabellen B7a en B7b* zijn gecorrigeerd voor de duur, want de waarneming is uitgevoerd gedurende een uur, en de simulatie gedurende twee uur. De aantallen in de genoemde tabellen van TNO zijn met een factor 2,0 vermenigvuldigd; zie *Tabel B9a en B9b*. De uurintensiteit tijdens de waarneming is (zoals beoogd) bijna gelijk aan de uurintensiteit in de simulatie; daardoor is geen extra correctie nodig.

| ongeacht ernst | | | | |
|----------------|-----------------|----------|----------|--------|
| twee uur | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| F - F | 0,0 | 18,0 | 2,0 | 20,0 |
| F - B | 2,0 | 12,0 | 2,0 | 16,0 |
| B - B | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 |
| Totaal | 2,0 | 32,0 | 4,0 | 38,0 |
| | | | | |
| per uur | | | | |
| F, B - V | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabel B9a. *Gecorrigeerde aantallen conflicten per twee uur (avondspits), gescoord met DOCTOR, naar conflicttype (F = fiets, B = snor-/bromfiets, V = voetganger).*

| ernstige conflicten | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|----------|--------|
| twee uur | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| alle conflicttypen | 2.0 | 4.0 | 0.0 | 6.0 |

Tabel B9b. *Gecorrigeerde aantallen conflicten per twee uur (avondspits), gescoord met DOCTOR.*

De *Tabellen B8a en B8b* zijn gecorrigeerd voor de duur: twee uur in plaats van zeven uur. Daartoe is een correctiefactor twee zevende gehanteerd. In de simulatie passeren gemiddeld 1.748 fietsers en snor-/bromfietsers per uur, in de TNO-studie in de periode van zeven uur 1.398 per uur. De benodigde correctiefactor is 1,25. Beide correctiefactoren samen geven een factor 0,357. De gecorrigeerde aantallen zijn in *Tabel B10a en B10b* weergegeven.

| | | | | |
|----------------|-----------------|----------|----------|--------|
| ongeacht ernst | | | | |
| twee uur | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| F - F | 1,8 | 5,7 | 1,8 | 9,3 |
| F - B | 0,4 | 3,2 | 0,4 | 3,9 |
| B - B | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,7 |
| Totaal | 2,1 | 9,3 | 2,5 | 13,9 |
| | | | | |
| per uur | | | | |
| F, B - V | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,4 |

Tabel B10a. *Gecorrigeerde aantallen conflicten per twee uur (verspreid over de dag), gescoord met DOCTOR, naar conflicttype (F = fiets, B = snor-/bromfiets, V = voetganger).*

| | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|----------|--------|
| ernstige conflicten | | | | |
| twee uur | zelfde richting | kruisend | frontaal | Totaal |
| alle conflicttypen | 0.7 | 3.2 | 0.7 | 4.6 |

Tabel B10b. *Gecorrigeerde aantallen conflicten per twee uur (verspreid over de dag), gescoord met DOCTOR.*

Vergelijking aantallen conflicten tussen waarnemingen en simulaties

Na de aantallen waargenomen conflicten te hebben gecorrigeerd, worden de aantallen conflicten in *Tabel B9a, B9b, B10a en B10b* vergeleken met de aantallen in *Tabel B6a en B6b*. De aantallen van de simulatie (*Tabel B6a*) zijn veel hoger dan de aantallen bij de waarnemingen (*Tabel B9a*). Niet alleen zijn de aantallen verschillend, ook de verdeling over de conflictsoorten is anders: veel meer 'kop-staart' en 'frontaal' in de simulatie dan bij de waarnemingen. De 78 laterale conflicten in de simulatie en de 32 kruisende conflicten bij de waarnemingen schelen een factor 2,4. Tussen de aantallen ernstige conflicten in *Tabel B6b* en in *Tabel B9b* zit een factor 10 voor het totale aantal. Bij de laterale ernstige conflicten zijn er echter drie conflicten in de simulatie en vier bij de waarnemingen gevonden; de orde van grootte van deze aantallen komt overeen.

De aantallen in *Tabel B10a* zijn veel kleiner dan in *Tabel B9a*. Het verschil met de aantallen in *Tabel B6a* is daardoor nog groter dan hiervoor al is vermeld. De aantallen laterale conflicten in *Tabel B10b en B6b* zijn aan elkaar gelijk.

Concluderend: de waarnemingen laten slechts een gering aantal kop-staartconflicten en frontale conflicten zien, terwijl in de simulaties juist grote aantallen van die conflictsoorten optreden. De laterale ernstige conflicten zijn echter in de simulatie en bij de waarnemingen van dezelfde orde van grootte.

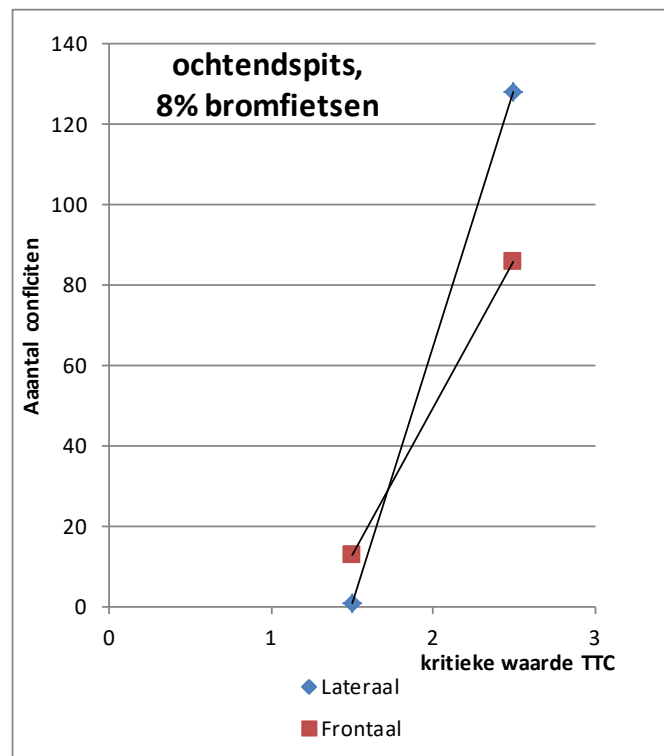
Dat in de simulatie veel frontale conflicten optreden, komt voort uit de manier waarop bij de berekening van de TTC-waarden de dwarspositie van elk voertuig is gedefinieerd. In beginsel is elk wegvak daarin een lijnstuk zonder breedte, alle voertuigen bevinden zich op dezelfde lijn. Daardoor zullen twee voertuigen die in tegengestelde richting rijden per definitie met elkaar in conflict komen. Bij de waarnemingen geldt deze beperking niet en zullen tegengestelde voertuigen niet als conflicterend worden gezien.

De kop-staartconflicten in de simulatie betreffen niet alleen de voertuigen vlak voor een ontmoetingspunt (zoals een kruispunt), maar alle voertuigen in het voorafgaande wegvak (lengte 25-50 meter). De kop-staartconflicten tijdens de waarnemingen betreffen alleen de voertuigen vlak voor het kruispunt.

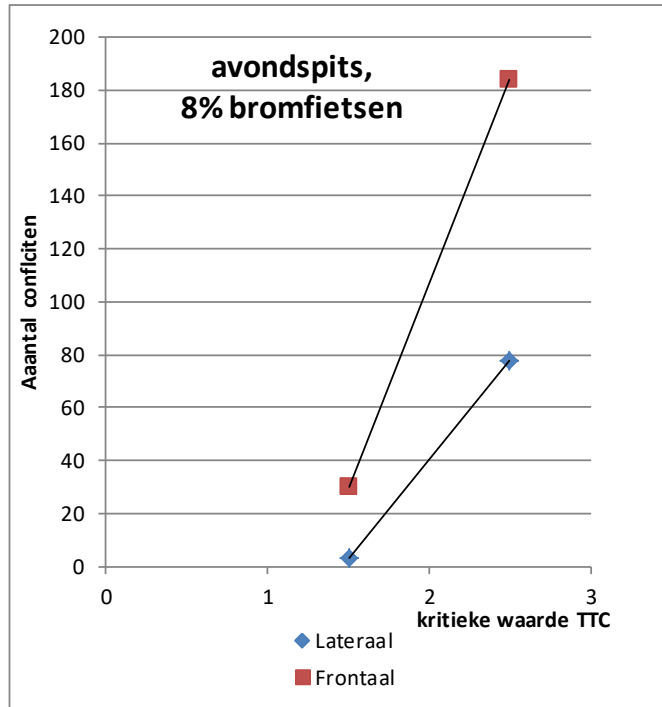
Alleen bij de laterale conflicten is de manier van registreren voor simulatie en waarneming aan elkaar gelijk. Daardoor zijn deze aantallen conflicten van dezelfde orde van grootte.

Ernst van een conflict

Hiervoor is duidelijk geworden dat het aantal conflicten in de simulatie bij een kritieke waarde van de $TTC = 2,5$ s veel hoger is dan bij $TTC = 1,5$ s. De *Afbeeldingen B3 en B4* illustreren dat er in het gebied tussen $TTC = 0$ s en $TTC = 1,5$ s er nog nauwelijks ruimte is voor een verdere afname van het aantal conflicten. De grens van 1,5 s lijkt een goede keuze voor de kritieke waarde te zijn.

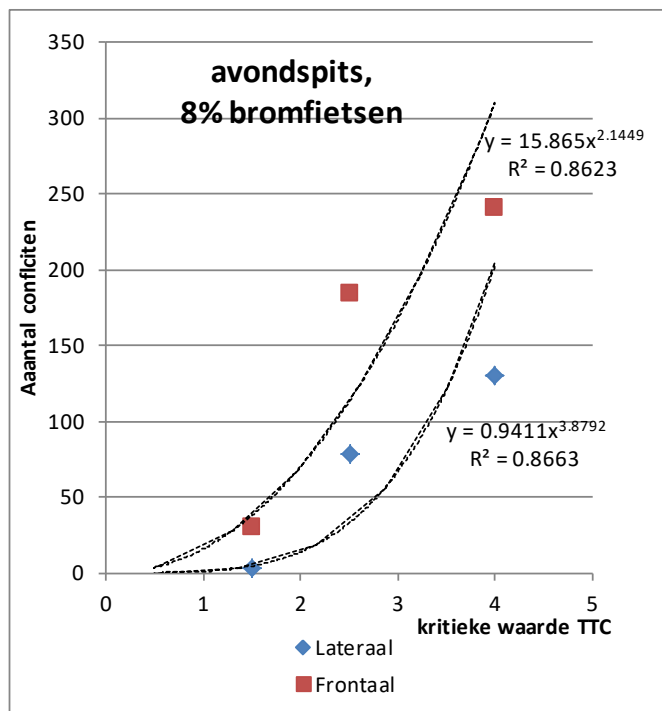


Afbeelding B3. Aantal conflicten in de ochtendspits, afgezet tegen de gekozen kritieke waarde van de TTC , voor laterale en frontale conflicten.



Afbeelding B4. Aantal conflicten in de avondspits, afgezet tegen de gekozen kritieke waarde van de TTC, voor laterale en frontale conflicten.

In Afbeelding B5 is een extrapolatie uitgevoerd (tussen 0 s en 1,5 s) die laat zien dat bij TTC = 1,5 s wel ongeveer een minimaal niveau is bereikt voor het aantal conflicten.



Afbeelding B5. Aantal conflicten in de avondspits, afgezet tegen de gekozen kritieke waarde van de TTC (1,5 s, 2,5 s en 4,0 s), voor laterale en frontale conflicten.

Tabel B11 geeft het percentage conflicten bij TTC = 1,5 s als percentage van het aantal conflicten bij TTC = 2,5 s. Dit percentage varieert tussen 0,8 en 56,9. De laagste percentages wordt aangetroffen bij de laterale conflicten, de hoogste bij de kop-staartconflicten. In de simulatie met alleen fietsen en voetgangers is het percentage ernstige kruispuntconflicten 11,4, met 16% bromfietsers is het percentage 35,7 en bij 8% bromfietsen 24,1. De aanwezigheid van bromfietsen op het fietspad heeft een substantiële invloed op het aantal ernstige conflicten.

| percentages van conflicten bij TTC = 2,5s | | | | |
|---|------------|----------|----------|--------|
| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
| kruispunt | 24.1 | 1.6 | 19.6 | 11.4 |
| oversteek | 35.5 | | | 35.5 |
| alleen fietsen | | | | |
| percentages van conflicten bij TTC = 2,5s | | | | |
| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
| kruispunt | 56.9 | 2.9 | 24.2 | 35.7 |
| oversteek | 42.0 | | | 42.0 |
| 16% bromfietsen | | | | |
| percentages van conflicten bij TTC = 2,5s | | | | |
| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
| kruispunt | 54.9 | 0.8 | 15.1 | 24.1 |
| oversteek | 26.1 | | | 26.1 |
| 8% bromfietsen, ochtendspits | | | | |
| percentages van conflicten bij TTC = 2,5s | | | | |
| TTC = 1,5s | Kop-staart | Lateraal | Frontaal | Totaal |
| kruispunt | 38.0 | 3.8 | 16.3 | 18.0 |
| oversteek | 25.0 | | | 25.0 |
| 8% bromfietsen, avondspits | | | | |

Tabel B11. Percentage conflicten bij kritieke waarde TTC = 1,5 s (het aantal conflicten bij kritieke waarde TTC = 2,5 s is op 100% gesteld).

Conclusies, discussie en aanbevelingen

De aantallen laterale ernstige conflicten zijn in de simulatie en bij de waarnemingen van dezelfde orde van grootte.

In de simulaties komen grote aantallen kop-staartconflicten en frontale conflicten voor, bij de waarnemingen is dat niet het geval. Dit verschil ontstaat door de verschillende manieren waarop in de simulatie en bij de waarnemingen beide conflicten worden bepaald.

De resultaten voor de simulatie met alleen fietsers en voetgangers laten zien dat bij oversteekconflicten alleen conflicten van het soort 'kop-staart' optreden. Dit zijn conflicten tussen fietsers in dezelfde richting: de fietser die langzamer gaat rijden om een voetganger over te laten steken hindert achteropkomende fietsers. Een groot deel van de kruispuntconflicten tussen fietsers onderling is 'lateraal' bij TTC = 2,5 s; bij TTC = 1,5 s is dit aandeel sterk gereduceerd en zijn de kop-staartconflicten en frontale conflicten dominant aanwezig.

De aantallen laterale en frontale conflicten in de simulatie met 8% bromfietsen zijn hoger dan bij de simulatie met 16% bromfietsen en TTC =

2,5 s; bij $TTC = 1,5$ s geldt dit niet. Waarom treedt dit verschil op? In de simulatie met 8% bromfietsen zijn er meer conflicten tussen een fiets en een bromfiets omdat er minder bromfietsen in de simulatie rijden (en daar fietsen voor in de plaats zijn gekomen). De verschillen tussen een fiets en een bromfiets (massa) in een ontmoeting zijn groter dan de verschillen tussen twee elkaar ontmoetende bromfietsen. Dat vergroot de ernst van een conflict.

De waarnemingen van TNO op een kruispunt in Eindhoven toont dat de meeste conflicten 'kruisend' zijn, 'zelfde richting' (kop-staart) komt nauwelijks voor. Conflicten met voetgangers zijn niet waargenomen. Bij de ernstige conflicten zijn alle drie conflictsoorten vertegenwoordigd, waarvan de kruisende conflicten weer in meerderheid.

In het gebied tussen een kritieke waarde van $TTC = 0$ s en $TTC = 1,5$ s er nog nauwelijks ruimte voor een verdere afname van het aantal conflicten. De grens van 1,5 s lijkt een goede keuze voor de kritieke waarde. Het aandeel ernstige conflicten ($TTC = 1,5$ s) als percentage van het aantal conflicten met $TTC = 2,5$ s is laag bij de laterale conflicten en hoog bij de kop-staartconflicten. In de simulatie met alleen fietsers en voetgangers is het percentage ernstige kruispuntconflicten 11,4, met 16% bromfietzers is het 35,7 en bij 8% bromfietsen 24,1. De aanwezigheid van bromfietzers op het fietspad heeft een substantiële invloed op het aantal ernstige conflicten.

In deze studie is alleen een vergelijking gemaakt tussen de waargenomen conflicten en de berekende conflicten in de simulaties. Over de relatie tussen beide conflict-indicatoren en het aantal ongevallen op de locatie is geen uitspraak te doen. Voor een onderzoek naar een dergelijke relatie is een voldoende groot aantal ongevallen nodig. Dit betekent dat er enkele tientallen kruispunten nodig zijn.

Referenties

Dijkstra, A. (2011). *En route to safer roads; How road structure and road classification can affect road safety*. PhD thesis. University of Twente. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2012). *Effecten van een robuust wegennet op het fietsverkeer*. R-2012-3. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. & Drolenga, J. (2006). *Verkeersveiligheidsevaluaties van routekeuze; Bouwstenen voor een methode gebaseerd op het gebruik van microsимулатiemodellen*. R-2006-19. SWOV, Leidschendam.

Hair - Buijssen, S.H.H.M. de & Horst, A.R.A. van der (2012). *Conflicten op fietspaden*. Fase 1. Rapport TNO 2012 R10084. TNO, Soesterberg.

Kraay, J.H. & Horst, A.R.A. van der (1986). *Handleiding voor de Conflictobservatietechniek DOCTOR. (Dutch objective conflict technique for operation and research)*. Deel I. Methode en toepassingsbereik. Deel II. Trainen met de DOCTOR-techniek. R-86-3. SWOV, Leidschendam.