



RWS INFORMATIE

SPI veilige kruispunten

Operationalisatie van de definitie veilige kruispunten en beschouwing informatiebehoefte kruispuntkenmerken voor risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid

Datum	1 september 2023
Versie	1
Status	DEFINITIEF

Colofon

Uitgegeven door Rijkswaterstaat Dienst Water Verkeer en Leefomgeving
Auteur Antea Group
Informatie Informatiepunt WVL
Telefoon 088 - 797 71 02
E-mail informatiepuntwvl@rws.nl

Datum 1 september 2023
Versie 1
Status DEFINITIEF

Versiebeheer

Samenvatting

Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030 (SPV 2030) beoogt de introductie van risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Daartoe werkt het Kennisnetwerk SPV aan definities voor risico-indicatoren. Voor het onderdeel infrastructuur zijn in 2021 definities gepubliceerd van veilige wegvakken en veilige fietspaden. Begin 2023 voegde Kennisnetwerk SPV een nieuwe definitie van voldoende veilige kruispunten toe. De definitie veilige kruispunten beschrijft meerdere kenmerken waaraan een kruispunt dient te voldoen om als verkeersveilig gekwalificeerd te kunnen worden. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen algemene kruispuntkenmerken (voor alle kruispuntvormen) en kruispuntspecifieke kenmerken voor de vier meest voorkomende kruispuntvormen:

- enkelstrooksrotonde
- kruispunt met voorrangregel en kruispunten met uitritconstructie
- kruispunt met Verkeersregelinstallatie
- kruispunt met voorrang van rechts

Het hoofddoel van dit onderzoek is advies over de vraag hoe en voor welke kenmerken uit de definitie 'veilige kruispunten' landelijke dataverzameling overwogen zou moeten worden. Om tot advies te komen is in relevante (CROW-)ontwerprichtlijnen gezocht naar een éénduidige definitie van kruispunten en kruispuntkenmerken. Ook zijn interviews uitgevoerd met wegbeheerders, verkeersauditors en data-experts en is afgestemd met SWOV en CROW. Daarbij zijn aandachtspunten besproken die naar voren komen bij de operationalisatie. Zo is gesproken over te verzamelen kruispuntkenmerken, de hoeveelheid data en of deze gegevens behapbaar en uitlegbaar zijn voor wegbeheerders en of de verzamelde kruispuntdata ook voldoende handelingsperspectief geeft om kruispunten veiliger te maken.

Samengevat zijn op basis van dit onderzoek de volgende conclusies te trekken:

- Er is geen landelijk bestand met kruispunten met onderscheid naar kruispunttype waaraan kenmerken uit de definitie veilige kruispunten gekoppeld kunnen worden. Het ontbreken van een dergelijk landelijk databestand met onderscheid naar kruispunttypen en verdere onderverdeling naar ligging, aantal kruisende takken en snelheidsregimes op kruisende takken is een probleem voor het digitaal vastleggen van kruispuntdata. Ook is er nog geen eenduidige definitie voor een kruispunt waarmee, rekening houdend met het doel van risicoanalyse, kruispunten en kruisingsvlakken gedefinieerd kunnen worden.
- De ontwerprichtlijnen geven onvoldoende houvast om de algemene kenmerken uit de definitie veilige kruispunten éénduidig te definiëren, ofwel om aan te geven wat op welke manier gemeten zou moeten worden. Daartoe ontbreken sluitende definities en benodigde maatvoering van de afzonderlijke kenmerken die voor elk kruispunt toepasbaar zijn.
- De specifieke kenmerken uit de definitie veilige kruispunten per kruispunttype zijn deels operationaliseerbaar onder de voorwaarde dat een kruispunt voldoende overeenkomt met de standaardvorm zoals die in richtlijnen is uitgewerkt. Richtlijnen duiden bovendien op onderlinge afstemming tussen kenmerken en geven regelmatig de locatie-afhankelijkheid bij de wenselijkheid van een kenmerk aan.

- Gelet op het vooralsnog ontbreken van een landelijk databestand kruispunten was het binnen dit onderzoek niet mogelijk om verder onderzoek te doen naar meetbaarheid van individuele kenmerken. De algemene inschatting is dat het landsdekkend meten van het beperkte aantal operationaliseerbare kenmerken een uitdaging is.
- De datasets die beschikbaar zouden komen na eventuele inwinning zijn omvangrijk en voor veel wegbeheerders complex om te hanteren en te interpreteren. Ook wanneer data in geaggregeerde vorm overzichtelijk wordt aangeboden is verdiepen in de achterliggende data nodig om de eindscore te kunnen begrijpen om als basis te kunnen dienen voor risicogestuurd beleid voor kruispunten. Deze complexiteit beperkt ook de communiceerbaarheid. Het niet kunnen betrekken van de lokale context ondermijnt de geloofwaardigheid en daarmee de geschiktheid van de data voor risicogestuurd beleid voor kruispunten.

Zoals hiervoor beschreven zijn bij de operationalisatie van de kenmerken uit de definitie veilige kruispunten fundamentele belemmeringen en meerdere knelpunten geconstateerd. De verwachting is dat een landsdekkende inwinning van kruispuntkenmerken vooralsnog geen of een beperkte positieve bijdrage zal leveren aan het verkeersveiligheidsbeleid en dat er (betere) alternatieven denkbaar zijn om de komende jaren aan kruispuntveiligheid te werken. Voortgang op beleid voor veilige kruispunten is desondanks gewenst.

Om voortgang te boeken kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Zorgen dat er een nationaal kruispuntbestand met bruikbare kruispuntidentificatie beschikbaar komt waarbinnen een nadere onderverdeling kan worden aangebracht naar kruispunttype, ligging (binnen of buiten de bebouwde kom), aantal kruisende takken (drietaks / viertaks) en snelheidsregime per kruisende tak. Deze basis is onvoldoende voor een risicogestuurd kruispuntaanpak, maar deze kan ook helpen bij ongevalsanalyses en wetenschappelijk onderzoek.
- Afwegen of de definitie veilige kruispunten niet beter tot zijn recht komt bij verkeersveiligheidsaudits, inspecties en locatie-specifieke kruispuntanalyses. Bij die instrumenten kan de lokale context van een kruispunt – zoals aanwezige gebruiksgroepen, intensiteiten en bebouwing / objecten in de omgeving – betrokken worden.
- Wetenschappelijk onderzoek uitvoeren naar wat generiek de meest bepalende kenmerken voor verkeersveiligheid op verschillende soorten kruispunten zijn. Dit draagt bij aan de geloofwaardigheid van een eventuele definitie voor risicogestuurd beleid voor kruispunten.
- Als uiteindelijk wordt overwogen tot inwinnen van kruispuntkenmerken, dan gelet op de complexiteit beginnen met een experiment met inperking van de scope (gebiedsafbakening en type kruispunt binnen of buiten de kom) om de haalbaarheid en bruikbaarheid te onderzoeken. Pas dan is het mogelijk om de wenselijkheid van een landelijke dataverzameling te beoordelen.

Inhoud

1 Inleiding 6

- 1.1. Introductie en aanleiding 6
- 1.2. Signaalfunctie veilige kruispunten 6
- 1.3. Doel van dit onderzoek 6
- 1.4. Uitgangspunten en afbakening operationalisatie 7
- 1.5. Raadpleging partijen 8
- 1.6. Leeswijzer 8

2 Definitie kruispunt, kruisingsvlak en kruispuntvorm 9

- 2.1. Definitie kruispunt en kruisingsvlak 9
 - 2.1.1. Kruispunt 9
 - 2.1.2. Kruisingsvlak 10
- 2.2. Bepalen van een (passende) kruispuntvorm 10
 - 2.2.1. Keuze kruispuntvorm 10
 - 2.2.2. Herkenbaarheid van kruispuntvormen 11
- 2.3. Conclusies en discussie 18

3 Operationalisatie kruispuntkenmerken 19

- 3.1. Algemene kruispuntkenmerken 19
- 3.2. Kruispuntkenmerken per kruispuntvorm 21
- 3.3. Kruispuntkenmerken per kruispuntvorm 22
- 3.4. Inschatting meetbaarheid kenmerken 24
- 3.5. Conclusie 25

4 Gegevensstructuur en beeld hoeveelheid informatie 26

- 4.1. Inwinning kruispuntkenmerken 26
- 4.2. Beeld hoeveelheid informatie 28
- 4.3. Samenvatting en discussie 31

5 Bruikbaarheid voor beleid wegbeheerders 32

- 5.1. Beleidscontext 32
- 5.2. Hanteerbaarheid van de informatie 32
- 5.3. Geloofwaardigheid van de informatie 32
- 5.4. Verwacht gebruik 34
- 5.5. Conclusie 34

6 Conclusies en aanbevelingen 35

- 6.1. Conclusies 35
- 6.2. Achtergrond: wetenschappelijk onderzoek en beleidsbijdrage SPI 37
- 6.3. Aanbevelingen 39

Bijlage 1 Definitie kruispunten en kruispuntvormen 40

Bijlage 2 Operationalisatie van kruispuntkenmerken 44

- Algemene kruispuntkenmerken 44
- Specifieke kenmerken enkelstrooksrotonde 57
- Specifieke kenmerken kruispunt met voorrangregel 59
- Specifieke kenmerken kruispunt met verkeerslichten 62
- Specifieke kenmerken gelijkwaardig kruispunt 67

1 Inleiding

1.1. Introductie en aanleiding

Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030 (SPV 2030) beoogt de introductie van risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Dit betekent dat beleid is gebaseerd op risico-indicatoren die de kwaliteit van het verkeerssysteem beschrijven, bijvoorbeeld in hoeverre ergens te hard wordt gereden en hoe veilig de infrastructuur is ingericht. Om hieraan invulling te geven werkt het Kennisnetwerk SPV (KN SPV: een samenwerking van SWOV en CROW) aan definities voor risico-indicatoren. Voor het onderdeel infrastructuur zijn in 2020 definities gepubliceerd van veilige wegvakken en veilige fietspaden. Begin 2023 voegde KN SPV een nieuwe definitie van voldoende veilige kruispunten toe. Ongeveer een derde van de verkeersdoden valt namelijk op kruispunten (SWOV). Binnen de bebouwde kom is dat bijna de helft en buiten de bebouwde kom iets minder dan een kwart.

Op basis van literatuuronderzoek en expert judgement kiest het KN SPV er voornamelijk voor om de volgende definitie te hanteren voor veilige kruispunten: *het aandeel verkeersdeelnemers op kruispunten die als 'voldoende veilig' worden gekwalificeerd*. In het vervolg spreken we van 'de definitie' of 'de definitie veilige kruispunten'.

Dit rapport beschouwt de definitie veilige kruispunten en beschrijft of en hoe een nadere operationalisatie van de kenmerken mogelijk en wenselijk is.

1.2. Signaalfunctie veilige kruispunten

De definitie veilige kruispunten beschrijft meerdere kenmerken waaraan een kruispunt dient te voldoen om als verkeersveilig gekwalificeerd te kunnen worden. Indien meerdere kenmerken afwezig blijken te zijn, dan wordt het kruispunt als een risico voor de verkeersveiligheid beschouwd. Het doel van de data-inzameling van kruispuntkenmerken is daarmee om van elk kruispunt in Nederland (vallend binnen de afbakening, paragraaf 1.3) te kunnen duiden of, en in welke mate, een kruispunt een risico vormt voor de verkeersveiligheid. En het beoogde resultaat is een signaalfunctie voor wegbeheerders, ter ondersteuning van een risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid.

1.3. Doel van dit onderzoek

Het hoofddoel van dit onderzoek is advies over de vraag hoe en voor welke kenmerken uit de definitie 'veilige kruispunten' landelijke dataverzameling door de Taskforce verkeersveiligheidsdata overwogen zou moeten worden. Om die hoofdvraag te kunnen beantwoorden wordt binnen dit onderzoek naar antwoorden gezocht op de volgende deelvragen:

- Hoe kan een kruispunt geïdentificeerd worden, welke kruispuntdefinitie is geschikt gelet op het doel 'veilige kruispunten'?
- Kunnen de kenmerken uit de definitie veilige kruispunten nader geoperationaliseerd worden? Zo ja welke en hoe kunnen deze kenmerken geoperationaliseerd en gemeten worden?
- Is er een geschikte gegevensstructuur te bedenken waar binnen ingezamelde kenmerken vastgelegd kunnen worden?
- Wat is de toegevoegde waarde van een landelijke data-inwinning van kruispuntkenmerken voor het verkeersveiligheidsbeleid van wegbeheerders?

1.4. Uitgangspunten en afbakening operationalisatie

In de definitie veilige kruispunten worden verschillende kruispunttypen onderscheiden die ieder hun eigen ontwerprichtlijnen hebben. Het KN SPV onderscheidt in de definitie de meest voorkomende kruispunttypen, deze zijn:

- enkelstrooksrotonde
- kruispunt met voorrangregel en kruispunten met uitritconstructie
- kruispunt met Verkeersregelininstallatie (VRI)
- kruispunt met voorrang van rechts (ofwel een gelijkwaardig kruispunt)

De kruispunttypen meerstrooksrotonde, turborotonde en verkeersplein zijn niet nader uitgewerkt en vallen buiten de scope van dit onderzoek.

Bij de operationalisatie gelden de volgende uitgangspunten:

- In overleg met KN SPV is besloten om bij operationalisatie van kenmerken te richten op 'aanwezigheid' van een kenmerk en minder op 'kwaliteit' van hoe het kenmerk aanwezig is.
- Kenmerken kunnen worden gerelateerd aan specifieke en expliciet beschreven onderdelen van CROW ontwerprichtlijnen. Er mag geen onduidelijkheid bestaan over welke onderdelen van richtlijnen gebruikt moeten worden voor de operationalisatie, bijvoorbeeld hoe relevante maatvoeringen gemeten dienen te worden.
- De ontwerprichtlijnen beschrijven voor de genoemde aspecten duidelijke definities, ontwerpeisen en/of grenswaarden. Het al dan niet voldoen aan *voorkeursoplossingen* maakt in beginsel geen onderdeel uit van de operationalisatie.
- De operationalisatie moet geschikt zijn om zonder aanvullende instructie bruikbaar te zijn om geautomatiseerd of door inschakeling van codeurs de gewenste data in te winnen. Een leerproces tijdens de uitvoering is bij grote uitbesteding voor data-inwinning namelijk niet mogelijk en de instructies moeten bij een nieuwe aanbesteding aan een mogelijke andere partij weer tot dezelfde resultaten leiden.
- Een data-gedreven aanpak is gebaat bij eenvoudig toe te passen meetcriteria waarbij uitzonderingen worden vermeden. Dit om fouten te voorkomen. Maar dit uitgangspunt mag er niet toe leiden dat het kenmerk geen of beperkte bijdrage levert aan het signaleren van een veiligheidsniveau van een kruispunt.

De reden voor deze eisen is dat de operationalisatie de basis moet bieden om data te verzamelen over kruispuntkenmerken en daarmee een data gedreven verkeersveiligheidsbeoordeling van een bestaand kruispunt te faciliteren. Het valt buiten het werkterrein van de Taskforce Verkeersveiligheidsdata om de ontwerprichtlijnen aan te vullen.

1.5. Raadpleging partijen

Om tot beantwoording van de deelvragen te komen zijn met meerdere partijen gesprekken gevoerd. Daarbij zijn aandachtspunten besproken die naar voren komen bij de operationalisatie. Ook is gesproken over de hoeveelheid data en of deze gegevens behapbaar en uitlegbaar zijn voor wegbeheerders.

De volgende partijen zijn geraadpleegd:

- CROW en SWOV voor overleg over het eerste concept operationalisatie veilige kruispunten
- Provincie Noord-Holland (heeft ervaring met kruispuntscore i.s.m. SWOV)
- Provincie Utrecht (werkt aan een dashboard voor het eigen beheergebied)
- Waterschap Scheldestromen (heeft een definitie veilige kruispunt verkend)
- Vervoersregio Amsterdam (heeft NSI-tool en NSI-light ontwikkeld)
- Gemeente Zaanstad (gebruiker van de NSI-light tool)
- Gemeente Rotterdam (doorontwikkeling 'white model')
- Gemeente Veere (gesproken over bruikbaarheid data voor beleid)
- Een verkeersveiligheidsauditor (gesproken over bruikbaarheid voor beleid)
- Sweco en Dat.mobility (gesproken over kruispuntidentificatie)
- Vialis en adviseur VRI-kruispunten (in gezamenlijk overleg gesproken over beschikbaarheid van VRI-data en toepassing voor verkeersveiligheidsbeleid)
- DOK-data (gesproken over inwinning kruispuntkenmerken)

1.6. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat over de definitie van kruispunten en kruispuntvormen die van belang is om ze te kunnen identificeren ten behoeve van dataverzameling.

Hoofdstuk 3 behandelt de operationalisatie van de kruispuntkenmerken voor vier kruispunttypen die binnen de afbakening vallen van de definitie veilige kruispunten.

Hoofdstuk 4 geeft een beeld hoe een data-verzameling op basis van de operationalisatie eruit zou zien. En of data per kruispunt of per kruispunttak verzameld en beschikbaar gesteld zou moeten worden.

Hoofdstuk 5 gaat over de beleidsrelevantie van de kenmerken die volgens *Hoofdstuk 3* en *4* geoperationaliseerd en gemeten zouden kunnen worden.

Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en aanbevelingen inclusief advies.

2 Definitie kruispunt, kruisingsvlak en kruispuntvorm

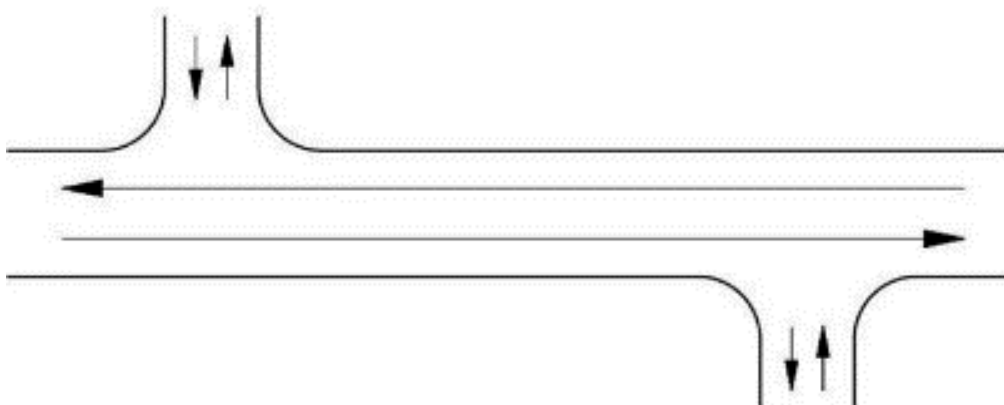
Dit hoofdstuk gaat in op de definitie van een kruispunten, kruisingsvlakken (*Paragraaf 2.1*) en kruispuntvormen (*Paragraaf 2.2*). Dit vormt immers de basis voor een eventuele gegevensverzameling conform de definitie van het KN SPV. En de definitie van wat een kruispunt is, vormt de basis voor het identificeren van kruispunten. Deze dienen vervolgens onderscheiden te kunnen worden naar kruispuntvorm omdat in de definitie onderscheid wordt gemaakt tussen kruispuntvormen.

2.1. Definitie kruispunt en kruisingsvlak

Ten tijde van het uitvoeren van dit onderzoek zijn geen definities beschikbaar waarmee eenduidig en rekening houdend met het doel 'veilige kruispunten' eenduidig kruispunten en kruisingsvlakken gedefinieerd en geïdentificeerd kunnen worden. Dit is een probleem voor dataverzameling. In de praktijk van ontwerp en inspecties kan dit per kruispunt geïnterpreteerd worden, maar voor een landelijke gegevensverzameling is een eenduidige definitie nodig die geen ruimte voor interpretatie overlaat.

2.1.1. Kruispunt

Het RVV 1990 definieert een kruispunt als volgt: **kruising of splitsing van wegen**. Deze definitie is abstract en biedt geen basis voor de operationalisatie. ASVV en de CROW publicatie Basiskennmerken Kruispunten en rotondes geven de volgende definitie: **Ontmoeting van wegen waar het verkeer van weg mag wisselen. Dit geldt zowel voor het gemotoriseerd verkeer als voor het langzaam verkeer en voetgangers**. De richtlijnen beschrijven geen schaalniveau voor toepassing van deze definitie. Afhankelijk van het schaalniveau zou een verkeersplein zowel één groot kruispunt kunnen zijn als een verzameling van kruispunten. ASVV noemt bij de definitie enkele voorbeelden waaronder een bajonet, zie Figuur 1. Die wordt in het Handboek Wegontwerp gedefinieerd als twee T-aansluitingen waarbij de onderlinge afstand bij voorkeur meer dan 100 meter bedraagt. Dat suggereert een schaalniveau dat rekening houdt met wisselwerking tussen 'ontmoetingspunten', maar richtlijnen specificeren niet hoe ver dit reikt.



Figuur 1 Bajonet volgens het Handboek Wegontwerp (CROW, 2013)

In *Bijlage 1* staan enkele andere mogelijke benaderingswijzen beschreven op basis van een constructiecriterium, verkeersveiligheids criterium of een definitie in landelijke databronnen voor wegen en ongevallen. Bijvoorbeeld, vanuit verkeersveiligheid lijkt het wenselijk om rekening te houden met de onderlinge samenhang van nabij gelegen samenkomsten van wegen. Echter, hoe hoger de rijsnelheden en hoe complexer het kruispunt, hoe groter het invloedsgebied zal zijn waardoor er moeilijk algemeen geldige regels te formuleren zijn voor wat een kruispunt vanuit deze invalshoek is. Ten tijde van het uitvoeren van dit project halverwege 2023 was er op basis van geen van deze criteria een scherpe definitie te geven.

2.1.2. Kruisingsvlak

In de definitie van KN SPV en CROW richtlijnen wordt een aantal kenmerken gerelateerd aan het 'kruisingsvlak' of 'kruispuntvlak'. In de ASVV en de CROW publicatie *Basiskennmerken kruispunten en rotondes* is het kruisingsvlak als volgt gedefinieerd: **Het gebied op het kruispunt of de rotonde waar verschillende verkeersstromen en verkeerssoorten elkaar kunnen ontmoeten en elkaar voor dienen te laten gaan**. De richtlijnen geven geen geometrische definitie die de basis voor dataverzameling zou kunnen vormen.

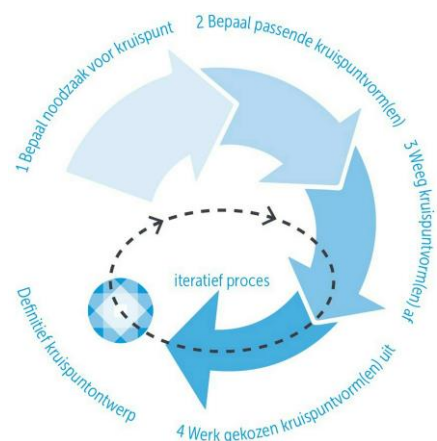
Deze definitie en het doel waarvoor de term in richtlijnen wordt gebruikt, suggereert dat het gaat om een relatief centraal deel van het kruispunt. Gezien de definitie van een kruispunt, zouden ook de oversteekplaatsen voor langzaam verkeer daartoe gerekend moeten worden. Daardoor zal de omvang van het kruisingsvlak per kruispunt sterk variëren. Het is de vraag of het kruisingsvlak ophoudt bij de oversteekplaats of daaraan gerelateerde markeringen zoals haaiantanden. ASVV definieert een oversteekplaats als **'Door wegmarkering in dwarsrichting aangegeven deel van een rijbaan ten behoeve van het oversteken'**. Het is de vraag van welke markeringen dan uitgegaan dient te worden.

2.2. Bepalen van een (passende) kruispuntvorm

Deze paragraaf gaat in op de kruispuntvorm en hoe deze zou kunnen worden gemeten.

2.2.1. Keuze kruispuntvorm

Het ideale kruispunttype volgens Duurzaam Veilig is afhankelijk van de wegcategorieën van de kruisende wegen. Volgens *Basiskennmerken Kruispunten en Rotondes* (CROW, 2015) hangt het antwoord op de vraag wat ter plaatse een goede kruispuntvorm is, ook af van andere factoren zoals verkeersstromen, de noodzakelijke capaciteit, beschikbare ruimte en te plegen investeringen, terwijl dat het meest herkenbare en verkeersveilige ontwerp in de weg kan staan. CROW (2015) beschrijft het afwegingsproces om tot een goede kruispuntvorm te komen als een iteratief proces uitgebeeld in Figuur 2. Daarnaast biedt CROW de tool *Kruispuntverkenner* aan om de juiste beslissing te nemen over de meest geschikte kruispuntvorm. De keuze van de juiste kruispuntvorm is van veel lokale factoren afhankelijk en meerdere oplossingen kunnen geschikt zijn. Om die reden heeft KN SPV de keuze voor een juiste kruispuntvorm, ondanks het belang voor de verkeersveiligheid, niet opgenomen in de definitie van een voldoende veilig kruispunt.



Figuur 2 Afwegingsproces kruispuntvorm

2.2.2. Herkenbaarheid van kruispuntvormen

Om volgens de definitie van KN SPV te meten in hoeverre kruispunten voldoende veilig zijn, dient de kruispuntvorm bekend te zijn. De vereiste veiligheidskenmerken zijn namelijk per type kruispunt beschreven. Het vaststellen van kruispuntvormen vereist dat kruispunten geïdentificeerd kunnen worden. De problemen hierbij (zie *Paragraaf 2.1*) vormen een uitdaging voor het eenduidig herkennen van kruispuntvormen. Helaas zijn er, onder meer bij nabijgelegen samenkomsten van wegen diverse mengvormen. Hoe vaak dit precies voor komt, is voor zover bekend nooit onderzocht. Voor wetenschappelijk onderzoek kan ervoor worden gekozen om een studie tot duidelijk herkenbare kruispunten af te bakenen. Voor een volledige landelijke gegevensverzameling is een dergelijke inperking onwenselijk.

Voor de dataverzameling is de bepaling van de kruispuntvorm geen doel op zichzelf, maar een classificatie om vervolgens andere kruispuntkenmerken te verzamelen die horen bij de betreffende kruispuntvorm. De definitie van KN SPV is geschreven vanuit **'standaard' kruispuntvormen** zoals beschreven in CROW publicaties zoals *Basisenkenmerken kruispunten en rotondes*. In de praktijk zijn er echter kruispunten die wel toegedeeld kunnen worden aan een kruispuntvorm, maar die qua functie, vorm en gebruik dermate sterk afwijken van een standaardvorm dat twijfelachtig is of de standaardkenmerken van toepassing zijn. Voor een ander deel kunnen dit vanwege hun afwijkende vorm onveilige kruispunten zijn. Maar deels kan het ook gaan om bewust gekozen afwijkingen ten behoeve van de verkeersveiligheid vanwege de lokale situatie of context en het gebruik van een kruispunt. Ter illustratie volgen hieronder voorbeelden van enkele mengvormen en atypische kruispuntvormen waarvan onduidelijk is hoe hier kruispuntkenmerken verzameld en vastgelegd zouden kunnen worden conform een standaard meetprotocol.

Mengvorm rotonde, voorrangskruispunt en VRI

In *Figuur 3* is de menging van VRI en voorrangskruispunten al geïllustreerd. Deze mengvorm komt veel voor in oudere gebieden. Andere voorbeelden zijn rotondes met verkeerslichten. Daarbij zijn er ook rotondes die deels met voorrangsborden en deels met verkeerslichten zijn geregeld, bijvoorbeeld het Delflandplein in Delft (zie *Figuur 3*) waarbij alleen een tram- en buslijn met verkeerslichten zijn geregeld.



Figuur 3 Delflandplein in Delft: combinatie van rotonde en VRI

Daarnaast komt het voor dat bij een voorrangskruispunt een oversteekplaats met voetgangerslichten aanwezig is, zie bijvoorbeeld *Figuur 4*.



Figuur 4 Voorrangskruispunt met uitritconstructie voor de zijweg en voetgangerslichten voor het oversteken van de hoofdweg

Illustratie van mengvormen door nabijheid

Figuur 5 toont een voorbeeld dat regelmatig bij ventwegen voor komt. De aansluiting van de ventwegen is niet met verkeerslichten maar met haaiantanden geregeld. De kruispuntvorm is een combinatie van VRI- en voorrangskruispunt. Door deze locatie te beschouwen als bestaande uit drie afzonderlijke kruispunten zou gesproken kunnen worden van één VRI-kruispunt en twee voorrangskruispunten (waar rechts en links in de afbeelding de ventwegen aansluiten). Voor toepassing van de kenmerken die KN SPV aandraagt per kruispuntvorm zou deze interpretatie echter problemen geven voor dataverzameling. De voorrangskruispunten van de ventwegen zijn atypisch door de nabijheid van de verkeerslichten en laten zich niet vangen in kenmerken zoals de vraag of er middengeleiders en oversteekvoorzieningen zijn. Fietsers steken over bij de verkeerslichten.



Figuur 5 Voorbeeld VRI en voorrangskruispunt

Illustratie atypische kruispunten bij vent- en parallelwegen

Bij voorrangskruispunten van ventwegen is het op meer plekken twijfelachtig of de standaardkenmerken van voorrangskruispunten bij de context passen zijn. Bijvoorbeeld Figuur 6 waar een ventweg de voorrangsweg kruist net voor een voorrangskruispunt. Ook hier ontbreken oversteekplaatsen omdat fietsers en voetgangers worden geacht om iets verder bij het voorrangskruispunt over te steken. In Figuur 7 is het kruispunt waar de ventweg aansluit op de voorrangsweg gecombineerd met de aansluiting van een aantakende erftoegangsweg. Ook hier is het kruispunt van de ventweg (of het samengestelde kruispunt) atypisch.



Figuur 6 Voorbeeld voorrangskruispunt en nabije ventwegen



Figuur 7 Voorbeeld van twee nabije voorrangskruispunten: één op de voorrangsweg en één op de ventweg

Illustratie mengvormen in relatie tot functie

Een ander probleem bij de toepassing van kruispuntvormen voor het doel van gegevensverzameling is dat de indeling die KN SPV voorstelt primair is gebaseerd op snelheidslimieten en ideaaltypische kruispuntvormen. Wegcategorieën worden enkel genoemd bij een van de kenmerken van voorrangskruispunten. Daarbij is aangegeven dat binnen de bebouwde kom op kruispunten van GOW-ETW bij voorkeur een uitritconstructie wordt toegepast. In de praktijk komen ook voorrangskruispunten en rotondes voor binnen verblijfsgebieden bij een snelheidslimiet van 30 km/uur, zie bijvoorbeeld Figuur 8.

Uitritconstructies zoals onderin Figuur 8 komen veelvuldig voor in verblijfsgebieden, bijvoorbeeld waar een woonerf aansluit op een erftoegangsweg en wijkontsluitingswegen in bloemkoolwijken. Uitgaande van de kenmerken die KN SPV voorstelt voor dit soort ETW-ETW kruispunten zouden deze veelal als zeer onveilig worden beoordeeld. Dit komt omdat de kenmerken waarop KN SPV doelt zijn afgeleid van het ideaalontwerp in richtlijnen voor een ETW-GOW kruispunt. Vermoedelijk zullen de uitritconstructies zoals onderin Figuur 8 niet problematisch voor de verkeersveiligheid zijn.

Het is de vraag of de kruispuntvormen in de praktijk aansluiten bij het achterliggende doel van dit project als geen rekening wordt gehouden met de functie van de weg. Wellicht is dit probleem te ondervangen door in verblijfsgebieden alleen naar gelijkwaardige kruispunten te kijken. Echter, daardoor zouden mogelijke problemen op grijze wegen zoals drukke wijkontsluitingswegen buiten de analyse kunnen komen te vallen waarvoor de dataverzameling is bedoeld. Een deel van de voorrangskruispunten en rotondes zoals bovenin Figuur 8 zouden op grijze wegen kunnen liggen. Ook bij een snelheidslimiet van 30 km/uur kan er op deze kruispunten sprake zijn van verkeersonveiligheid. Zonder een goed beeld van de functie en het gebruik van de aantakende wegen, is het moeilijk in te schatten of vergelijking met een ideaaltypische ETW-GOW kruispuntinrichting bijdraagt aan een goede verkeersveiligheidsanalyse.



Figuur 8 Voorbeelden van voorrangskruispunten en rotonde van kruisende 30 km/uur wegen

Illustratie mengvormen in relatie tot aanwezige vervoerswijzen

De ideaaltypische kruispuntvormen waarvan de kenmerken in de definitie van KN SPV zijn afgeleid, gaan uit van de aanwezigheid van fietsers en voetgangers waarvoor oversteekvoorzieningen nodig zijn. Het ontbreken van oversteekvoorzieningen wordt dan ook gezien als onveilig. Veel gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom en door nieuwe steden zoals Almere, Lelystad, Houten en Zoetermeer zijn gesloten voor langzaam verkeer, zie bijvoorbeeld Figuur 9. Om te bepalen of oversteekvoorzieningen terecht ontbreken, zou eerst bepaald moeten worden of de takken zijn gesloten voor langzaam verkeer.



Figuur 9 Kruispunt in Almere met geslotenverklaring voor langzaam verkeer

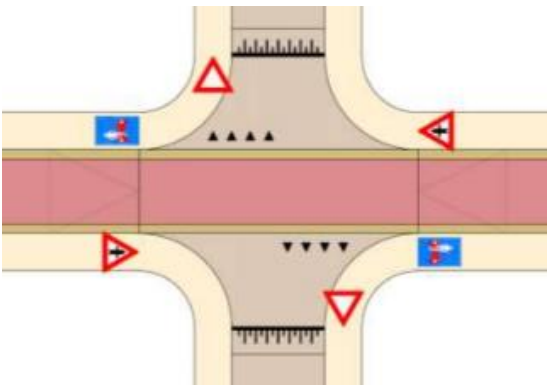
Echter, het komt ook voor dat takken niet zijn gesloten voor langzaam verkeer terwijl die tak geen functie vervult voor fietsers en voetgangers. Dat is bijvoorbeeld het geval bij drietakskruispunten zoals in Figuur 10 met een tweerichtingsfietspad langs de voorrangsweg. Dit komt regelmatig voor buiten de bebouwde kom. De zijtak is niet gesloten voor langzaam verkeer omdat die geen verbinding vormt voor fietsers en voetgangers. Die gebruiken het tweerichtingsfietspad en steken enkel de zijweg over. Zonder gedetailleerde inspectie is het nauwelijks mogelijk om te beoordelen of oversteekvoorzieningen, gezien vanuit verkeersveiligheid, terecht of onterecht ontbreken.



Figuur 10 Drietaksvoorrangskruispunt met tweerichtingsfietspad langs de voorrangsweg

Kruising met een fietsstraat

Zoals toegelicht in *Paragraaf 1.2.1* kan voorrang voor fietsverkeer of openbaar vervoer reden zijn om toch voorrangskruispunten en kruispunten met VRI toe te passen in verblijfsgebieden. Dit resulteert in atypische voorrangskruispunten zoals in *Figuur 11* en *Figuur 12*. *Figuur 11* geeft een fietsstraat weer. Steeds meer gemeenten passen deze toe. Voorrang voor de busbaan in *Figuur 12* is op de meeste kruispunten geregeld met verkeerslichten en op enkele kruispunten met uitritconstructies.



Figuur 11 Voorrangskruispunt fietsstraat volgens Fietsberaadnotitie: Aanbevelingen fietsstraten binnen de kom (CROW Fietsberaad, 2019)



Figuur 12 Busbaan door Utrecht, De Meern

Kruisingen en kruispunten waar niet in alle richtingen afgeslagen mag worden

Figuur 13 betreft een kruising en geen kruispunt omdat verkeer vanuit de zijwegen niet mag afslaan. Het is echter niet eenvoudig uit de bebording af te leiden dat dit een kruising in plaats van een voorrangskruispunt met stopborden betreft. Ook als het wel een kruispunt betreft, kan de kruispuntvorm atypisch zijn doordat niet in alle richtingen afgeslagen mag worden. Figuur 14 toont een kruispunt met een voorrangsweg met gescheiden rijbanen. Verkeer uit de zijweg kan niet linksaf slaan. Ook is het voor fietsers en voetgangers onmogelijk om rechtdoor te rijden en hier de voorrangsweg over te steken.



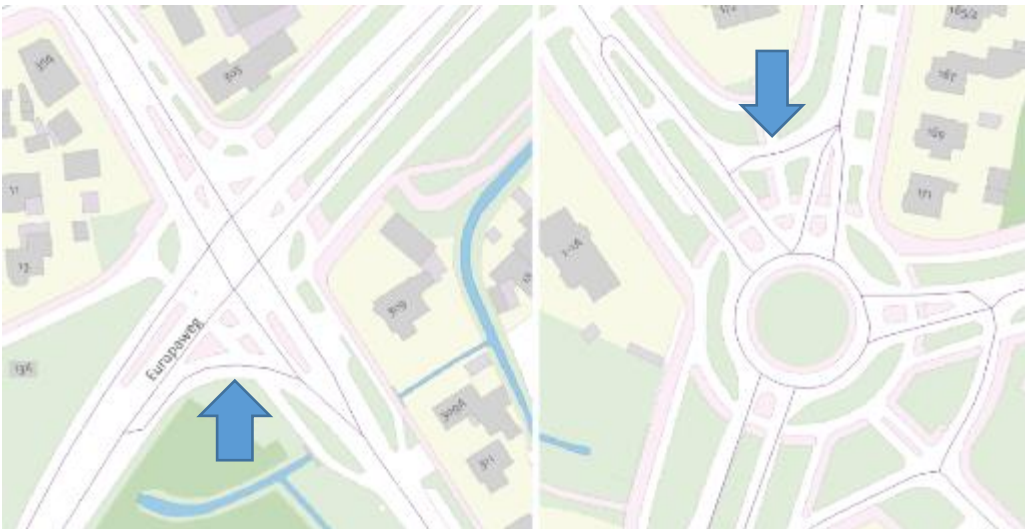
Figuur 13 Voorbeeld kruising met de kijkrichting naar een erftoegangsweg vanaf waar niet afgeslagen mag worden



Figuur 14 Voorbeeld kruispunt waar motorvoertuigen niet linksaf kunnen slaan en fietsers niet linksaf en rechtdoor kunnen rijden

Complexe kruispunten met bypasses

Ter verhoging van de capaciteit kan een bepaalde verkeersstroom langs de rotonde of een VRI-kruispunt worden geleid. Een bypass kan ook de doorstroming voor hulpdiensten verbeteren. Figuur 15 toont bypasses bij een VRI-kruispunt (links) en rotonde (rechts). Bij het VRI-kruispunt zit de rechtsaf-bypass in de regeling. Bij de rotonde is de voorrang voor de rechtsaf-bypass met voorrangsborden geregeld. Of de bypass onderdeel is van de rotonde of resulteert in twee extra voorrangskruispunten, hangt af van de definitie van een kruispunt, zie *Paragraaf 1.1*.



Figuur 15 VRI-kruispunt (links) en rotonde (rechts) met bypass

2.3. Conclusies en discussie

Uit dit hoofdstuk blijken fundamentele problemen voor verzameling van data over kruispunten ten behoeve van verkeersveiligheidsanalyses. Er zijn op dit moment geen definities waarmee eenduidig, en rekening houdend met het doel van verkeersveiligheidsanalyses, kruispunten en kruisingsvlakken ondubbelzinnig gedefinieerd kunnen worden. Daardoor mist een goede basis voor het identificeren en vastleggen van kruispunten in een bestand. De onduidelijkheid bemoeilijkt ook het eenduidig vaststellen van kruispuntvormen. Onder meer bij nabijgelegen samenkomsten van wegen zijn er diverse mengvormen.

Een mogelijk probleem voor de geloofwaardigheid van informatie over kruispunten, is dat de kruispuntvormen en de bijpassende kenmerken die KN SPV hiervoor benoemd bedacht zijn vanuit ideaaltypische kruispunten. De praktijk is weerbarstig. Sommige kruispunten kunnen wel aan een kruispuntvorm toegedeeld worden, maar hun functie, vorm en/of gebruik wijkt dermate af dat de ideaaltypische kruispuntkenmerken niet goed passen bij de context van veel kruispunten. De kenmerken van een kruispunt met uitritconstructies lijken bijvoorbeeld te zijn bedacht voor gow-etw kruispunten terwijl de meeste kruispunten met uitritconstructies etw-etw kruispunten in verblijfsgebieden zijn.

Voor een eenduidige identificatie van kruispunten en toewijzing aan kruispuntvormen, zou een substantieel deel van de kruispunten buiten beschouwing gelaten moeten worden. Hoeveel kruispunten wel goed passen in een ideaaltypische vorm is nog niet onderzocht. De vraag daarbij is ook welk aandeel van de ernstige kruispuntongevallen gebeurt op kruispunten die wel versus niet goed en eenduidig aan kruispuntvormen toegedeeld kunnen worden. Voor zover bekend ontbreekt wetenschappelijk onderzoek hierover.

3 Operationalisatie kruispuntkenmerken

Dit hoofdstuk gaat over een mogelijke operationalisatie van afzonderlijke kruispuntkenmerken ten behoeve van mogelijke landelijke dataverzameling. De vraag die daarbij behandeld wordt is hoe ze gedefinieerd kunnen worden zodat duidelijk is wat er gemeten moeten worden. Om dit te kunnen doen gaan we uit van een vooralsnog hypothetische situatie (zie conclusie hoofdstuk 2) met een landelijk kruispuntbestand op basis van een eenduidige definitie van een kruispunt en met een geloofwaardige toedeling aan kruispuntvormen.

Om aan te sluiten bij de door wegbeheerders geaccepteerde praktijken en gestolde kennis, is uitgegaan van diverse CROW ontwerprichtlijnen, regelgeving en normen waarin kruispunten aan bod komen. De oorspronkelijk bedoeling was om de uitkomsten en definities in dit hoofdstuk op te nemen. Gaandeweg bleek dat er veel over kruispunten is geschreven in diverse richtlijnen en normen maar dat scherpe definities vaak ontbreken en de wenselijkheid van ontwerpkeuzen veelal als situatieafhankelijk of verkeersafhankelijk beschreven is. Is een kenmerk al scherp gedefinieerd, dan is er vaak geen grenswaarde waarbij iets als onveilig of onwenselijk bestempeld kan worden. Bijvoorbeeld een grenswaarde om te bepalen om te beoordelen of een kruispunt overbelast is. Een volledige analyse van de verschillende richtlijnen beperkt de leesbaarheid van dit rapport dermate sterk, dat een niet uitputtende onderbouwing opgenomen is in Bijlage 2. Dit hoofdstuk beperkt zicht tot een samenvatting daarvan. De slotparagraaf van dit hoofdstuk bevat de samenvattende tabel 1 met alle kenmerken en een inschatting van de operationaliseerbaarheid.

Naast de definities ten behoeve van operationalisatie wordt som ook ingegaan op de meetbaarheid van de kenmerken. Daarbij is er in overleg met KN SPV vanuit gegaan dat vooral de 'aanwezigheid' van een kenmerk bepalend is en niet de 'kwaliteit' waarin het kenmerk aanwezig is.

3.1. Algemene kruispuntkenmerken

Deze paragraaf beschrijft de mogelijkheden voor operationalisatie van zogeheten 'algemene kruispuntkenmerken', die voor alle kruispunten gelden. Daarvoor is gekeken naar onder meer Aanbevelingen Stedelijke Verkeersvoorzieningen (CROW, 2021), het Handboek Wegontwerp (CROW, 2013), Basiskenmerken kruispunten en rotondes (CROW, 2015), het Handboek verkeerslichtenregelingen (CROW, 2022), Eenheid in rotondes (CROW, 1998), de Richtlijnen voor Bebakening en Markering van Wegen (CROW, 2015) en de CROW publicatie Verkeerstekens (CROW, 2015). De eerste twee publicaties worden in het vervolg aangeduid als ASVV en HWO. Per kenmerk worden zowel de operationalisatie als meetbaarheid besproken. Uit de analyse blijkt het volgende:

A. Minimalisatie conflictpunten.

In CROW ontwerprichtlijnen is niet expliciet beschreven hoe het aantal conflictpunten bepaald zou moeten worden en met welke grenswaarden dit beoordeeld kan worden. Er zijn veel afhankelijkheden welk aantal conflictpunten acceptabel zijn. Bijvoorbeeld: bij een viertakskruispunt is het aantal conflictpunten hoger dan bij een drietakskruispunt. Ook speelt het wel of niet aanwezig zijn van fietsoversteken bij een kruispunt een rol. Een éénduidige grenswaarde is daarom niet te bepalen.

B. Voldoende zicht (zichtdriehoeken).

Het aspect 'voldoende zicht' kan niet goed worden geoperationaliseerd. De combinatie van zichtomstandigheden en de rol van naderingssnelheden voor het

benodigde zicht maken dit kenmerk complex. De zichtafstanden zijn afhankelijk van de snelheidsregimes op de kruisende wegen. Dit maakt dat zichtafstanden niet met één standaard maat aan te geven zijn. De beperkte meetbaarheid is een extra bemoeilijkende factor. In welk seizoen wordt dit bepaald en mag je van een goed groenonderhoud uitgaan?

C. Aanvullende voorzieningen in geval van overbelasting van het kruispunt:

C1. Overbelasting

Richtlijnen geven verschillende indicatoren voor overbelasting en beschrijven vaak een range vanaf waar sprake kan zijn van overbelasting in plaats van een absolute waarde. En de meetbaarheid is een uitdaging: één landsdekkende bron is niet beschikbaar. Er zal geput moeten worden uit meerdere bronnen zoals regionale of lokale verkeersmodellen, tellingen of floating car data waaruit van alle toeleidende rijbanen of rijstroken de intensiteit, de voertuigsamenstelling en de rijrichting na het kruispunt gehaald moet kunnen worden.

C2 Aanvullende voorzieningen

Ontwerprichtlijnen beschrijven een breed spectrum aan oorzaken en oplossingen voor een zware belasting, variërend van de verkeerssamenstelling per soort verkeer en rijrichting, tot zicht en wegdekkwaliteit. Om die reden zijn er ook diverse soorten voorzieningen om de belasting te beheersen. Het is onduidelijk hoe dit criterium voor een dataverzameling geïnterpreteerd en gemeten zou moeten worden. En wat is de interpretatie als er wel aanvullende voorzieningen zijn maar het kruispunt nog altijd overbelast is?

D. Bebording en markering volgens de richtlijnen:

D1. Bebording

Eisen aan bebording zijn vastgelegd in wet- en regelgeving zoals WVV1994, RVV 1990 en BABW, in NEN-normen en de CROW publicatie Verkeerstekens (CROW, 2015). Net als bij markering, wordt gekeken naar de aanwezigheid en niet naar de kwaliteit van bebording. Bij kruispunten worden diverse RVV-borden en onderborden geplaatst, bijvoorbeeld B-borden om de voorrang aan te geven, C-borden om aan te duiden welke weggebruikers een weg mogen gebruiken, D-borden om rijrichtingen aan te geven, J-borden voor voorwaarschuwingen (noodzaak afhankelijk van de lokale situatie), K-borden voor bewegwijzering en L-borden om informeren over bijvoorbeeld de configuratie van voorsorteervakken op een kruispunt. De wenselijkheid van plaatsing is volgens de richtlijnen situatieafhankelijk. Het is daardoor onduidelijk hoe voor het meten van dit kenmerk eenduidig bepaald zou kunnen worden welke bebording noodzakelijk is.

D2. Markering

Het criterium *Markering volgens de richtlijnen* is onvoldoende specifiek te maken om deze te kunnen operationaliseren op basis van CROW richtlijnen. Wanneer uitsluitend de aanwezigheid van de markering wordt gemeten (wat het uitgangspunt is), dan zal eerst specifiek gemaakt moeten worden welke type markering daar dan onder valt. De richtlijnen beschrijven een breed pallet aan mogelijke kruispuntmarkeringen variërend van haaiantanden centraal op het kruispunt tot diverse pijlmarkeringen voor en na het kruispunt. Om dit kenmerk te meten zou eerst bepaald moeten worden welke markeringen noodzakelijk zijn waarna deze markeringen geregistreerd moeten worden om ze weer met de lijst noodzakelijke markeringen te kunnen vergelijken. Bovendien zijn bij kruispunten die uitgevoerd zijn als uitritconstructies (GOW-ETW binnen de bebouwde kom) geen markeringen aanwezig volgens de richtlijnen. Het criterium *Markering volgens de richtlijnen* kan het beste in veiligheidsinspecties beoordeeld worden.

E. Snelheidsbeperkende maatregelen.

De richtlijnen zijn bruikbaar voor ontwerpers, maar bij een bestaand ontwerp is niet zonder meer duidelijk wanneer wel of niet van snelheidsremmende maatregelen op takken gesproken kan worden. De vraag is om welke maatregelen het precies gaat en tot over welke afstand tot een kruispunt gekeken zou moeten worden naar de aanwezigheid van snelheidsremmers. Het criterium *Snelheidsbeperkende maatregelen* is onvoldoende expliciet uitgewerkt in richtlijnen om deze te kunnen operationaliseren. Daarnaast is er blijkens de huidige richtlijnen geen overeenstemming onder wegbeheerders over de wenselijkheid van de toepassing bij kruisende wegen met snelheidslimieten van 50 km/uur en hoger, ook al is het belang voor de verkeersveiligheid bij dit kenmerk duidelijk.

F. Niet parkeren binnen ten minste 10 meter van het kruisingsvlak.

Het criterium *Niet parkeren binnen ten minste 10 meter van het kruisingsvlak* is onvoldoende expliciet uitgewerkt in richtlijnen. Er is namelijk niet uitgewerkt waar het kruisingsvlak begint en eindigt, bijvoorbeeld of daar de voorsorteervakken en oversteekplaatsen van voetgangers en fietsers bij horen. Die keuze scheelt veelal meer dan 10 meter. Daarbij is dit algemene kenmerk veelal niet van toepassing buiten de bebouwde kom, en binnen de bebouwde kom is parkeren langs gebiedsontsluitingswegen niet het ideaal. Wel lijkt dit een belangrijk kenmerk om bij verkeersveiligheidsinspecties binnen de lokale context te beschouwen.

3.2. Kruispuntkenmerken per kruispuntsvorm

Deze paragraaf beschrijft de mogelijkheden voor operationalisatie van de kruispuntkenmerken die KN SPV per kruispuntsvorm gedefinieerd heeft. Deze paragraaf geeft een samenvatting per kruispuntsvorm. Om een overdaad aan tabellen en herhaling van kenmerken te voorkomen, verwijzen we naar de samenvattende Tabel 1 voor het volledige overzicht van kruispuntkenmerken per kruispuntsvorm.

Oversteekvoorziening

Bij drie van de vier kruispuntsvormen is aangegeven dat "Oversteekvoorzieningen (diverse typen)" noodzakelijk zijn. De term oversteekvoorziening is niet eenduidig in richtlijnen gedefinieerd. Volgens KN SPV kan dit worden gedefinieerd als de aanwezigheid van een oversteekplaats voor fietsers en voetgangers. Deze definitie is aangehouden bij de uitwerking. Dit kan uit markering en/of voorzieningen in middeneilanden afgeleid worden waarbij opgemerkt dient te worden dat volgens richtlijnen niet altijd markering wordt toegepast. Qua invulling is er eveneens een strijdigheid met richtlijnen. Buiten de bebouwde kom wordt slechts in uitzonderlijke gevallen zoals nabij een bushalte een voorziening voor voetgangers gerealiseerd. In tegenstelling tot de KN SPV definitie geven noch ASVV (voor binnen de kom), noch HWO (voor buiten de kom) voor GOW-ETW-voorrangskruispunten aan dat oversteekvoorzieningen in de dwarsrichting nodig zijn. Bij kruispunten van wegen waarop geen voetgangers en geen fietsers zijn toegestaan, dient de oversteekplaats voor fietsers bovendien achterwege te blijven. Geconcludeerd moet worden dat oversteekvoorzieningen wel operationaliseerbaar zijn maar dat er geen overeenstemming is over de wenselijkheid. Die is volgens richtlijnen situatieafhankelijk. Het effect van dit kenmerk op de verkeersveiligheid is locatiespecifiek en daardoor moeilijk te interpreteren. Dit wordt in Tabel 1 met een grijze kleur aangeduid en wordt hieronder niet verder per kruispuntsvorm besproken.

A. Enkelstrooksrotonde

De aanbevolen kenmerken en maatvoeringen van een enkelstrooksrotonde zijn helder geformuleerd de richtlijnen. De kenmerken die voor deze kruispuntsvorm zijn

geformuleerd kunnen worden gedefinieerd, bijvoorbeeld de aanwezigheid van een fietspad, de afstand tussen de rotondebaan en een fietspad en een tussenberm. Hierbij wordt wel opgemerkt dat er onderscheid is tussen rotondes binnen de bebouwde kom (fiets in de voorrang) en buiten de bebouwde kom. Dit betekent dat de ligging van een rotonde duidelijk moet zijn. Ook is bekend dat sommige wegbeheerders hiervan bewust afwijken, waardoor een score op dit kenmerk door deze wegbeheerders een andere waarde wordt toegedicht.

B. Kruispunt met voorrangsregel

De meeste aanbevolen kenmerken en maatvoeringen van een voorrangskruispunt zijn voldoende uitgewerkt in richtlijnen om deze te kunnen operationaliseren. Wel is de wenselijkheid van de 'opstelstrook voor linksaf op takken met voorrang' volgens richtlijnen binnen de bebouwde kom afhankelijk van de situatie en intensiteiten, terwijl dit volgens de definitie van KN SPV altijd aanwezig dient te zijn. Ook zijn er verschillen tussen voorrangskruispunten die uitgevoerd zijn als uitritconstructies en voorrangskruispunten die aangeduid zijn met RVV-borden en haaiantanden.

C. Kruispunt met VRI

Van alle kruispuntsvormen heeft het kruispunt met VRI de meeste kenmerken. Enkele kenmerken die ook op kruispunten met voorrangsregel voor komen, zijn ook operationaliseerbaar voor kruispunten met VRI, bijvoorbeeld aanwezigheid vrijliggend fietspad en middengeleider op de voorrangsweg. De kenmerken die specifiek gelden voor een kruispunt met een VRI, zijn op meerdere manieren te operationaliseren. Normen en richtlijnen geven bijvoorbeeld wel informatie over 'zichtbaarheid van verkeerslichten', maar wat moet gemeten worden. Gaat het om de optische eigenschappen van verkeerslichten, afdekking door begroeiing of plaatsing ten opzichte van de weg, bijvoorbeeld ernaast of erboven? En vanwege de veelal aanwezige voorsorteervakken en grote aansluitbogen, is onduidelijk welke geometrische kenmerken gemeten dienen te worden om de mate van uitbuiging van fietsoversteken te bepalen. Van andere kenmerken is de toepassing volgens de definitie van KN SPV noodzakelijk voor de verkeersveiligheid terwijl dit volgens CROW richtlijnen situatie-afhankelijk is, bijvoorbeeld een opstelstrook voor linksaf op takken met voorrang en een regeling zonder deelconflicten. De richtlijnen stellen bijvoorbeeld dat het al dan niet regelen van deelconflicten moet gebeuren op basis van een afweging van de kans op conflicten en het gevaar van langere verliestijden. Het effect op verkeersveiligheid is daarmee niet op elke kruispunt gelijk.

D. Gelijkwaardig kruispunt

Voor gelijkwaardige kruispunten bevat de definitie van KN SPV geen aanvullingen bovenop de algemene kruispuntkenmerken die voor alle kruispuntsvormen gelden en die in de vorige paragraaf zijn besproken.

3.3. Kruispuntkenmerken per kruispuntsvorm

De voorgaande teksten in dit hoofdstuk gaan over een mogelijke operationalisatie van kruispuntkenmerken. Tabel 1 vat de uitkomsten samen voor de individuele kruispuntkenmerken onder de voorwaarde dat te beoordelen kruispunten redelijk goed aansluiten bij de ideaaltypische ontwerpen zoals in CROW richtlijnen zijn beschreven. Er is gekeken of voor landelijke dataverzameling een basis te vinden is in CROW-richtlijnen voor definities en maatvoeringen. Daarnaast is gekeken of met de richtlijnen locatieafhankelijk geoordeeld kan worden over de wenselijkheid van aanwezigheid van kenmerken. Voor een beperkt aantal kenmerken is ook naar meetbaarheid gekeken.

Tabel 1. Samenvatting kruispuntkenmerken per kruispuntsvorm voor kenmerken die onderdeel zijn van de definitie van KN SPV (lege cel bij kenmerk buiten definitie)

Kenmerk	Kruispuntsvorm			
	Enkelstrookrotonde	Kruispunt met voorrangmaatregel	VRI kruispunt	Gelijkwaardig kruispunt
Legenda	Kleur			
Groen: operationaliseerbaar op basis van richtlijnen				
Grijs: operationaliseerbaar maar wenselijkheid volgens richtlijnen situatie-afhankelijk				
Zwart: niet operationaliseerbaar op basis van definities en maatvoeringen in richtlijnen				
Aantal conflictpunten minimaliseren				
Voldoende zicht (zichtdriehoeken)				
Aanvullende voorzieningen in geval van overbelasting van het kruispunt				
Markering volgens de richtlijnen				
Bebording volgens de richtlijnen				
Snelheidsbeperkende maatregelen				
Niet parkeren binnen ten minste 10 meter van het kruisingsvlak				
Aanwezigheid vrijliggend fietspad				
Afstand fietspad/zebra versus rijbaan/rotondebaan; uitbuiging				
Bij fietsstrook en 50: OFOS				
Tussenbermen aanwezig (bij 50, 70 en 80 km/uur indien voorrangskruispunt of VRI)				
Oversteekvoorziening aanwezig (dwars op voorrangsweg bij voorrangskruispunt)				
Fiets uit voorrang op rotonde bij 70 en 80 km/uur				
Middeneiland/middengeleider aanwezig op de voorrangsweg				
Opstelstrook voor linksaf op takken met voorrang: <ul style="list-style-type: none"> - Binnen de bebouwde kom - Buiten de bebouwde kom 				
Zichtbaarheid verkeerslichten optimaliseren				
Geen deelconflicten in regelininstallatie, inclusief conflictvrij voor fietser				

Ongeveer de helft van de kenmerken uit de KN SPV definitie is niet operationaliseerbaar met de huidige kennis zoals geformuleerd in ontwerprijrichtlijnen en normen. In een overleg met CROW en SWOV op 6 april is dan ook geconcludeerd dat een aanvullende 'meetrichtlijn' uitgewerkt zou moeten worden om ook deze kenmerken te kunnen meten. Impliciet worden daarmee de huidige richtlijnen aangevuld omdat hiermee voor het eerst uitspraken worden gedaan over (gewenste) maatvoeringen en inrichtingskenmerken van kruispunten.

De andere helft van de kenmerken uit de definitie zou operationaliseerbaar zijn onder de voorwaarde dat kruispunten voldoende overeenkomen met de standaardvorm zoals die in richtlijnen is uitgewerkt, bijvoorbeeld de aanwezigheid van een tussenberm, middengeleider, of fietsers wel of geen voorrang hebben en of een regeling deelconflicten heeft. Wel is het bij enkele kenmerken op basis van de huidige richtlijnen de vraag of er voldoende overeenstemming is tussen wegbeheerders om de aanwezigheid of afwezigheid zonder locatie-specifieke analyse als onwenselijk te beschouwen. Bovendien is het deel van de kruispuntkenmerken dat

operationaliseerbaar lijkt te zijn voor standaard kruispuntvormen waarschijnlijk moeilijk toe te passen voor afwijkende kruispuntvormen zoals beschreven in *Hoofdstuk 1*. Zoals uitgewerkt in *Hoofdstuk 1* zijn er in de praktijk veel uitzonderingen op de standaard kruispuntvormen, juist ook bij grotere complexe kruispunten die voor de verkeersveiligheid relevant zijn. Bijvoorbeeld, wat is een tussenberm als er bypasses aan een rotonde of VRI-kruispunt zijn toegevoegd?

3.4. Inschatting meetbaarheid kenmerken

Bij aanvang van de studie operationalisatie kruispuntkenmerken was het doel om per kenmerk de meetbaarheid in beeld te brengen. Met gezien het grote aantal kruispunten als uitgangspunt dat de kenmerken middels geautomatiseerde data-analyses herleid kunnen worden uit nationale (basis)registraties: het Nationaal Wegen Bestand (NWB) en de daaraan gekoppelde Wegkenmerkendatabases (WKD), de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT), hoge resolutie luchtfoto's die als open data via Publieke Dienstverlening Op Kaart (PDOK) beschikbaar zijn gesteld, etc. Open Street Map (OSM) is niet bruikbaar voor verbetering van het NWB vanwege de gebruiksvoorwaarden van OSM. Uit de luchtfoto's en streetview foto's kunnen niet rechtstreeks maar wel via artificial intelligence kenmerken worden afgeleid. Een meer 'handmatige' data-inwinning op basis van luchtfoto's en streetview foto's met behulp van codeurs is voor alle kruispunten in Nederland te arbeidsintensief en kostbaar.

Gaandeweg deze studie is duidelijk geworden dat aan het meten van individuele kenmerken een aantal fundamentele problemen voorafgaan:

- Er is nog geen landelijk bestand met kruispunten incl. kruispuntsvorm als basis om de kenmerken aan te hangen. Ondanks dat hier door een enkele provincie al mee geëxperimenteerd wordt, is nog niet het beeld ontstaan dat een dergelijk landsdekkend bestand op korte termijn beschikbaar komt. We missen daarvoor nog duidelijke definities voor kruispunten die passen bij het uiteindelijke doel 'veilige kruispunten'. Dit landelijke basisbestand zou een nadere onderverdeling moeten hebben naar bijvoorbeeld ligging (binnen of buiten de bebouwde kom) het aantal kruisende takken en het snelheidsregimes van kruisende takken. Deze nadere onderverdeling is van belang omdat de wijze waarop de kenmerken gemeten en beoordeeld moeten worden hiervan afhankelijk zijn.
- Op basis van de analyse in Hoofdstuk 2 kan worden geconcludeerd dat een deel van de kruispunten niet past in de ideaaltypische kruispuntvormen waaruit de definitie veilige kruispunten bestaat. Dit vormt een probleem bij het indelen van de kruispunten en bij het scoren van de individuele kenmerken als een kruispunt niet goed past bij de ideaaltypische vorm waarop de definitie is gebaseerd, bijvoorbeeld etw-etw kruispunten met uitritconstructie, gow-parallelweg kruispunten, etc. Bij welk aandeel van de kruispunten dit soort problemen spelen is nooit onderzocht.
- Voor kruispunten die eenduidig aan een kruispunttype toe te delen zijn, is het operationaliseren van de kenmerken op basis van de vigerende richtlijnen slechts ten dele mogelijk. De algemene kenmerken zijn niet éénduidig te operationaliseren omdat niet eenduidig uit richtlijn af te leiden is wat er op welke manier gemeten zou moeten worden. Daartoe zou eerst nog een richtlijn met definities per individueel kenmerk uitgewerkt moeten worden. Pas dan kan iets over de meetbaarheid gezegd worden. Voor de andere helft van de kenmerken (groen of grijs aangeduid in Tabel 1) zou de meetbaarheid nader onderzocht kunnen worden. We hebben geen detailstudie naar individuele kenmerken nodig om te kunnen concluderen dat het meten daarvan op basis van landsdekkend beschikbare databronnen alles behalve makkelijk is. Van een enkel kenmerk zoals 'deelconflicten in de regeling van een VRI' is zelfs vrij zeker dat deze alleen tegen zeer hoge kosten verzameld kan worden omdat er geen centrale dataverzameling voor de regelingen van VRI's bestaat.

Gelet voornoemde fundamentele bezwaren is geen uitputtend onderzoek gedaan naar de meetbaarheid van individuele groene en grijze kenmerken in Tabel 1. In bijlage 2 van dit rapport wordt af en toe wel ingegaan op de mogelijke meetbaarheid van kenmerken.

3.5. Conclusie

In dit hoofdstuk (met verdieping in bijlage 2) staat beschreven of en hoe de kenmerken uit de definitie te operationaliseren zijn. Op basis van de huidige stand van de kennis zoals beschreven in CROW richtlijnen, moeten we concluderen onvoldoende basis te hebben voor een volledige operationalisatie van kruispuntkenmerken waarop op verantwoorde wijze een landelijke dataverzameling gebaseerd kan worden. Het 'vastlopen' in deze operationalisatieslag leidt er ook toe dat een inschatting van de meetbaarheid van de meeste individuele kenmerken nog niet kan. Er is ook geen landsdekkend databestand voor kruispunten waaraan deze kenmerken gehangen zouden kunnen worden.

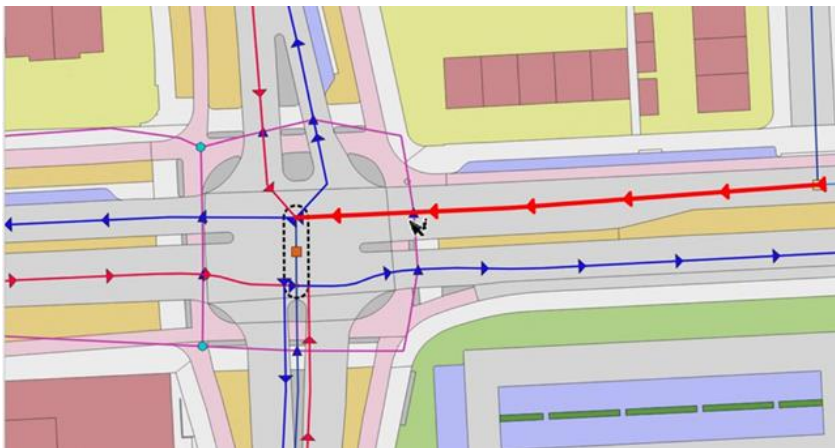
4 Gegevensstructuur en beeld hoeveelheid informatie

Dit hoofdstuk gaat in op de benodigde gegevensstructuur met het oog op het bepalen van de informatiebehoefte. Om het gesprek hierover te kunnen voeren met wegbeheerders is een beeld nodig van hoe de informatiehuishouding eruit kan zien.

4.1. Inwinning kruispuntkenmerken

Kruispunten en kruispuntvormen identificeren

Gezien het gebrek aan een definitie van een kruispunt is nog niet duidelijk hoe, maar de inwinning van kruispuntkenmerken zal moeten starten met het identificeren van kruispunten in het NWB. De volgende stap is om van de geïdentificeerde kruispunten ook de kruispuntvormen te bepalen zoals beschreven in Hoofdstuk 1. Omdat de kenmerken per kruispuntvorm kunnen verschillen, zou ervoor gekozen kunnen worden om de vervolgstappen in de inwinning per kruispuntvorm uit te voeren. *Figuur 16* verbeeldt hoe in NWB kruispunten geïdentificeerd kunnen worden en kruispuntvlakken bepaald kunnen worden. Deze methodiek bevindt zich nog in een verkennend stadium.



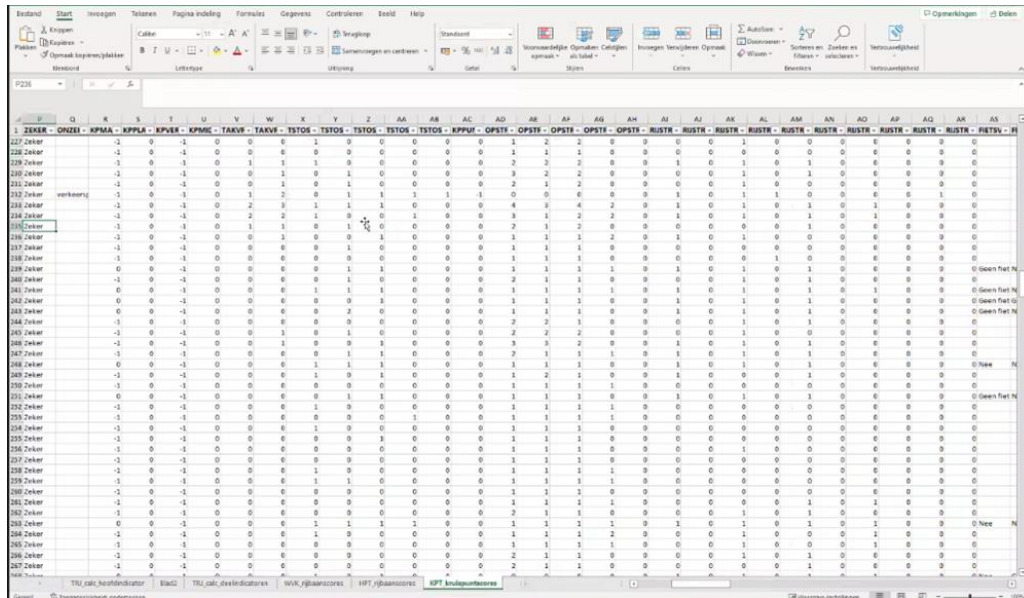
Figuur 16 Identificatie van kruispunten met NWB

Kruispuntkenmerken bepalen, inwinnen en vastleggen

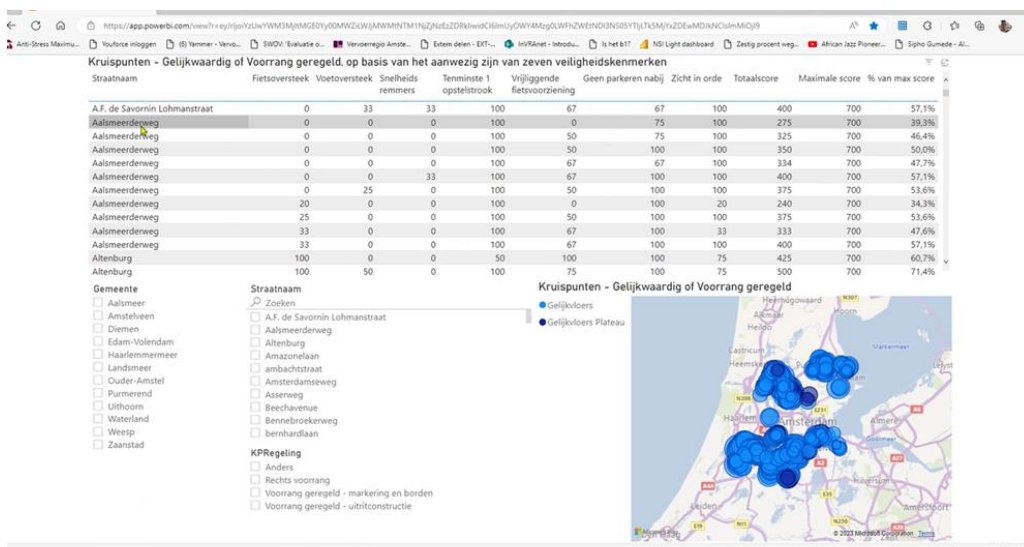
Gezien de complexiteit van de kruispuntkenmerken, is het niet aannemelijk dat gebruikers zelf kunnen werken met een gegevensstructuur waarbij kenmerken voor iedere tak afzonderlijk zijn vastgelegd. Er dient ook rekening gehouden te worden met het feit dat gemeenten en provincies veel kruispunten in hun netwerk hebben. Het is bij voorbaat de vraag of eventueel te leveren gegevens nog hanteerbaar zijn als deze kruispunten in onderdelen zouden worden opgesplitst per tak zoals in *Figuur 17* weergegeven. Een mogelijke oplossing is om kenmerken die per kruispunttak bepaald zijn, te aggregeren naar kruispuntniveau (zie *Figuur 18*). Daarnaast zijn de gegevens vermoedelijk beter hanteerbaar door losse bestanden per kruispuntvorm te genereren. In dat geval is er bijvoorbeeld een deelbestand rotondes waarin de volgende data is opgeslagen:

- Er is een vrijliggend fietspad aanwezig: ja indien op een van de takken een vrijliggend fietspad is gedetecteerd
- Voldoende afstand tussen rotondebaan: ja indien op alle takken die kruisen met een fietspad, de afstand tot de rotondebaan voldoet aan het criterium
- Etc.

Een belangrijk aandachtspunt is of data per kruispunt of per kruispunttak verzameld en beschikbaar gesteld zou moeten worden. Als het noodzakelijk is om gegevens per kruispunttak beschikbaar te stellen, neemt de hoeveelheid informatie sterk toe. *Figuur 17* illustreert de omvang van een dataset indien kenmerken per tak worden vastgelegd. *Figuur 18* illustreert de omvang van een compactere dataset indien de data wordt geaggregeerd naar kruispuntniveau.



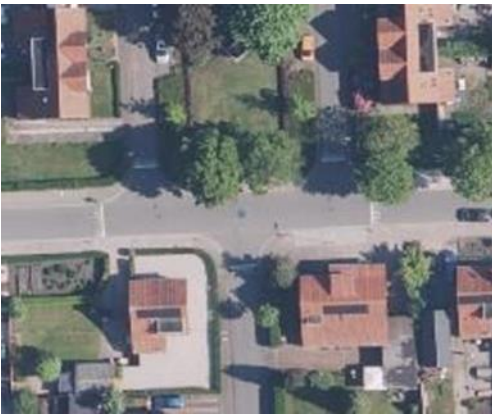
Figuur 17 Weergave van de omvang van de kruispuntdata bij weergave per tak (bron Provincie Noord-Holland)



Figuur 18 Weergave van de omvang van de kruispuntdata bij weergave kruispunt (bron NSI-light Vervoerregio Amsterdam)

4.2. Beeld hoeveelheid informatie

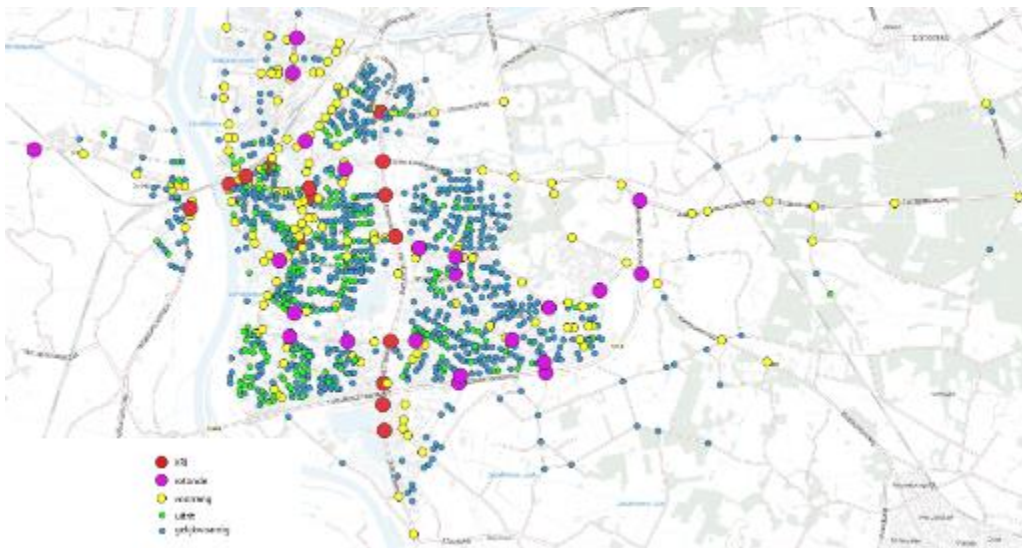
Hoeveel van de kruispuntvormen binnen de definitie veilige kruispunten heeft een kleine of middelgrote gemeente? Dit kan een beeld geven van de omvang van de informatie en hanteerbaarheid. Voor een indicatie van aantallen is op basis van landelijke registraties het aantal kruispunten geschat in de middelgrote gemeente Zutphen (iets minder dan 50.000 inwoners) en de grotere gemeente Apeldoorn (ruim 150.000 inwoners). Het geschatte aantal hangt af van de definitie van een kruispunt. Bij de schatting zijn kruispunten met meerdere juncties samengevoegd tot één kruispunt. Ook dicht bij elkaar in de buurt liggende samenkomsten van wegen zijn samengevoegd, zie bijvoorbeeld *Figuur 19*. Er is hierbij geen onderscheid gemaakt naar wegbeheerder (gemeente, provincie of Rijkswaterstaat).



Figuur 19 voorbeeld van samenkomende ETW's die gecombineerd zijn in één kruispunt

Zutphen

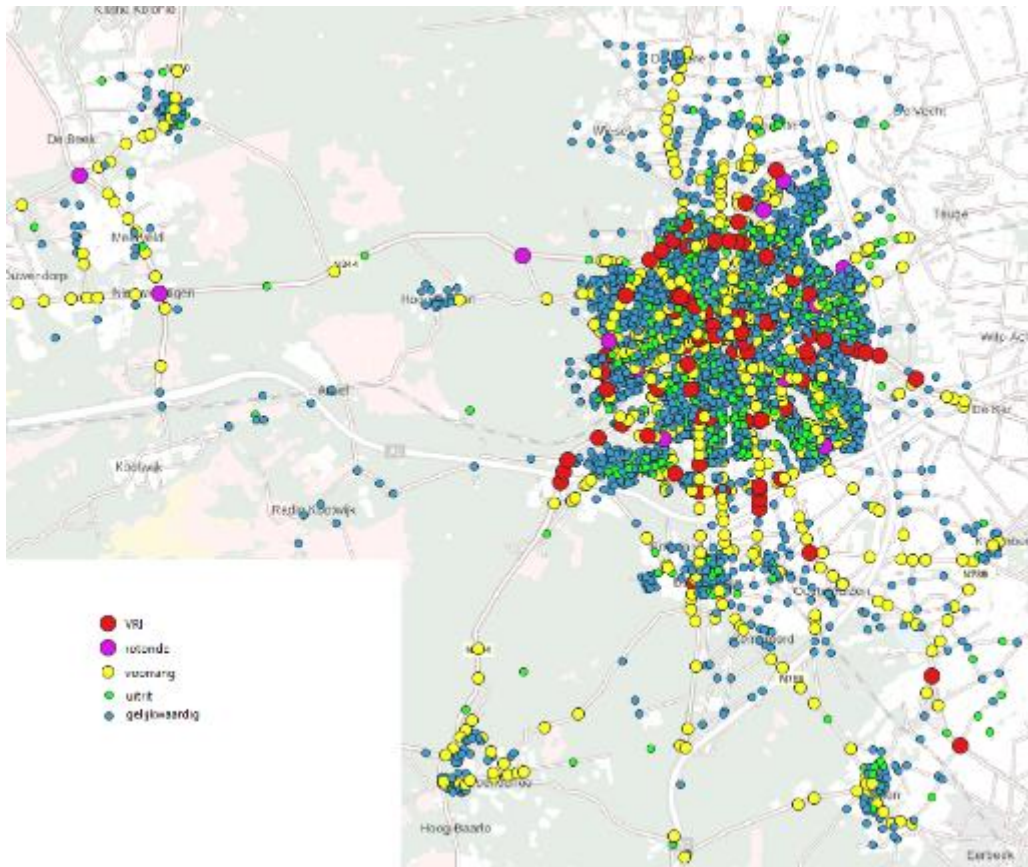
De gemeente Zutphen (zie *Figuur 20*) heeft ca. 1.200 kruispunten waarvan bijna tweederde deel gelijkwaardige kruispunten. Ook het aantal voorrangskruispunten en kruispunten met uitritconstructies is groot, bijna 400. Daarnaast kent de gemeente enkele tientallen rotondes en ca. 15 VRI-kruispunten.



Figuur 20 Benadering van het aantal en type kruispunten in de gemeente Zutphen op basis van NWB, OSM en BGT en het landelijk verkeersbordenbestand

Apeldoorn

De gemeente Apeldoorn (zie *Figuur 21*) heeft naar schatting een kleine 4.000 kruispunten waarvan tweederde deel gelijkwaardige kruispunten. Ook het aantal voorrangskruispunten en kruispunten met uitritconstructies is met ca. 1.200 aanzienlijk. Het aantal VRI-kruispunten is ca. 70 en er zijn slechts ca. 10 rotondes.



Figuur 21 Benadering van het aantal en type kruispunt in de gemeente Apeldoorn op basis van NWB, OSM en BGT en het landelijk verkeersbordenbestand

Schatting voor heel Nederland

Het is de vraag in hoeverre Zutphen en Apeldoorn representatief zijn voor heel Nederland. Als we aannemen dat ze representatief zijn, dan kunnen we met een ophoging op basis van het aantal inwoners schatten dat Nederland een kleine half miljoen kruispunten heeft. De vergelijking van het grotere Apeldoorn met het kleinere Zutphen toont dat een grotere gemeente meer VRI-kruispunten heeft. De verdeling over kruispunttypen zal dan ook verschillen tussen gemeenten.

Uitritconstructies

Het grootste deel van de kruispunten met uitritconstructies zijn ETW-ETW kruispunten in verblijfsgebieden, zie bijvoorbeeld *Figuur 22*. Binnen het verblijfsgebied in dit voorbeeld zijn er 'wijkontsluitingswegen' die in de voorrang gezet zijn door middel van uitritconstructies. De onderste foto in *Figuur 22* toont een uitritconstructie voor verkeer dat een erf verlaat. Omgekeerd kan ook worden gesteld dat een substantieel deel van de kruispunten in verblijfsgebieden uitritconstructies betreft. Een exact aandeel is niet te schatten omdat het identificeren van uitritconstructies op basis van de BGT gebeurt en onzekerheden kent.



Figuur 22 Voorbeeld uitritconstructies in een verblijfsgebied

4.3. Samenvatting en discussie

De orde van grootte van het aantal kruispunten in Nederland is een half miljoen, wat betekent dat het ook voor een individuele gemeente om veel kruispunten gaat. Ongeveer een derde daarvan valt onder een van de complexere kruispuntsvormen waarvoor KN SPV de meeste kenmerken in de definitie heeft opgenomen: rotonde, kruispunt met VRI of kruispunt met een voorrangsregel.

Het is een uitdaging om de vele kenmerken vast te leggen omdat de meeste kenmerken die KN SPV definieert op meerdere takken betrekking hebben, bijvoorbeeld of een fietspad dat een tak kruist voldoende is uitgebogen. Deze complexiteit kan worden gereduceerd door in een extra bestand te aggregeren naar het kruispunt, bijvoorbeeld door vast te leggen of op één van de kruispunttakken het fietspad onvoldoende is uitgebogen. In de voorgestelde aanpak van KN SPV zou daarop de 'kruispuntscore' voor de betreffende kruispuntsvorm bepaald kunnen worden: x van de y kenmerken die horen bij kruispuntsvorm z voldoen.

5 Bruikbaarheid voor beleid wegbeheerders

Dit hoofdstuk gaat in op de vraag in hoeverre een risico-indicator en dataverzameling op basis van de kenmerken uit de definitie veilige kruispunten bruikbaar is voor het verkeersveiligheidsbeleid van wegbeheerders. Er is gesproken met medewerkers van kleine en middelgrote gemeenten en van provincies. Het beeld van hun beleidscontext is aangevuld met ervaringen die Antea heeft opgedaan als expertteam SPV bij het ondersteunen van gemeenten bij het opstellen van risicoanalyses en uitvoeringsprogramma's.

5.1. Beleidscontext

De vraag in hoeverre wegbeheerders de informatie over kruispunten kunnen en willen gebruiken is sterk afhankelijk van de beleidscontext. Door de schaal van de organisatie is er bij provincies en grotere gemeenten doorgaans veel kennis en ervaring aanwezig. Bij kleine en middelgrote gemeenten is verkeersveiligheid veelal een deeltaak waarvoor vaak weinig tijd beschikbaar is. Deze medewerkers kunnen maar een beperkte hoeveelheid gegevens tot zich nemen, verwerken, doorvertalen naar beleid en communiceren.

Anderzijds zijn er ook gemeenten met ervaren verkeerskundigen die het wegennetwerk door een lange ervaring binnen hun gemeenten uitstekend kennen. Qua kennis en ervaring heeft een deel van deze medewerkers meer capaciteit om informatie te verwerken. Anderzijds heeft een deel daarvan in hun eigen beleving al een dermate goed beeld van waar de verkeersonveiligheid zich concentreert dat ze niet geneigd zijn om, als ze de tijd al hebben, veel tijd in een uitgebreide data-analyse van kruispunten te investeren. Daarbij komt dat de bestuurlijke cultuur meer is om te reageren op ongevallen dan om proactief op basis van risico-indicatoren te werken.

5.2. Hanteerbaarheid van de informatie

De vraag is in hoeverre wegbeheerders de informatie over kruispunten kunnen gebruiken gezien de grote mate van complexiteit zoals beschreven in de vorige hoofdstukken: veel kruispunten, o.a. kruispunten die niet goed in een standaard vorm te vangen zijn en veel kenmerken per kruispunt. Gezien de bovenbeschreven beleidscontext en uitkomsten van interviews moet worden geconcludeerd dat de indicator voor het overgrote deel van de kleine en middelgrote gemeenten te complex is.

Bij de grotere gemeenten en provincies is er meer capaciteit aanwezig en zou een grotere hoeveelheid informatie verwerkt kunnen worden. Echter, bij de interviews is geconstateerd dat ook voor grotere organisaties de informatie moeilijk hanteerbaar is. Daarbij speelt dat een medewerker zelf beter in staat is om de informatie te doorgronden maar vervolgens de complexiteit te groot is om voor collega's en bestuurders kernachtig te duiden wat de informatie betekent. De definitie van veilige kruispunten gebaseerd op de kenmerken uit de definitie van KN SPV blijkt in praktijk onvoldoende communiceerbaar. Een andere beperkende factor voor gebruik door ervaren medewerkers is de geloofwaardigheid van de informatie.

5.3. Geloofwaardigheid van de informatie

Tijdens interviews met ervaren verkeersveiligheidsexperts en verkeersauditors is gebleken dat het missen van lokale kenmerken de geloofwaardigheid van de risico-indicator op basis van de definitie veilige kruispunten beperkt. De indicator houdt nauwelijks rekening met de intensiteit van gemotoriseerd verkeer en kwetsbare

verkeersdeelnemers zoals fietsers en voetgangers. Zo dient een kruispunt altijd beoordeeld te worden op de vraag of er oversteekvoorzieningen aanwezig zijn zonder dat gekeken wordt of er wel fietsers en voetgangers gebruik van maken. Er wordt ook geen rekening gehouden met andere locatie-specifieke kenmerken zoals de nabijheid van andere kruispunten die door extra complexiteit, wachtrijen en dergelijke de verkeersveiligheid ter plaatse kunnen beperken. Bij veel kenmerken is de beleving van de experts dat de wenselijkheid van veel kenmerken locatie-specifiek beoordeeld zou moeten worden. Een expert op het terrein van VRI's geeft bijvoorbeeld aan dat deelconflicten in het algemeen onwenselijk zijn maar het voor veel kruispunten vanwege de verkeersstromen op het kruispunt toch vaak de veiligste oplossing.

In hoofdstuk 4 is geschetst hoeveel data er beschikbaar komt per kruispunt indien de kenmerken per tak van een kruispunt worden vastgelegd. Om dit in te perken kan dit geaggregeerd worden naar kruispuntniveau. Maar dan nog resulteert een grote dataset. Om wegbeheerders niet te overspoelen met data is het zeer waarschijnlijk dat in een GIS-based dashboard een gesommeerde eindscore per kruispunt wordt gepresenteerd. De eindscore in cijfer (0-1) of in kleurcode (rood-oranje-groen) aangeduid is dan een sommatie van aanwezige individuele kruispuntkenmerken uit de definitie. Daarmee krijgen wegbeheerders snel inzicht in de kruispuntcores. De vraag is dan wel hoe een kruispuntscore geïnterpreteerd moet worden en of dit aansluit bij het ongevallebeeld. Ervaring van verkeersveiligheidsexperts leert dat bij een kruispunt soms een enkel kenmerk uit de definitie ontbreekt (terwijl het kruispunt verder goed scoort), maar dat juist het ontbreken van dit specifieke kenmerk leidt tot veel ongevallen. Als voorbeeld wordt hieronder een kruispunt getoond dat op basis van de definitie veilige kruispunten waarschijnlijk redelijk veilig zou scoren, maar waar desondanks toch veel ongevallen plaatsvinden met fietsers vanwege het beperkte zicht als gevolg van zichtbelemmerend groen op private grond. De inschatting is dat dit soort zaken zoals een enkel kenmerk dat in de locatie context bepalend is voor de veiligheid te vaak voorkomt, hetgeen de geloofwaardigheid van een gesommeerde kruispuntscore ondermijnt.



Figuur 23 voorbeeld van een voorrangskruispunt tussen GOW-ETW dat relatief goed zal scoren, maar vanwege beperkt zicht toch een hoog ongevallebeeld kent.

5.4. Verwacht gebruik

Het werken met risico indicatoren is voor gemeenten nog nieuw. Uit ervaring met de aangeboden applicaties voor de SPI veilige wegen blijkt bijvoorbeeld dat gemeenten nog nauwelijks werken met de beschikbaar gestelde data. Gemeenten geven aan zich in grote lijnen te herkennen in uitkomsten maar plaatsen ook kritische kanttekeningen bij de getoonde resultaten. Bijvoorbeeld: de situatie is bewust afwijkend maatwerk ontwerp en scoort daardoor slecht. Gemeenten lijken daardoor zelf niet snel gebruik te maken van de aangeboden data. Dit komt deels voort uit onwennigheid van het werken met dergelijke datasets. En het juist toepassen en interpreteren van de dataset vraagt ook tijd en inleving in de dataset. Die tijd is beperkt beschikbaar. Ook al wordt geaggregeerde data of alleen een eindscore aangeleverd, dan nog is verdiepen in de eindscore nodig. Ook situaties als een relatief hoog personeelsverloop waarin kennis van de datasets en praktische zaken als het kwijtraken van inlogcodes optreden dragen niet bij aan het gebruik en kennis van datasets. Voor meer zekerheid over gebruik dienen de tools en gepresenteerde scores self-explaining te zijn.

5.5. Conclusie

Samenvattend ontstaat het beeld dat kruispuntcores op basis van de definitie veilige kruispunten voor veel kleine en middelgrote gemeenten te complex zijn. Daarnaast zijn deze lastig te communiceren voor ambtenaren die wel zelf in staat zijn de scores duiden. De kruispuntcores bieden daarnaast onvoldoende handvat om de meest risicovolle kruispunten in beeld te krijgen en tot prioritering over te kunnen gaan bij de aanpak van kruispunten. De veronderstelde signaalfunctie (paragraaf 1.2) sluit onvoldoende aan op de praktijk van veel kruispunten waar wegbeheerders mee te maken hebben. Door stapeling van onzekerheden bij de data-inwinning en het ontbreken van de lokale context dreigt een kruispuntscore te ontstaan die te ver af staat van het werkelijke veiligheidsniveau van een kruispunt. Wegbeheerders hebben dan onvoldoende houvast aan de kruispuntcores om risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid te formuleren en maatregelen te identificeren.

6 Conclusies en aanbevelingen

Hoewel het belang van kruispuntveiligheid onomstreden is, is er internationaal nog geen voorbeeld van een landelijk data-gedreven verkeersveiligheidsbeleid voor alle kruispunten aan de hand van vooraf geformuleerde kenmerken. Dit project gaat daarom in op de vraag in hoeverre dit mogelijk en wenselijk is. Met als vertrekpunt de definitie 'veilige kruispunten' zijn in dit rapport relevante kennis uit richtlijnen en praktijkervaringen van experts verzameld om daar een inschatting van te kunnen maken. Dit afsluitende hoofdstuk beschrijft de conclusies die voortvloeien uit de verzamelde kennis en informatie zoals in voorgaande hoofdstukken beschreven. Het rapport wordt afgerond met suggesties en aanbevelingen hoe verder te gaan met de definitie veilige kruispunten, in de verwachting dat met veiligere kruispunten een belangrijke bijdrage geleverd kan worden aan de verkeersveiligheid.

6.1. Conclusies

Meetbaarheid: Basisbestand kruispunten en gegevensstructuur

Anno 2023 is er nog geen landelijk bestand met kruispunten met onderscheid naar kruispunttype waaraan kenmerken uit de definitie veilige kruispunten gekoppeld kunnen worden. Het ontbreken van een dergelijk landelijk databestand met onderscheid naar kruispunttypen en verdere onderverdeling naar ligging, aantal kruisende takken en snelheidsregimes op kruisende takken is een fundamenteel probleem voor het digitaal vastleggen van kruispuntdata. Er zijn op dit moment geen definities waarmee eenduidig, en rekening houdend met het doel van risicoanalyse, kruispunten en kruisingsvlakken gedefinieerd kunnen worden. Het is te verwachten dat er de komende jaren geen landelijk kruispuntenbestand zal zijn met onderscheid naar soorten kruispunten als kapstok om kruispuntkenmerken op te registreren.

Operationalisatie van de kenmerken

Met de huidige kennis zoals geformuleerd in ontwerprichtlijnen is het nog niet mogelijk om de algemene kenmerken uit de definitie veilige kruispunten (kenmerken die op alle soorten kruispunten van toepassing zijn) éénduidig te operationaliseren, ofwel om aan te geven wat op welke manier gemeten zou moeten worden. Daartoe ontbreken een sluitende definitie van de afzonderlijke kenmerken en benodigde maatvoering die voor elk kruispunt toepasbaar zijn.

De specifieke kenmerken uit de definitie per kruispunttype zijn mogelijk operationaliseerbaar onder de voorwaarde dat een kruispunt voldoende overeenkomt met de standaardvorm zoals die in richtlijnen is uitgewerkt, bijvoorbeeld de aanwezigheid van een tussenberm, middengeleider, of fietsers wel of geen voorrang hebben en of een regeling deelconflicten heeft. Bij enkele kenmerken is het wel de vraag of er voldoende overeenstemming is tussen wegbeheerders of en hoe de aanwezigheid of afwezigheid van kenmerk gescoord moet worden zonder de lokale context te beschouwen. Ook richtlijnen geven regelmatig de locatie-afhankelijkheid van de wenselijkheid van een kenmerk aan. Zo is een deelconflict in het algemeen onveilig maar is het volgens de richtlijnen en experts uit de praktijk voor veel kruispunten in hun lokale context wel de veiligste oplossing. Het deel van de kruispuntkenmerken dat operationaliseerbaar lijkt te zijn voor standaard kruispuntvormen is waarschijnlijk moeilijk te interpreteren voor atypische en afwijkende kruispuntvormen.

Inwinning en meetbaarheid kenmerken

Het uitgangspunt bij inwinning is dat de data over de kenmerken middels geautomatiseerde data-analyses uit nationale (basis)registraties herleid kan worden. Een meer 'handmatige' data-inwinning op basis van luchtfoto's en streetview foto's met behulp van codeurs is voor alle ca. een half miljoen kruispunten in Nederland te arbeidsintensief en ook kostbaar. Gelet op de fundamentele problemen (het vooralsnog ontbreken van een landelijk databestand kruispunten met een correcte identificatie van kruispunttype en de complexiteit en onzekerheid over het op een juiste wijze kunnen operationaliseren van kruispuntkenmerken) was het binnen dit onderzoek niet mogelijk om verder onderzoek te doen naar meetbaarheid van individuele kenmerken. De algemene inschatting is dat het landsdekkend meten van het beperkte aantal operationaliseerbare kenmerken een uitdaging is. Van een enkel kenmerk zoals 'deelconflicten in de regeling van een VRI' is zelfs vrij zeker dat deze alleen tegen zeer hoge kosten verzameld kan worden omdat er geen centrale dataverzameling voor de regelingen van VRI's bestaat.

Geloofwaardigheid kruispuntscore

Elk van de individuele kenmerken heeft vermoedelijk in meer of mindere mate invloed op de verkeersveiligheid van een kruispunt. Dit blijkt uit expert judgement en voor een enkel kenmerk uit wetenschappelijk onderzoek. Kenmerken zijn veelal omschreven in CROW-richtlijnen. De mate waarin een individueel kenmerk invloed heeft op de gevaarstelling van een kruispunt is volgens praktijkkennis van verkeersveiligheidsauditors en CROW-richtlijnen afhankelijk van de omgeving waarbinnen het kruispunt ligt, het gebruik en de gebruikersgroepen van een specifiek kruispunt. Soms kan het ontbreken van een enkel kenmerk (bijvoorbeeld beperkt zicht) op een verder richtlijnconform kruispunt al leiden tot een gevaarlijk kruispunt. Anderzijds kan daar waar op een atypisch kruispunt meerdere kenmerken ontbreken in praktijk toch sprake zijn van een veilig kruispunt. Wanneer ongevalldata op zulke kruispunten een ander beeld geven dan de kruispuntscore op basis van de definitie, kan dit leiden tot ongeloofwaardigheid van de aanpak. De vraag is of de veiligheid met een kruispuntscore op basis van de definitie goed in beeld komt gezien de stapeling van afhankelijkheden waarin de kenmerken in onderlinge samenhang de veiligheid beïnvloeden en het niet meenemen van de lokale context van een kruispunt. Het niet kunnen betrekken van de lokale context ondermijnt de geloofwaardigheid en daarmee de geschiktheid van de data voor risicogestuurd beleid voor kruispunten.

Een extra probleem voor de geloofwaardigheid van informatie over kruispunten, is dat de kruispuntvormen en de bijpassende kenmerken die de definitie veilige kruispunten hiervoor benoemt, bedacht zijn vanuit ideaaltypische kruispunten. De praktijk is weerbarstig. Sommige kruispunten kunnen wel aan een kruispuntvorm toegedeeld worden, maar hun functie, vorm en/of gebruik wijkt dermate af dat de ideaaltypische kruispuntkenmerken niet goed passen bij de context van veel kruispunten. Hoeveel kruispunten wel goed passen in een ideaaltypische vorm is nog niet onderzocht.

Bruikbaarheid van de informatie in de praktijk

De vraag is in hoeverre wegbeheerders de informatie over kruispunten kunnen gebruiken gezien de grote mate van complexiteit: veel kruispunten, o.a. kruispunten die niet goed in een standaard vorm te vangen zijn en veel kenmerken per kruispunt. De beleidscontext is dat veel kleine en middelgrote gemeenten weinig tijd en soms ook weinig expertise hebben voor analyses van kruispuntdata. Een kruispuntscore op basis van de definitie veilige kruispunten is voor hen te complex. Bij de grotere gemeenten en provincies is er meer capaciteit aanwezig en zou een grotere hoeveelheid informatie verwerkt kunnen worden. Echter, bij de interviews is

geconstateerd dat ook voor grotere organisaties de informatie moeilijk hanteerbaar is. Daarbij speelt dat een medewerker zelf beter in staat is om de informatie te doorgronden maar vervolgens de complexiteit te groot is om voor collega's en bestuurders kernachtig te duiden wat de informatie betekent. De definitie van veilige kruispunten gebaseerd op de kenmerken uit de definitie van KN SPV blijkt in praktijk onvoldoende communiceerbaar. Ook het bovenbeschreven probleem van geloofwaardigheid speelt hierbij een rol.

Samengevat kan op basis van dit onderzoek het volgende worden geconcludeerd:

- Er is de komende jaren nog geen landelijk kruispuntenbestand met onderscheid naar kruispunttype om de kenmerken van de definitie te kunnen vastleggen.
- Op basis van de ontwerprichtlijnen is het nog niet mogelijk om de algemene (voor ieder kruispunttype geldende) kenmerken uit de definitie veilige kruispunten éénduidig te operationaliseren of om aan te geven hoe deze kenmerken te meten. Daartoe ontbreken een sluitende definitie van de afzonderlijke kenmerken en maatvoeringen die voor elke situatie en kruispunt toepasbaar zijn.
- De kruispunt specifieke kenmerken zijn deels te operationaliseren, mits een kruispunt voldoende overeenkomt met de standaard kruispuntvormen.
- Door het ontbreken van een landelijk databestand kruispunten met correcte identificatie van kruispunttypen en het grotendeels niet sluitend kunnen operationaliseren van kenmerken was het binnen dit onderzoek niet mogelijk om verder onderzoek te doen naar meetbaarheid van kenmerken. De algemene inschatting is dat het landsdekkend meten van het beperkte aantal operationaliseerbare kenmerken een uitdaging is.
- Het niet kunnen betrekken van de lokale context en het gebruik van een kruispunt in de kruispuntscore ondermijnen de geloofwaardigheid en daarmee de geschiktheid van de data voor risicogestuurd beleid voor kruispunten.
- De datasets die beschikbaar zouden komen na eventuele implementatie zijn omvangrijk en voor veel wegbeheerders complex om te hanteren en te interpreteren. Ook wanneer data in geaggregeerde vorm overzichtelijk wordt aangeboden is verdiepen in de achterliggende data nodig om de eindscore te kunnen begrijpen om als basis te kunnen dienen voor risicogestuurd beleid voor kruispunten. Deze complexiteit beperkt ook de communiceerbaarheid.

6.2. Achtergrond: wetenschappelijk onderzoek en beleidsbijdrage SPI

Dit project gaat niet over wetenschappelijk onderzoek. Echter, gezien de uitkomsten zoals de kritische noot aangaande geloofwaardigheid gaan we in deze discussieparagraaf in op de sterkte van de onderbouwing van de definitie veilige kruispunten en potentiële beleidsbijdrage ten opzichte van andere beleidsinstrumenten. De vraag is of de kennis niet te beperkt is om de nu voorliggende risico-indicator in te zetten bij een landelijke data-inwinning voor risicogestuurd beleid voor kruispunten.

Het meeste onderzoek over kruispuntveiligheid heeft zich gericht op de vergelijking van soorten kruispunten, bijvoorbeeld een rotonde in vergelijking met een voorrangskruispunt. Over de relatie tussen ongevallen en de kruispuntkenmerken uit de definitie is echter weinig onderzoek beschikbaar. SWOV concludeerde in 2014 dat de kennis over de onveiligheid op kruispunten beperkt is.¹ Afgelopen jaren zijn in enkele regio's zeer gedetailleerde infrastructuurgegevens over onder andere

¹ Dijkstra, A. (2014). Enkele aspecten van kruispuntveiligheid. R-2014-21A. Den Haag: SWOV.

kruispunten verzameld.² De inhoud van de gegevens leek sterk op de definitie van veilige kruispunten. Deze studies hadden tot doel om een meetinstrument te ontwikkelen. Empirisch onderzoek naar de relatie met ongevallen is niet verricht. Zo geeft een van de achtergrondrapporten aan: *"Het huidige onderzoek gaat niet in op de relatie tussen kruispuntcores en ongevallen vanwege een gebrek aan goede gegevens over verkeersstromen op kruispunten. Op (korte) termijn wordt echter wel geadviseerd daar nader onderzoek naar te doen om ook de kruispuntbeoordeling en – score te valideren en het uiteindelijk beoordelingsinstrument vast te stellen."*³ SWOV riep vorig jaar op om samen met gemeenten kruispunten te onderzoeken omdat er nog maar weinig bekend is over wat een kruispunt meer of minder veilig maakt.⁴ Vanwege dit gebrek aan wetenschappelijk onderzoek, is de definitie veilige kruispunten grotendeels gebaseerd op expert judgement. Mogelijk wordt de eerder genoemde beperkte geloofwaardigheid van de definitie naast het ontbreken van lokale context ook veroorzaakt door dit kennisgebrek.

Een belangrijke aanleiding voor de introductie van risico-indicatoren in verkeersveiligheidsbeleid is gelegen in de beperkingen van verkeersongevalscijfers. Veel ongevallen zoals ernstige enkelvoudige ongevallen worden onvoldoende compleet geregistreerd. Als ze al goed geregistreerd worden, komt de onveiligheid niet goed tot uitdrukking in ongevalsconcentraties.⁵ Zo zal het probleem van bomen dicht langs een fietspad of 80 km/uur weg nooit resulteren in een ongevalsconcentratie terwijl onderzoek aangetoond heeft dat deze onvergevinggezinde berminrichting bijdraagt aan ernstige ongevallen. Omdat verkeersuitwisseling en conflicten zich op een kruispunt concentreren is er bij kruispunten eerder sprake van ongevalsconcentraties.⁶ De kruispuntveiligheid wordt niet alleen bepaald door de onderdelen van de definitie maar ook de lokale context zoals nabijheid van andere kruispunten en verkeersstromen. Daarbij komt dat onderzoek ontbreekt over de sterkte van de bijdrage van de onderdelen van de definitie aan ongevallen. Samenvattend valt te betwijfelen of een risico-indicator op basis van onderdelen uit de definitie een betere voorspelling geeft van verkeersonveiligheid dan de aantallen geregistreerde ongevallen op een kruispunt. Ongevalldata geven voor kruispunten, anders dan bij wegvakken, inzicht welke kruispunten het meest risicovol zijn. Een selectie op basis daarvan sluit ook beter aan bij de beleving van lokale beleidsbepalers. Met ongevals cijfers als indicator kunnen risicovolle kruispunten dan nader getoetst worden aan de hand van de definitie veilige kruispunten en CROW-richtlijnen waarbij er ook meer oog kan zijn voor de lokale context.

Een tweede belangrijke reden om met een risico-indicator te werken in plaats van met verkeersongevalscijfers, is dat de risico-indicator niet alleen de onveiligheid meet, maar ook een verklaring geeft voor onveiligheid. De ontbrekende kenmerken die zorgen voor een slechte kruispuntscore, zouden ook de kenmerken moeten zijn waarop verkeersveiligheidsbeleid zich kan richten en waarmee de verkeersveiligheid

² Wijlhuizen, G.J., Hermens, F., Schepers, J.P., Van Petegem, J.W.H., Schermers, G., 2021. [Screening en diagnose van onveilige 50km/uur-wegen](#). R-2021-7. Den Haag: SWOV.

Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H., Hermens, F., Schepers, J.P., Schermers, G., 2021. [Screening en diagnose van de veiligheid van infrastructuur in Zuid-Holland](#). R-2021-12. Den Haag: SWOV.

³ Dijkstra, A., Schermers, G., Hermens, F., 2021. [Verkeersveiligheidsmodel provinciale wegen van Noord-Holland](#). R-2021-10A. Den Haag: SWOV.

⁴ SWOV, 2022: <https://swov.nl/nl/nieuws/swov-kruispuntveiligheid-samen-met-gemeenten-onderzoeken>

⁵ Hakkert, A.S., Gitelman, V. & Vis, M. (2007). [Road safety performance indicators: Theory](#). Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet. European Commission, Brussels.

⁶ Zie ook Vis, 2000. [Voortgang van de aanpak van 'black spots'](#). Leidschendam: SWOV.

verbeterd kan worden. Bij kruispunten is het de vraag of de risico-indicator voldoende aanknopingspunten biedt voor het formuleren van beleid. De score biedt geen zicht op inpasbaarheid in bijvoorbeeld een stedelijke omgeving waarin voor veel aanpassingen de ruimte ontbreekt. Daarbij in ogenschouw nemende dat volgens richtlijnen de wenselijkheid van veel inrichtingskenmerken locatie-afhankelijk is en de impact op veiligheid pas beoordeeld kan worden als er ook een beeld is van de verkeersstromen. Dit roept de vraag op of de beoordeling van kruispuntveiligheid aan de hand van de definitie veilige kruispunten niet beter tot zijn recht komt bij audits, inspecties en locatie specifieke kruispuntanalyses. Deze zijn kostbaar maar hun aantal kan beperkt worden met ongevals cijfers als selectie criterium.

6.3. Aanbevelingen

In zoektocht naar operationalisatie van de kenmerken uit de definitie veilige kruispunten zijn fundamentele belemmeringen en meerdere knelpunten geconstateerd. De verwachting is dat een landsdekkende inwinning van kruispuntkenmerken vooralsnog geen of een beperkte positieve bijdrage zal leveren aan het verkeersveiligheidsbeleid en dat er (betere) alternatieven denkbaar zijn om de komende jaren aan kruispuntveiligheid te werken. Voortgang op beleid voor veilige kruispunten is desondanks gewenst. De aanbevelingen en suggesties op basis van de verzamelde inzichten zijn op te delen naar:

Aanbeveling voor verkeersveiligheidsdata:

- Zorgen dat de basis op orde komt. Dat er een nationaal kruispuntbestand met bruikbare kruispuntidentificatie beschikbaar komt waarbinnen een nadere onderverdeling kan worden aangebracht. Bij nader onderverdeling valt te denken aan:
 - Kruispunttype
 - Ligging (binnen of buiten de bebouwde kom)
 - Aantal kruisende takken (drietaks / viertaks / mogelijk vijftaks)
 - Snelheidsregime per kruisende tak (daarmee ook de weg categorie)

Deze basis is onvoldoende voor een risicogestuurde kruispuntaanpak, maar deze kan ook helpen bij ongevals analyses en wetenschappelijk onderzoek.

Aanbeveling voor kennisbasis:

- Nagaan of de definitie veilige kruispunten niet beter tot zijn recht komt bij verkeersveiligheidsaudits, inspecties en locatie-specifieke kruispuntanalyses. Bij die instrumenten kan de lokale context van een kruispunt – zoals aanwezige gebruiksgroepen, intensiteiten en bebouwing / objecten in de omgeving – betrokken worden. Om het aantal kruispunten te beperken kan gebruik gemaakt worden van ongevalscijfers als een selectie criterium, mogelijk in combinatie met andere selectiecriteria.
- Wetenschappelijk onderzoek naar wat generiek de meest bepalende kenmerken voor verkeersveiligheid op verschillende soorten kruispunten zijn. Dit draagt bij aan de geloofwaardigheid van een eventuele definitie voor risicogestuurd beleid voor kruispunten.
- Als wordt overwogen tot inwinnen van kruispuntkenmerken, dan gelet op de complexiteit beginnen met een experiment met inperking van de scope (gebiedsafbakening en type kruispunt binnen of buiten de kom) om de haalbaarheid en bruikbaarheid te onderzoeken. Pas dan is het mogelijk om de wenselijkheid van een landelijke dataverzameling te beoordelen.

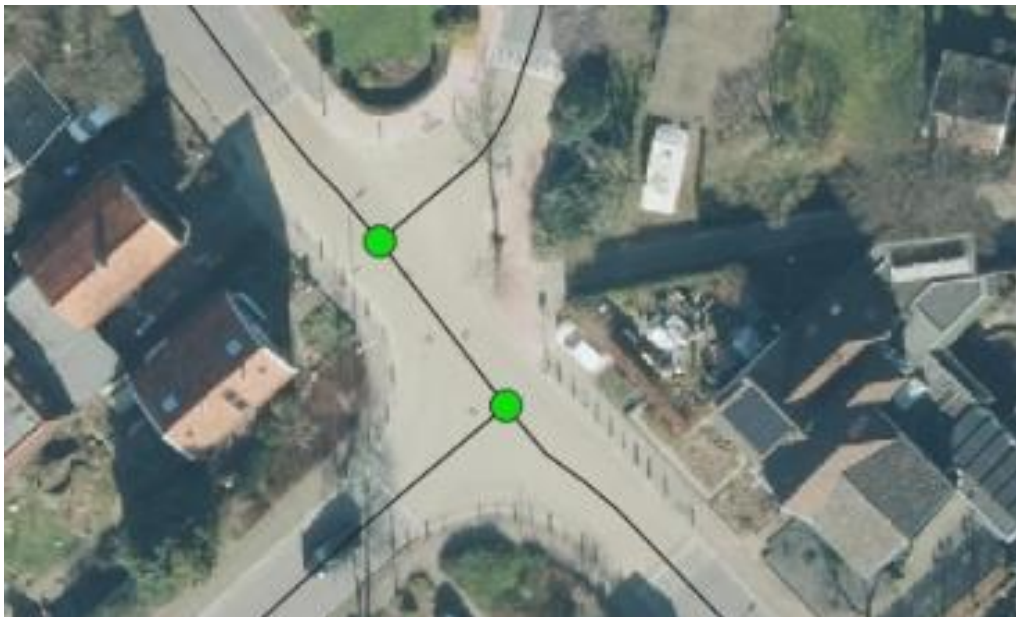
Bijlage 1 Definitie kruispunten en kruispuntvormen

B1.1. Definitie kruispunt

In Hoofdstuk 2 is aangegeven dat er in wetgeving en richtlijnen geen geografisch af te bakenen definitie is opgenomen van een kruispunt. In deze bijlage zijn nog drie andere mogelijke benaderingswijzen beschreven: constructiecriterium, verkeersveiligheids criterium of een definitie in landelijke databronnen voor wegen en ongevallen. Gebleken is dat ten tijde van het uitvoeren van dit project halverwege 2023 op basis van geen van deze criteria een scherpe definitie gevonden kon worden.

B1.2. Constructiecriterium

Naar analogie van de definitie van uitritconstructies, zouden kruispunten gedefinieerd kunnen worden op basis van de inrichtingselementen van een kruispunt. Daarbij valt te denken aan ontwerpaspecten zoals genoemd in de definitie veilige kruispunten, bijvoorbeeld kruispuntbebording, markering en middengeleiders. Zo zou het geconcludeerd kunnen worden dat de kruisende erftoegangswegen in Figuur 24 samen één bajonetkruispunt vormen omdat ze samen op één kruispuntplateau liggen. Echter, ook een constructie-uitgangspunt levert geen eenduidige basis voor dataverzameling. De voorzieningen van veel kruispunten met verkeerslichten omvatten een omvangrijkere weglengte langs hun kruispunttakken waarbij de grens tussen intuïtief gezien separate kruispunten moeilijk te trekken is. Zo illustreert Figuur 25 dat de voorzieningen van twee grote kruispunten met verkeerslichten in elkaar overlopen.



Figuur 24 Voorbeeld bajonetkruispunt op plateau



Figuur 25 Voorbeeld van twee kruispunten met verkeerslichten

Hoe moeilijk een constructiecriteria is toe te passen om al dan niet afzonderlijke kruispunten te identificeren blijkt uit voorzieningen die speciaal toegepast worden om nabije (al dan niet als afzonderlijk te beschouwen) kruispunten in samenhang goed te laten functioneren. In Figuur 26 zouden de 5 groen gemarkeerde punten als afzonderlijke kruispunten gezien kunnen worden. Uitgaande van een constructiecriteria is eerder sprake van één groot kruispunt omdat bij 4 van de 5 punten vlakken zijn afgekruist om bestuurders op een voorsorteervak erop te attenderen om ruimte vrij te houden voor invoegers vanaf de zijwegen.



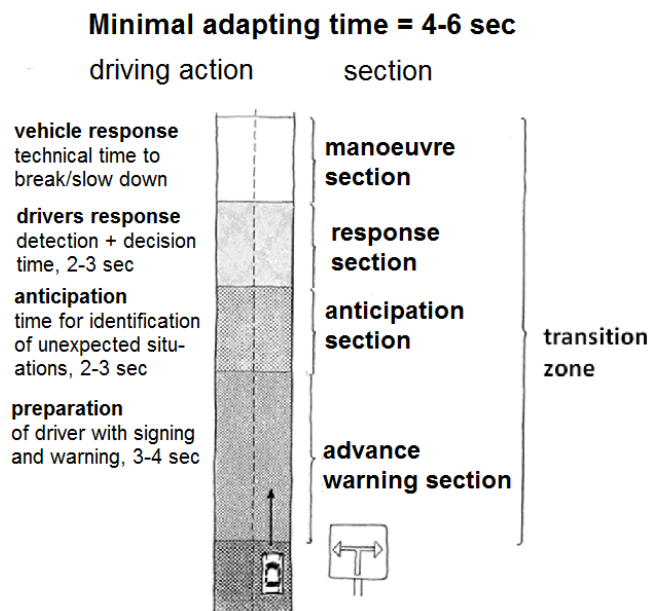
Figuur 26 Voorbeeld van een kruispunt met verkeerslichten en nabijgelegen samenkomsten van wegen

Het detecteren van kruispunten op basis van het NWB is vermoedelijk het meest haalbaar door kruispunten zoals in Figuur 26 als afzonderlijk te beschouwen. Echter, het doel van dit project is de ondersteuning van verkeersveiligheidsanalyses. Zoals uit de vormgeving blijkt, is nabijheid daarbij een relevante factor.

B1.3. Verkeersveiligheids criterium

Gezien het doel van dit project om bij te dragen aan risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid, zou verkeersveiligheid het meest voor de hand liggende criterium zijn. Vanuit onder meer het kennisveld van human factors is beschreven hoe vanuit de weggebruiker en verkeersveiligheid naar kruispunten gekeken kan worden maar helaas zonder scherpe definitie en basis om te bepalen waar een kruispunt begint en ophoudt.

De *Human Factors Guidelines for a safer Man-Road Interface* van de World Road Association (PIARC)⁷ beschrijven het belang dat weggebruikers zich tijdig voorbereiden op kruispunten. Figuur 27 toont de zogeheten 6-seconde-regel. Zonder zich op een nieuwe situatie in te stellen is een weggebruiker niet goed in staat om snel op veranderingen te reageren. Het wegbeeld kan met onder meer wegwijzers gebruikers attenderen op het naderen van een kruispunt. Dichter bij het kruispunt kunnen weggebruikers anticiperen en uiteindelijk de benodigde manoeuvres uitvoeren. Volgens deze benadering hebben weggebruikers een grotere afstand nodig bij hogere snelheden en het naderen van complexere kruispunten. De benodigde afstanden zijn situatie-afhankelijk en kunnen niet gegoten worden in scherpe definities die nodig zouden zijn voor een data-verzameling.



Figuur 27 Schets van de 6-seconden regel (WRA, 2016)

In ontwerprichtlijnen wordt de term 'turbulentiezone' gebruikt om aan te duiden over welke lengte de uitwisseling van verkeer op een kruispunt de verkeerstromen beïnvloedt. Echter alleen voor stroomwegen is dit goed onderzocht en uitgewerkt in richtlijnen. In het ASVV komt dit onderwerp niet aan bod. Volgens het Handboek Wegontwerp ligt de lengte van het turbulentiegebied rond kruispunten op gebiedsontsluitingswegen met een ontwerpssnelheid van 80 km/uur in de orde van grootte van 500 meter. De uitwerking is onvoldoende expliciet voor toepassing in deze operationalisatie.

⁷ WRA, 2016; <https://www.piarc.org/en/order-library/25370-en-Human%20factors%20guidelines%20for%20a%20safer%20man-road%20interface>

B1.4. Definitie in landelijke databronnen voor wegen en ongevallen

NDW voert momenteel een project uit om te bepalen hoe kruispunten in NWB geïdentificeerd kunnen worden. Het is ten tijde van het schrijven van dit rapport nog niet duidelijk welke uitgangspunten in het NWB-project gehanteerd zullen worden. Zoals hierboven beschreven is niet evident hoe kruispunten vanuit verkeersveiligheid geïdentificeerd zouden moeten worden.

In het verleden is voor het herkennen van ongevalsconcentraties met behulp van het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON) een zogeheten SAMLOC (SAMengestelde LOCatie) kenmerk op het Nationaal Wegen Bestand (NWB) gebaseerd. Hierbij werden juncties (punten waar wegvakken elkaar kruisen) op basis van onderlinge afstand samengevoegd om het mogelijk te maken om de ongevallen op de juncties te sommeren en conclusies te trekken over de aanwezigheid van een concentratie van ongevallen. Doordat er met een vaste afstand tussen juncties werd gewerkt (afhankelijk van andere kenmerken zoals de snelheidslimiet), komt het voor dat een grote rotonde of kruispunt met dit algoritme uiteenvalt in meerdere samengestelde locaties. De analyse ondersteunt de herkenning van ongevalsconcentraties maar biedt onvoldoende perspectief voor de operationalisatie in dit project.

Bijlage 2 Operationalisatie van kruispuntkenmerken

Deze bijlage gaat aan de hand van CROW ontwerprichtlijnen gedetailleerd in op een mogelijke operationalisatie van kruispuntkenmerken in de definitie veilige kruispunten. Het is de gedetailleerde onderbouwing van wat is samengevat in *Hoofdstuk 3*. Eerst komen de algemene kruispuntkenmerken aan bod die voor alle kruispuntsvormen gelden. Daar komen achtereenvolgens de kenmerken per kruispunttype aan bod.

Algemene kruispuntkenmerken

Deze paragraaf beschrijft de mogelijkheden voor operationalisatie van zogeheten 'algemene kruispuntkenmerken', die voor alle kruispunten gelden.

- E. Minimalisatie conflictpunten.
- F. Voldoende zicht (zichtdriehoeken).
- G. Aanvullende voorzieningen in geval van overbelasting van het kruispunt.
- H. Bebording en markering volgens de richtlijnen.
- I. Snelheidsbeperkende maatregelen.
- J. Niet parkeren binnen ten minste 10 meter van het kruisingsvlak.

Daarvoor is gekeken naar onder meer Aanbevelingen Stedelijke Verkeersvoorzieningen (CROW, 2021), het Handboek Wegontwerp (CROW, 2013), Basiskenmerken kruispunten en rotondes (CROW, 2015), het Handboek verkeerslichtenregelingen (CROW, 2022), Eenheid in rotondes (CROW, 1998), de Richtlijnen voor Bebakening en Markering van Wegen (CROW, 2015) en de CROW publicatie Verkeerstekens (CROW, 2015). De eerste twee publicaties worden in het vervolg aangeduid als ASVV en HWO. Per kenmerk worden zowel de operationalisatie als meetbaarheid besproken.

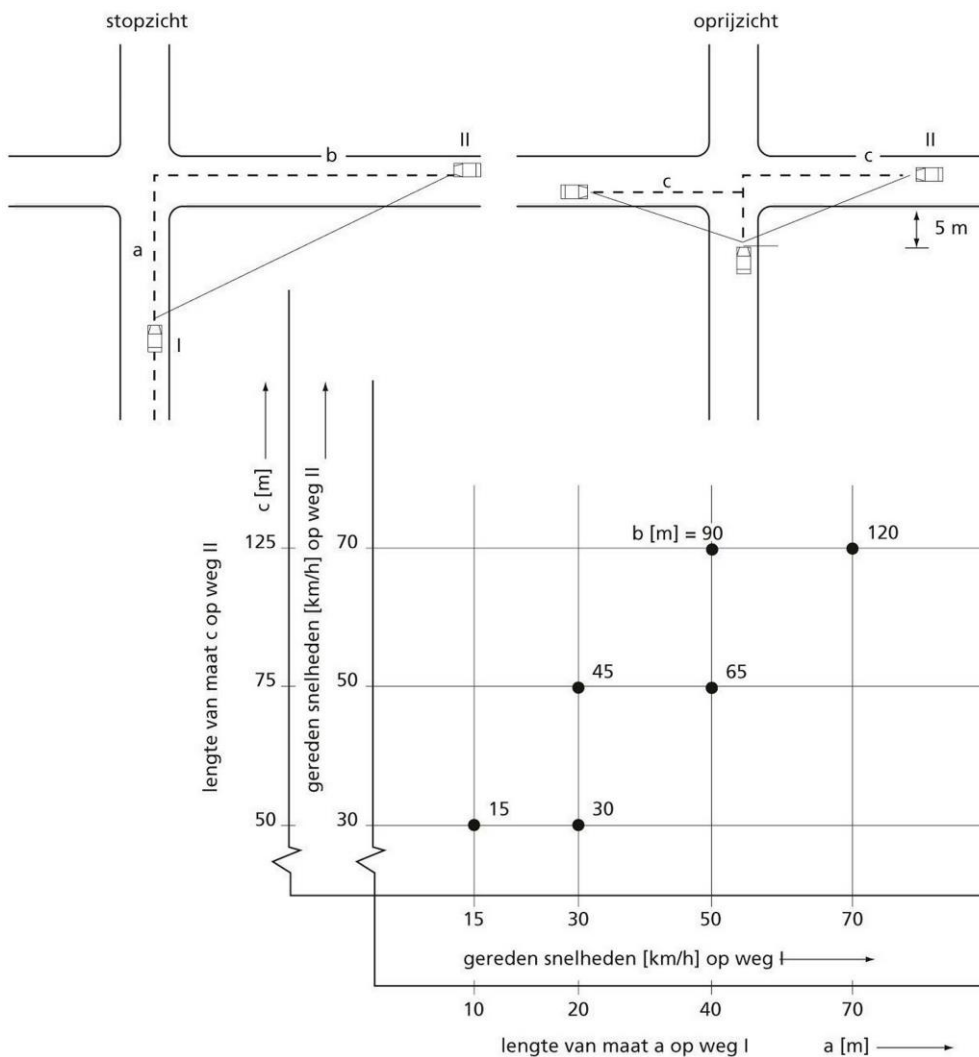
A. Minimalisatie conflictpunten

Binnen de randvoorwaarden die in de inleiding zijn genoemd, kan het aspect 'minimalisatie van conflictpunten' niet goed worden geoperationaliseerd. In CROW ontwerprichtlijnen is niet expliciet beschreven hoe het aantal conflictpunten bepaald zou moeten worden en met welke grenswaarden dit beoordeeld kan worden. Wel dragen andere kruispuntkenmerken zoals het voorkomen van deelconflicten bij kruispunten met VRI en de keuze van de juiste kruispuntvorm bij aan het beperken van het aantal conflicten. Een rotonde kent bijvoorbeeld geen conflicten met voertuigen die linksaf slaan.

B. Voldoende zicht (zichtdriehoeken)

Volgens het ASVV is het uitzicht op kruispunten van belang voor de onderlinge zichtbaarheid van verkeersdeelnemers. Daartoe moet in een driehoekig gebied tussen twee takken van een kruispunt zich geen objecten bevinden die de bestuurder een voldoende uitzicht op de kruisende weg benemen. Het benodigde uitzicht wordt bepaald door twee relevante zichtafstanden *Figuur 28*:

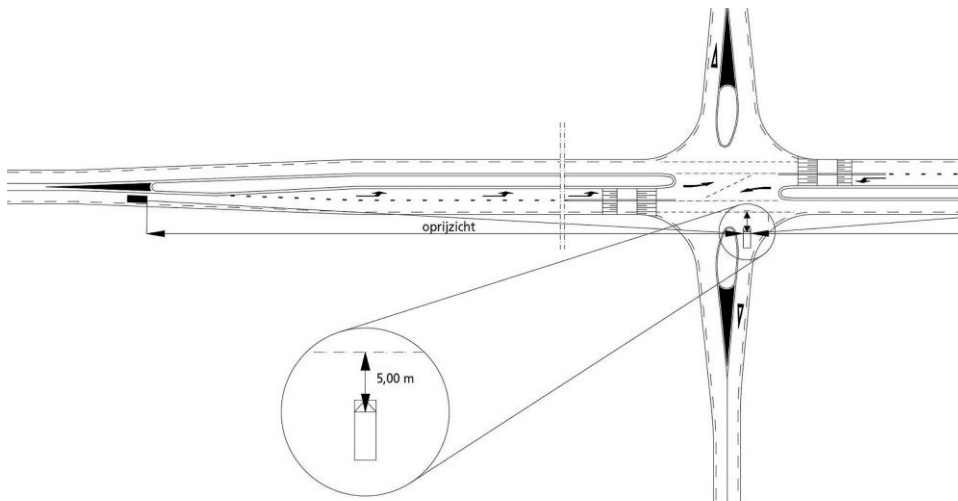
- De afstand waarover een weggebruiker de kruisende weg moet kunnen overzien om zijn voertuig tijdig tot stilstand te kunnen brengen en om voorrang te kunnen geven (stopzicht).
- Het zicht dat noodzakelijk is om vanuit stilstand een weg te kunnen oversteken of oprijden (oprijzicht).



Figuur 28 Illustratie uitzichtdriehoeken (bron: ASVV 2021)

ASVV geeft aan dat over de gewenste afmetingen van uitzichtdriehoeken binnen de bebouwde kom weinig bekend is. ASVV: "In de praktijk zullen de theoretisch benodigde zichtafstanden vaak niet te realiseren zijn. Het is ook de vraag of dat gewenst is. Goed uitzicht kan leiden tot hogere snelheden." De relatie met verkeersveiligheid is dus complex omdat goed uitzicht kan leiden tot hogere snelheden. HWO geeft aan dat het zicht integraal moet worden beschouwd met andere ontwerpaspecten zoals alignement en dwarsprofiel.

Volgens ASVV moet vooral op voorrangskruispunten alleen vanaf de ondergeschikte takken met de vereiste zichtafstanden rekening worden gehouden. HWO geeft eveneens aan dat op voorrangskruispunten alleen naar de ondergeschikte zijweg(en) gekeken wordt. Zoals geïllustreerd in Figuur 29 moet het oprijzicht op minimaal 5 m voor de kantstreep of de kant van de verharding van de hoofdweg aanwezig zijn. Over welke afstand op de voorrangsweg vanaf die plek op de zijweg het voorrangsgerechtigde verkeer zichtbaar moet zijn is afhankelijk van de naderingssnelheid van het voorrangsgerechtigde verkeer en de tijd (kritisch tijdsinterval) die de voorrangsplichtige nodig heeft om de voorgenomen manoeuvre (rechtsaf, rechtdoor of linksaf) te kunnen uitvoeren.



Figuur 29 Oprijzigt voorrangskruispunt (HWO, 2013)

Meetbaarheid

In theorie zou het mogelijk zijn om met bestanden zoals het AHN en hoge resolutie luchtfoto's een driedimensionaal model te ontwikkelen waarmee geschat zou kunnen worden of een automobilist vanuit de zijweg de voorrangsgerechtigde voertuigen kan waarnemen. Hiervoor zouden 5 m voor het kruispuntsvlak en ca. 1,5 m boven de verharding (ooghoogte bestuurder) een denkbeeldige zichtlijn geprojecteerd kunnen worden naar de rijstroken waarop voorrangsgerechtigd verkeer kan naderen. Daarbij zou gekeken kunnen worden of deze zichtlijn onderbroken wordt door zichtbelemmerende verticale elementen zoals bebouwing en begroeiing. Handmatig zou dit kunnen met een plaatselijke inspectie maar niet met bestaande bronnen als Cyclomediabeelden die vanaf het dak van een voertuig zijn gemaakt en niet altijd op de juiste plek op de zijweg. Een aanvullend probleem voor de meetbaarheid is geïllustreerd in Figuur 30. De zichtomstandigheden kunnen snel veranderen door al dan niet uitvoeren van onderhoud aan heggen en of bomen en planten wel of niet in blad staan. Geconcludeerd moet worden dat er op dit moment nog onvoldoende mogelijkheden zijn om zichtomstandigheden landelijk voor alle kruispunten in beeld te brengen.



Figuur 30 Illustratie oprijzigt (Cyclomedia, 2022)

Conclusie

Binnen de randvoorwaarden die in de inleiding zijn genoemd, kan het aspect 'voldoende zicht' niet goed worden geoperationaliseerd. De beperkte meetbaarheid is een extra factor waarom dit kenmerk beter tot zijn recht zal komen in een lokale veiligheidsinspectie dan in een risicogestuurde aanpak gebaseerd op landelijke data.

C. Aanvullende voorzieningen in geval van overbelasting van het kruispunt

Het aspect "Aanvullende voorzieningen in geval van overbelasting van het kruispunt" valt uiteen in twee delen die achtereenvolgens worden besproken. Eerst wordt ingegaan op 'overbelasting' en vervolgens op 'aanvullende voorzieningen'.

Overbelasting

Een hoge verkeersbelasting kan reden zijn voor aanleg van een geregeld kruispunt. Er is dan ook veel gepubliceerd over de verhouding tussen intensiteit en capaciteit van kruispunten met verkeerslichten. Er zijn echter geen harde grenzen geformuleerd om aan te geven wanneer sprake is van overbelasting.

De verhouding tussen de maximale conflictbelasting en de conflictcapaciteit (de belastinggraad) is een indicatie voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling (HWO, 2013). De conflictcapaciteit is het aantal personenauto-eenheden (pae) dat per uur per rijstrook als som van de conflicterende richtingen de stopstreep kan passeren. Voor het bepalen van de maximale conflictbelasting wordt uit de groenfasencombinaties, de rijstrookindeling en het verkeersaanbod de maximale som bepaald van de richtingen die onderling conflicterend zijn. HWO (2013) beveelt aan om uitgaande van de hoogste uur-intensiteit het kruispunt zodanig te dimensioneren dat de maximale conflictbelasting niet hoger is dan:

- 0,70 à 0,80 van de conflictcapaciteit voor vierarmige kruispunten;
- 0,80 à 0,90 van de conflictcapaciteit voor driearmige kruispunten.

Bij een verkeersregelinstallatie kan afhankelijk van het verkeersaanbod worden gestuurd in de groentijd per richting. Bij een rotonde zonder verkeersregelinstallatie kan dit niet. Dit betekent dat bij een evenwichtige verdeling over de toeleidende richtingen de rotonde voor een goede doorstroming kan zorgen. Indien één toerit echter extreem druk is, zal verkeer vanaf de daarachter gelegen toerit problemen ondervinden bij het oprijden van de rotonde (CROW, 1998). Bij een rotonde is de conflictbelasting de som van de intensiteit op een toeleidende weg en de intensiteit op de rotonde ter hoogte van de toeleidende weg. Als vuistregel kan per toeleidende weg de intensiteit worden getoetst aan de vuistregel van maximale conflictbelasting van 1.500 pae/h. De vuistregels zijn conservatieve grenswaarden. CROW (1998) beveelt een nadere berekening met behulp van rekenregels aan als de belastingen in de buurt van de grenswaarden liggen of als veel fietsers met voorrang, voetgangers met vrije doorgang of veel rechtsafslaand verkeer invloed heeft op de capaciteit van de toerit.

Meetbaarheid

Overbelasting is vooralsnog moeilijk meetbaar. Voor het bepalen van de belasting zijn gedetailleerde gegevens over de verkeersintensiteit nodig. Het Handboek verkeerslichtenregelingen (CROW, 2022) beschrijft dat voor bestaande situaties de verkeersintensiteiten worden bepaald door visuele of automatische tellingen. Bij tellingen worden op alle toeleidende rijbanen of rijstroken de intensiteit, de voertuigsamenstelling en de rijrichting die de voertuigen na het kruispunt volgen geregistreerd. Bij de voertuigsamenstelling wordt onderscheid gemaakt naar personenauto's, vrachtauto's, bussen, motoren, bromfietsen en fietsen. De gemeten voertuigintensiteiten worden omgerekend naar intensiteiten in pae/h. Van fiets- en voetgangersoversteken worden de intensiteiten per oversteek geteld. Er moet onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende spitsperiodes (ochtendspits, avondspits, koopavond en dergelijke) omdat deze meestal niet in dezelfde richtingen het zwaarst zijn belast. Zo zijn in de ochtendspits doorgaans de richtingen naar stedelijke centra en industriegebieden het zwaarst belast en in de avondspits de tegenovergestelde richtingen. Dit betekent dat het ontwerp niet zonder meer kan worden gebaseerd op de spitsperiode met de grootste totale intensiteit, maar dat er meerdere maatgevende perioden zijn (ochtendspits, avondspits en eventuele andere spitsperiodes).

RIVM heeft voor geluidsberekeningen laten onderzoeken hoe landelijke verkeersintensiteiten in kaart gebracht kunnen worden.⁸ De uitkomsten laten zien dat het mogelijk is om een schatting te geven van de verkeersintensiteit op wegvakken die geschikt is voor geluidsberekeningen. Voor het bepalen van de belasting van kruispunten is een schatting onvoldoende en zijn gedetailleerdere gegevens nodig.

Aanvullende voorziening

Het criterium in de definitie veilige kruispunten is gerelateerd aan 'aanvullende voorzieningen'. Ontwerprichtlijnen beschrijven een breed spectrum aan oorzaken en oplossingen voor een zware belasting van kruispunten. Volgens het Handboek verkeerslichtenregelingen zijn bijvoorbeeld de volgende factoren invloed op de afrijcapaciteit van een rijstrook (CROW, 2022):

- De breedte van de rijstrook
- De lengte van de opstelstrook
- Aantal rijstroken na het kruispunt
- De wegdekkwaliteit
- De rijrichting na het kruispunt: rechtdoorgaande rijstrook heeft een hogere capaciteit dan een afslaande rijstrook
- De helling: stijgend is de afrijcapaciteit lager dan op een vlakke rijstrook
- Het uitzicht
- De aanwezigheid van geparkeerde voertuigen
- De aanwezigheid van bushaltes
- Fietsers remmen de capaciteit op de rijstrook bij gemengd verkeer
- De fractie afslaand verkeer dat conflicteert met parallel overstekende voetgangers en fietsers
- De fractie links afslaand verkeer dat conflicteert met tegemoetkomend gemotoriseerd verkeer

Over maatregelen zegt het handboek onder meer het volgende. Aangezien de grootste conflictbelasting een goede indicator is voor de benodigde cyclustijd en de effecten van maatregelen op de conflictbelasting inzichtelijker zijn dan de effecten op de cyclustijd, wordt meestal geprobeerd maatregelen te treffen om de grootste conflictbelasting te verlagen door:

- vermindering van het aantal conflicten door een rijrichting niet meer toe te staan;

⁸ RIVM, 2022: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0144.pdf>

- verhoging van de afrijcapaciteit van bestaande rijstroken, bijvoorbeeld door deze te verbreden;
- verhoging van de afrijcapaciteit door nieuwe rijstroken aan te leggen;
- vermindering van de conflictbelasting door de rijstrookindeling te veranderen.

Ook prioriteiten voor bepaalde vervoerswijzen zoals het openbaar vervoer kunnen van invloed zijn op de doorstroming voor andere vervoerswijze. Herprioritering kan een maatregel zijn om overbelasting tegen te gaan.

Conclusie

Binnen de randvoorwaarden die in de inleiding zijn genoemd, kan het aspect '*Aanvullende voorzieningen in geval van overbelasting van het kruispunt*' niet goed worden geoperationaliseerd. De beperkte meetbaarheid is een extra factor waarom dit kenmerk beter tot zijn recht zal komen in een lokale veiligheidsinspectie dan in een risicogestuurde aanpak gebaseerd op landelijke data. Zeker op drukke kruispunten kan dit kenmerk van groot belang zijn om in samenhang met andere kenmerken eventuele veiligheidsproblemen te identificeren.

D1. Markering volgens de richtlijnen

Markering is het meest uitgebreid beschreven in de Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen (CROW, 2015). Zoals beschreven in de randvoorwaarden in de Inleiding, zal bij het criterium *Markering volgens de richtlijnen* primair gekeken worden naar de *aanwezigheid* van diverse typen kruispuntmarkeringen en minder naar de *kwaliteit*.

Aanwezigheid van markering volgens richtlijnen

Markeringstypen voor kruispunten waarvoor de aanwezigheid afgezet zou kunnen worden tegen de richtlijnen zijn bijvoorbeeld (niet uitputtend):

- haaiantanden
- stopstrepen bij kruispunten met verkeerslichten (dubbele stopstrepen buiten de bebouwde kom) en kruispunten waar het RVV-bord 'STOP' is geplaatst
- pijlmarkeringen om de richting voorsorteerstroken te markeren: rechtuit, afbuigend of een combinatie. Daarbij zijn variaties mogelijk om bijzondere situaties te verduidelijken.
- gewone rechtuitpijlen op het kruispuntsvlak ter scheiding van voor elkaar langs draaiende links afslaande verkeersstromen
- verdrijfpijlen en verdrijfstrepen na een kruising om vermindering van het aantal rijstroken te markeren
- verkeersdruppels en bijbehorende puntstukken:
 - op de zijweg(en) van voorrangskruispunten: symmetrisch zonder kantstrepen binnen de bebouwde kom of asymmetrisch zonder kantstrepen buiten de bebouwde kom
 - op takken van kruisende gebiedsontsluitingswegen: asymmetrisch met kantstrepen
- voorwaarschuwigsdriehoek
- blokmarkeringen tussen opstelstroken overgaande in doorgetrokken strepen
- blokmarkeringen op oversteekplaatsen
- pijlen op oversteekplaatsen van tweerichtingsfietspaden
- kanalisatiestrepen
- OFOS: Opgeblazen FietsOpstelStrook
- kant- en asmarkering op de takken
- afgekruist vlak
- markering op de hellingen van kruispuntplateaus en drempels voor kruispunten

Naast bovengenoemde markeringen, kunnen nabij kruispunten markeringen aanwezig zijn die voor het gehele aansluitende wegvak gelden, bijvoorbeeld het woord 'LIJN BUS' zoals in Figuur 31.



Figuur 31 Afgekruid vlak om bestuurders op een voorsorteervak erop te attenderen om ruimte vrij te houden voor invoegers vanaf een zijweg

Kwaliteit van markering

Onder de *kwaliteit* van markering valt onder meer de zichtbaarheid, zie bijvoorbeeld de kwaliteitseisen in NEN-EN 1436, Wegmarkeringsmaterialen. Een ander aspect van kwaliteit is de vraag of markeringen qua afmetingen en vormgeving voldoen aan de eisen in de Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen (CROW, 2015). Deze kwaliteitsaspecten zijn relevant voor eventuele veiligheidsinspecties maar maken geen deel uit van de operationalisatie die primair is gericht op de aanwezigheid van ontwerpelementen.

Meetbaarheid

Zou een selectie geworden gemaakt uit de verschillende markeringstypen om hun aanwezigheid te bepalen, dan zou het moeilijk zijn om dit landelijk te meten. Door de ontwikkelingen in artificial intelligence ontstaan er meer mogelijkheden om geautomatiseerd verschillende markeringstypen op hoge resolutie luchtfoto's te herkennen. Echter, gegeven de variatie die in de praktijk vanwege inpassing bij ruimtegebrek voor komt en de genuanceerde verschillen tussen verschillende soorten markeringen zoals verschillende pijlmarkeringen, is nader onderzoek nodig om te bepalen in hoeverre deze goed onderscheiden kunnen worden. Ook is het een uitdaging om bij kort bij elkaar gelegen kruispunten te bepalen welke markering bij welk kruispunt hoort, zie bijvoorbeeld Figuur 31 met een afgekruid vlak waar een klein voorrangskruispunt aansluit op een voorsorteervak van een groot kruispunt met VRI. Deze uitdagingen maken het niet alleen moeilijk om de aanwezigheid van markering geautomatiseerd te meten maar maken het ook zeer moeilijk om duidelijke instructies voor handmatige inwinning op te stellen. Het is zeer de vraag of handmatige codering van markeringen op luchtfoto's tot eenduidige resultaten zal leiden. De inschatting is

dat een landelijke dataverzameling voor dit kenmerk nauwelijks mogelijk is (1 à 2 op een vijfpuntsschaal).

Conclusie

Het criterium *Markering volgens de richtlijnen* is onvoldoende specifiek te maken om deze te kunnen operationaliseren op basis van CROW richtlijnen. Wanneer uitsluitend de aanwezigheid van de markering wordt gemeten (wat het uitgangspunt is), dan zal eerst specifiek gemaakt moeten worden welke type markering daar dan onder valt. Daarnaast is het de vraag of er op korte termijn voldoende mogelijkheden zijn om landelijk kruispuntmarkeringen te kunnen meten. Het criterium *Markering volgens de richtlijnen* kan het beste in veiligheidsinspecties beoordeeld worden.

D2. Bebording volgens de richtlijnen

Eisen aan bebording zijn vastgelegd in wet- en regelgeving zoals WVV1994, RVV 1990 en BABW, in normen zoals 'NEN-EN 12899 Vast opgestelde, verticale verkeerstekens' en de CROW publicatie Verkeerstekens (CROW, 2015). Net als bij markering, wordt gekeken naar de *aanwezigheid* en niet naar de *kwaliteit* van bebording.

Aanwezigheid van bebording

Bij kruispunten worden diverse RVV-borden en onderborden geplaatst, bijvoorbeeld B-borden om de voorrang aan te geven, C-borden om aan te duiden welke weggebruikers een weg mogen gebruiken, D-borden om rijrichtingen aan te geven, J-borden voor voorwaarschuwingen (noodzaak afhankelijk van de lokale situatie), K-borden voor bewegwijzering en L-borden om informeren over bijvoorbeeld de configuratie van voorsorteervakken op een kruispunt. Bij het beoordelen van de aanwezigheid van deze borden dient er rekening mee te worden gehouden dat de wegbeheerder RVV-borden in sommige situaties zowel links als rechts van de weg zou moeten plaatsen terwijl er ook situaties zijn waarbij een bord achterwege gelaten moet worden.

De eerste algemene bepaling van de Uitvoeringsvoorschriften BABW inzake verkeerstekens luidt: *Borden worden slechts toegepast indien de inrichting van de weg in overeenstemming is met hetgeen bij de afzonderlijke borden is voorgeschreven*. De samenhang met de inrichting illustreert de complexiteit van het beoordelen van de noodzaak van borden.

Ter illustratie van de complexiteit van plaatsing van bebording zijn hieronder enkele fragmenten uit de CROW publicatie Verkeerstekens (CROW, 2015) overgenomen over de plaatsing van B-borden. Afgezien van gelijkwaardige kruispunten en kruispunten met uitritconstructies, wordt de voorrang aangegeven met de B-borden, zie Figuur 32: op de zijweg bord B6 en op de hoofdweg bord B1 (op stroom- en gebiedsontsluitingswegen) of B3/B4/B5 op erftoegangswegen. Ook kruispunten met VRI worden van voorrangsborden voorzien die de voorrang regelen wanneer de verkeersregelinstallatie buiten werking is. Op de voorrangswegen binnen de bebouwde kom wordt voor elke kruispunt bord B1 geplaatst. Buiten de bebouwde kom bij een rijbaanbreedte van meer dan 5 meter, en bij twee of meer rijstroken in dezelfde richting binnen de bebouwde kom, wordt bord B6 niet alleen rechts maar ook links van de rijbaan geplaatst. Op de zijwegen worden de borden B6 (of B7) geplaatst. Een onder een hoek afbuigende voorrang wordt in het algemeen ontraden. Als dat niet te vermijden is, dan wordt bord B1 voorzien van een onderbord met daarop het verloop van de voorrangsweg (onderborden OB711, OB712 of OB713). De toepassing van zelfstandige haaiantanden zonder B-bord op een kruisende weg is beperkt tot enkele situaties zoals fietspaden en parallelwegen indien de aanwezigheid van B-borden verwarring zou kunnen geven.



Figuur 32 Van links naar rechts bord B1 en B3 t/m B7 (RVV 1990)

Figuur 33 geeft een voorbeeld van de afweging die gemaakt kan worden voor het bepalen van de noodzaak en plaats van een voorwaarschuwbord.

B6 wordt altijd geplaatst op het actiepunt (het kruispunt). De vraag is of hier een voorwaarschuwbord noodzakelijk is en zo ja, waar deze dan geplaatst moet worden. De volgende stappen zijn te onderscheiden:

Stap 1	Bepalen van de afgelegde afstand tijdens beslissings- en aanpassingsproces (S3). In het uiterste geval moet bij voorrang verlenen de snelheid gereduceerd worden tot stilstand. Uit de tabel blijkt dat de benodigde afstand voor het beslissings- en aanpassingsproces dan 160 meter bedraagt (beginsnelheid: 80 km/h, reductie: 80 km/h).
Stap 2	Bepalen herkenningsafstand bord B6 (S2). Indien het zicht niet wordt belemmerd door fysieke obstakels (beplanting, bebouwing en dergelijke) wordt het bord op ongeveer 100 meter herkend.
Stap 3	Bepalen plaatsing bord ten opzichte van actiepunt (S1). Deze afstand is het verschil tussen S3 en S2, namelijk: $S1 = S3 - S2 = 60$ meter.

Figuur 33 Voorbeeld van bord B6 op een weg met een ontwerpsnelheid van 80 km/h en bepaling van de noodzaak en plaats van een voorwaarschuwing (CROW, 2015)

Meetbaarheid aanwezigheid bebording

Er bestaat sinds enige jaren een nationaal verkeersborden bestand. Ondanks de beschikbaarheid van dit bestand is het meten van de volledige aanwezigheid van de bebording zeer complex. Vooral het bepalen van de referentie is complex: welke borden zouden op een bepaalde plek aanwezig moeten zijn? Daarvoor dienen veel kruispuntkenmerken bekend te zijn en in onderlinge samenhang gezien te worden. Deels vraagt het bepalen van de noodzaak van plaatsing van borden een lokale inschatting van een expert. Qua meetbaarheid kan het verder een uitdaging zijn om te bepalen welke borden bij welk kruispunt horen als kruispunten dicht bij elkaar liggen, zie bijvoorbeeld Figuur 34.



Figuur 34 Voorbeeld van kort bij elkaar gelegen kruispunten waardoor de wegwijzer voor een groot kruispunt met VRI geplaatst is ter hoogte van een kleiner voorrangskruispunt

Conclusie

Het criterium *Bebording volgens de richtlijnen* is onvoldoende specifiek om deze te kunnen operationaliseren. Het is de vraag om welke van de vele mogelijke RVV-borden het gaat. Het bepalen van welke borden aanwezig zouden moeten zijn is complex en kan in sommige gevallen alleen met een lokale analyse. Het criterium *Bebording volgens de richtlijnen* kan het beste in veiligheidsinspecties beoordeeld worden.

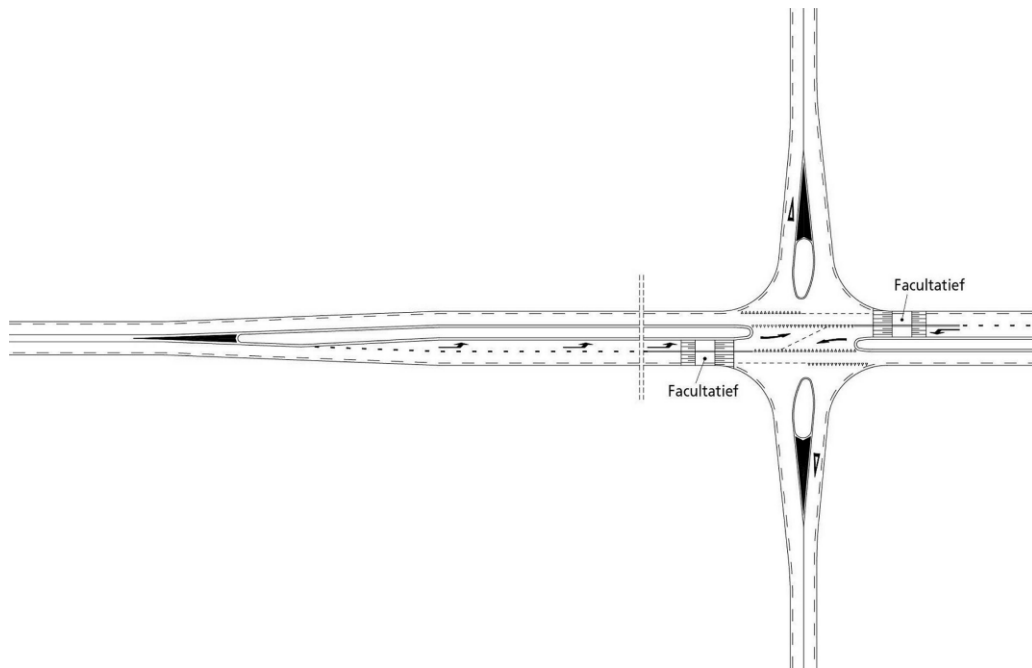
E. Snelheidsbeperkende maatregelen

Voor snelheidsbeperking wordt verwezen naar tabellen per kruispunttype. De invulling daarbij is tweërlei:

- Als de maximumsnelheid op de takken van een kruispunt 50 km/uur of hoger dienen snelheidsremmers aanwezig te zijn. Op de takken van een enkelstrooksrotonde hoeven geen snelheidsbeperkende maatregelen toegepast te worden omdat de rotondevorm zelf de snelheid kan remmen.
- Oversteekvoorzieningen moeten beveiligd zijn met een snelheidsremmer die een veilige snelheid van het kruisende autoverkeer bewerkstelligt.

Definitie snelheidsremmende maatregelen

In CROW richtlijnen zijn diverse maatregelen beschreven als mogelijke snelheidsremmers. Drempels, plateaus en uitritten worden beschouwd als verticale snelheidsremmers, ook wel 'verticale deflectie', zie bijvoorbeeld *Figuur 35*. ASVV noemt daarnaast 'horizontale deflectie', bijvoorbeeld een middengeleider met asverspringing, versmalling, slinger in de weg, bocht of chicane, zie bijvoorbeeld *Figuur 36*. Naast deze fysieke snelheidsremmers kunnen snelheidscamera's als snelheidsbeperkende maatregel worden beschouwd.



Figuur 35 Standaardvoorrangskruispunt met smalle rijbaansplitsing (CROW, 2015)



Figuur 36 Voorbeeld van snelheidsremming met een middengeleider met grote asverspringing

De richtlijnen zijn bruikbaar voor ontwerpers, maar bij een bestaand ontwerp is niet zonder meer duidelijk wanneer wel of niet van snelheidsremmende maatregelen op takken gesproken kan worden. De vraag is tot over welke afstand gekeken zou moeten worden naar de aanwezigheid van snelheidsremmers. Vooral bij horizontale deflectie is niet expliciet gedefinieerd wat nodig is voor snelheidsremmer. De mate van snelheidsremming van de middengeleider met asverspringing in Figuur 36 is bijvoorbeeld afhankelijk van de toegepaste boogstralen en rijbaanversmallingen.

Een belangrijke vraag voor de toepasbaarheid van een risico-indicator, is dat de toepassing van snelheidsremmers bij de meeste kruispunttypen volgens zowel ASVV als HWO *facultatief* is terwijl dit in de definitie veilige kruispunten *vereist* is voor de verkeersveiligheid. De vraag is of wegbeheerders dit gewenst vinden in verband met het perspectief op maatregelen.

Conclusie

Het criterium *Snelheidsbeperkende maatregelen* is onvoldoende expliciet uitgewerkt in richtlijnen om deze te kunnen operationaliseren. Daarnaast is er blijkens de huidige richtlijnen geen overeenstemming onder wegbeheerders over de wenselijkheid van de toepassing bij kruisende wegen met snelheidslimieten van 50 km/uur en hoger. Zoals eerder opgemerkt is dit een conclusie over de mogelijkheden en behoefte aan landelijke dataverzameling en niet over de verwachte bijdrage aan deze maatregel aan de verkeersveiligheid op kruispunten waar sprake is van hoge rijnsnelheden.

F. Niet parkeren binnen ten minste 10 meter van het kruisingsvlak

In de definitie veilige kruispunten is de eis geformuleerd dat niet geparkeerd wordt binnen 10 m vanaf het kruisingsvlak. De 10 m is scherp gedefinieerd maar dat geldt niet voor de term kruisingsvlak, zie Paragraaf 1.3. Het is onduidelijk of het kruisingsvlak slaat op het gebied waar autorijbanen elkaar kruisen, of de oversteekplaatsen van fietsers en voetgangers er ook bij horen en of opstelstroken tot het kruisingsvlak gerekend zouden moeten worden.

Het kenmerk van aanwezigheid van parkeren in de buurt van kruispunten is niet uitgewerkt in CROW richtlijnen. Voor wegvakken is er wel een uitwerking. Op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom is volgens de CROW publicatie Basiskennmerken wegontwerp parkeren niet toegestaan waardoor het logischerwijs ook niet is toegestaan op de GOW-takken van en nabij kruispunten. Voor die takken is dit kruispuntkenmerk redundant. Binnen de bebouwde kom heeft een gebiedsontsluitingsweg geen langsparkeren in het ideaalprofiel maar is het wel toegestaan in het minimale profiel. Doordat het parkeren niet specifiek in relatie tot kruispunten is beschreven, is onbekend hoe wegbeheerders aankijken tegen een eis van parkeren in relatie tot de afstand ten opzichte van een kruispunt.

Volgens de definitie liggen parkeervakken minstens 10 m verwijderd van het kruisingsvlak. In het voorbeeld van Figuur 37 is sprake van langsparkeren en een garage op ca. 30 m voor de oversteekplaats voor voetgangers bij het kruispunt. Deze situatie door parkeren en invoegbewegingen langs een voorsorteervak geeft mogelijk een groter verkeersveiligheidsrisico dan de aanwezigheid van langsparkeren vanaf 5 m vanaf een gelijkwaardig kruispunt van twee rustige erftoegangswegen.



Figuur 37 Voorbeeld van parkeren nabij een kruispunt met verkeerslichten

Conclusie

Het criterium *Niet parkeren binnen ten minste 10 meter van het kruisingsvlak* is onvoldoende expliciet uitgewerkt in richtlijnen. Noch het kruisingsvlak, noch de relatie tussen de aanwezigheid van langsparkeren nabij kruispunten zijn expliciet in CROW richtlijnen uitgewerkt. Wel lijkt dit een belangrijk kenmerk om bij verkeersveiligheidsinspecties binnen de lokale context naar te kijken.

Specifieke kenmerken enkelstrooksrotonde

Deze paragraaf bespreekt de aspecten voor de enkelstrooksrotonde, zie Tabel 2. Voor zover de operationalisatie per kenmerk binnen versus buiten de bebouwde kom verschilt, is dit per kenmerk besproken.

Tabel 2 *Verkeersvoorzieningen op een enkelstrooksrotonde*

Conflicttype	Conflict- of botspartners	
	Motorvoertuigen onderling	Personen- of vrachtauto's versus voetganger, fietser of bromfietser
Convergerend of divergerend	-	<ul style="list-style-type: none"> Voldoende afstand tussen rotondebaan en vrijliggend fietspad en zebrapaden Bij voorkeur geen fietsstrook
Langsconflicten	-	<ul style="list-style-type: none"> tussenberm
Dwarsconflicten	-	<ul style="list-style-type: none"> Oversteekvoorzieningen Bij 70 en 80 km/uur: fietsers moet voorrang verlenen
Frontaal, met afslaan	-	-

Operationalisatie

Figuur 38 toont een standaard rotonde met vrijliggend fietspad volgens ASVV 2021. De kenmerken uit de definitie veilige kruispunten kunnen grotendeels worden beschreven aan de hand deze afbeelding:

- Er is een vrijliggend fietspad aanwezig, ofwel geen fietsstrook of gemengd verkeer.
- Voldoende afstand tussen rotondebaan en vrijliggend fietspad en zebrapaden, afstand L in Figuur 38:
 - 5 m bij fietsers in de voorrang
 - 10 m bij fietsers uit de voorrang

Zoals afgebeeld in Figuur 38 met maatvoering L, is in ontwerprichtlijnen enkel een afstand tussen de rotondebaan en het fietspad beschreven. Het fietspad kan in breedte variëren en er is dan ook geen afstand gedefinieerd tussen de rotondebaan en het zebrapad. Om die reden beperkt de voorliggende operationalisatie zich tot de afstand voor fietspaden. Dit geldt ook voor andere kruispuntvormen.

- Tussenbermen aanwezig:
 - Een tussenberm is in het ASVV gedefinieerd als *Wegberm tussen evenwijdig lopende verkeersbanen, niet beide zijnde hoofdbanen*. Bij enkelstrooksrotondes betreft dit de berm tussen de fietspaden rond de rotonde en het rotondevlak. We gaan er vanuit dat de aanwezigheid van de tussenberm impliciet wordt getoetst door ten behoeve van het voorgaande kenmerk de afstand tussen de rotondebaan en het vrijliggend fietspad te toetsen. Voldoet die afstand, dan mag er vanuit gegaan worden dat er een tussenberm aanwezig is. Ook als de afstand kleiner is dan de norm maar groter dan ca. 1 m, dan mag aangenomen worden dat er een tussenberm aanwezig is. De CROW publicatie Eenheid in rotondes beschrijft dat een aanliggend fietspad met tussenberm van 1 meter te prefereren is boven een fietsstrook.
- Oversteekvoorziening aanwezig.

Uit navraag bij KN SPV, blijkt dat de term 'oversteekvoorziening' is bedoeld zoals in de CROW publicatie Basiskennmerken Kruispunten en Rotondes, namelijk als de aanwezigheid van een oversteekplaats voor fietsers en voetgangers. Dit blijkt bijvoorbeeld uit markeringen zoals een VOP, een blokmarkering bij een fietsoversteekplaats of, indien een middeneiland voor oversteken in twee fasen aanwezig is, de aanwezigheid van een fietspad of

Specifieke kenmerken kruispunt met voorrangregel

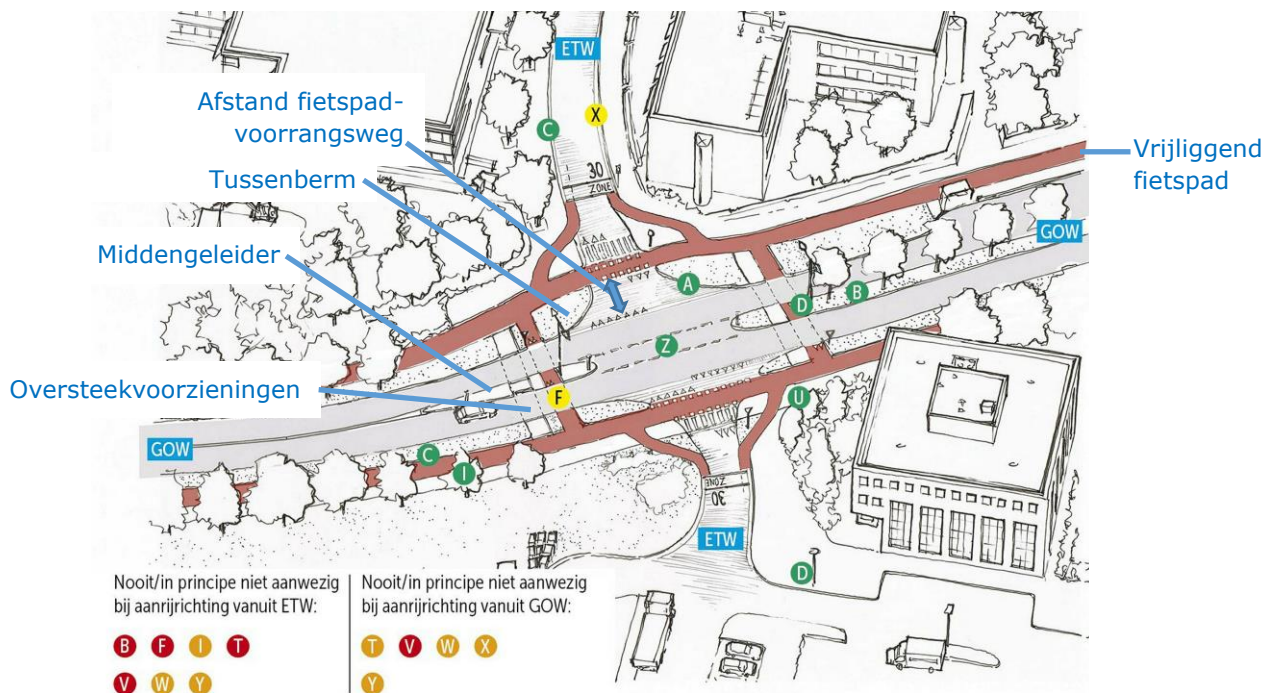
Deze paragraaf bespreekt de aspecten voor voorrangskruispunten, zie Tabel 3. Evenals voor rotonde zijn er voor voorrangskruispunten verschillen tussen richtlijnen binnen en buiten de bebouwde kom. Ook de wegcategorieën en daarmee samenhangend de snelheidsregimes op de afzonderlijke takken van een voorrangskruispunt kunnen een rol spelen bij de inrichting.

Tabel 3 Verkeersvoorzieningen op een kruispunt met voorrangregel

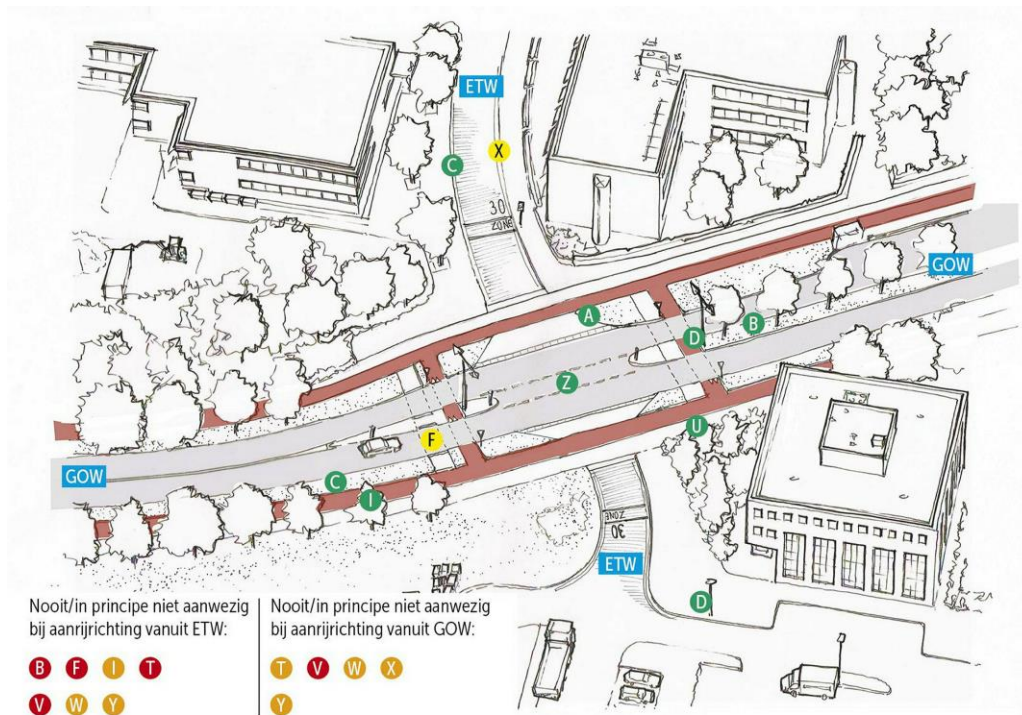
Conflicttype	Conflict- of botspartners	
	Motorvoertuigen onderling	Personen- of vrachtauto's versus voetganger, fietser of bromfietser
Convergerend of divergerend	-	<ul style="list-style-type: none"> • Uitbuigen fietspad bij 50 en 70 km/uur • Uitbuigen bij 80 km/uur
Langsconflicten	-	<ul style="list-style-type: none"> • Tussenberm bij 50, 70 en 80 km/uur
Dwarsconflicten	<ul style="list-style-type: none"> • Middeneiland • Binnen de bebouwde kom op kruispunten van GOW-ETW bij voorkeur een uitritconstructie 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Snelheidsremmer</i> op alle takken 50 km/uur of hoger • Oversteekvoorzieningen (diverse typen)
Frontaal, met afslaan	<ul style="list-style-type: none"> • Middengeleider • Opstelstrook voor linksaf op takken met voorrang 	<ul style="list-style-type: none"> • Snelheidsremmer op alle takken 50 km/uur of hoger

Operationalisatie GOW-ETW voorrangskruispunt

Figuur 39 toont een standaard voorrangskruispunt volgens CROW publicatie Basiskennmerken kruispunten en rotondes waar de voorrang is geregeld met RVV-borden. De ontworpelementen uit de definitie veilige kruispunten zijn gemarkeerd in de afbeelding. Richtlijnen geven aan dat binnen de bebouwde kom de uitritconstructie de voorkeur geniet voor GOW-ETW kruispunten, zie Figuur 40. Zoals aangegeven in de inleiding wordt niet naar voorkeursoplossingen gekeken en laten we deze voorkeur ook buiten beschouwing.



Figuur 39 Voorrangskruispunt binnen de bebouwde kom tussen gebiedsontsluitingsweg en erftoegangsweg, regeling met RVV-borden (CROW, 2015)



Figuur 40 Voorrangskruispunt binnen de bebouwde kom met uitritconstructie (CROW, 2015)

De definitie veilige kruispunten noemt de volgende kenmerken die kunnen worden beschreven aan de hand van de afbeeldingen:

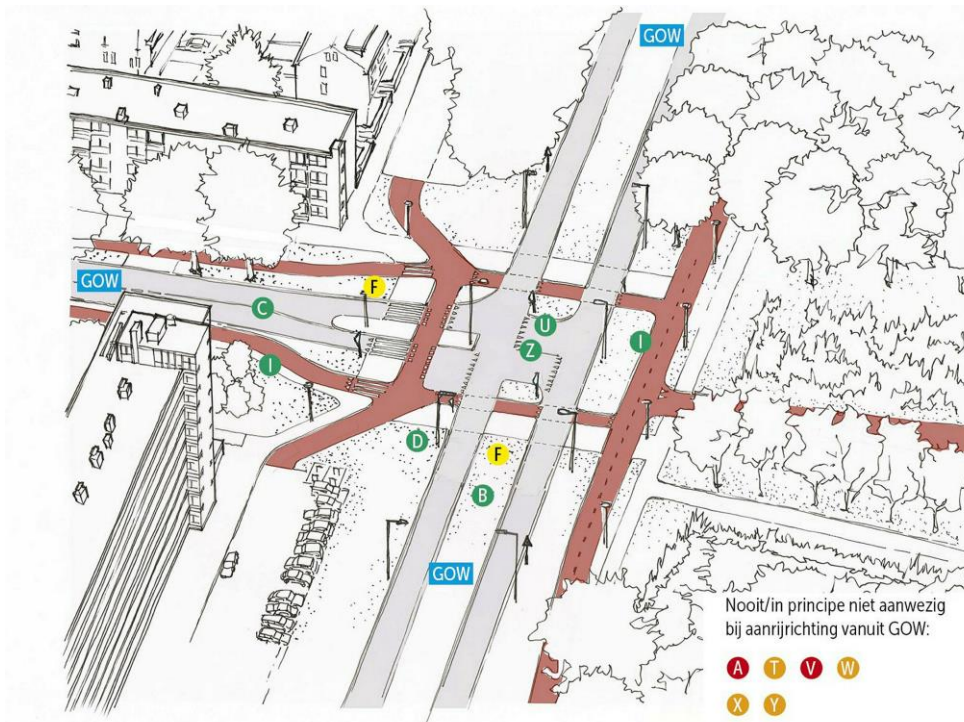
- Er is een vrijliggend fietspad aanwezig langs de voorrangsweg, ofwel geen fietsstrook of gemengd verkeer
- Uitbuigen fietspad, conform ASVV en HWO gedefinieerd als afstand uit de rijbaan:
 - Binnen de bebouwde kom met fiets in de voorrang (50 of 70 km/uur): fietspad op 2-5 meter uit rijbaan (ASVV)
 - Buiten de bebouwde kom met fiets in de voorrang (80 km/uur): fietspad op 5 meter uit rijbaan (HWO)
 - Buiten de bebouwde kom met fiets uit de voorrang (80 km/uur): fietspad op 10-15 meter uit rijbaan (HWO)
- Tussenberm bij 50, 70 en 80 km/uur
Een tussenberm is in het ASVV gedefinieerd als *Wegberm tussen evenwijdig lopende verkeersbanen, niet beide zijnde hoofdbanen*. Bij voorrangskruispunten betreft dit de berm tussen de fietspaden langs de voorrangsweg en de rijbaan van de voorrangsweg. Voldoet die afstand, dan mag er vanuit gegaan worden dat er een tussenberm aanwezig is. Ook als de afstand kleiner is dan de norm, kan worden geconcludeerd dat er een tussenberm aanwezig is.
- Middeneiland/middengeleider aanwezig op de voorrangsweg: is er voor en na het kruispunt op de takken van de voorrangsweg een middeneiland/middengeleider als rijbaansplitsing.
- Oversteekvoorzieningen dwars op de voorrangsweg: de aanwezigheid van een oversteekplaats voor fietsers en voetgangers. De aanwezigheid blijkt bijvoorbeeld uit markeringen zoals een VOP, een blokmarkering bij een fietsoversteekplaats of, indien een middeneiland voor oversteken in twee fasen aanwezig is, de aanwezigheid van een fietspad of voetpad binnen de middengeleider. Noch ASVV, noch HWO geven voor GOW-ETW-voorrangskruispunten aan dat oversteekvoorzieningen in de dwarsrichting over een tak van lagere orde nodig zijn. Volgens HWO dient de rijbaansplitsing op de hoofdweg voldoende breed te zijn zodat het (langzame) verkeer vanaf

de zijweg de mogelijkheid heeft de hoofdweg in twee etappes over te steken (via gebied z in Figuur 39). Volgens de Discussienotitie Fietsoversteken uit de voorrang en het onderzoek dat daarvoor door Goudappel is verricht, is het bij veel voorrangskruispunten beter om fietsers over het kruispunt te geleiden zonder eigen oversteekvoorziening in een middengeleider.⁹ Een middengeleider buiten de logische route wordt volgens hun observaties weinig gebruikt. Auditoren bevestigen dit beeld. De aanwezigheid van oversteekvoorzieningen op voorrangskruispunten lijkt meer geschikt om locatiespecifiek in een veiligheidsinspectie te beoordelen.

- Opstelstrook voor linksaf op takken met voorrang:
 - Binnen de bebouwde kom (50 of 70 km/uur) is deze voorziening facultatief in Basiskenmerken Kruispunten en Rotondes. Volgens ASVV is de toepassing afhankelijk van de intensiteit van links afslaand verkeer.
 - Buiten de bebouwde kom (80 km/uur): Op de hoofdweg moeten er altijd linksafvakken zijn (HWO).

Operationalisatie GOW-GOW voorrangskruispunt

Hieronder komt het GOW-GOW voorrangskruispunt aan bod, zie Figuur 41. Volgens ASVV wordt voor GOW-GOW-kruispunten bij voorkeur een rotonde of VRI als kruispuntvorm gekozen. Vermoedelijk komen GOW-GOW-voorrangskruispunten niet zo vaak meer voor. Deze kruispuntvorm is dan ook minder ver uitgewerkt in ontwerprichtlijnen. Voor de beoordeling kan grotendeels hetzelfde stramien aangehouden worden als voor een GOW-ETW-voorrangskruispunt met als verschil dat alle takken beoordeeld worden als hoofdweg, bijvoorbeeld met middengeleiders op alle takken. Uitgaande van Figuur 41, kan worden gesteld dat op een GOW-GOW voorrangskruispunt wel oversteekvoorzieningen aanwezig dienen te zijn. Net als bij de enkelstrooksrotonde, kan als operationalisatie worden gekozen voor zowel markeringen op de oversteekplaatsen als de aanwezigheid van een ruimte voor fietsers in de middengeleider van alle takken.



Figuur 41 Voorrangskruispunt van twee gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom tussen (CROW, 2015)

⁹ Fietsberaad, 2019: [Rapportage \(fietsberaad.nl\)](https://rapportage.fietsberaad.nl)

Specifieke kenmerken kruispunt met verkeerslichten

Deze bijlage beschrijft de specifieke kenmerken voor kruispunten met een verkeersregel installatie (VRI), zoals beschreven in de definitie veilige kruispunten, zie Tabel 4.

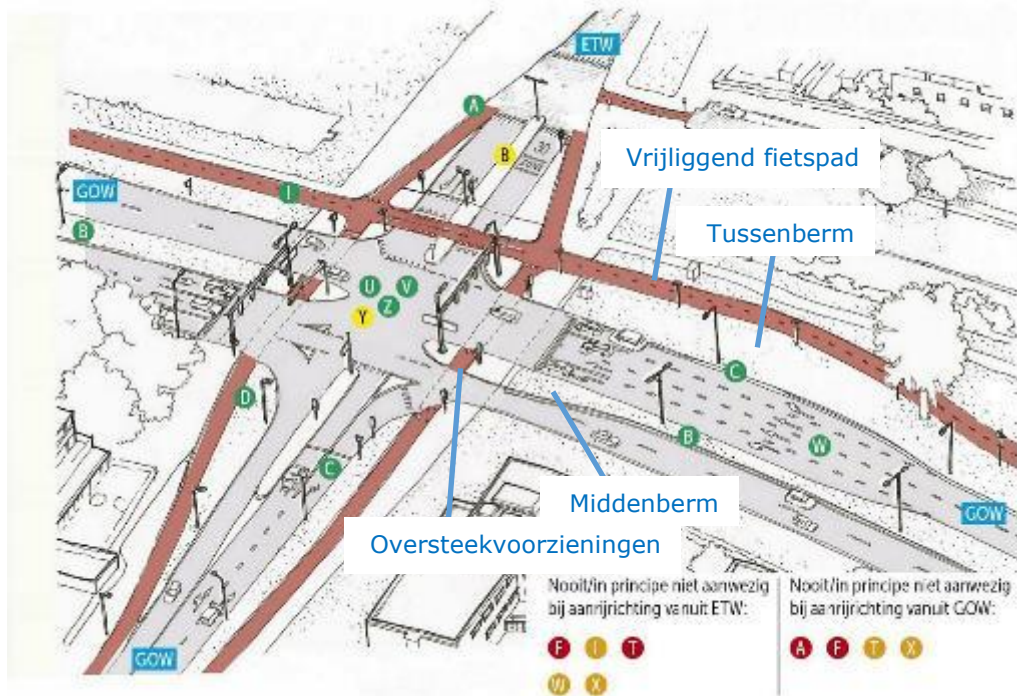
Tabel 4 Verkeersvoorzieningen op een kruispunt met VRI

Conflicttype	Conflict- of botspartners	
	Motorvoertuigen onderling	Personen- of vrachtauto's versus voetganger, fietser of bromfietser
Convergerend of divergerend	-	<ul style="list-style-type: none"> • Uitbuigen fietspad bij 50 en 70 km/uur; • Uitbuigen bij 80 km/uur • Bij fietsstrook en 50: OFOS • Conflictvrije regeling voor afslaande motorvoertuigen en rechtdoor gaande fietsers
Langsconflicten	<ul style="list-style-type: none"> • Zichtbaarheid verkeerslichten optimaliseren • Snelheid op takken reduceren 	<ul style="list-style-type: none"> • Tussenberm bij 50, 70 en 80 km/uur
Dwarsconflicten	<ul style="list-style-type: none"> • Middeneiland • Snelheidsremmers bij 70 en 80 km/uur 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Snelheidsremmer</i> op alle takken 50 km/uur of hoger • Oversteekvoorzieningen (diverse typen)
Frontaal, met afslaan	<ul style="list-style-type: none"> • Middengeleider • Opstelstrook voor linksaf 	<ul style="list-style-type: none"> • Snelheidsremmer op alle takken 50 km/uur of hoger
Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> • Geen deelconflicten in de regelinstallatie toelaten 	<ul style="list-style-type: none"> • Groenfase fiets op alle richtingen bij 50 km/uur (conflictvrij voor fietser)

Op een kruispunt met VRI wordt de voorrang geregeld door verkeerslichten. Wanneer de verkeerslichten buiten werking zijn, gelden de verkeersborden en verkeerstekens. Omdat een VRI-regeling kan uitvallen, moet het kruispunt ook veilig kunnen functioneren als voorrangskruispunt, wat in praktijk betekent dat het kruispunt ook voorzien moet zijn van voorrangsbekleding. Een VRI-geregeld kruispunt wordt toegepast als de intensiteiten op conflicterende richtingen zodanig hoog zijn dat wachttijden te lang worden voor de ondergeschikte richtingen, met wachtrijvorming en bijkomende veiligheidsrisico's tot gevolg. In uitzonderlijke gevallen wordt voor een VRI-regeling gekozen uit veiligheidsoverwegingen. Een kruispunt met VRI kent een groter ruimtebeslag als gevolg van de (meestal) hogere intensiteiten en de noodzaak van een meerdere opstelvakken voor verschillende rijrichtingen.

Operationalisatie GOW-ETW kruispunt met VRI

We gaan eerst in op GOW-ETW kruispunten. *Figuur 42* toont een standaard kruispunt met VRI volgens de CROW publicatie Basiskenmerken kruispunten en rotondes.



Figuur 42 Kruispunt met VRI binnen de bebouwde kom tussen gebiedsontsluitingsweg en erftoegangswegen (CROW, 2015)

De definitie veilige kruispunten noemt de volgende kenmerken die kunnen worden beschreven aan de hand van de afbeeldingen:

- Zichtbaarheid verkeerslichten optimaliseren.
De formulering 'optimaliseren' duidt op een gebrek aan scherpte van een mogelijke operationalisatie. Ook normen en richtlijnen geven geen bruikbare basis voor grootschalige dataverzameling. Zichtbaarheid is afhankelijk van de optische eigenschappen van verkeerslichten, waaronder de diameter van het licht, de lichtintensiteit, de spreiding van het licht, aanwezigheid van achtergrondschilden, etc. Hiervoor dienen verkeerslichten te voldoen aan de Europese norm NEN-EN 12368 Verkeersregelininstallaties – Verkeerslantaarns. Daarnaast zijn er locatie-specifieke aspecten voor wat betreft de locatie en manier van aanbrengen. Bij (ondergeschikte) takken volstaat een (enkele) VRI-mast in de zij- en/of middenberm. Bij takken met meerdere opstelvakken (per rijrichting) worden veelal zweepmasten of portalen ingezet. De richtlijnen schrijven standaard maten (afstand) voor, voor de positie van de VRI ten opzichte van de stopstreep, maar deze variëren. Daarnaast is zichtbelemmering van de verkeerslichten relevant. Deze wordt bepaald door omgevingsfactoren, zoals vervuiling van de lens, bomen en aankleding. De locatie-specifieke zichtbaarheid van verkeerslichten is daarmee meer geschikt om op locatie te beoordelen, bijvoorbeeld bij een veiligheidsinspectie.
- Uitbuigen fietspad, conform HWO gedefinieerd als afstand uit de rijbaan. Deze zou gedefinieerd kunnen worden zoals is gedaan voor voorrangskruispunten. Echter, op kruispunten met VRI en voorsorteervakken om rechtsaf te slaan, is het minder evident hoe deze afstand gemeten dient te worden. Voor deze kruispunten ontbreekt een expliciete uitwerking. *Figuur 43* illustreert twee zeer verschillende uitwerkingen. De uitbuiging zou ca. 2 m kunnen zijn als uitgegaan wordt van de tussenberm tussen het rechtsaf vak vanaf de

voorrangsweg en het fietspad. Als uitgegaan wordt van verkeer dat vanuit de zijweg de voorrangsweg oprijdt, dan zou in hun rijrichting een uitbuiging van ca. 7 meter tussen oversteekplaats en voorrangsweg gemeten kunnen worden. Het is onduidelijk hoe dit kenmerk eenduidig geoperationaliseerd zou kunnen worden voor kruispunten met verkeerslichten.

- Op alle takken van het kruispunt zijn fietsvoorzieningen aanwezig:
 - Vrijliggende fietspaden bij 50, 70 en 80 km/uur: dit is geen kenmerk in de definitie maar volgt impliciet uit andere kenmerken.
 - Fietsstroken en een opgeblazen fietsopstelstrook (OFOS). Gezien het voorgaande punt is de aanwezigheid van een OFOS een compenserende maatregel voor een niet ideaal ingericht kruispunt. ASVV stelt dat een OFOS *kan* worden ingezet op de tak van een kruispunt met VRI met fietsstroken indien deze maximaal twee opstelstroken heeft. Een OFOS kan worden ingezet op kleinere kruispunten op een ondergeschikte tak met veel links afslaan fietsers en relatief weinig autoverkeer. In praktijk wordt het relatief weinig ingezet, en als het wordt ingezet is dat bij te weinig fysieke of regeltechnische ruimte voor een vrijliggende fietsoversteek (ontwerpwijzer fietsverkeer). Bij inspectie is dit in de kruispuntcontext te beoordelen.
- Tussenberm bij 50, 70 en 80 km/uur
Een tussenberm is in het ASVV gedefinieerd als *Wegberm tussen evenwijdig lopende verkeersbanen, niet beide zijnde hoofdbanen*. Bij kruispunten betreft dit de berm tussen het fietspad en de rijbaan. De aanwezigheid kan op de takken kort voor het kruispunt worden beoordeeld.
- Middeneiland/middengeleider aanwezig op een GOW wegtype I (2x2 rijstroken). Bij een wegtype II (1x2 rijstroken) moet de middenberm als rijrichtingscheiding ontraden worden.
- Oversteekvoorzieningen dwars op de weg. De aanwezigheid blijkt bijvoorbeeld uit markeringen zoals een VOP, een blokmarkering bij een fietsoversteekplaats of, indien een middeneiland voor oversteken in twee fasen aanwezig is, de aanwezigheid van een fietspad of voetpad binnen de middengeleider.
 - Binnen de bebouwde kom: de aanwezigheid van een oversteekplaats voor fietsers en voetgangers (bij 50 km/uur). De aanwezigheid blijkt uit markeringen zoals een VOP, een blokmarkering bij een fietsoversteekplaats of, indien een middeneiland voor oversteken in twee fasen aanwezig is, de aanwezigheid van een fietspad of voetpad binnen de middengeleider. Dit betekent dat meerdere opties meegenomen en gemeten moeten worden.
 - Buiten de bebouwde kom: De HWO (80 km/uur) en Basiskenmerken kruispunten en rotondes geven voor GOW-ETW-kruispunten met VRI aan dat oversteekvoorzieningen in de dwarsrichting nodig zijn voor fietsers. Voor voetgangers zijn geen oversteekvoorzieningen nodig, behoudens bij ov-haltes. Volgens HWO dient de rijbaansplitsing op de hoofdweg (GOW) minimaal 3,00 breed moet zijn zodat het (langzame) verkeer vanaf de zijweg de mogelijkheid heeft de hoofdweg in twee etappes veilig over te steken (Figuur 42).

Bij de operationalisatie dient wel in ogenschouw genomen te worden of op de betreffende takken fietsverkeer is toegestaan en of dit een verbinding in het netwerk voor voetgangers en fietsers vormt. Zo niet, dan is ook geen oversteekvoorziening nodig. De beoordeling zal daarmee altijd ook een locatie-specifieke component hebben.

- Opstelstrook voor linksaf op takken met voorrang
Volgens de CROW publicatie Basiskenmerken Kruispunten en rotondes kunnen afhankelijk van de intensiteiten op de kruisende wegen een of meer voorsorteervakken (voor rechtsaf of linksaf) noodzakelijk blijken. De keuze is situatie-afhankelijk. Richtlijnen geven niet aan dat een opstelstrook voor linksaf voor ieder kruispunt wenselijk is.

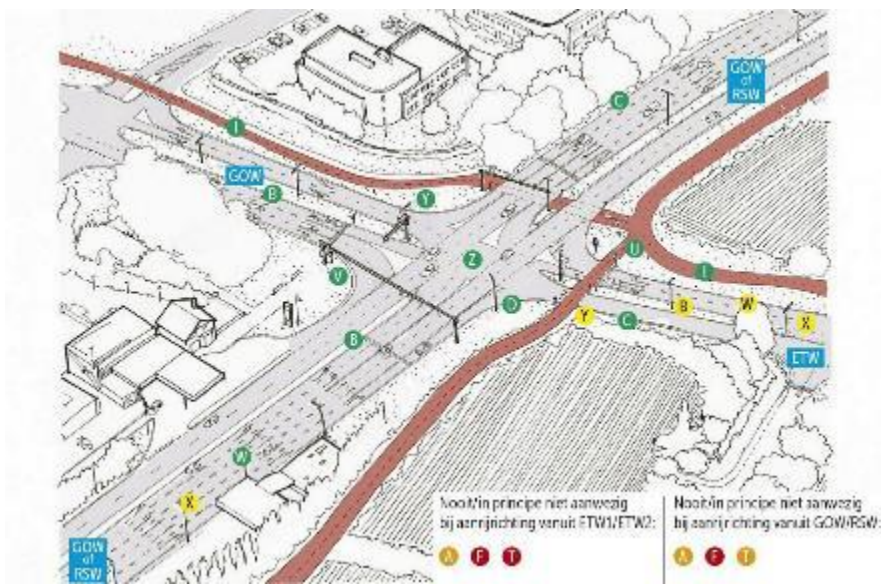
- Geen deelconflicten in de regeling. Daarbij geldt ook dat er een groenfase voor de fiets op alle richtingen dient te zijn bij 50 km/uur (conflictvrij voor de fietser).



Figuur 43 Voorbeeld ETW-GOW kruispunt met VRI met twee zeer verschillende mogelijke maatvoeringen voor de mate van uitbuiging: rechter pijl op basis van de tussenberm voor verkeer dat de voorrangweg verlaat, linker pijl op basis van verkeer vanuit de zijweg

Operationalisatie GOW-GOW kruispunt met VRI

Hieronder komt het GOW-GOW voorrangskruispunt met VRI aan bod, zie *Figuur 44*. Voor de beoordeling kan grotendeels hetzelfde stramien aangehouden worden als voor een GOW-ETW-VRI-kruispunt met als verschil dat alle takken beoordeeld worden als hoofdweg, bijvoorbeeld met middengeleiders op alle takken. Uitgaande van de CROW publicatie Basiskennmerken Kruispunten en rotondes kan worden gesteld dat op een GOW-GOW kruispunt buiten de bebouwde kom geen oversteekvoorzieningen voor voetgangers aanwezig dienen te zijn, vanwege de grote ruimtelijke spreiding van de bebouwing. Alleen in de bebouwde kommen, bij bushaltes en dergelijke kan het voorkomen dat voetgangers regelmatig op een bepaalde plaats willen oversteken. Dit duidt op de locatie-afhankelijk van een oversteekvoorziening voor voetgangers.



Figuur 44 Kruispunt met VRI buiten de bebouwde kom tussen twee gebiedsontsluitingswegen (CROW, 2015)

Wat bij GOW-GOW kruispunten met VRI in nog sterkere mate geldt dan bij GOW-ETW-VRI-kruispunten is dat aansluitbogen vaak groter zijn waardoor ook de afstand tussen fietspad en rijbaan groter wordt, zie *Figuur 45*. Net als voor ETW-GOW kruispunten met VRI is onduidelijk hoe het kenmerk uitbuiging van het fietspad gemeten zou moeten worden. Voor deze kruispunten is nog minder duidelijk welke waarde wenselijk is. Het lijkt erop dat dit in nog sterkere mate locatie-specifiek beoordeeld zou moeten worden.



Figuur 45 Kruispunt met VRI buiten de bebouwde kom tussen twee gebiedsontsluitingswegen: ruime aansluitbogen met navenant grote ruimte tussen fietspad en rijbaan

Specifieke kenmerken gelijkwaardig kruispunt

Deze paragraaf bespreekt de aspecten die de definitie veilige kruispunten noemt voor gelijkwaardig kruispunt, zie Tabel 5. Dit betreft ETW-ETW kruispunten binnen en buiten de bebouwde kom. Voor binnen de bebouwde kom geeft de definitie geen kenmerken (immers, snelheid is bij ETW binnen de bebouwde kom 30 km/uur). Voor buiten de bebouwde kom gaat het in beginsel om twee kruisende 60 km/uur wegen. De definitie stelt dat snelheidsremmers op alle takken vereist zijn als de maximumsnelheid hoger is dan 50 km/uur, wat het geval is bij gelijkwaardige kruispunten buiten de bebouwde kom. Voor gelijkwaardige kruispunten adviseren de ontwerprichtlijnen een kruispuntplateau of verkleining van het kruisingsvlak.

Tabel 5. Verkeersvoorzieningen op een kruispunt met voorrang van rechts

Conflicttype	Conflict- of botspartners	
	Motorvoertuigen onderling	Personen- of vrachtauto's versus voetganger, fietser of bromfietser
Convergerend of divergerend	-	-
Langsconflicten	-	-
Dwarsconflicten	<ul style="list-style-type: none"> Snelheidsremmer bij snelheden > 50km/uur 	<ul style="list-style-type: none"> Snelheidsremmer bij snelheden > 50km/uur
Frontaal, met afslaan	<ul style="list-style-type: none"> Snelheidsremmer bij snelheden > 50km/uur 	<ul style="list-style-type: none"> Snelheidsremmer bij snelheden > 50km/uur

In afwijking van de definitie veilige kruispunten stelt de CROW publicatie Basiskennmerken Kruispunten en Rotondes, dat snelheidsremmende maatregelen op gelijkwaardige kruispunten *bij voorkeur* genomen worden. De vraag is in hoeverre deze maatregelen noodzakelijk zijn op kruispunten van twee erftoegangswegen van type 2 (zowel binnen als buiten de bebouwde kom) waar met andere wegkenmerken al een lagere snelheid is afgedwongen op de takken van het kruispunt.