

Kruispunttypen

Samenvatting

Van de ernstig gewonde verkeersslachtoffers valt 44 procent op een kruispunt; ruim twee derde daarvan valt binnen de bebouwde kom. Kruispunten in Nederland hebben vele uitvoeringsvormen. Volgens de visie Duurzaam Veilig is echter een beperkt aantal kruispunttypen gewenst, afhankelijk van de wegtypen die elkaar kruisen. Deze gewenste typen kruispunten komen niet altijd overeen met de aanbevelingen in de ontwerphandboeken. Welke kruispunttypen volgens Duurzaam Veilig gewenst zijn, is bepaald door rekening te houden met de mogelijke conflicten en verschillen in massa en snelheid die op bepaalde kruispunttypen kunnen voorkomen. Waar conflicten niet te vermijden zijn is het belangrijk om de ernst ervan te verminderen door de snelheid terug te brengen. Bij een snelheidslimiet van 30 km/uur mogen langzaam en snel verkeer samen voorkomen; bij hogere snelheden is dat niet meer toegestaan. Uniformiteit van kruispunttypen zal de herkenbaarheid voor de weggebruikers vergroten en eerder het gewenste rijgedrag oproepen.

Achtergrond

Van alle geregistreerde verkeersslachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) in de periode 2005-2007, viel 44 procent op kruispunten. Dat blijkt uit de ongevallenregistratie in Nederland (BRON – Ministerie van Verkeer en Waterstaat). Ruim twee derde van deze slachtoffers viel op kruispunten binnen de bebouwde kom, iets minder dan een derde op kruispunten buiten de bebouwde kom. Deze factsheet beschouwt de verschillende typen kruispunten die in Nederland binnen en buiten de bebouwde kom zijn aangelegd. De verkeersveiligheid van deze kruispunttypen wordt op verschillende manieren beschouwd: door vergelijking van kruispunttypen, en door beschouwing van de factoren die kruispunten (duurzaam) veilig kunnen maken. In deze factsheet gaat het vooral om kruispunten tussen erftoegangswegen en gebiedsontsluitingswegen, en om kruispunten tussen erftoegangswegen onderling en tussen gebiedsontsluitingswegen onderling. Rotondes, kruisingen tussen stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen en tussen stroomwegen onderling komen in deze factsheet minder uitgebreid aan de orde.

Voor meer informatie over rotondes verwijzen we naar de SWOV-factsheet [Rotondes](#). Meer informatie over erftoegangswegen, gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen staat in de factsheet [Achtergronden bij de vijf Duurzaam Veilig-principes](#).

Welke typen kruispunten zijn er in Nederland?

Er bestaan verschillende typen kruispunten. CROW heeft aanbevelingen opgesteld voor wanneer welk type kruispunt in Nederland moet worden toegepast en hoe de kruispunten moeten worden vormgegeven. Voor situaties binnen de bebouwde kom zijn deze aanbevelingen vastgelegd in de ASVV (CROW, 2004). Aanbevelingen voor kruispunten buiten de bebouwde kom staan in het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002).

In de praktijk zijn er verschillende uitvoeringsvarianten van kruispunttypen mogelijk: het ene viertakskruispunt is het andere niet. Dit kan een gevolg zijn van de verkeerssituatie, van de kosten of van de beschikbare ruimte, maar houdt ook verband met het vrijblijvende karakter van de CROW-handboeken. Deze bevatten geen formele richtlijnen maar aanbevelingen. Wegbeheerders zijn dus niet verplicht om ze (volledig) over te nemen. Daardoor is de uniformiteit van kruispunten niet gegarandeerd. In welke mate wegbeheerders de aanbevelingen overnemen is niet bekend. Niet uniform vormgegeven kruispunten kunnen worden gesignaleerd met verkeersveiligheidsaudits en -inspecties. Deze instrumenten worden ingezet om de weginfrastructuur te toetsen op verkeersveiligheid. Voor meer informatie hierover verwijzen we naar de SWOV-factsheet [Verkeersveiligheids-audit en -inspectie](#).

Wat in de CROW-handboeken wordt beschreven als ideale situatie en/of als duurzaam veilig, komt niet altijd overeen met de Duurzaam Veilig-visie van de SWOV. In de paragraaf [Wat maakt een kruispunt \(duurzaam\) veilig?](#) bespreken we de kruispunttypen volgens Duurzaam Veilig. Hieronder gaan we eerst in op kruispunttypen uit de CROW-handboeken.

Binnen de bebouwde kom – op basis van ASVV (CROW, 2004)

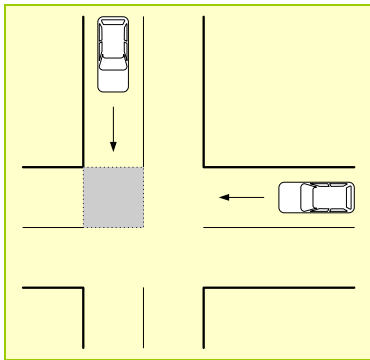
Een kruispunt tussen erftoegangswegen onderling kan worden uitgevoerd als een rotonde of als een kruispunt met drie of vier takken. De kruispunten zijn gelijkwaardig (rechts heeft voorrang). Eventueel kunnen snelheidsverlagende voorzieningen worden aangebracht. Een kruispunt tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg kan worden vormgegeven als een kruispunt met een uitritconstructie, een T-kruispunt of een enkelstrooksrotonde. Het kruisen van gebiedsontsluitingswegen onderling kan op een enkel- of meerstrooksrotonde.

Buiten de bebouwde kom – op basis van Handboek Wegontwerp (CROW, 2002)

Kruispunten tussen erftoegangswegen kunnen worden vormgegeven als gelijkwaardige kruispunten. Een ongelijkwaardig kruispunt, met bijvoorbeeld verkeerstekens, kan worden toegepast als dat gewenst is, bijvoorbeeld omdat het kruispunt onopvallend is. Bij kruising van een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg wordt de voorrang op het kruispunt geregeld met een voorrangregeling. Hierbij is de gebiedsontsluitingsweg de voorrangsweg. Op gebiedsontsluitingswegen onderling zijn er drie typen kruispunten mogelijk: een rotonde, een kruispunt met een voorrangregeling en een kruispunt met verkeerslichten. Om verkeersveiligheidsredenen gaat de voorkeur hier uit naar een rotonde. Wanneer de snelheid waarmee een kruispunt gepasseerd wordt hoger ligt dan wenselijk, kunnen er snelheidsverlagende maatregelen worden aangebracht. Verderop in deze factsheet gaan we nader in op snelheidsverlagende maatregelen.

Wanneer en hoe worden verkeerslichten op kruispunten ingezet?

Op sommige kruispunten en rotondes kan ervoor worden gekozen om de verkeerssituatie te regelen met een verkeersregelinstallatie (VRI). Vaak gebeurt dit als de situatie zonder verkeerslichten niet optimaal functioneert. Zo kan de wachttijd – de tijd die men moet wachten om te passeren – erg lang zijn, waardoor er afwikkelingsproblemen op het kruispunt kunnen ontstaan. Een goed ontworpen verkeersregeling levert een eerlijke tijdsverdeling van de verkeersdeelnemers op en kan bijvoorbeeld het openbaar vervoer prioriteit geven (CROW, 2004). Verkeerslichten scheiden het verkeer naar tijd. Verkeerslichten regelen bijvoorbeeld dat de twee conflicterende richtingen op het kruispunt in *Afbeelding 1* niet gelijktijdig groen of geel krijgen. Daarnaast zit er voldoende tijd tussen het einde van de geelfase van de ene en het begin van de groenfase van de andere conflicterende richting. Dit wordt ook wel de ontruimingstijd genoemd (CROW, 2006).



Afbeelding 1. Conflicterende richtingen en hun conflictvlak op een kruispunt.

Over het algemeen verbeteren verkeerslichten de verkeersveiligheid niet (Ogden, 1996, in Hummel, 2001). Dit komt doordat het verkeer niet naar plaats wordt gescheiden maar naar tijd, waardoor er bij roodlichtovertredingen alsnog ongevallen kunnen ontstaan. Omdat daarbij de snelheid vaak hoog is, resulteert dit in een ernstig conflict. Daarnaast is er een grotere kans op kop-staartbotsingen (CROW, 2004).

Er zijn drie criteria om een VRI te plaatsen (CROW, 2002): het intensiteits-, het verliestijd- en het onveiligheids criterium. Daarbij bepalen respectievelijk de verkeersintensiteiten, de verliestijden en het ongevallenbeeld of een VRI noodzakelijk is.

Een VRI kent een aantal mogelijke regelingen: star, halfstar, voertuigafhankelijk, en verkeersafhankelijk. Een voertuigafhankelijke en verkeersafhankelijke regeling past zich automatisch aan aan het verkeersaanbod (motorvoertuigen gedetecteerd door verkeersdetectoren). Een verkeersafhankelijke VRI houdt echter rekening met ál het verkeer dat zich aandient (het verkeersproces); dit type regeling komt echter weinig voor (CROW, 2006). Een starre regeling functioneert volgens een

vast tijdschema, en een halfstarre regeling is een combinatie van een starre en voertuigafhankelijke regeling.

Welk type regeling het beste kan worden gekozen hangt af van de situatie. Er zijn tal van mogelijkheden om langzaam verkeer te regelen. Niet-conflicterende parallelle fietsrichtingen kunnen tegelijk met het gemotoriseerde verkeer groen krijgen. Ook kunnen alle fietsers tegelijk groen krijgen, terwijl het overige verkeer rood heeft (CROW, 2006). Het is onbekend wat de veiligheidseffecten van de verschillende regelingen zijn.

Wat als we de veiligheid van verschillende kruispunttypen vergelijken?

De onveiligheid van een kruispunt wordt gewoonlijk uitgedrukt in het aantal ongevallen per aantal gepasseerde voertuigen (intensiteit). Dit wordt het risico van een kruispunt genoemd. Er zijn verschillende studies uitgevoerd naar de veiligheid van verschillende typen kruispunten binnen en buiten de bebouwde kom. Veel van deze studies zijn vergelijkende studies, die niets zeggen over de effecten van verschillende kruispunttypen op de verkeersveiligheid. Daarvoor zijn voor-en-nastudies nodig, waarin de verkeersveiligheid van een locatie vóór en ná een bepaalde (inrichtings)maatregel wordt vergeleken.

Kruispunten binnen de bebouwde kom

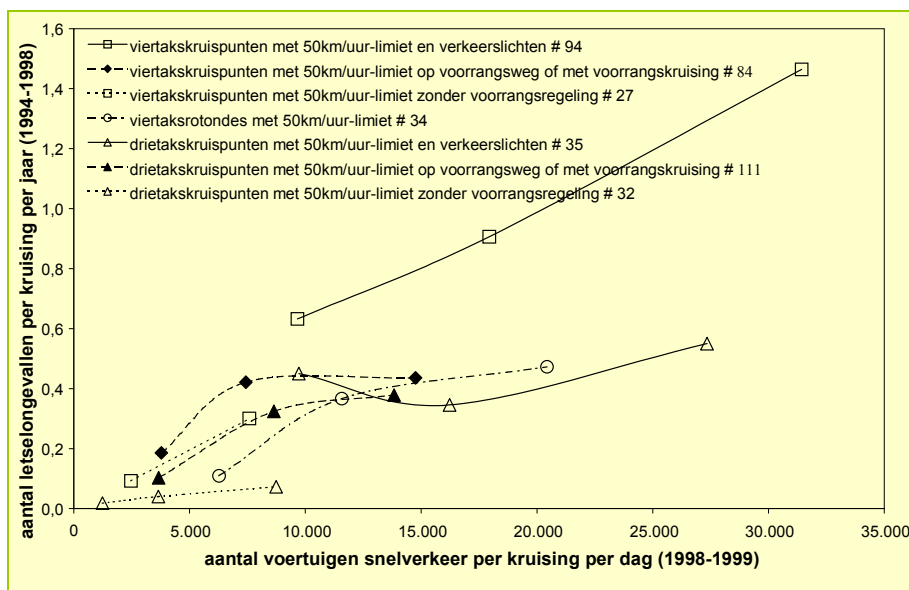
Janssen (2004) heeft in een vergelijkend onderzoek risicowaarden van verschillende kruispunttypen binnen de bebouwde kom berekend. Uit dat onderzoek kwam naar voren dat er een lager risico is:

- op rotondes ten opzichte van kruispunten;
- op drietakskruispunten ten opzichte van viertakskruispunten;
- op kruispunten zonder verkeerslichten ten opzichte van kruispunten met verkeerslichten;
- op kruispunten zonder voorrangregeling ten opzichte van kruispunten met voorrangregeling;
- op kruispunten zonder fietsvoorziening ten opzichte van kruispunten met vrijliggend fietspad.

De verschillen in deze risicowaarden mogen echter niet worden uitgelegd als het effect van kenmerken waarin deze kruispunttypen van elkaar verschillen. Daarom kán en mág het onderzoek van Janssen (2004) niet worden gebruikt als aanleiding om 'onveilig' scorende kruispunttypen te herinrichten naar 'veiliger' scorende kruispunttypen.

We nemen het laatste resultaat als voorbeeld. Uit het onderzoek blijkt dat de kruispunten zonder fietsvoorziening een lager risico hebben dan kruispunten met een vrijliggend fietspad. Dit lijkt contra-intuïtief. Hier worden echter twee verschillende situaties met elkaar vergeleken: kruispunten waar een fietsvoorziening kennelijk wel nodig is en kruispunten waar dat niet nodig is. Er is alleen onderzoek gedaan op hoofdkenmerken, andere kenmerken van de kruispunten zijn niet meegenomen, evenmin als de structuur en functie van het wegennet waarvan ze deel uitmaken. Janssen heeft hier dus niet onderzocht of een verandering in de situatie tot een verhoging van de verkeersveiligheid heeft geleid; dat kan alleen vastgesteld worden in voor-en-nastudies.

Janssen (2004) bekeek ook het verband tussen letselongevallen en intensiteiten op kruispunten van verkeersaders met een snelheidslimiet van 50 km/uur. *Afbeelding 2* laat zien dat het aantal letselongevallen vaak toeneemt met toenemende intensiteit op die kruispunten. De relatie verschilt wel tussen de verschillende typen drie- en viertakskruispunten.



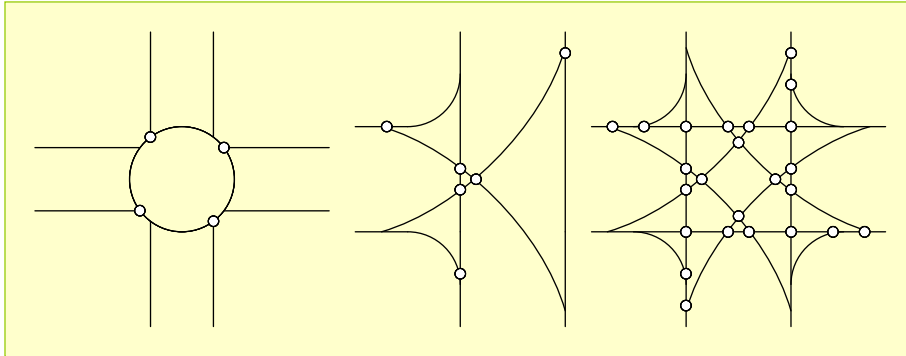
Afbeelding 2. Relatie tussen intensiteit en het aantal letselongevallen op drie- en viertakskruispunten van verkeersaders binnen de bebouwde kom met 50km/uur-limiet. Het teken # staat voor het aantal kruispunten van het genoemde type (Janssen, 2004).

Kruispunten buiten de bebouwde kom

Beenker (2004) heeft een voor-en-nastudie uitgevoerd naar de inrichting van 60km/uur-zones. Daaruit blijkt dat het aantal slachtofferongevallen op kruispunten in 60km/uur-zones is gedaald met 47% ten opzichte van de situatie vóór de 60km/uur-inrichting. Uit een vergelijkend onderzoek op netwerkniveau blijkt dat rotondes en bajonetkruispunten veiliger zijn dan viertakskruispunten (Hummel, 2001). Een bajonetkruispunt is een variant op een viertakskruispunt, waarbij het kruispunt is opgedeeld in twee drietakskruispunten. Op deze manier kunnen dwarsconflicten niet meer voorkomen. Hummel heeft zijn onderzoek gebaseerd op cijfers uit de Verenigde Staten en diverse Europese landen. In Finland is de veiligheid van drie- en viertakskruispunten buiten de bebouwde kom bestudeerd in een voor-en-nastudie (Kulmala, 1995). Daaruit bleek dat op viertakskruispunten 1,3 tot 1,4 keer meer ongevallen plaatsvinden dan op drietakskruispunten. Ook uit andere buitenlandse (vergelijkende) onderzoeken blijkt dat viertakskruispunten onveiliger zijn dan drietakskruispunten en dat rotondes veiliger zijn dan 'gewone' kruispunten (Elvik & Vaa, 2004; O'Conneide & Troutbeck, 1995). Uit een voor-en-nastudie van Corben et al. (2007) blijkt dat door de aanleg van bajonetkruispunten het aantal ernstige ongevallen afnam. Volgens Corben et al. passen bajonetkruispunten echter niet geheel binnen een veilig verkeerssysteem omdat ze niet vergevingsgezind genoeg zijn voor weggebruikers, vooral in situaties met een hoge snelheidslimiet. Dwarsconflicten worden wel voorkomen maar er blijft nog steeds een aantal andere mogelijke conflicten over.

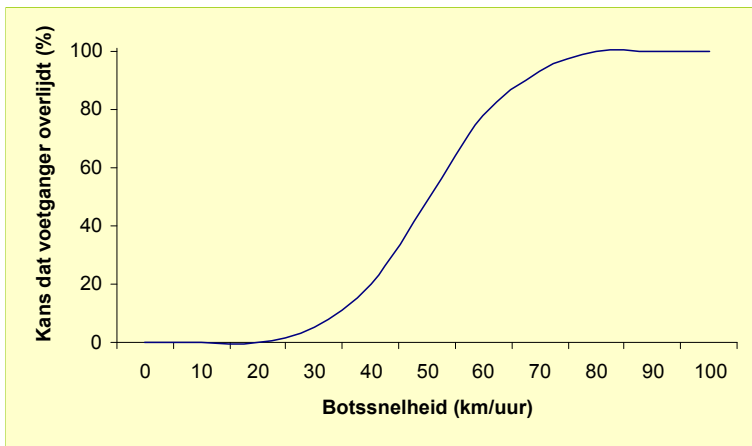
Wat maakt een kruispunt (duurzaam) veilig?

Voor de veiligheid is het van belang op hoeveel punten van een kruispunt weggebruikers met elkaar in conflict kunnen komen. Hoe minder potentiële conflictpunten, hoe veiliger. Mede daarom zijn rotondes veiliger dan kruispunten. Dit is te zien in Afbeelding 3: van links naar rechts neemt het aantal conflictpunten op de verschillende kruispunttypen toe.



Afbeelding 3. Conflictpunten op een rotonde, drie- en viertakskruispunt (naar factsheet [Rotondes](#)).

Het doel van Duurzaam Veilig is om ongevallen te voorkomen en, daar waar dat niet kan, de kans op ernstig letsel nagenoeg uit te sluiten (Wegman & Aarts, 2005). Uit deze visie volgt dat bepaalde ontmoetingen tussen verkeersdeelnemers op kruispunten uitgesloten moeten worden. Dit zijn ontmoetingen tussen verkeersdeelnemers met sterke verschillen in snelheid en massa; deze kunnen resulteren in ernstige conflicten. Bij een aanrijding van een personenauto met een voetganger, dus bij een groot verschil in massa (en bescherming), neemt de kans op dodelijke afloop voor de voetganger enorm toe bij botssnelheden boven de 30 km/uur (zie Afbeelding 4).



Afbeelding 4. Kans dat voetganger overlijdt in botsing met auto als functie van de botssnelheid (Ashton & Mackay (1979) in Wegman & Aarts, 2005).

Waar conflicten niet te vermijden zijn is het dus belangrijk om de ernst ervan te verminderen door de snelheidslimiet aan te passen. In Tabel 1 zijn de veilige snelheden weergegeven voor ontmoetingen tussen bepaalde typen verkeersdeelnemers. Zo is 30 km/uur de veilige snelheid voor ontmoetingen tussen snelverkeer en langzaam verkeer.

Wegtypen in combinatie met toegestane verkeersdeelnemers	Veilige snelheid (km/uur)
Wegen met mogelijke conflicten tussen auto's en onbeschermde verkeersdeelnemers	30
Kruisingen met mogelijke dwarsconflicten tussen auto's	50
Wegen met mogelijke frontale conflicten tussen auto's	70
Wegen waarbij frontale of zijdelingse conflicten met andere verkeerdeelnemers onmogelijk zijn	≥100

Tabel 1. Voorstel voor veilige snelheidslimieten voor auto's, gegeven de ontmoeting tussen bepaalde typen verkeersdeelnemers (Tingvall & Haworth (1999) in Wegman & Aarts, 2005).

Veilige snelheden kunnen worden bewerkstelligd door infrastructurele maatregelen. Op kruispunten valt te denken aan snelheidsverlagende maatregelen zoals rotondes, drempels en plateaus. Bij welk

type kruispunt de verschillende maatregelen moeten worden toegepast staat hieronder vermeld. Voor meer informatie over snelheidsverlagende maatregelen wordt verwezen naar de SWOV-factsheet [Maatregelen voor snelheidsbeheersing](#). Daarnaast kan de gewenste rijsnelheid worden opgeroepen door consistentie en continuïteit in het ontwerp. Deze zorgen ervoor dat weggebruikers de typen wegen en kruispunten herkennen en weten wat er van hen wordt verwacht (Wegman & Aarts, 2005).

Welke kruispunttypen zijn wenselijk volgens Duurzaam Veilig?

Duurzaam Veilig onderscheidt 'normale' kruispunten en rotondes (Wegman & Aarts, 2005). Duurzaam Veilig heeft de voorkeur voor de rotonde, omdat niet alleen het aantal conflictpunten op een rotonde kleiner is dan op een kruispunt (zie *Afbeelding 3*) maar ook de passeersnelheid lager is, waardoor de gevolgen van een eventueel conflict niet groot zijn. Kruispunten zijn bij voorkeur niet door verkeerslichten geregeld; bij roodlichtnegatie kunnen conflicten namelijk zeer ernstig zijn door de hoge rijsnelheid.

Voor kruisingen tussen verschillende wegtypen is binnen Duurzaam Veilig een gewenst type kruispunt opgesteld (CROW, 1997; Van Schagen et al., 1999); deze zijn weergegeven in *Tabel 2*. Bij elk type kruispunt geeft *Tabel 2* aan of er een voorrang- en/of snelheidsremmende maatregel genomen moet worden. De ideale situatie die in de handboeken (CROW, 2002; 2004) wordt aanbevolen komt niet altijd overeen met deze Duurzaam Veilig-visie.

Locatie	Kruispunt tussen	Gewenst type kruispunt	VRm	SRm
Binnen de bebouwde kom	ETW en ETW	Gelijkvloers kruispunt	-	Ja
	ETW en GOW	Gelijkvloers kruispunt	Ja	Ja
	GOW en GOW	Gelijkvloers kruispunt	Ja	Ja
Buiten de bebouwde kom	ETW en ETW	3-/4-taks kruispunt met verhoogd kruispuntsvlak (plateau)	-	Ja
	ETW en GOW	3-/4-taks kruispunt met plateaus op GOW voor en na het kruispunt (of evt. rotonde)	Ja	Ja
	GOW en GOW	Rotonde en anders plateaus, 100 m vóór en 100 m na het kruispunt	Ja	Ja
	GOW en SW	Ongelijkvloerse kruising	Ja	-
	SW en SW	Knooppunt	-	-

ETW = erftoegangsweg; GOW = gebiedsontsluitingsweg; SW = stroomweg; VRm = voorrangmaatregel; SRm = snelheidsremmende maatregel.

Tabel 2. *Overzicht van gewenste kruispunttypen volgens Duurzaam Veilig (gebaseerd op Van Schagen et al., 1999).*

Stroomwegen zijn er alleen voor gemotoriseerd verkeer, dat veilig met hoge snelheid moet kunnen rijden. Kruisingen met stroomwegen moeten daarom ongelijkvloers zijn. Ook op de aansluiting met stroomwegen mag geen langzaam verkeer aanwezig zijn. Op gebiedsontsluitingswegen kunnen wel grote verschillen in massa voorkomen, zoals tussen motorvoertuigen en voetgangers/fietsers. Op die (gelijkvloerse) kruispunten zullen de snelheidsverschillen daarom geminimaliseerd moeten worden. Ditzelfde geldt voor erftoegangswegen. Voor informatie over voorzieningen voor fietsers en voetgangers wordt verwezen naar de SWOV-factsheets [Oversteekvoorzieningen voor fietsers en voetganger](#) en [Fietsvoorzieningen op wegvakken en kruispunten van gebiedsontsluitingswegen](#).

Conclusie

Er zijn vele uitvoeringsvormen van kruispunten in Nederland. Volgens de visie Duurzaam Veilig is echter een beperkt aantal kruispunttypen gewenst voor kruisingen tussen verschillende typen wegen. Deze gewenste typen kruispunten verschillen soms van de aanbevelingen in de ontwerphandboeken. Bij de gewenste kruispunttypen van Duurzaam Veilig is rekening gehouden met veilige snelheden, waardoor ernstige conflicten, dwarsconflicten maar ook frontale conflicten, vermeden worden of in ieder geval minder ernstig aflopen. Bij een snelheidslimiet van 30 km/uur mogen langzaam en snel verkeer samen voorkomen. Bij hogere snelheden is dat niet meer toegestaan. Het is aan te bevelen uniformiteit van kruispunttypen te betrachten vanwege herkenbaarheid voor de weggebruikers. Op deze manier kan het gewenste rijgedrag worden opgeroepen.

Publicaties en bronnen

AVV / BRON (2007). Ongevallenregistratie 1987-2007.

Beenker, N.J. (2004). [Evaluatie 60 km/uur projecten. Eindrapport](#). VIA Advies in verkeer & informatica, Vught.

Corben, B., Scully, J., Newstead, S. & Candappa, N. (2007). [An evaluation of the effectiveness of a large scale accident black spot program](#). In: Conference proceedings of the 23rd PIARC World road congress, 17-21 September 2007, Paris.

CROW (1997). [Handboek categorisering wegen op duurzaam veilige basis. Deel 1: \(Voorlopige\) functionele en operationele eisen](#). Publicatie 116. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (2002). [Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom: basiscriteria, erftoegangswegen, gebiedsontsluitingswegen, stroomwegen](#). Publicaties 164a-d. CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2004). [Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom \(ASVV\) 2004](#). Publicatie 110. CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2006). [Handboek verkeerslichtenregelingen](#). Publicatie 213. CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

Elvik, R. & Vaa, T. (2004). [The handbook of road safety measures](#). Pergamon, Amsterdam.

Hummel, T. (2001). [Intersection planning in Safer Transportation Network Planning: safety principles, planning framework, and library information](#). D-2001-13. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (2004). [Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom: vergelijking van ongevallenrisico's](#). R-2003-36. SWOV, Leidschendam.

Kulmala, R. (1995). [Safety at rural three- and four-arm junctions: development and application of accident prediction models](#). Dissertation, Helsinki University of Technology, Espoo.

O'Conneide, D. & Troutbeck, R.J. (1995). [At-grade intersections / worldwide review](#). In: Conference proceedings of the International Symposium on Highway Geometric Design Practices, 30 August - 1 September 1995, Boston, Massachusetts, USA.

Schagen, I.N.L.G. van, Dijkstra, A., Claessens, F.M.M. & Janssen, W.H. (1999). [Herkenning van duurzaam-veilige wegcategorieën](#). R-98-57. SWOV, Leidschendam.

Wegman, F. & Aarts, L. (red.) (2005). [Door met Duurzaam Veilig: Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020](#). SWOV, Leidschendam.