

# Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten

R-2017-21





## **Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten**

Methodologische verdieping en verdere verkenning van de kwantificering van risicofactoren zoals roodlichtnegatie

R-2017-21

Dr. L.T. Aarts, B. Loenis, MSc, H. Korving, MSc & C. Guiking, MSc

Den Haag, 2017

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2017-21
Titel:	Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten
Ondertitel:	Methodologische verdieping en verdere verkenning van de kwantificering van risicofactoren zoals roodlichtnegatie
Auteur(s):	Dr. L.T. Aarts, B. Loenis, MSc, H. Korving, MSc & C. Guiking, MSc
Projectleider:	Dr. L.T. Aarts
Projectnummer SWOV:	S17.08a
Trefwoord(en):	Risk; risk assessment; urban area; cross roads; red light; negligence; traffic signal; traffic control; information documentation; database; road network; behaviour; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	Risicofactoren – als indicator van verkeersonveiligheid – kunnen gebruikt worden voor de ontwikkeling van proactief, 'risicogestuurd' beleid. In eerder SWOV-onderzoek is de risicofactor 'roodlichtnegatie' gekwantificeerd. In dit vervolg is nader onderzoek gedaan naar de kwantificering van risicofactoren op 50km/uur-kruispunten die zijn geregeld met verkeerslichten. Dit rapport doet daarvan verslag.
Aantal pagina's:	52 + 17
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2017

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

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid  
Postbus 93113  
2509 AC Den Haag  
Telefoon 070 317 33 33  
Telefax 070 320 12 61  
E-mail [info@swov.nl](mailto:info@swov.nl)  
Internet [www.swov.nl](http://www.swov.nl)

# Samenvatting

In 2016 deed SWOV onderzoek naar risicofactoren in het verkeer, ook wel bekend als *Safety Performance Indicators* (SPI's) die als indicatie voor verkeersonveiligheid kunnen dienen. Beleidsmakers kunnen deze risicofactoren gebruiken voor de ontwikkeling van proactief, 'risicogestuurd' beleid. Risicofactoren kunnen worden onderscheiden in gedragskenmerken – zoals afleiding, vermoeidheid en roodlichtnegatie – en kenmerken die betrekking hebben op de inrichting van het verkeerssysteem zoals een veilige afstemming tussen weginrichting en snelheidslimiet.

In een van de onderzoeken uit 2016 over risicofactoren (Aarts et al., 2016) gingen we op zoek naar factoren die mogelijk een rol spelen bij het ontstaan van ongevallen op kruispunten op 50km/uur-wegen. We deden dat op basis van gegevens over dodelijke ongevallen in 2012, informatie uit registratiesets van de politie. We keken daarbij in welke mate bepaalde vooraf gedefinieerde gevaarlijke gedragingen mogelijk of zeker een rol speelde bij dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten. Daarna werd één van deze risicofactoren nader gekwantificeerd: roodlichtnegatie. Dit gebeurde door te kijken of er in de onderzochte dodelijke ongevallen sprake was van roodlichtnegatie en door in straatmetingen te kijken naar gevallen van roodlichtnegatie zonder dat er ongevallen gebeurden.

In aansluiting op de studie uit 2016 heeft SWOV in 2017 vervolgonderzoek gedaan naar de kwantificering van risicofactoren, en dan – vanwege de focus op roodlichtnegatie – specifiek op 50km/uur-kruispunten die zijn geregeld met verkeerslichten (een verkeersregelinstallatie, kortweg: VRI). Bij dit vervolgonderzoek staan de volgende vragen centraal:

1. Welke aanvullende of alternatieve gegevensbronnen zijn te gebruiken om risicofactoren te kwantificeren en tot welke (eerste) inzichten leidt het gebruik van deze bronnen?
2. Hoe betrouwbaar en generaliseerbaar zijn de bevindingen uit het eerdere onderzoek (bijvoorbeeld in termen van tijd, locaties, beoordelaars)?
3. Welke aanbevelingen zijn er te formuleren op basis van de bevindingen uit de voorgaande twee vragen voor verder onderzoek naar risicofactoren?

## Databronnen en methoden

Om risicofactoren te kwantificeren, hebben experts van SWOV deze in zowel 2016 als 2017 onafhankelijk van elkaar beoordeeld en gescoord. Daarbij is ook gekeken naar kwaliteitsaspecten van de infrastructuur. Voor dit vervolgonderzoek is hiervoor – net als in het onderzoek in 2016 – gebruikgemaakt van registratiesets van de politie en informatie uit BRON (de officiële politieregistratie van ongevallen) van ongevallen uit 2012. De registratiesets, waarin de politie vastlegt wat er is gebeurd en welke getuigen zijn gesproken, zijn met een nieuw beoordelingsteam geanalyseerd. Naast de ongevallen uit 2012, zijn ongevallen uit 2010 en 2011 geanalyseerd. Daarnaast is gebruikgemaakt van informatie uit nieuwe bronnen dan bij het onderzoek in 2016. Daarbij gaat het om rechtbankverslagen, sociale media (zoals Facebook), openbare media (zoals online nieuwsberichten) en andere openbare bronnen (zoals beleidsrapportages en dieptestudies).

Net als in 2016 zijn de kenmerken van de infrastructuur beoordeeld met drie methoden:

- VSGS, het instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten (om de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet op het wegvak vóór het kruispunt te beoordelen);
- de PIARC-overgangsscore (om te beoordelen in hoeverre weggebruikers bij nadering van het kruispunt informatie uit het wegbeeld krijgen over de naderende overgang);
- de complexiteitsscore (om te beoordelen hoeveel informatie weggebruikers op het kruispunt zelf te verwerken hebben).

Ten opzichte van 2016 hebben we de instrumenten verder aangescherpt. Daarnaast hebben we nu ook de locaties van dodelijke ongevallen in 2011 beoordeeld (in 2016 was dat alleen 2012) en de subjectieve onderdelen van de beoordelingsinstrumenten zijn nu door twee personen beoordeeld (in 2016 was dat één persoon).

## Samenvatting van de bevindingen

De tabel hieronder laat per informatiebron zien hoe bruikbaar deze is om risicofactoren te kwantificeren:

Informatiebron	Bruikbaarheid	
	Aantallen	Inhoud
BRON	Bruikbaar, maar een aantal ongevallen ontbreken	Bruikbaar voor de beter constateerbare en vooral juridisch relevante gedragingen, zoals roodlichtnegatie, al zijn niet alle relevante ongevallen goed gecodeerd; minder bruikbaar voor onderzoek naar risicofactoren zoals afleiding en vermoeidheid.
Registratiesets	Bruikbaar, maar een aantal ongevallen ontbreken	Bruikbaar voor de beter constateerbare gedragingen, zoals roodlichtnegatie, met de mogelijkheid om de zekerheid van factoren via andere bronnen te checken; minder bruikbaar voor minder goed constateerbare gedragingen zoals afleiding en vermoeidheid.
Rechtbankverslagen	Zeer kleine aantallen	Geven meer zekerheid over de rol van een risicofactor bij een ongeval. Hiervoor moet wel een gerechtelijke aanleiding zijn en derhalve lenen rechtbankverslagen zich vooral voor de risicofactoren die met regelovertreding in verband kunnen worden gebracht in combinatie met dodelijk of ernstig letsel.
Sociale media	Zeer kleine aantallen	Vanwege te kleine aantallen (één casus) zijn hier op basis van dit onderzoek geen goede uitspraken over te doen.
Openbare media	Kleine aantallen	Geven in enkele gevallen aanvullende informatie van met name locatie, onder andere op basis van getuigenverklaringen en beeldmateriaal.
Overige openbare bronnen	Zeer kleine aantallen	Geven sporadisch aanvullende informatie.
Dieptestudies	Kleine aantallen; voor dodelijke ongevallen zeer kleine aantallen	Bieden inhoudelijk meer zicht op specifieke locatiekenmerken en inhoudelijke bijzonderheden. Deze methode is in principe een van de meest geschikte om minder goed constateerbare risicofactoren, zoals afleiding en vermoeidheid, te bepalen. Deze blijken echter ook met deze methode lastig vast te stellen.

De beoordeling van gedragsgerelateerde risicofactoren blijkt zowel tussen jaren (2010-2011-2012) als tussen verschillende beoordelingsteams (uit

2016 en 2017) behoorlijk consistent. Dit geldt echter (nog) niet voor de beoordeling van infrastructurele kenmerken.

#### *Verdere kwantificering van roodlichtnegatie*

Om roodlichtnegatie als risicofactor verder te kwantificeren, zijn registratiesets beoordeeld van 61 dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI. Daaruit blijkt dat in 41% tot 67% van de ongevallen roodlichtnegatie zeker of mogelijk een rol had gespeeld. Deze bevindingen komen sterk overeen met die van het SWOV-onderzoek uit 2016 (44% tot 66%). Daaruit kunnen we concluderen dat ook de kwantificering van het relatieve risico van roodlichtnegatie in de buurt blijft van het vorige onderzoek: in 2016 vonden we dat roodlichtnegatie op 50 km/uur-kruispunten met een VRI, leidt tot een relatief risico dat 10 tot 15 keer hoger ligt dan roodlicht-acceptatie; in het vervolgonderzoek van 2017 vinden we een relatief risico tussen 9 en 17. Omdat een combinatie van de gebruikte bronnen eerder duidt op een onderschatting dan een overschatting, concluderen we dat het relatieve risico van roodlichtnegatie rond de 14 ligt.

#### *Betekenis voor andere gedragingen*

Roodlichtnegatie is waarneembaar en ook objectiveerbaar. De aanpak die is gebruikt om roodlichtnegatie te kwantificeren, is daarom naar verwachting ook bruikbaar voor andere goed waarneembare en objectiveerbare gedragingen zoals rijden onder invloed, te hoge snelheid en het gebruik van voertuigverlichting. Toch moet daarbij met enige voorzichtigheid te werk worden gegaan. Zo bleek de overeenstemming tussen beoordelaars in veel gevallen maar net voldoende. Het verdient daarom aanbeveling om gebruik te maken van aanvullende objectieve bronnen, zoals informatie uit processen-verbaal en rechtbankverslagen.

Voor minder gemakkelijk objectiveerbare gedragingen, zoals afleiding en vermoeidheid, blijft het lastig om de prevalentie en het risico goed te kunnen vaststellen. Het is daarom aan te bevelen om hier meer onderzoek naar te doen. Bij het registreren en analyseren van ongevallen zou standaard naar deze gedragingen gekeken kunnen worden. Uit dieptestudies weten we evenwel dat het ook dan niet gemakkelijk zal zijn om met zekerheid te achterhalen of dergelijke factoren een rol hebben gespeeld of niet. Mogelijk kan dit duidelijker worden door deze risicofactoren verder te operationaliseren en door het mogelijk te maken om niet alleen zekere factoren te rapporteren, maar ook vermoedens van factoren die mogelijk een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van een ongeval. Als alle dodelijke ongevallen op deze manier met dieptestudies geanalyseerd zouden worden, kan mogelijk beter inzicht ontstaan in de vermoedelijke prevalentie van dergelijke risicogedragingen.

#### *Beoordeling van de infrastructuur*

Bij de beoordeling van – vooral subjectief beoordeelde – infrastructurele kenmerken bleek dat er nog onvoldoende overeenstemming tussen de beoordelaars was. Mogelijk kan dat worden verbeterd door hiervoor meerdere, goed geïnstrueerde beoordelaars in te zetten. Daarnaast doen we aanbevelingen om de interpretatie van de scores te verbeteren door nauwkeuriger vast te stellen aan de hand van welke indicatoren een score wordt gegeven en vanaf welke locatie voor of op het kruispunt deze scores relevant worden. We doen ook aanbevelingen voor aanvullende beoordelingsmethoden, die vooral inzicht moeten geven in inrichtingskenmerken die relevant zijn voor langzaam verkeer.

*Wat betekent dit voor verder onderzoek?*

De bevindingen en aanbevelingen uit deze studie kunnen bijdragen aan verder onderzoek naar en kennis over (de kwantificering van) risicofactoren. Met name over risicofactoren binnen de bebouwde kom is – mede door de complexere verkeerssituaties en vele verschillende soorten weggebruikers – nog relatief veel onbekend.



# Summary

## **Risk factors at 50 km/h intersections with traffic lights; Methodological follow-up and further exploration of the quantification of risk factors such as red light running**

In 2016, SWOV investigated risk factors in traffic. These risk factors are also known as *Safety Performance Indicators* (SPIs) and are an indication of hazards in road traffic. Policy makers can use these risk factors for the development of proactive, 'risk-based' policy. Risk factors can be differentiated in behaviour in traffic – such as distraction, fatigue and red light running – and design characteristics of the road traffic system, such as compatibility between the speed limit and the road design.

In one of the 2016 studies on risk factors (Aarts et al., 2016) we set out to identify the factors that may play a role in causing crashes at intersections on municipal 50 km/h roads. As a basis we used information on fatal crashes in 2012 from registration sets of the police. We investigated to what extent certain predefined dangerous behaviours had possibly or certainly played a role in causing or increasing the severity of these fatal crashes. Next, one of these risk factors was further quantified: red light running. This was done by investigating whether red light running had occurred in the fatal crashes that were studied and by looking at cases of red light running without crashes occurring by carrying out street measurements.

As a follow-up to the 2016 study, SWOV in 2017 also studied the quantification of risk factors, and did this – because of its focus on red light running – specifically at 50 km/h intersections that are regulated with traffic lights. This follow-up study set out to answer the following research questions:

1. What additional or alternative data sources can be used to quantify risk factors and what (initial) insights can be obtained by using these sources?
2. How reliable and generalizable are the findings from the previous research (for example, in terms of time, locations, assessors)?
3. Which recommendations for further research into risk factors can be formulated on the basis of the findings from the previous two questions?

## **Data sources and methods**

In both 2016 and 2017, SWOV-experts have assessed and scored behavioural risk factors independently from each other. Quality aspects of the infrastructure involved were also taken into account. As in the 2016 research, registration sets of police and information from BRON (the official police registration of crashes) of crashes in 2012 were used for this follow-up research. The registration sets, in which the police report what happened and which witnesses were interviewed, were analysed by a new evaluation team. In addition to the crashes in 2012, crashes in 2010 and 2011 were analysed. Furthermore, information was used from other, new sources than in the investigation in 2016. These include court records, social media (like Facebook), public media (such as online news messages) and other public sources (such as policy reports and in-depth studies).

As in 2016, three methods were used to assess the characteristics of the infrastructure:

- SaCredSpeed, an instrument for an assessment of safe speeds and credible speed limits (to assess the credibility of the speed limit on the road section before the intersection where the crash occurred);
- the PIARC transition score (to assess the extent to which road users get information from the road layout about the crossing ahead when they approach an intersection);
- the complexity score (to assess how much information road users have to process at the intersection itself).

Compared to 2016, we have made the instruments more accurate. In addition, we have now also assessed the locations of fatal crashes in 2011 (in 2016 we only assessed locations of crashes in 2012) and the subjective components of the assessment tools have now been rated by two people (in 2016 this was done by one person).

## Summary of the findings

The table below indicates the extent to which each information source is useful for quantifying risk factors:

Information source	Usefulness	
	Numbers	Content
BRON	Useful, but a number of crashes is missing	Useful for the behaviours that can more easily be observed and, above all, are legally relevant, such as red light running. However, not all relevant crashes are coded correctly; BRON is less useful for investigation of risk factors such as distraction and fatigue.
Registration sets	Useful, but a number of crashes is missing	Useful for the behaviours that can more easily be observed, such as red light running, with the possibility to verify the factors via other sources. Registration sets are less useful for behaviours that cannot be observed easily such as distraction and fatigue.
Court records	Very small numbers	Give more certainty about the role of a risk factor in a crash. Judicial necessity is required and therefore, court records are especially useful for the risk factors associated with violation of the rules that have resulted in serious injury or fatal outcomes.
Social media	Very small numbers	Due to limited numbers (only one case) no reliable statements can be made based on the present study.
Public media	Small numbers	In some cases, these sources provide additional information, especially about the location, e.g. in the form of witness statements and photographs of the scene.
Other public sources	Very small numbers	Give sporadic additional information.
In-depth studies	Small numbers; very small numbers for fatal crashes	Offer more insight into specific location characteristics and content-related details. This method is in fact one of the most suitable to determine less observable risk factors, such as distraction and fatigue. These risk factors, however, are also difficult to assess with this method.

The assessment of behavioural road traffic risk factors appears to be rather consistent between the years (2010-2011-2012) and between the different assessment teams (in 2016 and 2017). However, this is not (yet) the case for the assessment of infrastructural characteristics.

#### *Further quantification of red light running*

To further quantify red light running as a risk factor, the registration sets of 61 fatal crashes at municipal 50 km/h intersections with traffic light control were assessed. It was found that in 41% to 67% of the crashes red light running had certainly or possibly played a role in the causation of the crashes. These findings are very similar to those of the 2016 SWOV-study (44% to 66%). We can therefore conclude that the quantification of the relative risk of red light running will also be similar to that in the previous study: in 2016 we found that red light running at municipal 50 km/h intersections with traffic light control leads to a relative risk that is 10 to 15 times higher than red light acceptance; in the 2017 follow-up study, we find a relative risk between 9 and 17. Because a combination of the sources used indicates an underestimation rather than an overestimation, we conclude that the relative risk of red light running is about 14.

#### *Meaning for other behaviours*

Red light running is observable and can also be objectively verified. The approach that was used to quantify red light running in this study is therefore expected to also be useful for other well observable and objectively verifiable behaviours such as driving under the influence, speeding and the use of vehicle lighting and protective devices. However, it should be done with some caution. In many cases the agreement between assessors was only just satisfactory. It is therefore recommended to use additional information from objective sources, such as documented measurements and multiple witness statements and court records.

For less easily objectifiable behaviours, such as distraction and fatigue, it remains difficult to correctly determine the prevalence and the risk. Further research is therefore recommended. These behaviours could always be investigated when registering and analysing crashes. In-depth studies have shown, however, that then it will also not be easy to determine with certainty whether or not such factors have played a role. This may possibly be improved by further operationalisation of these risk factors and by making it possible not only to report factors that are certain, but also suspicions of factors that may have played a role in the occurrence or severity of the outcome of a crash. If all fatal crashes were to be analysed in this way with the use of in-depth studies, it may result in better understanding of the likely prevalence of such risk behaviours.

#### *Assessment of the infrastructure*

The assessment of – mainly subjectively rated – infrastructural characteristics showed that there was still insufficient agreement between the assessors. This could possibly be improved by using multiple, well-instructed assessors. In addition we recommend improving the interpretation of the scores by more accurately establishing what indicators are used to give a score and from which location before or after the intersection these scores become relevant. We also make recommendations for additional assessment methods that should specifically provide insight in the design characteristics that are relevant to slow traffic.

*What is the significance for further research?*

The findings and recommendations from this study can contribute to further research into and knowledge about (the quantification of) risk factors. Relatively much is still unknown about especially the risk factors in urban areas – partly due to the more complex traffic conditions and the many different types of road users.

# Inhoud

<b>1. Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1. Over dit rapport	14
1.2. Leeswijzer	15
<b>2. Methode</b>	<b>16</b>
2.1. Algemene aanpak	16
2.1.1. Informatiebeveiliging	17
2.2. Gebruikte bronnen en extractiemethoden	18
2.2.1. Ongevalleninformatie	18
2.2.2. Infrastructurele informatie en methoden	21
2.3. Analyses	26
<b>3. Resultaten</b>	<b>28</b>
3.1. Bevindingen uit de registratiesets	28
3.1.1. Vergelijking van bevindingen ongevalsoorzaken 2012 tussen scoringsteams	28
3.1.2. Vergelijking van bevindingen ongevalsoorzaken tussen 2012 en andere jaren	32
3.2. Informatie uit andere bronnen	33
3.2.1. BRON	34
3.2.2. Rechtbankverslagen	34
3.2.3. Sociale media, openbare mediaberichten en andere openbare bronnen	35
3.2.4. Dieptestudies	36
3.3. Risicoberekening roodlichtnegatie	37
3.3.1. Herberekening van het relatieve risico op basis van dodelijke ongevallen in 2012	37
3.3.2. Het relatieve risico van roodlichtnegatie op basis van dodelijke ongevallen in 2011	37
3.3.3. Het relatieve risico van roodlichtnegatie op basis van dodelijke ongevallen in 2011 en 2012	37
3.4. Bevindingen van de infrastructurele situatie	38
3.4.1. Veilige en geloofwaardige snelheidslimieten	39
3.4.2. PIARC-overgangsscore	39
3.4.3. Complexiteitsscore	40
3.4.4. Combinatie van infrastructurele kenmerken en gedragingen bij dodelijke ongevallen	40
<b>4. Discussie en conclusies</b>	<b>42</b>
4.1. Welke gegevensbronnen zijn te gebruiken om risicofactoren te kwantificeren?	42
4.1.1. BRON	43
4.1.2. Registratiesets	44
4.1.3. Rechtbankverslagen	44
4.1.4. Sociale media	44
4.1.5. Openbare media	45
4.1.6. Overige openbare bronnen	45
4.1.7. Dieptestudies	45

4.2.	Betrouwbaarheid en generaliseerbaarheid van eerdere bevindingen	45
4.2.1.	Bevindingen ten aanzien van risicogedragingen	45
4.2.2.	Bevindingen ten aanzien van infrastructurele kenmerken	46
4.3.	Implicaties en aanbevelingen	48
	<b>Literatuur</b>	<b>50</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Handleiding scoring infrastructurele kenmerken van kruispunten en hun aanloop</b>	<b>53</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Vergelijking van de verschillende scores tussen de onderzoeksteams 2016 en 2017</b>	<b>66</b>
<b>Bijlage C</b>	<b>Risicoberekeningen</b>	<b>67</b>

# 1. Inleiding

Voor beleidsmakers is het vaak niet eenvoudig te bepalen op welke locaties en voor welke verkeersdeelnemers het onveilig is. Er staan jaarlijks maar weinig ongevallen 'op de kaart' van hun beheersgebied, en ontwikkelingen om tot verbetering hierin te komen – zoals het Smart Traffic Accident Reporting (STAR)-initiatief – blijken vooralsnog ook maar tot beperkte verbeteringen te leiden, waarbij vooral aantallen geregistreerde ongevallen toenemen, maar detailinformatie veelal nog ontbreekt. Dit komt onder meer door succesvol beleid (zie bijvoorbeeld Weijermars & Van Schagen, 2009), maar ook door de teruggelopen kwaliteit van ongevallenregistratie (zie bijvoorbeeld SWOV, 2017).

Het aantal ongevallen is het ultieme eindresultaat van verkeersveiligheidsbeleid en daarom is het verstandig om ongevallen of slachtoffers goed te monitoren. Er zitten echter wel een aantal beperkingen aan deze ongevals- en slachtoffergegevens. Die beperkingen zorgen er onder meer voor dat uitsplitsingen van ongevallen- of slachtofferaantallen naar bijvoorbeeld regio of gemeente, minder geschikt zijn geworden als sturingsinformatie voor beleidskeuzen. Bovendien zet het sturen op basis van verkeersongevallen aan tot reactief beleid: pas nadat er een of meer ongevallen zijn gebeurd, worden aanpassingen gepleegd om in de toekomst erger te voorkomen.

Om die beleidskeuzen toch goed te kunnen onderbouwen, en daarbij tevens meer *proactief* te sturen – dus nog vóórdat er ongevallen gebeuren – verkennen overheden de mogelijkheden van 'risicogestuurd beleid' (zie Aarts, 2016 voor een overzicht; [www.verkeersveiligheid2030.nl](http://www.verkeersveiligheid2030.nl)). Hierbij staan niet zozeer ongevalsgegevens centraal, maar veel meer de informatie over risicofactoren, ofwel indicatoren die informatie verschaffen over gevaarlijke omstandigheden van of in het verkeerssysteem. Voorbeelden hiervan zijn de veiligheidskwaliteit van de infrastructurele inrichting (te beoordelen met instrumenten zoals EuroRAP, ProMeV, CycleRAP of VIND) en onveilige gedragingen zoals snelheid, rijden onder invloed, gebruik van beveiligingsmiddelen en lichtvoering.

De indicatoren die voor een risicogestuurde aanpak gebruikt kunnen worden, worden in de literatuur ook wel *Safety Performance Indicatoren* (SPI's) genoemd. Kenmerkend voor deze indicatoren is onder meer dat ze een aangetoonde oorzakelijke relatie hebben met het ontstaan van (ernstige) ongevallen of de ernst van de afloop van een ongeval (zie bijvoorbeeld ETSC, 2001; Aarts et al., 2016). Er bestaan echter ook indicatoren die intuïtief weliswaar als risicofactor of SPI kunnen worden aangeduid, maar waarvan een gekwantificeerde relatie met het ontstaan of de ernst van ongevallen nog ontbreekt, of is gebaseerd op verouderd of buitenlands onderzoek, waarbij de validiteit voor de Nederlandse context onduidelijk is (zie ook Mesken, 2010). Dit kan ook het gebruik in (de genoemde) beleidsinstrumenten bemoeilijken en daarmee de integrale afweging van prioriteiten.

## 1.1. Over dit rapport

Dit rapport beschrijft een vervolgonderzoek op een eerdere SWOV-studie uit 2016 (Aarts et al., 2016). In dat onderzoek keken we naar risicofactoren op kruispunten op 50km/uur-wegen, mede omdat er verhoudingsgewijs nog weinig onderzoek naar deze wegen is gedaan. We deden dat op basis van gegevens over dodelijke ongevallen in 2012 (uit BRON, de politieregistratie van ongevallen), registratiesets van de politie en beoordelingen van infrastructuur.

Daarna werd één van de gevonden risicofactoren nader gekwantificeerd: roodlichtnegatie. We keken dus in welke mate roodlichtnegatie mogelijk of zeker een rol speelde bij dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten die worden geregeld met verkeerslichten (een verkeersregelinstallatie, kortweg: VRI). Daarbij maakten we gebruik van een zogenoemde casus-controle-methode: we vergeleken dodelijke ongevallen waarbij roodlichtnegatie ten minste één van de oorzaken was, met verkeerssituaties waarbij roodlichtnegatie niet tot een ongeval leidde (straatmetingen van roodlichtnegatie op 50km/uur-kruispunten). Op basis daarvan kwamen we tot de conclusie dat roodlichtnegatie op 50km/uur-kruispunten met een VRI, leidt tot een relatief risico dat 10 tot 15 keer hoger ligt dan roodlichtacceptatie.

Het onderzoek uit 2016 bood een eerste inschatting van een risicofactor die in de (internationale) literatuur weliswaar grootschalig onderkend wordt, maar nog niet eerder is gekwantificeerd (zie Goldenbeld & van Schagen, 2016 voor een recent overzicht).

In aansluiting op de studie uit 2016 heeft SWOV in 2017 vervolgonderzoek gedaan naar de kwantificering van risicofactoren op 50km/uur-kruispunten. Vanwege de focus op roodlichtnegatie hebben we ons daarbij specifiek gericht op kruispunten die worden geregeld met een VRI. Omdat de gebruikte data in het vorige onderzoek een aantal zwaktes kenden – zoals incompleetheid van de ongevallenregistratie en de soms beperkte informatie over de ongevalstoedracht in de registratiesets – hebben we ervoor gekozen eerst in te zetten op een verdere uitdieping van de methode en de meerwaarde te verkennen van aanvullende databronnen. Hiermee verwachten we beter in beeld te krijgen hoe robuust de gebruikte methode is of kan worden gemaakt voor verder onderzoek en kwantificering van andere risicofactoren, ook op andere locaties.

### *Onderzoeksvragen*

De onderzoeksvragen die in dit rapport aan bod komen zijn:

1. Welke aanvullende of alternatieve gegevensbronnen zijn te gebruiken om risicofactoren te kwantificeren en tot welke (eerste) inzichten leidt het gebruik van deze bronnen?
2. Hoe betrouwbaar en generaliseerbaar zijn de bevindingen uit het eerdere onderzoek (bijvoorbeeld in termen van tijd, locaties, beoordelaars)?
3. Welke aanbevelingen zijn er te formuleren op basis van de bevindingen uit de voorgaande twee vragen voor verder onderzoek naar risicofactoren?



## 1.2. Leeswijzer

De volgende twee hoofdstukken beschrijven het technische deel van het onderzoek en gaan in op respectievelijk de methode (*Hoofdstuk 2*) en resultaten (*Hoofdstuk 3*). *Hoofdstuk 4* sluit af met een samenvatting van de bevindingen, discussie en aanbevelingen.

## 2. Methode

Dit hoofdstuk beschrijft de gevolgde methoden, gebruikte bronnen, procedures en de analyses die zijn uitgevoerd.

### 2.1. Algemene aanpak

Om risicofactoren te kwantificeren, hebben experts van SWOV deze in zowel 2016 als 2017 onafhankelijk van elkaar beoordeeld en gescoord. Daarbij is ook gekeken naar kwaliteitsaspecten van de infrastructuur. In dit vervolgonderzoek zijn we ook nagegaan welke alternatieve of aanvullende gegevensbronnen (ten opzichte van 2016) hiervoor beschikbaar zijn (onderzoeksvraag 1). Hiervoor hebben we deels gebruikgemaakt van informatie uit nieuwe bronnen en andere jaren dan bij het onderzoek in 2016. Daarbij gaat het om rechtbankverslagen, sociale media (zoals Facebook), openbare media (zoals online nieuwsberichten), andere openbare bronnen (zoals beleidsrapportages) en dieptestudies die zijn uitgevoerd door SWOV. Andere belangrijke informatiebronnen waren BRON (de politie-registratie van ongevallen) en eerdere registratiesets van de politie uit 2010 en 2011. Deze registratiesets, waarin de politie gedetailleerd vastlegt wat er is gebeurd en welke getuigen zijn gehoord, zijn met een nieuw beoordelings-team geanalyseerd. Daarbij zijn ook de ongevallen uit 2012 opnieuw beoordeeld. In *Paragraaf 2.2* gaan we op elke bron afzonderlijk in.

Voor dit onderzoek beschikten we niet over de processen-verbaal die – naast de registratiesets van de politie – van veel ongevallen beschikbaar zijn en die meer objectieve informatie over ongevallen zouden kunnen bevatten.

Naast het bronnenonderzoek is ook een analyse gemaakt van de betreffende infrastructuur. In het onderzoek van 2016 gebeurde dat met beelden van Google Street View, in dit onderzoek gebruikten we hiervoor beeldmateriaal van CycloMedia (zie *Bijlage A*). Ook zijn ook nog enkele verbeteringen in de gebruikte methoden doorgevoerd.

Vervolgens zijn we nagegaan wat de meerwaarde van de genoemde bronnen is en hoe betrouwbaar en generaliseerbaar de aanvullende gegevens zijn (onderzoeksvraag 2). Dit is op de volgende manieren gedaan:

1. De tijdsperiode van de beoordeelde ongevallen is vergroot. Het onderzoek van 2016 baseerde zich op gegevens van 89 dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-wegen in 2012. In dit onderzoek is een breder tijdvenster genomen (2010 t/m 2012) en heeft het onderzoek zich – vanwege de focus op roodlichtnegatie – uitsluitend gericht op informatie over dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten die waren uitgerust met een verkeersregelinstallatie (VRI). Dit leverde in totaal 61 dodelijke ongevallen op.
2. De subjectieve componenten (registratieformulieren en een deel van de infrastructurele informatie) zijn beoordeeld door meerdere onderzoekers. Wat betreft de registratieformulieren ging het daarbij om een ander team dan in het eerdere onderzoek. De subjectieve onderdelen van infrastructurele kenmerken werd in 2016 nog door één expert beoordeeld, in dit onderzoek waren dat er twee.

Voor elk van de geïdentificeerde ongevallen in de periode 2010-2012 is met behulp van de registratiesets achterhaald wat daarin als ongevalsoorzaak of -oorzaken is aangegeven. De grootste groep slachtoffers hierbinnen waren fietsers (n = 28), automobilisten (n = 10) en voetgangers (n = 8). De meest voorkomende tegenpartij was de auto (n = 25) gevolgd door de vrachtwagen (n = 12). De meest voorkomende combinaties waren fiets-auto-ongevallen (n = 10), fiets-vrachtwagenongevallen (n = 9) en auto-auto-ongevallen (n = 5).

Vervolgens zijn beoordelingen ten aanzien van roodlichtnegatie gekoppeld aan informatie over deze ongevallen uit de andere bronnen, en is bekeken welke dodelijke ongevallen roodlichtnegatie als toedracht hadden.

Daarna is de geloofwaardigheid beoordeeld van het wegvak waarop het betrokken autoverkeer reed vóór de kruispunten waarop een dodelijk ongeval heeft plaatsgevonden. Net als in 2016 is daarvoor gebruikgemaakt van VSGS, het instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten. Met de PIARC-overgangsscore is vervolgens beoordeeld in hoeverre weggebruikers worden geïnformeerd over het naderende kruispunt. Tot slot is de complexiteit van het kruispunt zelf beoordeeld met de complexiteitsscore. Deze instrumenten, die ook zijn gebruikt in 2016, zijn voor dit onderzoek verder aangescherpt. In *Paragraaf 2.2.2* en *Paragraaf 3.4* worden ze elk afzonderlijk nader toegelicht.

Door te bekijken hoeveel informatie we op deze wijze hebben kunnen achterhalen, wat ons is opgevallen over de kwaliteit ervan en in hoeverre de informatie tot vergelijkbare bevindingen leidt als het onderzoek van 2016, komen we tot conclusies en aanbevelingen (onderzoeksvraag 3) voor toekomstig onderzoek.

#### 2.1.1. Informatiebeveiliging

In dit onderzoek is gewerkt met persoonsinformatie uit registratiesets van de politie. In het onderzoek is ervoor gezorgd dat met deze informatie vertrouwelijk is omgegaan. Dat is op de volgende wijze gebeurd:

- De onderzoekers hebben voorafgaand aan het onderzoek een geheimhoudingsverklaring getekend.
- Registratiesets konden alleen worden ingelezen door de betrokken onderzoekers (persoonsgebonden autorisatie).
- Registratiesets mochten niet worden geprint, maar moesten vanaf scherm gelezen en beoordeeld worden.
- Inlezen via een laptop kon alleen door eerst in te loggen op een vaste server bij SWOV, om zo te voorkomen dat kopieën van registratiesets op de harde schijf van de laptop terecht zouden kunnen komen.

## 2.2. Gebruikte bronnen en extractiemethoden

	Referentie: onderzoek Aarts et al. (2016)	Consistentie bevindingen met ander beoordelingsteam	Consistentie bevindingen over andere jaren
Consistentie	Analyse van oorzaken dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten (met en zonder VRI) in 2012 op basis van informatie uit registratiesets; beoordeling door drie personen.	Naast de dodelijke ongevallen uit 2011 zijn ook de ongevallen uit 2012 met dit team beoordeeld. Het onderzoek heeft zich gericht op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI.	Idem voor de jaren 2010 en 2011 (de registratiesets van 2010 zijn beoordeeld door één persoon, de andere door drie personen).
Bronnen aanvullend op de registratiesets	Vergelijking met gegevens uit BRON.	BRON, rechtbankverslagen, sociale media, openbare media en andere openbare bronnen, informatie uit dieptestudies.	
Verbetering	De locaties van de geanalyseerde ongevallen uit 2012, zijn beoordeeld door één persoon met de volgende instrumenten: <ul style="list-style-type: none"> <li>– geloofwaardigheid (VSGS): aanrijtak;</li> <li>– overgangsscore (op basis van PIARC): aanrijtak;</li> <li>– complexiteit: kruispunt zelf.</li> </ul>	De locaties van de geanalyseerde ongevallen uit 2011 en 2012, zijn beoordeeld met de drie hiernaast genoemde methoden. Naast de uitbreiding in jaren zijn de volgende verbeterpunten doorgevoerd: <ul style="list-style-type: none"> <li>– verbetering van interpretatie van een aantal variabelen;</li> <li>– subjectieve onderdelen zijn met twee beoordelaars gescoord.</li> </ul>	

Tabel 2.1. *Samenhang tussen verschillende bronnen en onderzoeksvragen in de SWOV-studies uit 2016 (gekleurd) en 2017.*

Tabel 2.1 laat de samenhang zien tussen de verschillende bronnen en onderzoeksvragen in deze studie en die van 2016, die als referentie dient. In de volgende paragrafen gaan we in op de gebruikte bronnen. We maken daarbij onderscheid tussen enerzijds de bronnen met informatie over dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI, en anderzijds de infrastructurele informatie van deze kruispunten en de wegvakken er vlak voor.

### 2.2.1. Ongevalleninformatie

Ongevalleninformatie was – net als in het onderzoek van 2016 – beschikbaar uit registratiesets van de politie en BRON (de politieregistratie van ongevallen). Daarnaast hebben we gekeken naar rechtbankverslagen, verschillende media en dieptestudies. Omdat per bron de gebruikte methode verschilt, is die per bron weergegeven. De resultaten van de verschillende selecties staan in *Hoofdstuk 3*.

#### 2.2.1.1. Registratiesets

Voor de zoektocht naar bruikbare ongevalsgegevens zijn registratiesets van alle dodelijke verkeersongevallen met roodlichtnegatie in 2010, 2011 en 2012 bekeken. Registratiesets zijn de documenten waarin politieagenten die bij een ongeval ter plaatse komen, beschrijven wat zij waarnemen, wat de omstandigheden en (vermoedelijke) toedracht is van het ongeval en welke getuigen er zijn gehoord. Getuigenverklaringen zelf staan soms kort samengevat maar worden meestal beschreven in aparte processen-verbaal,

net als het technische verkeersongevallenonderzoek dat veelal wordt verricht. Deze processen-verbaal waren voor dit onderzoek niet beschikbaar.

Registratiesets werden geselecteerd als aan de volgende voorwaarden werd voldaan:

- De wegen en het kruispunt waren in beheer van een gemeente.
- De maximumsnelheid op het kruispunt was 50 km/uur.
- Het ongeval vond plaats op een kruispunt met een VRI. Dit werd vooraf geselecteerd door de infrastructuur te beoordelen.

#### *Aanpak*

Het team van beoordelaars bestond in dit onderzoek uit drie afgestudeerde gedragswetenschappers (het team in het vorige onderzoek had een meer gevarieerde samenstelling qua achtergrond en ervaring).

Het team baseerde zich op dezelfde beoordelingshandleiding (zie Aarts et al., 2016) als het team uit 2016. Hierbij waren vooraf negen risicovolle gedragingen gedefinieerd:

- onaangepaste snelheid;
- roodlichtnegatie;
- rijden onder invloed van alcohol of drugs;
- helmdracht bij tweewielers;
- gordeldracht bij inzittenden van auto's (alleen van toepassing als een auto-inzittende dodelijk gewond was geraakt);
- voorrangverlening (ook van toepassing bij roodlichtnegatie);
- zichtbaarheid (relevant bij duisternis);
- afleiding (allerlei bronnen mogelijk)
- vermoeidheid (vooral beoordeeld op basis van de tijd van de dag).

Na het doornemen van de instructie zijn teamleden individueel dodelijke ongevallen gaan beoordelen. Per ongeval werd nagegaan of elk van deze gedragingen zeker, mogelijk, waarschijnlijk niet of zeker niet een rol hadden gespeeld bij het ontstaan of de afloop van het ongeval. Een aantal risicogedragingen kon ook worden beoordeeld als 'niet van toepassing' (bijvoorbeeld zichtbaarheid als er geen sprake was van duisternis).

Er is tussendoor één samenkomst geweest om consistenties in de beoordeling conform de instructies te bespreken en te checken. In het onderzoek van 2016 is vaker overleg geweest tussen de teamleden over telkens een selectie van gescoorde ongevallen.

#### 2.2.1.2. BRON

BRON (het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) bevat de door de politie geregistreerde ongevallen en biedt gekwantificeerde informatie over verkeersongevallen (aantallen per kenmerk of combinatie aan kenmerken).

Uit dit bestand is de informatie gehaald over roodlichtnegatie als (eerste, tweede of derde) toedracht bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten in de jaren 2010, 2011 en 2012. Uit het bestand kon niet achterhaald worden bij welke ongevallen een VRI op het kruispunt

aanwezig was. Dit is wel een veld dat kan worden ingevuld, maar dit bleek – in ieder geval voor de onderzochte jaren – niet ingevuld te zijn.

#### 2.2.1.3. Rechtbankverslagen

Via de site [uitspraken.rechtspraak.nl](http://uitspraken.rechtspraak.nl) zijn rechtbankverslagen opgespoord van verkeersongevallen die behandeld zijn in 2011, 2012 en 2013. Ongevallen komen voor de (politie)rechter als er sprake is van lichamelijk letsel en een 'schuldige' volgens het onderzoek van de politie. Bij zeer ernstige gevallen – bijvoorbeeld bij zware en/of meervoudige overtredingen of roekeloos rijgedrag – kan de zaak worden aangedragen voor de meervoudige strafkamer van de rechtbank. Met name deze zaken zijn (geanonimiseerd) te vinden op de genoemde site.

Er is gebruikgemaakt van de optie 'uitgebreid zoeken in alle velden' en vervolgens van de trefwoorden 'dodelijk', 'verkeersongeval' en 'verkeerslicht'. Er is geselecteerd op uitspraakdatum tussen 1 januari 2011 en 31 december 2013, omdat het tijd kost om een ongeval in de rechtbank te behandelen.

In de gevonden rechtbankverslagen is gekeken naar informatie over roodlichtnegatie en in hoeverre dat volgens het verslag een rol had gespeeld bij het ongeval.

#### 2.2.1.4. Sociale media, openbare media en andere openbare bronnen

##### *Sociale media*

Via Facebook en Twitter is gezocht naar de namen van betrokken verkeersdeelnemers en getuigen van de ongevallen uit de registratiesets uit 2012.

##### *Openbare media*

Via Google, 112hm, het forum van Flitsservice.nl en YouTube is gezocht naar mediaverslagen, met als trefwoorden 'dodelijk', 'verkeersongeval', de datum en locatie waarop het ongeval in 2012 had plaatsgevonden.

##### *Overige openbare bronnen*

Op internet is naar informatie gezocht over de dodelijke verkeersongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten uit 2012. In eerste instantie is daarbij gezocht via online zoekmachines (Google, Bing, DuckDuckGo), met als zoektermen de woorden 'dodelijk' en 'verkeersongeval', de datum en locatie van het ongeval en de achternaam van het slachtoffer die via de registratiesets bekend was.

#### 2.2.1.5. Informatie uit dieptestudies

Diverse dieptestudies van SWOV bieden ook informatie over ongevallen op 50km/uur-wegen en -kruispunten. Voor dit onderzoek hebben we informatie bestudeerd uit studies naar voorrang met bestelauto's (Davidse & Duivenvoorde, 2012), oudere fietsers (Davidse et al., 2014) en naar scooter- en brommobielen en snorfietsers (lopend onderzoek). Deze dieptestudies zijn of worden uitgevoerd in Zuid-Holland en/of Zeeland. In totaal betrof het 24 ongevallen op 50km/uur-wegen, waarvan 10 kruispuntongevallen, waarvan 7 met een VRI. Twee ongevallen hadden een dodelijke afloop.

## 2.2.2. Infrastructurele informatie en methoden

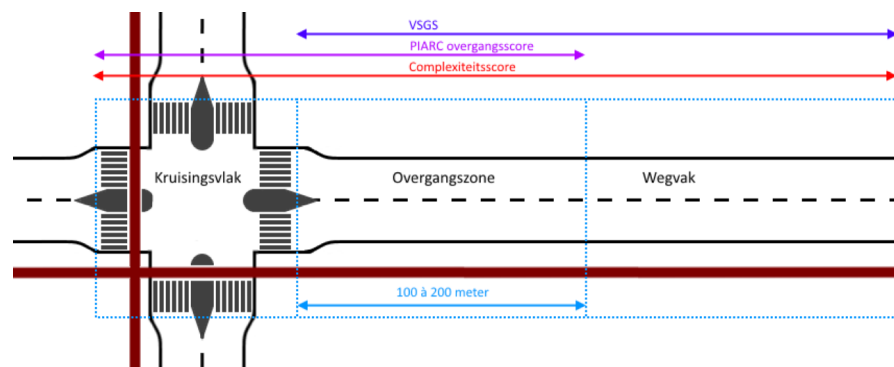
Naast het bronnenonderzoek is ook een analyse gemaakt van de betreffende infrastructuur. In dit onderzoek gebruikten we hiervoor 360°-beelden van het bedrijf CycloMedia (zie ook *Bijlage A*). Bij de beoordeling van de beelden zijn dezelfde instrumenten gebruikt als in 2016: VSGS (het instrument voor veilige en geloofwaardige snelheidslimieten), de PIARC-overgangsscore en de complexiteitsscore. Ten opzichte van 2016 hebben we de instrumenten verder aangescherpt en aangevuld met twee wijzigingen: we hebben nu ook de locaties van dodelijke ongevallen in 2011 beoordeeld (in 2016 was dat alleen 2012) en de subjectieve onderdelen van de beoordelingsinstrumenten zijn nu met twee personen beoordeeld (in 2016 was dat één persoon).

### Scoring

De scoring is in twee stappen uitgevoerd. Ten eerste is er een handleiding opgesteld om te bepalen hoe de infrastructuur moest worden gescoord. Vervolgens zijn met drie teamleden eerst een aantal lastig te beoordelen kruispunten uit het onderzoek van 2016 gescoord en besproken. Op basis daarvan is de handleiding aangepast (zie *Bijlage A*). Ten tweede zijn alle kruispunten gescoord waarop een dodelijk ongeval plaatsvond dat in de geanalyseerde registratiesets is beschreven. Deze scoring is uitgevoerd door twee teamleden, omdat er deels ook subjectieve kenmerken in voorkwamen. Het ene teamlid was een gedragswetenschapper, het andere teamlid een verkeerskundige.

### Instrumenten

In *Afbeelding 2.1* is te zien op welk onderdeel van het kruispunt of aanvoerende tak(ken) de score van de verschillende instrumenten betrekking had.



Afbeelding 2.1. Overzicht van gebruikte scoringsinstrumenten en op welk deel van het kruispunt of aanvoerende tak(ken) deze betrekking hebben. Het wegvak loopt van kruispunt tot kruispunt; de overgangszone is dus onderdeel van het wegvak.

De drie gebruikte instrumenten – VSGS, PIARC-overgangsscore en complexiteitsscore – vertonen enige overlap, zowel in het deel van de weg waarop ze betrekking hebben als in kenmerken die ze gebruiken. Zo bestrijkt de complexiteitsscore kenmerken die gevonden kunnen worden op het kruisingsvlak, maar ook kenmerken die alleen aanwezig kunnen zijn op de takken (vooral de overgangszone van het wegvak). De PIARC-

overgangsscore gaat over kenmerken die aanwezig zijn op kruisingsvlak en overgangszone. Afhankelijk van de precieze definitie van sommige kenmerken kunnen deze ook voorkomen op het aan de overgangszone voorafgaande deel van het wegvak. De VSGS-score kijkt in principe naar kenmerken die voorkomen op zowel de overgangszone als het daarvoor liggende deel van het wegvak. In de volgende subparagrafen gaan we nader op de gebruikte instrumenten in.

#### 2.2.2.1. Instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten (VSGS)

Met de VSGS-methode kan worden beoordeeld wat een veilige snelheid is gegeven de inrichting van de weg, in hoeverre de huidige snelheid of snelheidslimiet afwijkt van die veilige snelheid en in hoeverre de huidige snelheidslimiet geloofwaardig is zie bijvoorbeeld Aarts & Van Nes, 2007; Aarts et al., 2011). In dit onderzoek is het instrument alleen gebruikt om de geloofwaardigheid te beoordelen.

##### *Geloofwaardige snelheidslimiet*

Om de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet te bepalen, wordt een optelling gemaakt van tien versnellende en vertragende inrichtingskenmerken. *Tabel 2.2* geeft een overzicht van deze kenmerken en laat zien of ze als versnellend of vertragend worden beoordeeld. De VSGS-score kan variëren tussen -8 en +7. Een negatieve score wil zeggen dat de kenmerken van de weg leiden tot een lagere snelheid dan de limiet, een positieve score dat ze leiden tot een hogere snelheid dan de limiet. Scores met een waarde rond de 0 kunnen voor elk kenmerk een neutrale score hebben of een gelijk aantal negatieve (vertragende) en positieve (versnellende) scores.

Ten opzichte van het onderzoek uit 2016 is in dit onderzoek niet het aantal erfaansluitingen als een van de versnellers/vertragers genomen, maar de dichtheid van erfaansluitingen.

##### *Werkwijze*

De VSGS-methode is gescoord op het aanvoerende wegvak waarop het betrokken autoverkeer voorafgaand aan het ongeval heeft gereden. Bij meer dan één betrokken gemotoriseerd voertuig (uitgezonderd brom- of snorfietsers) is ook de tak van de andere betrokkene gescoord. Dit leverde in drie gevallen twee geloofwaardigheidsscores op voor het kruispunt. Het komt voor dat kruispunten van 50km/uur-wegen dicht bij elkaar liggen met een onderlinge afstand kleiner dan 100 meter. Vanwege de korte afstand is er weinig tijd en ruimte om te versnellen of vertragen. Bovendien bevinden we ons dan – gezien de korte afstand tot een volgend kruispunt – al in de overgangszone. In die gevallen is de VSGS-score komen te vervallen. Om bovenstaande redenen, en ook als niet duidelijk was van welke tak het betrokken autoverkeer kwam, is uiteindelijk van 12 van de in totaal 43 ongevalslocaties uit 2011 en 2012 de geloofwaardigheid niet gescoord.

De versnellers/vertragers ‘openheid wegbeeld’, ‘rechtstand’, ‘dichtheid erfaansluitingen’ en ‘wegbreedte’ zijn in dit onderzoek subjectief vastgesteld, omdat het opmeten van lengte en breedte van de wegen foutengevoelig bleek en meer tijd zou kosten dan beschikbaar was. Deze kenmerken zijn beoordeeld door twee personen (in 2016 was dat door één persoon)



Variabelen geloofwaardigheid snelheidslimiet	Scoring
Openheid wegbeeld	Open (+); half (0); dicht (-)
Rechtstand	Lang (+); matig (0); kort (-)
Aantal rijstroken	Twee (+); één (0)
Rijstrookbreedte	Breed (+); neutraal (0); smal (-)
Wegbreedte	Breed (+); neutraal (0); smal (-)
Dichtheid eraansluitingen	Laag (0); middel (-); hoog (-)
Snelheidsremmer	Geen (+); drempel (-); middengeleider (-); verspringing (-); anders (-)
Parkeervoorzieningen	Geen (0); toegestaan (-); vakken op de weg (-); vakken naast de weg (-); verboden (0)
Rijrichtingscheiding	Geen (-); niet overrijdbaar (+); moeilijk overrijdbaar (+); enkele doorgetrokken lijn (0); dubbele doorgetrokken lijn (0); dubbele onderbroken lijn (0); dubbele gevulde asstreep (0); bus/trambaan overrijdbaar (0); bus/trambaan niet overrijdbaar (+); anders (0)
(Brom)fietsvoorzieningen	Geen (-); fietsstrook (-); onbekend (brom)fietspad (-); aanliggend fietssuggestiestrook (-); aanliggend fietspad (-); verplicht fietspad (0); verplicht fiets-bromfietspad (+);

Tabel 2.2. *Geloofwaardigheidskennmerken in het VSGS-instrument die zijn meegenomen in deze studie (zie ook Aarts et al., 2016). Legenda: + = versnellend kenmerken, 0 = neutraal kenmerk, - = vertragend kenmerk.*

#### 2.2.2.2. PIARC-score voor overgangssituaties bij kruispunten

De PIARC-overgangsscore geeft de mate aan waarin weggebruikers voorafgaand aan een overgang (bijvoorbeeld van een wegvak naar een kruispunt of volgend wegvak) aanwijzingen krijgen dat ze deze overgang naderen. Daarbij kan het bijvoorbeeld gaan om bewegwijzering of een verandering van het aantal rijstroken. De score is gebaseerd op een review van factoren die succesvol als aanwijzingen worden gebruikt in de landen Australië, Canada, China, Tsjechië, Frankrijk, Hongarije, Japan, Nederland en Portugal (PIARC, 2012).

De score is opgebouwd uit de volgende drie onderdelen:

- benodigde tijd om te reageren;
- aangepaste snelheid en volgen van de rijloper ('lane tracking');
- wegontwerp dat de manoeuvres van de weggebruiker stuurt.

*Tabel 2.3* geeft een overzicht van kenmerken per onderdeel en laat zien hoe deze zijn gescoord. De scores van alle 14 kenmerken worden per kruispunttak opgeteld en gedeeld door het maximale aantal kenmerken: er ontstaat zo een score tussen 0% en 100%. Een hogere score betekent dat er meer kenmerken aanwezig zijn die een indicatie vormen dat er een kruispunt nadert.

Groep van kenmerken	Kenmerk	Scoring
Tijd om te reageren	Verlichting	Links of rechts (0,5); beide zijden (1); midden (1); alleen meegenomen indien ongeval 's nachts gebeurde.
	VRI	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Snelheidsremmers (bijvoorbeeld drempels)	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Bewegwijzering	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Voorrangsregeling	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Doorzicht (mate waarin het wegverloop te zien is)	Goed (2); matig (1); slecht (0)
Aanpassen snelheid en volgen van de rijloper	Onderscheid verharding	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Richtingaanwijzingen op de rijloper	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
Sturen van manoeuvres	Rijrichtingscheiding	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Lengtemarkering/trottoirbanden	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Zebra	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Fietsvoorzieningen	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)
	Oprijzicht	Goed (2); matig (1); slecht (0)
	Voorzieningen bus/tram	Wel aanwezig (1); niet aanwezig (0)

Tabel 2.3. *Overzicht van een tabel om de aanwezigheid en/of aard van kenmerken in de overgangszone te registreren (zie ook Aarts et al., 2016). Legenda: hoe hoger de score, hoe meer of betere aanwijzingen er zijn dat er een overgang aankomt.*

### Werkwijze

Voor deze studie zijn alleen die overgangszones gescoord waarop de betrokken verkeersdeelnemers voorafgaand aan het ongeval hebben gereden (voetgangers zijn dus buiten beschouwing gelaten, net als trams met alleen eigen infrastructuur). Dit leverde in totaal 40 overgangsscores op. In 3 gevallen kon geen overgangsscore worden vastgesteld omdat niet duidelijk was van welke tak(ken) de betrokken waren gekomen. In 4 gevallen zijn twee verschillende takken bij het ongeval gescoord. In dit onderzoek is de overgangszone gedefinieerd als de zone tussen 0 en 200 meter van het kruispunt.

De elementen 'oprijzicht' en 'doorzicht' waren subjectief van aard en zijn in dit onderzoek door twee personen beoordeeld (in 2016 was dat door één persoon).

### 2.2.2.3. Complexiteitsscore

De complexiteitsscore zegt iets over de hoeveelheid informatie die een weggebruiker op het kruispunt zelf te verwerken heeft om veilig aan het verkeer deel te nemen (Dijkstra et al., 2015). Als er bijvoorbeeld opstelvakken zijn of aparte infrastructuur voor ov, dan leidt dit tot een hogere complexiteitsscore dan wanneer deze kenmerken niet aanwezig zijn.

De complexiteitsscore beschrijft de volgende onderdelen:

- de elementen op het kruisingsvlak zelf;
- de elementen op de aanvoerende takken;
- de aard en omvang van het kruispunt.

Het kruisingsvlak is centraal gelegen op het kruispunt en loopt van stopstreep tot stopstreep. De oversteekvoorzieningen voor voetgangers en fietsers vallen binnen dit vlak.

De complexiteitsscore voor kruispunten omvat in de oorspronkelijk door Dijkstra (2015) ontwikkelde versie 29 kenmerken en is in de studie van Aarts et al. (2016) en ook in deze studie uitgevoerd in een vereenvoudigde versie van 11 kenmerken (Tabel 2.4). De complexiteitsscore is vastgesteld voor alle kruispunten en takken waarop het betrokken verkeer voorafgaand aan het ongeval had gereden (dus niet voor voetgangers en ook niet voor betrokken tramverkeer met alleen eigen infrastructuur). Van 3 gevallen kon niet worden vastgesteld van welke tak(ken) betrokken verkeersdeelnemers kwamen en is geen complexiteitsscore berekend. Dit leverde in totaal voor 40 gevallen een score op. Van alle elementen is per kruispunt met tak één totaalscore gemaakt door scores bij elkaar op te tellen en uit te drukken als een aandeel van de maximaal te behalen score. Er waren in totaal 4 ongevalslocaties met 2 kruispunt-tak-complexiteitsscores. Een hoger aandeel betekent dat er meer complicerende kenmerken aanwezig zijn.

Groep	Variabelen	Scoring
Elementen op kruisingsvlak	Oversteekvoorziening voetganger (zebra of markering)	Zebepad (1); Markering (1); geen (0)
	Oversteekvoorziening fiets (strook of markering op kruisingsvlak)	Strook (1); Markering (1); Geen (0)
	Oversteekvoorziening ov (strook of markering op kruisingsvlak)	Strook (1); Markering (1); Geen (0)
Elementen op takken	VRI	Aanwezig (1); Afwezig (0); Niet van toepassing (0)
	Midden- en tussenbermen	Aanwezig (1); Afwezig (0); Niet van toepassing (0)
	Separate bus-/trambaan	Aanwezig (1); Afwezig (0); Niet van toepassing (0)
	Fietspad/fietsstrook	Aanwezig (1); Afwezig (0); Niet van toepassing (0)
	Rijrichtingscheiding vóór kruisingsvlak	Aanwezig (1); Afwezig (0); Niet van toepassing (0)
	Opstelstroken	Aanwezig (1); Afwezig (0); Niet van toepassing (0)
Omvang en aard kruispunt	Kleinste hoek tussen takken (<90°)	Aanwezig (1); Afwezig (0);
	Zichtbelemmering (per tak)	Geen (0); Enigszins (0); Ernstig (1); Niet vast te stellen (0)

Tabel 2.4. Kenmerken en scoring van de complexiteitsscore voor kruispunten (zie ook Aarts et al., 2016). Legenda: hoe hoger de score, hoe hoger de complexiteit van het kruispunt.

### Werkwijze

Voor deze studie zijn de betrokken kruispunten gescoord. Omdat de elementen van de complexiteitsscore die betrekking hebben op de takken overeenkomen met elementen uit de PIARC-score en VSGS (zij het in andere bewoording), zijn deze voor al deze instrumenten slechts eenmaal gescoord maar in de totale score wel meegenomen. Het betreft hier: midden/tussenberm, separate bus/trambaan en fietspad/strook. In de totale complexiteitsscore zijn deze elementen uiteraard wel meegenomen.

Het onderwerp 'zichtbelemmering' is in de complexiteitsscore een subjectief element en daarom in dit onderzoek door twee personen beoordeeld (in 2016 door één persoon).

## 2.3. Analyses

Voor dit onderzoek zijn de volgende beschrijvende analyses uitgevoerd:

- Een vergelijking van aantallen en inhoudelijke oorzaken uit registratiesets, BRON en infrastructurele kenmerken van kruispunten waarop een dodelijk ongeval plaatsvond in 2012 en 2011, en voor de registratiesets en BRON ook in 2010.
- Een vergelijking van de aantallen en inhoudelijke oorzaken gevonden in registratiesets van 2012 tussen het team van het onderzoek in 2016 en het team dat in dit onderzoek meewerkte.
- Een vergelijking in aantallen en inhoudelijke informatie van registratiesets en aanvullende bronnen (rechtbankverslagen, media en dieptestudies).
- Een vergelijking van de subjectieve infrastructurele kenmerken die zijn gescoord met meerdere beoordelaars en die zijn gescoord met één beoordelaar (zoals in 2016). De vergelijking gemaakt door te bekijken of de verdeling van de bevindingen tussen de teams als gelijk kan worden beschouwd. Daarbij is gebruikgemaakt van een non-parametrische toets voor een gepaarde steekproef: de Kendall coëfficiënt voor overeenstemming. Deze wordt uitgedrukt met de waarde  $W$  met tussen haken het aantal vrijheidsgraden. Hoe hoger de waarde, hoe groter de waarde, hoe significanter. Ook is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscore bepaald. Deze wordt uitgedrukt in Cronbach's alpha; deze dient boven de 0,7 te liggen.

Op basis van de nieuwe informatie zijn herberekeningen gemaakt van het relatieve risico van roodlichtnegatie. Hiervoor is dezelfde methode gevolgd als in 2016. Ook is gebruikgemaakt van de gedragsmetingen uit dat onderzoek om de mate van roodlichtnegatie vast te stellen. De berekening van het relatieve risico is samengevat in *Tabel 2.5*.

Type casus	Aantal met roodlichtnegatie	Aantal zonder roodlichtnegatie	Totaal	Relatieve risico
Dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met VRI	a	b	a+b	
Gedragsmetingen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten	c	d	c+d	
Totaal	a+c	b+d		$a*(c+d)/c*(a+b)$

Tabel 2.5. Berekening van het relatieve risico.

Daarnaast is – net als in 2016 – gekeken naar relaties tussen ongevals-oorzaken en infrastructurele kenmerken (voor zover die met elkaar verband kunnen houden), zoals:

- de relatie tussen geloofwaardigheid van de snelheidslimiet van de aanrijroute van een kruispunt en het vóórkomen van onaangepaste snelheid als ongevalsoorzaak bij het ongeval;
- de relatie tussen roodlichtnegatie als oorzaak van ongevallen en de duidelijkheid waarmee de overgang wordt aangekondigd en de complexiteit van het kruispunt;
- de mate waarin alcoholgebruik voorkomt bij dodelijke ongevallen op complexe kruispunten en kruispunten die met minder elementen worden aangekondigd.

Deze relaties zijn non-parametrisch getoetst met een chi-kwadraattoets voor verschillen. In tegenstelling tot het onderzoek uit 2016 zijn in dit onderzoek alleen de VRI-locaties in het onderzoek betrokken en de ongevallen in de jaren 2011 en 2012.

### 3. Resultaten

In dit hoofdstuk gaan we in op de resultaten van de analyses en beoordelingen die we in *Hoofdstuk 2* hebben beschreven. We kijken eerst naar bevindingen uit de registratiesets en in hoeverre die consistent zijn met het vorige onderzoek (Aarts et al., 2016). Daarna gaan we in op bevindingen die we uit andere databronnen hebben kunnen achterhalen. Als laatste kijken we naar verbanden tussen variabelen: in hoeverre kunnen we in de data samenhang vinden tussen infrastructurele kenmerken en ongevalsoorzaken?

#### 3.1. Bevindingen uit de registratiesets

In dit onderzoek hebben we met een grotendeels ander team dan in 2016 opnieuw gekeken naar de dodelijke ongevallen die in 2012 plaatsvonden op 50km/uur-kruispunten in beheer van een gemeente. We hebben ons daarbij – vanwege de focus op roodlichtnegatie – specifiek gericht op kruispunten die zijn geregeld met verkeersregelinstantie (VRI).

##### 3.1.1. *Vergelijking van bevindingen ongevalsoorzaken 2012 tussen scoringsteams*

In 2012 waren er 21 dodelijke ongevallen op een 50km/uur-kruispunt met een VRI waarbij een registratieset is opgemaakt .

Om de resultaten goed te kunnen vergelijken, zijn uit het onderzoek van 2016 alleen de scores genomen voor dezelfde 21 ongevallen die in 2017 zijn gescord. Dit betrof situaties waarvan van tevoren was vastgesteld dat er VRI's aanwezig waren op het kruispunt waarop het ongeval had plaatsgevonden. In het onderzoek uit 2016 heeft één van de beoordelaars niet alle ongevallen beoordeeld.

Uit de herbeoordeling van de ongevallen op een VRI-kruispunt blijkt dat de uitkomsten ten aanzien van de rol van roodlichtnegatie bij het ontstaan van het ongeval, op hoofdlijnen vergelijkbaar zijn met die van het onderzoek in 2016 (zie *Tabel 3.1* en *Tabel 3.2*). In 2016 vond het scoringsteam een gemiddeld aandeel roodlichtnegatie van 44% (zeker) tot 66% (zeker en mogelijk); het team van dit onderzoek vond dat roodlichtnegatie in 43% van de gevallen zeker en in 67% van de gevallen zeker of mogelijk (mede) had bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval. Dit blijkt ook als we de verdelingen van de scores – uitgedrukt in gemiddelde aandelen per beoordeling per team van de mate van zekerheid of roodlichtnegatie een rol heeft gespeeld bij het ongeval – toetsen ( $W(1) = 317,00$ ). Ook voor de andere risicogedragingen geldt dat de gevonden aandelen tussen het team uit 2016 en het team uit 2017 vergelijkbaar waren (zie *Bijlage B*).

Beoordelaar		Was er sprake van roodlichtnegatie bij een van de partijen?					Totaal wel van toepassing	Totaal aantal ongevallen
		zeker	mogelijk wel	waarschijnlijk niet	zeker niet	niet van toepassing		
1	Aantal	8	5	3	2	2	18	21
	Aandeel	38%	24%	14%	10%	10%		
2	Aantal	9	5	5	0	1	19	21
	Aandeel	43%	24%	24%	0%	5%		
3	Aantal	10	5	4	0	1	19	21
	Aandeel	48%	24%	19%	0%	5%		
Gemiddeld	Aantal	9	5	4	0	1		21
	Aandeel	43%	24%	19%	0%	6%		

Tabel 3.1. *Beoordeling (in 2017) van de aanwezigheid van roodlichtnegatie in de dodelijke ongevallen 2012 op 50km/uur-kruispunten met een VRI in beheer van een gemeente.*

Beoordelaar		Was er sprake van roodlichtnegatie bij een van de partijen?					Totaal wel van toepassing	Totaal aantal ongevallen
		zeker	mogelijk wel	waarschijnlijk niet	zeker niet	niet van toepassing		
1	Aantal	9	7	2	2	1	20	21
	Aandeel	43%	33%	10%	10%	5%		
2	Aantal	6	3	3	2	7	19	21
	Aandeel	29%	14%	14%	10%	33%		
3	Aantal	5	0	2	2	0	8	9
	Aandeel	56%	0%	22%	22%	0%		
Gemiddeld	Aantal	7	3	2	0	3		15
	Aandeel	44%	22%	16%	0%	18%		

Tabel 3.2. *Beoordeling (in 2016) van de aanwezigheid van roodlichtnegatie in de dodelijke ongevallen 2012 op 50 km/uur-kruispunten met een VRI in beheer van een gemeente (Aarts et al. 2016).*

#### *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid*

Net als in 2016 hebben we ook nu gekeken naar de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Met andere woorden: hoe goed komen de verschillende beoordelingen *binnen* het team overeen als het gaat om de vraag welke factoren zeker, minder zeker of niet een rol hebben gespeeld bij het ontstaan of de ernst van het ongeval. Hierbij hebben we gekeken naar zowel de beoordeling van alle gedragingen samen als naar de beoordeling per gedraging. Om de scores van het nieuwe team goed te kunnen vergelijken met die van het team uit 2016, hebben we van de data van Aarts et al. (2016) opnieuw de betrouwbaarheidsscores berekend voor alleen die 21 ongevallen die ook in dit onderzoek zijn gescoord (dus de dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI). Deze scores staan in *Tabel 3.3*. Hieruit blijkt dat zowel het team uit 2016 als het team in dit onderzoek ruimschoots voldoende overeenstemming heeft om te kunnen spreken van een betrouwbare beoordeling: de Cronbach's alpha komt voor beide teams boven de minimale grens van 0,7 uit en ook de betrouwbaarheidsintervallen liggen daar boven.

	Cronbach's alpha voor betrouwbaarheid	Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Beoordeling VRI-kruispunten 2016 <sup>1</sup>	0,872	0,815	0,913
Beoordeling VRI-kruispunten 2017 <sup>2</sup>	0,919	0,896	0,938

Tabel 3.3. *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores van VRI-kruispunten door de twee beoordelingsteams.*

Als we in meer detail naar de consistentie tussen beoordelaars kijken (Tabel 3.4 en 3.5), dan zien we dat beide teams met één teamlid minder nog steeds een voldoende hoge interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscore halen: halen we bijvoorbeeld persoon 1 weg uit het team van 2016, dan zou de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscore 0,771 worden en dus nog steeds boven de grens van 0,7 liggen. Wel is het daarbij van belang dat de teamleden alle ongevallen scores (zie teamlid 3 in 2016: als deze persoon niet mee zou worden genomen in de berekening, zou de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid zelfs boven de 0,9 komen te liggen) en dat teamleden voldoende kennis hebben over gedrag (iets hogere interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores in 2017).

Beoordelaars 2016	Cronbach's alpha als beoordelaar niet mee zou doen
1	0,771
2	0,771
3	0,905

Tabel 3.4. *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores van VRI-locaties als een van de teamleden buiten beschouwing zou worden gelaten (team 2016).*

Beoordelaars 2017	Cronbach's alpha als beoordelaar niet mee zou doen
1	0,903
2	0,900
3	0,839

Tabel 3.5. *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores van VRI-locaties als een van de teamleden buiten beschouwing zou worden gelaten (team 2017).*

Bovenstaande interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores gelden echter alleen als alle beoordeelde gedragingen worden meegenomen. 'In 2016 constateerden we al dat de betrouwbaarheid tussen beoordelaars erg verschilt per type gedraging. Met name bij de minder goed constateerbare gedragingen als 'zichtbaarheid bij duisternis', 'afleiding' en 'vermoedheid' was er minder consistentie in de beoordeling.

<sup>1</sup> Op basis van de data zoals gerapporteerd in Aarts et al. (2016).

<sup>2</sup> Op basis van data verzameld in het huidige onderzoek.



Uit *Tabel 3.6* blijken enigszins vergelijkbare bevindingen als we de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid per beoordeelde gedraging bekijken. Ook nu vinden we dat er tussen de beoordelaars onvoldoende overeenstemming is over met name de mogelijke rol van afleiding bij het ontstaan van een ongeval. Gedragingen zoals rijden onder invloed, snelheid, vermoeidheid en lichtvoering bij duisternis hebben marginale overeenstemming tussen beoordelaars (de ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval ligt onder de 0,7). Voorrangverlening vertoonde vrijwel geen variatie in beoordeling als mogelijke oorzaak tussen ongevallen en tussen beoordelaars. Roodlichtnegatie en gebruik van beveiligingsmiddelen blijken het meest consistent te worden beoordeeld tussen personen.

We hebben nog wat verder gekeken waar precies de overeenstemming ontbreekt. Zit dat in het totaal anders beoordelen van de mogelijke bijdrage van bepaalde gedragingen aan het ontstaan of de ernst van het ongeval? Of is het veel meer gelegen in de mate van zekerheid van de beoordelaars en dus vooral de fijnmazige beoordeling? Om hierachter te komen, hebben we per beoordelaar de beoordelingen 'zeker' en 'mogelijk wel' samengevoegd tot de beoordeling 'zeker of mogelijk wel' en de beoordelingen 'waarschijnlijk niet' en 'zeker niet' samengevoegd tot de beoordeling 'zeker of waarschijnlijk niet'. Daarna hebben we nogmaals de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid berekend (zie *Tabel 3.7*). Dit leidt niet tot grote verschillen. Dat betekent dus dat een grovere wijze van beoordelen niet tot meer overeenstemming leidt. Het was dus lang niet altijd zo dat de beoordelaars het wel eens waren over de vraag of een risicofactor mogelijk of zeker een rol had gespeeld; ze waren het ook niet altijd eens of het wel of niet zo was (of niet van toepassing). Alleen voor roodlichtnegatie neemt de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscore iets toe, voor de meeste andere gedragingen neemt die juist iets af.

Ongevalsefactor	Cronbach's alpha	95% betrouwbaarheidsinterval
Geen helmdracht tweewielers	0,902	0,793 - 0,958
Roodlichtnegatie	0,881	0,750 – 0,949
Geen gordeldracht	0,870	0,722 - 0,946
Alcohol- of drugsgebruik	0,835	0,628 - 0,935
Onaangepaste snelheid	0,798	0,575 - 0,914
Vermoeidheid	0,737	0,423 - 0,894
Geen licht gevoerd bij duisternis	0,724	0,418 - 0,882
Afleiding	0,619	0,198 – 0,838
Geen voorrang verleend <sup>3</sup>		

*Tabel 3.6. Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores per mogelijk betrokken gedraging in volgorde van betrouwbaarheid. In rood de waarden die onder de normwaarde van 0,7 vallen om als voldoende betrouwbaar te worden beschouwd.*

<sup>3</sup> Hiervan kon de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid niet goed worden vastgesteld omdat de beoordeling vrijwel geen variatie tussen ongevallen en tussen beoordelaars vertoont: vrijwel altijd was er zeker sprake van het niet verlenen van voorrang.

Ongevelfactor	Cronbach's alpha	95% betrouwbaarheidsinterval
Geen helmdracht tweewielers	0,901	0,791 - 0,958
Roodlichtnegatie	0,895	0,779 – 0,955
Geen gordeldracht	0,857	0,693 - 0,941
Alcohol- of drugsgebruik	0,826	0,609 - 0,932
Vermoeidheid	0,728	0,464 - 0,874
Onaangepaste snelheid	0,712	0,393 - 0,877
Geen licht gevoerd bij duisternis	0,694	0,356 - 0,870
Afleiding	0,619	0,198 – 0,838
Geen voorrang verleend <sup>4</sup>		

Tabel 3.7. *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores van de grove beoordeling per mogelijk betrokken gedraging in volgorde van betrouwbaarheid. In rood de waarden die onder de normwaarde van 0,7 vallen om als voldoende betrouwbaar te worden beschouwd.*

### 3.1.2. *Vergelijking van bevindingen ongevalsoorzaken tussen 2012 en andere jaren*

In 2011 vonden 22 dodelijke ongevallen plaats op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI. Als we van de deze ongevallen in 2011 de beoordelingen ten aanzien van roodlichtnegatie analyseren, dan komen we op iets andere bevindingen dan in 2012. In 2011 lijkt de zekere of mogelijke bijdrage van roodlichtnegatie aan dodelijke ongevallen iets lager (41% zeker) tot 56% zeker en mogelijk; zie *Tabel 3.8*) dan in 2012 (44% tot 67%). Als we alleen kijken naar de zeven ongevallen die door alle teamleden zijn beoordeeld, dan is het aandeel roodlichtnegatie nog iets lager: 33% (zeker) en 52% (zeker en waarschijnlijk). Omdat dit op een klein aantal ongevallen is gebaseerd, maakt dit de bevindingen wel iets minder betrouwbaar. Toch is het beoordelingspatroon in 2012 en 2011 statistisch gezien vergelijkbaar ( $W(1) = 655,00$ ).

Beoordelaar		Was er sprake van roodlichtnegatie bij een van de partijen?					Totaal wel van toepassing	Totaal aantal ongevallen
		zeker	mogelijk wel	Waarschijnlijk niet	zeker niet	niet van toepassing		
1	Aantal	10	2	7	1	2	20	22
	Aandeel	45%	9%	32%	5%	9%		
2	Aantal	2	2	2	1	0	7	7
	Aandeel	29%	29%	29%	14%	0%		
3	Aantal	4	2	1	0	3	7	10
	Aandeel	40%	20%	10%	0%	30%		
Gemiddeld	Aantal	5	2	3	1	2	11	13
	Aandeel	41%	15%	26%	5%	13%		

Tabel 3.8. *Beoordeling van de aanwezigheid van roodlichtnegatie in de dodelijke ongevallen in 2011 op 50km/uur-kruispunten met een VRI in beheer van een gemeente. Alleen beoordelaar 1 heeft alle ongevallen beoordeeld.*

Eén van de beoordelaars heeft ook de dodelijke ongevallen op VRI-kruispunten in 2010 beoordeeld. Het ging hierbij om 19 ongevallen waarbij in één geval roodlichtnegatie niet van toepassing was geweest. Op basis van de beoordelingen van deze ene beoordelaar zou roodlichtnegatie in 2010 in 44% van de gevallen zeker en in 50% van de gevallen zeker of mogelijk een rol hebben gespeeld. Dit ligt tussen de gevonden waarden in 2011 en 2012 in.

#### *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid*

Net als ten aanzien van de gegevens over 2012 is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van alle beoordeelde risicofactoren in de 2011-ongevallen samen, ook nu weer hoog (Cronbach's alpha = 0,942, BI = 0,910 – 0,964).

Ongevalsefactor	Cronbach's alpha	95% betrouwbaarheidsinterval
Geen gordeldracht	0,918	0,840 - 0,961
Geen helmdracht tweewielers	0,905	0,818 - 0,954
Roodlichtnegatie	0,893	0,797 – 0,948
Alcohol- of drugsgebruik	0,883	0,766 - 0,947
Geen voorrang verleend	0,880	0,768 – 0,943
Onaangepaste snelheid	0,820	0,655 - 0,913
Geen licht gevoerd bij duisternis	0,769	0,557 - 0,889
Vermoeidheid	0,670	0,395 - 0,832
Afleiding	0,644	0,316 – 0,829

Tabel 3.9. *Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsscores per mogelijk betrokken gedraging in volgorde van betrouwbaarheid voor de 50km/uur-kruispunten met een VRI waarop in 2011 een dodelijk ongeval heeft plaatsgevonden. In rood de waarden die onder de normwaarde van 0,7 vallen om als voldoende betrouwbaar te worden beschouwd.*

Tabel 3.9 toont de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid per gedraging. Deze vertoont voor 2011 een vergelijkbaar patroon. We zien vooral een consistent lage interbeoordelaarsbetrouwbaarheid voor afleiding en een hoge interbeoordelaarsbetrouwbaarheid voor roodlichtnegatie en de rol van beveiligingsmiddelen (gordeldracht en helmgebruik).

### 3.2. Informatie uit andere bronnen

In het onderzoek van 2016 (Aarts et al. 2016) is uitsluitend gebruik gemaakt van registratiesets van dodelijke ongevallen uit 2012, die zijn vergeleken met informatie uit BRON. In dit onderzoek is dit herhaald, omdat we naar een groter aantal jaren hebben gekeken. Daarnaast hebben we informatie geanalyseerd uit rechtbankverslagen, mediaberichten en dieptestudies. In deze paragraaf beschrijven we per bron de resultaten die dat heeft opgeleverd.

### 3.2.1. BRON

Voor de jaren 2010, 2011 en 2012 vinden we in BRON de volgende aantallen dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met roodlichtnegatie als eerste of tweede toedracht (zie *Tabel 3.10*). De aandelen fluctueren per jaar maar liggen rond de 10% van alle dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten. Het blijkt in BRON helaas niet mogelijk om kruispunten met en zonder VRI te selecteren. VRI's als infrastructureel kenmerk zijn wel een beschikbaar veld in BRON, maar bleken in alle onderzochte gevallen leeg.

	2010	2011	2012
Toedracht roodlichtnegatie	5	9	12
Totaal aantal ongevallen op deze locaties	80	94	89
Aandeel van totaal	6%	10%	13%

Tabel 3.10. *Totaalaantal dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten (met en zonder VRI) en het aantal en aandeel daarin met roodlichtnegatie als toedracht.*

Als we deze informatie uit BRON vergelijken met de ongevallen uit de registratiesets, dan valt het volgende op:

- De ongevallen die in BRON worden aangemerkt met roodlichtnegatie (mede) als toedracht, worden door de meeste beoordelaars ook als zodanig aangemerkt ('zeker' of 'mogelijk').
- Naast de ongevallen die volgens BRON zijn toe te schrijven aan roodlichtnegatie, vinden de beoordelaars nog meer ongevallen (28% tot 33% meer) waar roodlichtnegatie zeker of mogelijk een rol heeft gespeeld. In 2010 gaat het om drie en in zowel 2011 als 2012 om twee extra ongevallen.
- Er is slechts één ongeval in BRON (2012) waarvan bij SWOV geen registratieset beschikbaar was.

### 3.2.2. Rechtbankverslagen

De zoektocht naar rechtbankverslagen leverde 90 zoekresultaten op, waarvan er uiteindelijk 25 relevant bleken. In *Tabel 3.11* staat het aantal gevonden verslagen per jaar waarin het ongeval zich heeft voorgedaan en het aantal gevallen waarbij sprake bleek van roodlichtnegatie. Twee van de 13 rechtbankverslagen van ongevallen die in 2012 hadden plaatsgevonden, en twee van de 12 ongevallen die in 2011 hadden plaatsgevonden, hadden betrekking op ongevallen waarvan geen registratieformulier beschikbaar was. In 8 van de 10 gevallen stelde de rechtbank vast dat er inderdaad sprake was geweest van roodlichtnegatie, waarbij in één geval de verdachte werd vrijgesproken omdat zijn roodlichtnegatie te wijten was geweest aan een epileptische aanval en in een ander geval de roodlichtnegatie was gepleegd door het dodelijke slachtoffer. Bij de gevallen waar de rechtbank tot een veroordeling kwam voor roodlichtnegatie en die ook beoordeeld zijn in dit onderzoek, waren ook de beoordelaars zeker of achtten ze het zeer waarschijnlijk dat roodlichtnegatie had plaatsgevonden. Bij de gevonden gevallen moet wel opgemerkt worden dat het hierbij gaat om bijzondere

ongevallen waarbij meerdere overtredingen en/of roekeloos rijgedrag vooraf was gegaan .

	2011	2012
Aantal gevonden rechtbankverslagen m.b.t. ongevallen op 50km/uur-kruispunten	12	13
Aantal dodelijke ongevallen met roodlichtnegatie als mogelijke toedracht daarbinnen	5 (42%)	5 (38%)

Tabel 3.11. *Totaalaantal in rechtbankverslagen besproken dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten en het aantal en aandeel daarbinnen waarin volgens de rechtbank sprake was van roodlichtnegatie.*

### 3.2.3. Sociale media, openbare mediaberichten en andere openbare bronnen

Van de 21 onderzochte ongevallen in 2012 is via sociale media slechts over één geval informatie gevonden. Dit ongeval vond plaats tussen twee overvoertuigen en leidde ook in de openbare media en binnen het gemeentebestuur tot diverse publicaties.

Van 12 ongevallen uit de 21 registratiesets van 2012 zijn 1 tot 6 openbare mediaberichten per ongeval gevonden (zie *Tabel 3.12*). Daarnaast werden ook twee openbare mediaberichten gevonden over een relevant ongeval waarvan geen registratieset beschikbaar was (zie *Tabel 3.13*). Verder is er van een aantal ongevallen ook nog informatie gevonden in openbare (online) beleidsdocumenten en op YouTube. Van het ongeval waarvan geen registratieset maar wel openbare mediaberichten beschikbaar waren, werd ook een aflevering van het tv-programma ‘Opsporing verzocht’ gevonden.

De genoemde bronnen omvatten vooral informatie van politie en getuigen. Deze geven soms een aanvullend beeld op de informatie uit het registratieformulier waardoor met meer zekerheid iets over oorzaken te zeggen valt, maar zeker niet altijd. Dit hangt mede af van de hoeveelheid informatie in de registratieset en of die bijvoorbeeld alleen een mutatierapport bevat of ook een korte beschrijving van wat is voorgevallen.

Registratieset beschikbaar	Mediaverslag(en)	Sociale media	Overig openbare bronnen	Geen berichten
Ja	12	1	6	4
Nee	1	onbekend	1	

Tabel 3.12. *Aantal dodelijke ongevallen in 2012 op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI en de beschikbare berichtgeving daarover naar type bron.*

Registratieset beschikbaar	Mediaverslag(en)	Sociale media	Overig openbare bronnen	Geen berichten
Ja	ja		ja	4
	ja			7
		ja	ja	1
			ja	2
Nee	ja		ja	1
	ja			1

Tabel 3.13. Aantal dodelijke ongevallen in 2012 op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI en de beschikbare berichtgeving daarover naar type bron en de overlap daarbinnen.

### 3.2.4. Dieptestudies

De dieptestudies die SWOV heeft uitgevoerd naar ongevallen binnen de bebouwde kom betreffen andere jaren dan de ongevallen waarvan we de registratiesets hebben kunnen analyseren. Van de ongevallen uit deze dieptestudies waren er zeven die hadden plaatsgevonden op een 50km/uur-kruispunt met VRI, waarbij in twee gevallen een dodelijk slachtoffer is gevallen. In beide gevallen was het slachtoffer een oudere, onbeschermd gemotoriseerde verkeersdeelnemer die een aanrijding kreeg met een veel zwaarder gemotoriseerde verkeersdeelnemer. In een van beide gevallen was er zeker roodlichtnegatie in het spel, in het andere geval mogelijk wel, met als kanttekening dat de VRI deels niet conflictvrij was: dus meerdere verkeersstromen die elkaar konden kruisen hadden in dat geval groen licht (of wit licht, in geval van een tram).

Bij de andere vijf ongevallen uit de betreffende dieptestudies zijn (voor zover wij konden achterhalen) geen dodelijke slachtoffers gevallen. Bij één van deze ongevallen was er mogelijk sprake van roodlichtnegatie, bij de andere ongevallen niet. In drie van de vier gevallen was de VRI namelijk niet conflictvrij en hadden beide partijen groen licht ten tijde van het ongeval. In *Tabel 3.14* zijn de bevindingen ten aanzien van roodlichtnegatie als (mogelijke) oorzaak van het ongeval nog eens samengevat.

	Dodelijke ongevallen	Ongevallen met lichter letsel
Roodlichtnegatie zeker of mogelijk een van de ongevalsoorzaken	2 (waarvan 1 op niet-conflictvrije VRI-oversteek)	1
Roodlichtnegatie speelt geen rol	0	4 (waarvan 3 op een niet-conflictvrije VRI-oversteek)
Totaal	2	5

Tabel 3.14. Aantal dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI en de beschikbare berichtgeving daarover naar type bron.

Ook in de dieptestudies blijkt het lastig om met zekerheid iets te zeggen over andere oorzaken zoals afleiding en vermoeidheid. In de zeven bestudeerde ongevallen vonden we de volgende andere oorzaken en omstandigheden.:

- Voorrangverlening speelde bij 6 van de 7 ongevallen een rol.
- Onaangepaste snelheid speelde bij 3 van de 7 ongevallen mogelijk of zeker een rol.
- Beveiligingsmiddelen hadden bij een aantal ongevallen een rol kunnen spelen bij het voorkomen van ernstig letsel (helm bij tweewielers: 4 van de 7 gevallen; gordel: 1 van de 7 gevallen).
- Aanwijzingen voor rijden onder invloed troffen we niet aan in de samenvatting van de beoordeling van het dieptestudieteam in deze ongevallen.
- Al deze ongevallen gebeurden bij daglicht.

### 3.3. Risicoberekening roodlichtnegatie

Op basis van de aanvullende gegevens kunnen we bekijken wat voor consequenties dit heeft voor de eerdere risicoberekeningen van Aarts et al. (2016). Uit die berekeningen bleek dat roodlichtnegatie op 50km/uur-kruispunten met een VRI, leidt tot een relatief risico dat 10 tot 15 keer hoger ligt dan roodlichtacceptatie. Dit werd vastgesteld aan de hand van een zogenoemde casus-controlemethode: we vergeleken dodelijke ongevallen waarbij roodlichtnegatie ten minste één van de oorzaken was, met verkeerssituaties waarbij roodlichtnegatie niet tot een ongeval leidde (straatmetingen). Voor de herberekening van het relatieve risico gaan we uit van dezelfde straatmetingen als in het onderzoek van 2016, voor de ongevallen met roodlichtnegatie gebruiken we de informatie uit dit onderzoek.

#### 3.3.1. *Herberekening van het relatieve risico op basis van dodelijke ongevallen in 2012*

Als we kijken naar de herbeoordeling van de ongevallen uit 2012, en we nemen daarbij de zekere roodlichtnegatie-ongevallen als ondergrens en de zekere en mogelijke roodlichtnegatie-ongevallen samen als bovengrens van de risicoberekening, dan komt deze uit op 9,3 tot 14,5 risicoverhoging (zie *Bijlage C*). Als we uitgaan van de gegevens uit BRON (en voor het totaal de beoordeling op basis van de registratiesets), dan komt het relatieve risico uit op 12,3 en ligt het dus tussen de eerdere bevindingen in.

#### 3.3.2. *Het relatieve risico van roodlichtnegatie op basis van dodelijke ongevallen in 2011*

Voeren we dezelfde berekeningen uit (uitgezonderd BRON, zie *Bijlage C*) op basis van de beoordeling van dodelijke ongevallen in 2011, dan blijkt het relatieve risico op roodlichtnegatie te liggen tussen de 8,9 en 12,5. Gaan we uit van de roodlichtnegatie-aantallen volgens BRON, dan komt het relatieve risico hier uit op 16,5.

#### 3.3.3. *Het relatieve risico van roodlichtnegatie op basis van dodelijke ongevallen in 2011 en 2012*

Om tot robuustere bevindingen te komen, hebben we dezelfde berekeningen ook uitgevoerd over de gegevens van 2011 en 2012 samen (zie *Bijlage C*). We komen dan uit op een relatief risico tussen de 9,2 en 13,7 en met de samengevoegde cijfers van BRON ook op 13,7. Deze risicocijfers liggen dus tussen de eerdere bevindingen in. Wel weten we uit de combinatie met andere bronnen dat zowel de registratiesets als BRON niet alle relevante

ongevallen bevatten en dat de risicocijfers daardoor mogelijk een onderschatting kunnen zijn.

### 3.4. Bevindingen van de infrastructurele situatie

Van de kruispunten waarop in 2011 en 2012 een dodelijk ongeval heeft plaatsgevonden, is de infrastructurele situatie beoordeeld met de drie methoden die we in *Hoofdstuk 2* hebben beschreven (VSGS, PIARC-overgangsscore en complexiteitsscore). Om dit te kunnen doen, moesten eerst nog een paar tussenstappen gemaakt worden. Ten eerste moest de beoordeling van de drie beoordelaars worden samengevat tot één score per ongeval. Dit is gedaan door eerst per ongeval en beoordelaar de grove score te berekenen, wat wil zeggen dat de beoordelingen 'zeker en mogelijk' werden samengenomen en de beoordelingen 'waarschijnlijk niet en zeker niet'. De beoordeling 'niet van toepassing' bleef onveranderd. Vervolgens is de modus (de meest voorkomende waarde) per ongeval bepaald. In die gevallen waarbij er geen modus te bepalen was (alle beoordelaars hadden dan wat anders), zijn die ongevallen buiten deze analyse gelaten.

Ten tweede moest er per ongeval ook een gemiddelde infrastructurele score per instrument (geloofwaardigheid, overgang en complexiteit) bepaald worden. Dit is gedaan door de gemiddelde score per ongeval van de twee beoordelaars te berekenen. Voor enkele ongevallen waren geen infrascoringen beschikbaar, omdat niet duidelijk was van welke tak(ken) van het kruispunt de betrokkenen waren gekomen. In dat geval zijn die ongevallen ook buiten de analyse gelaten. Dit alles leverde in totaal 29 gescoorde takken op. Van een ongeval zijn twee takken gescoord omdat het hierbij een ongeval met twee gemotoriseerde voertuigen betrof die ieder vanuit een andere tak van het kruispunt kwamen aangereden.

De gemiddelde scores en standaarddeviatie van iedere gescoorde kruispunt-tak (geloofwaardigheidsscore uit VSGS en de PIARC-overgangsscore) of ieder gescoord kruispunt (complexiteitsscore) is samengevat in *Tabel 3.15*. Hieruit is af te lezen dat de beoordeelde gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI waarop in 2011 of 2012 een dodelijk ongeval heeft plaatsgevonden:

- gemiddeld genomen meer versnellende dan vertragende inrichtingskenmerken hebben (geloofwaardigheidsscore > 0) maar ook een behoorlijke spreiding kennen;
- gemiddeld genomen 63% van de mogelijke overgangsindicatoren hebben, met een kleine variatie tussen kruispunten;
- gemiddeld genomen 83% van de complexiteitskenmerken hebben, met enige variatie tussen kruispunten.

	VSGS geloofwaardigheidsscore	PIARC overgangsscore	Complexiteitsscore
Gemiddelde	3,66	0,63	0,83
SD	3,17	0,07	0,11

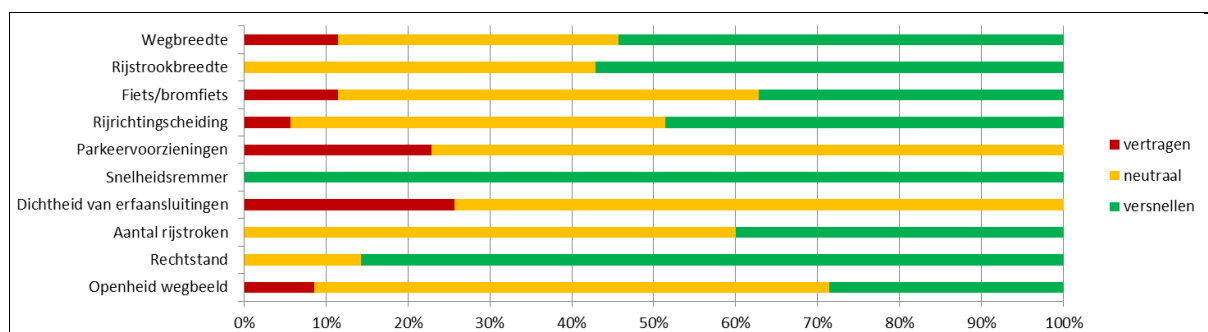
Tabel 3.15. Aantal dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI en de beschikbare berichtgeving daarover naar type bron.



### Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

De overeenstemming in beoordeling van de acht subjectieve onderdelen uit de drie infrastructuurinstrumenten samen is (te) laag: de Cronbach's alpha komt met 0,642 (BI = 0,552-0,715) onder de 0,7 uit. Dit geldt voor alle subonderdelen, behalve voor het minst subjectieve onderdeel 'aantal rijstroken in combinatie met hoe breed ze ogen'. Voor dit onderdeel is de betrouwbaarheid wel voldoende, namelijk 0,970 (BI = 0,940 – 0,985). In *Afbeelding 3.1*, *3.2* en *3.3* is uitgegaan van de scores van de verkeerskundige beoordelaar.

#### 3.4.1. Veilige en geloofwaardige snelheidslimieten

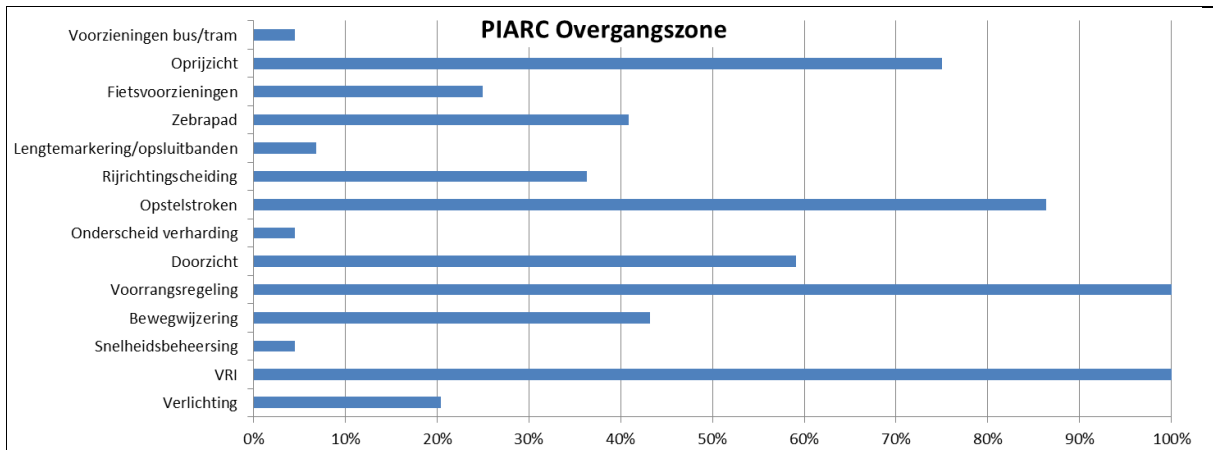


Afbeelding 3.1. Overzicht van kenmerken van VRI-kruispunten die de geloofwaardigheid beïnvloeden.

In *Afbeelding 3.1* is een overzicht gegeven van het aandeel VRI-kruispunten en de daaraan voorafgaande wegvakken dat elk van de versnellende of vertragende kenmerken heeft. Wat vooral veel voorkomt is het – volgens de richtlijnen correcte – ontbreken van snelheidsremmers (op alle wegen), maar ook het grote aandeel lange rechtstanden (86%). De meest voorkomende vertragende kenmerken zijn grote dichtheid van erfaansluitingen (26%) en parkeervoorzieningen langs de weg (23%).

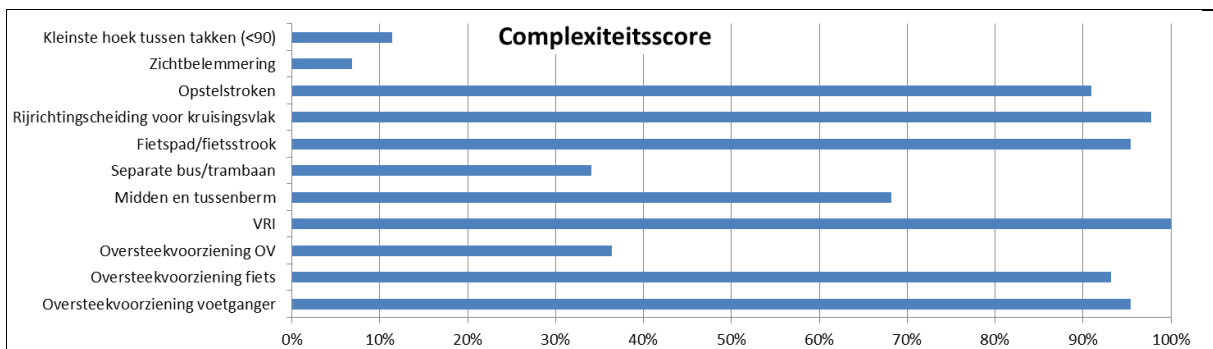
#### 3.4.2. PIARC-overgangsscore

*Afbeelding 3.2* geeft een overzicht van het vóórkomen van elementen die weggebruikers erop attenderen dat er een overgang (kruispunt) aankomt. Op alle geanalyseerde VRI-kruispuntaanlopen was – los van VRI's – in ieder geval een voorrangregeling aanwezig zoals aanwezig behoort te zijn volgens de richtlijnen. Ook opstelstroken (86%) en goed oprijzicht (75%) en doorzicht (59%) waren in de meeste gevallen aanwezig. Kenmerken die maar weinig aanwezig waren, betreffen snelheidsbeheersingsmaatregelen en onderscheid in verharding (beide bij 5% van de kruispuntaanlopen). Voorzieningen voor tram of bus zijn ook relatief weinig aanwezig (eveneens in 5% van de gevallen).



Afbeelding 3.2. Overzicht van kenmerken die de overgang naar de VRI-kruispunten aangeven.

### 3.4.3. Complexiteitsscore



Afbeelding 3.3. Overzicht van complexiteitskenmerken van VRI-kruispunten.

De complexiteitsscore laat zien dat de kruispunten relatief complex zijn. Los van de aanwezigheid van VRI's bleken vooral de aanwezigheid van rijrichtingscheiding (98%), fietspad/fietsstrook of oversteekvoorziening voor voetgangers (95%), oversteekvoorziening voor fietsers (93%) en opstelstroken (91%) vaak aanwezig (zie *Afbeelding 3.3*). Er was weinig sprake van zichtbelemmering (7%) en een kleinere hoek tussen takken dan 90 graden (11%).

### 3.4.4. Combinatie van infrastructurele kenmerken en gedragingen bij dodelijke ongevallen

Net als in het onderzoek van 2016 is ook nu weer gekeken naar relaties tussen de infrastructurele inrichting en bepaalde gedragingen als oorzaak van ongevallen. Is het bijvoorbeeld zo dat die dodelijke ongevallen waarbij snelheid zeker of vermoedelijk een rol heeft gespeeld, vaker vooraf zijn gegaan door een versnellende weginrichting op de tak waar het betrokken gemotoriseerde verkeer vandaan kwam? Of komt roodlichtnegatie meer voor op complexe kruispunten of op kruispunten waarbij de overgang met minder informatie-eenheden wordt aangekondigd? Vonden dodelijke ongevallen waarbij alcohol in het spel was mogelijk vaker plaats op complexe kruispunten die minder goed werden aangekondigd?

De analyses wijzen uit dat in de 29 beschikbare casussen (28 ongevallen, waar van een ongeval twee kruispunttakken zijn geanalyseerd) uit 2011 en 2012 geen verband kon worden vastgesteld tussen de infracores en de genoemde gedragingen.

## 4. Discussie en conclusies

In dit rapport deden we verslag van een vervolgstudie naar risicofactoren op 50km/uur-kruispunten en de kwantificering van roodlichtnegatie in het bijzonder. De studie is een vervolg op een SWOV-onderzoek uit 2016 (Aarts et al., 2016). De onderzoeksvragen die in dit rapport centraal stonden, waren:

1. Welke aanvullende of alternatieve gegevensbronnen zijn te gebruiken om risicofactoren te kwantificeren en tot welke (eerste) inzichten leidt het gebruik van deze bronnen?
2. Hoe betrouwbaar en generaliseerbaar zijn de bevindingen uit het eerdere onderzoek (bijvoorbeeld in termen van tijd, locaties, beoordelaars)?
3. Welke aanbevelingen zijn er te formuleren op basis van de bevindingen uit de voorgaande twee vragen voor verder onderzoek naar risicofactoren?

In dit hoofdstuk zetten we de bevindingen per onderzoeksvraag op een rij. Daarna bespreken we de belangrijkste discussiepunten en implicaties hiervan.

### 4.1. Welke gegevensbronnen zijn te gebruiken om risicofactoren te kwantificeren?

Behalve van registratiesets en informatie uit BRON is in dit onderzoek gebruikgemaakt van rechtbankverslagen, sociale media, openbare media, overige openbare bestanden en informatie uit dieptestudies. Voor dit onderzoek konden we niet beschikken over de processen-verbaal van de onderzochte verkeersongevallen.

Wat is er te zeggen over de bruikbaarheid van de geanalyseerde bronnen om risicofactoren te kwantificeren? In *Tabel 4.1* zijn de bevindingen samengevat. Ze worden hieronder per bron verder toegelicht.

Informatiebron	Bruikbaarheid	
	Aantallen	Inhoud
BRON	Bruikbaar, maar een aantal ongevallen ontbreken	Bruikbaar voor de beter constateerbare en vooral juridisch relevante gedragingen, zoals roodlichtnegatie, al zijn niet alle relevante ongevallen goed gecodeerd; minder bruikbaar voor onderzoek naar risicofactoren zoals afleiding en vermoeidheid.
Registratiesets	Bruikbaar, maar een aantal ongevallen ontbreken	Bruikbaar voor de beter constateerbare gedragingen, zoals roodlichtnegatie, met de mogelijkheid om de zekerheid van factoren via andere bronnen te checken; minder bruikbaar voor minder goed constateerbare gedragingen zoals afleiding en vermoeidheid.
Rechtbankverslagen	Zeer kleine aantallen	Geven meer zekerheid over de rol van een risicofactor bij een ongeval. Hiervoor moet wel een gerechtelijke aanleiding zijn en derhalve lenen rechtbankverslagen zich vooral voor de risicofactoren die met regelovertreding in verband kunnen worden gebracht in combinatie met dodelijk of ernstig letsel.
Sociale media	Zeer kleine aantallen	Vanwege te kleine aantallen (één casus) zijn hier op basis van dit onderzoek geen goede uitspraken over te doen.
Openbare media	Kleine aantallen	Geven in enkele gevallen aanvullende informatie van met name locatie, onder andere op basis van getuigenverklaringen en beeldmateriaal.
Overige openbare bronnen	Zeer kleine aantallen	Geven sporadisch aanvullende informatie.
Dieptestudies	Kleine aantallen; voor dodelijke ongevallen zeer kleine aantallen	Bieden inhoudelijk meer zicht op specifieke locatiekenmerken en inhoudelijke bijzonderheden. Deze methode is in principe een van de meest geschikte om minder goed constateerbare risicofactoren, zoals afleiding en vermoeidheid, te bepalen. Deze blijken echter ook met deze methode lastig vast te stellen.

Tabel 4.1. *Samenvatting van de bruikbaarheid per bron voor de kwantificering van risicofactoren.*

#### 4.1.1. BRON

BRON – het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland – is de centrale database waarin de door de politie geregistreerde informatie over verkeersongevallen wordt opgeslagen. Het is bekend dat BRON ook voor informatie over dodelijke ongevallen niet geheel compleet is en dus ongevallen mist. Door BRON te combineren met andere bronnen – met name registratiesets en rechtbankverslagen – blijkt dat er niet alleen ongevallen in BRON missen, maar ook dat de ongevalsoorzaak er niet altijd (correct) in staat. Als we uitsluitend zouden uitgaan van de informatie in BRON, dan zou dat dus leiden tot een onderschatting van het werkelijke aantal voorkomende risicofactoren. Dit konden we in dit onderzoek in ieder geval vaststellen voor tamelijk concrete gedragingen zoals ‘roodlichtnegatie’. Voor andere, minder goed constateerbare risicogedragingen zoals ‘afleiding’ of ‘vermoeidheid’ levert BRON nog minder bruikbare informatie op.

#### 4.1.2. Registratiesets

Registratiesets van dodelijke ongevallen zijn documenten waarin de politie vastlegt wat er is gebeurd en welke getuigen er zijn gehoord. In de praktijk gaat het echter vaak slechts om mutatiesets, een kort verslag van de wijzigingen in de situatie die zich hebben voorgedaan bij aanloop en na het ter plaatse komen van het ongeval. Andere relevante informatie, zoals een beschrijving van de vermoedelijke oorzaak en de getuigenverhoren, is vaak alleen terug te vinden in processen-verbaal. In dit onderzoek konden we niet over deze processen-verbaal beschikken.

Omdat de informatie in de registratiesets niet altijd eenduidig was, is ervoor gekozen om – net als het onderzoek van 2016 – de oorzaken van ongevallen te beoordelen met een team van drie personen. Door de ongevallen met meerdere personen te scoren, is er meer ruimte om met een bandbreedte te werken. Wel blijft het ook voor een team van meerdere beoordelaars lastig om minder goed constateerbare risicofactoren als afleiding en vermoeidheid te scoren.

Via de registratiesets werden ongeveer 30% meer gevallen van roodlicht-negatie opgespoord dan alleen op basis van BRON konden worden achterhaald.

#### 4.1.3. Rechtbankverslagen

Zeer ernstige ongevallen, zoals ongevallen waarbij sprake is van lichamelijk letsel in combinatie met bijvoorbeeld roekeloos rijgedrag of meervoudige overtredingen, komen voor de meervoudige strafkamer van de rechtbank. Daarna zijn deze zaken – geanonimiseerd – terug te vinden op de website [uitspraken.rechtspraak.nl](http://uitspraken.rechtspraak.nl). Deze rechtszaken kunnen soms jaren na de gebeurtenis nog lopen en betreffen dus sowieso een selectie van alle ongevallen. Mogelijk heeft onze zoektocht dus niet alle relevante rechtbankverslagen opgeleverd en kan het ook zijn dat sommige ongevallen niet door de meervoudige strafkamer van de rechtbank zijn behandeld en daarna op internet waren te vinden. Zelfs van een aantal jaren terug konden maar enkele relevante ongevallen worden opgespoord. Dit heeft uiteraard ook te maken met het feit dat lang niet alle ongevallen voor het gerecht verschijnen. Wel hebben we via de rechtbankverslagen enkele gevallen kunnen opsporen waarvan geen registratieset voorhanden was en die ook niet in BRON stonden genoteerd.

Rechtbankverslagen kunnen als aanvullende informatie dienen, maar slechts op zeer beperkte schaal, gerelateerd aan de mate waarin een risicofactor aanleiding biedt om tot rechtsvervolgning over te gaan. Vaak zijn ze ook pas een tijd na het ongeval vindbaar, als ze al vindbaar zijn. Rechtbankverslagen kunnen dan ook zeker niet als zelfstandige bron worden beschouwd.

#### 4.1.4. Sociale media

Sociale media (in dit onderzoek vooral Facebook) zijn het minst behulpzaam gebleken. Er is hiermee slechts één ongeval opgespoord en dit ging om een ongeval waar ook al veel andere publiciteit over was.

#### 4.1.5. *Openbare media*

Van een aantal ongevallen bleken in de openbare media (online media-berichten) één of meerdere berichten te vinden, maar lang niet van alle. Omdat we zochten naar ongevallen van enkele jaren terug, verkleint dit de kans om iets te vinden; de informatie is dan immers niet meer actueel. Openbare media zijn daarom – net als rechtbankverslagen – op beperkte schaal geschikt als aanvulling op andere bronnen.

#### 4.1.6. *Overige openbare bronnen*

Andere openbare bronnen, in dit geval online beleidsdocumenten en filmpjes op YouTube, leveren een kleine hoeveelheid extra informatie. Het gaat daarbij wel veelal om 'spraakmakende' ongevallen of ongevallen waarbij gemeenten een duidelijke verantwoordelijkheid hebben. Deze bronnen zijn dus voor lang niet alle ongevallen terug te vinden en kunnen zeer sporadisch als aanvulling dienen.

#### 4.1.7. *Dieptestudies*

De gegevens uit dieptestudies die we voor dit onderzoek hebben gebruikt, hadden betrekking op andere jaren en betroffen deelselecties van het verkeer binnen de bebouwde kom (voorrangongevallen met bestelauto-ongevallen, fietsongevallen met oudere fietsers en ongevallen met scoot- en brommobielen en snorfietsers). Binnen die selectie was er slechts in twee gevallen sprake van een dodelijk ongeval. De exacte vergelijkbaarheid is daardoor minder dan voor de andere bronnen. Wel blijken de dieptestudies nauwkeuriger inzicht te geven in achtergronden en infrastructurele situaties. Zo bleek bij een meerderheid van de ongevallen op VRI-kruispunten dat er sprake was van 'conflicterend groen'. Dergelijke aanwijzingen zijn nuttig om preciezer te zijn in het oordeel of een risicofactor een rol kan hebben gespeeld of niet. Twee partijen die vanuit verschillende richtingen op een VRI-kruispunt op elkaar botsen hoeven dus niet per se een rood licht te hebben genegeerd. Dit geeft zowel een ander licht op de hoogte van een risicofactor (er is mogelijk minder vaak sprake van roodlichtnegatie) en mogelijke oplossingsrichtingen (afstelling van VRI's).

Verder blijkt dat gedragingen die lastig zijn vast te stellen vanuit de registratiesets – zoals afleiding en vermoeidheid – veelal ook onduidelijk blijven in de dieptestudies. In de dieptestudies wordt hier wel standaard naar gevraagd, maar als dit niet duidelijk wordt, kiest het dieptestudieteam ervoor niet te speculeren of de betreffende factor toch een rol kan hebben gespeeld. Wel is de dieptestudiemethode een van de beste om erachter te komen of dergelijke gedragingen een rol hebben gespeeld.

### 4.2. **Betrouwbaarheid en generaliseerbaarheid van eerdere bevindingen**

#### 4.2.1. *Bevindingen ten aanzien van risicogedragingen*

De beoordeling van gedragsgerelateerde risicofactoren blijkt zowel in 2016 en 2017 als tussen verschillende beoordelingsteams behoorlijk consistent. Dat geldt ook voor roodlichtnegatie: uit de beoordeling van registratiesets kwam naar voren dat in 41% tot 67% van de ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-wegen met een VRI, roodlichtnegatie zeker of mogelijk een rol had

gespeeld. In *Tabel 4.2* vatten we deze bevindingen samen. Hierin is ook te zien wat de consistentie was in bevindingen tussen teams als zij dezelfde data (2012) nogmaals beoordelen.

Deze bevindingen komen sterk overeen met die van het SWOV-onderzoek uit 2016 (44% tot 66%). Daaruit kunnen we concluderen dat ook de kwantificering van het relatieve risico van roodlichtnegatie in de buurt blijft van het vorige onderzoek: in 2016 vonden we dat roodlichtnegatie leidt tot een relatief risico dat 10 tot 15 keer hoger ligt dan roodlichtacceptatie; in dit vervolgonderzoek vinden we een relatief risico tussen 9 en 17. Dit is te zien in *Tabel 4.2*.

	2010	2011	2012
Gemiddeld aandeel ongevallen waarbij roodlichtnegatie zeker een rol heeft gespeeld (team 2017; tussen haken de bevindingen van team 2016).	44% <sup>4</sup>	41%	43% (44%)
Gemiddeld aandeel ongevallen waarbij roodlichtnegatie zeker of waarschijnlijk een rol heeft gespeeld (team 2017; tussen haken de bevindingen van team 2016).	50% <sup>6</sup>	56%	67% (66%)
Het relatieve risico van roodlichtnegatie op basis van bovenstaande beoordelingen (tussen haken de bevindingen van team 2016.; tussen vierkante haken op basis van BRON-cijfers)		8,9 -12,5 [16,5]	9,3-14,5 (10-15) [11,8]
		9,2 – 13,3 [13,3]	

*Tabel 4.2. Samenvatting van de bevindingen in verschillende jaren en tussen teams in hoeverre roodlichtnegatie bij dodelijke verkeersongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten een rol heeft gespeeld.*

Roodlichtnegatie is waarneembaar en ook objectiveerbaar. De aanpak die is gebruikt om roodlichtnegatie te kwantificeren, is daarom naar verwachting ook bruikbaar voor andere goed waarneembare en objectiveerbare gedragingen zoals rijden onder invloed, te hoge snelheid en het gebruik van voertuigverlichting. Toch moet ook daarbij met enige voorzichtigheid te werk worden gegaan. Zo bleek de overeenstemming tussen beoordelaars in veel gevallen maar net voldoende. Het verdient daarom aanbeveling om gebruik te maken van aanvullende objectievere bronnen, zoals informatie uit processen-verbaal en rechtbankverslagen.

#### 4.2.2. Bevindingen ten aanzien van infrastructurele kenmerken

Bij de beoordeling van infrastructurele kenmerken bleek er met name ten aanzien van de meer subjectieve kenmerken nog onvoldoende overeenstemmingbeoordelaars. Dat had in dit onderzoek mogelijk te maken met het feit dat de twee beoordelaars van de infrastructuur een verschillende achtergrond hebben (verkeerskunde en psychologie). Wel was er – net als bij de gedragingen – een uitgebreid codeboek met voorbeelden. Mogelijk dat een extra beoordelaar en nog meer onderlinge afstemming hierbij nuttig kan zijn.

Bij de beoordeling zijn dezelfde instrumenten gebruikt als bij het onderzoek in 2016: VSGS (het instrument voor veilige en geloofwaardige snelheidslimieten), de PIARC-overgangsscore en de complexiteitsscore. Op basis van

<sup>4</sup> Op basis van slechts één beoordelaar van team 2017.



een kritische analyse en een verdere aanscherping van deze instrumenten, komen we tot de volgende kanttekeningen en aanbevelingen.

#### *PIARC-overgangsscore*

- Het onderdeel ‘sturen van manoeuvres’ bevat kenmerken die eigenlijk al bij het kruisingsvlak zelf horen en niet bij de aanloop van het kruispunt (zoals een zebra-pad of voorzieningen voor fietsers bussen of trams).
- Het kenmerk ‘verlichting’ blijkt maar beperkt bruikbaar als aanwijzing voor een overgang. Het is vooral relevant in nachtelijke condities. Bovendien is er op wegvakken vaak verlichting aan één zijde. Als er opstelstroken aanwezig zijn, wordt de weg vaak te breed voor verlichting aan één zijde. Het gevolg is verlichting aan twee zijden van de weg, wat leidt tot een significante verandering (meer lantaarnpalen = meer licht). Dit kan gebruikt worden als overgangskenteken.
- Een aantal kenmerken moet beter worden gedefinieerd in termen van ‘overgangskenteken’, zoals de aanwezigheid van fietsvoorzieningen en rijrichtingscheiding. Het gaat hierbij niet om de aanwezigheid van deze kenmerken ter hoogte van de overgang, maar om de vraag of deze kenmerken een duidelijke verandering vertonen. Ook het kenmerk ‘doorzicht’ blijkt voor meerdere uitleg vatbaar: het kan worden bekeken vanuit het perspectief van de richting waarin het verkeer wil gaan (in de ongevallen ging het soms om afslaand verkeer) of vanuit het doorzicht naar de volgende weg meer recht vooruit (dit is wat verkeerskundig onder doorzicht wordt verstaan).
- De kenmerken die betrekking hebben op zicht (zichtbelemmering, oprijzicht en doorzicht) zijn beoordeeld op basis van CycloMedia-beelden waarbij de camera op het dak van de auto is gemonteerd. De beoordeelaars kijken dus vanaf een hoger standpunt dan de gemiddelde verkeersdeelnemer. Hiermee dient rekening gehouden te worden.
- (Brom)fiets- en bus/tramvoorzieningen kunnen bij een overgang niet significant veranderen als deze sowieso niet aanwezig zijn. Hier dient op gelet te worden bij het analyseren van de data. De maximale score moet in dat geval verminderd worden met het maximaal aantal relevante aanwezige kenmerken die kunnen veranderen.
- Het kenmerk ‘rijrichtingscheiding’ vertoont vaak, mits aanwezig, geen significante verandering. Van bovenaf gezien is er soms nog wel een verandering, maar op zichthoogte van de bestuurder is deze meestal niet duidelijk zichtbaar.
- ‘Opstelstroken’ ontbreken als relevant kenmerk in de lijst.

#### *Geloofwaardigheid in VSGS*

- Om te bepalen of het om versnellende of vertragende factoren gaat, is het van belang om uit te gaan van de juiste referentiesnelheid. In dit onderzoek is in principe uitgegaan van 50 km/uur als referentielimiet, maar in een aantal gevallen bleek de aanvoerende tak een 30km/uur-limiet te hebben. Met name ten aanzien van fietsvoorzieningen kan dit leiden tot een onterechte score als ‘vertragend’ als deze de rijstrook versmallen of als ‘versneller’ als de fietsvoorziening ertoe leidt dat het fietsverkeer niet op de rijstrook voor het autoverkeer komt; dit is namelijk niet gebruikelijk bij Zones 30, omdat hier immers al het verkeer in principe mengt. Fietsvoorzieningen zijn voor een 50km/uur-weg juist een neutrale conditie.

- Bij het onderzoek van Aarts et al. uit 2016 waren er enkele complicaties bij het bepalen van de scores van de verschillende instrumenten, met name VSGS. Zo bleken er voor sommige kenmerken relatief veel (ongebruikte) situaties waarvoor een score beschikbaar was, en voor anderen te weinig (geen correcte) situaties. Bij het selecteren van de kenmerken per weggedeelte is hier al rekening mee gehouden, maar net zo belangrijk is het correct formuleren van de mogelijke situaties die zicht per kenmerk kunnen voordoen en de score die deze situatie moet krijgen (is het een ‘versneller’ of een ‘vertrager’?).

VSGS (en in mindere mate de PIARC-overgangsscore) zijn vooral gericht op het autoverkeer. Voor langzaam verkeer, dat bovendien veelal een eigen infrastructuur heeft, ontbreken grotendeels nog geschikte instrumenten. Wel lijkt de complexiteitsscore relevant te kunnen zijn om de infrastructuur te beoordelen vanuit het perspectief van langzaam verkeer.

Net als in het onderzoek van 2016 kon op basis van de beschikbare data (n = 29) ook nu geen significant verband worden gelegd tussen de aanwezigheid van bepaalde gedragsrisicofactoren bij de dodelijke ongevallen en van kenmerken van de infrastructuur, zoals de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet, aanduidingen van een naderende overgang (het kruispunt) en de complexiteit van het kruispunt zelf. Het kan interessant zijn om bij ongevallen onderscheid te maken tussen de gedragsfactoren als resultaat van een onbedoelde fout of een bewuste overtreding. Het is waarschijnlijk dat de infrastructurele inrichting mogelijk meer effect heeft op de eerste dan op de tweede categorie. Hiervoor dienen de data verder uitgesplitst te worden, en daarvoor zijn grotere aantallen nodig.

#### 4.3. Implicaties en aanbevelingen

Uit dit onderzoek blijkt dat specifieke, in principe tamelijk objectief vaststelbare risicogedragingen zoals roodlichtnegatie met de gehanteerde aanpak behoorlijk consistent gekwantificeerd kunnen worden in termen van prevalentie en risico. Voor een meer zekere schatting kunnen aanvullende bronnen hierbij nuttig zijn, vooral bronnen met een behoorlijke kwantiteit en bronnen die zich baseren op objectieve metingen (BRON, rechtbankverslagen en in principe ook processen verbaal als aanvulling; dieptestudies zijn voor specifieke ongevallen en ook ongevallen met lichter letsel bruikbaar).

Omdat een combinatie van de gebruikte bronnen eerder duidt op een onderschatting dan een overschatting, concluderen we dat het relatieve risico van roodlichtnegatie rond de 14 ligt. Daarbij gaan we ervan uit dat een deel van de ‘mogelijk roodlichtnegatie’ in de beoordeling van de registratiesets door de combinatie met andere bronnen (met name BRON en rechtbankverslagen) uiteindelijk ‘zeker’ bleek te zijn. Uit de combinatie met andere bronnen weten we dat zowel de registratiesets als BRON niet alle relevante ongevallen bevatten en dat de risicocijfers daardoor mogelijk een onderschatting kunnen zijn.

Daarnaast geldt – net als bij het onderzoek in 2016 – dat de referentiemetingen van enkele jaren later zijn. Het is mogelijk dat tussen 2011-2012 en 2016 de prevalentie van roodlichtnegatie is gewijzigd door infrastructurele aanpassingen en (kleine) veranderingen in normen ten aanzien van

regelnaleving. We hebben hiervoor op voorhand echter geen aanwijzingen voor. Het is wel mogelijk dat de verkeersintensiteiten groter zijn geworden, waardoor roodlichtnegatie mogelijk minder aantrekkelijk is geworden en wachttijden mogelijk zijn gewijzigd. Dit hebben we niet onderzocht.

Voor andere gedragingen is deze combinatie van bronnen waarschijnlijk minder bruikbaar, omdat niet alle gedragsinformatie even goed objectief is vast te stellen en relevante gedragingen ook niet standaard gemeten worden. Het is aan te bevelen hier meer onderzoek naar te doen om dit op termijn beter mogelijk te maken. Bij het registreren van ongevallen zou hier bijvoorbeeld standaard naar gekeken kunnen worden. Uit dieptestudies weten we evenwel dat het ook dan niet gemakkelijk zal zijn om met zekerheid te achterhalen of dergelijke factoren een rol hebben gespeeld of niet. Mogelijk kan dit duidelijker worden door deze risicofactoren verder te operationaliseren en door het mogelijk te maken om niet alleen zekere factoren te rapporteren, maar ook vermoedens van factoren die mogelijk een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van een ongeval. Als alle dodelijke ongevallen op deze manier met dieptestudies geanalyseerd zouden worden, kan mogelijk beter inzicht ontstaan in de vermoedelijke prevalentie van dergelijke risicogedragingen.

Voor de beoordeling van infrastructuur zijn in dit onderzoek verdere verbeteringen doorgevoerd, met name voor de PIARC-overgangsscore. Daarnaast moet de geloofwaardigheid van wegvakken uitgaan van de juiste referentielimiet. Ook verdienen instrumenten voor langzame verkeersdeelnemers aandacht. Hiervoor is nu vooral de complexiteitsscore van het kruispunt zelf bruikbaar.

De bevindingen en aanbevelingen uit deze studie kunnen bijdragen aan verder onderzoek naar en kennis over (de kwantificering van) risicofactoren. Met name over risicofactoren binnen de bebouwde kom is – mede door de complexere verkeerssituaties en vele verschillende soorten weggebruikers – nog relatief veel onbekend.

## Literatuur

Aarts, L. (2016). *Risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Wat is het en wat kun je ermee?* In: Nationaal Verkeersveiligheidscongres 2016, 's-Hertogenbosch.

Aarts, L., Pumberger, A., Lawton, B., Charman, S. & Wijnen, W. (2011). *Road authority pilot and feasibility study. Deliverable 3 & 4 of ERASER - Evaluation to Realise a common Approach to Self-explaining European Roads.* European Commission, Brussels.

Aarts, L.T., Loenis, B.J.C., Dijkstra, A., Deden, N.Y. & Noorloos, R. (2016). *Risicofactoren nader onderzocht: 50km/uur-kruispunten; Het concept van Safety Performance Indicators (SPI's) nader belicht, risicofactoren bij dodelijke ongevallen en kwantificering van roodlichtnegatie.* R-2016-17. SWOV, Den Haag.

Aarts, L.T. & Nes, N. van (2007). *Een helpende hand bij snelheidsbeleid gericht op veiligheid en geloofwaardigheid; Eerste aanzet voor een beslissingsondersteunend instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten.* D-2007-2. SWOV, Leidschendam.

CROW (2012). *Basiskkenmerken wegontwerp.* CROW publicatie 315. CROW, Ede.

Davidse, R.J. & Duijvenvoorde, K. van (2012). *Bestelauto-ongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies; Resultaten van een dieptestudie naar ongevallen met bestelauto's binnen de bebouwde kom.* R-2012-18. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Duijvenvoorde, K. van, Boele, M., Doumen, M., et al. (2014). *Letselongevallen van fietsende 50-plussers; Hoe ontstaan ze en wat kunnen we eraan doen?* R-2014-3. SWOV, Den Haag.

Dijkstra, A., Goldenbeld, A., Petegem, J.W.H. van & Gent, P. van (2015). *Kruispuntveiligheid ontleed; Eindrapport.* SWOV, Den Haag.

ETSC (2001). *Transport safety performance indicators.* European Transport Safety Council, Brussel.

Goldenbeld, Ch. & Schagen, I. (2016). *Traffic rule violations – red light running. Driving/riding through an intersection or crossing the road when the light is on red.* European Road Safety Decision Support System. [www.roadsafety-dss.eu](http://www.roadsafety-dss.eu).

Mesken, J. (ed. 2012). *Risicoverhogende factoren voor verkeersveiligheid; Inventarisatie en selectie voor onderzoek.* D-2012-12. SWOV, Leidschendam.

PIARC (2012). *Human factors in road design. Review of design standards in nine countries.* World Road Association PIARC, Parijs.

SWOV (2017). *Wegwijzer – Verkeersveiligheidscijfers*. SWOV-datasheet, mei 2017. SWOV, Den Haag.

Weijermars, W.A.M. & Schagen, I.N.L.G. van (red.) (2009). *Tien jaar Duurzaam Veilig; Verkeersveiligheidsbalans 1998-2007*. R-2009-14. SWOV, Leidschendam.



## Bijlage A

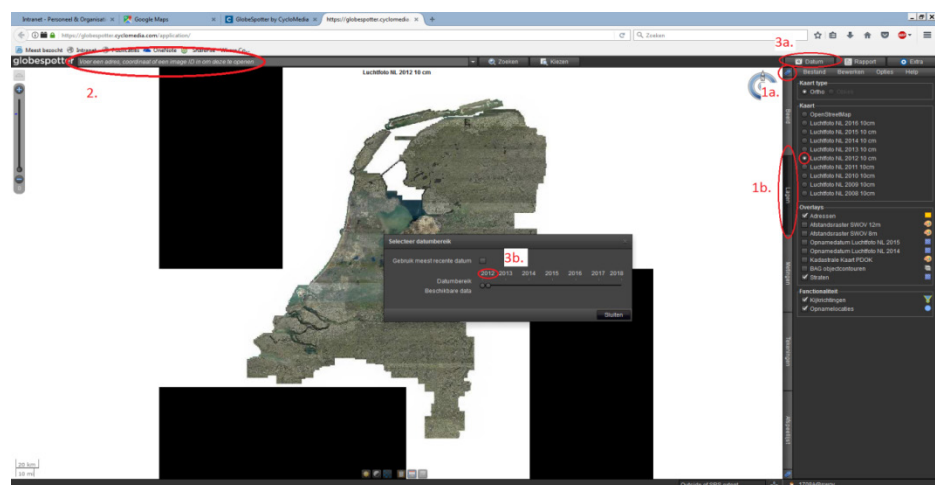
# Handleiding scoring infrastructurele kenmerken van kruispunten en hun aanloop

### Handleiding/Protocol bij scoren infra-kenmerken

#### Opstarten CycloMedia

Ga naar: <https://globespotter.cyclomedia.com/en/>

1. Klik op 'log in now' bij GlobeSpotter (niet Street Smart)
2. Log in met ...
3. Je krijgt nu het startscherm te zien van CycloMedia met de kaart van Nederland.



4. De standaardkaart is van 2016 en voor het onderzoek gebruiken wij ongevallen van bijvoorbeeld 2012. De blauwe pijltjes omcirkeld bij 1A openen een zijvenster. Onder het kopje 'Lagen' (1B) kan de kaart van 2012 worden geopend. Hetzelfde geldt voor andere jaren.
5. Vervolgens met de coördinaten de ongevalslocatie worden opgezocht. De coördinaten worden bij elk ongeval vermeld en dienen ingevoerd te worden in het veld linksboven (2) met de tekst 'voer een adres, coördinaat of image-ID in om deze te openen'.
6. Na het invoeren van de coördinaten of straatnaam drukt u op enter waarna er wordt ingezoomd op het betreffende kruispunt/weg. Het scherm wordt in tweeën gedeeld met links het bovenaanzicht en rechts een streetview-punt. Waarschijnlijk zijn de streetview-beelden gebaseerd op de meest recente inventarisatie (2016). Rechtsboven kunt u op de knop 'datum' (3A) klikken. In het scherm dat opent, kunt u het gebruik van de meest recente datum uitzetten en het gewenste jaar selecteren door dubbel te klikken op het bolletje met het gewenste jaar (3B). Vaak is er weinig veranderd aan de infrastructuur, maar sommige kruispunten zijn wel aangepast. In de volgende afbeelding is duidelijker te zien hoe het juiste jaar geselecteerd wordt (2012 is hier oranje).



7. Ter controle: bovenaan beide deelschermen staat de datum weergegeven. CycloMedia is nu klaar voor gebruik. Vanuit elk datapunt (gekleurde bol) kan gekeken worden naar de omgeving.

### *Instrumenten, kenmerken en labels*

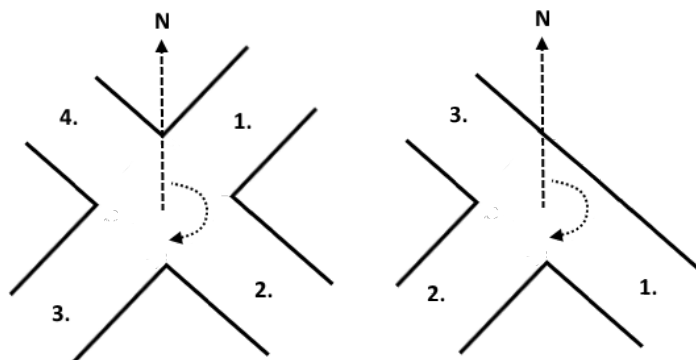
Elk kruispunt wordt gescoord op basis van drie instrumenten, te weten: complexiteitsscore, PIARC-score en VSGS. Elk instrument bevat andere kenmerken, die soms overeenkomen. In het meegestuurd Excel-bestand zijn de kenmerken per instrument te zien. Soms kent een instrument verschillende onderdelen. Zo kent de complexiteitsscore de onderdelen: elementen op kruisingsvlak, elementen op takken, aard en omvang van het kruispunt. Voor elk kenmerk dient een label ingevuld te worden, deze zijn te zien in het tabblad 'lijst'. Naast het scoren van de kenmerken zijn alle op- en aanmerkingen rondom de instrumenten, kenmerken en labels van harte welkom. Meer informatie over de instrumenten is te vinden in *Paragraaf 5.1.2* van het onderzoek van vorig jaar. Een verdere toelichting per kenmerk en instrument wordt verderop in deze handleiding gegeven.

In het tabblad 'gegevens' dient voor elk instrument en kenmerk een score/label geselecteerd te worden. Het selecteren wijst zich vanzelf (klik op de betreffende cel en vervolgens op het pijltje rechts van de cel om één van de labels te selecteren). Elk label bestaat uit tekst gevolgd door een waarde tussen haakjes, bijvoorbeeld (1). De waarde tussen haakjes geeft de score weer van het geselecteerde label. Zo is er bij de complexiteitsscore de mogelijkheid om (0) of (1) te scoren, waarbij 1 complex betekent en 0 niet complex. Voor de PIARC-score geldt eenzelfde wel/niet-systeem en voor VSGS geldt dat (+) versnellen betekent, (0) is neutraal en (-) is vertragen.

### *Relevante takken en nummering*

Zoals gezegd worden kruispunten gescoord waar in 2012 een dodelijk ongeval heeft plaatsgevonden. Het is de bedoeling dat bij het scoren van elementen op takken enkel gekeken wordt naar de relevante tak (de tak waar de betrokkenen vandaan kwamen) en de weghelft die richting het kruispunt loopt. De drie instrumenten zijn gericht op verkeer dat zich over de rijbaan verplaatst, takken van fietsers op vrijliggende fietspaden en voetgangers worden niet gescoord (scooter op rijbaan wel). De takken van het kruispunt zijn genummerd 1, 2, 3, 4 enz. De nummering begint in het noorden en loopt vervolgens met de klok mee.





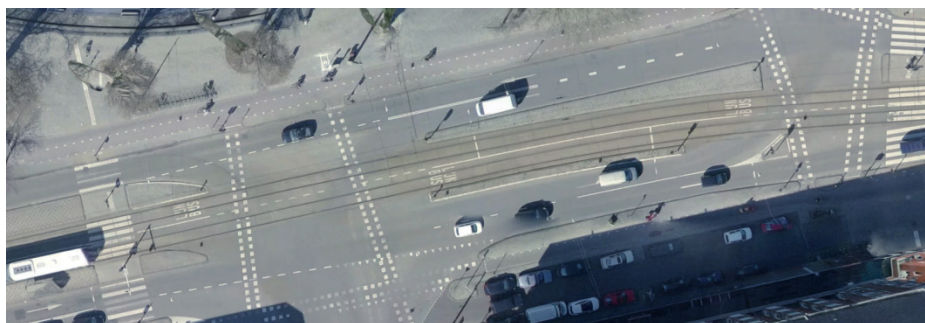
### Verdere toelichting instrumenten en kenmerken

De drie instrumenten worden besproken in de volgorde zoals men deze ook zou tegen komen bij het naderen van een kruispunt: wegvak (VSGS), overgangszone (PIARC) en kruisingsvlak (complexiteitsscore). Twee belangrijke punten in de aanloop naar het kruispunt zijn de locaties waar de weggedeeltes in elkaar over gaan:

1. Van wegvak naar overgangszone: volgens berekeningen van PIARC begint de overgangszone ongeveer/minimaal 100 meter voor het kruispunt. Deze afstand zal niet gelden voor elk kruispunt, daarom kan ook gesteld worden dat de overgangszone begint daar waar veranderingen optreden in het dwarsprofiel.
2. Van overgangszone naar kruisingsvlak: het kruisingsvlak loopt van stopstreep tot stopstreep en beslaat alle kenmerken gerelateerd aan interactie (oversteekvoorzieningen) en de inrichting van het kruispunt.

#### VSGS (wegvak)

Bij geloofwaardigheid gaat het erom dat de regelgeving als logisch wordt ervaren door de verkeersdeelnemers, doordat deze past bij het beeld dat de weg en de situatie oproepen. De geloofwaardigheid van snelheidslimieten wordt vastgesteld aan de hand van zogenaamde 'versnellers' en 'vertragers' die in het wegbeeld aanwezig zijn. Het scoren van de geloofwaardigheidskenmerken dient uitsluitend te gebeuren op het wegvak voorafgaand aan het kruispunt, met een redelijke afstand om de geloofwaardigheid goed te kunnen beoordelen, niet in de buurt van kruispunten. Mocht er weinig afstand zitten tussen twee kruispunten, dan is er geen wegvak aanwezig, enkel een overgangszone. In onderstaand voorbeeld is te zien dat de afstand tussen de twee kruispunten dusdanig klein is dat er niet van een wegvak gesproken kan worden.



Openheid wegbeeld: bij een gesloten wegomgeving staan huizen, bomen of andere objecten langs de kant van de weg, waardoor doorkijk niet of nauwelijks mogelijk is. Door de aanwezigheid van objecten langs de weg krijgt de weggebruiker een gevoel dat hij snel rijdt. Een open wegomgeving biedt mogelijkheden om de verkeerssituatie op langere afstand te kunnen inschatten. Doordat er geen nabije referentiepunten zijn, zal de bestuurder zijn snelheid als langzamer beleven dan dat die in werkelijkheid is.



Voorbeeld van respectievelijk een stedelijke en landelijke gesloten omgeving



Voorbeeld van respectievelijk een stedelijke en landelijke open wegomgeving

Rechtstand: het principe is: hoe korter de rechtstanden hoe lager de intuïtieve snelheid en hoe lager de geloofwaardige limiet. Voor 50km/uur-wegen zijn lange rechtstanden niet geloofwaardig, voor 30km/uur-wegen zijn korte rechtstanden geloofwaardiger dan voor 50km/uur-wegen. Bij 50km/uur-wegen heeft een rechtstand van meer dan 120 meter een versnellende werking (50 meter of meer bij 30 km/uur). Voor korte rechtstanden zijn geen exacte waarden gegeven, enkel dat het verkeer bij korte rechtstanden afgeremd wordt door bochten, gelijkwaardige kruispunten, hofjes en vertakkingen.

Aantal rijstroken: het aantal rijstroken in de richting van het kruispunt. Meer dan één rijstrook werkt versnellend omdat het wegbeeld breder oogt. Een weg die is opgedeeld in rijstroken, werkt echter minder versnellend dan een weg die niet is opgedeeld in rijstroken (in het tweede geval ontbreekt de rijstrookmarkering), ervan uitgaande dat de twee wegen even breed ogen.

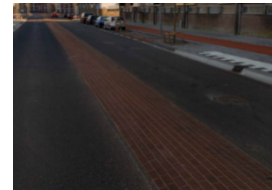
Dichtheid van erfaansluitingen: hierbij gaat het om een aansluiting van bebouwing, erven, kavels en percelen op de openbare weg. Volgens het CROW (2012) zijn er in de ideale situatie geen erfaansluitingen op gebiedsontsluitingswegen met een snelheidslimiet van 50 km/uur. Het betreft hier alleen de aansluitingen met percelen naast de weg waarbij de focus op gemotoriseerd verkeer ligt, bijvoorbeeld uitritten bij garageboxen, maar niet paadjes naar woningen.



Snelheidsremmer: met snelheidsremmers worden hier fysieke snelheidsremmers bedoeld die op de wegvakken een lagere snelheid van het verkeer afdwingen, bijvoorbeeld drempels, plateaus en chicanes. Op 50km/uur-wegen is het in theorie niet gebruikelijk om snelheidsremmers aan te leggen op wegvakken. Deze worden enkel gebruikt om de snelheid van het verkeer af te remmen bij het naderen van een kruispunt (drempel, plateau). Daarmee horen snelheidsremmers voor 50km/uur-wegen eerder thuis in de overgangszone dan op het wegvak.

Parkeervoorzieningen: hierbij gaat het om de aan- of afwezigheid van parkeervakken, zowel op als naast de weg. Bij de afwezigheid van parkeervakken gaat het erom of parkeren is toegestaan of dat het verboden is.

Rijrichtingscheiding: met rijrichtingscheiding wordt een fysieke rijrichtingscheiding bedoeld die moeilijk of niet overrijdbaar is. Een rijrichtingscheiding uitgevoerd als enkele of dubbele markering telt hierbij niet als een fysieke rijrichtingscheiding.



Fiets-/bromfietsvoorzieningen: bij dit kenmerk gaat het om de locatie van fietser/bromfietser op de weg: van gemengd tot geheel gescheiden. Hierbij dient goed gekeken te worden naar de bebording aan het begin van het fietspad of het gaat om een verplicht brom- en fietspad of slechts een verplicht fietspad. Andere opties zijn een fiets(suggestie)strook en gemengd.

Rijstrookbreedte: de rijstrookbreedte wordt gemeten in CycloMedia, op één decimaal nauwkeurig. Referentiewaarden voor rijstrookbreedtes zijn gevonden in het SWOV-rapport *Een helpende hand bij snelhedenbeleid gericht op veiligheid en geloofwaardigheid* (Aarts & van Nes, 2007). De grenswaarden worden bepaald door middel van een bandbreedte van 10%. Bij een referentiewaarde van 2,8 meter bedragen de grenswaarden tussen smal, medium en breed 2,5 meter en 3,0 meter ( $2,8 \pm 10\%$ ).

Wegbreedte: het gaat hierbij niet om de exacte breedte van de weg maar of de weg smal oogt. Sommige wegen zijn breed, maar ogen dat niet door optische versmallingen. Wanneer je voor je gevoel moet afremmen bij het passeren van een tegenligger of bij het inhalen van een fietser, dan noem je de weg smal. Wanneer er geen overig verkeer is, noem je de weg smal.

wanneer de breedte snel rijden niet toestaat. Op een weg die breed oogt, zal een weggebruiker eerder geneigd zijn om sneller te rijden. Hij heeft immers voldoende ruimte om stuurfoutjes te corrigeren. Een weg noem je breed wanneer je voor je gevoel niet hoeft af te remmen bij tegenliggers of tijdens het inhalen van fietsers. Wanneer er geen overig verkeer is, kun je op een brede weg snel rijden zonder dat je gevoelsmatig een hoger risico loopt.

### *PIARC (overgangszone)*

De PIARC-score geeft aan in hoeverre het duidelijk is dat een weggebruiker moet gaan handelen in verband met het naderen van een kruispunt. De aanwezigheid van verschillende kenmerken attenderen een weggebruiker op het naderende kruispunt, zoals snelheidsremmers, opstelstroken en bewegwijzering. Naast de aanwezigheid van deze onregelmatige kenmerken kan een verandering in continue kenmerken een weggebruiker ook attenderen op het naderen van een kruispunt. Zo kunnen er bijvoorbeeld veranderingen optreden in de rijrichtingscheiding, fietsvoorziening en bus-/tramvoorziening. Deze kenmerken zijn aanwezig over de gehele lengte van de weg, maar het gaat hierbij om de *verandering* van het kenmerk ter hoogte van de overgangszone. Elk kenmerk krijgt een score van 0 of 1 en in sommige gevallen 2, waarbij een hogere score wordt gegeven indien de verandering in het wegbeeld bijdraagt aan meer duidelijkheid voor de weggebruiker.

Verlichting: voor dit kenmerk geldt dat deze een score van 1 krijgt als er een duidelijke verandering optreedt ter hoogte van de overgangszone.

Bijvoorbeeld: op het wegvak is geen verlichting aanwezig en ter hoogte van het kruispunt is deze wel aanwezig. Een significante toename in het aantal lantaarnpalen kan ook gezien worden als een verandering.

VRI: een VRI is een teken voor de bestuurder dat deze een kruispunt nadert waarbij de bestuurder moet gaan handelen (voorsorteren, remmen, sturen). Voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn op het betreffende kruispunt.

Snelheidsremmers: voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn bij het naderen van het betreffende kruispunt. Op 50km/uur-wegen is het in theorie niet gebruikelijk om snelheidsremmers aan te leggen op wegvakken. Deze worden enkel gebruikt om de snelheid van het verkeer af te remmen bij het naderen van een kruispunt (drempel, plateau). Daarmee behoren snelheidsremmers voor 50km/uur-wegen eerder thuis in de overgangszone dan op het wegvak.

Bewegwijzering: voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn ter hoogte van de overgangszone. Hierbij telt een 'simpel' bord dat enkel de hoofdrichting aangeeft ook als bewegwijzering. Bewegwijzering op het kruisingsvlak zelf telt niet mee voor de PIARC-score.

Voorrangsregeling: voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn op het betreffende kruispunt. De voorrangsregeling dient duidelijk gemaakt te worden door middel van bebording of wegmarkering.

Doorzicht: het kenmerk doorzicht geeft aan in hoeverre de weggebruiker zicht heeft op het naderende kruispunt en met name de weg voorbij het kruispunt. Bij slecht doorzicht (bijvoorbeeld vanwege bochten) is de automobilist meer alert omdat hij/zij het vervolg van de weg niet kan zien. Bij goed doorzicht op de weg kan de automobilist geneigd zijn om te versnellen of zijtakken over het hoofd gezien worden. De score van het kenmerk doorzicht blijft: goed, matig of slecht.

Onderscheid verharding: voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn ter hoogte van de overgangszone. Hierbij gaat het enkel om de verharding van de rijstrook voor wegverkeer, niet het onderscheid tussen rijstrook en fietsvoorziening.

Opstelstroken: voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn ter hoogte van de overgangszone. Met richting keuze worden opstelstroken voor verschillende rijrichtingen bedoeld

Rijrichtingscheiding: voor dit kenmerk geldt dat deze een score van 1 krijgt als er een duidelijke verandering optreedt ter hoogte van de overgangszone. Bijvoorbeeld: op het wegvak is geen rijrichtingscheiding aanwezig en voor het kruispunt is deze wel aanwezig. Bij een middenberm op wegvak dient deze duidelijk te veranderen (verbreden) om een score van 1 te krijgen.

Lengtemarkering/opsluitbanden: voor dit kenmerk geldt dat deze een score van 1 krijgt als er een duidelijke verandering optreedt ter hoogte van de overgangszone. Bijvoorbeeld, doordat bij het naderen van het kruispunt wel lengtemarkering/trottoirbanden worden toegepast.

Zebepad: voor dit kenmerk geldt dat het een score krijgt voor het aanwezig (1) of afwezig (0) zijn ter hoogte van het kruispunt. Hierbij gaat het om de aanwezigheid op de relevante tak, niet het gehele kruisingsvlak (dat hoort bij de complexiteitsscore). Zebapaden op het wegvak worden hierbij niet meegenomen.

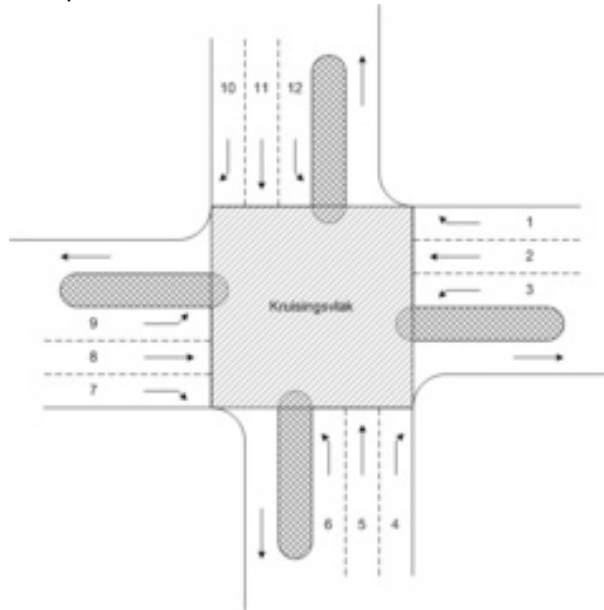
Fietsvoorzieningen: voor dit kenmerk geldt dat deze een score van 1 krijgt als er een duidelijke verandering optreedt ter hoogte van de overgangszone. Bijvoorbeeld: op het wegvak is een fietsstrook aanwezig en ter hoogte van de overgangszone verandert deze in een vrijliggend fietspad, van mengen naar scheiden. Als de fietsvoorziening zowel op wegvak en overgangszone parallel blijft lopen aan de rijbaan, dan treedt er geen verandering op en volgt een score van 0.

Oprijzicht: letterlijk zicht bij het oprijden van het kruispunt. Dus de weggebruiker bevindt zich al op het kruispunt (de score van het kenmerk doorzicht blijft: goed, matig of slecht). Komt ook voor bij de complexiteits-score, past daar beter en wordt daar gescoord.

Voorzieningen bus/tram: voor dit kenmerk geldt dat deze een score van 1 krijgt als er een duidelijke verandering optreedt ter hoogte van de overgangszone. Bijvoorbeeld: op het wegvak is geen bus-/trambaan aanwezig en ter hoogte van de overgangszone verandert deze in bus-/trambaan of (opstel)strook. Als de bus-/tramvoorziening zowel op wegvak en overgangszone in dezelfde uitvoering aanwezig is, volgt een score van 0.

### Complexiteitsscore (kruisingsvlak)

De complexiteitsscore geeft aan in hoeverre complicerende factoren aanwezig zijn op het kruispunt. Deze complicerende factoren komen voor op zowel het kruisingsvlak en de aanliggende takken. Het kruisingsvlak loopt van stopstreep tot stopstreep, zoals te zien is in onderstaande afbeelding. De relevante takken zijn de tak van de aanrijroute en mogelijk de tak die wordt overgestoken. De aanwezigheid van onderstaande factoren maakt de taak van de bestuurder lastiger, aangezien de bestuurder met meerdere verkeersdeelnemers rekening moet houden bij het oversteken van het kruispunt.



Oversteekvoorziening voetganger: zijn er oversteekvoorzieningen gerealiseerd voor voetgangers, in de vorm van een zebrapad of markering. De voorziening kan hierbij parallel lopen aan of kruisen met de relevante tak, zolang de voorziening maar op het kruisingsvlak gelegen is.

Oversteekvoorziening fietser: zijn er oversteekvoorzieningen gerealiseerd voor fietsers, in de vorm van een strook of markering. De voorziening kan hierbij parallel lopen aan of kruisen met de relevante tak, zolang de voorziening maar op het kruisingsvlak gelegen is.

Oversteekvoorziening ov: zijn er oversteekvoorzieningen gerealiseerd voor ov, in de vorm van een eigen strook of markering. De voorziening kan hierbij parallel lopen aan of kruisen met de relevante tak, zolang de voorziening maar op het kruisingsvlak gelegen is.

VRI: deel van PIARC, aanwezig/afwezig.

Midden- en tussenberm: Bij VSGS werd de rijrichtingscheiding van de aanrijroute al gescoord, maar wellicht heeft het ongeval plaatsgevonden op een andere tak. Bijvoorbeeld: de auto sloeg rechtsaf en komt in botsing met een overstekende voetganger op een aanliggende zijtak. In dit geval wordt er gekeken naar de rijrichtingscheiding van de aanliggende zijtak en niet naar die van de aanrijroute. Bij dwarsconflicten waarbij de aanrijroute

overgestoken wordt, zal de rijrichtingscheiding, zoals aangegeven bij VSGS, gehanteerd worden.

Separate bus-/trambaan: Dit kenmerk is enkel van toepassing op de relevante takken en hoort wat betreft locatie dus eerder bij PIARC en/of VSGS (op wegvakniveau). De vraag is of er een aparte strook of baan aanwezig is op één van de relevante takken. Dit kan zijn op de tak van de aanrijroute of de zijtak die wordt overgestoken. In het geval dat er geen separate bus-/trambaan op de relevante takken aanwezig is maar deze wel invloed kan hebben/heeft gehad op het ongeval, dan kan deze alsnog als 'aanwezig' worden gescoord.

Fietspad/fietsstrook: Bij VSGS werd de fiets-/bromfietsvoorziening van de aanrijroute al gescoord, maar wellicht was de fietser/snorfiets afkomstig van een zijtak. In dit geval wordt er gekeken naar de fiets-/bromfietsvoorziening van de aanliggende zijtak en niet naar die van de aanrijroute. Bij conflicten met afslaand autoverkeer (herkomst van zelfde tak) zal de fiets-/bromfietsvoorziening, zoals aangegeven bij VSGS, gehanteerd worden. Bij dwarsconflicten (dus fietser van zijtak) wordt er gekeken naar de tak van de fietser.

Rijrichtingscheiding voor kruisingsvlak: is er op één van de relevante takken sprake van rijrichtingscheiding ter hoogte van het kruisingsvlak. Bij een fysieke rijrichtingscheiding wordt deze doorgetrokken tot aan het kruispunt. Als deze op het wegvak ontbreekt, wordt de rijrichtingscheiding vaak alsnog toegepast ter hoogte van het kruisingsvlak om frontale conflicten te voorkomen.



Opstelstroken: Bij VSGS werden de opstelstroken van de aanrijroute al gescoord, maar wellicht heeft het ongeval plaatsgevonden op een zijtak. Bijvoorbeeld: de auto sloeg linksaf en komt in botsing met een overstekende voetganger op een aanliggende zijtak. In dit geval wordt er gekeken naar de opstelstroken van de aanliggende zijtak en niet naar die van de aanrijroute. Bij dwarsconflicten waarbij de aanrijroute overgestoken wordt, zullen de opstelstroken, zoals aangegeven bij VSGS, gehanteerd worden.

Zichtbelemmering: in hoeverre wordt het zicht belemmerd bij het oprijden van het kruispunt. Geldt zowel voor verkeer van links als van rechts, waarbij het meest slechte zicht als maatgevend telt. Bijvoorbeeld: links is er geen zichtbelemmering, rechts is het zicht enigszins belemmerd, score wordt vervolgens 'enigszins belemmering'.

Kleinste hoek tussen takken <math><90^\circ</math>: de vraag is of de kleinste hoek tussen twee takken kleiner is dan 90 graden. Als dit zo is dan is er sprake van een scherpere bocht met mogelijk ander zichtveld dan normaal.

## Normen voor subjectieve onderdelen

### *Norm Rechtstand*

Korte rechtstand



Medium rechtstand



Lange rechtstand





## Norm Oprijzicht/Zichtbelemmering

Geen



Enigszins



Ernstig



Norm Doorzicht

Goed



Matig



Slecht  
Niet voorgekomen

*Norm Dichtheid erfaansluitingen*

Laag



Middel



Hoog  
Niet voorgekomen

## Bijlage B

### Vergelijking van de verschillende scores tussen de onderzoeksteams 2016 en 2017

In onderstaande tabel staat de Kendall coëfficiënt weergegeven voor de vergelijking tussen de beoordelingen van de leden van ieder team.

Gedraging	Kendall coëfficiënt voor overeenstemming
Onaangepaste snelheid	655,00
Rijden onder invloed	655,00
Helmdracht tweewielers	655,00
Gordeldracht	655,00
Voorrangverlening	1.000,000
Zichtbaarheid	1.000,000
Afleiding	564,00
Vermoeidheid	1.000,000

Tabel B.1. *Toetsingswaarden die per gedraging aangeven in welke mate de beoordelingen overeenkomen.*

## Bijlage C Risicoberekeningen

### Dodelijke VRI-ongevallen 2012

*Tabel C.1* toont de ondergrens van de risicoberekeningen. Hierin is het gemiddelde aantal ongevallen genomen waarvan door de drie beoordelaars in dit onderzoek is aangegeven dat hierbij zeker roodlichtnegatie een rol heeft gespeeld ( $n = 9$ ). In *Tabel C.2* is de bovengrens van de metingen aangegeven. Hierbij is uitgegaan van het gemiddelde aantal dodelijke ongevallen waarbij roodlichtnegatie zeker of mogelijk een rol heeft gespeeld ( $n = 14$ ). Als totaal is het gemiddelde aantal ongevallen genomen waarbij volgens de beoordelaars sowieso sprake was van gedrag dat zich tot de VRI-verlichting verhield. Er was gemiddeld één ongeval dat weliswaar op een VRI-kruispunt plaatsvond, maar waarbij er geen interactie met de VRI voorafgaand aan het ongeval was geweest.

Type casus	Zeker roodlichtnegatie	Roodlichtacceptatie of niet zeker	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	9	10	19	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	653	12.000	12.653	9,29

Tabel C.1. *Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI (ondergrens, ongevallen 2012; straatmetingen 2016).*

Type casus	Zeker of mogelijk roodlichtnegatie	Roodlichtacceptatie	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	14	5	19	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	658	11.995	12.653	14,46

Tabel C.2. *Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI (bovengrens, ongevallen 2012; straatmetingen 2016).*

Als we uitgaan van de aantallen roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten zoals vermeld in BRON ( $n = 12$ ), en we betrekken die verder op het gemiddelde aantal gevonden VRI-locaties op basis van de registratiesets waarbij er interactie was geweest met een VRI voorafgaand aan het ongeval (hier levert BRON geen informatie over), dan komt de risicoberekening uit zoals aangegeven in *Tabel C.3*.

Type casus	Zeker roodlichtnegatie volgens BRON	Roodlichtacceptatie	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	12	7	19	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	658	11.995	12.653	12,39

Tabel C.3. Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI volgens BRON (ongevallen 2012; straatmetingen 2016).

### Dodelijke VRI-ongevallen 2011

Tabel C.4 geeft dezelfde berekeningen weer als Tabel C.1, maar nu voor de ongevallen die in 2011 hebben plaatsgevonden. Daarbij zijn door de beoordelaars gemiddeld 4 dodelijke ongevallen gevonden waarbij roodlichtnegatie zeker een rol heeft gespeeld<sup>5</sup>. Tabel C.5 bevat dezelfde informatie als Tabel C.2, maar ook nu van de ongevallen in 2011. Hierbij is uitgegaan van gemiddeld 5 van de 7 ongevallen waarbij weggebruikers zich tot een VRI verhouden hadden voorafgaand aan het ongeval.

Een soortgelijke analyse op basis van BRON-gegevens uit 2011 is te vinden in Tabel 3.6.

Type casus	Zeker roodlichtnegatie	Roodlichtacceptatie of niet zeker	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	5	6	11	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	649	11.996	12.645	8,92

Tabel C.4. Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI (ondergrens, ongevallen 2011; straatmetingen 2016).

Type casus	Zeker of mogelijk roodlichtnegatie	Roodlichtacceptatie	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	7	4	11	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	651	11.994	12.645	12,48

Tabel C.5. Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI (bovengrens, ongevallen 2011; straatmetingen 2016).

<sup>5</sup> We zijn hierbij uitgegaan van de gemiddelde beoordeling op basis van beoordelaar 1 en 3 omdat beoordelaar 2 niet alle ongevallen heeft gescoord.

Type casus	Zeker roodlichtnegatie op basis van BRON	Roodlichtacceptatie	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	9	2	11	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	653	11.992	12.645	16,05

Tabel C.6. Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI volgens BRON (ongevallen 2011; straatmetingen 2016).

### Dodelijke VRI-ongevallen 2011 en 2012 samen

Hieronder zijn de ongevallen van 2011 en 2012 samengevoegd om tot robuustere schattingen van het relatieve risico van roodlichtnegatie te komen. *Tabel C.7* geeft de ondergrens van dit risico weer op basis van het gemiddelde aantal als 'zeker roodlichtnegatie' beoordeelde ongevallen. *Tabel C.8* includeert daarnaast ook het gemiddelde aantal ongevallen waarbij beoordelaars 'mogelijk roodlichtnegatie' als (mede) oorzaak zagen. Voeren we de berekening uit met de roodlichtnegatie-ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten volgens BRON, dan komen we op dezelfde aantallen uit als weergegeven in *Tabel C.8*. De referentieaantallen zijn dan afkomstig van de beoordeling van registratiesets.

Type casus	Zeker roodlichtnegatie	Roodlichtacceptatie of niet zeker	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	14	16	30	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	658	12.006	12.664	9,16

Tabel C.7. Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI (ondergrens, ongevallen 2011; straatmetingen 2016).

Type casus	Zeker of mogelijk roodlichtnegatie of op basis van BRON	Roodlichtacceptatie	Totaal roodlichtgedrag van toepassing	Relatief risico
Dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten met VRI	21	9	30	
Gedragsmetingen op 50km/uur-kruispunten met VRI	644	11.990	12.634	
Totaal	665	11.999	12.664	13,73

Tabel C.8. Risicoberekening van roodlichtnegatie bij dodelijke ongevallen op gemeentelijke 50km/uur-kruispunten met een VRI (bovengrens, ongevallen 2011; idem: BRON-aantallen; straatmetingen 2016).