SWOV
WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK VERKEERSVEILIGHEID

Verkeersveiligheid van stedelijke verkeersinfrastructuur

Veiligheid van wegen en straten in Amsterdam in relatie tot wegkenmerken

R-2021-16

Verkeersveiligheid van stedelijke verkeersinfrastructuur

Na de geleidelijke invoering van Duurzaam Veilig Wegverkeer resteren er nog wegen en straten die niet voldoen aan de daarvoor geldende richtlijn. SWOV heeft hiernaar onderzoek gedaan met gegevens van wegen (limiet 50 km/uur) en straten (limiet 30 km/uur) die verzameld zijn in de gemeente Amsterdam. Hieruit blijkt dat de helft van de onderzochte 50km/uur-wegen geen gescheiden rijrichtingen heeft, 44% heeft geen vrijliggende fietsvoorzieningen en op 54% is parkeren naast of op de rijbaan mogelijk. Dit alles is niet conform de richtlijnen. Voor de 30km/uur-straten is gevonden dat 30% niet voldoet aan de richtlijn; 70% voldoet ten minste aan de minimale eisen.

Duurzaam Veilig Wegverkeer en de richtlijn hebben als doel om de verkeersveiligheid te verbeteren. Uit dit onderzoek blijkt dat de volgende wegkenmerken samenhangen met het risico op ernstige ongevallen op de 50km/uur-wegen: het type fietsvoorziening, de aanwezigheid van een parallelvoorziening, de aanwezigheid van parkeervakken, de verhardingssoort en de kruispuntdichtheid. Hoe beter de richtlijn gevolgd is, hoe veiliger het verkeer. Met andere woorden: het ongevalsrisico van de 50km/uur-wegen die niet aan de richtlijn voldoen is hoger dan dat van de wegen die er wel aan voldoen.

1. Inleiding

In 1997 is in Nederland een richtlijn ingevoerd[1] voor de categorisering en vormgeving van wegen en straten. Het oogmerk hiervan was om de principes van Duurzaam Veilig Wegverkeer te vertalen in concrete eisen aan bijvoorbeeld het type fietsvoorziening en verhardingssoort van de rijbaan. Sinds 1997 zijn wegen en straten langzamerhand aangepast aan die richtlijn.

Voor wegen buiten de bebouwde kom is in de afgelopen jaren duidelijk geworden hoe de vormgeving ervoor staat en welk veiligheidsniveau er heerst. Voor wegen en straten binnen de bebouwde kom is er veel minder bekend over vormgeving en veiligheidsniveau. Dit komt mede doordat de benodigde gegevens over weginrichting en verkeersintensiteiten vaak ontbreken.

Dit onderzoek

Voor de gemeente Amsterdam zijn in een eerder uitgevoerd project[2] wel gedetailleerde gegevens over de inrichting van wegen binnen de bebouwde kom verzameld. Deze gegevens zijn in dit onderzoek gebruikt om de volgende vragen te beantwoorden:

1. Hoe zijn de wegen en straten binnen de bebouwde kom in Amsterdam vormgegeven?
2. Is deze vormgeving conform de richtlijn?
3. In welke mate dragen de afzonderlijke wegkenmerken bij aan de verkeersveiligheid op de onderzochte wegen?
4. Welk veiligheidsniveau hebben wegkenmerken in onderlinge samenhang, met andere woorden: hoe veilig zijn de wegen en straten in hun geheel?

Deze onderzoeksvragen betreffen de problematiek van stedelijke infrastructuur in grote(re) steden, waardoor de resultaten ook betrekking kunnen hebben op die in andere gemeenten. De gebruikte gegevens uit de gemeente Amsterdam vormen echter *geen representatieve* steekproef van stedelijke wegen en straten in Nederlandse gemeenten.

Aanpak

Van de wegen in Amsterdam met een snelheidslimiet van 50 km/uur (totale lengte 670 km) is per segment van 25 m een groot aantal wegkenmerken verzameld. Dit is ook gebeurd voor een beperkt deel (lengte 80 km) van de straten met een limiet van 30 km/uur. Ook zijn de verkeersintensiteiten en de ongevallengegevens op de onderzochte wegvakken in Amsterdam geïnventariseerd. Hoe die inventarisaties zijn gedaan, staat kort beschreven in *Hoofdstuk 2*. De verzamelde wegkenmerken zijn in dit rapport gepresenteerd en vergeleken met de geldende ontwerprichtlijn (→*Hoofdstuk 3*).

Vervolgens is een aantal kwantitatieve analyses uitgevoerd:

- Van individuele wegkenmerken is afzonderlijk geanalyseerd of ze significant samenhangen met het ongevalsrisico (aantal ernstige ongevallen[3] per afgelegde motorvoertuigkilometer op een wegvak; →*Hoofdstuk 4*).
- Van de wegkenmerken in onderlinge samenhang is het veiligheidsniveau bepaald door wegen die een aantal belangrijke wegkenmerken gemeenschappelijk hebben, samen te voegen tot 'wegtypen'. Van deze wegtypen is vervolgens het ongevalsrisico berekend (aantal ernstige ongevallen per afgelegde motorvoertuigkilometer; →*Hoofdstuk 5*).

De bevindingen worden tot slot samengevat en beschouwd in *Hoofdstuk 6*.

[1] Inmiddels vervangen door CROW (2012). *Basiskenmerken wegontwerp; categorisering en inrichting van wegen*. Publicatie 315. CROW, Ede.
[2] Wijlhuizen, G.J., et al. (2017). *Ontwikkeling Netwerk Safety Index gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.
[3] Ongevallen waarbij volgens de politieregistratie een of meer slachtoffers zijn overleden of vervoerd naar een ziekenhuis.

2. Inventarisatie

Voor dit onderzoek is een inventarisatie van gegevens op bijna het gehele 50km/uur-wegennet van Amsterdam uitgevoerd (→*Afbeelding 1*). Het Amsterdamse netwerk van 50km/uur-wegen bestaat in totaal uit circa 670 km weglengte. De meeste, namelijk ca. 500 km van deze gebiedsontsluitingswegen (GOW) zijn geïnventariseerd.[4] Daarnaast is ook ongeveer 80 km aan erftoegangsweg (ETW) met 30km/uur-limiet random geselecteerd en geïnventariseerd.

Wegkenmerken

De wegkenmerken van 50km/uur-wegen zijn verzameld voor opeenvolgende wegvaksegmenten van 25 m, met een minimale afstand van 50 m tot een kruispunt met een andere gebiedsontsluitingsweg. De kenmerken zijn in beide rijrichtingen vastgelegd. Voor het verzamelen van deze kenmerken zijn vier beoordelaars gedurende twee dagen geïnstrueerd en getraind. De werkwijze bij deze inventarisatie staat kort beschreven in het kader op pagina 6.

Ongevallengegevens

Voor de ongevallenanalyses is in dit onderzoek is gebruikgemaakt van de ongevallen die de politie gedurende zeven jaar (periode 2009-2015) heeft geregistreerd in het Bestand geRegisteerde Ongevallen Nederland (BRON), uitgesplitst naar letselernst.[5] Deze verkeersongevallendata zijn in BRON niet bekend op 25m-segmentniveau, maar zijn gekoppeld aan (het middelpunt van) wegvakken. Wegvakken zijn gedefinieerd als een segment weg tussen twee kruispunten met andere 50km/uur-wegen (GOW-GOW-kruispunten) en een lengte van ten minste 100 m. De eerste 50 m vanaf een kruispunt worden bij het beoordelen van de wegkenmerken niet bij de wegvakken maar tot kruispunten gerekend. Alle geregistreerde ongevallen met het kenmerk 'wegvakongeval' hebben we aan de wegvakken toegekend.

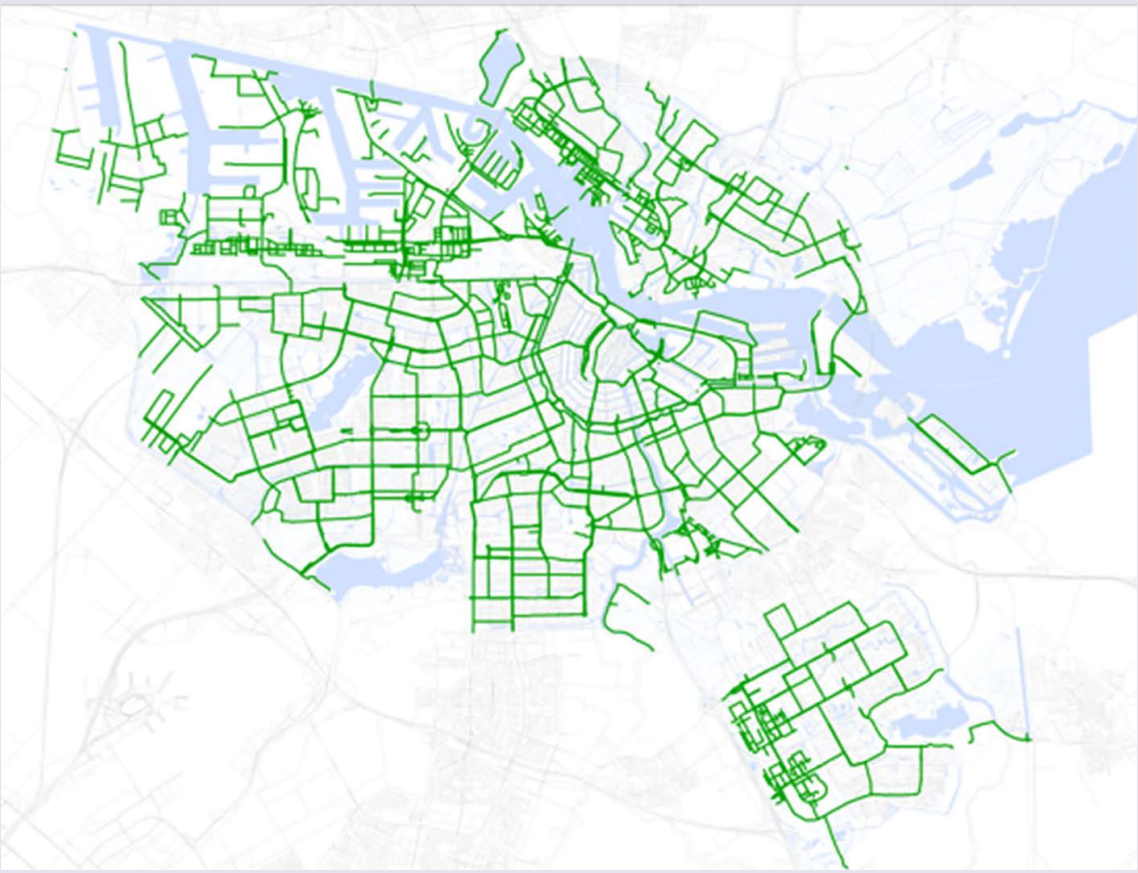
Intensiteit motorvoertuigen

Gegevens over verkeersintensiteiten zijn noodzakelijk om eventuele verschillen in veiligheid tussen wegtypen te kunnen duiden. De gemeente Amsterdam heeft een dataset geleverd met gemiddelde aantallen motorvoertuigen per etmaal in basisjaar 2010; nieuwere gegevens waren op het moment van het uitvoeren van het onderzoek helaas niet beschikbaar. Deze gegevens waren afkomstig van het verkeersmodel VMA dat in Amsterdam in gebruik is. Het verkeersmodel kent een gemiddelde etmaalintensiteit toe per wegsegment (traject tussen twee kruispunten, ook met ETW). In *Afbeelding 2* is te zien dat deze intensiteit over de lengte van een straat kan variëren. In de Jan van Galenstraat, dit voorbeeld, begint de verkeersintensiteit met gemiddeld 20.257 motorvoertuigen per etmaal (segment links) en neemt deze richting centrum af tot 15.540 motorvoertuigen (segment rechts). Voor de etmaalintensiteit per wegvak (tussen twee GOW-GOW-kruispunten) is het gemiddelde genomen van deze segmenten. Voor de 30km/uur-straten zijn geen verkeersintensiteiten bekend.

[4] Wijlhuizen, G.J., et al. (2017). *Ontwikkeling Netwerk Safety Index gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.

[5] Onderscheiden zijn ongevallen met dodelijke afloop, met gewonden die zijn vervoerd naar een ziekenhuis, met lichtgewonden, met slachtoffers die zijn behandeld op de spoedeisende eerste hulp, en met uitsluitend materiële schade (UMS).

Netwerk 50 km/uur Amsterdam



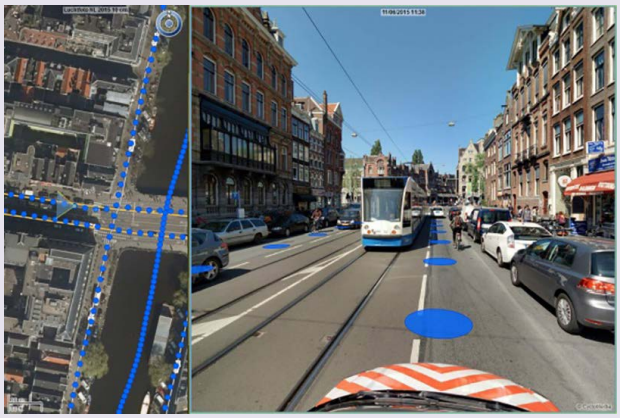
Afbeelding 1

Voorbeeld van gegevens etmaalintensiteit

Afbeelding 2: Gemiddelde etmaalintensiteit van gemotoriseerd verkeer op segmenten van de Jan van Galenstraat in Amsterdam

Werkwijze inventarisatie wegkenmerken

Na een tweedaagse instructie en training hebben vier studenten uit het hoger onderwijs de wegkenmerken beoordeeld. Op een vaste werkplek in het SWOV-gebouw kregen de beoordelaars per meetpunt een 360°-foto van fiets- of weginfrastructuur op hun beeldscherm (zie *Afbeelding 3* voor een voorbeeld). Via deze foto kon de beoordelaar de omgeving van het meetpunt – desgewenst in alle richtingen – bekijken. De foto's waren afkomstig van het bedrijf Cyclomedia en waren voor dit onderzoek toegankelijk via hun webapplicatie (onder licentie). De foto's worden jaarlijks opnieuw gemaakt, en gaven ten tijde van de inventarisatie in 2015-2016 een vrij actueel beeld van de wegomgeving. Een bijzonder onderdeel van de inventarisatie was het bepalen van de afmetingen van bepaalde kenmerken, zoals de wegbreedte. Door middel van x-, y- en z-coördinaten kon een meetlijn in het beeld worden getrokken en kon de breedte worden afgelezen.



Afbeelding 3: Voorbeeld van foto's van weginfrastructuur op het beeldscherm van beoordelaars (Cyclomedia)

De beoordeling startte bij het begin van een straat – minimaal 50 m vanaf het kruispunt met een andere 50km/uur-weg – op een in het beeld zichtbare markering. Deze markering was niet werkelijk aanwezig op straat, maar was voor dit onderzoek vooraf in het beeld aangebracht. Het te beoordelen gedeelte betrof de voorliggende 25 meter. Die 25-metergrens was in het beeld met een volgende markering aangegeven. De kenmerken binnen deze 25 meter werden beoordeeld en ingevoerd in het betreffende invoerscherm (via de Access-applicatie van Microsoft). Van elk kenmerk werd het meest 'gevaarlijke' of de krapste waarde in het 25m-meetsegment gescoord. Binnen de 25 meter werd allereerst de infrastructuur 'Heen' beoordeeld: de infrastructuur in de kijkrichting aan de rechterkant van de weg. Als er aan de linkerkant ook (fiets)infrastructuur aanwezig was, dan werd deze ook beoordeeld en op het invoerscherm onder 'Terug' ingevoerd.

Nadat alle kenmerken van een 25-metersegment waren beoordeeld, werden de scores van deze 25 meter naar een volgend scherm gekopieerd en bewogen de beoordelaars in het beeld naar de markering van de volgende 25 meter. Vervolgens voerden ze nieuwe waarden in van de kenmerken die ten opzichte van het vorig beeld waren veranderd. Alle ingevoerde gegevens werden automatisch in de Access-database weggeschreven en bewaard.

Voor de 30km/uur-straten zijn de inventarisaties uitgevoerd op basis van één meting per wegvak, dus niet per 25m-segment. Overigens geldt voor alle beoordeelde weggedeelten met 50- of 30km/uur-limiet dat de daadwerkelijk gereden snelheden niet bekend zijn.

3. Wegkenmerken richtlijn

Verzamelde wegkenmerken

Naast een aantal kenmerken die de locatie van het meetpunt beschrijven, zijn voor elk meetpunt op 50km/uur-wegen de volgende vijftien wegkenmerken van een duurzaam veilige weginrichting zoals bepaald in de richtlijn[6] vastgelegd:

1. Rijbaanindeling (aantal rijbanen en -stroken)
2. Rijrichtingscheiding (type)
3. Aantal rijstroken per richting
4. Kantmarkering (type)
5. Voorzieningen voor fiets en bromfiets (type)
6. Parkeervoorziening (type)
7. OV-haltes (ja/nee)
8. Wegbreedte (m)
9. Rijstrookbreedte (m)
10. Redresseerstrook[7] (ja/nee)
11. Bermverharding[8] (type)
12. Obstakelvrije afstand[9] (m)
13. Oversteekplaats (ja/nee)
14. Erfaansluiting[10] (aantal)
15. Verlichting (ja/nee)

Deze vijftien wegkenmerken hangen onderling vaak samen: daar gaan we in *Hoofdstuk 5* op in.

Resultaten

Op de Amsterdamse 50km/uur-wegen zien de belangrijkste kenmerken er meestal als volgt uit:

- Rijbaanindeling: enkelbaans en meerstrooks met twee rijrichtingen (51%);
- Aantal rijstroken per richting: één (93%);
- Wegbreedte: gemiddeld 6,9 m;
- Rijstrookbreedte: gemiddeld 3,7 m;
- Redresseerstrook: niet aanwezig (95%);
- Oversteekplaats: niet aanwezig (92%).

Van enkele andere belangrijke kenmerken zijn de volgende verschijningsvormen gevonden:

- Rijrichtingscheiding: ongeveer de helft heeft geen scheiding of alleen asmarkering (meer dan een kwart onderbroken; →*Afbeelding 4*);
- Kantmarkering: 74% geen, 21% onderbroken, 5% doorgetrokken;
- Fiets-/bromfietsvoorziening: meer dan veertig procent heeft geen vrijliggende voorzieningen (→*Afbeelding 5*);
- Parkeervoorziening: meer dan de helft zonder verbod en zonder parkeervakken (→*Afbeelding 6*);
- Erfaansluitingen: 83% geen, 14% één aansluiting, 3% twee aansluitingen.

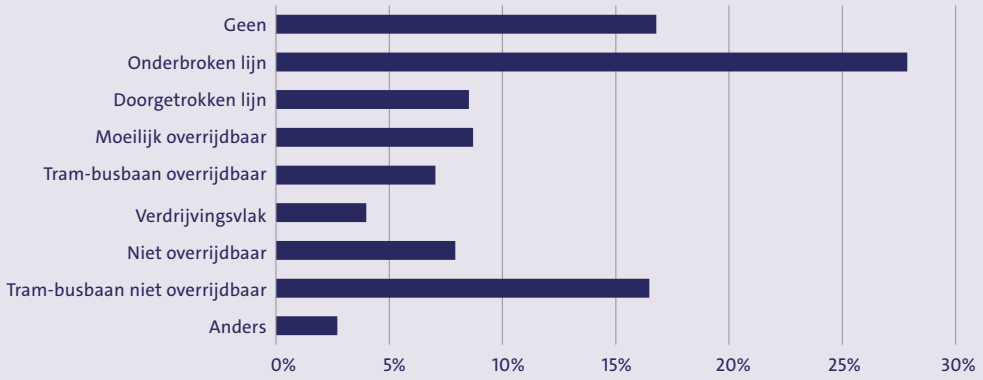
6 CROW (2012). *Basiskenmerken wegontwerp; categorisering en inrichting van wegen*. Publicatie 315. CROW, Ede.

7 Een gedeelte van de rijbaan dat het mogelijk maakt om bij het onbedoeld afwijken van de rijstrook terug te keren, zonder van de rijbaan af te raken.

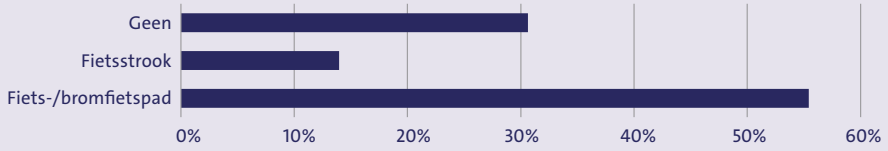
8 De berm is een vluchtruimte naast de rijbaan. Deze kan onverhard zijn (bijvoorbeeld met gras), verhard (draagkrachtig) of afwezig (geen vluchtruimte maar bijvoorbeeld een voetpad of een parkeerstrook naast de rijbaan).

9 De ruimte vlak naast de rijbaan waarin geen obstakels zijn geplaatst.

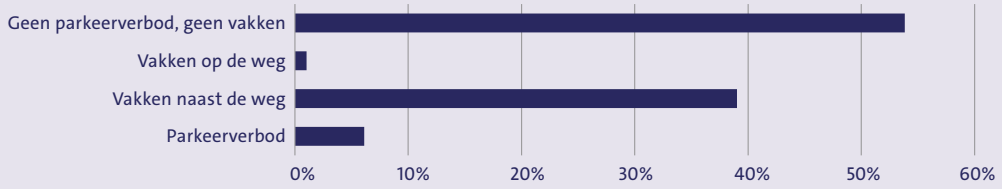
10 Een aansluiting van een woning of bedrijfspand op de weg of straat.



Afbeelding 4: Verdeling 25m-wegsegmenten van 50km/uur-wegen in Amsterdam naar vorm van rijrichtingscheiding (n = 6267)



Afbeelding 5: Verdeling 25m-wegsegmenten van 50km/uur-wegen in Amsterdam naar soort fiets-/bromfietsvoorziening (n = 6267)



Afbeelding 6: Verdeling 25m-wegsegmenten van 50km/uur-wegen in Amsterdam naar type parkeervoorziening langs of op de weg (n = 6267)

Vergelijking kenmerken met de richtlijn

De richtlijn schrijft voor dat een 'ideale' 50km/uur-weg in ieder geval de volgende kenmerken dient te hebben:

- gescheiden rijrichtingen (dubbelbaans);
- vrijliggende fiets-/bromfietspaden;
- geen oversteekvoorzieningen op wegvakken;
- niet parkeren op of langs de rijbaan;
- geen erfaansluitingen.

Uit de inventarisatie blijkt dat de helft van de onderzochte 50km/uur-wegen geen gescheiden rijrichtingen heeft, 8% heeft wel een oversteekvoorziening, 17% heeft wel erfaansluitingen en 44% heeft geen vrijliggende fietsvoorzieningen (onderverdeeld in 14% met een fietsstrook en 30% zonder enkele fietsvoorziening). Op 94% is parkeren naast of op de rijbaan niet verboden: bij 40% zijn er wel parkeervakken aanwezig, maar bij 54% is er geen parkeervoorziening en ook geen parkeerverbod. De 50km/uur-wegen passen dus nog niet in alle opzichten bij de richtlijn.

Voor de 30km/uur-straten is gevonden dat 30% niet voldoet aan de kenmerken die de richtlijn voorschrijft, zoals een enkele rijbaan, geen fietsvoorzieningen, wel erfaansluitingen, en korte rechtstanden of snelheidsremmers. Wat deze laatste betreft, blijkt dat er op ca. 40% van de 30km/uur-wegvakken (n = 949) geen snelheidsremmers aanwezig zijn.

4. Bijdrage weg-kenmerken aan veiligheid

Om de samenhang met veiligheid te onderzoeken, zijn wegkenmerken gekoppeld aan ongevallengegevens. In *Hoofdstuk 2* is al genoemd dat ongevallengegevens alleen bekend zijn op wegvakniveau. Daarom zijn voor deze analyse ook de wegkenmerken toegekend op wegvakniveau, uitgaande van de oorspronkelijk geïnventariseerde 25m-wegsegmenten. De manier waarop dit is gedaan, staat kort beschreven in het kader op de volgende pagina.

In de analyses zijn vervolgens 21 afzonderlijke kenmerken van 50km/uur-wegvakken onderzocht op een samenhang met het aantal ernstige ongevallen (zie kader op de volgende pagina). Hierbij is rekening gehouden met de verkeersintensiteit (aantal motorvoertuigen per etmaal), waardoor we in feite een samenhang met ongevalsrisico hebben beschouwd (ernstige letselongevallen per afgelegde motorvoertuigkilometer). Let wel, dit is ook gedaan voor ongevallen met (alleen) **on**gemotoriseerde voertuigen, bij gebrek aan andere intensiteitsgegevens. Hieronder worden de vijf kenmerken besproken die een significante relatie blijken te hebben met de veiligheid van de onderzochte wegvakken. Mogelijk zouden er overigens meer dan deze vijf zijn gevonden als we de beschikking hadden gehad over gegevens van meer locaties en steden dan alleen deze van Amsterdam.

Fietsvoorziening

Bij het kenmerk Fietsvoorziening is in dit onderzoek vastgesteld dat fietspaden veiliger zijn dan fietsstroken en ook veiliger dan 'mengen' (geen fietsvoorziening).[11] Ditzelfde resultaat is ook gevonden in eerder SWOV-onderzoek.[12]
De wegvakken met fietsstroken en zonder fietsvoorziening verschillen onderling nauwelijks in veiligheid; in het eerdere SWOV-onderzoek[12] bleek de fietsstrook zelfs onveiliger dan het ontbreken van een fietsvoorziening. De mogelijke verklaringen hiervoor zijn dat automobilisten iets sneller rijden op een weg met fietsstroken, dat automobilisten iets dichter langs de fietsers gaan rijden en dat de fietsstrook geen fysieke bescherming biedt aan de fietser.

[11] Ook beschreven in Petegem, J.W.H. van, et al. (2021). *The safety of physically separated cycle tracks compared to marked cycle lanes and mixed traffic conditions in Amsterdam*. In: European Journal of Transport and Infrastructure Research, vol. 21, nr. 3, p. 19-37.
[12] Welleman, A.G. & Dijkstra, A. (1988). *Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden*. R-88-20. SWOV, Leidschendam.

Parallelvoorziening

De aanwezigheid van een parallelvoorziening op wegvakken blijkt gepaard te gaan met een significant lager risico dan op wegvakken zonder parallelvoorziening.

Parkeervoorziening

Wegvakken met parkeervakken naast of op de weg gaan gepaard met significant hogere risico's dan wegvakken waar niet is aangegeven of parkeren is toegestaan. Van de laatstgenoemde wegvakken verschilt het risico niet significant van dat op wegvakken met een parkeerverbod. We nemen aan dat op geen van beide typen wegvakken langs de weg wordt geparkeerd.

Wegverharding

Wegvakken met een gesloten wegverharding (asfalt) laten een significant hoger risico zien dan wegvakken met een open wegverharding (klinkers). De 50km/uur-wegen met klinkers zijn meestal gelegen op bedrijfsterreinen. Dit zijn wegen zonder (fiets)voorzieningen waar veel vrachtverkeer rijdt en mengt met het overige verkeer.

Dichtheid ETW-kruispunten

Ten slotte blijkt er een verband te zijn tussen het aantal kruispunten met erftoegangswegen op een wegvak en het risico: als het aantal ETW-kruispunten per lengteeenheid (dichtheid) toeneemt, neemt ook het risico toe.

Veiligheidsanalyse afzonderlijke wegkenmerken

Voor een koppeling met ongevallengegevens, zijn de kenmerken van de 25m-wegsegmenten van 50km/uur-wegen geaggregeerd naar het niveau van wegvakken. Deze wegvakken bestonden uit minimaal vier 25m-wegsegmenten achter elkaar (minimaal 100 m) en bevatten – voor zover uit de beelden op te maken – geen werk in uitvoering.

Voor de wegkenmerken van deze wegvakken is de gemiddelde of 'meest gevaarlijke' score van de samenstellende 25m-wegsegmenten genomen, afhankelijk van het type kenmerk. Deze werkwijze resulteerde in een bestand met in totaal 510 wegvakken (een lengte van 157 km), waarvan 388 zonder tramvoorzieningen (een kleine 115 km; in totaal behorend tot 249 verschillende straten). Alleen deze 388 wegvakken zijn meegenomen in deze veiligheidsanalyse; wegen mét tramvoorzieningen zijn daarvoor te afwijkend.

In de analyses zijn afzonderlijke wegvakkenmerken vervolgens onderzocht op een samenhang met ernstige ongevallen, rekening houdend met de verkeersintensiteiten op de betreffende wegvakken (ernstige letselongevallen per afgelegde motorvoertuigkilometer). Onderzocht zijn 21 zogeheten categorische kenmerken. Dat wil zeggen dat ze bestaan uit verschillende categorieën, bijvoorbeeld verschillende typen fietsvoorziening. Om na te kunnen gaan of een kenmerk een relatie heeft met veiligheid, is steeds één categorie als zogeheten referentiecategorie gekozen, bijvoorbeeld 'wegvakken met fietsstrook'. Vervolgens is statistisch getoetst of de risico's in de overige categorieën (bijvoorbeeld zonder fietsvoorziening, vrijliggend fietspad, enz.) significant afwijken van het risico in de gekozen referentiecategorie.

Voor de 30km/uur-straten waren de wegkenmerken reeds per wegvak geïnventariseerd en was dus geen aggregatie nodig. Voor deze straten waren echter geen verkeersintensiteiten bekend. De analyses zijn daarom minder gedetailleerd en toetsen geen samenhang van wegkenmerken met ongevalsrisico (letselongevallen per afgelegde motorvoertuigkilometer) maar met ongevallendichtheid (letselongevallen per weglengte).

5. Veiligheid wegen en straten

In de praktijk zullen wegkenmerken onderling vaak samenhangen. En ook in samenhang zullen ze het veiligheidsniveau van wegen en straten mede bepalen. Hoe deze onderlinge samenhang van wegkenmerken eruitziet, is onderzocht in achterliggende analyses (zie kader aan het eind van dit hoofdstuk).

In dit hoofdstuk is van wegkenmerken in onderlinge samenhang het veiligheidsniveau bepaald. Dit is gedaan door wegen en straten die een aantal belangrijke wegkenmerken gemeenschappelijk hebben, samen te voegen tot 'wegtypen'. Van deze wegtypen – en subtypen daarvan – is vervolgens het veiligheidsniveau berekend.

Indeling in verschillende wegtypen

Voor de indeling in wegtypen is gekeken naar een groep van zes kenmerken die als essentieel zijn beschouwd, en waarvan een directe relatie met veiligheid wordt verondersteld.[13] Deze kenmerken zijn noodzakelijk om de functie van de weg zo goed mogelijk te ondersteunen en de veiligheid te garanderen.[14] Met andere woorden: wanneer een weg op deze kenmerken niet voldoet aan de ontwerprichtlijnen, zou er een veiligheidsprobleem zijn. Het gaat om:

1. Rijbaanindeling (2x1; 1x2 of anders)
2. Oversteekvoorzieningen
3. Erfaansluitingen
4. Fiets-/bromfietspaden
5. OV-haltes
6. Parkeervoorzieningen

Volgens de richtlijn dient een 50km/uur-weg dubbelbaans te zijn (met rijrichtingscheiding), voorzien van vrijliggende fiets-/bromfietspaden, en zónder oversteekvoorzieningen, erfaansluitingen en parkeervoorziening op wegvakken (zie ook *Hoofstuk 3*). Bushaltes dienen zich in havens naast de weg te bevinden.

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt nu het veiligheidsniveau berekend van de volgende vier groepen wegen:

- dubbelbaans 50km/uur-wegen, onderscheiden naar subtypen die in verschillende mate aan de zes criteria voldoen;
- enkelbaans 50km/uur-wegen, onderscheiden naar subtypen die in verschillende mate aan de overige vijf criteria voldoen;
- 50km/uur-wegen die niet aan alle zes criteria voldoen (grotendeels wegen uit de eerste twee groepen);
- 30km/uur-straten, onderscheiden naar subtypen die in meer of mindere mate aan de richtlijn voor 30-straten voldoen.

Dubbelbaanswegen

Tabel 1 toont het veiligheidsniveau van de dubbelbaanswegen na koppeling met gegevens over ongevallen en verkeersintensiteit. Gekeken is naar het aantal ernstige ongevallen (waarbij er slachtoffers zijn overleden of vervoerd naar het ziekenhuis) over de periode 2009-2015. Van alle 50km/uur-wegvakken in Amsterdam blijken er 84 het ideale profiel te hebben: een dubbele rijbaan met een of meer rijstroken per richting; dit is 22% van alle 388 geanalyseerde wegvakken in het Amsterdamse bestand. Van deze 84 zijn er slechts 22 wegvakken (samen 4,9 km) die voldoen aan alle zes criteria. Deze wegvakken blijken het laagste ongevalsrisico te hebben : 0,06 ernstige ongevallen per miljoen motorvoertuigkilometer.
De ongevalsrisico's van de overige wegsubtypen zijn nagenoeg gelijk, ongeacht aan hoeveel van de criteria deze voldoen. Overigens gaat het om betrekkelijk kleine aantallen wegvakken; de resultaten moeten daarom voorzichtig worden geïnterpreteerd (zie ook het kader aan het eind van dit hoofdstuk).

Enkelbaanswegen

In het wegenbestand van Amsterdam zijn er 210 enkelbaans 50km/uur-wegvakken met een niet-ideaal 1x2-profiel (54% van alle 388 geanalyseerde wegvakken). Dit zijn wegen met alleen een asmarkering als rijrichtingscheiding; ze voldoen daarmee aan de *minimale* CROW-eisen voor de rijbaanindeling. *Tabel 2* toont het veiligheidsniveau van deze enkelbaanswegen. Van deze 1x2-wegvakken zijn er slechts 35 die wel aan de overige vijf criteria voldoen (9% van alle 50km/uur-wegvakken, samen ca. 10 km). De ongevalsrisico's van de enkelbaanswegen hebben, ongeacht het aantal criteria waaraan ze precies voldoen, alle dezelfde orde van grootte: tussen de 0,20 en 0,25 ernstige ongevallen per miljoen motorvoertuigkilometer. Deze risico's zijn wel hoger dan de risico's van de wegen die wel dubbelbaans zijn (→ *Tabel 1*). Net als bij *Tabel 1*, is het echter ook hier belangrijk dat de resultaten voorzichtig worden geïnterpreteerd.

[13] Deze kenmerken volgen uit de richtlijnen voor een duurzaam veilig wegverkeer en verschillen deels van de vijf afzonderlijke kenmerken die uit de analyse van de beschikbare Amsterdamse gegevens naar voren kwamen (→*Hoofdstuk 4*). Zie ook het kader aan het eind van dit hoofdstuk.

[14] Dijkstra, A., et al. (2007). *Met een veilige snelheid over wegen; SWOV-visie op 'de grijze weg'*. In: Verkeerskunde, vol. 58, nr. 7, p. 48-52.

Tabel 1: Ongevalsrisicocijfers naar de mate van inrichting volgens de ideale richtlijn: 50km/uur-wegen met 2x1 (of meer) rijstroken

Kenmerk	Volgens richtlijn (+ = ja; – = nee)					
Rijbaanindeling : 2x1 of 2x1+	+	+	+	+	+	+
Oversteekplaats: Afwezig	+	+	+	+	+	–
Erfaansluiting: Geen	+	+	+	+	–	–
Fietsvoorziening: Fietspad	+	+	+	–	–	–
OV-halte : Geen, in een haven, of op een eigen rijbaan	+	+	–	–	–	–
Parkeervoorziening: Parkeerverbod	+	–	–	–	–	–
Aantal wegvakken	22	26	28	32	42	84
Percentage van alle dubbelbaans	26%	31%	33%	38%	50%	100%
Percentage van alle 50km/uur-wegvakken	6%	7%	7%	8%	11%	22%
Aantal ernstige letselongevallen (totaal 2009-2015)	9	15	16	16	21	70
Totale weglengte (km)	4,9	5,6	6,3	7,0	9,2	26,0
Ongevalsrisico* (ernstige letselongevallen per miljoen mvt-km)	0,06	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11

* Aantallen, percentages en weglengte zijn van links naar rechts cumulatief weergegeven. De risicocijfers van de verschillende wegsubtypen zijn daarop gebaseerd: het ongevalsrisico van wegvakken die aan 'X' criteria voldoen is berekend inclusief de wegvakken die aan 'meer dan X' criteria voldoen. Het lagere risico van de wegvakken met een ideale inrichting blijft dus meetellen in de risicocijfers van de overige wegsubtypen. Dezelfde berekeningswijze is gevolgd in *Tabel 2* hieronder.

Tabel 2: Ongevalsrisicocijfers naar de mate van inrichting volgens de minimale richtlijn: 50km/uur-wegen met 1x2 rijstroken

Kenmerk	Volgens richtlijn (+ = ja; – = nee)					
Rijbaanindeling: 1x2	+	+	+	+	+	+
Oversteekplaats: Afwezig of aanwezig*	+	+	+	+	+	–
Erfaansluiting: Geen	+	+	+	+	–	–
Fietsvoorziening: Fietspad	+	+	+	–	–	–
OV-halte : Geen, in een haven, of op een eigen rijbaan	+	+	–	–	–	–
Parkeervoorziening: Parkeerverbod of vakken naast de weg**	+	–	–	–	–	–
Aantal wegvakken	35	44	50	85	210	210
Percentage van alle enkelbaans 1x2	17%	21%	24%	40%	100%	100%
Percentage van alle 50km/uur-wegvakken	9%	11%	13%	22%	54%	54%
Aantal ernstige letselongevallen (totaal 2009-2015)	42	44	49	74	147	147
Totale weglengte (km)	10,1	12,7	14,4	23,6	63,1	63,1
Ongevalsrisico (ernstige letselongevallen per miljoen mvt-km)	0,25	0,22	0,20	0,21	0,20	0,20

* In tegenstelling tot bij het ideale 2x1-profiel, waar in verband met de rijrichtingscheiding oversteekplaatsen niet zijn toegestaan, is voor het enkelbaans 1x2-profiel uitgegaan van de minimale CROW-eis: een oversteekvoorziening is toegestaan als de afstand tussen kruispunten met een oversteekvoorziening te groot is.

** In tegenstelling tot het ideale 2x1-profiel, waar een parkeerverbod moet gelden, is voor het enkelbaans 1x2-profiel uitgegaan van de minimale CROW-eis: niet parkeren, tenzij in vakken.

Tabel 3: Ongevalsrisico op 50km/uur-wegen die niet voldoen aan de ideale richtlijn

Rijbaanindeling	Wegvakken aantal (%)	Aandeel van alle wegvakken	Weglengte (km)	Aantal ernstige ongevallen (totaal 2009-2015)	Ongevalsrisico (ernstige ongevallen per miljoen mvt-km)
1x2	210 (75%)	54%	63,1	147	0,20
1x2+	8 (3%)	2%	2,2	12	0,18
2x1	44 (16%)	11%	16,9	34	0,11
2x1+	18 (6%)	5%	4,3	27	0,15
Totaal	280 (100%)	72%	86,5	220	0,17

Niet voldoend aan richtlijn

De 50km/uur-wegvakken in Amsterdam die niet op alle zes kenmerken aan de richtlijn voldoen staan weergegeven in *Tabel 3*; dit zijn er 280 (72% van alle 388 wegvakken).[15]

Driekwart van de wegvakken die niet aan de richtlijn voldoen, bestaat uit de 210 wegvakken van enkelbaanswegen uit *Tabel 2*, die geen van alle de gewenste rijbaanindeling hebben. Als we dit kenmerk buiten beschouwing laten, dan voldoen in Amsterdam nog steeds 85 enkelbaanswegen (1x2) niet aan de richtlijn: 22% van het 50km/uur-areaal (→ *Tabel 2*). Het gaat dan vooral om enkelbaanswegen zonder aparte fietsvoorzieningen en zonder parkeerverbod, maar ook zonder parkeervakken.

Ook een groot deel van de 2x1-wegen (met één of meer rijstroken per richting) is niet conform de richtlijn uitgevoerd. Van de slechts 84 wegvakken die de gewenste rijbaanindeling hebben, voldoen er 62 (74%) niet aan alle vereiste kenmerken (→ *Tabel 1*). Het gaat dan vooral om de 50% van de 2x1-wegen die is voorzien van oversteekvoorzieningen, wat niet gewenst is op dit wegtype.

Het ongevalsrisico van de wegen die niet aan de richtlijn voldoen (→ *Tabel 3*) is over het algemeen hoger op de enkelbaanswegen (1x2). Het risico van de 1x2-wegvakken die niet voldoen aan de richtlijn ligt tussen 0,18 en 0,20, terwijl het risico van de 2x1-wegvakken die niet voldoen tussen 0,11 en 0,15 ernstige ongevallen per miljoen voertuigkilometer ligt. De 2x1-wegen die wel voldoen aan alle eisen (→ *Tabel 1*) hebben het laagste ongevalsrisico (0,06). Op de 1x2-wegen is het verschil in ongevalsrisico gering tussen wegvakken die wel en niet voldoen aan de richtlijn (→ *Tabel 2*). Nogmaals moet worden benadrukt dat sommige wegsubtypen uit weinig wegvakken bestaan. Ook geldt dat er niet is gecorrigeerd voor daadwerkelijk gebruik van de wegvakken door fietsers en voetgangers. De verschillen in risico's tussen deze wegsubtypen – en de rol van fiets- en voetgangersintensiteit daarbij – verdienen verder onderzoek op basis van grotere aantallen gegevens van meer locaties en steden.

[15] Naast deze 280 zijn er nog 86 andere wegvakken (22% van de 388) die ook niet aan de richtlijn voldoen. Dit zijn 'unieke' 1x1-wegen in vooral industrie- en buitengebieden die bij de veiligheidsanalyse in dit hoofdstuk niet zijn beschouwd.

Tabel 4: Dichtheid van ongevallen met verschillende letselernst op 30km/uur-straten in Amsterdam, naar de mate waarin deze voldoen aan de richtlijn (gemiddeld over 2009-2015)

Volgens richtlijn?	Letselongevallendichtheid	
	Ernstig letsel*	Alle letsels
Voldoet aan richtlijn (13%)	0,117	0,403
Voldoet aan minimale richtlijn (58%)	0,095	0,336
Voldoet niet aan richtlijn (29%)	0,133	0,293

* met een of meer slachtoffers overleden of vervoerd naar ziekenhuis
** inclusief lichtgewonden en slachtoffers met spoedeisende behandeling

30km/uur-straten

Tabel 4 toont de ongevallendichtheden van 30km/uur-straten naar de mate waarin ze aan de richtlijn voldoen. Op de 30km/uur-straten die niet aan de richtlijn voldoen ligt de dichtheid van ernstige letselongevallen iets hoger dan op straten die wel voldoen. Wanneer we echter kijken naar alle letselongevallen, dan is de ongevallendichtheid op straten die niet voldoen juist lager.

De verklaring voor bovenstaande verschillen ligt mogelijk in verschillen in verkeersintensiteit, waarover we voor de 30km/uur-straten helaas geen informatie hebben (zie kader in *Hoofdstuk 4*). Bij een vergelijkbare intensiteit van het autoverkeer zouden op 30km/uur-straten die niet voldoen aan de richtlijn ongevallen ernstiger kunnen aflopen dan op straten die wel voldoen aan de richtlijn.

Ook kan een verklaring voor het verschil in ongevallendichtheid liggen in de rijsnelheid. Wanneer de rijsnelheid hoger ligt op de 30km/uur-straten die niet aan de richtlijn voldoen, zal de afloop van ongevallen ernstiger zijn. Helaas zijn ook de daadwerkelijk gereden snelheden op de onderzochte straten en wegen niet bekend.

Veiligheidsanalyse wegkenmerken in samenhang

In statistische analyses is nagegaan in hoeverre kenmerken onderling samenhangen, waarna samenhangende kenmerken konden worden gegroepeerd. Vervolgens is per groep vast te stellen wat de relatie is met het aantal ongevallen (gecontroleerd voor het aantal motorvoertuigkilometers). Als bijvoorbeeld 'fietsvoorziening' en 'parkeervoorziening' samenhangen, dan is vervolgens de relatie van die samenhang met ongevallen geanalyseerd.

De groepen samenhangende kenmerken die uit deze analyses volgden, bleken echter moeilijk te interpreteren: waarom maakten sommige kenmerken wel, en andere kenmerken geen deel uit van dezelfde groep? Het is waarschijnlijk dat deze onduidelijkheid te maken heeft met kenmerken die ontbreken (bijvoorbeeld de rijsnelheid of de intensiteit van fietsers) of met kenmerken die bij nader inzien anders hadden moeten worden verzameld (bijvoorbeeld de betekenis van 'geen parkeervoorziening': mag daar niet geparkeerd worden of is parkeren op de rijbaan toegestaan?).

Vanwege de bovengenoemde beperking zijn de analyseresultaten over samenhangende wegkenmerken niet in dit rapport vermeld. Wel zijn de groepen kenmerken die in samenhang een relatie met ongevallen vertoonden als basis gebruikt voor de analyse in *Hoofdstuk 4*: ze leverden de 21 wegkenmerken waarvan de *afzonderlijke* bijdrage aan de veiligheid is geanalyseerd.

De veiligheid van wegkenmerken *in samenhang* is vervolgens onderzocht zoals besproken in dit hoofdstuk: door een groep van zes belangrijke kenmerken te kiezen en te kijken naar het risico op groepen wegvakken die op deze kenmerken aan de (minimale) richtlijn voldoen of niet. De hierbij gevonden risicocijfers dienen om verschillende redenen voorzichtig te worden geïnterpreteerd. Om te beginnen gaat het vaak om groepen van betrekkelijk kleine aantallen wegvakken. Daarnaast is het daadwerkelijk gebruik van de wegen door fietsers en voetgangers niet bekend. Wel is bekend dat het aantal fietsongevallen in BRON slecht is geregistreerd. Behalve dat het aantal ongevallen en slachtoffers in werkelijkheid veel hoger zal liggen dan waar we hier op basis van de BRON-gegevens mee hebben gerekend, kan het ook zijn dat fietsongevallen anders zijn verdeeld over de groepen wegvakken die wel of niet aan de richtlijn voldoen.

6. Tot slot

Dit onderzoek naar de kenmerken en de veiligheid van 50km/uur-wegen en 30km/uur-straten beperkte zich tot wegen en straten in Amsterdam. Het betreft de problematiek van stedelijke infrastructuur in grote(re) steden, waardoor de resultaten ook betrekking kunnen hebben op die in andere gemeenten. De Amsterdamse steekproef is echter niet *representatief* voor alle stedelijke wegen en straten in Nederlandse gemeenten.

Het onderzoek heeft het volgende opgeleverd.

Vormgeving van de huidige 50km/uur-wegen

Op de Amsterdamse 50km/uur-wegen zien de belangrijkste kenmerken er als volgt uit:

- Rijbaanindeling: 51% enkelbaans, meerstrooks met twee rijrichtingen;
- Aantal rijstroken: 93% één rijstrook per richting;
- Oversteekplaats: 92% niet aanwezig;
- Erfaansluitingen: 83% niet aanwezig;
- Fiets-/bromfietsvoorziening: 56% vrijliggend, 30% fietsstrook;
- Parkeervoorziening: 6% parkeerverbod, 40% parkeervakken.

Past de vormgeving van de 50km/uur-wegen en 30km/uur-straten bij de richtlijn?

De helft van de onderzochte 50km/uur-wegen heeft geen gescheiden rijrichtingen, 8% heeft een oversteekvoorziening, 17% heeft erfaansluitingen, 44% heeft geen vrijliggende fietsvoorzieningen en op 54% is parkeren naast of op de rijbaan mogelijk (geen parkeerverbod, geen voorziening). De 50km/uur-wegen passen dus nog niet in alle opzichten bij de huidige richtlijn.

Voor de 30km/uur-straten is gevonden dat 30% niet voldoet aan de kenmerken die de richtlijn voorschrijft; 70% voldoet ten minste aan de minimale eisen. Op ca. 40% van de straten blijken geen snelheidsremmers aanwezig te zijn.

Wat is de invloed van individuele kenmerken op de verkeersveiligheid?

In de analyses is van 21 kenmerken van 50km/uur-wegen nagegaan of ze een significante relatie hebben met het aantal ongevallen op deze Amsterdamse wegen (rekening houdend met verkeersintensiteit). Bij vijf van deze kenmerken blijkt dat het geval te zijn:

- De aanwezigheid van een fietsvoorziening gaat samen met een lager ongevalsrisico dan geen fietsvoorziening.
- De aanwezigheid van een parallelvoorziening ('ventweg') gaat samen met een lager ongevalsrisico dan geen parallelvoorziening.
- De categorieën 'parkeervakken naast de weg' en 'parkeervakken op de weg' gaan gepaard met een hoger ongevalsrisico dan wegvakken waar geen parkeervoorziening of expliciet verbod is. Wegvakken waar parkeren verboden is verschillen qua risico daarentegen niet van wegvakken waar geen voorziening of expliciet verbod is.
- De verhardingssoort asfalt ('gesloten verharding') gaat samen met een lager ongevalsrisico dan een elementenverharding (klinkers).
- Bij toenemende kruispuntdichtheid (aantal ETW-kruispunten per lengte-eenheid) neemt het ongevalsrisico toe.

Een beperking van deze analyse was dat er geen betrouwbare gegevens over daadwerkelijk gereden snelheden beschikbaar waren om het effect van dit kenmerk op de ongevallen na te gaan. Ook hebben we niet kunnen corrigeren voor de verkeersintensiteit van fietsers en voetgangers. Verder is er de beperking van de aantallen: in een analyse op basis van meer gegevens – bij voorkeur over meer locaties en steden en ook met een grotere variatie in kenmerken – zou wellicht van meer dan de vijf bovengenoemde kenmerken kunnen worden aangetoond dat ze een relatie met ongevallen hebben. Volgens vele hypothesen in het verleden[16] zou deze relatie bestaan voor met name de kenmerken wegbreedte, obstakelvrije afstand en oversteekplaats. Waarschijnlijk hangen deze kenmerken te veel onderling of met andere kenmerken samen om een zelfstandige relatie met ongevallen terug te vinden.

[16] Schermers, G., et al. (2013). *Richtlijnen voor wegontwerp tegen het licht gehouden*. D-2013-5. SWOV, Leidschendam.

Wat is het veiligheidsniveau van de wegtypen op basis van de steekproef?

Het ongevalsrisico van de wegen die niet aan de richtlijn voldoen is over het algemeen hoger op de enkelbaanswegen (1x2). Hun risico ligt rond de 0,20 ernstige ongevallen per miljoen motorvoertuigkilometer, terwijl het risico van de dubbelbaans 2x1-wegvakken die niet voldoen tussen 0,11 en 0,15 ligt.
De dubbelbaans 50km/uur-wegen die wel aan alle criteria voldoen hebben het laagste risico: 0,06 ernstige ongevallen per miljoen motorvoertuigkilometer. Tussen de enkelbaans 50km/uur-wegen (1x2) die wel of niet voldoen aan de richtlijn is het verschil in risico gering.

Er moet worden benadrukt dat sommige wegsubtypen uit weinig wegvakken bestaan. Ook geldt dat er niet is gecorrigeerd voor daadwerkelijk gebruik van deze wegen door fietsers en voetgangers. De verschillen in risico's tussen deze wegsubtypen kunnen beter worden geanalyseerd op basis van een grotere weglengte en daardoor een groter aantal ongevallen – bij voorkeur ook in andere gebieden en steden. Dit verdient verder onderzoek.
Van de 30km/uur-straten konden geen risico's worden vastgesteld omdat er geen intensiteitsgegevens van deze straten beschikbaar waren.

Vervolg

De onderzochte wegen en straten voldoen niet in alle opzichten aan de huidige richtlijnen. Als de wegvakken worden gegroepeerd naar wegtypen dan blijkt het veiligheidsniveau (aantal ernstige ongevallen per motorvoertuigkilometer) van wegtypen die niet voldoen lager te zijn dan van wegtypen die wel voldoen.

De relatie tussen het aantal ongevallen en de intensiteit van motorvoertuigen is in dit onderzoek meegenomen, maar ook de fietsintensiteiten verdienen het om in dit soort analyses meegenomen te worden. Daarvoor is echter inzicht nodig in het daadwerkelijk gebruik van wegen door fietsers (en voetgangers). Ook de feitelijk gereden snelheden zouden in analyses als deze meegenomen moeten worden. In vervolgonderzoek zouden deze wellicht kunnen worden verkregen met *Floating Car Data*.[17] De betrouwbaarheid van dit soort data moet dan wel zijn voldoende zijn vastgesteld.

Dat er maar vijf kenmerken afzonderlijk een statistisch significante relatie blijken te hebben met het aantal ongevallen is opmerkelijk, maar waarschijnlijk te verklaren door de beperkte aantallen en variatie in gegevens. Vervolgonderzoek op basis van gegevens over meer locaties en steden, en ook met een grotere variatie in kenmerken, zou wellicht meer kenmerken opleveren die aantoonbaar samenhangen met ongevallen.

[17] Kennisnetwerk SPV (2021). *Floating car data en snelheid.* Factsheet KN-SPV 2021-1. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

7. Meer informatie

Meer publicaties over dit onderwerp

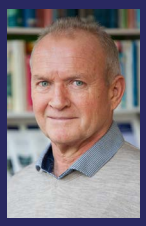
Petegem, J.W.H. van, Schepers, P. & Wijlhuizen, G.J. (2021)
The safety of physically separated cycle tracks compared to marked cycle lanes and mixed traffic conditions in Amsterdam. In: European Journal of Transport and Infrastructure Research, vol. 21, nr. 3, p. 19-37.

Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H., van, Schermers, G., Bruin, J. de, Commandeur, J.J.F & Kars, V. (2017)
Ontwikkeling Netwerk Safety Index gemeente Amsterdam. R-2017-10. SWOV, Den Haag.

Colofon

Auteurs

dr. ir. Atze Dijkstra



ing. Govert Schermers

ir. Jan Hendrik van Petegem

Fotografen

Paul Voorham, Voorburg
Peter de Graaff, Katwijk

De foto's in dit rapport zijn bedoeld als illustratie. Afgebeelde personen hebben geen directe relatie met beschreven situaties.

© 2021

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag
T +31 70 3173 333
E info@swov.nl
I www.swov.nl

@swov_nl / @swov
linkedin.com/company/swov

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en de gemeente Amsterdam.

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

Ongevallen **voorkomen**

Letsel **beperken**

Levens **redden**