Prioritering infrastructurele fietsveiligheidsprojecten

Op het areaal van de provincie Zuid-Holland



Sweco Nederland B.V.

Onderwerp	Prioritering infrastructurele fietsveiligheidsprojecten
Projectnummer	51019317
Klant	Provincie Zuid-Holland
Versie	Definitief
Datum	15-11-2023
Auteurs	Ramon Anbeek, Bas Posner, Hans Drolenga
Document referentie	NL24-648800269-80438

Gecontroleerd door	Hans Drolenga
Vrijgegeven door	Robert Coffeng

Samenvatting

In dit onderzoek heeft Sweco in opdracht van de provincie Zuid-Holland een risico gestuurde aanpak ontwikkeld voor de fietsveiligheid op fietspaden en wegen in het beheer van de provincie. Deze risico gestuurde aanpak bestaat uit een combinatie van een beknopte literatuurstudie en een kosten-batenanalyse waarbij de maatschappelijke kosten van het voorkomen van ongevallen is afgewogen tegen de kosten van het aanleggen van infrastructuurmaatregelen. De belangrijkste conclusies van het onderzoek zijn als volgt:

- In algemene zin vormt het aantal fietsers, en in minder mate het aantal auto's, een belangrijke verklaring voor de grootte van risico's. De analyse van de Zuid-Hollandse fietspaden en kruisingen laat dit ook zien. Geef daarom prioriteit aan drukke fietsroutes en oversteken.
- Kruispunten en oversteekplaatsen hebben een duidelijk hoger risico dan fietspaden en parallelwegen; de aanpak van kruispunten en oversteekplaatsen kan leiden tot een aanzienlijke risicoreductie.
- Ook de kosten van het nemen van voorgestelde maatregelen op fietspaden, zoals asfalteren en verbreden, wegen ruimschoots op tegen de maatschappelijke kosten van verkeersslachtoffers.
- (Turbo-) rotondes zijn ook voor fietsers veiliger dan kruispunten (met en zonder verkeerslichten)
- Recente studies van de provincie duiden erop dat in Zuid-Holland de kosten voor de inpassing van fietstunnels zeer hoog liggen (ca. 10 miljoen euro). Deze ramingen zijn gebruikt als input voor de analyse. Het gevolg hiervan is dat de aanleg van tunnels laag scoort wat betreft de kosten-baten verhouding wanneer deze alleen verkeersveiligheidswinst tot doel hebben, zoals in deze studie aangenomen.

Deze conclusies kunnen gezamenlijk de uitgangspunten vormen voor een risico gestuurd programma dat fietsen op wegen van Zuid-Holland veiliger maakt. Daarbij is het aan de provincie om ook andere elementen te betrekken zoals het werk met werk maken wanneer er onderhoud plaatsvindt. Het spreekt voor zich dat dit een sterk positief effect kan hebben op de kosten baten verhouding.

Alhoewel we binnen dit onderzoek konden beschikken over een ruime hoeveelheid data, was deze onvoldoende om gedetailleerdere uitspraken te doen over een aantal specifieke maatregelen. Daarvoor is een uitbreiding van de dataset nodig met tenminste enkele andere provincies. Uiteindelijk kan zo'n onderzoek bijdragen aan een optimale inzet van beschikbare middelen en daarmee een zo veilig mogelijk fietsverkeer.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Doelstelling afwegingskader 5
1.3 Leeswijzer 5

2 Onderzoeksopzet op hoofdlijnen 6
2.1 Inleiding 6
2.2 Classificeren van het fietsnetwerk 6
2.3 Koppelen historische ongevallen aan fietsnetwerk 6
2.4 Monetariseren fietsongevallen 6
2.5 Ophogen naar ‘werkelijke aantallen slachtoffers’ 7
2.6 Kosten van maatregelen 7
2.7 Baten van maatregelen 7

3 Resultaten 8
3.1 Algemeen 8
3.2 Fietspaden 10
3.2.1 Literatuur 10
3.2.2 Data-analyse 10
3.2.3 Verhardingstype 11
3.2.4 Erfaansluitingen 12
3.2.5 Verschil in breedte 13
3.2.6 Rijrichting 15
3.2.7 Intensiteiten 17
3.2.8 Maatregelen 18
3.2.9 Kosteneffectiviteit maatregelen 18
3.3 Wegen met gemengd verkeer 19
3.3.1 Literatuur 19
3.3.2 Data-analyse 19
3.3.3 Kosteneffectiviteit maatregelen 20
3.4 Fietsoversteekplaatsen 21
3.4.1 Literatuur 21
3.4.2 Data-analyse 21
3.4.3 Kruispunttype 22
3.4.4 Aanwezigheid van middeneiland 24
3.4.5 Hoofdrijbaan / zijweg 26
3.4.6 Intensiteiten 28
3.4.7 Maatregelen 31
3.4.8 Kosteneffectiviteit maatregelen 32

4 Effectiviteit maatregelen 33

5 Overzicht kosteneffectiviteit maatregelen 34
5.1 Inleiding 34
5.2 Zeer kosteneffectieve maatregelen 34
5.3 Kosteneffectieve maatregelen 34
5.4 Nauwelijks/geen kosteneffectieve maatregelen 35
5.5 Overige maatregelen 35

Bijlage 1 Onderzoeksopzet

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincie Zuid-Holland heeft een groot fietsareaal in beheer, zoals fietspaden, parallelwegen en fietsoversteekplaatsen. In het Fietsplan Samen Verder Fietsen 2016 – 2025 heeft de provincie meerdere doelstellingen voor zichzelf gesteld. Eén van deze doelstellingen betreft veilig fietsen: 20% minder fietsongevallen per 100.000 gefietste kilometers. Deze doelstelling sluit aan bij het landelijke doel van het Rijk om in 2050 het aantal verkeersdoden te reduceren tot 0.

1.2 Doelstelling afwegingskader

In het kader van bovengenoemde doelstellingen heeft de provincie Zuid-Holland aan Sweco opdracht gegeven een afwegingskader te ontwikkelen om fietsveiligheidsprojecten te kunnen prioriteren op basis van kosten en baten. Het gaat hierbij om *infrastructurele* maatregelen, zoals het verbreden van fietspaden of het veiliger maken van een fietsoversteek. Andere dan infrastructurele fietsveiligheidsprojecten zoals educatieprogramma's maken geen onderdeel uit van het afwegingskader. Verder betreft het areaal van de provincie Zuid-Holland zelf, niet van gemeenten of waterschappen.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de onderzoeksopzet op hoofdlijnen, in de bijlage is een uitgebreide beschrijving van de onderzoeksopzet opgenomen. In hoofdstuk 3 worden de resultaten toegelicht voor achtereenvolgens fietspaden, wegen met gemengd verkeer (parallelwegen) en fietsoversteekplaatsen. In hoofdstuk 4 wordt de effectiviteit van de maatregelen beschreven. Hoofdstuk 5 geeft een concluderend overzicht van maatregelen gesorteerd op kosteneffectiviteit.

2 Onderzoeksopzet op hoofdlijnen

2.1 Inleiding

De onderzoeksopzet bestaat uit de volgende stappen:

1. Classificeren van het fietsnetwerk;
2. Koppelen historische ongevallen aan het fietsnetwerk;
3. Monetariseren fietsongevallen;
4. Ophogen naar 'werkelijke aantallen slachtoffers';
5. Bepalen kosten van maatregelen;
6. Bepalen baten van maatregelen.

De stappen worden in navolgende paragrafen kort beschreven. In de bijlage is een uitgebreide toelichting op de onderzoeksopzet opgenomen.

2.2 Classificeren van het fietsnetwerk

De eerste stap is het classificeren van het fietsnetwerk. Deze is in te delen in drie soorten infrastructuur waar fietsers gebruik van maken: de fietspaden, de fietsoversteken (kruisingen tussen fietspaden en wegen) en de wegen waar fietsers op de rijbaan met gemotoriseerd verkeer mengen (veelal parallelwegen). Op basis van geografische koppelingen zijn verschillende eigenschappen aan het fietsnetwerk toegedeeld zoals fietsintensiteiten (schattingen), autointensiteiten (voor wegen met gemengd verkeer), gegevens van de Fietsersbond, objecten in de berm, verhardingstype, landbouwroutes en de aanwezigheid van middeneilanden bij oversteekplaatsen.

2.3 Koppelen historische ongevallen aan fietsnetwerk

Als basis voor de ongevallen zijn alle ongevallen met betrokkenheid van fietsers geselecteerd uit de periode 2012-2021 (10 jaar) in het Bestand Geregistreerde Ongevallen Nederland (BRON). 'Betrokkenheid fiets' is hierbij gedefinieerd als dat één van de volgende partijen bij het ongeval betrokken was: fiets, e-bike, bromfiets of snorfiets. De ongevallen zijn op basis van geografische locatie aan het fietsnetwerk gekoppeld.

2.4 Monetariseren fietsongevallen

Om het aantal dodelijke ongevallen en het aantal letselongevallen beter tegen elkaar te kunnen wegen wordt veelal gerekend met de maatschappelijke kosten als gevolg van verkeersonveiligheid. Hierbij wordt een dodelijk ongeval aanzienlijk zwaarder meegewogen dan een letselongeval. Voor de berekening van de maatschappelijke kosten van ongevallen zijn gegevens van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) uit het project VALOR (VALue Of Road safety) gebruikt. Bij de letselongevallen is er onderscheid gemaakt in de drie infrastructuurtypen. De kosten van een letselongeval op wegen met gemengd verkeer en fietsoversteekplaatsen liggen hoger dan die op fietspaden. De ernst van het letsel is op deze locaties gemiddeld gezien hoger omdat er interactie met gemotoriseerd verkeer mogelijk is.

Tabel 1 - Maatschappelijke kosten per fietsslachtofferongeval naar AP3-code en infrastructuurtype

AP3-code	Infrastructuurtype	Maatschappelijke kosten per fietsslachtofferongeval
Dodelijk	Alle typen	€ 6.394.256
Letsel	Fietspad	€ 530.486
	Wegen met gemengd verkeer	€ 641.088
	Fietsoversteekplaatsen	€ 650.550

2.5 Ophogen naar ‘werkelijke aantallen slachtoffers’

Niet alle (fiets)ongevallen worden geregistreerd in BRON. Uit onderzoek[1] van VeiligheidNL blijkt dat data van de RAVU over 2018 al driemaal zo veel verkeersslachtoffers laat zien dan de data uit BRON. Als verder onderscheid wordt gemaakt naar vervoerwijze blijkt dat bij ongevallen waarbij fietsers zijn betrokken een factor 7 van toepassing is, en voor ongevallen zonder betrokkenheid fiets een factor van 2. Uit cijfers van de spoedeisende hulp en de ambulance in Friesland, blijken er zelfs acht keer meer fietsslachtoffers te zijn dan de politie in BRON meldt.

Deze factoren gebruiken we in dit onderzoek om de ophoging naar ‘werkelijke aantallen slachtoffers’ te maken. Voor dodelijke slachtoffers is geen ophoogfactor toegepast, voor ziekenhuisgewonden voorzichtigheidshalve een factor 4, voor slachtoffers eerste hulp een factor 6 en voor overige gewonden een factor 8.

2.6 Kosten van maatregelen

Voor de kosten van maatregelen gebruiken we kosten uit de menukaart investeringsimpuls verkeersveiligheid 2022-2023 van de Rijksoverheid. Omdat door de provincie Zuid-Holland is aangegeven dat de daadwerkelijke kosten een stuk hoger liggen gebruiken we de bovenkant van de kostenmarge, waardoor de kosten al met 40% verhoogd worden. Als gevolg van gestegen kosten in de afgelopen periode, blijken de daadwerkelijke kosten van recente projecten in de provincie Zuid-Holland in praktijk nóg een stuk hoger liggen. Hierom zijn de kosten nog eens met factor 2 verhoogd. Vervolgens hebben we deze lijst met kosten voorgelegd aan de provincie Zuid-Holland en waar nodig aangepast. Dit leidt tot een lijst met potentiële maatregelen en kosten hiervan, die is opgenomen in de bijlage.

2.7 Baten van maatregelen

In de analyse is onderzocht welke maatregelen een significant verschil zouden maken op het verkleinen van de kans op ongevallen. Vervolgens is gekeken hoeveel ongevallen worden voorkomen in een periode van dertig jaar. Door het aantal verminderde ongevallen te vermenigvuldigen met de baten van het voorkomen van 1 ongeval zijn de totale baten van een maatregel berekend. Wanneer deze in verhouding wordt gezet met de kosten van een maatregel ontstaan een verhoudingsgetal op basis waarvan kan worden geprioriteerd: de kostenbatenverhouding.

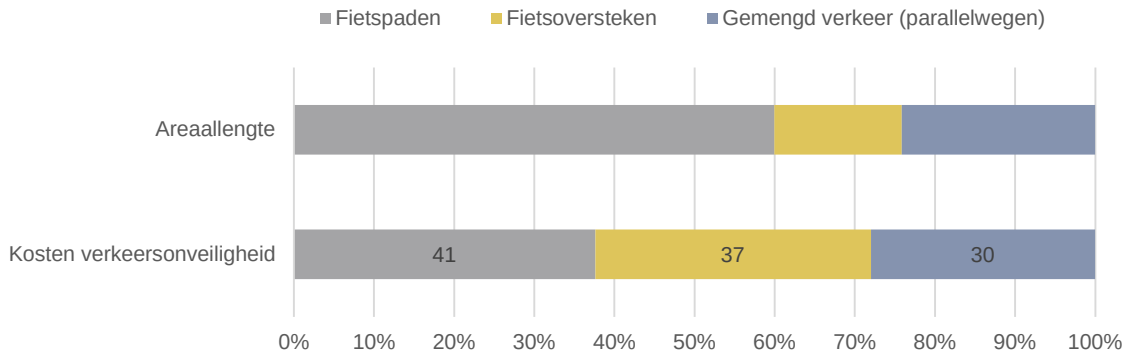
[1] Olij, B. et al. (2019). Verkeersongevallen 2018 in Utrecht. Een beschrijving van ambulance data en een vergelijking met BRON, Amsterdam: VeiligheidNL

3 Resultaten

3.1 Algemeen

In hoofdstuk 2 zijn de drie verschillende hoofdtypen van fietsinfrastructuur beschreven: de fietspaden, de fietsoversteken (kruisingen tussen fietspaden en wegen) en de wegen waar fietsers op de rijbaan met gemotoriseerd verkeer mengen (veelal parallelwegen). Figuur 1 laat de areaallengte (km) en de kosten van verkeersonveiligheid (miljoen euro per jaar) zien naar de drie hoofdtypen van de fietsinfrastructuur. Zo blijkt bijvoorbeeld dat er jaarlijks gemiddeld 41 miljoen euro aan kosten van verkeersonveiligheid wordt gemaakt op de 422 km fietspaden in beheer van de provincie Zuid-Holland.

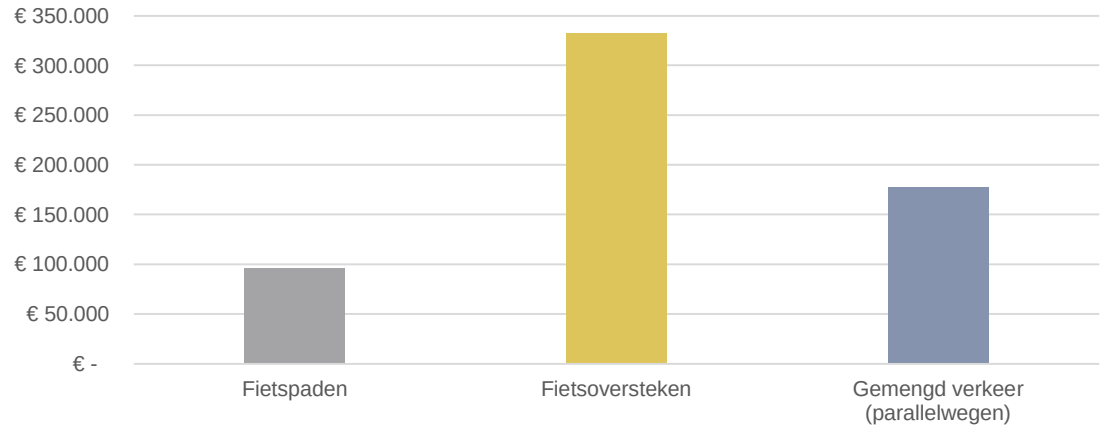
Figuur 1 – Areaallengte (km) en kosten verkeersonveiligheid (miljoen euro per jaar) naar de drie hoofdtypen van fietsinfrastructuur



In Figuur 2 zijn de kosten van verkeersonveiligheid per km areaallengte berekend waarbij voor fietsoversteken een lengte van 100 meter is aangenomen. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat de kosten van verkeersonveiligheid per km areaal het laagst zijn op fietspaden, en het hoogst bij fietsoversteken.

De keuze voor 100 meter is enigszins arbitrair, omdat de lengte verschilt per oversteek. Echter zijn wij van mening dat het goed is om ook een gedeelte voor en na de daadwerkelijke oversteek als zodanig mee te nemen omdat de situatie hier anders is dan op een regulier stuk fietspad, bijvoorbeeld door het remmen, rondkijken en voorsorteren van fietsers. De afstand van 100 meter rondom het snijpunt van de oversteek achten wij een veilige marge om deze effecten mee te nemen. Als puur wordt gekeken naar het gedeelte van de oversteek waar twee wegen elkaar kruisen, zullen de kosten van de verkeersonveiligheid van oversteekplaatsen per areaallengte nog een stuk hoger uitvallen. Dit bevestigt dat er een hoge prioriteit ligt bij fietsoversteekplaatsen.

Figuur 2 – Kosten verkeersonveiligheid (miljoen euro per jaar) naar de drie hoofdtypen van fietsinfrastructuur per km areaal



In het vervolg van dit hoofdstuk worden alle drie de hoofdtypen van de fietsinfrastructuur behandeld. Eerst worden bevindingen uit de literatuur beschreven, vervolgens beschrijven we de data-analyse, waarin ook de kosten en baten van verschillende maatregelen aan bod komen.

3.2 Fietspaden

In dit gedeelte gaan we specifiek in op de kenmerken van fietspaden. Eerst wordt de huidige literatuur kort besproken, alvorens we de infrastructuurkenmerken en mogelijke maatregelen bespreken. Op het einde wordt een terugkoppeling gemaakt met de besproken literatuur.

3.2.1 Literatuur

Vanuit de Fietsersbond is veel informatie aanwezig over fietspaden en de infrastructuur hiervan. Wat betreft dat laatste zien zij dat alle wegdeksoorten anders dan asfalt en beton een hoger risico hebben op onregelmatigheden en daarmee ongevallen. Ook dalen en stijgen kan gevaarlijk zijn, afhankelijk van het stijgingspercentage. Daarnaast is er een licht verhoogd risico op frontale botsingen op een tweerichtingsfietspad, hebben bruggen een hogere risico door mogelijke winterse gladheid en zorgen objecten en paaltjes voor een verhoogde kans op eenzijdige ongevallen. Ook van het CROW is literatuur aanwezig over infrastructuur op fietspaden, bijvoorbeeld over kantmarkeringen en veilige bermen. Beiden zouden de kans op ongevallen verkleinen. Ook is er onderzoek gedaan naar de breedte van fietspaden. Hieruit bleek dat bij het verbreden van eenrichtingsfietspaden met 10% het aantal ongevallen gemiddeld afneemt met 13%. Ook bij tweerichtingsfietspaden is het verbreden van fietspaden effectief, echter is het effect kleiner. De verwachting is dat de breedte van fietspaden steeds belangrijker wordt in de toekomst. Een ander verschil tussen een- en tweerichtingsfietspaden is, volgens SWOV, dat op laatstgenoemde de kans op een ongeval met motorvoertuigen hoger is. Tot slot blijkt dat objecten op en binnen 2 meter van het fietspad de kans op ongevallen vergroot, met name bij smalle fietspaden.

3.2.2 Data-analyse

In de analyse van fietspaden zijn de volgende kenmerken meegenomen:

- Verhardingstype;
- Verschil in breedte (tussen huidige breedte en vereiste breedte);
- Rijrichting(en);
- Brug of tunnel;
- Objectendichtheid;
- Snelheid hoofdweg;
- Wegkwaliteit fietsersbond;
- Intensiteit fiets;
- Intensiteit auto.

Voor elk onderdeel zijn statistische toetsen uitgevoerd welke invloed zij hebben op het aantal ongevallen dat plaats vindt. In dit hoofdstuk worden de kenmerken behandeld die een significant effect hebben op het aantal ongevallen.

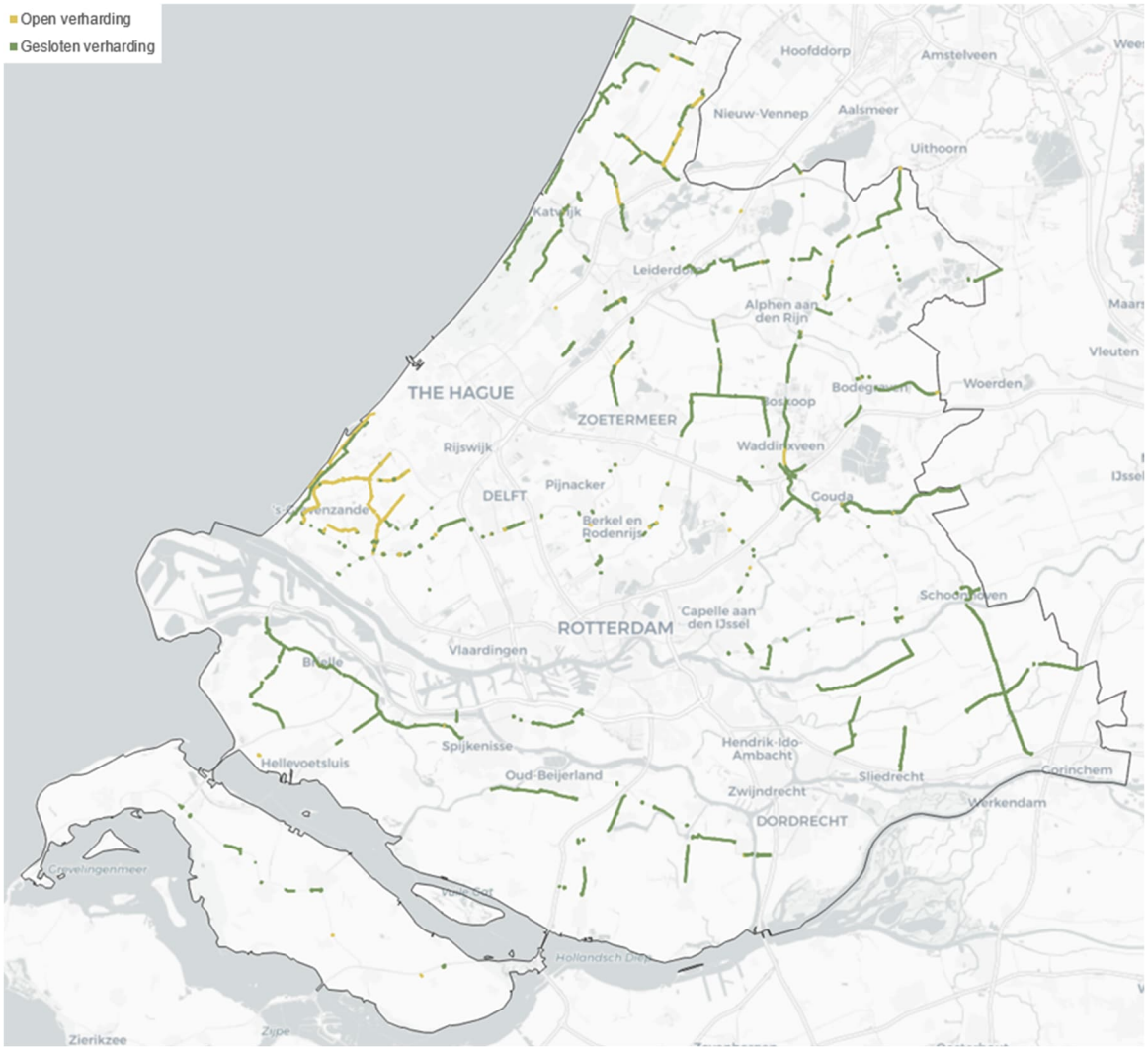
Behandeld worden het type verharding, de rijrichting en het breedteverschil. Voor de overige kenmerken is of geen significant effect gevonden of is er geen inframaatregel mogelijk. Omdat de intensiteiten zowel gerelateerd zijn aan infrastructuurkenmerken zoals de breedte van een fietspad als het aantal ongevallen, zijn deze ook meegenomen als controlevariabele. Dat wil zeggen, er zijn geen inframaatrelen gekoppeld aan de intensiteiten. Ze zijn slechts meegenomen om te voorkomen dat er incorrecte conclusies getrokken worden zoals dat de breedte van fietspad het aantal ongevallen doet toenemen. Dit komt niet door de breedte, maar doordat er gewoonweg meer fietsers zijn. Door de intensiteiten mee te nemen in de analyse wordt dit voorkomen.

Door datalimitaties zijn er kenmerken die wel in de literatuur genoemd worden maar niet zijn meegenomen in onze analyse, zoals bijvoorbeeld kantmarkering en veilige bermen, het weer en het stijgingspercentage en gedrag. Bij het interpreteren van de resultaten dient dus rekening gehouden te worden met het feit dat ook andere factoren een rol hebben kunnen spelen in de ongevallen.

3.2.3 Verhardingstype

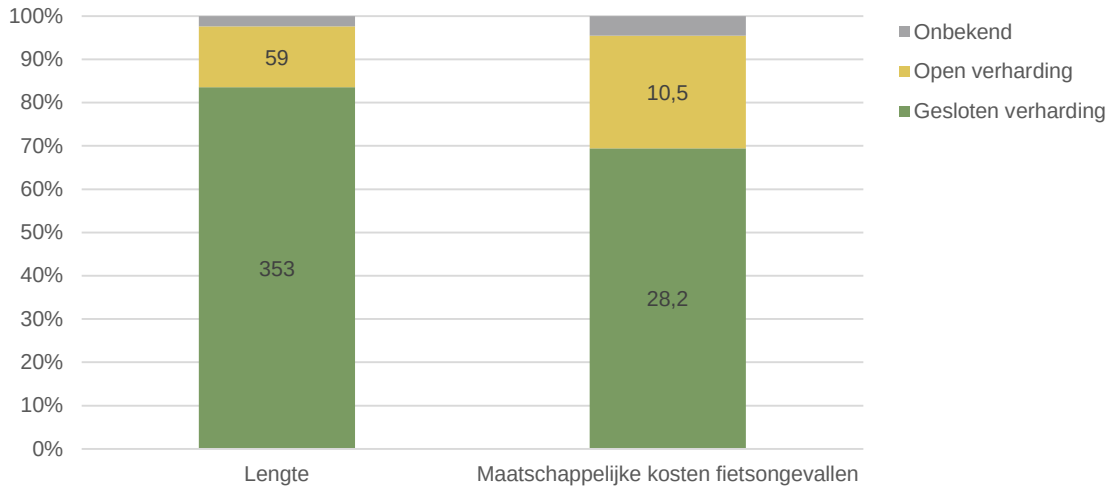
Bij het analyseren van de verhardingstypen van fietspaden is onderscheid gemaakt in gesloten en open verharding. Van de totale lengte aan fietspaden bestaat 83% uit gesloten verharding en bijna 15% uit open verharding. Van een klein gedeelte (ruim 2%) van de fietspaden is het verhardingstype onbekend. In Afbeelding 1 is te zien waar de fietspaden met open en gesloten verharding liggen.

Afbeelding 1 – Fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar verhardingstype



Verder is in Figuur 3 te zien dat de meeste maatschappelijke kosten van verkeersongevallen worden gemaakt op fietspaden met gesloten verharding. Deze percentages zijn echter relatief laag als het vergeleken wordt met het aandeel in lengte fietspaden met gesloten verharding. Eenzelfde beeld is zichtbaar bij het aantal afgelegde fietskilometers (schatting). Voor fietspaden met open verharding is het tegenovergestelde waar: hier is het aandeel van de maatschappelijke kosten van fietsongevallen met ruim 25% aanzienlijk hoger ten opzichte van het aandeel een aandeel van bijna 15% van de totale lengte fietspaden en aantal afgelegde fietskilometers (schatting).

Figuur 3 - Verdeling lengte (km) en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van en op fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar verhardingstype



3.2.4 Erfaansluitingen

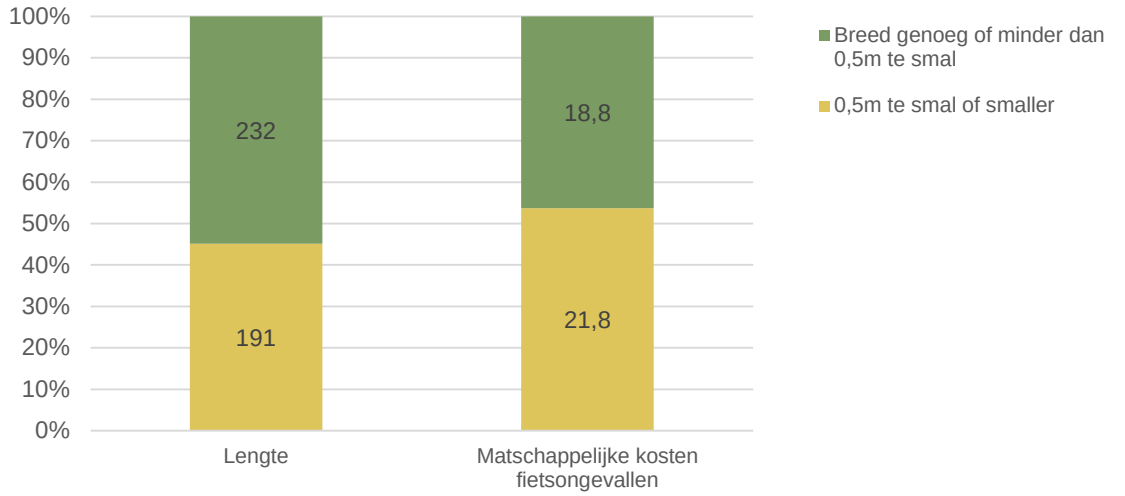
Wat opvalt in Afbeelding 1 is dat een groot gedeelte van de fietspaden met open verharding in het Westland ligt. Kenmerkend voor een aanzienlijk deel van de fietspaden in het Westland is dat er een hoog aantal erfaansluitingen zijn. Dit zou kunnen betekenen dat niet de open verharding, maar dat het aantal erfaansluitingen een factor speelt in het aantal ongevallen op fietspaden met open verharding.

Omdat aanrijdingen met auto's/vrachtverkeer niet aan de fietspaden zijn gekoppeld (zie bijlage 1.2), er niet meer flank-ongevallen zijn en omdat er ook geen groter aantal ongevallen met voetgangers is op fietspaden met open verharding, zijn wij van mening dat onze conclusie niet wordt beïnvloed door de erfaansluitingen. Het zou echter goed zijn om hier in de toekomst data over te verzamelen en dit nader te onderzoeken.

3.2.5 Verschil in breedte

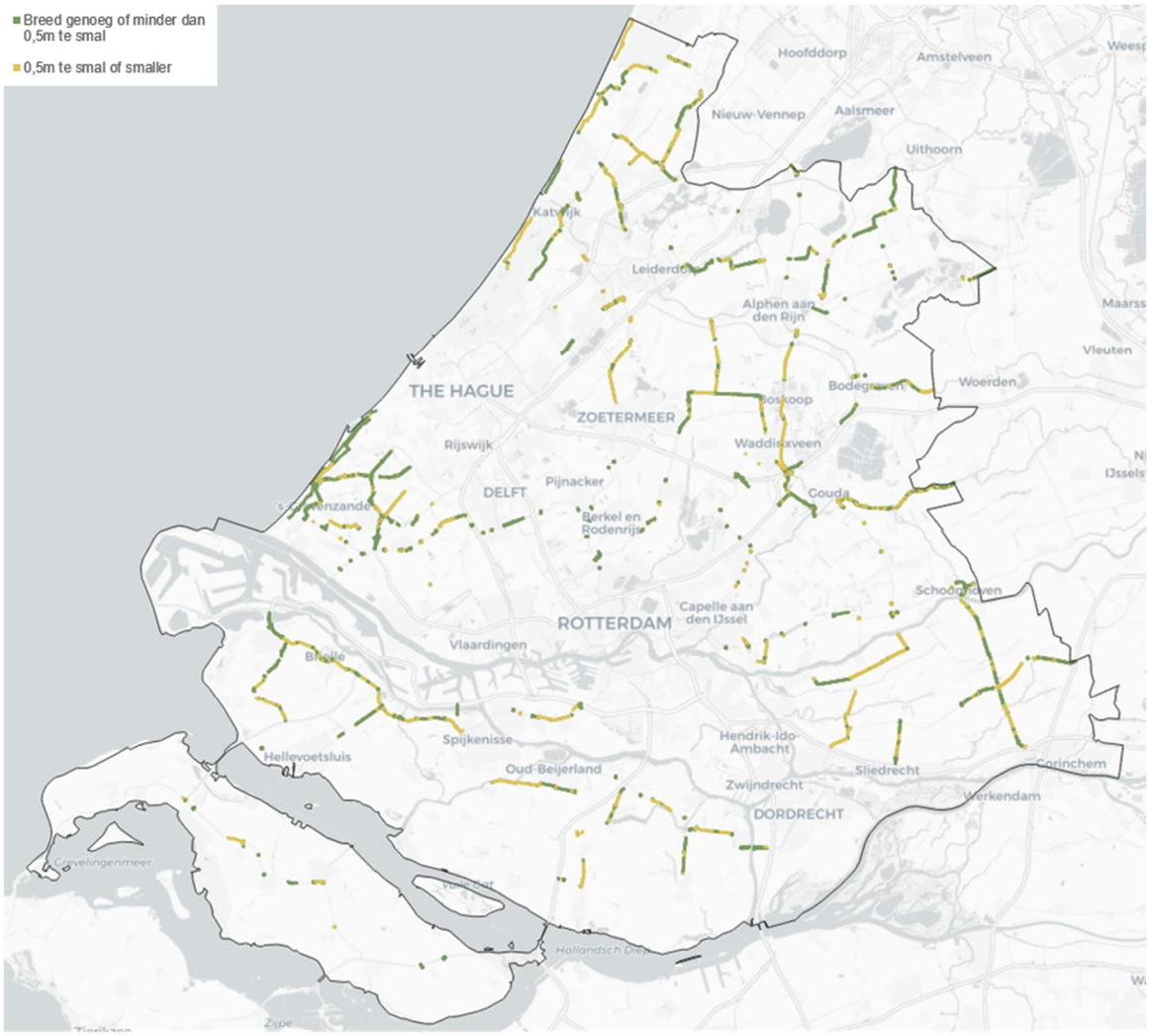
De variabele die is meegenomen in het model kijkt naar het verschil in decimeters tussen hoe breed het fietspad zou moeten zijn en hoe breed deze daadwerkelijk is. In Figuur 4 zijn de maatschappelijke kosten van fietsongevallen onderverdeeld naar of het fietspad een halve meter of meer te smal is of niet. De figuur laat zien dat ongeveer 54% van de maatschappelijke kosten van fietsongevallen wordt gemaakt op te fietspaden die meer dan een halve meter te smal zijn. Daarnaast zien we dat slechts 46% van de fietspaden een halve meter of meer te smal is. Dit laat zien dat te smalle fietspaden relatief onveiliger zijn. Bovendien is uit de analyse gekomen dat hoe smaller het fietspad ten opzichte van de vereiste breedte, hoe groter de kans op ongevallen.

Figuur 4 - Verdeling lengte (km) en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van en op fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar breedtebeoordeling



Waar de fietspaden liggen die breed genoeg of minder dan een halve meter te smal zijn en fietspaden die meer dan een halve meter te smal zijn, is te zien in Afbeelding 2 op de volgende pagina. Hieruit valt op dat het deel van de fietspaden dat meer dan een halve meter te smal is verspreid is over de gehele provincie.

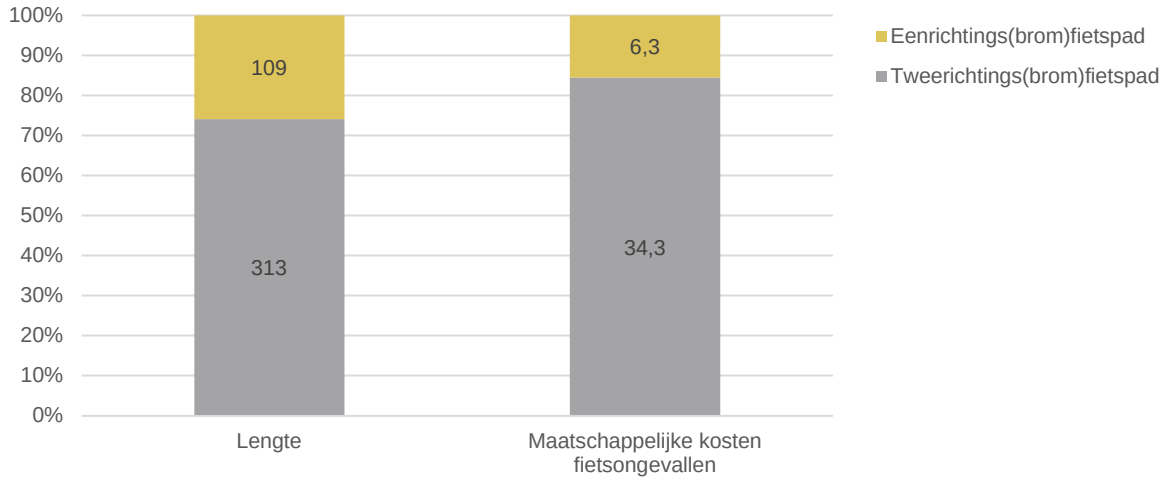
Afbeelding 2 – Breedte van fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland



3.2.6 Rijrichting

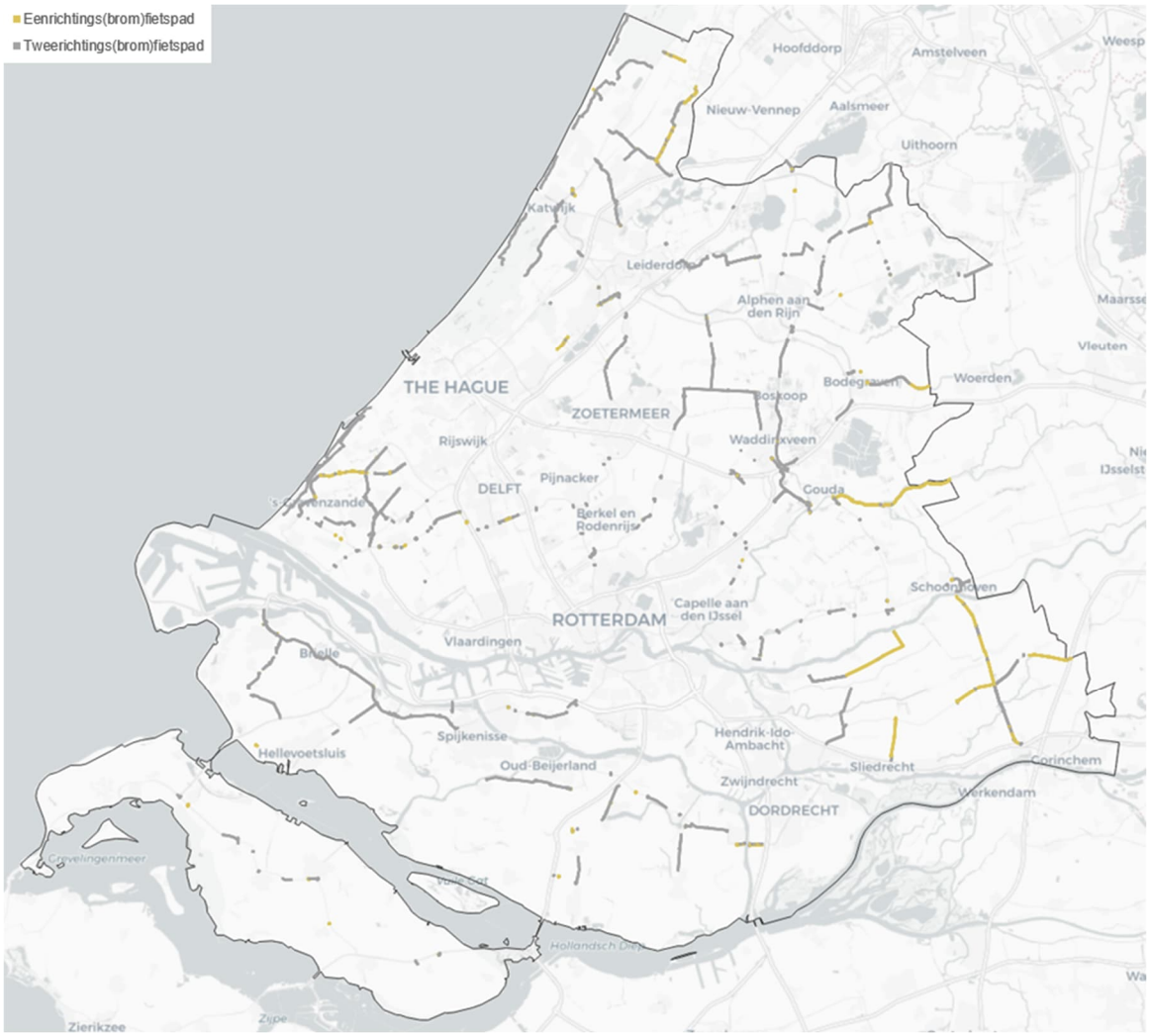
In Figuur 5 zijn de maatschappelijke kosten van fietsongevallen en de lengte onderverdeeld naar eenrichtings- en tweerichtings(brom)fietspaden. Wat opvalt is dat relatief weinig kosten van fietsongevallen vallen op eenrichtings(brom)fietspaden: 15% ten opzichte van een aandeel van 26%. Voor tweerichtings(brom)fietspaden geldt dan uiteraard het tegenovergestelde. Hier is 85% van de kosten van fietsongevallen gevallen terwijl ‘slechts’ 74% van de fietspaden tweerichtings is.

Figuur 5 - Verdeling lengte (km) en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van en op fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar rijrichting



In Afbeelding 3 is de spreiding van de een- en tweerichtingsfietspaden te zien. De eenrichtingsfietspaden zijn vooral te vinden in het oosten van de provincie. In de rest van de provincie- zijn voornamelijk tweerichtingsfietspaden te vinden op het areaal van de provincie Zuid-Holland.

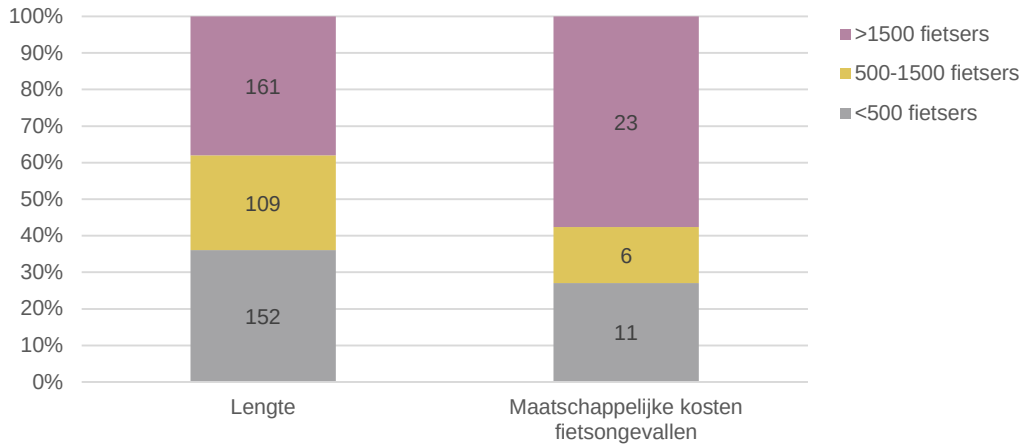
Afbeelding 3 – Een- en tweerichtings(brom)fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland



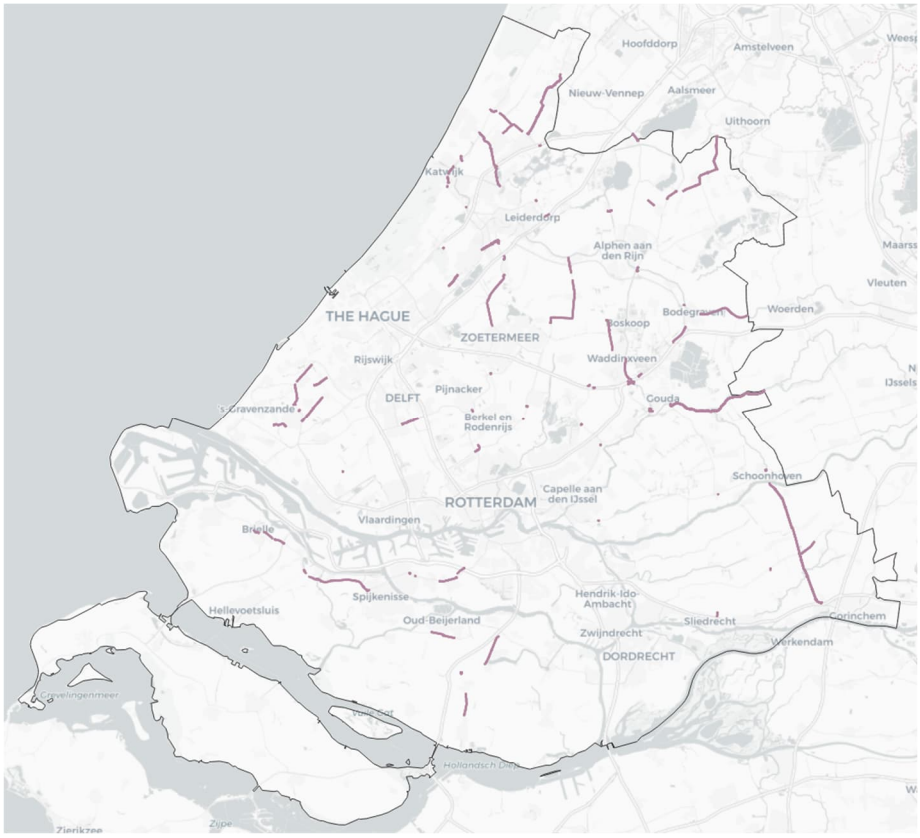
3.2.7 Intensiteiten

In Figuur 6 is te zien hoeveel van de maatschappelijke kosten van fietsongevallen plaatsvinden bij bepaalde drukteklassen voor fietsintensiteiten. Ook uit de statistische analyse is een significant effect gevonden van de intensiteiten op het aantal ongevallen. Het aanpassen van fietsinfrastructuur is dus het meeste kosteneffectief op de drukste plekken. In Afbeelding 4 is te zien waar de drukste fietspaden liggen.

Figuur 6 - Verdeling lengte (km) en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) op fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar intensiteiten (schatting)



Afbeelding 4 – Fietspaden op het areaal van de provincie Zuid-Holland met > 1.500 fietsers per etmaal



3.2.8 Maatregelen

Uit de statistische analyse volgen (gedeeltelijke) oorzaken voor de ongevallen. Het is goed te onthouden dat alleen onderscheid gemaakt kan worden tussen de typen kenmerken die meegenomen zijn in de analyse. Voor fietspaden zijn er drie verschillende maatregelen uit de analyse gekomen:

- Asfalteren van fietspaden;
- Verbreden van fietspaden;
- Aanleggen van een tweede eenrichtingsfietspad.

Dat gesloten verharding veiliger is dan open verharding en dat het verbreden van fietspaden effectief is, is in lijn met de literatuur. Het feit dat uit de literatuur bleek dat verbreding van fietspaden effectiever is voor eenrichtingsfietspaden en uit onze analyse blijkt dat dit effectiever is voor tweerichtingsfietspaden heeft waarschijnlijk te maken met de onderzoeksmethode. In onze methode vergelijken we de breedte van een fietspad met de vereiste breedte, terwijl het onderzoek in de literatuur kijkt naar de algehele breedte van een fietspad. In dat onderzoek wordt ook terecht gesteld dat het zou kunnen dat het verbreden van tweerichtingsfietspaden minder effectief is omdat deze van nature vaak al een stuk breder zijn. Dat tweerichtingsfietspaden gevaarlijker zijn dan eenrichtingsfietspaden is meer betwist in de literatuur. Het is in ieder geval wel zo dat de kans op frontale botsingen groter is op tweerichtingsfietspaden. Daarnaast is de kans op betrokkenheid van een motorvoertuig groter, wat de ernst van de ongevallen kan vergroten. Uit de literatuur komt ook naar voren dat objecten binnen 2 meter van een fietspad de kans op ongevallen kan vergroten, hiervoor is in onze analyse echter geen significant effect gevonden. Een verklaring hiervoor kan zijn dat het in gevallen van een botsing met een object gaat om een eenzijdig ongeval. Juist dit type ongevallen wordt vaak niet geregistreerd en is dus ook in mindere mate aanwezig in de ongevallendata. Ook voor bruggen en tunnels, die gevaarlijker zouden kunnen zijn door het stijgingspercentage of winterse gladheid, zijn geen significante effecten gevonden op het aantal slachtoffers. Tot slot werd kantmarkering genoemd als een goede maatregel. Omdat deze maatregel nieuw is was er nog te weinig data beschikbaar om de maatregel mee te nemen in de data-analyse. Dat de maatregel niet in de lijst met effectieve maatregelen voorkomt wil dus niet zeggen dat het aanbrengen van kantmarkering geen goede maatregel is.

3.2.9 Kosteneffectiviteit maatregelen

In Tabel 2 zijn de kosten, de baten en de kostenbatenverhouding van de maatregelen op fietspaden weergegeven. Voor alle drie maatregelen geldt dat er sprake is van een positieve kostenbatenverhouding. De kosten van door te voeren maatregelen wegen dus ruimschoots op tegen de maatschappelijke baten.

Tabel 2 Kosten, baten en kostenbatenverhouding maatregelen fietspaden

Maatregel	Kosten (per km)	Baten (per km)	K-B verhouding
Asfalteren fietspad (gemiddelde breedte)	€ 743.000	€ 3.779.000	5,1
Verbreden fietspad met 1 meter	€ 473.000	€ 2.069.000	4,4
Aanleggen tweede eenrichtingsfietspad (2,5 meter)	€ 700.000	€ 2.276.000	3,3

3.3 Wegen met gemengd verkeer

In dit gedeelte gaan we in op de kenmerken van wegen met gemengd verkeer, vooral de parallelwegen langs hoofdrijbanen gelegen. Wederom wordt eerst wordt de huidige literatuur besproken.

3.3.1 Literatuur

Wegen met gemengd verkeer zijn risicovoller dan reguliere fietspaden door de aanwezigheid van autoverkeer, wat met name het risico op ernstige ongevallen doet toenemen, zeker wanneer het gepaard gaat met hogere snelheden.

Wegen met gemengd verkeer met een snelheidslimiet van 50 of hoger zouden volgens de ANWB moeten voldoen aan de Duurzaam Veilig CROW richtlijnen. Dit houdt in dat er aparte fietsvoorzieningen aanwezig zijn, met ten minste een fietsstrook. Op wegen waar fietsers worden gescheiden van het autoverkeer (met ten minste 1 meter) is het risico op ongevallen het kleinst. Volgens SWOV kan door het scheiden van fietspaden en wegen aantal ongevallen afnemen tot wel 60%.

Een andere in de literatuur genoemde oplossing voor wegen met gemengd verkeer is het aanleggen van een fietsstraat buiten de bebouwde kom. Omdat dit een nieuwe oplossing betreft is er nog veel onduidelijkheid, maar de eerste bevindingen zijn positief. Zo wordt een fietsstraat hoger beoordeeld dan een vergelijkbare weg zonder fietsstraat, de gemiddelde snelheid van autoverkeer ligt lager en het zorgt voor continuïteit en herkenbaarheid door onder andere de kleur van de weg. Wel wordt afgeraden een fietsstraat aan te leggen op een landbouwroute.

3.3.2 Data-analyse

In de analyse van wegen met gemengd verkeer zijn de volgende kenmerken meegenomen:

- Verhardingstype;
- Wegtyperingen;
- Landbouwroutes;
- Intensiteit fiets;
- Intensiteit auto.

Voor wegen met gemengd verkeer zijn geen significante resultaten gevonden. Dit is te verklaren door de eenzijdigheid van het type wegen met gemengd verkeer in het areaal van de provincie. Een groot deel van de provinciale wegen bestaat uit wegen zonder gemengd verkeer. Deze kunnen niet worden meegenomen doordat er geen fietsers aanwezig zijn. Daarnaast bestaat het grootste deel (84%) van de wegen mét gemengd verkeer uit parallelwegen, heeft 97% van de wegen een gesloten verharding en is eenzelfde hoeveelheid van de wegen een tweerichtingsweg. Bij landbouwroutes ligt de verdeling wel rond de 50%, maar ook hier zijn dus geen significante resultaten gevonden.

Voor een goede analyse voor wegen met gemengd verkeer is een andere opzet nodig. Dit kan enerzijds door een dataset te gebruiken met meer verschillende typen wegen met gemengd verkeer, of anderzijds door de analyse te focussen op het verschil tussen fietspaden en wegen met gemengd verkeer. Vanwege de eenzijdigheid van de wegen met gemengd verkeer op het areaal van de provincie kijken we specifiek naar parallelwegen.

We vergelijken de cijfers van parallelwegen en fietspaden (voor beiden uitsluitend die op het areaal van de provincie Zuid-Holland). Op parallelwegen zijn gemiddeld 0,86 slachtoffers met letsel gevallen per kilometer in 10 jaar. Voor fietspaden ligt dit op hetzelfde niveau met 0,85 slachtoffers met letsel in 10 jaar. Het verschil in dodelijke slachtoffers is daarentegen veel groter met 0,034 per kilometer voor wegen met gemengd verkeer ten opzichte van 0,007 voor fietspaden. Daarbij komt dat fietspaden ten opzichte van parallelwegen gemiddeld een 3 keer zo hoge fietsintensiteit hebben. Als de fietsintensiteiten worden meegenomen zien we dat het aantal

dodelijke ongevallen per fietser per kilometer op parallelwegen ruim 15 keer hoger ligt dan op fietspaden. Het aantal slachtoffers met letsel lag gemiddeld 3 keer hoger.

3.3.3 Kosteneffectiviteit maatregelen

In Tabel 3 zijn de kosten, de baten en de kostenbatenverhouding van de maatregel voor wegen met gemengd verkeer (parallelwegen) weergegeven. Voor de maatregel geldt dat er sprake is van een beperkt negatieve kostenbatenverhouding. De kosten van door te voeren maatregelen wegen dus niet op tegen de maatschappelijke baten, in tegenstelling tot de drie onder fietspaden genoemde maatregelen. Een kanttekening hierbij is dat ervan uit wordt gegaan dat de fietsintensiteit niet toeneemt door de aanleg van een vrijliggend fietspad. Vanaf een toename van het aantal fietsers van ongeveer 40% ten opzichte van de huidige situatie is deze maatregel wel kosteneffectief.

Tabel 3 Kosten, baten en kostenbatenverhouding maatregelen wegen met gemengd verkeer (parallelwegen)

Maatregel	Kosten (per km)	Baten (per km)	K-B verhouding
Aanleggen vrijliggend fietspad (3,5 meter) langs parallelweg	€ 800.000	€ 560.000	0,7

Een andere mogelijke maatregel is om parallelwegen te veranderen in een fietsstraat. Dit is makkelijker in te passen in de ruimte dan een vrijliggend fietspad. De kosten en baten van deze maatregel zijn helaas nog niet bekend, maar zoals eerder benoemd zijn de eerste resultaten positief.

3.4 Fietsoversteekplaatsen

Tot slot bespreken we in dit gedeelte de kenmerken van oversteekplaatsen.

3.4.1 Literatuur

Uit de literatuur over fietsoversteekplaatsen blijkt dat deze vaak risicovoller zijn dan reguliere fietspaden. Net als bij wegen met gemengd verkeer is de aanwezigheid van autoverkeer hier een oorzaak van. Het effect van rotondes op de fietsverkeersveiligheid is positief. Rotondes zijn over het algemeen veiliger dan andere vormen van oversteekplaatsen. Er is echter wel één onderzoek waarin het tegenovergestelde wordt beweerd. Onderzoek naar het verschil tussen oversteekplaatsen met VRI, oversteekplaatsen zonder VRI en rotondes is beperkt, al lijkt het erop dat oversteekplaatsen met VRI in potentie veiliger zijn dan oversteekplaatsen zonder VRI. Ook wordt er onderscheid gemaakt tussen oversteken zonder middeneiland en oversteken met middeneiland. De fietsersbond raadt aan om vaker een middeneiland aan te leggen. Dit zou met name voor oudere fietsers prettig zijn, de groep die op dit moment oververtegenwoordigd is in het aantal fietsslachtoffers. Tot slot is er een verschil tussen het oversteken van een hoofdweg en het oversteken van een zijweg. In dit artikel op Verkeerskunde.nl wordt onder andere ingegaan op het onderscheid tussen deze twee typen oversteken. Uit het artikel blijkt dat hoewel het ongevalsrisico hoger is bij het oversteken van een hoofdweg, er meer ongevallen gebeuren op zijwegoversteken (65% t.o.v. 35%), omdat deze oversteken vaker gebruikt worden.

3.4.2 Data-analyse

In de analyse van fietsoversteekplaatsen zijn de volgende kenmerken meegenomen:

- Kruispunttype;
- Type snijpunt: hoofdrijbaan / zijweg;
- Aanwezigheid middeneiland;
- Intensiteit fiets;
- Intensiteit auto.

Voor elk onderdeel zijn statistische toetsen uitgevoerd en is bekeken welke invloed zij hebben op het aantal ongevallen dat plaatsvindt. Behandeld worden het type kruisingen, type snijpunten en de aanwezigheid van middeneilanden.

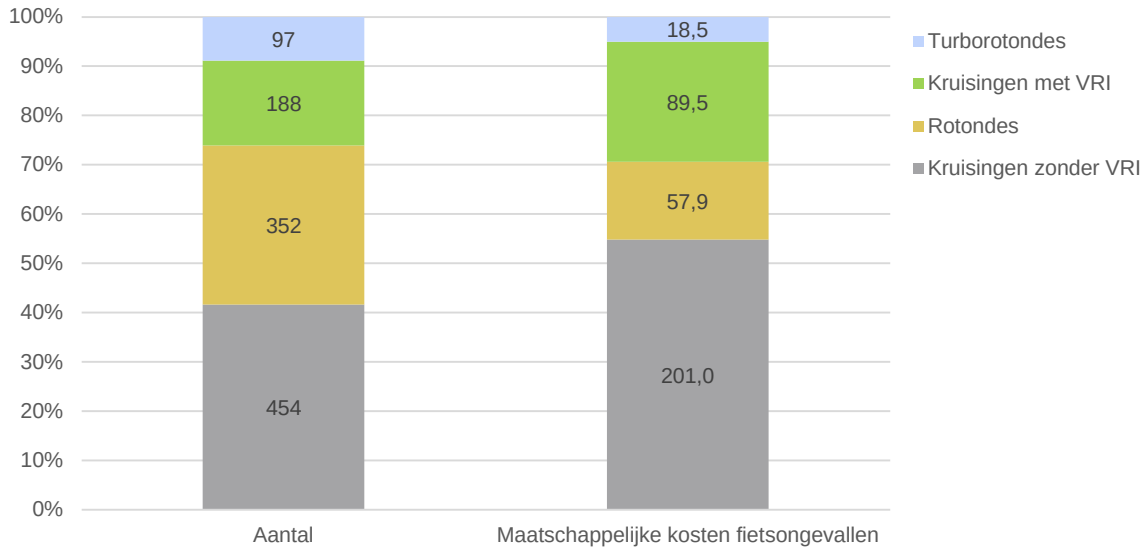
Daarnaast voeren we nog een extra analyse uit met betrekking tot fietstunnels, die nu geen oversteek meer zijn, maar deze wel kunnen vervangen. Dit wordt verder toegelicht in onderdeel 3.4.7.

3.4.3 Kruispunttype

Het aantal oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland is aan de hand van data bepaald op 1.091. Dit is dan ook het aantal oversteekplaatsen dat is meegenomen in de analyse. Bij het analyseren van de oversteekplaatsen is onderscheid gemaakt in vier verschillende categorieën. Van de 1.091 oversteekplaatsen zijn er 42% op kruisingen (zonder VRI), 32% op rotondes, 9% op turborotondes en 17% op kruisingen met VRI. Er is geen onderscheid gemaakt tussen solitaire fietsoversteken en (voorrangs)oversteken samen met autoverkeer. Dit was niet mogelijk op basis van de beschikbare data.

In Figuur 7 is verder te zien dat de meeste kosten van fietsongevallen worden gemaakt op kruisingen zonder VRI en kruisingen met VRI. Op rotondes en turborotondes vinden verhoudingsgewijs de minste kosten van fietsongevallen plaats.

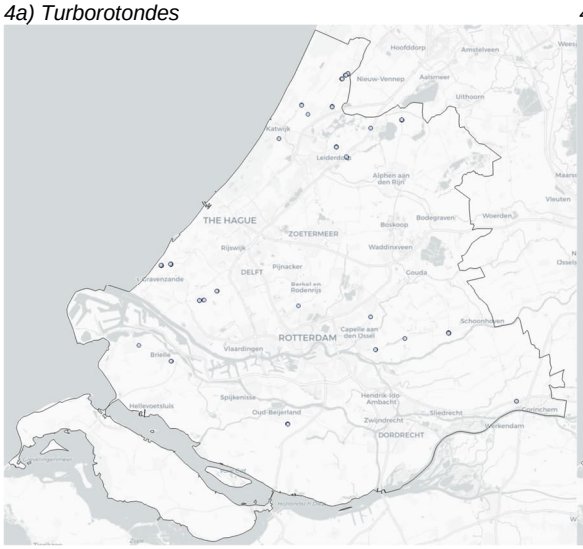
Figuur 7 - Verdeling aantal en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar kruispunttype



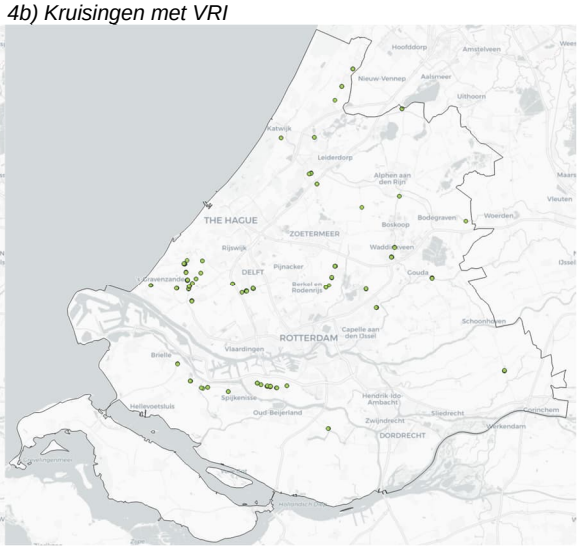
In Afbeeldingen 4a tot en met 4d zijn is de spreiding van de verschillende type oversteken te zien. Te zien is dat turborotondes redelijk verspreid liggen over de gehele provincie. Ditzelfde geldt voor rotondes en kruisingen zonder VRI, hoewel hier wel sprake is van clusters, zoals bijvoorbeeld in Voorne en het Westland. De hoogste dichtheid van kruisingen met VRI op het areaal van de provincie Zuid-Holland is in het Westland en op de N492 en N218 net ten zuiden van de Rotterdamse haven.

Afbeeldingen 4a t/m 4d – Locaties van verschillende kruispuntypen op het areaal van de provincie Zuid-Holland

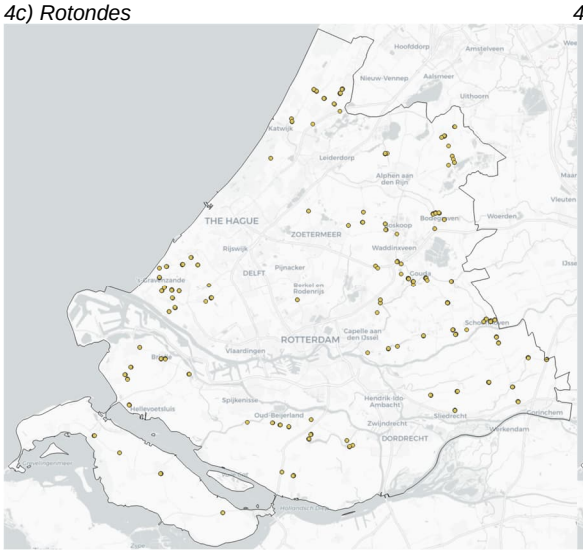
4a) Turborotondes



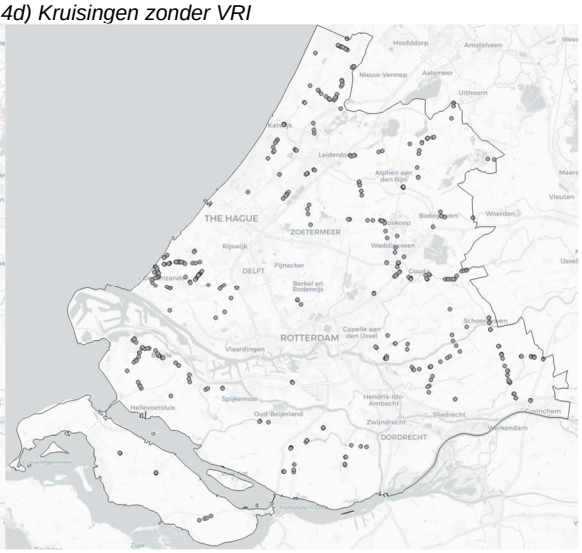
4b) Kruisingen met VRI



4c) Rotondes



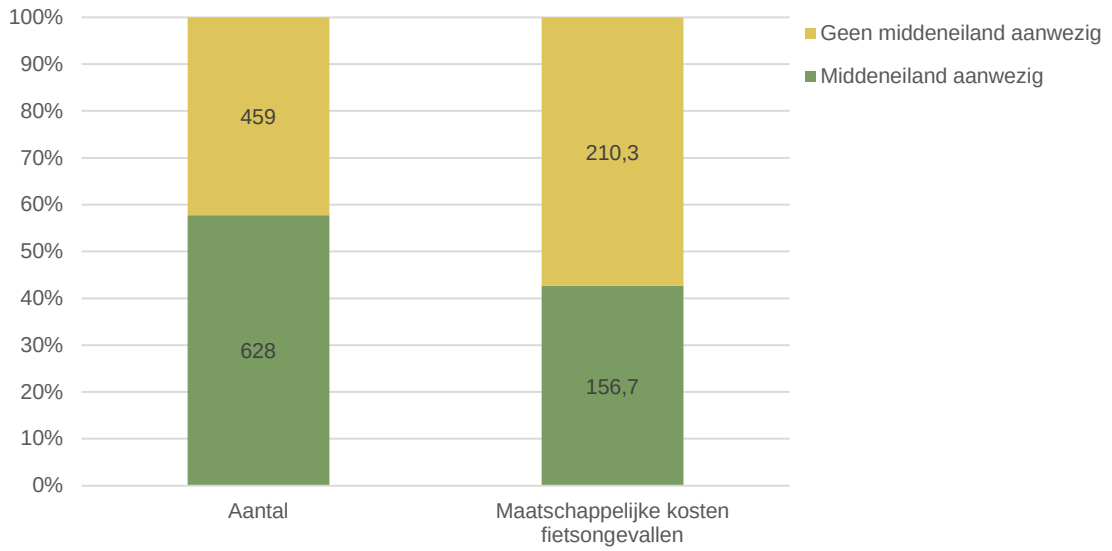
4d) Kruisingen zonder VRI



3.4.4 Aanwezigheid van middeneiland

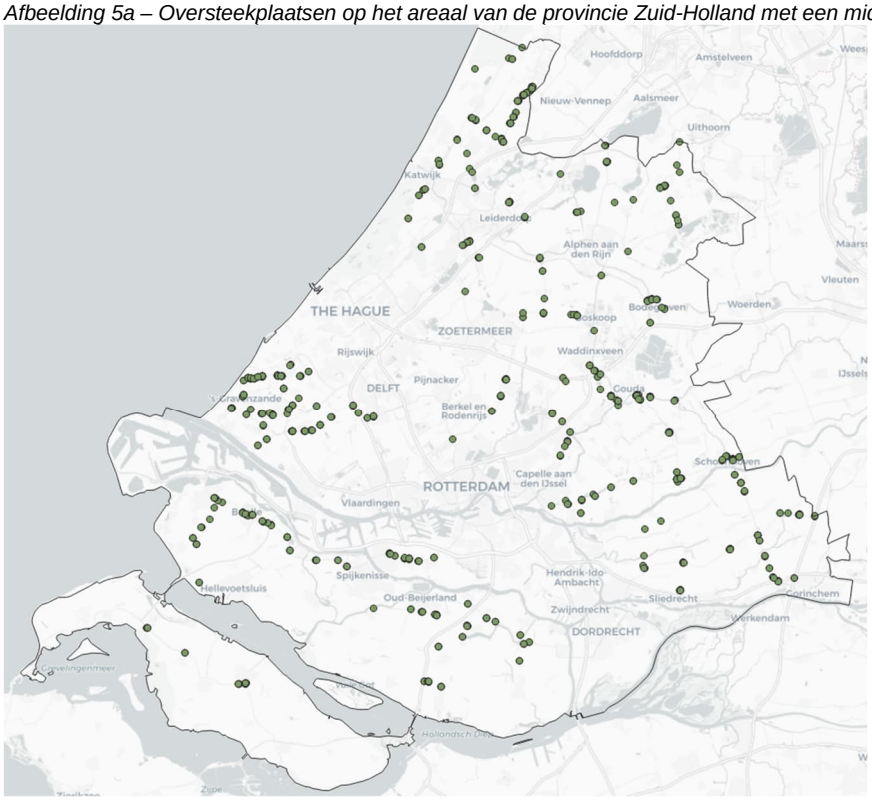
In Figuur 8 zijn de aantallen oversteekplaatsen en de kosten van fietsongevallen onderverdeeld naar aanwezigheid van middeneilanden. Er gebeuren relatief veel ongevallen op oversteken zonder middeneiland.

Figuur 8 - Verdeling aantal en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar aanwezigheid van een middeneiland

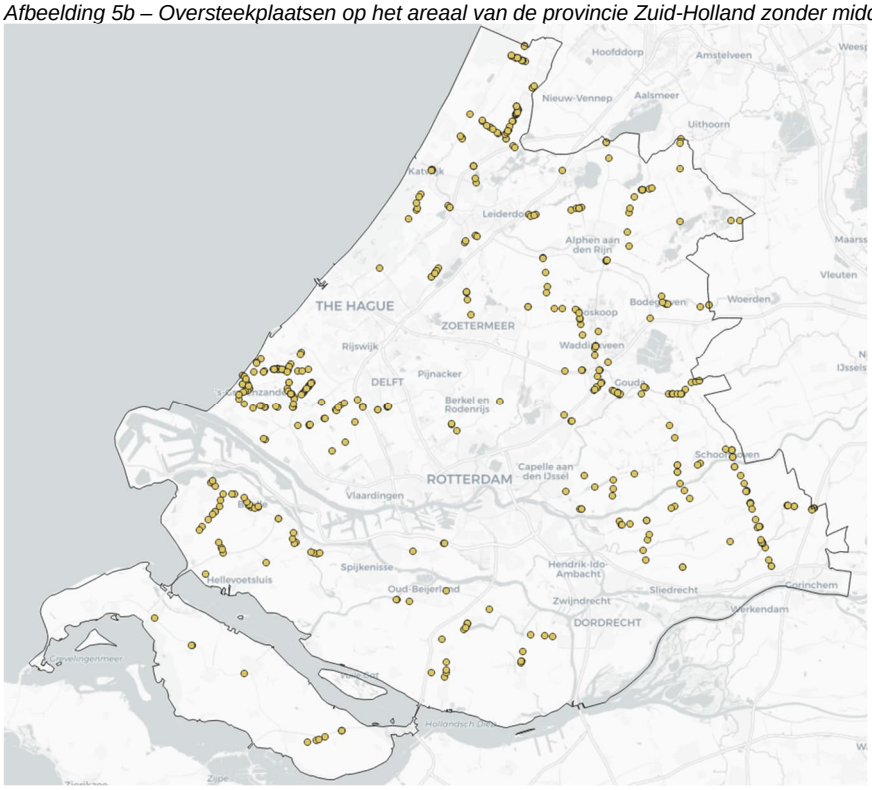


In Afbeelding 5a en 5b zijn de oversteekplaatsen met en zonder middeneiland weergegeven. Kijkend naar de spreiding is er geen opvallend verschil te zien.

Afbeelding 5a – Oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland met een middeneiland



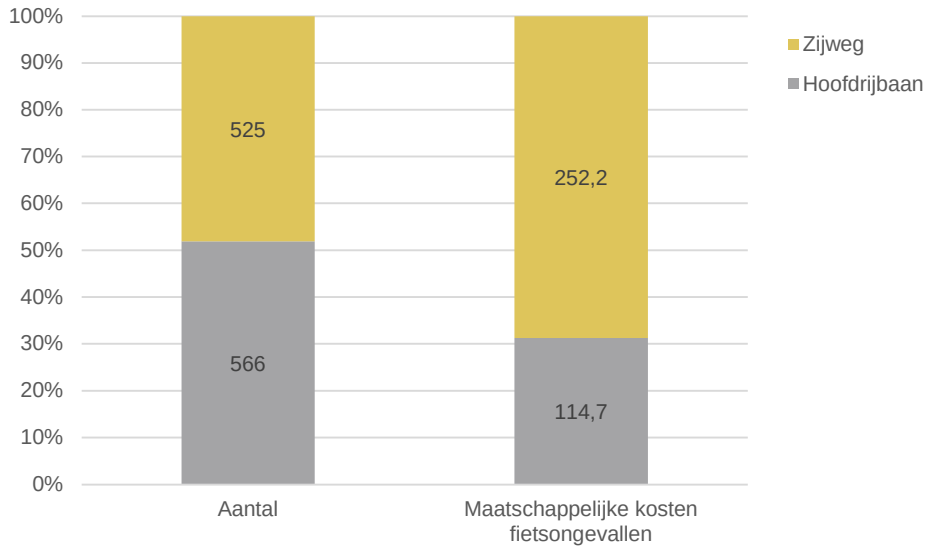
Afbeelding 5b – Oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland zonder middeneiland



3.4.5 Hoofdrijbaan / zijweg

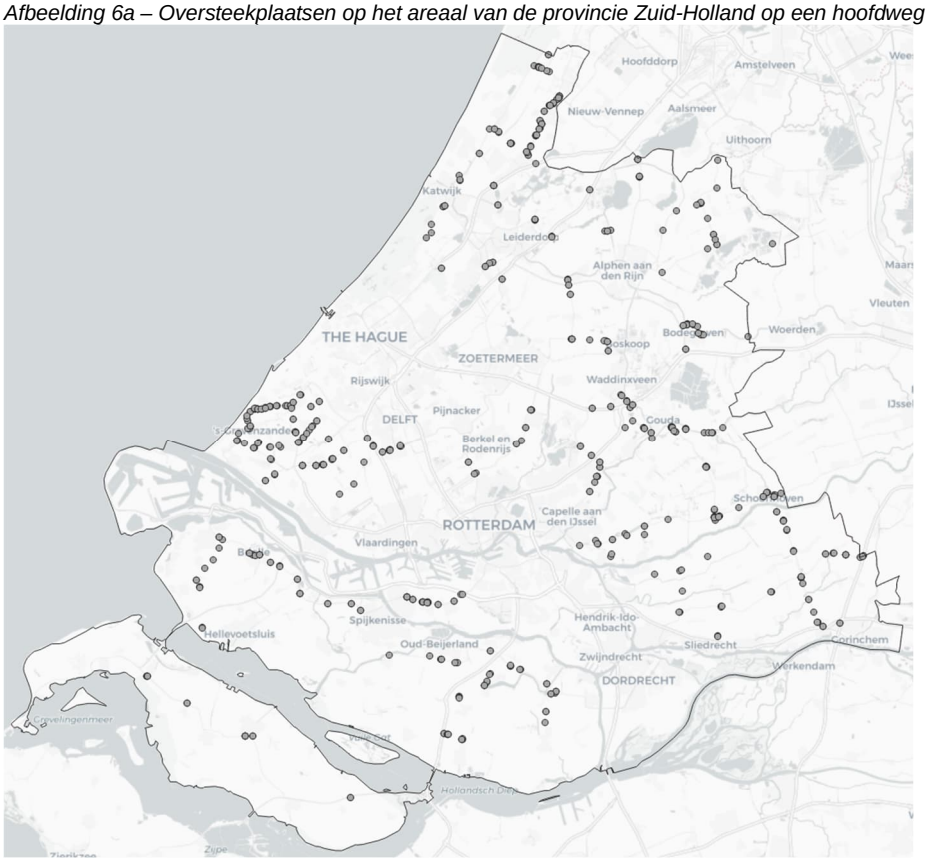
Het aantal oversteken op hoofdrijbanen en zijwegen is ongeveer gelijk. Toch is er een enorm verschil in waar het aantal ongevallen plaatsvindt: in Figuur 9 is te zien dat 70% van de kosten van fietsongevallen worden gemaakt op oversteekplaatsen op een zijweg. Dit percentage komt overeen met het onderzoek op Verkeerskunde.nl.

Figuur 9 - Verdeling aantal en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar hoofdrijbanen en zijwegen

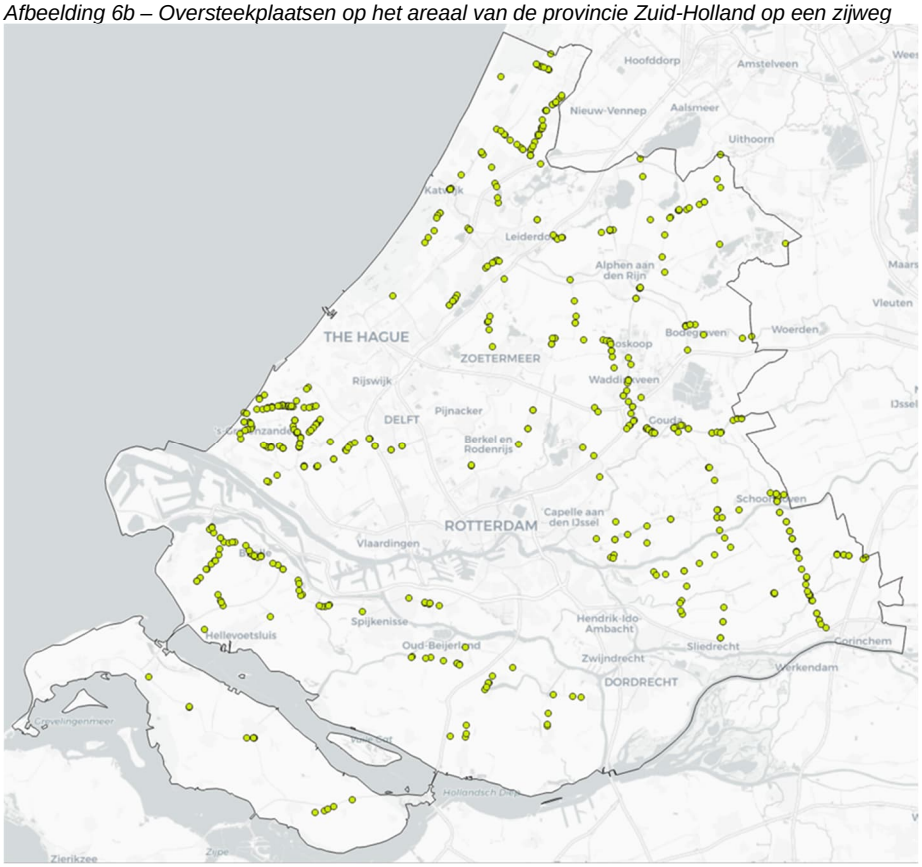


In Afbeelding 6a en 6b zijn de oversteekplaatsen weergegeven naar hoofdrijbaan en zijweg. Kijkend naar de spreiding is er, net als bij de middeneilanden, geen opvallend verschil te zien tussen de twee.

Afbeelding 6a – Oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland op een hoofdweg



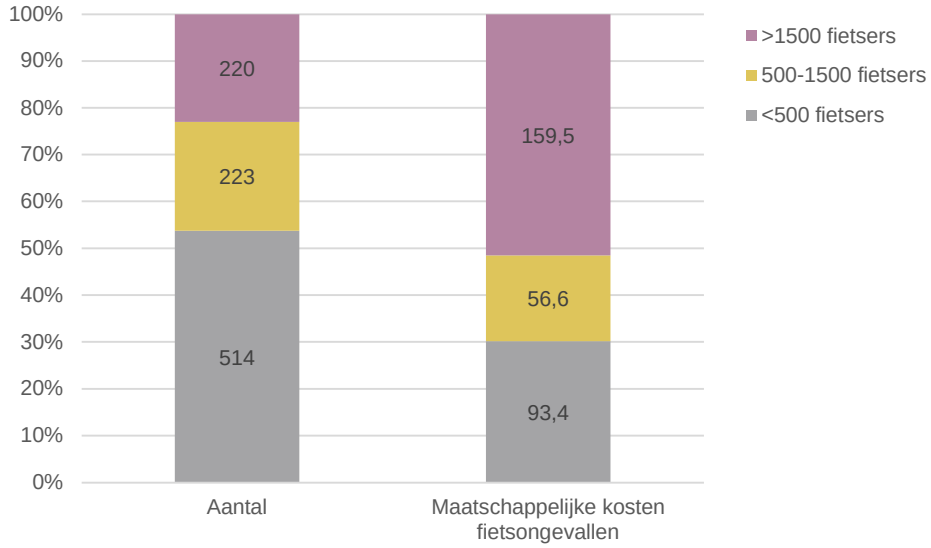
Afbeelding 6b – Oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland op een zijweg



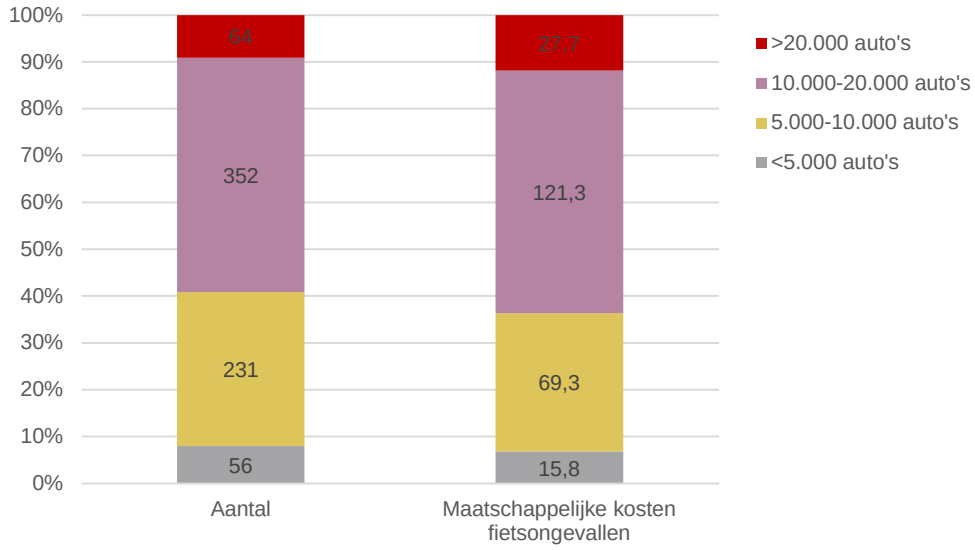
3.4.6 Intensiteiten

Zowel de auto- als fietsintensiteiten zijn meegenomen in de analyse. Immers, op een weg met 1.000 fietsers op een dag zijn meer ongevallen te verwachten dan op een weg met 50 fietsers op een dag. Hetzelfde geldt voor het aantal auto's. In de navolgende figuren is te zien hoeveel van de kosten van fietsongevallen gebeuren bij bepaalde drukteklassen voor zowel fiets- als auto-intensiteiten. Ook uit de statistische analyse is een significant effect gevonden van de intensiteiten op het aantal ongevallen. Het aanpassen van fietsinfrastructuur is dus het meeste kosteneffectief op de drukste plekken.

Figuur 10 - Verdeling aantal en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar drukteklasse fietsers

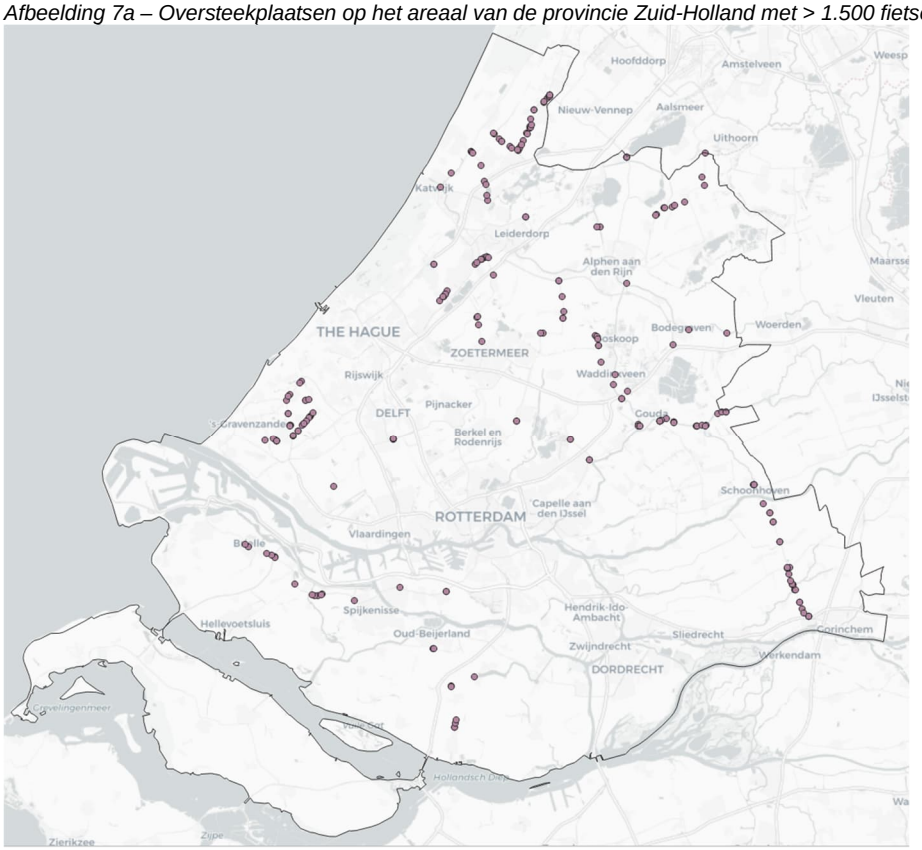


Figuur 11 - Verdeling aantal en maatschappelijke kosten fietsongevallen (miljoen euro per jaar) van oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland naar drukteklasse auto's

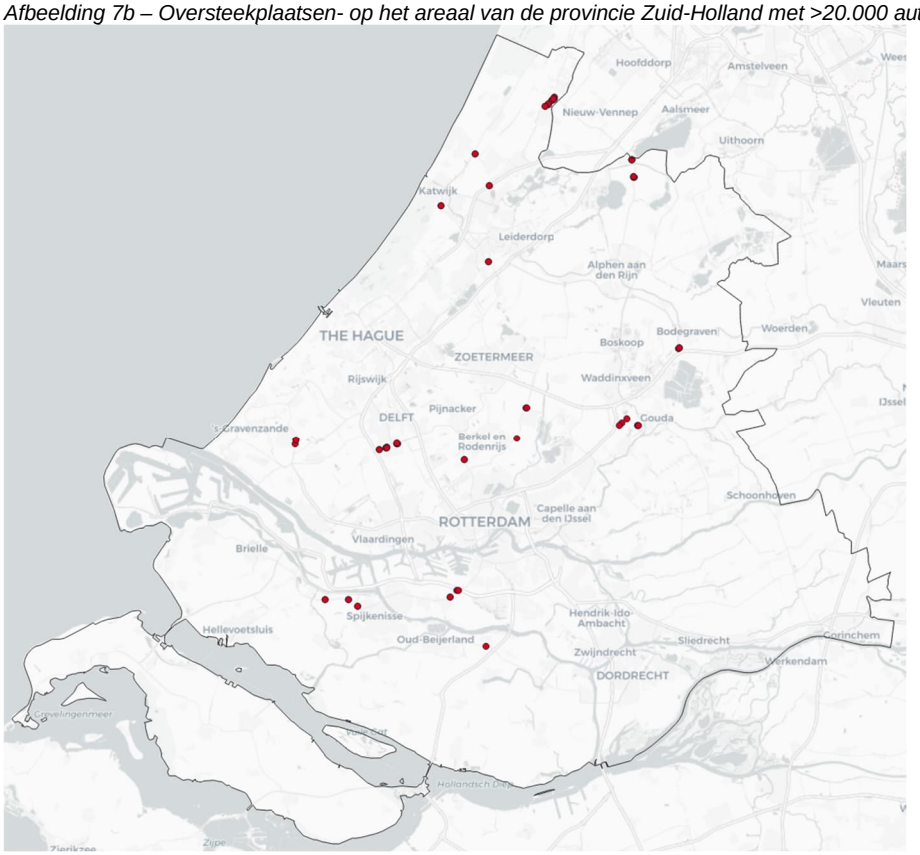


In Afbeelding 7a en 7b zijn de drukste oversteekplaatsen voor zowel fietsers en auto's te zien. Waar de drukste oversteken wat betreft autoverkeer over het algemeen wat meer rondom de steden liggen, valt op dat de drukste fietsoversteken wat meer richting de rand van de provincie gelegen zijn.

Afbeelding 7a – Oversteekplaatsen op het areaal van de provincie Zuid-Holland met > 1.500 fietsers per etmaal



Afbeelding 7b – Oversteekplaatsen- op het areaal van de provincie Zuid-Holland met >20.000 auto's per etmaal



3.4.7 Maatregelen

Uit de statistische analyse volgen (gedeeltelijke) oorzaken voor de ongevallen. Voor oversteken zijn er vijf verschillende maatregelen.

Voor oversteken op kruisingen van een hoofdweg en een zijweg, en met VRI:

- Aanleggen van een rotonde;
- Aanleggen van een turborotonde.

Voor oversteken op kruispunten zonder VRI en zonder middeneiland(en):

- Aanleggen van een middeneiland;
- Aanleggen van een VRI en een middeneiland.

Net als in de literatuur wordt de aanleg van een middeneiland, gebaseerd op de resultaten van onze analyse, gezien als positief. Daarnaast bleek uit de literatuur dat bij kruisingen het aantal ongevallen op zijwegoversteken groter is dan op oversteken op de hoofdrijbaan door de hogere intensiteiten. Daarnaast lijken (turbo)rotondes een effectieve maatregel bij kruisingen met zijwegoversteken en een VRI, zoals op basis van literatuur de verwachting was.

Aanleg fietstunnel

Naast bovengenoemde maatregelen is er nog een andere maatregel mogelijk, namelijk de aanleg van een fietstunnel. Zoals we hebben kunnen zien in onderdeel 3.1 is de kans op ongevallen op fietsoversteken groter dan op fietspaden. Om het effect van de aanleg van een fietstunnel te kunnen bepalen hebben we gekeken naar het verschil in het aantal ongevallen op een oversteekplaats en een gemiddeld fietspad. Immers, uit de analyse is gebleken dat er geen significant verschil in het aantal ongevallen is tussen een regulier fietspad en een fietspad in een tunnel.

Dit verschil is als volgt berekend: Voor een oversteekplaats is een totale lengte van 100 meter gerekend. Uit aangeleverde documenten van de provincie Zuid-Holland kunnen we opmaken dat voor een fietstunnel over het algemeen 200m gerekend wordt. Dus, om een goede vergelijking te kunnen maken, kijken we wat het gemiddelde aantal ongevallen zijn op een oversteek (100m) + 100 meter fietspad, zodat we een beeld krijgen hoeveel ongevallen er gemiddeld plaatsvinden op het deel waar de tunnel vervanging voor zou bieden. Vervolgens kunnen de twee vergeleken worden op basis van de K-B verhouding. We hebben dit bekeken voor alle type oversteekplaatsen, maar nemen alleen de meest kosteneffectieve locatie van de maatregel mee in onderdeel 3.4.8

3.4.8 Kosteneffectiviteit maatregelen

In Tabel 4 zijn de kosten, de baten en de kostenbatenverhouding van de maatregelen voor oversteekplaatsen weergegeven. De kosten van door te voeren maatregelen wegen (ruimschoots) op tegen de maatschappelijke baten, op de aanleg van een fietstunnel na. Voor (turbo)rotondes geldt uiteraard dat deze niet 1 oversteek vervangen, maar alle oversteken. Dit is meegenomen in de verhouding.

Tabel 4 Kosten, baten en kostenbatenverhouding maatregelen oversteekplaatsen

Maatregel	Kosten (per stuk)	Baten (per stuk)	K-B verhouding
Aanleg rotonde op een kruising van een hoofdweg en een zijweg, met VRI	€ 2.500.000	€ 7.752.470	3,1
Aanleg turborotonde op een kruising van een hoofdweg en een zijweg, met VRI	€ 2.500.000	€ 7.675.331	3,1
Aanleg fietstunnel als onderdoorgang van één zijwegoversteek op een kruising met VRI	€ 10.000.000	€ 1.865.541	0.2
Aanleg middeneiland op één oversteek op een kruising	€ 122.640	€ 520.688	4,3
Aanleg VRI en middeneiland op één oversteek op een kruising	€ 250.000	€ 1.834.619	7,3

Wel dienen er kanttekeningen geplaatst te worden bij de maatregelen gericht op een zijwegoversteek op een kruising met VRI. Allereerst zijn er door de aard van de data en de koppeling enkele oversteekplaatsen zonder VRI door hun nabijheid aangemerkt als oversteekplaats met VRI (en ook zonder middeneiland). Hoewel dit slechts een klein aantal is en het dus geen grote invloed zal hebben kan het zijn dat de K-B verhouding hierdoor in werkelijkheid net anders is.

Daarnaast kan het zijn dat niet het gebrek aan bijvoorbeeld een middeneiland maar een andere oorzaak ten grondslag ligt aan het hoge aantal ongevallen op deze locaties. Zo is het mogelijk dat fietsers een rood licht negeren met een ongeval tot gevolg. De aanleg van een middeneiland zou er in zo'n geval wel voor kunnen zorgen dat de fietser een tweede stop- en /of kijkmogelijkheid heeft halverwege. Aan de andere kant kan het zijn dat een fietser eerder een rood licht negeert wanneer slechts de helft van de weg overgestoken hoeft te worden. Daarnaast is het mogelijk dat zowel het autoverkeer als fietsverkeer groen licht heeft, zoals te zien in Afbeelding 8. Tot slot moet er rekening mee gehouden worden dat in sommige situaties weinig ruimte is voor aanpassingen. In zulke gevallen zullen maatregelen dus niet mogelijk zijn. Het is dus goed om per locatie te beoordelen of bovenstaande maatregelen zinvol kunnen zijn en, zo ja, welke.

Afbeelding 8 –Voorbeeld van een situatie waarbij zowel fietsers als het autoverkeer groen licht hebben.



4 Effectiviteit maatregelen

In de voorgaande hoofdstukken is het met name gegaan over de kosteneffectiviteit van de maatregelen. Voordat wij deze samenvatten en onze conclusies trekken kijken we in dit hoofdstuk puur naar de bijdrage van de maatregelen op het verbeteren van de verkeersveiligheid, ongeacht de kosten. De resultaten zijn te zien in Tabel 5.

Voorbeeld: Verbreden alle fietspaden die te smal zijn
Uit paragraaf 3.1 blijkt dat er jaarlijks gemiddeld 41 miljoen euro aan kosten van verkeersonveiligheid wordt gemaakt op de fietspaden. Als alle te smalle fietspaden verbreed waren geweest had dit een besparing van 13,2 miljoen euro opgeleverd en waren de totale kosten dus geen 41 miljoen euro maar 27,8 miljoen euro op fietspaden geweest. Op het totaal van 108 miljoen euro van de fietsonveiligheid in de provincie betekent dit een afname van 12,2%.

Tabel 5 Effectiviteit maatregelen fietspaden, wegen met gemengd verkeer en oversteekplaatsen per jaar

Maatregel	Vermindering maatschappelijke kosten verkeersonveiligheid per jaar	en afname in %
Fietspaden		
Gesloten verharding aanbrengen op alle fietspaden met open verharding [59 km]	7,4 miljoen euro	-6,9%
Verbreden alle fietspaden die te smal zijn [191 km]	13,2 miljoen euro	-12,2%
Aanleggen tweede eenrichtingsfietspaden [109 km]	8,3 miljoen euro	-7,7%
Wegen met gemengd verkeer (parallelwegen)		
Aanleggen vrijliggend fietspad (3,5 meter) langs parallelweg [118 km]	2,2 miljoen euro	-2,0%
Fietsoversteken		
Aanleg rotonde op een kruising van een hoofdweg en een zijweg, met VRI [27 stuks]	7,0 miljoen euro	-6,5%
Aanleg turborotonde op een kruising van een hoofdweg en een zijweg, met VRI [27 stuks]	6,9 miljoen euro	-6,4%
Aanleg fietstunnel als onderdoorgang van een zijweg op een kruising met VRI [27 stuks]	1,7 miljoen euro	-1,6%
Aanleg middeneiland op één oversteek op een kruising [345 stuks]	6,0 miljoen euro	-5,5%
Aanleg VRI en middeneiland op één oversteek op een kruising [345 stuks]	7,0 miljoen euro	-6,5%

5 Overzicht kosteneffectiviteit maatregelen

5.1 Inleiding

Op basis van de onderdelen uit hoofdstuk drie wordt in dit hoofdstuk een totaaloverzicht van de maatregelen weergegeven. In algemene zin geldt dat locaties met hogere fiets- en/of auto-intensiteiten hogere prioriteit hebben dan locaties met lagere intensiteiten. In Tabel 6 zijn de kostenbatenverhouding van alle behandelde maatregelen opgenomen, aflopend gesorteerd op K-B verhouding.

Tabel 6 Kostenbatenverhouding maatregelen fietspaden, wegen met gemengd verkeer en oversteekplaatsen

Maatregel	K-B verhouding
Aanleg VRI en middeneiland op één oversteek op een kruising	7,3
Asfalteren fietspad (gemiddelde breedte)	5,1
Verbreden fietspad met 1 meter	4,4
Aanleg middeneiland op één oversteek op een kruising	4,3
Aanleggen tweede eenrichtingsfietspad (2,5 meter)	3,3
Aanleg op een kruising van een hoofdweg en een zijweg, met VRI	3,1
Aanleg turborotonde op een kruising van een hoofdweg en een zijweg, met VRI	3,1
Aanleggen vrijliggend fietspad (3,5 meter) langs parallelweg	0,7
Aanleg fietstunnel als onderdoorgang van één zijwegoversteek op een kruising met VRI	0,2

5.2 Zeer kosteneffectieve maatregelen

Een groot gedeelte van de fietsonveiligheid is aanwezig bij oversteekplaatsen zonder middeneiland. De aanleg van een middeneiland bij een kruising zonder VRI is met een K-B verhouding van 4,3 een zeer kosteneffectieve maatregel. Indien hier tegelijkertijd ook een VRI wordt aangelegd stijgt de K-B verhouding zelfs naar 7,3.

Ook het asfalteren van fietspaden (K-B verhouding van 5,1) en het verbreden van fietspaden (K-B-verhouding van 4,4) zijn zeer kosteneffectieve maatregelen. Ons advies is daarom om, waar mogelijk, fietspaden te verbreden tot ten minste de vereiste breedte. Met name op drukke fietspaden kan deze maatregel veel opleveren op het gebied van verkeersveiligheid.

5.3 Kosteneffectieve maatregelen

Uit de literatuur is gebleken dat het aanleggen van een VRI-systeem potentieel een goede maatregel is, afhankelijk van hoe het VRI-systeem is ingesteld. Uit onze analyse is dit alleen als kosteneffectieve maatregel gekomen in combinatie met de aanleg van een middeneiland. Met een K-B verhouding van 2,5 is dit een goede maatregel om te nemen op locaties met hogere intensiteiten. Op (zeer) rustige locaties is deze maatregel niet altijd kosteneffectief.

Ook de aanleg van (turbo)rotondes op een VRI is effectief, mits deze één of meerdere zijwegoversteken vervangen. Met een K-B verhouding van rond de 3,1 zijn beide type rotondes effectief. Tot slot is het aanleggen van een vrijliggend fietspad om van één tweerichtingsfietspad naar twee eenrichtingsfietspaden te gaan is kosteneffectief met een K-B verhouding van 3,3.

5.4 Nauwelijks/geen kosteneffectieve maatregelen

Het aanleggen van een vrijliggend fietspad is twee keer voorbij gekomen in de analyse. Het aanleggen van een vrijliggend fietspad naast een parallelweg is met een K-B verhouding van 0,7 duur voor wat het oplevert. In dit geval moet goed gekeken worden naar de specifieke situatie. Op drukke locaties met genoeg ruimte kan dit alsnog een goede maatregel zijn. Op andere locaties zou onderzocht kunnen worden of er betere alternatieven zijn, zoals een fietsstraat bijvoorbeeld.

Hoewel zeer veilig, is de aanleg van een fietstunnel door de gestegen kosten en complexiteit in de basis geen een maatregel die op grote schaal uitgevoerd kan worden. Op de meeste locaties waar het al inpasbaar zou zijn is de maatregel nog steeds niet kosteneffectief. Op het type oversteek waar de meeste ongevallen plaatsvinden, die bij een zijweg op een VRI, heeft de aanleg van een fietstunnel slechts een K-B verhouding van 0,2, wat betekent dat de kosteneffectiviteit van deze maatregel op andere locaties, zoals bij een turborotonde, zelfs nog minder kosteneffectief is.
Alleen bij specifieke oversteken met zeer veel ongevallen of een zeer hoge intensiteit is dit in potentie een kosteneffectieve maatregel vanuit fietsverkeersveiligheidsoogpunt. In andere gevallen is het effectiever om in andere maatregelen te investeren. Natuurlijk heeft een tunnel ook andere voordelen, zoals verbeterde bereikbaarheid, maar dat valt niet binnen de scope van dit onderzoek.

5.5 Overige maatregelen

In de statistische analyse is geen significant effect gevonden voor het verplaatsen of verwijderen van objecten. Het is echter goed mogelijk dat dit komt door het gebrek aan geregistreerde eenzijdige ongevallen, zoals eerder benoemd. Uit de literatuur is gebleken dat objecten op of langs de weg wel degelijk de kans op ongevallen vergroten. Ons advies is om de noodzaak van de objecten goed af te wegen en deze te verwijderen indien mogelijk.

Bijlage 1 Onderzoeksopzet

De onderzoekopzet bestaat uit de volgende stappen:

1. Classificeren van het fietsnetwerk.
2. Koppelen historische ongevallen aan het fietsnetwerk.
3. Monetariseren fietsongevallen.
4. Ophogen naar 'werkelijke aantallen slachtoffers'.
5. Bepalen kosten van maatregelen.
6. Bepalen baten van maatregelen.

De stappen worden in navolgende paragrafen uitgebreid beschreven. In hoofdstuk 2 is een beknopte weergave van de onderzoeksopzet opgenomen.

B1.1 Classificeren van het fietsnetwerk

De eerste stap is het classificeren van het fietsnetwerk. Deze is in te delen in drie soorten infrastructuur waar fietsers gebruik van maken: de fietspaden, de fietsoversteken (kruisingen tussen fietspaden en wegen) en de wegen waar fietsers op de rijbaan met gemotoriseerd verkeer mengen (veelal parallelwegen).

B1.1.1 Fietspaden

Het aangeleverde bestand *Fiets_PZH_wegbeheer_opgeschoond_2023_04_04.gdb* is als basisbestand gebruikt om de fietspaden te analyseren. De volgende geografische koppelingen zijn gemaakt om extra kenmerken toe te voegen aan de fietspaden:

- ***Fietsintensiteiten***: deze komen uit een pilotproject dat Sweco samen met CQM heeft uitgevoerd.
- ***Utilitair-recreatief***: aangeleverd bestand *HOOFDNET_FIETS_UTILITAIR_RECREATIEF.shp*.
- ***Fietsersbond***: aangeleverd bestand *Fietsersbond SPI.shp*. Per fietspadwegvak zijn de kenmerken uit het meest overlappende polygoon gekoppeld.
- ***Kantmarkering***: aangeleverd bestand Kantmarkering.shp.
- ***Objecten***: er zijn diverse bestanden met objecten aangeleverd. Vooralsnog zijn alleen de punt-objecten gekoppeld (bomen, informatieborden, verkeersborden en paaltjes). Uitgangspunt is dat er al een voorselectie is geweest waarin alleen de objecten binnen 1 meter van het fietspad zijn geselecteerd. Er zijn veel manieren mogelijk om vervolgens per wegvak statistieken op te stellen. Aangenomen is dat ieder object een invloedsgebied heeft van 10 meter in beide richtingen. De mate waarin een wegvak vervolgens afgedekt wordt door objectinvloedsgebieden als indicator opgenomen.

B1.1.2 Wegen met gemengd verkeer

Voor de wegen met gemengd verkeer met de provincie Zuid-Holland als wegbeheerder is de door Sweco opgestelde shape in het kader van het NTM project als basis gebruikt. Voor de PZH betreft dit vooral ventwegen / parallelwegen langs N-wegen en daarnaast een paar lagere-orde N-wegen

(bijvoorbeeld de N468). Deze wegen bevatten ook fietsintensiteiten op basis van de eerder door Sweco en CQM uitgevoerde pilot.

De volgende geografische koppelingen zijn gemaakt om extra kenmerken toe te voegen aan de wegen met gemengd verkeer:

- ***Autointensiteiten***: aangeleverd bestand *Intensiteit weekdagen 2010-2021.shp*. Zie de kolom AUTOINTENSITEIT_etmaal (gebaseerd op de kolom totaal_210, de doorsnedeintensiteit in 2021). Deze zijn alleen beschikbaar voor de hoofdrijbanen, het overgrote deel van de wegen met gemengd verkeer (ventwegen en parallelrijbanen) krijgen dus geen intensiteit.
- ***Fietsersbond***: in het bestand van de fietsersbond zitten de kenmerken van de befietsbare wegen, dus niet alleen de fietspaden. Deze zijn op een vergelijkbare manier verwerkt als voor de fietspaden, zie de kolommen die beginnen met FIETSERSBOND.
- ***Verharding***: op basis van het bestand *ABS_W_VERHARDING.shp*. Per wegvak zijn de eigenschappen van de meest overlappende polygoon overgenomen. Zie de kolommen die beginnen met VERHARDING.
- ***Landbouwroutes***: op basis van een eerdere inventarisatie van Sweco. Alleen beschikbaar voor een aantal gebieden binnen PZH. Zie de kolom LANDBOUWROUTES_klasse.
- ***Utilitair-recreatief***: net zo verwerkt als voor de fietspaden, zie de kolommen die beginnen met HOOFDNET.

B1.1.3 Oversteekplaatsen

In de aangeleverde data is alleen informatie voor oversteekplaatsen fiets opgenomen. De puntenshapefile *snijpunten.shp* is als basis gebruikt. De volgende geografische koppelingen zijn gemaakt om extra kenmerken toe te voegen aan de oversteekplaatsen:

- ***Middeneilanden***: op basis van het aangeleverde bestand *Middeneilanden.shp*. Waar een middeneiland binnen 15 meter van een oversteekplaats ligt is dit aangegeven in de kolom ‘middeneiland_aanwezig’. In de kolom ‘middeneiland_lengte’ is de lengte van het middeneiland opgenomen. Niet alle middeneilanden lijken opgenomen te zijn en er komen soms ook middeneilanden voor op plaatsen waar in werkelijkheid geen middeneiland is. Dit is gecontroleerd aan de hand van sattelietfoto’s en aangepast indien bleek dat de aanwezigheid van een middeneiland niet correct was geregistreerd. Toch is het mogelijk dat er nog enkele incorrectheden zijn.
- ***Intensiteiten***: op basis van het aangeleverde bestand *Intensiteit weekdagen 2010-2021.shp* en op basis van de aan fietspaden gekoppelde fietsintensiteiten. Als fietsintensiteit is de maximaal voorkomende intensiteit op fietspaden binnen 5 meter van de oversteekplaats overgenomen. Als autointensiteit is de maximaal voorkomende intensiteit op wegen binnen 10 meter van de oversteekplaats opgenomen. Bij oversteekplaatsen bij gescheiden rijbanen (deze bestaan uit twee afzonderlijke oversteekplaatsen) is veelal de autointensiteit van de doorsnede overgenomen, uit de aangeleverde data is dit onderscheid niet makkelijk te maken. Omdat autointensiteiten alleen beschikbaar zijn voor de hoofdwegen hebben veel fietsoversteken bij zijwegen geen autointensiteit gekregen.

B1.2 Koppelen historische ongevallen aan fietsnetwerk

Als basis voor de ongevallen zijn alle ongevallen met betrokkenheid van fietsers geselecteerd uit de periode 2012-2021 (10 jaar). ‘Betrokkenheid fiets’ is hierbij gedefinieerd als dat één van de volgende partijen bij het ongeval betrokken was: fiets, e-bike, bromfiets of snorfiets. Daarnaast zijn ongevallen die op gemeenteniveau gekoppeld niet meegenomen, van deze ongevallen weten we te weinig over de locatie waar het ongeval is gebeurd.

Afhankelijk van de wegsituatie en de betrokkenen (alleen fiets of fiets en motorvoertuigen) zijn de ongevallen gekoppeld aan de drie infrastructuur-onderdelen die zijn geïnventariseerd:

Wegsituatie_klasse	Betrokkenen_klasse	Fietsoversteek	Fietspad	Gemengd verkeer
Kruispunt	alleen (brom)fiets(ers)	Ja	Ja*	Ja*
Kruispunt	(brom)fiets(ers) en motorvoertuig(en)	Ja	Nee	Ja*
Wegvak	alleen (brom)fiets(ers)	Nee	Ja	Ja
Wegvak	(brom)fiets(ers) en motorvoertuig(en)	Nee	Nee	Ja
Onbekend	alleen (brom)fiets(ers)	Ja	Ja*	Ja*
Onbekend	(brom)fiets(ers) en motorvoertuig(en)	Ja	Nee	Ja*

Voor een ongeval op een kruispunt met alleen fietsers wordt bijvoorbeeld in eerste instantie een koppeling met een nabijgelegen fietsoversteek gemaakt. Indien dit niet mogelijk is wordt geprobeerd een koppeling te maken met een nabijgelegen fietspad of een nabijgelegen weg met gemengd verkeer.

We hebben geen informatie over fietskruispunten en over kruispunten met gemengd verkeer. Met name voor de ventwegen en de parallelwegen betekent dit dat ongevallen op deze wegen die in BRON aan kruispunten gekoppeld worden nu aan wegvakken gekoppeld zijn.

Bij het koppelen wordt gebruik gemaakt van de XY-positie die voor ieder ongeval beschikbaar is in BRON. De nauwkeurigheid van deze positie hangt af van het kenmerk NIVEAUKOP. Van ongevallen die op straatniveau (NIVEAUKOP=S) of op kruispuntniveau (NIVEAUKOP=K) gekoppeld zijn is de XY-positie een vrij globale inschatting. Voor de exact gekoppelde ongevallen (NIVEAUKOP=E) weten we iets nauwkeuriger waar het ongeval heeft plaatsgevonden, al is dit nog steeds vaak in het midden van een NWB-wegvak geprojecteerd en kan daarmee nog steeds honderden meters afwijken. Hierbij moet rekening gehouden worden met het trekken van conclusies.

B1.3 Monetariseren fietsongevallen

Om het aantal dodelijke ongevallen en het aantal letselongevallen beter tegen elkaar te kunnen wegen wordt veelal gerekend met de maatschappelijke kosten als gevolg van verkeersonveiligheid. Hierbij wordt een dodelijk ongeval aanzienlijk zwaarder meegewogen dan een letselongeval.

Voor de berekening van de maatschappelijke kosten van ongevallen zijn gegevens van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) uit het project VALOR (VALue Of Road safety) gebruikt. Het onderzoek[2] schat voor Nederland een VSL (Value of a Statistical Life) van €6,3 miljoen en een VSSI van €1,0 miljoen (Value of a Statistical Serious Injury). De VSL en VSSI zijn belangrijke waarderingsgetallen in de verkeersveiligheid en passen we ook in dit onderzoek

[2] Waarderingsgetallen Verkeersveiligheid | Document (onderzoekspublicatie) | Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (kimnet.nl)

toe. Voor een lichtgewonde is 37.000 euro aangehouden en die per overige gewonde 5.100 euro, deze waarden komen uit het Mobiliteitsbeeld 2019[3].

De gegevens van het KiM zijn op slachtofferniveau bekend en om deze gegevens in dit onderzoek te kunnen toepassen is een omrekening van het aantal ongevallen naar het aantal slachtoffers naar ernst gemaakt. Hierbij is rekening gehouden met twee factoren:

- Gemiddeld aantal slachtoffers per ongeval.
- De verhouding naar ernst met onderscheid in dodelijke slachtoffers en gewonden.

In de laatste jaren is in BRON één categorie letselongevallen geregistreerd. Om de kosten van een verkeersgewonde te bepalen is de verhouding naar verschillende slachtofferniveaus in de periode 2011-2015 gehanteerd. Door het aandeel van letselongevallen onder dodelijke slachtoffers, ziekenhuisgewonden, eerste hulp gewonden en overige gewonden te vermenigvuldigen met de gemiddelde kosten voor ieder type letselernst, wordt er een gewogen waarde berekend per dodelijk en letselongeval. Bij de letselongevallen is er onderscheid gemaakt in de drie infrastructuurtypen. De kosten van een letselongeval op wegen met gemengd verkeer en fietsoversteekplaatsen liggen hoger dan die op fietspaden. De ernst van het letsel is op deze locaties gemiddeld gezien hoger omdat er interactie met gemotoriseerd verkeer mogelijk is.

Tabel 7 - Maatschappelijke kosten per fietsslachtofferongeval naar AP3-code en infrastructuurtype

AP3-code	Infrastructuurtype	Maatschappelijke kosten per fietsslachtofferongeval
Dodelijk	Alle typen	€ 6.394.256
Letsel	Fietspad	€ 530.486
	Wegen met gemengd verkeer	€ 641.088
	Fietsoversteekplaatsen	€ 650.550

B1.4 Ophogen naar ‘werkelijke aantallen slachtoffers’

Niet alle (fiets)ongevallen worden geregistreerd in het Bestand Geregistreerde Ongevallen Nederland BRON. Uit onderzoek[4] van VeiligheidNL blijkt dat data van de RAVU over 2018 al driemaal zo veel verkeersslachtoffers laat zien dan de data uit BRON. Als verder onderscheid wordt gemaakt naar vervoerwijze blijkt dat bij ongevallen waarbij fietsers zijn betrokken een factor 7 van toepassing is, en voor ongevallen zonder betrokkenheid fiets een factor van 2. Uit cijfers van de spoedeisende hulp en de ambulance in Friesland, blijken er zelfs acht keer meer fietsslachtoffers te zijn dan de politie in BRON meldt.

Deze factoren gebruiken we in dit onderzoek om de ophoging naar ‘werkelijke aantallen slachtoffers’ te maken. Voor dodelijke slachtoffers is geen ophoogfactor toegepast, voor ziekenhuisgewonden voorzichtigheidshalve een factor 4, voor slachtoffers eerste hulp een factor 6 en voor overige gewonden een factor 8.

[3] Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Mobiliteitsbeeld 2019, paragraaf 4.5.1
[4] Olij, B. et al. (2019). Verkeersongevallen 2018 in Utrecht. Een beschrijving van ambulance data en een vergelijking met BRON, Amsterdam: VeiligheidNL

B1.5 Kosten van maatregelen

Voor de kosten van maatregelen gebruiken we kosten uit de menukaart investeringsimpuls verkeersveiligheid 2022-2023 van de Rijksoverheid. Omdat door de provincie Zuid-Holland is aangegeven dat de daadwerkelijke kosten een stuk hoger liggen gebruiken we de bovenkant van de kostenmarge, waardoor de kosten al met 40% verhoogd worden. Vervolgens vermenigvuldigen we deze kosten met factor 2. Deze kosten zijn aan u voorgelegd en indien nodig aangepast naar volgens uw inzicht realistische kosten. Dit leidt tot een lijst met de volgende potentiële maatregelen en kosten:

[**De vetgedrukte bedragen zijn de door de provincie goedgekeurde kosten**]

Omschrijving Maatregel	**Eenheid**	**Kostprijs per eenheid**
Fietsinfrastructuur		
Saneren van onnodige objecten		
Verplaatsen lichtmast	st	**€ 1.120**
Verwijderen fietspaaltje	st	**€ 1.252**
Veilige bermen - Kappen boom	st	**€ 644**
Fietsstroken- en paden		
Verbreden van fietspaden	m	€ 473
Vervangen verharding fietspad (asfalt)	m²	€ 259
Aanleg vrijliggend (brom)fietspad		
Vrijliggend fiets-/bromfietspad - b=2,5	m	€ 700
Vrijliggend fiets-/bromfietspad - b=3,0	m	€ 750
Vrijliggend fiets-/bromfietspad - b=3,5	m	**€ 800**
Vrijliggend fiets-/bromfietspad - b=4,0	m	€ 850
Aanleg van een veilige oversteekplaats		
Geregelde oversteekplaats	st	**€ 137.245**
Aanleg van een middeneiland	st	**€ 122.640**
Combinatie van bovenstaande	st	**€ 250.000**
Aanleg van één rijloper met fiets(suggestie)stroken en bermen	km	€ 21.840
Aanleggen van een ongelijkvloerse fietsoversteekplaats Aanleg van een ongelijkvloerse kruising (fietsonderdoorgang)	st	**€ 10.000.000**
Aanleg van een rotonde	st	**€ 2.500.000**
Aanleg van een turborotonde	st	**€ 2.500.000**

B1.6 Baten van maatregelen

In de analyse is onderzocht welke maatregelen een significant verschil zouden maken op het verkleinen van de kans op ongevallen. Vervolgens is gekeken hoeveel ongevallen worden voorkomen in de komende dertig jaar. Door het aantal verminderde ongevallen te vermenigvuldigen met de baten van het voorkomen van 1 ongeval zijn de totale baten van een maatregel berekend. Wanneer deze in verhouding wordt gezet met de kosten van een maatregel ontstaan een verhoudingsgetal op basis waarvan kan worden geprioriteerd.