

Screening en diagnose van de veiligheid van infrastructuur in Zuid-Holland

Ontwikkeling en toepassing van een meetinstrument op provinciale wegen en fietspaden

R-2021-12

SWOV



Auteurs



Dr. G.J. Wijlhuizen



Ir. J.W.H. van Petegem



Dr. F. Hermens



Dr. ir. J.P. Schepers



Ing. G. Schermers

Ongevallen voorkomen
Letsel beperken
Levens redden

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2021-12
Titel:	Screening en diagnose van de veiligheid van infrastructuur in Zuid-Holland
Ondertitel:	Ontwikkeling en toepassing van een meetinstrument op provinciale wegen en fietspaden
Auteur(s):	Dr. G.J. Wijlhuizen, ir. J.W.H. van Petegem, dr. F. Hermens, dr. ir. J.P. Schepers & ing. G. Schermers
Projectleider:	Dr. G.J. Wijlhuizen
Projectnummer SWOV:	E19.14
Projectcode opdrachtgever:	PZH-2019-695829606
Opdrachtgever:	Provincie Zuid-Holland
Projectinhoud:	<p>De provincie Zuid-Holland werkt aan een meer risicogestuurde aanpak van verkeersveiligheid: ongevallen voorkómen door de belangrijkste risico's in het verkeerssysteem proactief aan te pakken. SWOV is gevraagd een methode te ontwikkelen die proactief in kaart brengt welke wegen op basis van hun infrastructuurkenmerken moeten worden aangepast om de verkeersveiligheid te verbeteren. Ook is SWOV gevraagd deze methode toe te passen op provinciale wegen – inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten – in Zuid-Holland. Dit rapport doet verslag van de ontwikkeling en toepassing van dit instrument.</p>
Aantal pagina's:	76
Fotografen:	Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2021

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

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

 [@swov_nl](https://twitter.com/swov_nl) / [@swov](https://www.instagram.com/swov)  [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)

Samenvatting

De provincie Zuid-Holland werkt met een *risicogestuurde* benadering van verkeersveiligheid: ongevallen voorkómen door de belangrijkste risico's in het verkeerssysteem proactief aan te pakken. Deze benadering sluit aan bij de landelijke ontwikkeling die in gang is gezet met de publicatie van *Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*.¹

Vanuit deze risicogestuurde benadering wil de provincie de verkeersveiligheid van de weg- en fietsinfrastructuur in Zuid-Holland in kaart brengen. De provincie heeft SWOV gevraagd om hiervoor een betrouwbare en valide methode te ontwikkelen, waarvan de toepassing zo doelmatig en kostenefficiënt mogelijk is.

SWOV en de provincie bouwen daarbij zo veel mogelijk voort op eerdere ervaringen met de 'Netwerk Safety Index' (NSI). De NSI is een instrument dat SWOV, in samenwerking met de ANWB, eerder ontwikkelde voor de gemeente Amsterdam om het verkeersveiligheidsniveau van 50km/uur-wegen te meten op basis van kenmerken van de infrastructuur en de intensiteit van verkeer.² Dat NSI-onderzoek liet zien dat het beoordelen van de veiligheid van onderdelen van de infrastructuur erg arbeidsintensief is. Daarom is er in de provincie Zuid-Holland voor gekozen om een 'screener' toe te passen waarmee het aantal wegen dat beoordeeld moet worden, beperkt wordt tot een selectie van circa 20% onveiligste wegen, inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten. Op deze 20% wordt vervolgens een diagnose uitgevoerd door specifieke infrastructuurkenmerken van wegen en fietspaden en kruispunten/rotondes te beoordelen.

Daarmee bestaat de methode dus uit twee onderdelen:

1. Een 'screener' waarmee – op basis van BRON-ongevallencijfers, weglengten en verkeersintensiteiten – een onderscheid gemaakt kan worden tussen groepen provinciale wegen, inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten, die relatief veilig (circa 80%) of juist onveilig (circa 20%) worden geacht.³
2. Een diagnose-instrument waarmee een nadere analyse wordt gedaan van de kenmerken van de 20% onveiligste wegen.

Daarnaast is gevraagd om de uitkomsten van deze screening- en diagnosemethode te vergelijken met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland, en om de resultaten van die vergelijking te duiden.



1. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat et al. (2018). *Veilig van deur tot deur. Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030: Een gezamenlijke visie op aanpak verkeersveiligheidsbeleid*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
2. Wijnhuizen, G.J., et al. (2017). *Ontwikkeling Netwerk Safety Index gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.
3. De infrastructuur in Zuid-Holland is veelal ingericht volgens de ontwerprichtlijnen van CROW. Die zijn breder dan alleen gericht op veiligheid. De veiligheidseisen van de NSI-methode – die wel uitsluitend is gericht op veiligheid – zijn dan ook hoger dan die in de CROW-richtlijnen.

Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen van de provincie Zuid-Holland zijn:

1. Ontwikkel – uitgaande van de NSI-benadering – een betrouwbare, valide en doelmatige screening- en diagnosemethode voor de verkeersveiligheid van provinciale wegen (auto, fiets) in Zuid-Holland. Pas deze methode in de provincie Zuid-Holland toe zodat proactief inzicht wordt verkregen in de mate van verkeersveiligheid van deze wegen.
2. Vergelijk de uitkomsten van deze methode met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland.

De screener

Het uitgangspunt bij de 'screener' is dat deze de circa 20% onveiligste van de in totaal zeventig provinciale N-wegen selecteert voor nader, meer gedetailleerd inhoudelijk onderzoek op infrastructuurkenmerken: de diagnose.

Voor de toepassing van de screener is gebruikgemaakt van geregistreerde ongevallen in BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) inclusief uitsluitend materiële schade (UMS) per provinciale weg, samengenomen over een periode van tien jaar (2009-2018). Daarnaast zijn gegevens gebruikt van de provincie Zuid-Holland over de lengte van de wegen en de gemiddelde etmaalintensiteit van gemotoriseerd verkeer per weg over de periode 2010-2018. Op basis daarvan zijn voor elke weg twee risico-indicatoren bepaald: de ongevallendichtheid (aantal ongevallen/weglengte) en het ongevalsrisico (ongevallendichtheid/gemiddelde etmaalintensiteit). De screener ordende de wegen vervolgens naar de mate van ongevallendichtheid en ongevalsrisico.

De wegen met een relatief hoge ongevallendichtheid en een hoog ongevalsrisico werden geselecteerd als de onveiligste wegen. Van alle zeventig provinciale wegen werden er op deze manier vijftien geselecteerd, die samen 10% van de totale weglengte hebben. In overleg met de provincie is daar later een aantal wegen aan toegevoegd die voor het beleid van belang zijn en ten onrechte ontbraken. Er zijn ook wegen van de lijst af gehaald omdat het beheer daarvan wordt overgedragen aan gemeenten. Daarmee ontstond uiteindelijk een lijst van zestien wegen om te beoordelen met het diagnose-instrument.

Het diagnose-instrument

Het Kennisnetwerk SPV heeft in twee recente publicaties een aantal expliciete kenmerken van 'voldoende veilige' wegen en fietspaden gedefinieerd⁴ en onderbouwd⁵. Op basis van deze kenmerken konden we voor elke weg en elk fietspad een veiligheidsprofiel maken. Het gaat om de volgende kenmerken:

a. 80-, 60- en (lokaal) 50km/uur-wegen buiten de bebouwde kom

Voor wegen buiten de bebouwde kom is het beoordelingsmodel ProMeV Light⁶ als uitgangspunt genomen. Dit model is ontwikkeld en gevalideerd op de relatie met verkeersveiligheid voor 80km/uur-wegen met daarin drie vaste wegkenmerken, te weten:



4. Kennisnetwerk SPV (2020). *Wanneer zijn wegen en fietspaden 'voldoende veilig'? Op weg naar een definitie voor bruikbare risico-indicatoren*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.
5. Kennisnetwerk SPV (2020). *Definitie van 'voldoende veilige' weg- en fietsinfrastructuur voor de ontwikkeling van risico-indicatoren; achtergronddocument*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.
6. Bax, C., Eenink, R., Commandeur, J. & Loenis, B. (2017). *ProMeV Light; Een invulling van risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur*. R-2017-7. SWOV, Den Haag.

1. de aard van de rijrichtingscheiding;
2. de omvang van de obstakelvrije zone; en
3. de aanwezigheid van erfaansluitingen.

Daaraan is, analoog aan een studie in Noord-Holland⁷, toegevoegd:

4. de aanwezigheid van kruispunten tussen erftoegangswegen (ETW) en gebiedsontsluitingswegen (GOW).

In dit onderzoek zijn deze kenmerken ook toegepast op de provinciale wegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 60 km/uur, en ook 50 km/uur waar het gaat om lokale situaties, zoals bij het naderen van een kruispunt. Uitgangspunt daarvoor is de vergelijkbare functie van de betreffende buiten de bebouwde kom gelegen wegen. Het gaat in de meeste gevallen om gebiedsontsluitingswegen (GOW) met wisselende snelheidslimieten.

b. 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom

1. Een rijrichtingscheiding met markering aanwezig.
2. Op de takken van kruispunten op de weg een oversteekvoorziening voor fietsers.
3. Op de takken van kruispunten op de weg een oversteekvoorziening voor voetgangers.
4. Aansluiting erftoegangsweg op een GOW heeft een uitritconstructie.⁸
5. Niet parkeren op of langs de rijbaan.
6. Langzaam verkeer op fietspad/parallelweg *én* bromfiets op de rijbaan.

c. Fietspaden

1. Geen obstakels in de verharding.
2. Visuele geleiding langs de verharding.
3. Voldoende breedte van de verharding.
4. Verharding vlak, stroef, heel en schoon.
5. Vergevingsgezinde rand; vlak of sterk afgeschuind.
6. Vergevingsgezinde berm (binnen een meter naast de verharding geen obstakels).

d. Kruispunten en rotondes

Het Kennisnetwerk SPV benoemt geen expliciete veiligheidskenmerken voor verschillende typen kruispunten en rotondes. De basis voor de kenmerken die zijn opgenomen voor kruispunten en rotondes, ligt in diverse studies^{9, 10, 11} en de SWOV-factsheet over rotondes en kruispunten¹². Aan de hand daarvan en op basis van expertise binnen SWOV hebben we de volgende lijst van kenmerken opgesteld:

1. a) Geen overstekende fietsers of voetgangers op het kruispunt (optie snelheidsremmer).
1. b) Geen overstekende fietsers of voetgangers op rotonde (rotonde is snelheidsremmer).



7. Dijkstra, A., Schermers, G. & Hermens, F.H. (2021). *Verkeersveiligheid van provinciale wegen in Noord-Holland; De veiligheid van verkeersinfrastructuur methodisch in beeld gebracht*. R-2021-10. SWOV, Den Haag.
8. GOW = gebiedsontsluitingsweg. ETW = erftoegangsweg. Deze operationalisatie is niet geheel in lijn met de publicaties van het Kennisnetwerk SPV (2020), omdat daarin gesteld wordt dat de voorgestelde maatregel geen betrekking heeft op kruispunten, maar op uitritten die uitkomen op een GOW. Omdat deze laatstgenoemde informatie binnen dit onderzoek niet beschikbaar is, is gekozen voor de aansluiting ETW-GOW en de daar gewenste uitritconstructie.
9. Aarts, L.T., Loenis, B., Korving, H. & Guiking, C. (2017). *Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten; Methodologische verdieping en verdere verkenning van de kwantificering van risicofactoren zoals roodlichtnegatie*. R-2017-21. SWOV, Den Haag.
10. Beek, M. (2019). *Complexity at intersections and bicycle crashes*. Bachelor thesis, University of Twente / SWOV, Enschede / Den Haag.
11. DTV (2019). *Verkenning verkeersveiligheid op rotondes in Nederland*. In opdracht van CROW. DTV, Breda.
12. SWOV (2021). *Rotondes en andere kruispunten*. SWOV-factsheet, april 2021. SWOV, Den Haag.

2. Middeneiland aanwezig per tak.
3. Aantal (opstel)stroken per tak.
4. Snelheidsremmers aanwezig per tak.
5. Parkeervakken afwezig per tak.
6. Geen zichtbelemmering per tak.
7. Type kruispunt.
8. Aantal takken.
9. Uitsluitend bij VRI-kruispunt: fietsers eigen regeling.
10. Uitsluitend bij VRI-kruispunt: voetgangers eigen regeling.
11. Uitsluitend voor rotonde: vrijliggende fietsvoorziening aanwezig.
12. Uitsluitend voor rotonde: fietser niet in voorrang bij oversteken van tak.

De diagnose en de resultaten

Aan de hand van 360°-beelden van het bedrijf CycloMedia hebben getrainde beoordelaars de infrastructuur gescoord op de mate waarin de bovengenoemde kenmerken aanwezig waren en voldeden aan de verkeersveiligheidseisen.

De samenstelling van het diagnose-instrument weerspiegelt de vele aspecten die een rol spelen bij het beoordelen van de infrastructuur van provinciale wegen. Bij het beschouwen van de resultaten moet worden bedacht dat de in dit onderzoek beoordeelde wegen niet representatief zijn voor de provinciale wegen in Zuid-Holland, maar de selectie betreffen van wegen die op basis van de screener als relatief onveilig zijn beschouwd.

Het diagnose-instrument is opgebouwd uit verschillende onderdelen die gezamenlijk een indicatie geven van de mate van veiligheid van infrastructuur. Dat leverde de volgende resultaten op:

a. 80-, 60- en (lokaal) 50km/uur-wegen buiten de bebouwde kom

(Gekeken naar de kenmerken uit ProMeV Light + de kruispunt dichtheid op deze wegen als het gaat om ETW's.)

Voor veel van de geselecteerde N-wegen voldoen de rijrichtingscheiding en de obstakelafstand veelal niet aan de voor verkeerveiligheid gewenste inrichting, namelijk: een niet-overrijdbare rijrichtingscheiding en een obstakelvrije afstand van 6 meter of een afstand van 2,5 meter voor afschermingsconstructies.

b. 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom

(Gekeken naar de kenmerken uit de twee publicaties van het Kennisnetwerk SPV.)

Hierbij gaat het om een beperkt aantal waarnemingen. De meeste van de N-wegen hebben slechts een klein deel van hun lengte binnen de bebouwde kom. Bij drie wegen is het aantal waarnemingen groter dan tien. Voor veel van de N-wegen binnen de bebouwde kom geldt dat bij kruispunten bij 15% of minder van de takken een snelheidsremmer aanwezig is. Bij ETW-aansluitingen wordt nog onvoldoende vaak een uitritconstructie toegepast. Ook hebben fietsers niet overal over de volle lengte de beschikking een vrijliggend fietspad.

c. Fietspaden

(Gekeken naar de kenmerken uit de twee publicaties van het Kennisnetwerk SPV.)

Vrijwel alle fietspaden langs de 20% geselecteerde wegen zijn te smal en vrijwel overal ontbreekt een kantmarkering. Daarnaast bevindt zich gemiddeld bij circa driekwart van de lengte van fietspaden (72%) een berm met obstakels binnen 1 meter van de verharding en bij 46% is er geen overrijdbare rand van de verharding naar de berm. Vooral door deze kenmerken wijken de fietspaden af van de voor verkeerveiligheid gewenste inrichting.

d. Kruispunten en rotondes

(Gekeken naar de opgestelde kenmerken op basis van literatuur en SWOV-expertise.)

Bij VRI-kruispunten en bij voorrangskruispunten ontbreken de voor veiligheid gewenste snelheidsremmers op de takken.¹³ Daarnaast voldoen fiets- en voetgangersoversteken bij circa de helft van de VRI-kruispunten, voorrangskruispunten en rotondes niet aan de gewenste veiligheidskenmerken.

De resultaten van de screening en diagnose geven een algemeen beeld van de mate waarin provinciale wegen, fietspaden, kruispunten en rotondes in Zuid-Holland voldoen aan de gewenste verkeersveiligheidskenmerken. De verzamelde gegevens zijn echter specifiekier doordat van de verschillende kenmerken de coördinaten bekend zijn. Deze coördinaten kunnen worden gebruikt om inzicht te krijgen in onderdelen (specifieke wegvakken, kruispunten) van wegen die om verschillende redenen in aanmerking komen voor herinrichting. De uit dit onderzoek beschikbare gegevens kunnen dan voor die delen van wegen worden geselecteerd.

Voor de ontwikkeling en plannings van aanpassingen aan de infrastructuur, kunnen de verzamelde gegevens meerwaarde krijgen als ze interactief worden ontsloten, bijvoorbeeld in een geografisch informatiesysteem (GIS-omgeving).

Vergelijking met eerdere risico-inventarisaties

De uitkomsten van de screening- en diagnosemethode zouden vergeleken worden met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland met twee instrumenten: 'Ranking the Roads' en de 'Road Protection Score' (RPS). Omdat de data die waren verkregen met Ranking the Roads niet bruikbaar bleken voor dit onderzoek, is alleen een vergelijking gemaakt met de RPS-data.

De vergelijking van de resultaten van de screener met de RPS laat zien dat beide methoden dezelfde meest onveilige wegen selecteren. Het gaat daarbij niet om de 20% meest onveilige wegen, maar om de wegen in de top 6 van de meest onveilige wegen die op één na door beide methoden worden geselecteerd op basis van ongevallendichtheid-scores. Als het gaat om de mate van overeenkomst van de ongevallendichtheid-scores van alle zeventig wegen, dan is de gevonden samenhang matig; namelijk een Pearson-correlatie van 0,67; $p < 0,001$.

De methoden komen dus wel goed overeen als het gaat om het aanwijzen van de meest onveilige wegen, maar stemmen minder goed met elkaar overeen als je alle 70km/uur-wegen – ook de relatief veilige wegen – gaat ordenen naar de mate van onveiligheid.

Het criterium op basis van de ongevallendichtheid is het meest doelmatig, omdat het bij de screener meer onderscheidend blijkt dan het criterium ongevalsrisico en ook het meest eenvoudig te bepalen is. De ongevallendichtheid wordt berekend door het aantal in BRON geregistreerde ongevallen te delen door de lengte van de weg. Voor het bepalen van het ongevalsrisico is daarnaast ook nog de gemiddelde etmaalintensiteit nodig; die is veelal uitsluitend beschikbaar voor gemotoriseerd verkeer en niet voor fietsverkeer.



13. Duivenvoorden, K. (2021). *Speed up to safe interactions; The effects of intersection design and road users' behaviour on the interaction between cyclists and car drivers*. Proefschrift Technische Universiteit Delft TUD, Delft. SWOV Dissertatiereeks, Den Haag.

Aanbevelingen

1. Benut de resultaten van dit onderzoek bij het ontwikkelen van een uitvoeringsprogramma in het kader van *Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*. Gebruik deze resultaten om wegen en fietspaden te identificeren die met voorrang op specifieke kenmerken veiliger gemaakt kunnen of zelfs moeten worden. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen met name gebruikt worden voor de verdere uitwerking van het nieuwe provinciaal beleidsplan dat op 1 juni 2021 door Gedeputeerde Staten is vastgesteld: het *Uitvoeringsprogramma Verkeersveiligheid 2021-2030* (opvolger van het provinciaal *Meerjarenplan Verkeersveiligheid 2011-2020*).
2. Gebruik de resultaten van dit onderzoek voor het afwegen en bepalen van ambities voor het gewenste niveau van verkeersveiligheid van provinciale wegen en fietspaden.
3. Ontsluit de verzamelde gegevens zodanig dat ze interactief beschikbaar komen, bijvoorbeeld in een GIS-omgeving (zoals de Netwerkviewer Provincie Zuid-Holland), waarbij ook andere contextinformatie behulpzaam kan zijn voor het treffen van passende maatregelen.
4. Monitor de realisatie van veranderingen in de infrastructuurkenmerken van provinciale wegen en fietspaden. Houd ook de ongevallen op die wegen bij aan de hand van BRON-registratiegegevens – mede ter bepaling van de ontwikkelingen in ongevallendichtheid – om *evidence based* (aanvullend) verkeersveiligheidsbeleid te kunnen blijven maken.

Summary

Road safety screening and diagnosing of the infrastructure in Zuid-Holland; Development and application of a measuring instrument for provincial roads and bicycle tracks

The Dutch province of Zuid-Holland takes a *risk-based* approach to road safety: preventing crashes by proactively addressing the most important risks in the traffic system. This approach is in line with the national approach initiated with the publication of *The Road Safety Strategic Plan 2030*¹⁴.

With the risk-based approach, the province intends to map the road safety of its roads and cycling infrastructure. To this effect, SWOV was asked to develop a reliable and valid method which can be applied with maximum efficacy and costefficiency.

Whenever possible, the province and SWOV intend to build on previous experience with the 'Network Safety Index' (NSI). NSI is an instrument that was previously developed by SWOV, in collaboration with ANWB, and the city of Amsterdam to measure the road safety level of their 50km/h roads on the basis of infrastructure characteristics and traffic volume.¹⁵ The NSI study showed that assessing the road safety of infrastructure components is rather labour-intensive. Therefore, a screener was applied to restrict the number of roads that should be assessed to a selection of the most unsafe 20% of the roads, including cycling infrastructure and intersections. The screened selection of roads, bicycle tracks, intersections and roundabouts was then diagnosed by assessing specific infrastructure characteristics.

The method thus consists of two instruments:

1. A screener which – on the basis of BRON crash data, road lengths and traffic volumes - allows distinction between groups of provincial roads - including cycling infrastructure and intersections - which are relatively safe (around 80%) or relatively unsafe (around 20%).¹⁶
2. A diagnostic instrument to further analyse the characteristics of the most unsafe 20% of the roads.

In addition, SWOV was asked to compare the outcomes of both tools to a previous risk inventory of the provincial roads and to explain possible differences in outcomes.



14 Ministry of Infrastructure and Water Management et al. (2018). *Door to door safety Road Safety Strategic Plan 2030: A joint vision on the approach to road safety policy*. Ministry of Infrastructure and Water Management, The Hague.

15. Wijnhuizen, G.J., et al. (2017). *Ontwikkeling Network Safety Index gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.

16. The infrastructure layout in Zuid-Holland was mostly based on CROW design guidelines. These have a broader scope than road safety alone. The safety requirements of the NSI approach – which do exclusively address road safety – are therefore stricter than the CROW requirements.

Research questions

The research questions of the province of Zuid-Holland were:

1. Develop – building on the NSI approach – a reliable, valid and effective method to screen and diagnose road safety of provincial roads (car, bicycle) in Zuid-Holland. Apply this method to proactively provide insight into the road safety level of the provincial roads.
2. Compare the outcomes to those of a previous risk inventory of the provincial roads of Zuid-Holland.

The screener

The premise of the screener is that it will deem approximately 20% of the seventy provincial N roads as most unsafe and will select them for further, more detailed and substantive examination of their infrastructure characteristics: the diagnosis. In applying the screener we made use of BRON registered crashes (database of registered crashes in the Netherlands) for each provincial road, including property-damage-only crashes, aggregated over ten years (2009-2018). For each road, provincial data were also used about road lengths and average 24-hour motor vehicle traffic in 2010-2018. For each road two risk indicators were thus determined: crash density (number of crashes per road length unit) and crash risk (crash density/average 24-hour motor vehicle traffic). The screener ranked roads accordingly.

The roads with a relatively high crash density and crash risk were selected as the most unsafe roads. Out of all seventy provincial roads, 15 were thus selected, amounting to 10% of the total road length. In consultation with the province, we later added a number of roads that were relevant to provincial policy and were inadvertently missing. Roads were also removed from the list because they were to be managed by municipalities. Thus, a list of 16 roads ensued which were to be assessed by means of the diagnostic instrument.

The diagnostic instrument

In a recent publication, Kennisnetwerk SPV (Knowledge Network for the Dutch Road Safety Strategic Plan) defined¹⁷ and substantiated¹⁸ a number of explicit characteristics of safe roads and bicycle tracks. The characteristics allowed us to create a safety profile for each road and bicycle track:

a. 80, 60 and (locally) 50 km/h roads in the rural area

For roads in the rural area, assessment model ProMeV Light¹⁹ was used. This model was developed and validated for the link with road safety of 80km/h roads, and includes three fixed road characteristics, namely:

1. the nature of driving direction separation;
2. the size of the obstacle-free zone; and
3. the presence of links to access roads.

Analogous to a study in Noord-Holland²⁰, the following characteristic was added:

4. The presence of intersections between access roads and distributor roads.



17. Kennisnetwerk SPV (2020). *Wanneer zijn wegen en fietspaden 'voldoende veilig'? Op weg naar een definitie voor bruikbare risico-indicatoren*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

18. Kennisnetwerk SPV (2020). *Definitie van 'voldoende veilige' weg- en fietsinfrastructuur voor de ontwikkeling van risico-indicatoren; achtergronddocument*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

19. Bax, C., Eenink, R., Commandeur, J. & Loenis, B. (2017). *ProMeV Light; Een invulling van risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur*. R-2017-7. SWOV, Den Haag.

20. Dijkstra, A., Schermers, G. & Hermens, F.H. (2021). *Verkeersveiligheid van provinciale wegen in Noord-Holland; De veiligheid van verkeersinfrastructuur methodisch in beeld gebracht*. R-2021-10. SWOV, Den Haag.

In this study, these characteristics were also applied to provincial roads in the rural area with a speed limit of 60 km/h, and 50 km/h in local situations such as approaches to intersections. This choice was made because these rural roads are similar in function. Most of them concern distributor roads with variable speed limits.

b. 50km/h roads in the urban area

1. Presence of marked separation of driving directions.
2. A crossing facility for cyclists at the legs of an intersection.
3. A pedestrian crossing at the legs of an intersection.
4. An access road is linked to a distributor roads by means of an exit construction.²¹
5. No parking on or along the carriageway.
6. Slow traffic on the bicycle track/service road and moped on the carriageway.

c. Bicycle tracks

1. No obstacles on road surface.
2. Visual guidance along road surface.
3. Sufficient width of road surface.
4. Even, skid-resistant, undamaged, and clean road surface.
5. Forgiving edges; even or strongly chamfered.
6. Forgiving roadside (no obstacles within a metre of the road surface).

d. Intersections and roundabouts

The Kennisnetwerk SPV does not identify explicit safety characteristics for different types of intersections and roundabouts. The included characteristics for intersections and roundabouts are based on several studies^{22, 23, 24} and the SWOV fact sheet on roundabouts and intersections²⁵. On the basis of these studies and of

SWOV expertise, we drew up the following list of characteristics:

1. a) No crossing cyclists or pedestrians on the intersection (physical speed reduction is optional).
1. b) No crossing cyclists or pedestrians on roundabout (roundabout ensures speed reduction)
2. Median island at each leg.
3. Number of dedicated turning lanes at each leg.
4. Physical speed reduction measures at each leg.
5. No parking spaces at any of the legs.
6. No sight obstructions at any of the legs.
7. Type of intersection.
8. Number of legs.
9. Only for signalised intersection: separate lights for cyclists.
10. Only for signalised intersection: separate lights for pedestrians.
11. Only for roundabout: bicycle track present.
12. Only for roundabouts: no priority for cyclists when crossing a leg.



21. This operationalisation is not entirely in line with the publication Kennisnetwerk SPV (2020), since this stipulates that the proposed measure does not concern intersections, but only concerns exits to a distributor road. As the latter information was not available for this study, we chose the link of an access road to a distributor road by means of a required exit construction (Kennisnetwerk SPV, 2019).

22. Aarts, L.T., Loenis, B., Korving, H. & Guiking, C. (2017). *Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten; Methodologische verdieping en verdere verkenning van de kwantificering van risicofactoren zoals roodlichtnegatie*. R-2017-21. SWOV, The Hague.

23. Beek, M. (2019). *Complexity at intersections and bicycle crashes*. Bachelor thesis, University of Twente / SWOV, Enschede /The Hague.

24. DTV (2019). *Verkenning verkeersveiligheid op rotondes in Nederland*. In opdracht van CROW. DTV, Breda.

25. SWOV (2021). *Roundabouts and other intersections*. SWOV fact sheet, April 2021. SWOV, The Hague.

Diagnosis and results

By means of 360° images supplied by the company CycloMedia, trained assessors scored the infrastructure for presence of abovementioned characteristics and compliance with road safety requirements. The composition of the diagnostic instrument reflects the many aspects involved in assessing the infrastructure of provincial roads. When considering the results it should be noted that the roads assessed in this study are not representative of the provincial roads in Zuid-Holland, but are only the roads the screener selected as being relatively unsafe.

The diagnostic instrument is composed of different elements that each assess aspects of the infrastructure safety level. This resulted in the following outcomes:

a. 80, 60 and (locally) 50km/h roads in the rural area

(Taking into consideration the ProMeV Light characteristics + the intersection density of access roads)

For many of the selected N roads, the separation of driving directions and the obstacle distance are often not designed in compliance with road safety requirements, namely: an uncrossable driving direction separation and an obstacle-free distance of 6 metres or a barrier distance of 2.5 metres.

b. 50km/h roads within the urban area

(Taking into consideration the characteristics of two publications by Kennisnetwerk SPV.)

Since most N roads only have a small percentage of road length within the urban area, only a limited number of observations was possible. For three roads there were more than ten observations. At many of the N roads within the urban area, 15% of the intersections have physical speed reduction measures at all their legs. Access road links do not have exit constructions often enough. Nor are there bicycle paths available for the entire road length.

c. Bicycle tracks

(Taking into consideration the characteristics of two publications by Kennisnetwerk SPV.)

Almost all bicycle tracks along the selected 20% of the roads are too narrow and lack profiled edge marking. At three quarters of the bicycle track lengths (72%), roadsides contain obstacles within 1 metre of the road surface, and at 46% of them the roadside edges are not surmountable. It is mainly these characteristics that make bicycle tracks noncompliant with a safe road layout.

d. Intersections and roundabouts

(Taking the literature and SWOV expertise into consideration.)

At the legs of signalised intersections and priority controlled intersections, physical speed reduction measures required for road safety are missing.²⁶ Furthermore, the required safety characteristics are not met at pedestrian and bicycle crossings of half the signalised intersections, priority controlled intersections and roundabouts.

The screening and diagnosis results present a general picture of the extent to which provincial roads, bicycle tracks, intersections and roundabouts in Zuid-Holland meet the required road safety characteristics. The collected data are more specific, however, because the coordinates of several characteristics are known. They may be used to gain insight into which road parts (specific sections, intersections) qualify for refurbishment for various reasons. The data made available by this study may then be selected for these road parts. For developing and planning



26. Duivenvoorden, K. (2021). *Speed up to safe interactions; The effects of intersection design and road users' behaviour on the interaction between cyclists and car drivers*. Proefschrift Technische Universiteit Delft TUD, Delft. SWOV Dissertatiereeks, Den Haag.

infrastructure adjustments, the collected data can have added value if they are interactively accessible, e.g. via a geographic information system (GIS environment).

Comparison to previous risk inventories

The outcomes of the screening and diagnosis were supposed to be compared to previous risk inventories of the Zuid-Holland roads that were made with two instruments: 'Ranking the Roads' and the 'Road Protection Score' (RPS). Since the results acquired by Ranking the Roads were not suitable for research, only a comparison with RPS data was made.

This comparison shows that both the present screening method and the RPS method select the same most unsafe roads. This does not concern the most unsafe 20%, but the top-6 of most unsafe roads that are selected on the basis of crash density scores by both methods save one. Looking at the similarity of the crash density scores of all seventy roads, coherence is poor; namely a Pearson correlation of 0.67; $p < 0.001$.

The methods are therefore fairly similar in identifying the most unsafe roads, but less so if all 70km/h roads – including the relatively safe ones – are ranked according to extent of unsafety.

The crash density criterion is the most effective one, because during screening it proves to be more distinctive than the crash risk criterion while it is also the simplest to determine. Crash density is calculated by dividing the BRON registered crashes by road length. To determine crash risk, the average 24-hour traffic volume is also needed; this is mostly only available for motor vehicle traffic and not for bicycle traffic.

Recommendations

1. Use the results of this study in developing an implementation programme in the context of *The Road Safety Strategic Plan 2030*. Use the results to identify roads and bicycle tracks whose safety characteristics could or should be improved as a matter of priority. The results of this study can specifically be used for further elaboration of the new provincial policy plan that was adopted by the Provincial Executive on 1 June 2021: the *Road Safety Implementation programme 2021-2030* (successor of the provincial *Road Safety Multi-annual Plan 2011-2020*).
2. Use the results of this study to consider and determine ambitions to reach the desired road safety level of the provincial roads and bicycle tracks.
3. Make the collected data accessible and interactively available, e.g. in a GIS environment (similar to the Network Viewer for the Province of Zuid-Holland), for which other context information may also contribute to taking appropriate measures.
4. Monitor the realised changes in the infrastructure characteristics of provincial roads and bicycle tracks. Use the BRON database to keep track of crashes on the improved roads – to help determine crash density developments - to continue enabling an *evidence based* (supplementary) road safety policy.

Inhoud

1	Inleiding	17
1.1	Achtergrond	17
1.2	Onderzoeksvragen Provincie Zuid-Holland	18
1.3	Leeswijzer	18
2	Methode	19
2.1	Ontwikkeling en toepassing van de screener	19
2.1.1	Toetsing van veronderstellingen bij screener	20
2.1.2	Toepassing van de screener	21
2.2	Ontwikkeling en toepassing van diagnose-instrument	21
2.2.1	Ontwikkeling diagnose weg- en fietsinfrastructuur en kruispunten/rotondes	21
2.2.2	Toepassing van het diagnose-instrument	21
2.3	Vergelijking van uitkomsten met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties	29
3	Resultaten	30
3.1	Ontwikkeling en toepassing van de screener	30
3.1.1	Toetsing van veronderstellingen bij screener	30
3.1.2	Toepassing van de screener voor selectie van relatief onveilige wegen	33
3.1.3	Vaststelling definitieve selectie van wegen ten behoeve van diagnose	35
3.2	Resultaten van de diagnose	36
3.2.1	Beschrijvende kenmerken van de weginfrastructuur	36
3.2.2	Veiligheidskenmerken van de weginfrastructuur buiten de bebouwde kom	37
3.2.3	Veiligheidskenmerken van de weginfrastructuur binnen de bebouwde kom	39
3.2.4	Veiligheidskenmerken vrijliggende fietsinfrastructuur	43
3.2.5	Beschrijvende kenmerken van de kruispunten en rotondes	48
3.2.6	Veiligheidskenmerken van kruispunten en rotondes	48
3.2.7	Clusteranalyse kruispunten en rotondes	51
3.3	Vergelijking met de Road Protection Score	55
4	Discussie, conclusies en aanbevelingen	57
4.1	De screener	57
4.2	Het diagnose-instrument	58
4.3	Vergelijking screener en Road Protection Score	59
4.4	Aanbevelingen	60
	Literatuur	61

Bijlage A	Provinciale wegen in Zuid-Holland	63
Bijlage B	Handleidingen beoordeling infrastructuur	68
Bijlage C	Kaartjes met scores wegen, fietspaden en kruispunten	69

1 Inleiding

De provincie Zuid-Holland werkt met een *risicogestuurde* benadering van verkeersveiligheid: ongevallen voorkómen door de belangrijkste risico's in het verkeerssysteem proactief aan te pakken. Deze benadering sluit aan bij de landelijke ontwikkeling die in gang is gezet met de publicatie van *Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* (SPV 2030; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat et al., 2018). Het zo veilig mogelijk inrichten van wegen, fietspaden, kruispunten en rotondes maakt onderdeel uit van de risicogestuurde aanpak. Om na te gaan waar mogelijkheden zijn om de inrichting aan te passen, is het nodig om inzicht te hebben in de locaties waar verbeteringen mogelijk zijn.

1.1 Achtergrond

Vanuit de risicogestuurde benadering wil de provincie de verkeersveiligheid van de weg- en fietsinfrastructuur in Zuid-Holland in kaart brengen. De provincie heeft SWOV gevraagd om hiervoor een betrouwbare en valide methode te ontwikkelen, waarvan de toepassing zo doelmatig en kostenefficiënt mogelijk is.

SWOV en de provincie bouwen daarbij zoveel mogelijk voort op eerdere ervaringen met de 'Netwerk Safety Index' (NSI). De NSI is een instrument dat SWOV, in samenwerking met de ANWB, eerder ontwikkelde voor de gemeente Amsterdam om het verkeersveiligheidsniveau van 50km/uur-wegen te meten op basis van kenmerken van de infrastructuur en de intensiteit van verkeer (Wijlhuizen et al., 2017).

Dat NSI-onderzoek liet zien dat het beoordelen van de veiligheid van onderdelen van de infrastructuur tijdrovend en kostbaar is. Daarom is er in de provincie Zuid-Holland voor gekozen om een 'screener' toe te passen waarmee het aantal wegen dat beoordeeld moet worden, beperkt wordt tot een selectie van circa 20% onveiligste wegen, inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten. Op deze 20% wordt vervolgens een diagnose uitgevoerd door specifieke infrastructuurkenmerken van wegen en fietspaden kruispunten/rotondes te beoordelen.

Het project voor de provincie Zuid-Holland betreft dus een doorontwikkeling van de NSI Amsterdam. In Amsterdam is de methode toegepast op 50km/uur wegen; in Zuid-Holland gaat het om provinciale wegen die grotendeels buiten de bebouwde kom liggen met een snelheidslimiet van veelal 80km/uur en 60 km/uur. Het project moet leiden tot een – in de praktijk beproefde en doelmatig gebleken – methode om de mate van verkeersonveiligheid van wegen (auto, fiets) in de provincie Zuid-Holland te bepalen.

De methode bestaat uit twee onderdelen:

1. Een 'screener' waarmee – op basis van BRON-ongevallencijfers, weglengten en verkeersintensiteiten – een onderscheid gemaakt kan worden tussen groepen provinciale

wegen, inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten, die relatief veilig (circa 80%) of juist onveilig (circa 20%) worden geacht.²⁷

2. Een diagnose-instrument waarmee een nadere analyse wordt gedaan van de kenmerken van de 20% onveiligste wegen.

Daarnaast is gevraagd om de uitkomsten van deze screening- en diagnosemethode te vergelijken met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen in Zuid-Holland. Hierbij is met name gekeken naar de resultaten van twee andere instrumenten: 'Ranking the Roads' en de 'Road Protection Score' (RPS).

1.2 Onderzoeksvragen Provincie Zuid-Holland

De onderzoeksvragen van de provincie Zuid-Holland zijn:

1. Ontwikkel – uitgaande van de NSI-benadering – een betrouwbare, valide en doelmatige screening- en diagnosemethode voor de verkeersveiligheid van provinciale wegen (auto, fiets) in Zuid-Holland. Pas deze methode in de provincie Zuid-Holland toe zodat proactief inzicht wordt verkregen in de mate van verkeersveiligheid van deze wegen.
2. Vergelijk de uitkomsten van deze methode met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt de methode van ontwikkeling en toepassing van de screener beschreven, gevolgd door de ontwikkeling en toepassing van het diagnose-instrument. Daarna zijn de uitkomsten vergeleken met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op provinciale wegen in Zuid-Holland. In *Hoofdstuk 3* staan de resultaten van het onderzoek. In *Hoofdstuk 4* gaan we daar dieper op in en volgt een aantal aanbevelingen.



27. De infrastructuur in Zuid-Holland is veelal ingericht volgens de ontwerprichtlijnen van CROW. Die zijn breder dan alleen gericht op veiligheid. De veiligheidseisen van de NSI-methode – die wel uitsluitend is gericht op veiligheid – zijn dan ook hoger dan die in de CROW-richtlijnen.

2 Methode

Het project in Zuid-Holland is een doorontwikkeling van het eerdere NSI-project in Amsterdam (Wijlhuizen et al., 2017). Om tijd en kosten te besparen, betreft het een ‘lightversie’ van de NSI, waarbij de beoordeling (de diagnose) wordt toegepast op een (met de screener gemaakte) selectie van relatief onveilige wegen. Daarbij is gekeken naar een beperkte set risico-indicatoren (Kennisnetwerk SPV, 2019). De ontwikkeling is in stappen uitgevoerd, omdat de uitkomst van onderdelen deels bepalend is voor de wijze waarop volgende onderdelen zullen worden uitgevoerd.

In dit hoofdstuk gaan we in op de drie onderdelen van het onderzoek: de screener (*Paragraaf 2.1*), het diagnose-instrument (*Paragraaf 2.2*) en een vergelijking met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen in Zuid-Holland (*Paragraaf 2.3*).

2.1 Ontwikkeling en toepassing van de screener

Het doel van dit onderdeel was om vast te stellen in welke mate de screener – met een beperkt aantal kenmerken – in staat is om een onderscheid te maken tussen relatief onveilige en relatief veilige provinciale wegen, Zuid-Holland, inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten.

Voor de toepassing van de screener is gebruikgemaakt van geregistreerde ongevallen in BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) inclusief uitsluitend materiële schade (UMS) per provinciale weg, samengenomen over een periode van 10 jaar (2009-2018). Daarnaast zijn gegevens gebruikt van de provincie Zuid-Holland over de lengte van de wegen en de gemiddelde etmaalintensiteit van gemotoriseerd verkeer per weg over de periode 2010-2018. Op basis daarvan zijn voor elke weg de ongevallendichtheid (aantal ongevallen/weglengte) en het ongevalsrisico (ongevallendichtheid/gemiddelde etmaalintensiteit) bepaald. De screener ordende de wegen vervolgens naar de mate van ongevallendichtheid en risico. De wegen met een relatief hoge ongevallendichtheid en een hoog risico werden geselecteerd als de onveiligste wegen. Van alle 70 provinciale wegen werden er op deze manier 15 geselecteerd, die samen 10% van de totale weglengte hebben.

De screener is opgebouwd uit de volgende gegevens:

- De wegen (N-wegen) die in beheer zijn van de provincie Zuid-Holland en van elk de lengte en gemiddelde etmaalintensiteit. In totaal betrof het 70 wegen met een totale lengte van circa 626 kilometer. De gegevens over deze 70 wegen zijn door de provincie Zuid-Holland ten behoeve van dit onderzoek aangeleverd. In *Bijlage A* zijn deze weergegeven.
- Voor elk van de 70 N-wegen is het aantal verkeersongevallen bepaald op basis van geregistreerde ongevallen in BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) over de periode 2009-2018. Het gaat daarbij om alle op deze wegen in BRON geregistreerde verkeersongevallen inclusief de ongevallen met ‘uitsluitend materiële schade’ (UMS) (N=11285).

Uitgaande van deze gegevens zijn twee indicatoren berekend die onderdeel vormen van de screener, te weten:

1. De ongevallendichtheid per weg: het totaal aantal verkeersongevallen (BRON inclusief UMS) over de periode 2009-2018 gedeeld door de weglengte.
2. Het risico per weg: de ongevallendichtheid gedeeld door de gemiddelde etmaalintensiteit van het gemotoriseerd verkeer. De gemiddelde etmaalintensiteit is aangeleverd door de provincie Zuid-Holland over de periode 2010-2018. Het gemiddelde over deze periode is in dit onderzoek gebruikt. Er waren geen gegevens beschikbaar over de intensiteit van fietsverkeer.

2.1.1 Toetsing van veronderstellingen bij screener

Voordat de screener is toegepast, zijn eerst twee veronderstellingen getoetst die ten grondslag liggen aan onderdelen van de screener. Deze veronderstellingen zijn:

1. De gebruikte BRON-ongevallen inclusief UMS zijn een voldoende goede indicator voor de mate van onveiligheid van de betreffende wegen, ook al is bekend dat fietsongevallen daarin onder-geregistreerd zijn. Deze veronderstelling is getoetst door BRON-gegevens te vergelijken met ambulancegegevens. Er zijn sterke aanwijzingen dat in de ambulanceregistratie het aandeel fietsongevallen – met name als het gaat om fietsongevallen zonder betrokkenheid van een motorvoertuig – groter is dan in de BRON-registratie (Wijlhuizen & Bos, 2020).

We hebben deze veronderstelling als volgt getoetst.

- We hebben beschikbare ambulancegegevens over de jaren 2009-2012 geselecteerd die betrekking hebben op de wegen die in beheer zijn van de provincie Zuid-Holland. In totaal gaat het om 1.583 ongevallen in de ambulanceregistratie, in elk jaar circa 400.
 - We hebben voor dezelfde wegen de geregistreerde exact gekoppelde verkeersongevallen inclusief UMS uit BRON geselecteerd voor de periode 2009-2012 (N=4184), en 2009-2018 (N=11285).
 - We hebben gegevens over de weglengte van elk van de 70 wegen gebruikt.
 - Omdat we op zoek zijn naar de circa 20% meest onveilige wegen, is het van belang om na te gaan hoe sterk de ordening van de 70 wegen naar de mate van onveiligheid (ongevallendichtheid) op basis van ambulancegegevens overeenkomt met die ordening op basis van BRON. Daarbij is zowel gekeken naar de overeenkomst in ordening voor hetzelfde tijdvak (2009-2012) als ook voor het BRON-tijdvak 2009-2018. De mate van overeenkomst is bepaald aan de hand van de Spearman Rank-correlatie (ρ).
2. We weten dat de registratiegraad van BRON in de laatste circa 10 jaren sterk is teruggelopen en over die jaren sterk varieert. De veronderstelling is dat ook bij een wisselende registratiegraad tussen jaren, de ordening van wegen op basis van ongevallendichtheid over een meerjarige periode vergelijkbaar is. Het is belangrijk om deze veronderstelling te toetsen, omdat we BRON-gegevens samennemen over de periode 2009-2018 om een beeld te krijgen van ordening van wegen naar de mate van onveiligheid, zodat we de circa 20% meest onveilige wegen kunnen selecteren.

We hebben deze veronderstelling als volgt getoetst.

- Zoals aangegeven worden BRON-gegevens uit 10 jaren samengevoegd (2009-2018). Dat kan onzuiverheden geven als wegen voor verschillende jaren een sterk verschillende positie innemen in de ordening. Het kan echter ook zijn dat wegen over een lange periode van jaren relatief veilig of onveilig blijken te zijn op basis van ongevallendichtheid. Om die reden is de samenhang onderzocht tussen de ordeningen van wegen bij verschillende tijdvakken: 2004-2006, 2009-2011 en 2016-2018.
- De mate van overeenkomst in ordening van de 70 wegen tussen de drie tijdvakken op basis van ongevallendichtheid, is bepaald aan de hand van de Spearman Rank-correlatie (ρ).

2.1.2 Toepassing van de screener

Van elk van de beide indicatoren (ongevallendichtheid en risico per weg) zijn de verdelingen in 5 categorieën opgesplitst; elke categorie bevat 20% (N=14) van het totale aantal van 70 wegen. Daarvoor zijn allereerst de wegen per indicator geordend en hebben de 14 (20%) meest onveilige wegen per indicator de waarde 5 toegekend gekregen, de volgende 14 de waarde 4, enzovoorts. Er is vervolgens een kruistabel opgesteld waarin de waarden van elk van de indicatoren op een as zijn uitgezet.

Bij de selectie van de circa 20% meest onveilige wegen zijn de volgende regels toegepast; de meest onveilige wegen zijn die wegen waarvoor geldt:

- dat ze deel uitmaken van categorie 5 van zowel ongevallendichtheid als van risico; of
- dat ze deel uitmaken van categorie 5 van ongevallendichtheid en categorie 4 van risico; of
- dat ze deel uitmaken van categorie 5 van risico en categorie 4 van ongevallendichtheid.

Met deze criteria worden de wegen geselecteerd die op ten minste één van de beide indicatoren als meest onveilig worden beschouwd. Uit resultaten van het eerdere NSI-onderzoek bij 50km/uur wegen (Wijlhuizen et al., 2021) bleek dat de ongevallendichtheid bij de selectie van onveiligste wegen het meest onderscheidend was. In dit onderzoek is nagegaan of dat ook voor provinciale wegen geldt.

2.2 Ontwikkeling en toepassing van diagnose-instrument

2.2.1 Ontwikkeling diagnose weg- en fietsinfrastructuur en kruispunten/rotondes

Aan de 15 door de screener geselecteerde wegen is in overleg met de provincie later een aantal wegen toegevoegd die voor beleid van belang zijn en ten onrechte ontbraken. Er zijn ook wegen van de lijst af gehaald omdat het beheer daarvan wordt overgedragen naar gemeenten (zie ook *Paragraaf 3.1.3*). Daarmee ontstond uiteindelijk een lijst van 16 wegen om te beoordelen met het diagnose-instrument, dat is ontwikkeld om specifieke infrastructuurkenmerken van wegen, fietspaden, en kruispunten/rotondes te beoordelen. Het diagnose-instrument moest onderscheid maken tussen infrastructuurkenmerken die relatief veilig (gewenst) en onveilig worden geacht.

Weg- en fietsinfrastructuur

Het diagnose-instrument voor weg-, en fietsinfrastructuur is gebaseerd op de instrumenten die zijn toegepast voor de Netwerk Safety Index (NSI) in de gemeente Amsterdam (Wijlhuizen et al., 2017a). De daarin opgenomen kenmerken zijn afkomstig van twee recente publicaties van het Kennisnetwerk SPV (2020a; 2020b).

Kruispunten en rotondes

De kenmerken die zijn opgenomen voor de diagnose van kruispunten en rotondes, zijn afgeleid van studies van Aarts et al. (2017), Beek (2019) en Duivenvoorden (2021). Deze kenmerken zijn ook door SWOV-experts op hun relevantie beoordeeld. Voor de verkeersveiligheid op rotondes binnen de bebouwde kom is de gewenste situatie dat fietsers op een vrijliggend fietspad geen voorrang hebben op het gemotoriseerd verkeer (Dijkstra 2005; DTV, 2019; SWOV, 2021).

2.2.2 Toepassing van het diagnose-instrument

Wegen en kruispunten

Voor de diagnose is elke geselecteerde provinciale-weg allereerst onderverdeeld in wegvakken. De wegvakken betroffen delen van de weg die zijn begrensd door twee kruispunten. Dat kunnen twee kruispunten zijn met andere gebiedsontsluitingswegen (GOW's) of erftoegangswegen (ETW's). Per wegvak is voor elke 100 meter, aan de hand van de hectometerpalen, een meetpunt

geplaatst; dat wil zeggen dat met dat meetpunt een weglengte van 100 meter is afgebakend waarbinnen de infrastructuurkenmerken moeten worden beoordeeld.

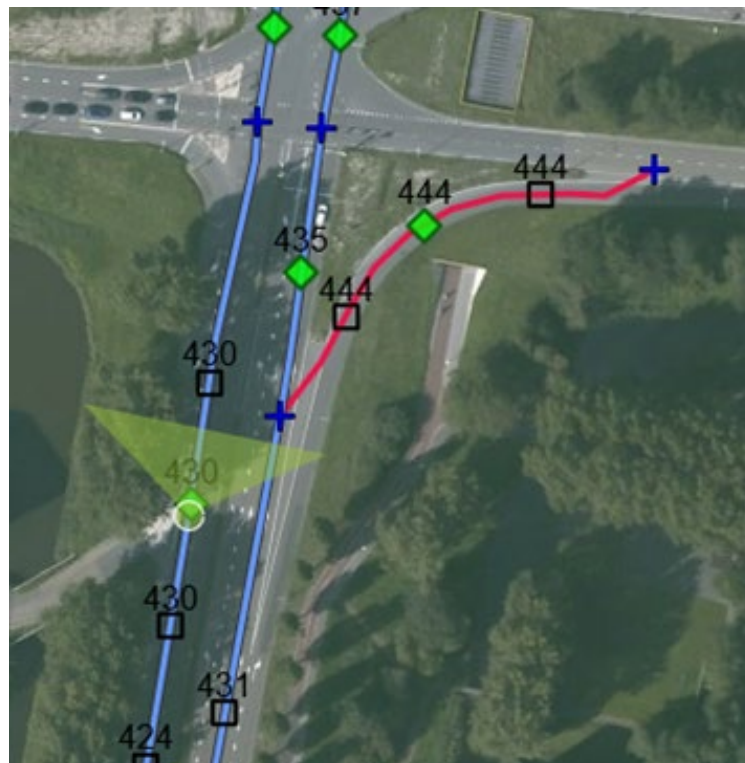
Van de betrokken wegen zijn alle kruispunten en rotondes apart gecodeerd als meetpunt (ook de ETW- en GOW-kruispunten en -rotondes).

De hieronder beschreven werkwijze komt voor een belangrijk deel overeen met de algemene werkwijze die is gehanteerd en beschreven in Wijlhuizen et al. (2021).

Beelden van wegen en markering van meetpunten

De geselecteerde wegen en kruispunten zijn beoordeeld aan de hand van recente (2019-2020) 360°-beelden van het bedrijf CycloMedia. In deze beelden is een layer aangebracht met daarin de codes en de afbakening van de meetpunten van 100 meter wegvak die beoordeeld moesten worden. Het meetpunt werd aangegeven met een gekleurd vierkant en het meetpuntnummer. Aan beide zijden daarvan, op 50 meter van het midden, staat hetzelfde nummer met een open vierkant. Daarmee is het meetpunt van 100 meter afgebakend en kunnen de kenmerken die daarbinnen vallen worden beoordeeld.

Afbeelding 2.1. Voorbeeld van een CycloMedia-beeld van te beoordelen infrastructuur. Meetpunt 430 (gesloten vierkant op blauwe lijn) en de afbakening van de te beoordelen 100 meter (open vierkant met nummer 430).



Beoordelaars werving, instructie, training en coaching

Er zijn drie teams samengesteld voor elk van de drie te beoordelen onderdelen:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1. Weginfrastructuur: | 4 beoordelaars |
| 2. Fietsinfrastructuur: | 4 beoordelaars |
| 3. Kruispunten en rotondes | 2 beoordelaars |

Hieronder beschrijven het beoordelingstraject puntsgewijs:

- Start van de instructie en training medio mei 2020.
- Online instructie en training met beoordelaars die vanuit huis werken op twee beeldschermen; een beeldscherm voor het bekijken van de infrastructuur en een beeldscherm om de beoordelingen in te invoeren in een gegevensbestand.
- Gestart is met het gezamenlijk doornemen van de inlogprocedures, de programma's die moesten worden gebruikt. Het betreft een invoerscherm voor de beoordelingen in Access,

een Excel-werklijst waarin de te beoordelen meetpunten zijn weergegeven met de coördinaten in CycloMedia waar de meetpunten zijn aangebracht, het werken met CycloMedia-besturing en de benodigde instrumenten (onder meer het leren meten van breedte van verharding en afstand van obstakels), en de handleiding.

- De instructie en training hadden een doorlooptijd van circa anderhalve week waarin in de beoordelaars in toenemende zelfstandiger werkten.
- Toegang openen tot SWOV-share waar de te beoordelen meetpunten (werklijst) staan en waar de in te voeren beoordelingen via een beveiligde verbinding direct bij SWOV terechtkomen.
- De werkdagen van beoordelingen startten met een plenaire onlinebijeenkomst in de ochtend met een SWOV-coach. Tijdens deze sessies werden kwesties van de afgelopen dag binnen elk team plenair doorgenomen voordat begonnen werd met beoordelingen.
- Ten behoeve van het beoordelen moesten de volgende handelingen plaatsvinden: openen van de werklijst, het Access-invoerscherm, het CycloMedia-account en de handleiding.
- Via een x/y-coördinatencode konden de beoordelaars naar het juiste meetpunt binnen de CycloMedia-afbeelding; dit meetpunt moesten ze ook invullen in het Access-invoerscherm. Voor de kruispunten gold eenzelfde procedure. De x/y-coördinatencode bracht de beoordelaar vanuit een kruispuntenwerklijst naar het beeld van het betreffende kruispunt of de rotonde.
- Vervolgens kon worden gestart met de beoordeling van de betreffende infrastructuur.
- De beoordelingen zijn gedurende vier dagen per week uitgevoerd, waarbij de beoordelaars zo nodig ook gedurende de werkdag regelmatig plenair contact hadden met de coach en met elkaar om onduidelijkheden aan de orde te stellen en besluiten te delen die voor elk van de beoordelaars bepalend zijn voor de wijze van beoordelen.
- De doorlooptijd van de beoordelingen was ongeveer zes weken.

Kwaliteitsborging van de beoordelingen

De beoordelingen zijn uitgevoerd door studenten (hogeschool/universiteit) die op voorhand beperkte tot geen ervaring hadden met het beoordelen van de beoogde kenmerken. Bij het beoordelen moesten zij deels inschattingen maken van situaties op wegen, fietspaden of kruispunten/rotondes, die moesten worden gescoord in categorieën, zoals: in welke mate vormt de inrichting van een berm voor een fietser een gevaar? Het was van belang om ervoor te zorgen dat verschillende beoordelaars in vergelijkbare situaties vergelijkbare scores gaven. Vanwege de coronamaatregelen werkten de beoordelaars vanaf het begin vanuit huis en werden de instructie, training en begeleiding online via Teams) uitgevoerd. Dat ging als volgt:

- Er zijn vaste groepen beoordelaars gevormd die zich elk richtten op het beoordelen van wegen, fietspaden of kruispunten/rotondes. Daarmee zorgden we ervoor dat beoordelaars zich konden specialiseren.
- Per groep is een handleiding gemaakt met instructies hoe de verschillende kenmerken moesten worden beoordeeld (zie *Bijlage B*). Daarmee vormden we een uniforme basis voor de instructie en training en een naslagwerk voor het beoordelen.
- Er zijn twee dagen besteed aan inhoudelijke instructie en training per groep. De groepen volgden elk plenair de instructie. De deelnemers hebben gedurende de instructie individueel beoordelingen uitgevoerd die binnen de groep zijn besproken. Daarmee werd een basis gelegd voor een gedeelde wijze van beoordelen van kenmerken.
- Er is een geleidelijke overgang gemaakt van groepsgewijs naar meer zelfstandig werken. De dagen werden gedurende de eerste drie weken steeds plenair gestart samen met de trainer, waarbij gedurende circa een uur gezamenlijk een aantal beoordelingen is gedaan. Na ongeveer drie weken is dat afgesloten. De beoordelaars konden wel terecht bij de trainer met vragen over eventuele onduidelijkheden.
- Er is in het kader van dit onderzoek geen inter-rater-reliability-test (Fleiss, 1971) uitgevoerd. Dat viel buiten de scope van het project. Er is gekozen voor de hierboven beschreven, meer pragmatische aanpak om in onderlinge consultatie tot zoveel mogelijke vergelijkbare

werkwijzen te komen. Het uitvoeren van de genoemde inter-rater-reliability-test vraagt veel tijd en expliciete criteria voor het bepalen wanneer er voldoende betrouwbare resultaten zijn bereikt. Deze criteria zijn niet bekend, waardoor de interpretatie van de testuitslag niet eenduidig is.

Annotatie en analysemethode

De verzamelde gegevens betreffen voor wegen en fietspaden de beoordelingen van de kenmerken van de infrastructuur per meetpunt. Voor de analyse van de verzamelde infrastructuurkenmerken is een selectie gemaakt van die kenmerken die in relatie tot verkeersveiligheid als het meest belangrijk worden beschouwd. Daarvoor is onder meer gebruikgemaakt van de twee eerder genoemde publicaties van het Kennisnetwerk SPV (Kennisnetwerk SPV, 2020a; 2020b), waarin een aantal expliciete kenmerken van ‘voldoende veilige’ wegen en fietspaden zijn gedefinieerd. Deze kenmerken zijn bij de analyse als referentiekader gebruikt, waarbij steeds is nagegaan of bij een waarneming van een kenmerk al dan niet wordt voldaan aan de gewenste veiligheid. In *Hoofdstuk 3* is expliciet gemaakt op welke manier de kenmerken zijn beoordeeld. In de tabel over fietsinfrastructuur (*Tabel 2.2*) wordt bijvoorbeeld aangegeven dat fietspaden voldoende breed moeten zijn. In *Hoofdstuk 3 (Tabel 3.8)* staat welke grenzen daarvoor zijn gekozen.

In dit onderzoek gaat het om infrastructuur van provinciale wegen. Deze liggen in het algemeen grotendeels buiten de bebouwde kom. Voor wegen buiten de bebouwde kom wordt het gevalideerd beoordelingsmodel ProMeV Light (Bax et al., 2017) als uitgangspunt genomen. Dit model is ontwikkeld voor 80km/uur-wegen met daarin drie vaste wegkenmerken, te weten:

1. de aard van de rijrichtingscheiding,
2. de omvang van de obstakelvrije zone en
3. de aanwezigheid van erfaansluitingen.

Daaraan is, analoog aan een studie van Dijkstra et. al. (2021) in Noord-Holland, toegevoegd:

4. de aanwezigheid van kruispunten tussen erftoegangswegen en gebiedsontsluitingswegen (ETW-GOW).

In dit onderzoek zijn deze kenmerken van ‘ProMeV Light-plus’ ook toegepast op de provinciale wegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 60 km/uur, en ook 50 km/uur waar het gaat om lokale situaties, met name bij het naderen van een kruispunt. Uitgangspunt daarvoor is de vergelijkbare functie van de betreffende buiten de bebouwde kom gelegen wegen. Het gaat in de meeste gevallen om gebiedsontsluitingswegen (GOW) met wisselende snelheidslimieten.

Daarnaast is het in dit onderzoek gebleken dat van alle wegen waar de infrastructuur is beoordeeld, circa 14% van de weglengte binnen de bebouwde kom ligt met een snelheidslimiet van 50 km/uur. Voor deze 50 km/uur-wegen binnen de bebouwde kom zijn in *Tabel 2.1* de omschrijving van kenmerken (maatregelen) gegeven van veilige wegen binnen de bebouwde kom (Kennisnetwerk SPV, 2020a; 2020b). In de tabel staat bij ‘conflicten met overstekend verkeer’ onder meer: ‘aansluiting erftoegangsweg’. In dit onderzoek is dat zodanig geoperationaliseerd dat erftoegangswegen een uitritconstructie behoeven voor de veiligheid (Kennisnetwerk SPV, 2019). Dat is niet geheel in lijn met de publicaties van het Kennisnetwerk SPV (2020a; 2020b), omdat daarin gesteld wordt dat de voorgestelde maatregel geen betrekking heeft op kruispunten, maar op uitritten die uitkomen op een gebiedsontsluitingsweg (GOW). Omdat deze laatstgenoemde informatie binnen dit onderzoek niet beschikbaar is, is gekozen voor de aansluiting tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg (ETW-GOW) en de daar gewenste uitritconstructie.

Tabel 2.1. Kenmerken van voldoende veilige wegen binnen de bebouwde kom (Kennisnetwerk SPV, 2020a; 2020b).

Binnen bebouwde kom	Maatregelen ter voorkoming van				
	conflicten met tegemoetkomend verkeer	enkelvoudige conflicten	conflicten met overstekend verkeer	conflicten met geparkeerde voertuigen	langsconflicten tussen gemotoriseerd snelverkeer en langzaam verkeer
30	geen voorziening noodzakelijk	geen voorziening noodzakelijk	drempels of plateaus	parkeren op de rijbaan of vakken langs de rijbaan	mengen van gemotoriseerd snelverkeer en langzaam verkeer
50	rijrichtingscheiding met markering	geen voorziening noodzakelijk	oversteekvoorziening en/of aansluiting erftoegangsweg	niet parkeren op of langs de rijbaan	langzaam verkeer op fietspad of parallelweg; bromfiets op de rijbaan
70	rijrichtingscheiding met markering	obstakelvrije zone en semi-verharde berm	oversteken en erfaansluitingen niet toestaan	niet parkeren op of langs de rijbaan	langzaam verkeer op fiets-/bromfietspad of parallelweg

In *Tabel 2.2* is de selectie en omschrijving van zes ‘ontwerpprincipes’ (kenmerken) gegeven van ‘voldoende veilige’ fietspaden. De fietsinfrastructuur is op elk van de zes kenmerken beoordeeld.

Tabel 2.2. Ontwerpprincipes voor een ‘voldoende veilig’ fietspad (Kennisnetwerk SPV, 2020a; 2020b).

Ontwerpprincipe	Toelichting
1. Geen obstakels	Paaltjes en andere obstakels, zoals varkensruggen bij wegversmallingen, moeten zo veel mogelijk worden vermeden. Alleen als de noodzaak is aangetoond, bijvoorbeeld vanwege een brug die niet op het gewicht van motorvoertuigen is ontworpen, kunnen paaltjes worden geplaatst.
2. Visuele geleiding	Veel enkelvoudige fietsongevallen gebeuren doordat een fietser van het fietspad af raakt en tegen een trottoirband botst of in de berm ten val komt. Een goede visuele geleiding met bijvoorbeeld kantmarkering kan dit helpen voorkomen.
3. Voldoende breed	Fietspaden moeten voldoende breed zijn om mogelijk te maken dat fietsers, en eventueel ook brom- en snorfietsers, elkaar veilig kunnen inhalen en passeren. Fietsers moeten bovendien veilig naast elkaar kunnen rijden zonder dat hun sturen in elkaar haken.
4. Verharding vlak, stroef, heel en schoon	Om te voorkomen dat fietsers uit balans raken en vallen, is het van belang dat de verharding vlak, stroef, heel en schoon is. Dat betekent dat scheuren, kuilen en hobbels moeten worden voorkomen, bijvoorbeeld door een goede fundering aan te leggen tegen wortelschade. Ook mag een fietspad in de winter niet glad zijn door ijs of sneeuw.
5. Vergevingsgezinde rand	Ook als een fietspad aan de eerste vier ontwerpprincipes voldoet, kan een fietser door onoplettendheid, een schrikreactie of stuurfout het trottoir of de rand raken. Een vergevingsgezinde rand – bijvoorbeeld een afschuinde rand of trottoirband – zorgt dat de fietser niet er niet tegenaan botst en valt. Als de fietser toch in de berm belandt, kan hij terugsturen naar het fietspad zonder ten val te komen doordat het voorwiel wegglijdt langs de rand.
6. Vergevingsgezinde berm	Naast een vergevingsgezinde rand is van belang of de berm voldoende breed, obstakelvrij en berijdbaar is. Dat voorkomt dat fietsers in de berm tegen een obstakel botsen en vallen.

Voor de beoordeling van kruispunten en rotondes is door het Kennisnetwerk SPV nog geen kader vastgesteld. Om die reden is door experts binnen SWOV een set van relevante kenmerken opgesteld, waarbij een uitsplitsing is gemaakt naar type kruispunt en de rotondes. Daarbij is gebruikgemaakt van elementen van de PIARC-methode (Aarts et al., 2017), die ook is toegepast in een recent onderzoek bij kruispunten in Amsterdam (Beek, 2019). In *Tabel 2.3* worden de kenmerken weergegeven. De beoordeling van kruispunten en rotondes is per tak uitgevoerd.

Tabel 2.3. Kenmerken waarop de veiligheid van kruispunten is beoordeeld.

Veiligheidskenmerken	Kruispunttype		
	VRI	Voorrang	Rotonde
1ab Fietzers/voetgangersoversteek per tak	x	x	x
2 Middeneiland per tak	x		
3 Aantal (Opstel)stroken per tak	x	x	Rijstroken op rotonde
4 Snelheidsremmers aanwezig per tak	x	x	
5 Parkeervakken aanwezig/afwezig per tak	x	x	x
6 Zichtbelemmering per tak	x	x	x
7 Type kruispunt	x	x	x
8 Aantal takken	x	x	x
9 Fietzers eigen regeling	x		
10 Voetganger eigen regeling	x		
11 Vrijliggende fietsvoorziening aanwezig langs rotonde			x
12 Fietser niet in voorrang			x

Bij het proces van beoordelen van de kenmerken zijn de volgende bijzonderheden van belang bij de analyse:

- Er zijn kenmerken van infrastructuur die voor een weg of fietspad in één enkele waarneming zijn beoordeeld. Om een voorbeeld te geven: de rijrichtingscheiding van een weg kan worden beoordeeld voor de volle lengte van het meetpunt.
- Er zijn ook kenmerken van infrastructuur waarbij voor een weg of fietspad twee waarnemingen nodig zijn. Een voorbeeld daarvan is parkeren op of langs de rijbaan. Er bevindt zich aan twee zijden van een weg in principe een mogelijkheid tot parkeren en beide zijden krijgen daarom per meetpunt een eigen beoordeling; in het Access-scherm ‘heen’ en ‘terug’ genoemd. ‘Heen’ refereert aan de richting waarin een weg successievelijk wordt doorlopen bij de beoordeling. ‘Terug’ is de andere rijrichting.
- Voor de analyse impliceert het bovenstaande dat het aantal waarnemingen kan verschillen afhankelijk van de aard van het kenmerk.

De beschrijving van de resultaten van de beoordeling van kenmerken

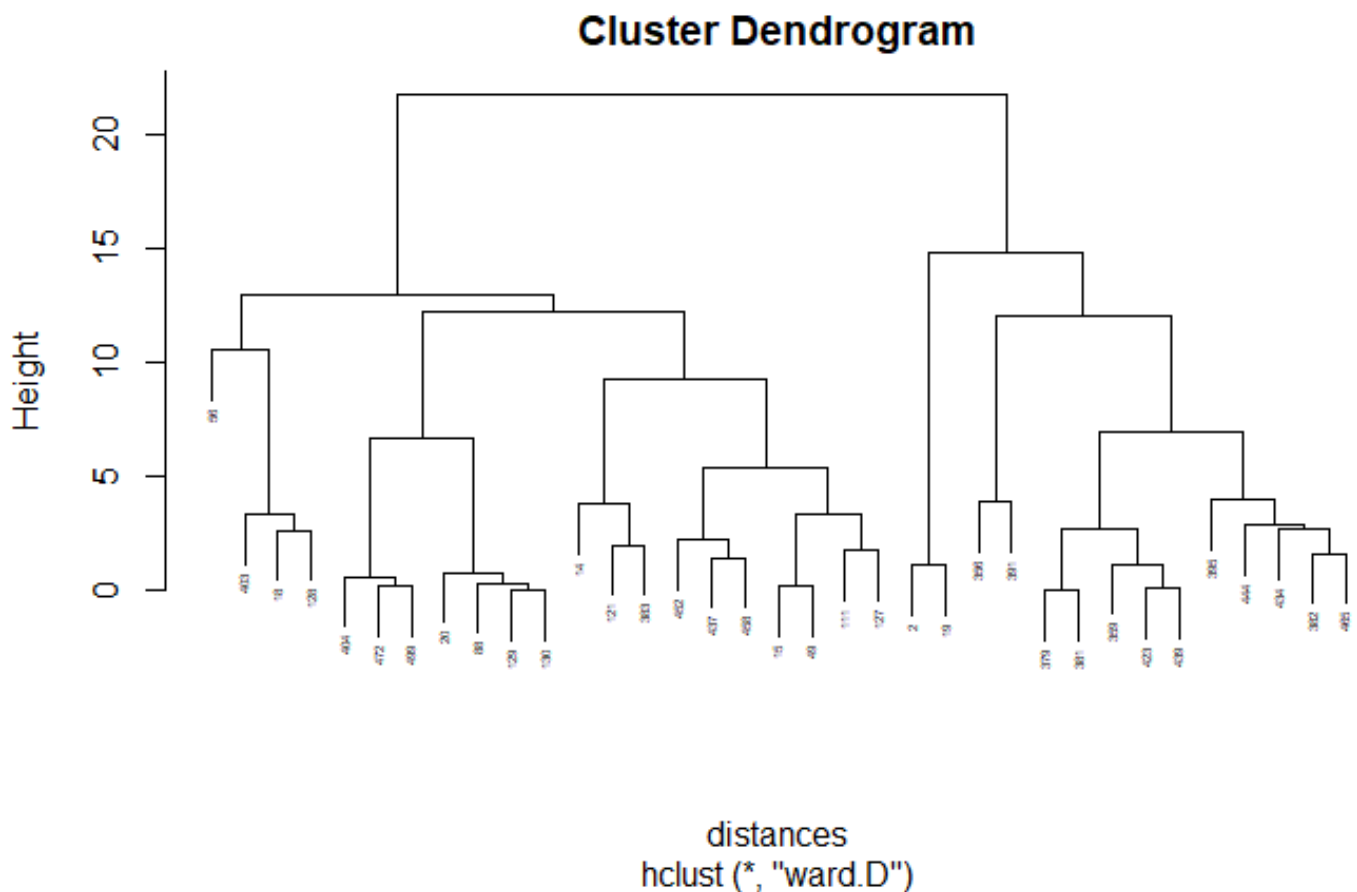
In dit rapport worden geen kenmerken van afzonderlijke wegen, fietspaden of kruispunten beschreven. We hebben ervoor gekozen om zowel voor de wegen als de fietspaden aan te geven in welke mate de gewenste veiligheidskenmerken aanwezig zijn als proportie van de lengte van de wegen en fietspaden. Daarnaast wordt voor elk van de wegen buiten de bebouwde kom een score voor de mate van veiligheid van de infrastructuur bepaald; uitgaande van de ProMeV Light-score (Bax et.al., 2017).

Voor elk van de afzonderlijke kruispunten en rotondes wordt weergegeven in welke mate gewenste veiligheidskenmerken aanwezig zijn. We onderscheiden twee typen kruispunten (zie Tabel 2.3): Kruispunten met een verkeersregelinstallatie (VRI) en voorrangskruispunten.

Omdat het aantal beoordeelde kruispunten per type en het aantal rotondes aanzienlijk groter (35 en meer) is dan het aantal wegen, is nagegaan of binnen de typen kruispunten aparte groepen te

onderscheiden zijn met relatief vergelijkbare combinaties van kenmerken. Groepen kruispunten kunnen zich bijvoorbeeld van elkaar onderscheiden omdat bepaalde combinaties van veiligheidskenmerken ontbreken of juist wel aanwezig zijn. Daarvoor hebben we, uitsluitend voor kruispunten en rotondes, gebruikgemaakt van de hiërarchische clusteranalyse-methode. De toegevoegde waarde van een clusteranalyse is dat bij het ontwikkelen van plannen voor aanpassingen kan blijken bij welke groep kruispunten – combinaties van – aanvullende maatregelen wenselijk zijn. Het tussenresultaat is een boomdiagram (voor een voorbeeld zie *Afbeelding 2.2*). Als invoer wordt eerst voor elke combinatie van kruispunten de afstand tussen deze kruispunten op de verschillende kenmerken bepaald (Euclidische afstand – de wortel uit de som van de kwadraten van de verschillen). Voor het samenvoegen van kruispunten gebruiken we de Ward-methode (Ward, 1963).

Bij elk van de clusteranalyses is als randvoorwaarde gesteld dat er maximaal drie clusters worden onderscheiden. Deze keuze heeft een praktische achtergrond. In drie clusters worden – zoals blijkt – minimaal circa tien kruispunten samengenomen die dan nog als groep besproken worden. Daarmee wordt vermeden dat de blik gericht wordt op relatief veel clusters met kleine aantallen wegen.



Afbeelding 2.2. Voorbeeld van een boomstructuur na toepassing van hiërarchische clusteranalyse op de profielen (proportie scores van de kenmerken) van verschillende kruispunten.

2.3 Vergelijking van uitkomsten met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties

De uitkomsten van de screening- en diagnosemethode zijn vergeleken met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland met twee instrumenten: 'Ranking the Roads' en de 'Road Protection Score' (RPS; ANWB, 2014).

> **Ranking the Roads**

Ranking the Roads is ontwikkeld door de provincie Zuid-Holland en wordt daar ook toegepast (Milosevic & Carton, 2011). Het instrument brengt zowel de belangrijkste wegkenmerken als het onderhoudsniveau van provinciale wegen in kaart. De data hiervoor kunnen worden verzameld met een 3D-scanner die met het verkeer meerijsd. De eindscore laat zien in hoeverre een weg voldoet aan de criteria van Duurzaam Veilig en op welke locaties als eerste groot onderhoud of herinrichting nodig is. De gegevens in de Ranking The Roads database betreffen daarom vooral de situatie van een weg voordat is overgegaan tot herinrichting. Dat maakt de gegevens uit de database niet goed bruikbaar voor een vergelijking met de in dit onderzoek toegepaste methode.

> **Road Protection Score**

Met de Road Protection Score (RPS) kijk je naar de veiligheid van het hoofdwegennet buiten de bebouwde kom. Per wegsegment worden 43 weg- en omgevingskenmerken geïnventariseerd en gemeten. De gehele set van beoordeelde wegkenmerken leidt tot een risicoscore, uitgedrukt in een aantal sterren: hoe hoger die veiligheid van de weg, hoe meer sterren, met een maximum van vijf.

We hebben onderzocht of de wegen met de laagste RPS-scores ook de wegen zijn die volgens de screener het minst veilig zijn. Voor de RPS is op basis van de beschikbare gegevens voor elke N-weg de RPS berekend door de scores per meetpunt samen te nemen en te middelen. De RPS per meetpunt is vermenigvuldigd met de gemiddelde etmaalintensiteit op elk meetpunt voor elke N-weg. Deze vermenigvuldiging geeft een indicatie van de RPS-ongevallendichtheid (risico x intensiteit) voor elk van de N-wegen. Op basis van de RPS-ongevallendichtheid indicatie zijn de N-wegen geordend.

Ook de screener maakt een ordening van N-wegen, die in belangrijke mate wordt bepaald door de ongevallendichtheid gebaseerd op in BRON geregistreerde ongevallen inclusief UMS. Om die reden wordt de ordeningen op basis van ongevallendichtheid met elkaar vergeleken, mede aan de hand van de Pearson correlatie. De resultaten van deze vergelijking worden beschreven in het volgende hoofdstuk (*Paragraaf 3.3*).

3 Resultaten

3.1 Ontwikkeling en toepassing van de screener

3.1.1 Toetsing van veronderstellingen bij screener

Voor de onderbouwing van onderdelen van de screener is een tweetal veronderstellingen getoetst (zie *Paragraaf 2.1*). De resultaten van die toetsing worden hieronder weergegeven. Vervolgens zullen de resultaten van de toepassing van de screener worden weergegeven.

Veronderstelling 1

De gebruikte BRON-ongevallen inclusief UMS zijn een voldoende goede indicator voor de mate van onveiligheid van de betreffende wegen, ook al is bekend dat fietsongevallen daarin ondergeregistreerd zijn vergeleken met de ambulanceregistratie.

Allereerst is verkend of het mogelijk is om gebruik te maken van in BRON geregistreerde verkeersongevallen in plaats van ambulancegegevens. Dat is gedaan door te kijken naar de mate van samenhang tussen gegevens uit BRON en beschikbare ambulancegegevens.

We hebben voor elke weg drie ongevallendichtheden bepaald. Op basis van elke dichtheid ontstaat er een rangorde. In deze verkenning zijn de ordeningen op basis van dichtheden vergeleken.

1. op basis van ambulancegegevens (2009-2012);
2. op basis van BRON-gegevens (2009-2012);
3. op basis van BRON-gegevens (2009-2018). Deze laatste is toegevoegd omdat beoogd is dat ongevallen over deze periode zullen worden gebruikt ten behoeve van de screener.

De mate waarin de ordeningen overeenkomen, wordt uitgedrukt in een correlatiemaat (Spearman's ρ ; niet parametrisch). Bij identieke ordeningen is de correlatie 1; bij volledig willekeurige ordeningen is de correlatie 0 en bij volledig tegengestelde ordeningen is deze -1.

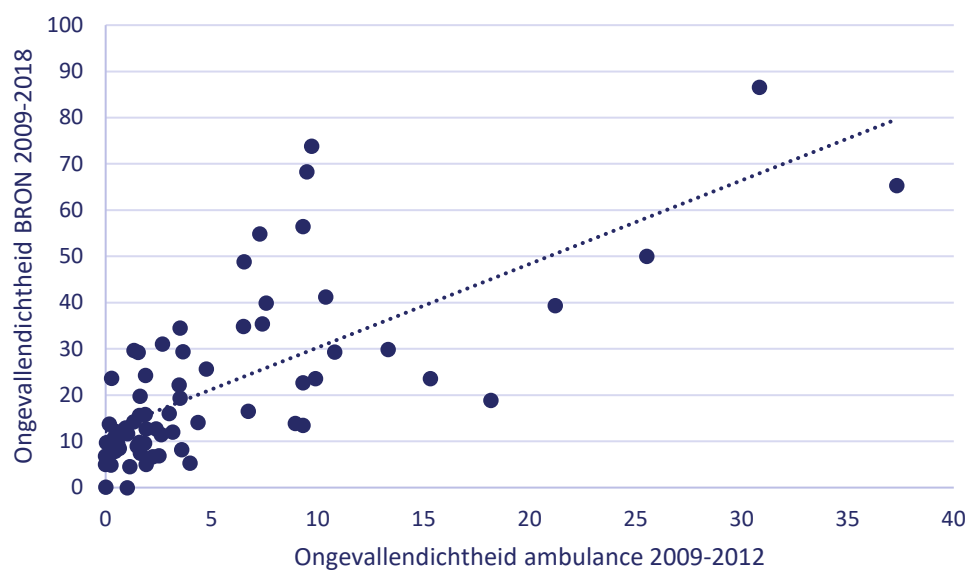
In de onderstaande *Tabel 3.1* zijn de Spearman-rangordecorrelaties (ρ) weergegeven. Voor de overeenkomstige periode 2009-2012 is de overeenkomst in de ordening volgens de ambulance-registratie en BRON matig ($\rho = 0,62$; $p < 0,001$). Uitgaande van de ordening van ambulance-gegevens over 2009-2012 blijkt echter dat de samenhang met BRON voor de 10 meest recente jaren 2009-2018 sterk is ($\rho = 0,706$; $p < 0,001$).

Tabel 3.1. Spearman rangordecorrelaties (rho) voor de mate van overeenkomst van ordeningen van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland aan de hand van ongevallendichtheden bij gebruik van ambulancegegevens (2009-2012) en BRON-gegevens inclusief UMS voor de jaren 2009-2012 en 2009-2018.

Spearman's rho		Dichtheid_ BRON 2009-2012	Dichtheid_ BRON 2009-2018
Dichtheid_ ambulance 2009-2012	Correlatiecoëfficiënt	0,620**	0,706**
	Significantie (2-tailed)	0,000	0,000
	N	70	70
Dichtheid_ BRON 2009-2012	Correlatiecoëfficiënt	1,000	0,925**
	Significantie (2-tailed)		0,000
	N		70

In de onderstaande Afbeelding 3.1 is de samenhang weergegeven tussen de ordening volgens ambulance 2009-2012 en BRON 2009-2018.

Afbeelding 3.1. Samenhang tussen de ordening volgens ambulancegegevens over 2009-2012 en BRON 2009-2018 van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland op basis van hun ongevallendichtheid.



Conclusie

De gevonden mate van samenhang wordt sterk genoeg geacht om te stellen dat het verantwoord is om in plaats van ambulancegegevens BRON-gegevens (inclusief materiële schade) over 10 jaren (2009-2018) te gebruiken als indicator voor de mate van onveiligheid van provinciale wegen.

Een andere kwestie is of het samennemen van 10 jaren BRON-gegevens (2009-2018) verantwoord is. Het zou kunnen zijn dat de ordening van wegen op basis van ongevallendichtheid tussen jaren sterk verschilt. Het samennemen van gegevens uit een 10 jaar lange periode zou een gemiddelde ordening kunnen opleveren die sterk afwijkt van ordeningen die gebaseerd zijn op combinaties van enkele jaren. Hieronder wordt deze kwestie onderzocht aan de hand van veronderstelling 2.

Veronderstelling 2

Ook bij wisselende registratiegraad van BRON tussen jaren, is de ordening van wegen op basis van ongevallendichtheid binnen een meerjarige periode vergelijkbaar en kunnen BRON-gegevens van 10 jaren worden samengenomen.

Ten behoeve van de screener is het voornemen om BRON-gegevens uit 10 jaren samen te voegen (2009-2018). Het voordeel daarvan is dat de ongevallendichtheid kan worden bepaald op basis van een relatief groot aantal geregistreerde ongevallen en dat toevallige 'uitschieters' minder

bepalend zijn voor de rangorde van wegen naar de mate van onveiligheid. Het kan echter ook onzuiverheden geven als wegen over jaren heen een sterk verschillende positie innemen in de ordening. Om die reden is de samenhang onderzocht tussen de ordeningen van wegen die ontstaan als gekeken wordt naar verschillende tijdvakken: 2004-2006, 2009-2011 en 2016-2018.

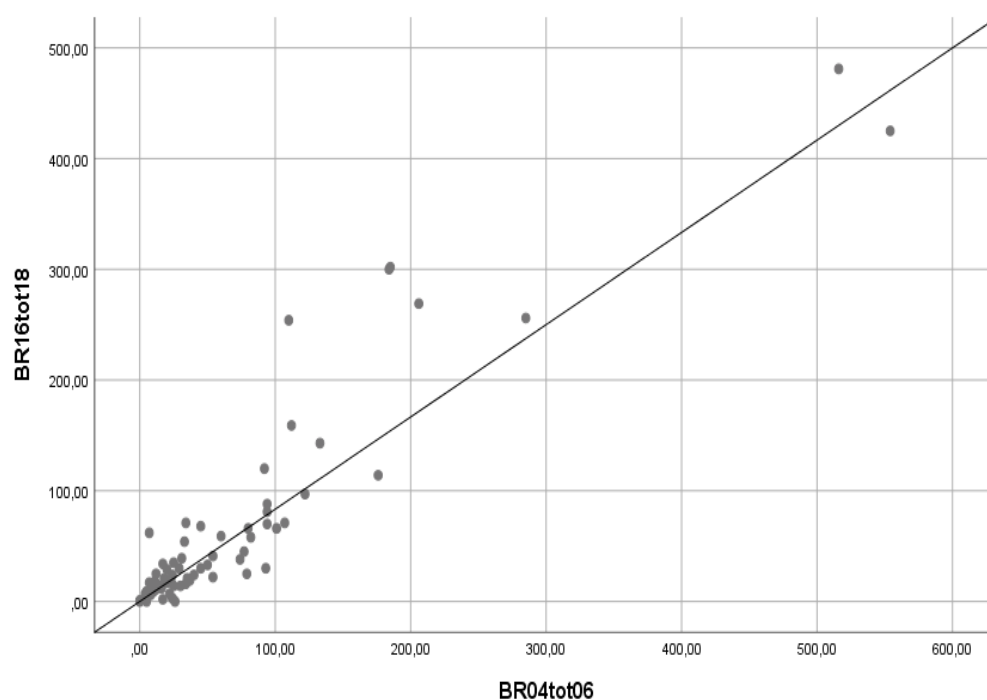
In de onderstaande *Tabel 3.2* zijn de Spearman rangordecorrelaties (*rho*) weergegeven tussen de ordeningen van wegen op basis van hun ongevallendichtheid binnen de verschillende tijdvakken. Uit de resultaten komt naar voren dat de correlaties sterk zijn; ten minste 0,859 ($p < 0,001$) voor de samenhang 2004-2006 met 2016-2018; een periode van meer dan 10 jaar later.

Tabel 3.2. Spearman rangordecorrelaties (rho) voor de mate van overeenkomst van ordeningen van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland aan de hand van ongevallendichtheden bij gebruik van BRON-gegevens inclusief UMS voor de jaren 2004-2006, 2009-2011 en 2016-2018.

Spearman's rho	Dichtheid_ BRON 2009-2011	Dichtheid_ BRON 2016-2018
Dichtheid_BRON 2004-2006	Correlatiecoëfficiënt	0,900**
	Significantie (2-tailed)	0,000
	N	70
Dichtheid_BRON 2009-2011	Correlatiecoëfficiënt	1,000
	Significantie (2-tailed)	0,876**
	N	70

In de onderstaande *Afbeelding 3.2* is de samenhang weergegeven tussen de ordening van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland aan de hand van ongevallendichtheden bij gebruik van BRON 2004-2006 en BRON 2016-2018.

Afbeelding 3.2. Samenhang tussen de ordening volgens BRON-gegevens 2004-2006 en 2016-2018 van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland op basis van hun ongevallendichtheid.



Conclusie

Er blijkt, over meerdere jaren heen, een sterke mate van samenhang te bestaan tussen de ordeningen van wegen op basis van BRON-gegevens. Dat maakt het mogelijk om BRON-gegevens (inclusief UMS) over meerdere jaren samen te nemen om relatief onveilige wegen te kunnen aanwijzen. In dit onderzoek is ervoor gekozen om gebruik te maken van een samenvoeging van

10 jaren uit BRON (2009-2018). Daarmee omvat de selectie relatief recente jaren en is het aantal jaren groot genoeg om voor alle wegen relatief veel ongevallen in de selectie te kunnen includeren; in totaal voor de 70 wegen over een periode van 10 jaar zijn dat 11.285 in BRON geregistreerde ongevallen die aan deze wegen konden worden toegekend.

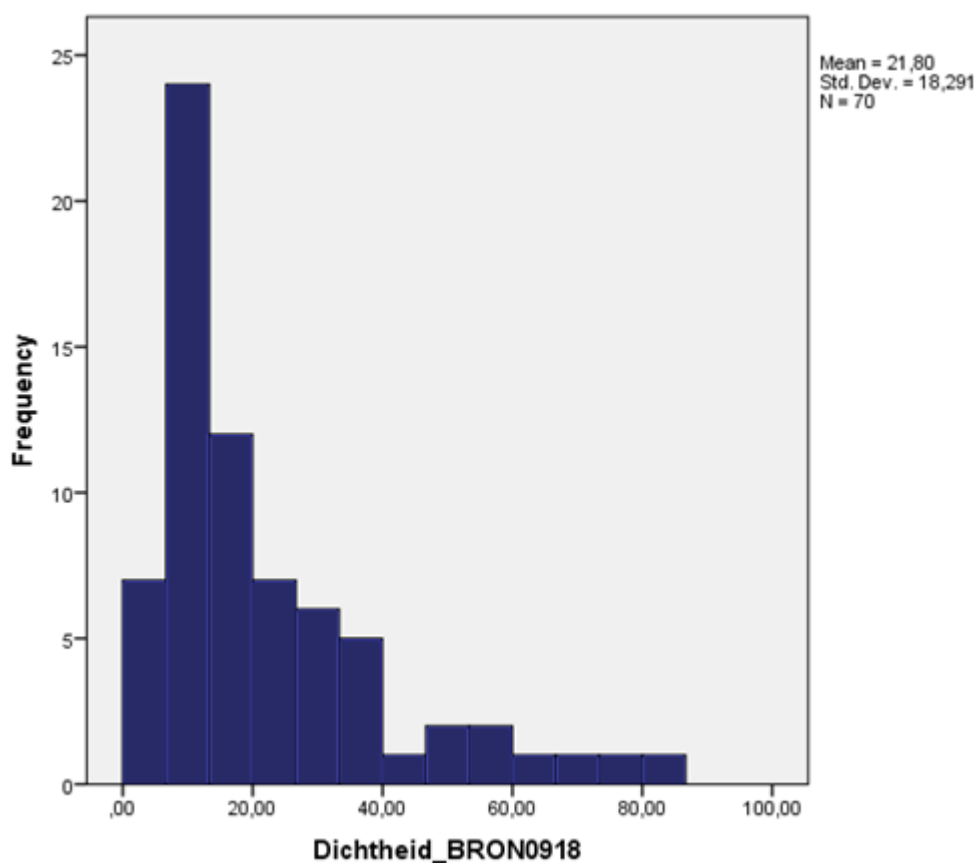
3.1.2 Toepassing van de screener voor selectie van relatief onveilige wegen

Voor elk van de 70 provinciale wegen zijn twee indicatoren samengesteld om de wegen te ordenen:

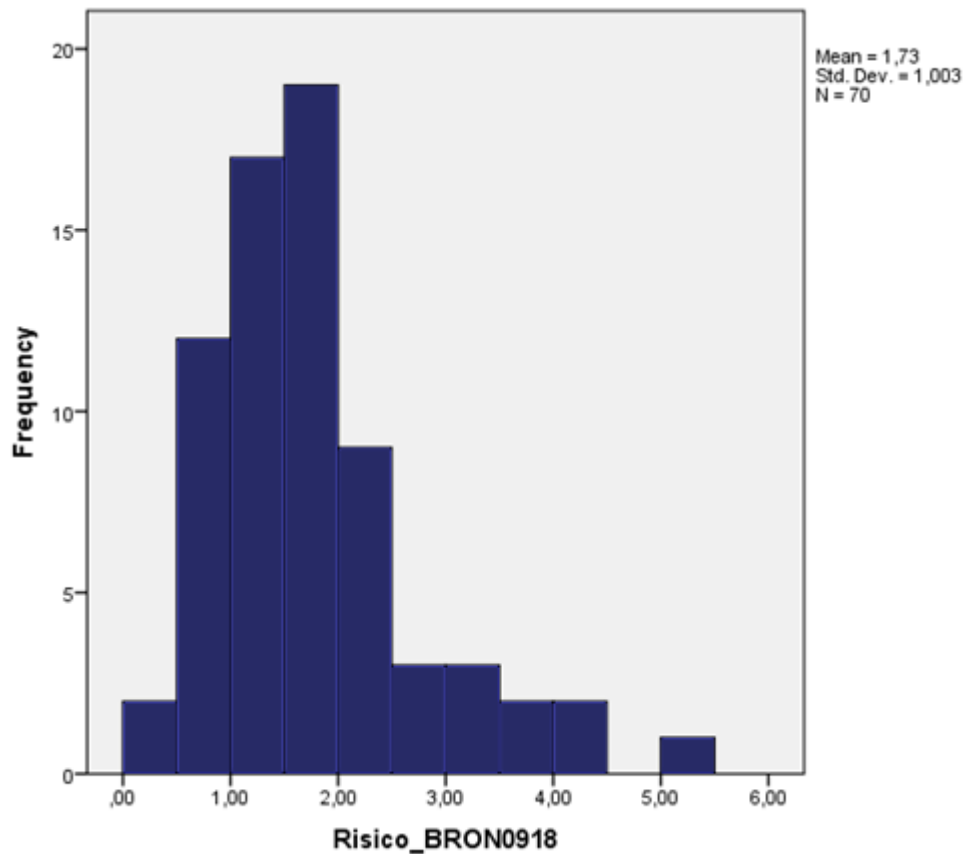
1. De ongevallendichtheid (aantal ongevallen per kilometer weglengte);
2. Het risico; de ongevallendichtheid gedeeld door intensiteit (aantal ongevallen per voertuigkilometer).

Het doel van de screener was om aan de hand van deze indicatoren de circa 20% onveiligste wegen te selecteren. In onderstaande *Afbeeldingen 3.3* en *3.4* zijn de verdelingen van de 70 wegen op basis van de beide indicatoren weergegeven. De beide verdelingen laten zien dat er wegen zijn met een ongevallendichtheid en risico die een veelvoud verschillen van andere wegen.

Afbeelding 3.3. Verdeling van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland op basis van hun ongevallendichtheid, berekend aan de hand van BRON 2009-2018.



Afbeelding 3.4. Verdeling van 70 provinciale wegen in Zuid-Holland op basis van hun risico, berekend aan de hand van BRON 2009-2018.



Vervolgens zijn van elk van de beide indicatoren de verdelingen in 5 categorieën (kwintielen) opgesplitst; elke categorie bevat 20% (N=14) van het totale aantal van 70 wegen. Daarvoor zijn allereerst de wegen per indicator geordend en vervolgens hebben de 14 (20%) meest onveilige wegen de waarde 5 toegekend gekregen, de volgende 14 de waarde 4, enzovoorts.

In de onderstaande kruistabel zijn de categorieën van elk van de indicatoren met elkaar in verband gebracht (zie Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Kruistabel van verdeling van de 70 provinciale wegen in Zuid-Holland op basis van de twee indicatoren van de screener: ongevallendichtheid en risico. Voor elk van beide indicatoren zijn de verdelingen in 5 categorieën (kwintielen) opgesplitst. De 14 (20%) meest onveilige wegen per indicator maken deel uit van categorie 5; de minst onveilige van categorie 1.

		20%-verdeling BRON risico					Totaal
		1	2	3	4	5	
20%-verdeling BRON dichtheid	1	8	3	1	2	0	14
	2	3	4	2	3	2	14
	3	2	3	5	3	1	14
	4	1	4	5	2	2	14
	5	0	0	1	4	9	14
Totaal		14	14	14	14	14	70

Uit de kruistabel blijkt dat er 9 wegen zijn die volgens beide indicatoren – zowel hoge ongevallendichtheid als ook hoog risico – behoren tot de 20% meest onveilige wegen.

Uit de kruistabel blijkt ook dat er 4 wegen zijn die wat betreft ongevallendichtheid het meest onveilig zijn, maar volgens het risico behoren tot de op één na onveiligste wegen. Tot slot blijkt uit de kruistabel dat er 2 wegen zijn die wat betreft risico het meest onveilig zijn, maar volgens ongevallendichtheid behoren tot de op één na meest onveilige wegen.

Op basis van de toepassing van de screener zijn 15 van de 70 wegen (21%) als de meest onveilige wegen geselecteerd. Deze wegen zijn in *Bijlage A* weergegeven; ook in een separaat kaartje.

Conclusie

De 15 geselecteerde wegen vormen het uitgangspunt voor een nadere analyse op kenmerken: de diagnose. Daarbij blijkt dat er bij de geselecteerde wegen veelal sprake is van zowel een hoog risico als ook van een hoge ongevallendichtheid (N=9 van de 15 wegen). Wanneer uitsluitend de ongevallendichtheid (categorie 4 en 5) zou worden gehanteerd als criterium, dan zouden 13 van de huidige 15 wegen zijn geselecteerd; het criterium risico voegt in feite twee wegen toe aan de selectie.

De geselecteerde wegen worden nog wat nader beschouwd. In *Tabel 3.4* is een aantal zaken samengevat. Van de wel en niet geselecteerde wegen is het totale aantal in BRON geregistreerde ongevallen inclusief UMS weergegeven, en ook de totale lengte binnen de wel/niet geselecteerde groep wegen. De totale lengte van de geselecteerde wegen (63 kilometer) is gelijk aan 10% van de lengte aan provinciale wegen van Zuid-Holland (circa 626 kilometer). Binnen de selectie van wegen is het aandeel BRON-ongevallen 25% (N=2839) van het totale aantal (N=11285). Tot slot is de gemiddelde ongevallendichtheid en het gemiddelde risico bepaald voor de wel en niet geselecteerde wegen. Daaruit blijkt dat de gemiddelde ongevallendichtheid voor de geselecteerde wegen (45) drie keer hoger is dan voor de niet geselecteerde wegen (15). Voor het risico geldt dat dit per miljoen afgelegde kilometers bij de selectie 0,86 is en bij de niet geselecteerde wegen 0,37; bij de selectie is het gemiddelde risico een factor 2,3 hoger.

Tabel 3.4. Gemiddelde ongevallendichtheid en risico bij wegen die wel en niet zijn geselecteerd als relatief onveilig op basis van de screener.

Wegenselectie	Aantal in BRON geregistreerde ongevallen van 2009 t/m 2018**	Weglengte*	Gemiddelde ongevallendichtheid per kilometer over 10 jaren	Gemiddeld risico***
Niet-geselecteerde wegen	8446	563	15	0,37
Geselecteerde wegen	2839	63	45	0,86
Totaal	11285	626	18	0,47
Aandeel bij geselecteerde wegen ten opzichte van het totaal	25%	10%		

* Het betreft de lengte van de hoofdrijbaan, als een weg gescheiden rijbanen heeft is de lengte in één richting geteld.

** Ongevallen inclusief uitsluitend materiële schade (UMS); UMS-ongevallen betreffen ca. 80% van het totale aantal.

*** Het ongevalrisico is uitgedrukt in het aantal ongevallen inclusief UMS per miljoen afgelegde kilometers.

3.1.3 Vaststelling definitieve selectie van wegen ten behoeve van diagnose

De selectie van 15 wegen die is uitgevoerd met de screener, is gebaseerd op een lijst van 70 wegen die beschikbaar is gesteld door de provincie Zuid-Holland. In overleg met de provincie Zuid-Holland is er later een aantal wegen aan de lijst toegevoegd en een aantal af gehaald. Het gaat om de volgende kwesties:

- Niet includeren voor diagnose omdat het beheer is overgedragen aan gemeenten: N472, N456, N447 en N449.
- Extra includeren buiten de screener-resultaten: N209 (deel ten noorden van A12), N206 deels, N207 vanaf N452 tot en met turborotonde Halve Raak en de N461.
- Knip de N211 in twee delen. Het eerste deel, komende vanaf A4 Den Haag richting het westen heeft een bovenregionale functie. En het tweede deel N211 heeft een regionale functie.

In totaal zijn er van de 15 oorspronkelijke wegen 4 uiteindelijk niet geïncludeerd, 4 toegevoegd en is er 1 weg in twee delen gesplitst.

In totaal zijn er dus 16 wegen geselecteerd voor het uitvoeren van de diagnose (zie *Bijlage A*). Een aantal van die wegen ligt deels binnen de bebouwde kom. Deze delen van wegen vragen bij de analyse van de gegevens aparte aandacht, omdat voor wegen binnen de bebouwde kom andere veiligheidskenmerken worden gewenst dan voor wegen buiten de bebouwde kom. In *Afbeelding 3.5* zijn de uiteindelijk geselecteerde provinciale wegen in een kaart weergegeven; de oranje kleur betreft de wegen voor zover ze binnen de bebouwde kom liggen.

Afbeelding 3.5. De geselecteerde 16 provinciale wegen ten behoeve van de diagnose. De delen van de wegen die oranje zijn gekleurd betreffen de wegen voor zover ze binnen de bebouwde kom liggen. De zwarte dunne lijnen zijn de wegen die niet in de uiteindelijke selectie zijn opgenomen.



3.2 Resultaten van de diagnose

3.2.1 Beschrijvende kenmerken van de weginfrastructuur

In totaal zijn er 714 waarnemingen gedaan – van elk 100 meter – om kenmerken van de infrastructuur van wegen te bepalen (zie *Tabel 3.5*). Daarvan betrof het 615 waarnemingen (86%) buiten de bebouwde kom en 99 waarnemingen (14%) binnen de bebouwde kom. Wat betreft de snelheidslimieten blijkt dat deze binnen de bebouwde kom vrijwel overal 50 km/uur is. Voor de

wegen buiten de bebouwde kom is dat beeld minder eenduidig. Circa 13% van de waarnemingen hebben betrekking op – delen van – wegen met een limiet van 50 km/uur; 35% met een limiet van 60 km/uur en 52% met een limiet van 80 km/uur. In de volgende paragraaf wordt allereerst ingegaan op de resultaten van de boordeling van wegen voor zover die buiten de bebouwde kom liggen.

Tabel 3.5. Aantal en percentage waarnemingen – elk 100 meter weglengte - van kenmerken van infrastructuur van de 16 onderzochte provinciale wegen in Zuid-Holland uitgesplitst naar snelheidslimiet en binnen en buiten de bebouwde kom.

Snelheidslimiet	Waarnemingen (aantal en %) op 16 provinciale wegen in Zuid-Holland					
	Binnen de kom		Buiten de kom		Totaal	
30 km/uur	1	1,0%	3	0,5%	4	0,6%
50 km/uur	98	99,0%	81	13,2%	179	25,1%
60 km/uur	0	0,0%	213	34,6%	213	29,8%
80 km/uur	0	0,0%	318	51,7%	318	44,5%
Totaal	99	100,0%	615	100,0%	714	100,0%

3.2.2 Veiligheidskenmerken van de weginfrastructuur buiten de bebouwde kom

Voor wegen buiten de bebouwde kom is het beoordelingsmodel ProMeV Light als uitgangspunt genomen (Bax et al., 2017). Dit model gaat uit van drie vaste wegkenmerken, waaraan voor dit onderzoek een vierde kenmerk (+) is toegevoegd (zie *Paragraaf 2.2.2*). Dit leidt tot de volgende vier kenmerken die voor de veiligheid de gewenste situatie betreffen:

1. **De obstakelvrije afstand van minimaal 6 meter of afschermingsconstructie op minimaal 2,5 meter van rijbaan.** Volgens de richtlijnen van CROW en voor een duurzaam veilige wegomgeving mogen er geen obstakels binnen de obstakelvrijruimte dicht langs de rijbaan van wegen staan. Mochten er toch obstakels binnen deze ruimte van 6 meter staan, dan moet een afschermingsconstructie aanwezig zijn die zelf ook op voldoende afstand staat, te weten minimaal 2,5 meter.
2. **De rijbaanscheiding.** Vooral op wegen met hogere snelheden is het voor de verkeersveiligheid van belang dat tegemoetkomend verkeer (fysiek) wordt gescheiden om frontale ongevallen te voorkomen. Een moeilijk of niet-overrijdbare rijrichtingscheiding zorgt hiervoor en is de gewenste situatie.
3. **Erfaansluitingen.** Op wegen met een hogere snelheidslimiet zorgen erfaansluitingen voor een onveilige situatie door voertuigen die afremmen en afslaan naar erven, of die vanaf erven de weg oprijden. Op 80- en 100km/uur-wegen zijn erfaansluitingen ongewenst en moeten daarom tot een minimum worden beperkt.
4. **Kruispunt dichtheid (ETW).** Dit kenmerk is toegevoegd omdat wegvakken als eenheden weglengte tussen twee (veelal GOW-)kruispunten (typisch met andere GOW's) worden beschouwd. De aanwezigheid van ETW-kruispunten wordt beschouwd als een risicoverhogend element voor de verkeersveiligheid. De hypothese is dat naarmate de dichtheid van het aantal kruispunten met ETW stijgt, ook de mate van onveiligheid toeneemt (Wijlhuizen et al., 2017).

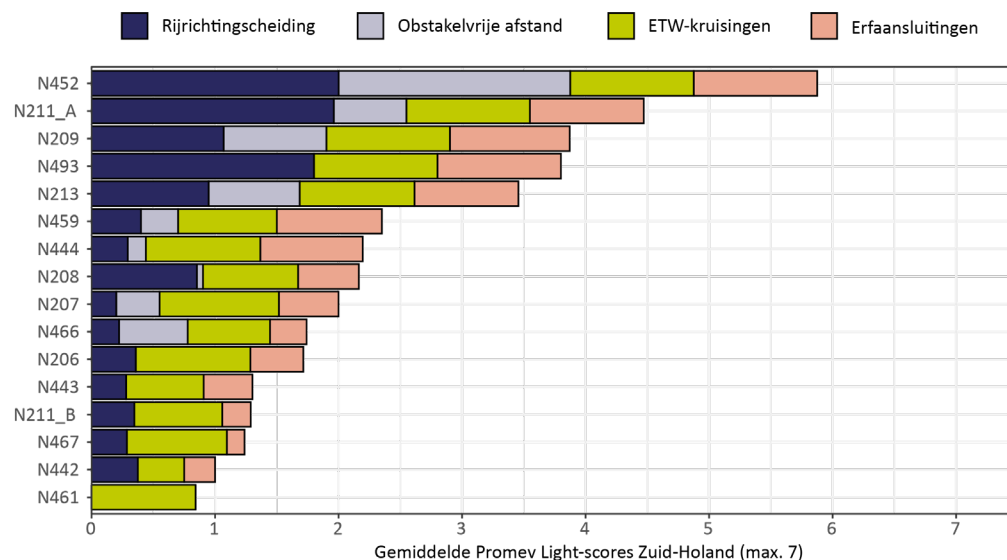
Voor elk van de drie ProMeV Light-kenmerken op een wegsegment van 100 meter, geldt dat deze wel of niet voldoet aan de gewenste situatie. De ProMeV Light-score is in feite per 100 meter een optelsom van deze drie kenmerken, waarbij – als ze alle drie de gewenste veilige situatie betreffen – de maximale veiligheidsscore wordt toegekend. Deze score kan dus lopen van minimaal 0 (geen enkel kenmerk voldoet) tot en met maximaal een score 6. De score loopt op tot maximaal 6 omdat de kenmerken elk een wegingsfactor hebben (Bax et al., 2017), namelijk:

- Voldoet de obstakelvrije afstand: dan worden 3 punten toegekend.
- Voldoet de rijbaanscheiding: dan worden 2 punten toegekend.
- Voldoet de erfaansluiting: dan wordt 1 punt toegekend.

De kruispunt dichtheid (+) wordt als volgt meegenomen in de score per 100 meter: als binnen de beoordeelde 100 meter *geen* ETW kruispunt aanwezig is, dan wordt er voor die 100 meter 1 punt toegekend. De toegepaste ProMeV Light-methode plus kruispuntendichtheid kan daardoor per 100 meter een maximale score krijgen van 7 als aan alle gewenste kenmerken wordt voldaan.

Om een score per weg te bepalen, worden de scores van alle beoordelingen opgeteld en gedeeld door het aantal beoordelingen. Dat levert een gemiddelde ProMeV Light(+)-score. In *Afbeelding 3.6* zijn de gemiddelde scores per weg weergegeven onderverdeeld naar de gemiddelde score per kenmerk; zie *Bijlage C (C.1)* voor een kaart met de afzonderlijke ProMeV Light(+)-waarden per weg gemiddeld over de hele weglengte.

Afbeelding 3.6. Gemiddelde ProMeV Light(+)-score per door de screener als relatief onveilig gescoorde provinciale weg in Zuid-Holland voor elk van de opgenomen kenmerken. De maximaal te behalen score – optimaal gewenste veilige inrichting over de hele weglengte – is de score 7.



Tabel 3.6. Gemiddelde ProMeV Light(+)-score per door de screener als relatief onveilig gescoorde provinciale weg in Zuid-Holland voor elk van de opgenomen kenmerken. De maximaal te behalen score – optimaal gewenste veilige inrichting over de hele weglengte – is de score 7.

Gemiddelde ProMeV Light(+)-scores over de hele weglengte						
N-weg	Erfaansluitingen (max 1)	ETW-kruisingen (max 1)	Obstakelvrije afstand (max 3)	Rijrichting- scheiding (max 2)	Totaal (som: max 7)	Aantal observaties
N452	1,0	1,0	1,9	2,0	5,9	8
N211_A	0,9	1,0	0,6	2,0	4,5	51
N209	1,0	1,0	0,8	1,1	3,9	101
N493	1,0	1,0	0,0	1,8	3,8	10
N213	0,8	0,9	0,7	0,9	3,5	57
N459	0,8	0,8	0,3	0,4	2,4	20
N208	0,5	0,8	0,0	0,9	2,2	61
N444	0,8	0,9	0,1	0,3	2,2	41
N207	0,5	1,0	0,3	0,2	2,0	60
N206	0,4	0,9	0,0	0,4	1,7	28
N466	0,3	0,7	0,6	0,2	1,7	27
N211_B	0,2	0,7	0,0	0,3	1,3	52
N443	0,4	0,6	0,0	0,3	1,3	43
N467	0,1	0,8	0,0	0,3	1,2	21
N442	0,2	0,4	0,0	0,4	1,0	16
N461	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8	19

Uit de afbeelding komt het volgende naar voren:

1. Er zijn grote verschillen tussen de wegen als het gaat om de gemiddelde scores.
2. Bij relatief veel wegen blijken de rijrichtingscheiding en de obstakelafstand onvoldoende veilig.
3. Een groot deel van de wegen heeft een relatief lage score. Er zijn 11 wegen die een score hebben die ligt onder de helft (3,5) van de maximaal gewenste score van 7. De N452 komt als enige weg boven de gemiddelde (totaal) score uit van 4,5. Bij deze constatering moet worden bedacht dat de hier gepresenteerde wegen niet representatief zijn voor de provinciale wegen in Zuid-Holland, maar de selectie betreffen van wegen die (zoals door de provincie gevraagd) op basis van screener als relatief onveilig zijn beschouwd.

3.2.3 Veiligheidskenmerken van de weginfrastructuur binnen de bebouwde kom

Van de 16 slechtst presterende wegen zijn er 9 die een deel binnen de bebouwde kom hebben liggen. In de publicatie *Wanneer zijn wegen en fietspaden 'voldoende veilig?* (Kennisnetwerk SPV, 2020a; 2020b) worden kenmerken van de infrastructuur genoemd die voor 50km/uur-wegen in belangrijke mate bijdragen aan de verkeersveiligheid van die wegen.

Het gaat om de volgende zes kenmerken:

4. Een rijrichtingscheiding met markering aanwezig.
5. Op de takken van kruispunten op de weg een oversteekvoorziening voor fietsers.
6. Op de takken van kruispunten op de weg een oversteekvoorziening voor voetgangers.

7. Aansluiting erftoegangsweg op een GOW heeft een uitritconstructie.²⁸
8. Niet parkeren op of langs de rijbaan.
9. Langzaam verkeer op fietspad/parallelweg en bromfiets op de rijbaan.

Elk van de zes kenmerken zal hieronder nader worden toegelicht.

1. Rijrichtingscheiding met markering

De gewenste situatie voor veiligheid is dat er op 50km/uur-wegen een rijrichtingscheiding is.

We beoordelen een meetpunt op dit kenmerk als 'veilig' volgens de volgende criteria:

- als er een enkele rijrichting is ongeacht de snelheidslimiet;
- als de snelheidslimiet <50 km/uur is;
- als de snelheidslimiet 50 km/uur is en er zijn twee rijrichtingen, dan moet er een rijrichtingscheiding zijn.

Een rijrichtingscheiding kan op verschillende manieren zijn vormgegeven, bijvoorbeeld met een enkele of dubbele doorgetrokken of onderbroken lijn.

2. Oversteekvoorzieningen fiets

De gewenste situatie voor veiligheid is dat er bij elke tak van de kruispunten op een weg een fietsoversteek is.

We beoordelen de mate van veiligheid van een weg als het gaat om de fietsoverstekten als volgt:

- Het gaat daarbij om alle typen kruispunten die op die weg voorkomen, zoals ETW-GOW- en GOW-GOW-kruispunten die al dan niet zijn geregeld met verkeersregelinstallatie (VRI).
- Per weg wordt van alle kruispunten het aantal takken opgeteld.
- Het aantal van deze takken met een fietsoversteekvoorziening wordt gedeeld door het totale aantal takken van de kruispunten die onderdeel uitmaken van die weg.
- De proportie takken van kruispunten op die weg met een fiets oversteekvoorziening is de indicator voor de mate van veiligheid van de weg.

3. Oversteekvoorziening voetganger

De gewenste situatie voor veiligheid is dat er bij elke tak van de kruispunten op een weg een oversteekvoorziening voor voetgangers is.

We beoordelen de mate van veiligheid van de weg als het gaat om de voetgangersoverstekten als volgt:

- Het gaat daarbij om alle typen kruispunten die op die weg voorkomen, zoals ETW-GOW- en GOW-GOW-kruispunten die al dan niet zijn geregeld met een VRI.
- Per weg wordt van alle kruispunten het aantal takken opgeteld.
- Het aantal van deze takken met een voetgangersoversteekvoorziening wordt gedeeld door het totale aantal takken van de kruispunten die onderdeel uitmaken van die weg.
- De proportie takken van kruispunten op die weg met een voetgangersoversteekvoorziening is de indicator voor de mate van veiligheid van de weg.

4. Aansluiting erftoegangsweg

De gewenste situatie voor veiligheid is dat elke erftoegangsweg (ETW) die uitkomt op een gebiedsontsluitingsweg (GOW), moet zijn uitgevoerd met een uitritconstructie.



28. Deze operationalisatie is niet geheel in lijn met de publicaties van het Kennisnetwerk SPV (2020a; 2020b), omdat daarin gesteld wordt dat de voorgestelde maatregel geen betrekking heeft op kruispunten, maar op uitritten die uitkomen op een GOW. Omdat deze laatstgenoemde informatie binnen dit onderzoek niet beschikbaar is, is gekozen voor de aansluiting ETW-GOW en de daar gewenste uitritconstructie.

We beoordelen de mate van veiligheid van de weg als het gaat om de aansluiting van erftoegangswegen als volgt:

- Per weg worden de ETW-GOW-kruispunten meegenomen voor het bepalen van dit criterium. Het aantal van deze kruispunten met een uitritconstructie wordt gedeeld door het totale aantal van deze kruispunten.
- De proportie van ETW-GOW-kruispunten met uitritconstructie is de indicator voor de mate van veiligheid van de weg.

5. Niet parkeren op of langs de rijbaan

De gewenste situatie voor veiligheid is dat op of langs een gebiedsontsluitingsweg (GOW) parkeren niet is toegestaan.

We beoordelen de mate van veiligheid van de weg als het gaat om parkeren als volgt:

- Per weg wordt het aantal meetpunten geteld.
- Dit aspect wordt per rijrichting bekeken en beoordeeld. Per meetpunt wordt nagegaan of er – links en/of rechts van de weg – op of naast de weg geparkeerd mag worden.
- Uitgangspunt is dat een meetpunt op dit kenmerk maximaal veilig is als zowel links als rechts van de weg op dat meetpunt niet mag worden geparkeerd. Als er aan een kant wel kan worden geparkeerd, dan wordt dat meetpunt als half-veilig beoordeeld.
- Bij meetpunten met snelheidslimiet <50km/uur mag er wel langs de weg worden geparkeerd. Deze meetpunten worden als veilig beschouwd op dit aspect.
- Het totale aantal keren dat er bij de meetpunten van een weg is beoordeeld dat er niet geparkeerd mag worden, wordt vastgesteld (aantal parkeren niet toegestaan).
- De proportie ‘parkeren niet toegestaan’ van het totale aantal beoordelingen is de indicator voor de mate van veiligheid van de weg.

6. Langzaam verkeer op fietspad/parallelweg, bromfiets op de rijbaan

De gewenste situatie voor veiligheid is dat op een gebiedsontsluitingsweg (GOW) geen fietsers (of snorfietsers) rijden en dat bromfietsers wel op de rijbaan rijden.

We beoordelen de mate van veiligheid van de weg als het gaat om de plaats van de fietser, snor/bromfietser als volgt:

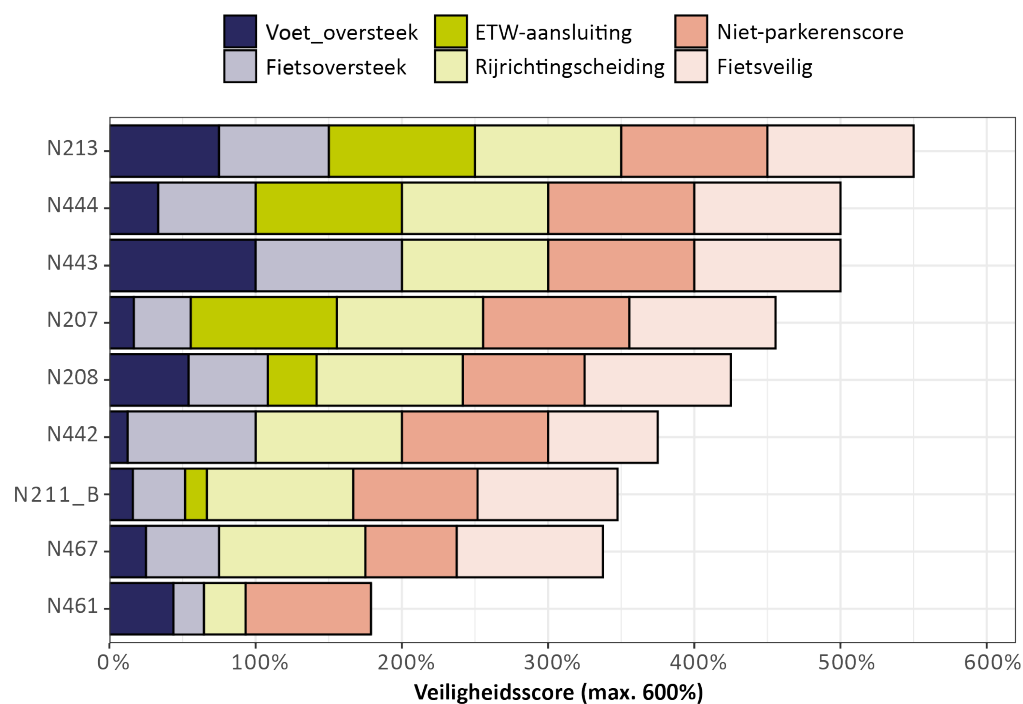
- Per weg wordt het aantal meetpunten geteld.
- Fiets(suggestie)stroken worden niet beschouwd als een fietspad. Deze situatie wordt beschouwd als dat fietsers op de rijbaan rijden.
- Het aspect wordt per rijrichting bekeken. Per meetpunt wordt nagegaan of er – links en/of rechts van de weg – een vrijliggend fietspad of parallelweg (ventweg) is en of het een één- of tweerichtingenvoorziening is.
- Uitgangspunt is dat een meetpunt op dit kenmerk maximaal veilig is als fietsers voor beide rijrichtingen een voorziening hebben zodat ze niet op de GOW-rijbaan fietsen. Dat kan een tweerichtingsfietspad zijn aan één kant, of twee eenrichtingsfietspaden aan beide zijden van de weg. Als er in een rijrichting wel op de GOW-rijbaan moet worden gefietst, dan wordt dat meetpunt als half-veilig beoordeeld. Bij meetpunten met snelheidslimiet <50km/uur mag er wel op de weg worden gefietst. Deze meetpunten worden als veilig beschouwd op dit aspect.
- Tevens wordt beoordeeld of bromfietsers op de rijbaan moeten rijden in één of beide richtingen. Als ze in beide richtingen op de rijbaan moeten rijden, dan wordt dat als maximaal veilig beoordeeld voor dit aspect. Omdat bromfietsers op de rijbaan moeten rijden, worden weggedeelten met een bromfietspad binnen de bebouwde kom als niet veilig beoordeeld per rijrichting.

Scores per weg

Een weg heeft meerdere meetpunten. De maximale score voor een meetpunt is 600 (6 kenmerken die elk 100% veilig zijn). Voor een weg geldt dat als alle meetpunten op alle 6 kenmerken maximaal veilig scoren, dat de weg een score van 600% krijgt.

In *Afbeelding 3.7* zijn de scores per N-weg voor alle gewenste veiligheidskenmerken eergegeven. De percentages per kenmerk zijn in *Tabel 3.7* aangegeven. Daarbij is in de laatste kolom ook het aantal waarnemingen vermeld, omdat bij een deel van de N-wegen slechts een klein deel zich binnen de bebouwde kom bevindt. In de tabel zijn de N-wegen geordend naar het aantal waarnemingen. Daaruit valt op te maken dat vooral de N211-B, N207 en de N208 over een relatief grote lengte (meer dan 10 waarnemingen) binnen de bebouwde kom liggen. Zie *Bijlage C (C.2)* voor een kaart met de afzonderlijke waarden per weg gemiddeld over de hele weglengte

Afbeelding 3.7. Gemiddelde score van elk van de provinciale wegen in Zuid-Holland die als relatief onveilig zijn geselecteerd. De score betreft het deel van de N-wegen dat binnen de bebouwde kom ligt. De maximaal te behalen score – optimaal gewenste veilige inrichting – is de score 600%.



Tabel 3.7. Percentages van de mate waarin provinciale wegen binnen de bebouwde kom voldoen aan elk van de zes veiligheidskenmerken.

Score binnen de bebouwde kom								
N-weg	Niet parkeren	Rijrichtingscheiding	ETW-uitritconstructie	Voetgangeroversteek	Fietsoversteek	Fietsveilig	Totaal	Aantal waarnemingen
N211_B	85%	100%	15%	16%	36%	96%	348%	47
N207	100%	100%	100%	17%	39%	100%	456%	16
N208	83%	100%	33%	54%	54%	100%	424%	12
N461	86%	29%	0%	44%	21%	0%	180%	7
N444	100%	100%	100%	33%	67%	100%	500%	7
N442	100%	100%	0%	12%	88%	75%	375%	4
N467	62%	100%	0%	25%	50%	100%	337%	4
N443	100%	100%	0%	100%	100%	100%	500%	1
N213	100%	100%	100%	75%	75%	100%	550%	1

Ten aanzien van de drie N-wegen die voor meer dan 1 kilometer van hun lengte binnen de bebouwde kom liggen, zijn de volgende kenmerken van belang om te noemen.

- Bij de N207 is bij alle ETW-aansluitingen een uitritconstructie toegepast; bij de andere wegen is dat beduidend minder frequent het geval.
- Op de N208 zijn voetgangers- en fietsoversteken bij iets meer dan de helft van de takken op kruispunten aanwezig (54%). Bij de beide andere N-wegen is dat percentage lager.

3.2.4 Veiligheidskenmerken vrijliggende fietsinfrastructuur

In de publicatie *Wanneer zijn wegen en fietspaden 'voldoende veilig?* (Kennissetwerk SPV, 2020a; 2020b) worden de volgende zes kenmerken genoemd die de fietsinfrastructuur 'voldoende veilig' maken:

1. Geen obstakels in de verharding
2. Visuele geleiding langs de verharding
3. Voldoende breedte van de verharding
4. Verharding vlak, stroef, heel en schoon
5. Vergeevingsgezinde rand; vlak of sterk afgeschuind
6. Vergeevingsgezinde berm (binnen een meter naast de verharding geen obstakels)

1. Geen obstakels in de verharding

De gewenste situatie voor veiligheid is dat op fietspaden geen paaltjes of andere obstakels (varkensruggen bij versmallingen, middeneilanden) aanwezig zijn waartegen een fietser kan botsen.

Als het gaat om obstakels, beoordelen we de mate van veiligheid van een fietspad als volgt:

- De beoordeling vindt plaats op elk vrijliggend of aanliggend één- of tweerichtingsfietspad. Per meetpunt gebeurt dat apart voor een fietspad aan beide zijden van de rijbaan als aan beide zijden een fietspad aanwezig is. Als er aan beide zijden een fietspad aanwezig is, dan betreft dat twee waarnemingen. Als er aan één kant een één- of tweerichtingsfietspad is, dan betreft elk meetpunt één waarneming.
- De beoordeling bij een waarneming is onveilig als er één of meer obstakels worden waargenomen binnen het meetpunt.
- We bepalen per weg de proportie van waarnemingen op fietspaden waar in de verharding geen obstakels aanwezig zijn als maat voor de veiligheid van fietspaden op die betreffende weg.

2. Visuele geleiding langs de verharding

De gewenste situatie voor veiligheid op fietspaden is dat er aan beide zijden van de verharding goed zichtbare kantmarkering aanwezig is die voorkomt dat de fietser onbedoeld van de verharding raakt en daarbij mogelijk ten val komt.

Als het gaat om kantmarkering, beoordelen we de mate van veiligheid van een fietspad als volgt:

- De beoordeling vindt plaats op elk vrijliggend of aanliggend één- of tweerichtingsfietspad. Per meetpunt gebeurt dat apart voor een fietspad aan beide zijden van de rijbaan als aan beide zijden een fietspad aanwezig is. Als er aan beide zijden een fietspad aanwezig is, dan betreft dat twee waarnemingen. Als er aan één kant een één- of tweerichtingsfietspad is, dan betreft elk meetpunt één waarneming.
- Als er zowel links als rechts een kantmarkering is waargenomen, dan krijgt het meetpunt de score 1 (maximaal veilig).
- Als er alleen links of alleen rechts een kantmarkering is waargenomen, dan krijgt het de score 0,5 (half-veilig).

3. Voldoende breedte van de verharding

De gewenste situatie voor veiligheid op fietspaden is dat ze voldoende breed zijn voor (brom)fietsers om elkaar te kunnen inhalen of passeren en naast elkaar te kunnen fietsen zonder elkaar te raken en/of van de verharding te geraken.

We beoordelen de voldoende breedte van een fietspad uitgaande van de CROW-richtlijnen (CROW, 2016; zie *Tabel 3.8*). Recent is uit onderzoek gebleken dat de breedte van fietsinfrastructuur relevant is voor verkeersveiligheid (Van Weelderden, 2020). In de richtlijn wordt aangegeven dat de richtlijn afhankelijk is van de fietsintensiteit. Deze fietsintensiteit is in dit onderzoek niet bekend. Daarom is ervoor gekozen om die breedte als maatgevend te nemen die per type (brom)fietspad in de richtlijn wordt genoemd voor de gemiddelde spitsintensiteiten tussen de 100 en 350 fietsers per uur. Het gaat dan om de middencategorie van breedte.

Tabel 3.8. Richtlijn voor breedte in meters van (brom) fietsinfrastructuur per klasse van intensiteit; aantal (brom/snor)fietsers per uur in de spits (CROW, 2016).

	Richtlijn voor breedte (m) per intensiteitsklasse (aantal (brom/snor)fietsers per uur in spits)							
	0	50	75	100	150	300	350	750
solitair (tweerichtingen)fietspad	1,50	2,50			3,50		4,50	
vrijliggend eenrichtingsfietspad	2,00				2,50			3,50
vrijliggend tweerichtingenfietspad	2,50				3,50		4,50	
solitair (tweerichtingen)bromfietspad ³	2,00	3,00		4,00			5,00	
vrijliggend eenrichtingsbromfietspad	2,00		3,00				4,00	
vrijliggend tweerichtingenbromfietspad	2,50	3,00			4,00		5,00	

Daarmee komen we uit op de volgende regels:

- Als de verhardingsbreedte gelijk is aan nul of 'niet van toepassing' of er is geen fietspad, dan nemen we het meetpunt niet mee in de berekening per weg.
- Als het meetpunt een éénrichtingsfietspad betreft en de breedte is groter dan of gelijk aan 2,5 meter en het fietspad is niet voor bromfietsen, dan wordt een score van 1 toegekend. De score 1 wil zeggen dat het betreffende fietspad voldoet aan de gewenste veiligheid wat betreft de breedte op dat meetpunt.
- Als het meetpunt een tweerichtingsfietspad betreft is en de breedte is groter dan of gelijk aan 3,5 meter en het fietspad is niet voor bromfietsen, dan wordt een score van 1 toegekend.
- Als het fietspad ook voor bromfietsen is, twee richtingen heeft en de breedte is groter dan of gelijk aan 4 meter, dan wordt de score 1 toegekend.
- Als het fietspad ook voor bromfietsen is, één richting heeft en de breedte is groter of gelijk aan 3 meter, dan wordt de score 1 toegekend.
- In alle andere situaties wordt de score 0 toegekend.

4. Verharding vlak, stroef, heel en schoon

De gewenste situatie voor veiligheid op fietspaden is dat ze voldoende vlak, heel, stroef en schoon²⁹ zijn om te voorkomen dat gebruikers hun balans verliezen of plotseling moeten uitwijken voor bijvoorbeeld oneffenheden in de verharding.



29. Of de verharding stroef en schoon is, is niet beoordeeld omdat deze sterk afhangt van tijdelijke omstandigheden, zoals vorst/sneeuw, bladeren of zwerfvuil. Deze zaken zijn niet te beoordelen op basis van de gebruikte beelden die op een bepaald moment zijn gemaakt.

We beoordelen de mate van veiligheid van de verharding van een (brom)fietspad als volgt:

- De beoordeling betreft oneffenheden die in de structuur van de verharding zijn aangetroffen: gaten, scheuren of hobbels. Wat we op basis van de CycloMedia-beelden niet konden beoordelen, is de mate waarin losse objecten (veelal tijdelijk) op de verharding aanwezig zijn en of er tijdelijk sprake is van gladheid.
- Als er geen fietspad is of de beoordeling kon niet plaatsvinden (bijvoorbeeld doordat de foto onvoldoende zicht gaf op de verharding), dan telt het meetpunt niet mee in de score.
- Als de verhardingskwaliteit 'voldoende' is of 'aandachtspunt', dan wordt de score 1 voor dat meetpunt toegekend.
- Als de beoordeling van de verharding 'knelpunt' is, dan wordt de score 0 voor het meetpunt toegekend. De beoordeling 'knelpunt' wordt gedaan als de inschatting is dat op basis van het betreffende kenmerk de kans groot is dat een (brom/snor)fietsers die daarmee in contact komt, de balans verliest. Dat geldt ook voor andere kenmerken die als knelpunt beoordeeld worden.

5. Vergevingsgezinde rand; vlak of sterk afgeschuind

De gewenste situatie voor veiligheid op (brom)fietspaden is dat de rand van de verharding vergevingsgezind is. Daarmee moet worden voorkomen dat een (brom/snor)fietsers die van de verharding afraakt en/of vanuit de berm de verharding oprijdt, door de rand de balans verliest en valt.

We beoordelen de mate van veiligheid van de rand van een (brom)fietspad als volgt:

- Als er geen (brom)fietspad is, of de beoordeling kon niet plaatsvinden (bijvoorbeeld doordat de foto onvoldoende zicht gaf op de overgang), dan telt het meetpunt niet mee in de score.
- Als de overgangskwaliteit (rand van de verharding) 'voldoende' is of 'aandachtspunt', dan krijgt het meetpunt de score 1.
- Als de beoordeling 'knelpunt' is, dan krijgt het meetpunt de score 0.

6. Vergevingsgezinde berm (binnen een meter naast de verharding geen obstakels)

De gewenste situatie voor veiligheid op (brom)fietspaden is dat de berm vergevingsgezind is. Daarmee moet worden voorkomen dat een (brom/snor)fietsers die van de verharding afraakt en in de berm terechtkomt, balans verliest en valt en/of een obstakel raakt.

We beoordelen de mate van veiligheid van de berm langs een (brom)fietspad als volgt:

- Als er geen (brom)fietspad is, of de beoordeling kon niet plaatsvinden (bijvoorbeeld doordat de foto onvoldoende zicht gaf op de berm), dan telt het meetpunt niet mee in de score.
- We beschouwen de vergevingsgezindheid van de berm binnen 1 meter van de verharding (de obstakeldichtheid binnen een meter van de fietsverharding is relevant voor verkeersveiligheid; zie Van Weelderden, 2020).
- Als de bermkwaliteit binnen 1 meter vanaf de verharding 'voldoende' is of 'aandachtspunt', dan krijgt het meetpunt de score 1.
- Als de beoordeling 'knelpunt' is, dan krijgt het meetpunt de score 0 (voldoet niet aan gewenste vergevingsgezindheid).

Mate waarin fietspaden voldoen aan de gewenste veiligheidskenmerken

Met de bovenstaande kenmerken verkrijgen we resultaten waarbij alle 16 wegen zijn meegenomen omdat ze ten minste één meetpunt hebben met een fietspad. Gemiddeld ligt er langs de provinciale wegen over circa 80% van de weglengte een vrijliggend fietspad. Voor elk van de 16 wegen is voor het betreffende fietspad per kenmerk nagegaan in welk percentage van de waarnemingen het fietspad voldoet aan de gewenste veiligheid. Elke weg krijgt van het daar aanwezige fietspad een 'veiligheidsprofiel'; voor elk kenmerk de proportie waarnemingen waarin het fietspad aan de gewenste veiligheid voldoet.

Per weg is de mate (het percentage) berekend waarin het aanwezige fietspad voldoet aan elk van de gewenste veiligheidskenmerken. Deze percentages zijn vervolgens gemiddeld over de 16 wegen voor elk van de kenmerken. In *Tabel 3.9* zijn daarvan de resultaten weergegeven in het resulterende percentage en de standaardafwijking. Deze laatste indicator geeft aan in welke mate er tussen de wegen verschillen zijn als het gaat om het percentage waarin ze voldoen aan de gewenste veiligheidskenmerken.

Tabel 3.9. Waarden van de gemiddelde percentages van de mate waarin fietspaden langs provinciale wegen voldoen aan elk van de zes veiligheidskenmerken.

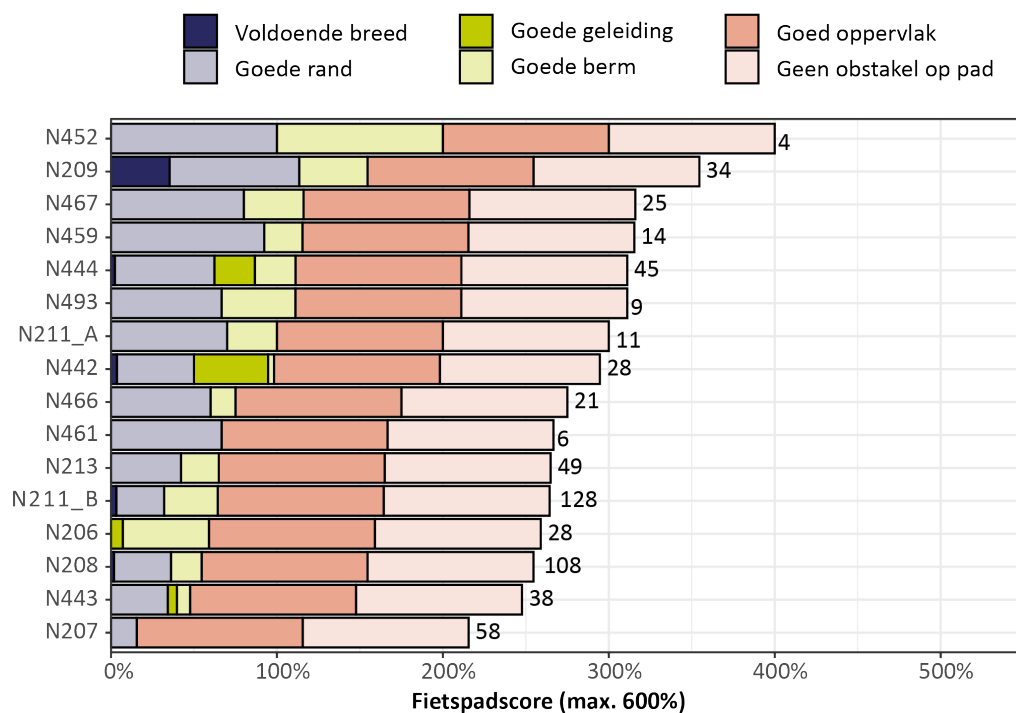
Veiligheidskenmerk	Gemiddeld percentage waarin fietspaden voldoen aan veiligheidskenmerken (N=16)
Berm zonder obstakels < 1 meter (geen_obstakel)	28%
Geen obstakel in pad (geen_paal)	99%
Kantmarkering aanwezig (goede_geleiding)	5%
Overrijdbare rand verharding (goede_rand)	53%
Vlakke verharding (goed_oppervlak)	89%
Voldoende breedte	3%
Totaal: max = 600%	277%

Uit *Tabel 3.9* komen de volgende resultaten naar voren:

- Het blijkt dat fietspaden gemiddeld voldoen aan twee van de in totaal zes de gewenste veiligheidskenmerken: geen obstakel in pad (99%), en een vlakke verharding (89%).
- Wat betreft de andere kenmerken is er duidelijk ruimte voor verbetering:
 - Vrijwel alle fietspaden worden als te smal beoordeeld en vrijwel overal ontbreekt een kantmarkering.
 - Gemiddeld is bij circa driekwart van de lengte van fietspaden (72%) een berm met obstakels binnen 1 meter van de verharding en bij 47% is er geen overrijdbare rand van de verharding naar de berm.

De in *Tabel 3.9* weergegeven percentages zijn gemiddelden over de verschillende wegen. In *Afbeelding 3.8* zijn de profielen van de fietspadkenmerken voor elk van de 16 wegen apart weergegeven; de waarden van elk van de proporties staan in *Tabel 3.10*. Op basis van de zes kenmerken kan een fietspad een maximale score behalen van 600. Uit de afbeelding blijkt dat de maximaal gehaalde score 400% is voor de N452 op basis van 4 waarnemingen met een fietspad van elk 100 meter. De laagste score (216%) betreft het fietspad langs de N207 op basis van 58 waarnemingen van elk 100 meter.

Afbeelding 3.8. Profielen en scores op basis van de zes voor veiligheid gewenste fietspadkenmerken voor elk van de 16 wegen apart weergegeven. Het getal aan het eind van elk profiel betreft het aantal waarnemingen – van 100 meter – van het fietspad.



Tabel 3.10. Percentages van de mate waarin fietspaden langs provinciale wegen voldoen aan elk van de zes veiligheidskenmerken.

N-weg	Score fietspaden						Totaal	Aantal waarnemingen
	Geen paal	Goed oppervlak	Goede geleiding	Goede berm	Goede rand	Voldoende breed		
N452	100%	100%	0%	100%	100%	0%	400%	4
N209	100%	100%	0%	41%	78%	35%	354%	34
N467	100%	100%	0%	36%	80%	0%	316%	25
N459	100%	100%	0%	23%	92%	0%	315%	14
N493	100%	100%	0%	44%	67%	0%	311%	9
N444	100%	100%	24%	24%	60%	2%	310%	45
N211_A	100%	100%	0%	30%	70%	0%	300%	11
N442	96%	100%	45%	4%	46%	4%	295%	28
N466	100%	100%	0%	15%	60%	0%	275%	21
N461	100%	100%	0%	0%	67%	0%	267%	6
N213	100%	100%	0%	23%	42%	0%	265%	49
N211_B	100%	100%	0%	32%	29%	3%	264%	128
N206	100%	100%	7%	52%	0%	0%	259%	28
N208	100%	100%	0%	19%	34%	2%	255%	108
N443	100%	100%	6%	8%	34%	0%	248%	38
N207	100%	100%	0%	0%	16%	0%	216%	58

Uit *Afbeelding 3.8* komt het volgende naar voren:

1. Bij 9 van de wegen hebben de aanwezige fietspaden een score onder de 300%; de helft van de maximaal gewenste veiligheidskenmerken.
2. De fietspadscores, in afbeelding gerepresenteerd in de lengte van de balk, worden in hoge mate bepaald door de waarneming dat er geen paal of obstakel in het fietspad aanwezig is en dat het oppervlak van de verharding voldoende veilig is (geen scheuren, hobbels of kuilen).

3.2.5 Beschrijvende kenmerken van de kruispunten en rotondes

In totaal zijn er in dit onderzoek op de geselecteerde provinciale wegen drie typen kruispunten beoordeeld, te weten:

1. kruispunten met een VRI (N=35);
2. voorrangskruispunten (N=100);
3. rotondes (N=39).

In de volgende paragraaf zijn de resultaten weergegeven van een clusteranalyse waarmee groepen zijn gevormd van kruispunten en rotondes die wat betreft hun veiligheidsprofiel relatief veel gelijkenis vertonen. Deze resultaten worden vervolgens besproken.

3.2.6 Veiligheidskenmerken van kruispunten en rotondes

Het Kennisnetwerk SPV (2020a; 2020b) benoemt geen expliciete veiligheidskenmerken voor verschillende typen kruispunten en rotondes. De basis voor de kenmerken die zijn opgenomen voor kruispunten en rotondes, is afgeleid van studies van Aarts et al. (2017), Beek (2019), DTV (2019) en de SWOV-factsheet over rotondes en kruispunten (2012). Aan de hand daarvan en op basis van expertise binnen SWOV hebben we de volgende lijst opgesteld:

1. a) Geen overstekende fietsers of voetgangers op het kruispunt (optie snelheidsremmer).
1. b) Geen overstekende fietsers of voetgangers op rotonde (rotonde is snelheidsremmer).
2. Middeneiland aanwezig per tak.
3. Aantal (opstel)stroken per tak.
4. Snelheidsremmers aanwezig per tak.
5. Parkeervakken afwezig per tak.
6. Geen zichtbelemmering per tak.
7. Type kruispunt.
8. Aantal takken.
9. Uitsluitend bij VRI-kruispunt: fietsers eigen regeling.
10. Uitsluitend bij VRI-kruispunt: voetgangers eigen regeling.
11. Uitsluitend voor rotonde: vrijliggende fietsvoorziening aanwezig.
12. Uitsluitend voor rotonde: fietser niet in voorrang bij oversteken van tak.

Hierna geven we per kenmerk aan wat de gewenste situatie is vanuit het perspectief van verkeersveiligheid van de kruispunten en rotondes.

1a. Fietsers/voetgangersoversteek op kruispunten

Voor de veiligheid op kruispunten is de gewenste situatie dat er, gelet op de hoge conflict-snelheid op dit type wegen, geen fietsers of voetgangers oversteken op een of meerdere takken van een kruispunt waarbij ze in contact kunnen komen met gemotoriseerd verkeer.

We beoordelen de mate van veiligheid van de kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Als er op geen van de takken fietsers of voetgangers oversteken, dan is de score voor dat kruispunt 100% gewenst.
- Als er wel fietsers of voetgangers oversteken die in contact kunnen komen met gemotoriseerd verkeer, maar er zijn op die takken snelheidsremmers, dan is de score voor dat kruispunt binnen de kom 100% gewenst en buiten de kom 50% gewenst.

- Als er wel fietsers of voetgangers oversteken die in contact kunnen komen met gemotoriseerd verkeer, en er zijn op die takken geen snelheidsremmers, dan is de score voor dat kruispunt binnen de kom 50% gewenst en buiten de kom 0% gewenst.

1b. Fietsers-/voetgangersoversteek op rotonde

Voor de veiligheid op rotondes is de gewenste situatie dat er geen fietsers of voetgangers oversteken op een of meerdere takken van een rotonde waarbij ze in contact kunnen komen met gemotoriseerd verkeer.

We beoordelen de mate van veiligheid van de rotonde op dit kenmerk als volgt:

- Als er op geen van de takken fietsers of voetgangers oversteken, dan is de score voor de rotonde 100% gewenst.
- Als er wel fietsers of voetgangers oversteken die in contact kunnen komen met gemotoriseerd verkeer, dan is de score voor dat kruispunt binnen de kom 100% gewenst en buiten de kom 50% gewenst. De rotonde zelf wordt beschouwd als een structurele snelheidsremmer.
- Als er fietsers of voetgangers oversteken op turbo-rotondes, dan wordt dat als 0% gewenst gescoord.

2. Middeneilanden op takken (VRI)

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat er per tak een middeneiland is.

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI- en andere kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke tak wordt beoordeeld of daar een middeneiland aanwezig is.
- De score is de proportie van het aantal takken met een middeneiland gedeeld door het aantal takken.

3. Aantal (opstel)stroken per tak

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat er per tak ten minste één opstelstrook is. Bij rotondes gaat het over het aantal stroken op de rotonde zelf; de gewenste situatie is dat er op de rotonde niet meer dan één strook is met uitzondering van turbo-rotondes waar meer dan één rijstrook niet als onveilig is beoordeeld.

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI- en andere kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke tak wordt beoordeeld of daar ten minste één opstelstrook aanwezig is.
- De score is de proportie van het aantal takken met ten minste één opstelstrook gedeeld door het aantal takken.

We zien de volgende resultaten als we alle takken van alle kruispunten samennemen en daar de proportie van de gewenste situatie van bepalen:

4. Snelheidsremmers aanwezig (VRI, Voorrang)

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat er per tak een snelheidsremmer is.

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI- en andere kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke tak wordt beoordeeld of daar een snelheidsremmer aanwezig is. Als het kruispuntvlak een plateau is, dan geldt voor alle takken dat er een snelheidsremmer aanwezig is.
- De score is de proportie van het aantal takken met een snelheidsremmer gedeeld door het aantal takken.

5. Parkeervakken nabij kruispunt (VRI, Voorrang, Ronde)

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat er per tak geen parkeervak is nabij het kruispunt is.

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI- en andere kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke tak wordt beoordeeld of daar een parkeervak is dat zich binnen 25 meter van het kruisingsvlak bevindt (of waar sprake is van langere opstelstroken binnen het invloedsgebied).
- De score is de proportie van het aantal takken zonder parkeervak gedeeld door het aantal takken.

6. Zichtbelemmering op kruispuntvlak (VRI, Voorrang, Gelijkwaardig, Ronde)

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat er per tak geen zichtbelemmering is.

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI- en andere kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke tak wordt beoordeeld of daar een zichtbelemmering (enigszins of ernstig) is.
- De score is de proportie van het aantal takken waar geen zichtbelemmering is waargenomen, gedeeld door het aantal takken.

7. Type kruispunt

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat de volgende combinaties van wegcategorieën een daarbij passend type kruispunt hebben:

Bij een GOW-GOW: Ronde score = 100% (is maximaal)

Bij een GOW-ETW: Ronde of voorrangsregeling score = 100%

Minder passend zijn de volgende kruispunttypen:

Bij een GOW-GOW: VRI (Ronde/Kruispunt) score = 66%

Bij een GOW-GOW: Kruispunt met voorrangsregeling score = 33%.

8. Aantal takken

De gewenste situatie voor veiligheid op kruispunten is dat er maximaal 4 takken op een kruispunt of rotonde zijn.

9. Fietsers eigen regeling bij VRI-kruispunt

De gewenste situatie voor veiligheid op VRI-kruispunten is dat fietsers een eigen verkeerslicht hebben (conflictvrij geregeld met gemotoriseerd verkeer).

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI-kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke fietsoversteek wordt beoordeeld of daar een eigen regeling is.
- De score is de proportie van het aantal fietsoverstekten waar geen eigen regeling is waargenomen, gedeeld door het aantal fietsoverstekten.

10. Voetgangers eigen regeling bij VRI-kruispunt

De gewenste situatie voor veiligheid op een VRI-kruispunt is dat fietsers een eigen verkeerslicht hebben (conflictvrij geregeld met gemotoriseerd verkeer).

We beoordelen de mate van veiligheid van de VRI-kruispunten op dit kenmerk als volgt:

- Voor elke voetgangersoversteek wordt beoordeeld of daar een eigen regeling is.
- De score is de proportie van het aantal voetgangersoverstekten waar geen eigen regeling is waargenomen, gedeeld door het aantal voetgangersoverstekten.

11. Vrijliggende fietsvoorziening aanwezig bij rotonde

De gewenste situatie voor veiligheid op rotondes is dat er een vrijliggende fietsvoorziening is.

We beoordelen de mate van veiligheid van de rotonde op dit kenmerk als volgt:

- Voor de rotonde wordt beoordeeld of daar een wel/geen vrijliggende fietsvoorziening is.

12. Fietser niet in voorrang bij rotonde

De gewenste situatie voor veiligheid op een rotonde is dat fietsers geen voorrang hebben bij het oversteken van een tak.

3.2.7 Clusteranalyse kruispunten en rotondes

Voor elk afzonderlijk kruispunt en rotonde is een profiel gemaakt, waarbij per kenmerk de is aangegeven in welke mate deze voldoet aan de gewenste veiligheid. Elk kruispunt en elke rotonde krijgt zo een 'veiligheidsprofiel'. De typen kruispunten (VRI en Voorrang) worden onderscheiden en apart geanalyseerd.

Op de gegevens van elk van de typen kruispunten en bij de rotondes is een clusteranalyse uitgevoerd, waarbij de kruispunten en rotondes met de meest op elkaar lijkende veiligheidsprofielen binnen clusters worden geplaatst.

We zijn allereerst uitgegaan van een 'opgelegde' oplossing met drie clusters. Wanneer de oplossing aangeeft dat in ten minste één van die clusters slechts enkele kruispunten of rotondes worden samengenomen, dan is ervoor gekozen om het aantal opgelegde clusters te verminderen om te voorkomen dat in de beschouwing op een klein aantal wordt ingegaan. De bedoeling van de clusteranalyse is juist om casuïstiek te voorkomen en de beschouwing te kunnen richten op onderscheiden groepen van bij voorkeur circa tien of meer kruispunten. De gemiddelde scores voor de kenmerken die voor deze clusters worden gevonden, zijn afgebeeld in de volgende afbeeldingen en tabellen. Daarbij worden de belangrijkste bevindingen besproken in de volgende volgorde:

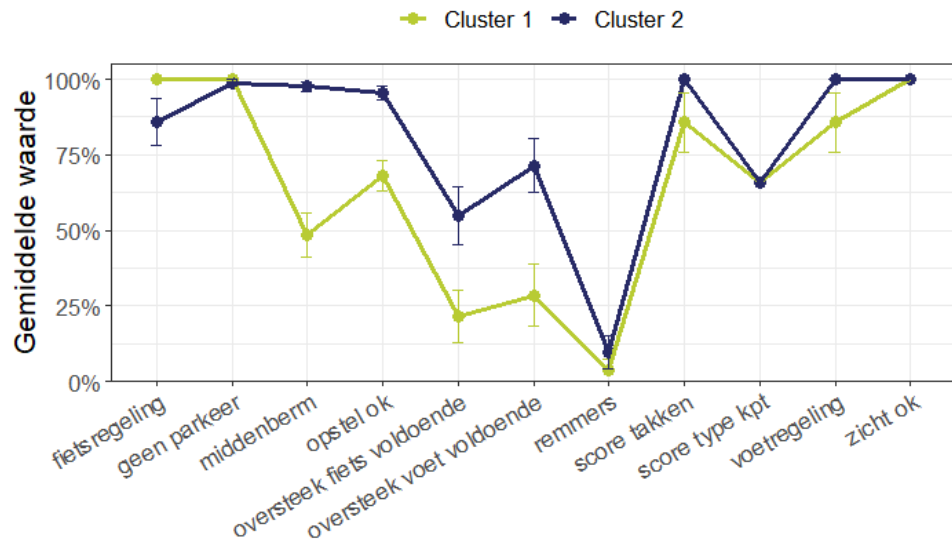
1. VRI-kruispunten: *Afbeelding 3.9 en Tabel 3.11*
2. Voorrangskruispunten: *Afbeelding 3.10 en Tabel 3.12*
3. Rotondes: *Afbeelding 3.11 en Tabel 3.13*

1. Resultaten clusteranalyse VRI-kruispunten

Bij het uitvoeren van de clusteranalyse met drie clusters, bleek dat de oplossing een klein aantal – minder dan 5 – VRI-kruispunten in een aparte cluster onderbracht. Om die reden is besloten om de gegevens te bundelen in twee clusters. Dat resulteerde in twee clusters met 14 kruispunten in cluster 1, en 21 kruispunten in cluster 2.

In totaal zijn er voor VRI-kruispunten 11 gewenste veiligheidskenmerken. In *Afbeelding 3.9* zijn de profielen van de aanwezigheid van de kenmerken weergegeven en in *Tabel 3.11* de waarden van de getoonde gemiddelde percentages.

Afbeelding 3.9. Het gemiddelde percentage van de mate waarin VRI-kruispunten op provinciale wegen binnen een cluster voldoen aan elk van de 11 veiligheidskenmerken. De verticale balk per punt geeft de foutmarge aan; plus en min de standaardfout.



Tabel 3.11. Waarden van de gemiddelde percentages van de mate waarin VRI-kruispunten op provinciale wegen binnen een cluster voldoen aan elk van de 11 veiligheidskenmerken.

Veiligheidskenmerk per kruispunttak	VRI-kruispunten Gemiddeld percentage waarin deze voldoen aan veiligheidskenmerken	
	Cluster 1 (N=14)	Cluster 2 (N=21)
Fiets eigen regeling	100%	86%
Geen parkeer	100%	99%
Middeneiland aanwezig	49%	98%
Opstelstrook OK (1 of meer)	68%	95%
Oversteek fiets voldoende	21%	55%
Oversteek voetganger voldoende	29%	71%
Remmers	4%	10%
Score takken (<5)	86%	100%
Score type kruispunt	66%	66%
Voetganger eigen regeling	86%	100%
Zicht OK	100%	100%
Totaal max = 1100%	709%	880%

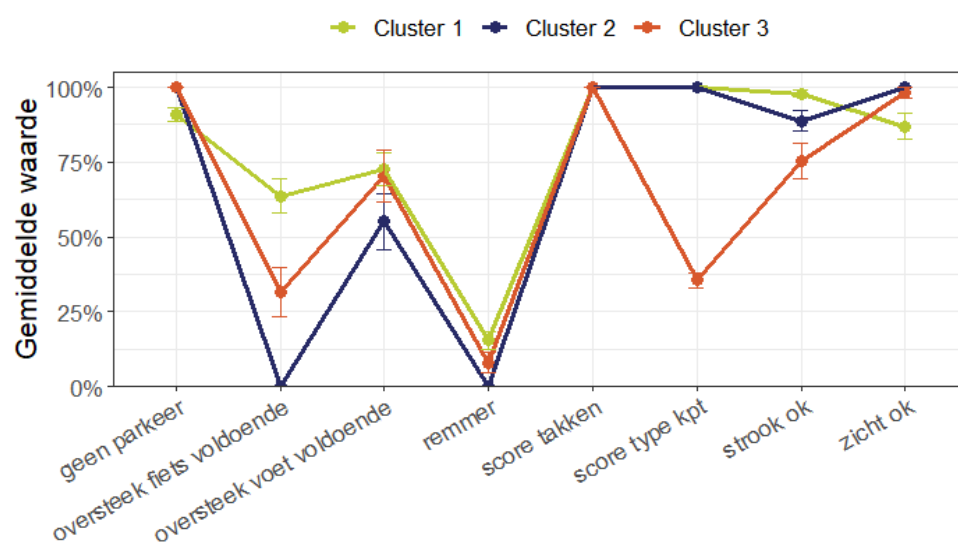
Uit Afbeelding 3.9 en Tabel 3.11 komen de volgende resultaten naar voren:

- Over alle kenmerken van de VRI-kruispunten hebben de kruispunten in cluster 1 een lagere totaalscore (709%) dan in clusters 2 (880%). Cluster 2 heeft kruispunten met gemiddeld de hoogste proportie van de gewenste veiligheidskenmerken.
- Snelheidsremmers op de takken ontbreken vrijwel op alle kruispunten.
- Bij kruispunten in cluster 1 is bij gemiddeld 49% een middenberm op de takken aanwezig; bij de kruispunten in cluster 2 zijn deze op vrijwel elke tak (98%) aanwezig.
- Een verschil tussen kruispunten in de clusters 1 en 2 is te zien in fiets en voetgangersoversteken. Deze voldoen in cluster 1 gemiddeld bij minder dan 30% aan de gewenste kenmerken, bij kruispunten in cluster 2 gemiddeld bij ten minste 55%.

2. Resultaten clusteranalyse voorrangskruispunten

In totaal zijn er in dit onderzoek 100 voorrangskruispunten beoordeeld op in totaal 8 kenmerken. De clusteranalyse vormde 3 groepen met respectievelijk 44, 29 en 27 kruispunten in de clusters 1, 2 en 3. In *Afbeelding 3.10* zijn de profielen van de aanwezigheid van de gewenste veiligheidskenmerken weergegeven en in *Tabel 3.12* de waarden van de getoonde gemiddelde percentages.

Afbeelding 3.10. Het gemiddelde percentage van de mate waarin voorrangskruispunten op provinciale wegen binnen een cluster voldoen aan elk van de 8 veiligheidskenmerken. De verticale balk per punt geeft de foutenmarge aan; plus en min de standaardfout.



Tabel 3.12. Waarden van de gemiddelde percentages van de mate waarin voorrangskruispunten op provinciale wegen binnen een cluster voldoen aan elk van de 8 veiligheidskenmerken.

Veiligheidskenmerk per kruispunttak	Voorrangskruispunten Gemiddeld percentage waarin deze voldoen aan veiligheidskenmerken		
	Cluster 1 (N=44)	Cluster 2 (N=29)	Cluster 3 (N=27)
Geen parkeer	91%	100%	100%
Oversteek fiets voldoende	64%	0%	31%
Oversteek voetganger voldoende	73%	55%	70%
Remmer	16%	0%	8%
Score takken (<5)	100%	100%	100%
Score type kruispunt	100%	100%	35%
Opstelstrook OK (1 of meer)	98%	89%	75%
Zicht OK	87%	100%	98%
Totaal max = 800%	629%	544%	517%

Uit *Afbeelding 3.10* en *Tabel 3.12* komen de volgende resultaten naar voren:

- Over alle kenmerken van de voorrangskruispunten hebben de clusters 2 en 3 een lagere totaalscore dan cluster 1 (544% voor cluster 2 en 517% voor cluster 3, versus 629% voor cluster 1); deze laatste cluster bevat kruispunten met gemiddeld de hoogste totaalproportie van de gewenste veiligheidskenmerken.
- Snelheidsremmers op de takken ontbreken vrijwel op alle kruispunten binnen alle clusters.
- Er is een relatief groot verschil tussen de drie clusters als het gaat om de gewenste veiligheidskenmerken van de fietsoversteek. Bij kruispunten in cluster 2 ontbreken de

gewenste kenmerken, bij cluster 3 zijn ze bij minder dan een derde (31%) aanwezig en bij cluster 1 bij nog geen twee derde (64%).

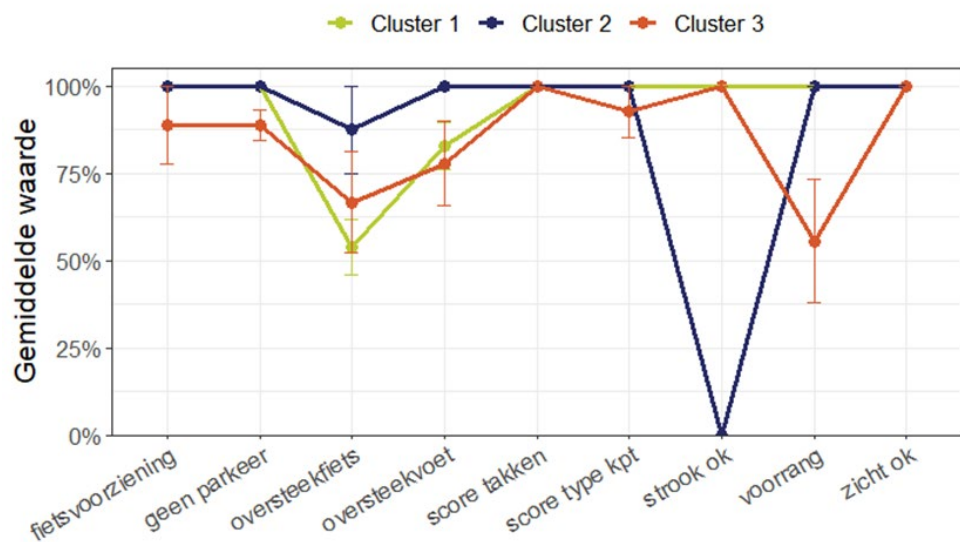
- In cluster 3 zijn voorrangskruispunten samengenomen waarbij het type onvoldoende past bij de wegcategorieën die daar samenkomen (score type kruispunt is 35%). Een voorrangskruispunt wordt bijvoorbeeld passend geacht als een ETW en een GOW kruisen, maar niet als twee GOW's met elkaar kruisen. Bij kruisende GOW's wordt een rotonde of VRI-kruispunt passend geacht.
- Als het gaat om zichtbelemmering, dan voldoen de kruispunten in het algemeen in hoge mate aan de gewenste veiligheidssituatie.

3. Resultaten clusteranalyse rotondes

In totaal zijn er in dit onderzoek 39 rotondes beoordeeld op totaal 9 kenmerken. De clusteranalyse vormde 3 clusters met respectievelijk 26, 4 en 9 rotondes. Cluster 2 bevat slechts 4 rotondes. Omdat bij een tweecluster-oplossing deze 4 opnieuw apart werden gezet – en de rest bij elkaar – is deze relatief kleine cluster toch gehandhaafd.

In *Afbeelding 3.11* zijn de profielen van de aanwezigheid van de 9 gewenste veiligheidskenmerken weergegeven en in *Tabel 3.13* de waarden van de getoonde gemiddelde percentages.

Afbeelding 3.11. Het gemiddelde percentage van de mate waarin rotondes op provinciale wegen binnen een cluster voldoen aan elk van de 9 veiligheidskenmerken. De verticale balk per punt geeft de foutenmarge aan; plus en min de standaardfout.



Tabel 3.13. Waarden van de gemiddelde percentages van de mate waarin rotondes op provinciale wegen binnen een cluster voldoen aan elk van de 9 veiligheidskenmerken.

Veiligheidskenmerk per tak van rotonde	Rotondes Gemiddeld percentage waarin deze voldoen aan veiligheidskenmerken		
	Cluster 1 (N=26)	Cluster 2 (N=4)	Cluster 3 (N=9)
Vrijliggende fietsvoorziening	100%	100%	89%
Geen parkeer op takken	100%	100%	89%
Oversteekfiets	54%	88%	67%
Oversteekvoetganger	83%	100%	78%
Score takken <5	100%	100%	100%
Score type kruispunt	100%	100%	93%
Rijstrook op rotonde = 1	100%	0%	100%
Fiets geen voorrang	100%	100%	56%
Zicht OK	100%	100%	100%
Totaal Max. 900%	837%	788%	683%

Uit Afbeelding 3.11 en Tabel 3.13 komen de volgende resultaten naar voren:

- De 26 rotondes in cluster 1 voldoen relatief goed aan de gewenste veiligheidskenmerken met een totaalscore van 837%. De 9 rotondes in cluster 3 voldoen daar minder aan met een score van 683%.
- Bij rotondes in cluster 3 hebben fietsers hebben minder vaak geen voorrang op gemotoriseerd verkeer (56%). Bij elk van de rotondes in beide andere clusters hebben fietsers geen voorrang.
- Er is een relatief groot verschil tussen de clusters als het gaat om de gewenste veiligheidskenmerken van de fietsoversteek. Bij rotondes in cluster 1 is dit kenmerk gemiddeld bij 54% aanwezig, bij de rotondes in cluster 2 en 3 is dat percentage hoger; respectievelijk 88% en 67%.
- Cluster 2 bevat 4 rotondes die, als het gaat om het aantal rijstroken op de rotonde, elk meer dan 1 rijstrook hebben.

3.3 Vergelijking met de Road Protection Score

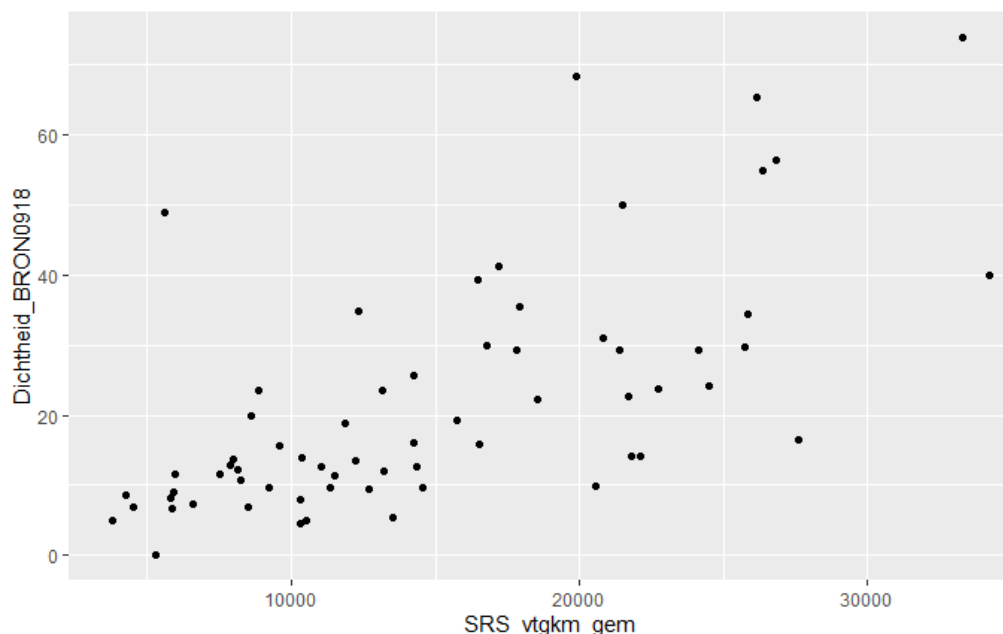
De uitkomsten van de screening- en diagnosemethode zijn vergeleken met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland met de Road Protection Score (RPS). In eerder onderzoek is bekeken in welke mate de ProMeV Light-scores en RPS-scores samenhangen met het de kans op slachtoffers (Bax et. al., 2017), gecorrigeerd voor de hoeveelheid verkeer. Van beide instrumenten werd gevonden dat bij een score die een hogere mate van onveiligheid aangeeft, de kans op slachtoffers ook hoger is.

De mate van overeenkomst wat betreft het selecteren van de meest onveilige N-wegen in de provincie Zuid-Holland is allereerst weergegeven in termen van de Pearson correlatie tussen de twee indicatoren:

1. Voor de RPS de mate van ongevallendichtheid gebaseerd op de RPS-scores vermenigvuldigd met de gemiddelde etmaal intensiteit;
2. De screener die in dit onderzoek is toegepast en die gebruikmaakt van de ongevallendichtheid van elke N-weg op basis van BRON-ongevallen inclusief UMS over de periode 2009-2018.

In *Afbeelding 3.12* zijn de afzonderlijke N-wegen geplot op twee assen. Elke as representeert een van beide scores; de RPS en de Dichtheid_BRON0918 die door de screener als indicator wordt gebruikt. De samenhang tussen de beide indicatoren, uitgedrukt in de Pearson-correlatie, is 0,67; $p < 0,001$. Het betreft een matige, statistisch significante mate van samenhang tussen de indicatoren van beide methoden.

Afbeelding 3.12. Scatterplot van de N-wegen op basis van hun ongevallendichtheidsscores afkomstig van de RPS (horizontale as) en de screener (verticale as).



Naast de mate van samenhang tussen de beide scores is ook onderzocht welke proportie van de door de screener geselecteerde N-wegen ook worden geselecteerd op basis van de RPS-ongevallendichtheid.

Als we uitgaan van de selectie die door de screener is bepaald, laat de vergelijking twee resultaten zien:

1. Van de 15 door de screener geselecteerde N-wegen (dus voordat de lijst in overleg met de provincie werd aangepast, zie *Paragraaf 3.1.3*) worden er 7 ook op basis van de RPS-ongevallendichtheid geselecteerd als relatief onveilig binnen de top 15.
2. De 6 N-wegen met de hoogste ongevallendichtheid volgens BRON 2009-2018, worden door de RPS-ongevallendichtheid 5 ook tot de meest onveilige wegen gerekend. Dat impliceert dat de wegen met relatief hoge ongevallendichtheden vrijwel allemaal door de beide indicatoren (RPS en screener) tot de meest onveilige worden gerekend.

De methoden komen dus wel goed overeen als het gaat om het aanwijzen van de meest onveilige wegen, maar stemmen minder goed met elkaar overeen als je alle 70 wegen – ook de relatief veilige wegen – gaat ordenen naar de mate van onveiligheid.

4 Discussie, conclusies en aanbevelingen

In dit rapport stonden de volgende onderzoeksvragen van de provincie Zuid-Holland centraal:

1. Ontwikkel – uitgaande van de NSI-benadering – een betrouwbare, valide en doelmatige screening- en diagnosemethode voor de verkeersveiligheid van provinciale wegen (auto, fiets) in Zuid-Holland. Pas deze methode in de provincie Zuid-Holland toe zodat proactief inzicht wordt verkregen in de mate van verkeersveiligheid van deze wegen.
2. Vergelijk de uitkomsten van deze methode met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland.

De methode bestaat uit twee onderdelen:

1. Een 'screener' waarmee – op basis van BRON-ongevallencijfers, weglengten en verkeersintensiteiten – een onderscheid gemaakt kan worden tussen groepen provinciale wegen, inclusief fietsinfrastructuur en kruispunten, die relatief veilig (circa 80%) of juist onveilig (circa 20%) worden geacht.
2. Diagnose instrument waarmee een nadere analyse wordt gedaan van de kenmerken van de 20% onveiligste wegen.

Daarnaast is gevraagd om de uitkomsten van deze screening- en diagnosemethode te vergelijken met eerder uitgevoerde risico-inventarisaties op wegen van de provincie Zuid-Holland, en om de resultaten van die vergelijking te duiden.

We merken hierbij nog op dat de infrastructuur in Zuid-Holland veelal is ingericht volgens de ontwerprichtlijnen van CROW. Die zijn breder dan alleen gericht op veiligheid. De veiligheidseisen van de hier toegepaste 'lightversie' van de NSI-methode – die wel uitsluitend is gericht op veiligheid – daarom hoger zijn dan die in de CROW-richtlijnen.

4.1 De screener

Het uitgangspunt bij de screener was dat deze de circa 20% onveiligste van de provinciale N-wegen in Zuid-Holland selecteerde ten behoeve van nader, meer gedetailleerd inhoudelijk onderzoek op infrastructuurkenmerken: de diagnose. Van alle 70 provinciale wegen werden er op deze manier 15 geselecteerd, die samen 10% van de totale weglengte hebben.

Resultaten van de screener:

- Op basis van BRON-gegevens (inclusief uitsluitend materiële schade, UMS) konden provinciale wegen worden geordend naar mate van verkeersonveiligheid. Deze bevinding is onderbouwd door een vergelijking te maken van de wegenordering op basis van ambulancegegevens (2009-2012) met BRON-gegevens uit deels dezelfde periode. De reden voor de vergelijking is dat in ambulancegegevens meer eenzijdige fietsongevallen worden geregistreerd dan in BRON en dat BRON om die reden minder geschikt zou zijn om wegen te ordenen naar de mate van onveiligheid. Uit de resultaten blijkt dat over meerdere jaren (2009-2018) van

BRON-gegevens de ordening van de wegen sterk correleert met de ordening op basis van ambulancegegevens. Dat is de reden dat we tien jaren BRON-gegevens hebben samen genomen om tot een ordening van de wegen te komen, waarbij de meest onveilige wegen uiteindelijk werden geselecteerd (15 van de in totaal 70 gescreende wegen). Dat is gedaan op basis van de ongevallendichtheid (aantal ongevallen per weglengte eenheid) en aanvullend het ongevalsrisico (ongevallendichtheid per eenheid etmaalintensiteit motorvoertuigen). De bevindingen uit dit onderzoek zijn vergelijkbaar met resultaten uit een vergelijkbare studie in de Vervoerregio Amsterdam (Wijlhuizen et al., 2021) waarbij een vergelijkbare screener is ontwikkeld en toegepast op 50km/uur-wegen.

- De resultaten lieten zien dat de meeste relatief onveilige wegen al werden geselecteerd op basis van ongevallendichtheid met BRON-gegevens. Deze bevinding is ook gedaan in een onderzoek van Wijlhuizen et al. (2021), waarbij het ging om een screener voor 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom. De aanvullende indicator 'risico' voegde slechts nog een tweetal wegen toe aan de in totaal 13 wegen die op basis van ongevallendichtheid werden geselecteerd. Wanneer de screener uitsluitend zou worden gebaseerd op ongevallendichtheid, dan zou dat een belangrijk voordeel kunnen zijn. De gegevens voor het berekenen van de ongevallendichtheid zijn relatief eenvoudig te verkrijgen; je moet het aantal ongevallen uit BRON selecteren voor een bepaalde weg en de lengte van die weg kennen. Om het risico te kunnen bepalen, moet aanvullend informatie worden verkregen van de gemiddelde etmaalintensiteit van gemotoriseerd verkeer. Omdat het toevoegen van risico aan de screener slechts een beperkte bijdrage lijkt te leveren, zijn intensiteitsgegevens wellicht niet meer vereist. Om daar beter zicht op te krijgen, is nader onderzoek nodig naar de bijdrage die de indicator risico wel of niet kan leveren bij het selecteren van relatief gevaarlijke wegen.
- Er is ook een matig sterke samenhang gevonden tussen wat volgens de Road Protection Score (RPS) de onveiligste wegen zijn en volgens de screener op basis van de ongevallendichtheid. Voor de bepaling van de ongevallendichtheid volgens RPS is echter eerst een beoordeling van infrastructuurkenmerken nodig van alle wegen, wat als minder doelmatig wordt gezien dan wanneer de ongevallendichtheid wordt bepaald aan de hand van BRON-ongevallengegevens.
- De voor provinciale wegen ontwikkelde screener lijkt een voldoende goed instrument om relatief onveilige wegen te kunnen selecteren, waarbij aanwijzingen zijn gevonden dat ongevallendichtheid van wegen het meest bepalend is.

4.2 Het diagnose-instrument

De samenstelling van het diagnose-instrument weerspiegelt de vele aspecten die een rol spelen bij het beoordelen van de infrastructuur van provinciale wegen. Bij het beschouwen van de resultaten moet worden bedacht dat de in dit onderzoek beoordeelde wegen niet representatief zijn voor de provinciale wegen in Zuid-Holland, maar de selectie betreffen van wegen die op basis van de screener als relatief onveilig zijn beschouwd.

Het diagnose-instrument is opgebouwd uit verschillende onderdelen die elk een indicatie geven van de mate van veiligheid van infrastructuur. De volgende onderdelen worden onderscheiden:

- a) Voor het beoordelen van provinciale 80km/uur-wegen buiten de bebouwde kom, is gebruikgemaakt van de wegkenmerken en criteria van ProMeV Light, aangevuld (+) met de kruispunt dichtheid op deze wegen als het gaat om erftoegangswegen (ETW's). Uit de algemene resultaten blijkt dat voor veel van de N-wegen de rijrichtingscheiding en de obstakelafstand veelal niet voldoen aan de voor verkeersveiligheid gewenste inrichting.
- b) Voor het beoordelen van provinciale 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom, zijn de kenmerken en criteria gebruikt die ook genoemd staan in de publicatie *Wanneer zijn wegen*

en fietspaden 'voldoende veilig' (Kennisnetwerk SVP, 2020a; 2020b). In dit onderzoek gaat het veelal om een beperkt aantal waarnemingen. De meeste van de N-wegen hebben slechts een klein deel van hun lengte binnen de bebouwde kom. Bij drie wegen is het aantal waarnemingen groter dan 10.

Uit de resultaten blijkt onder meer dat voor veel van de N-wegen binnen de bebouwde kom geldt dat bij kruispunten bij 15% of minder van de takken een snelheidsremmer aanwezig is. Bij ETW-aansluitingen wordt nog onvoldoende vaak een uitritconstructie toegepast. Ook hebben fietsers niet overal over de volle lengte de beschikking een vrijliggend fietspad.

- c) Voor het beoordelen van de veiligheid van fietspaden langs provinciale wegen, zijn kenmerken en criteria gebruikt uit dezelfde publicatie (Kennisnetwerk SVP, 2020a; 2020b). Uit de algemene resultaten blijkt onder meer dat vrijwel alle fietspaden als te smal worden beoordeeld en vrijwel overal ontbreekt een kantmarkering. Daarnaast bevindt zich gemiddeld bij circa driekwart van de lengte van fietspaden (72%) een berm met obstakels binnen 1 meter van de verharding en bij 46% is er geen overrijdbare rand van de verharding naar de berm. Met name door deze kenmerken wijken de fietspaden af van de voor verkeersveiligheid gewenste inrichting.
- d) Voor het beoordelen van de veiligheid van kruispunten en rotondes, zijn kenmerken en criteria geformuleerd op basis van literatuur en expertise binnen SWOV. Uit de resultaten van de diagnose blijkt onder meer dat bij VRI-kruispunten en ook bij voorrangskruispunten de voor veiligheid gewenste snelheidsremmers op de takken ontbreken. Bij VRI-kruispunten en bij voorrangskruispunten ontbreken snelheidsremmers op de takken. Daarnaast voldoen fiets- en voetgangersoversteken bij circa de helft van de VRI-kruispunten, voorrangskruispunten en rotondes niet aan de gewenste veiligheidskenmerken. De voor verkeersveiligheid gewenste situatie voor kruispunten en rotondes op provinciale wegen buiten de bebouwde kom is dat voetgangers en fietsers ongelijkvloers kruisen met gemotoriseerd verkeer. Minder veilig is de situatie als ze gelijkvloers kruisen met een snelheidsremmer. Bij rotondes geldt dat de rotonde zelf als snelheidsremmer wordt beschouwd.

De resultaten van de screening en diagnose geven een algemeen beeld van de mate waarin provinciale wegen, fietspaden, kruispunten en rotondes in Zuid-Holland voldoen aan de gewenste verkeersveiligheidskenmerken. De verzamelde gegevens zijn echter specifiekier doordat van de verschillende kenmerken de coördinaten bekend zijn. Deze coördinaten kunnen worden gebruikt om inzicht te krijgen in onderdelen (specifieke wegvakken, kruispunten) van wegen die om verschillende redenen in aanmerking komen voor herinrichting. De uit dit onderzoek beschikbare gegevens kunnen dan voor die delen van wegen worden geselecteerd. Voor de ontwikkeling en plannings van aanpassingen aan de infrastructuur, kunnen de verzamelde gegevens meerwaarde krijgen als ze interactief worden ontsloten, bijvoorbeeld in een geografisch informatiesysteem (GIS-omgeving).

4.3 Vergelijking screener en Road Protection Score

De vergelijking van de resultaten van de screener met de Road Protection Score (RPS) laat zien dat beide methoden dezelfde meest onveilige wegen selecteren. Het gaat daarbij niet om de 20% meest onveilige wegen, maar om de wegen in de top 6 van de meest onveilige wegen die op 1 na door beide methoden worden geselecteerd op basis van ongevallendichtheid-scores. Als het gaat om de mate van overeenkomst van de ongevallendichtheid-scores van alle 70 wegen, dan is de gevonden samenhang matig.

De methoden komen dus wel goed overeen als het gaat om het aanwijzen van de meest onveilige wegen, maar stemmen minder goed met elkaar overeen als je alle 70 wegen – ook de relatief veilige wegen – gaat ordenen naar de mate van onveiligheid.

Het criterium op basis van de ongevallendichtheid is het meest doelmatig, omdat het bij de screener meer onderscheidend blijkt dan het criterium risico en ook het meest eenvoudig te bepalen is.

Het selecteren van de meest onveilige wegen op basis van de screener kan op basis van bestaande gegevens worden uitgevoerd. Daar zijn de volgende gegevens voor nodig: BRON-ongevallen per weg en van die weg de lengte, zodat de ongevallendichtheid kan worden bepaald.

4.4 Aanbevelingen

1. Benut de resultaten van dit onderzoek bij het ontwikkelen van een uitvoeringsprogramma in het kader van *Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*. Gebruik deze resultaten om wegen en fietspaden te identificeren die met voorrang op specifieke kenmerken veiliger gemaakt kunnen of zelfs moeten worden. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen met name gebruikt worden voor de verdere uitwerking van het nieuwe provinciaal beleidsplan dat op 1 juni 2021 door Gedeputeerde Staten is vastgesteld: het *Uitvoeringsprogramma Verkeersveiligheid 2021-2030* (opvolger van het provinciaal *Meerjarenplan Verkeersveiligheid 2011-2020*).
2. Gebruik de resultaten van dit onderzoek voor het afwegen en bepalen van het ambitieniveau voor het gewenste niveau van verkeerveiligheid van provinciale wegen en fietspaden.
3. Ontsluit de verzamelde gegevens zodanig dat ze interactief beschikbaar komen, bijvoorbeeld in een GIS-omgeving waarbij ook andere contextinformatie behulpzaam kan zijn voor het treffen van passende maatregelen.
4. Monitor de realisatie van veranderingen in de kenmerken van infrastructuur van provinciale wegen en fietspaden. Houd de ongevallen op die wegen bij aan de hand van BRON registratiegegevens – mede ter bepaling van de ontwikkelingen in ongevallendichtheid – om *evidence based* (aanvullend) verkeerveiligheidsbeleid te kunnen blijven maken.

Literatuur

Aarts, L.T., Schepers, J.P., Goldenbeld, Ch., Decae, R.J. et al. (2020). *De Staat van de Verkeersveiligheid 2020; Doelstellingen 2020 worden niet gehaald*. R-2020-27. SWOV, Den Haag.

Aarts, L.T., Loenis, B., Korving, H. & Guiking, C. (2017). *Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten; Methodologische verdieping en verdere verkenning van de kwantificering van risicofactoren zoals roodlichtnegatie*. R-2017-21. SWOV, Den Haag.

ANWB (2014). *ANWB-onderzoek verkeersveiligheid provinciale wegen Zuid-Holland*. ANWB, Den Haag.

Bax, C., Eenink, R., Commandeur, J., & Loenis, B. (2017). *ProMeV Light; Een invulling van risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur*. R-2017-7. SWOV, Den Haag.

Beek, M. (2019). *Complexity at intersections and bicycle crashes*. Bachelor thesis, University of Twente / SWOV, Enschede / Den Haag.

CROW (2016). *Ontwerpwijzer fietsverkeer*. Publicatie 351. CROW, Ede.

Dijkstra, A. (2005). *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers? Welke voorrangsregeling voor fietsers is veilig op rotondes in de bebouwde kom?* R-2004-14. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A., Schermers, G. & Hermens, F.H. (2021). *Verkeersveiligheid van provinciale wegen in Noord-Holland; De veiligheid van verkeersinfrastructuur methodisch in beeld gebracht*. R-2021-10. SWOV, Den Haag.

DTV (2019). *Verkenning verkeersveiligheid op rotondes in Nederland*. In opdracht van CROW. DTV, Breda.

Duivenvoorden, K. (2021). *Speed up to safe interactions; The effects of intersection design and road users' behaviour on the interaction between cyclists and car drivers*. Proefschrift Technische Universiteit Delft TUD, Delft. SWOV Dissertatiereeks, Den Haag.

Fleiss, J.L. (1971). *Measuring nominal scale agreement among many raters*. In: Psychological Bulletin, vol. 76, nr. 5, p. 378-382.

Kennisnetwerk SPV (2019). *Snel van start met effectieve maatregelen*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

Kennisnetwerk SPV (2020a). *Wanneer zijn wegen en fietspaden 'voldoende veilig'? Op weg naar een definitie voor bruikbare risico-indicatoren*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

Kennisnetwerk SPV (2020b). *Definitie van 'voldoende veilige' weg- en fietsinfrastructuur voor de ontwikkeling van risico-indicatoren; achtergronddocument*. Kennisnetwerk SPV.

Milosevic, M. & Carton, P. (2011). *Ranking the roads*. In: Nationaal Verkeerskundecongres 2011, 2 november 2011, Nieuwegein.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat et al. (2018). *Veilig van deur tot deur. Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030: Een gezamenlijke visie op aanpak verkeersveiligheidsbeleid*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.

SWOV (2021). *Rotondes en andere kruispunten*. SWOV-factsheet, april 2021. SWOV, Den Haag.

Ward, J.H., Jr. (1963). *Hierarchical grouping to optimize an objective function*. In: Journal of the American Statistical Association, vol. 58, nr. 301, p. 236-244.

Weelder, G. van (2020). *Relations between the obstacle space of cycling infrastructure and bicycle crashes; An analysis of Amsterdam*. Master thesis Transport, Infrastructure and Logistics, TU-Delft / SWOV, Delft / Den Haag.

Wijlhuizen, G.J. & Bos, N.M. (2020). *Verkeersslachtoffers in Flevoland; Vergelijking van data uit de verkeersongevallen-, ziekenhuis- en ambulanceregistratie*. R-2020-10. SWOV, Den Haag.

Wijlhuizen, G.J., Hermens, F., Schepers, J.P., Petegem, J.W.H. van & Schermers, G. (2021). *Screening en diagnose van onveilige 50km/uur-wegen; Ontwikkeling en toepassing van een meetinstrument voor de Vervoerregio Amsterdam*. R-2021-7. SWOV, Den Haag

Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H. van, Schermers, G., Bruin, J. de, et al. (2017). *Ontwikkeling Netwerk Safety Index gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.

Bijlage A Provinciale wegen in Zuid-Holland

A.1 Lijst met de 70 provinciale wegen en gegevens die gebruikt zijn bij de selectie van de circa 20% meest onveilige wegen

De wegen met een * zijn wel geselecteerd met de screener, maar zijn na overleg niet opgenomen in de diagnose.

De wegen met een ** zijn niet geselecteerd met de screener, maar zijn na overleg wel opgenomen in de diagnose.

De N211 is bij de diagnose opgesplitst in een A- en B-gedeelte.

Wegnummer	BRON 09-18 Ongevallen totaal	Qlik_Correct Lengte in km	Gemiddelde van voertuigkm ²	Dichtheid_BRON 09-18 gem	Risico_BRON 09-18 [per milj vtgkm] gem
Niet geselecteerd voor diagnose:					
1 N210	328	21	291803	16	0,31
2 N214	205	21	216731	10	0,26
3 N215	199	21	283510	10	0,19
4 N216	120	15	155858	8	0,21
5 N217	592	25	441807	24	0,37
6 N218	602	19	345821	31	0,48
7 N219	303	10	200940	29	0,41
8 N220	135	8	90134	17	0,41
9 N222	75	5	81859	14	0,25
10 N223	207	15	230452	14	0,25
11 N228	123	10	81690	13	0,41
12 N231	159	16	126523	10	0,34
13 N440	39	2	60537	23	0,18
14 N441	76	5	48141	14	0,43
15 N445	74	6	46775	12	0,43
16 N446	157	14	150675	11	0,29
* 17 N447	223	3	49864	68	1,23

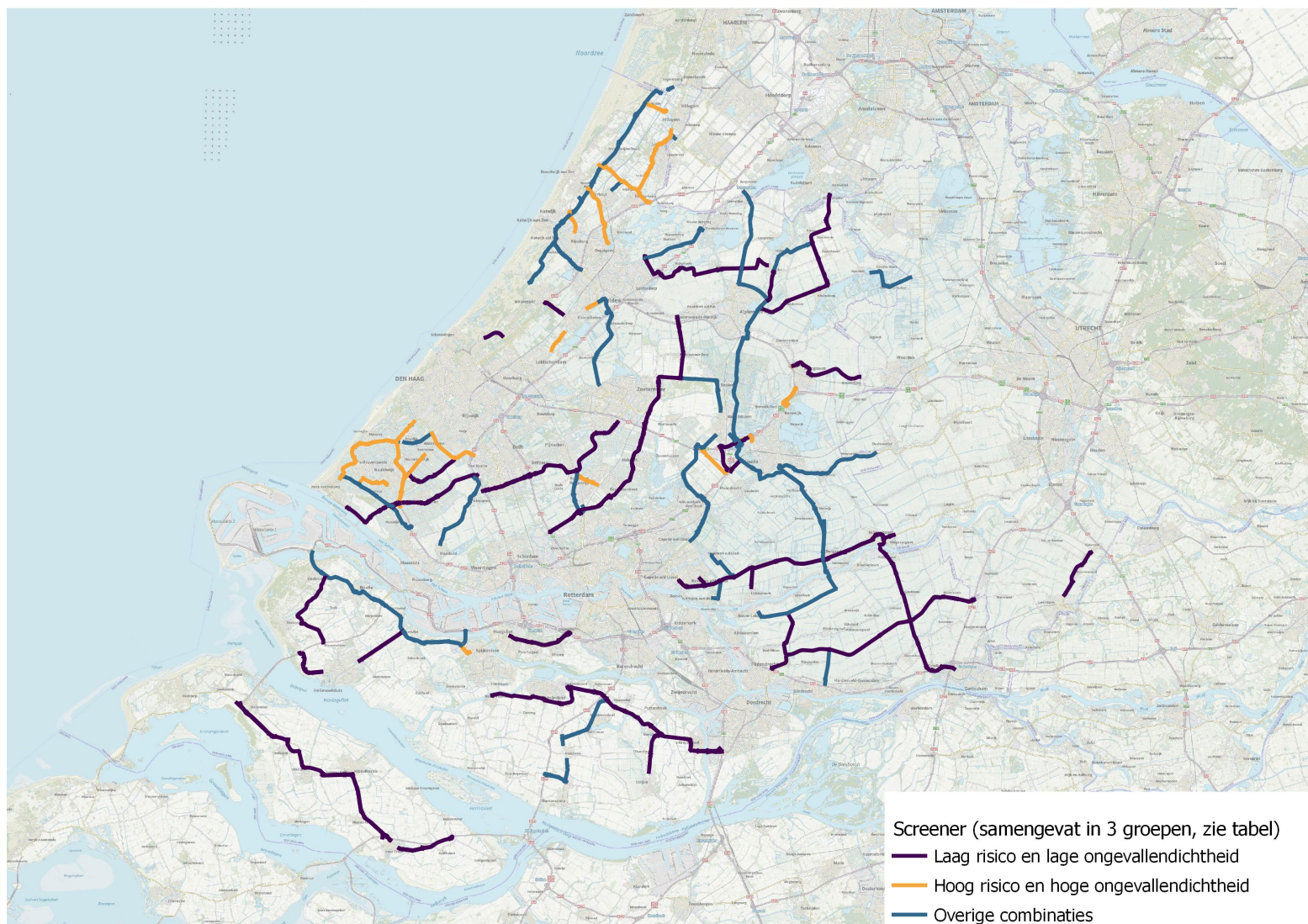
	Wegnummer	BRON 09-18 Ongevallen totaal	Qlik_Correct Lengte in km	Gemiddelde van voertuigkm ^a	Dichtheid_BRON 09-18 gem	Risico_BRON 09-18 [per milj vtgkm] gem
18	N448	26	2	23200	13	0,31
* 19	N449	57	2	23917	29	0,65
20	N450	22	1	8339	19	0,72
21	N451	21	3	26078	7	0,22
22	N453	54	2	34859	26	0,42
23	N454	26	1	17924	19	0,40
24	N455	122	6	53126	20	0,63
* 25	N456	196	4	36777	55	1,46
26	N457	21	4	36401	5	0,16
27	N458	54	7	38923	7	0,38
28	N460	26	3	25509	10	0,28
29	N462	39	3	18040	16	0,59
30	N463	39	5	19984	8	0,53
31	N464	60	3	36836	24	0,45
32	N468	114	9	71644	12	0,44
33	N470	550	19	514309	30	0,29
34	N471	139	5	87429	30	0,44
* 35	N472	97	2	24078	49	1,10
36	N473	14	99	906048	0	0,00
37	N474	4	1	5772	5	0,19
38	N475	26	3	9257	9	0,77
39	N476	8	2	15323	5	0,14
40	N477	27	2	15534	13	0,48
41	N478	12	1	5902	9	0,56
42	N479	7	1	4518	5	0,42
43	N480	83	8	45813	11	0,50
44	N481	53	4	41368	13	0,35
45	N482	26	3	15105	8	0,47
46	N484	0	5	55013	0	0,00
47	N487	32	2	19561	16	0,45
48	N488	31	3	16151	12	0,53

Wegnummer	BRON 09-18 Ongevallen totaal	Qlik_Correct Lengte in km	Gemiddelde van voertuigkm ^a	Dichtheid_BRON 09-18 gem	Risico_BRON 09-18 [per milj vtgkm] gem
49 N489	79	6	43317	14	0,50
50 N491	19	4	37787	5	0,14
51 N492	141	6	122076	24	0,32
52 N494	47	5	80304	10	0,16
53 N496	81	8	55910	10	0,40
54 N497	24	4	21915	7	0,30
55 N498	41	6	30181	7	0,37
Geselecteerd voor diagnose:					
** 56 N206	1057	31	729205	34	0,40
** 57 N207	1295	44	789705	29	0,45
58 N208	284	8	122548	35	0,63
** 59 N209	587	26	542188	22	0,30
A/B 60 N211	627	15	379907	41	0,45
61 N213	248	6	113166	40	0,60
62 N442	50	2	14060	24	0,97
63 N443	177	5	72466	35	0,67
64 N444	309	5	96122	56	0,88
65 N452	70	1	24108	65	0,80
66 N459	167	2	45100	74	1,01
67 N461	45	4	19194	12	0,64
68 N466	143	3	42508	50	0,92
69 N467	104	3	32424	39	0,88
70 N493	87	1	40293	87	0,59
Eindtotaal	11285	626	123005	22	0,47

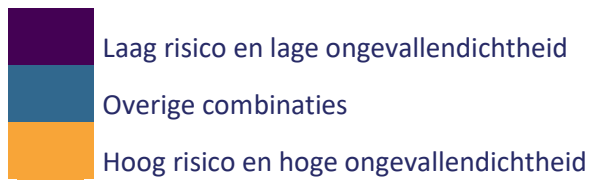


^a Gemiddelde van voertuigkm betreft de gemiddelde etmaaltintensiteit x weglengte.

A.2 Kaartje met provinciale wegen die zijn geselecteerd op basis van de screener (risico en ongevallendichtheid)



		Ongevallendichtheidsklasse				
		1	2	3	4	5
Risicoklasse	1	Laag risico en lage ongevallendichtheid	Laag risico en lage ongevallendichtheid	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties
	2	Laag risico en lage ongevallendichtheid	Laag risico en lage ongevallendichtheid	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties
	3	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties
	4	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties	Hoog risico en hoge ongevallendichtheid
	5	Overige combinaties	Overige combinaties	Overige combinaties	Hoog risico en hoge ongevallendichtheid	Hoog risico en hoge ongevallendichtheid



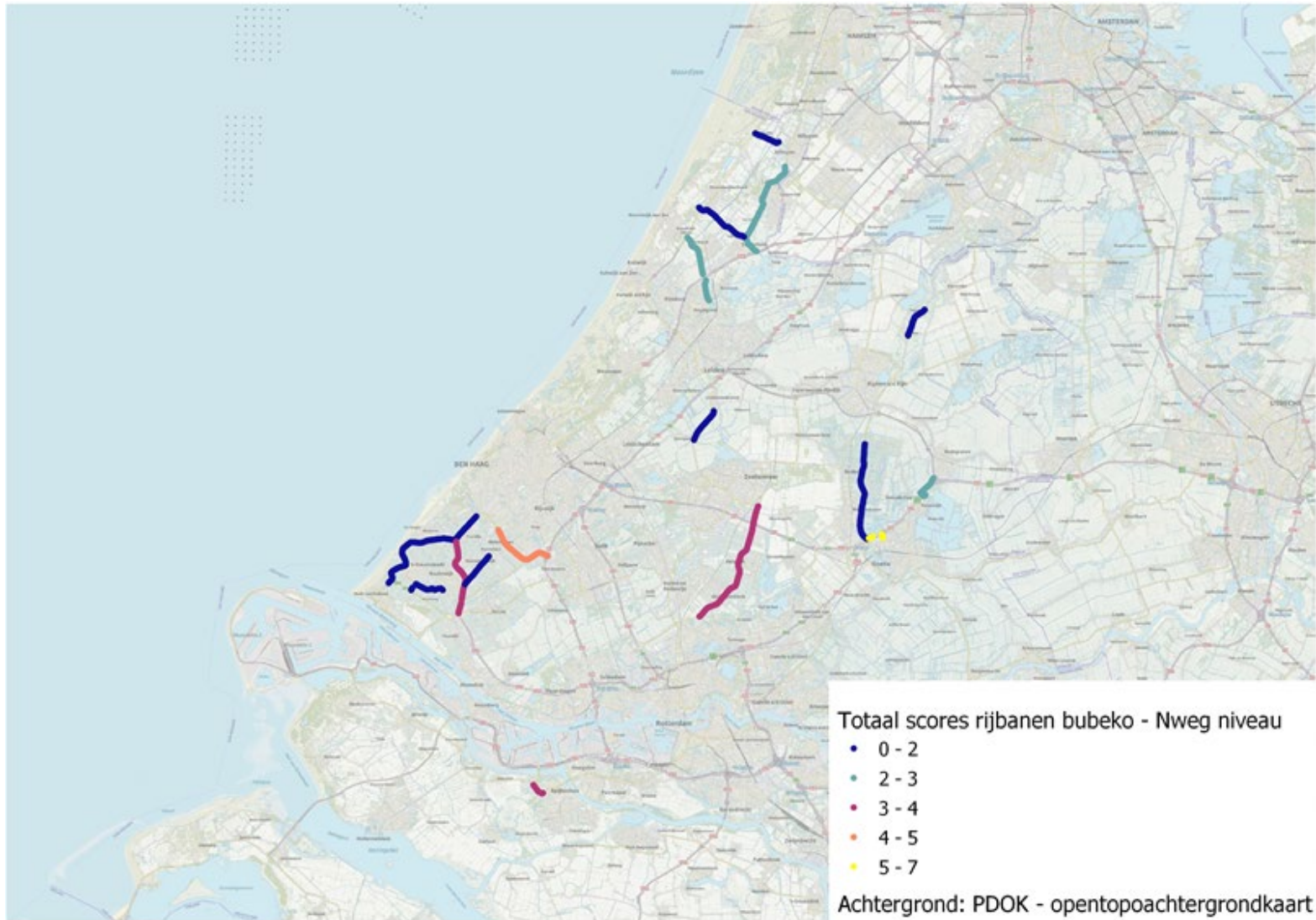
Bijlage B Handleidingen beoordeling infrastructuur

Voor het beoordelen van wegen, fietspaden en kruispunten/rotondes zijn de volgende vier handleidingen opgesteld. Deze zijn via onderstaande links te downloaden van de SWOV-website:

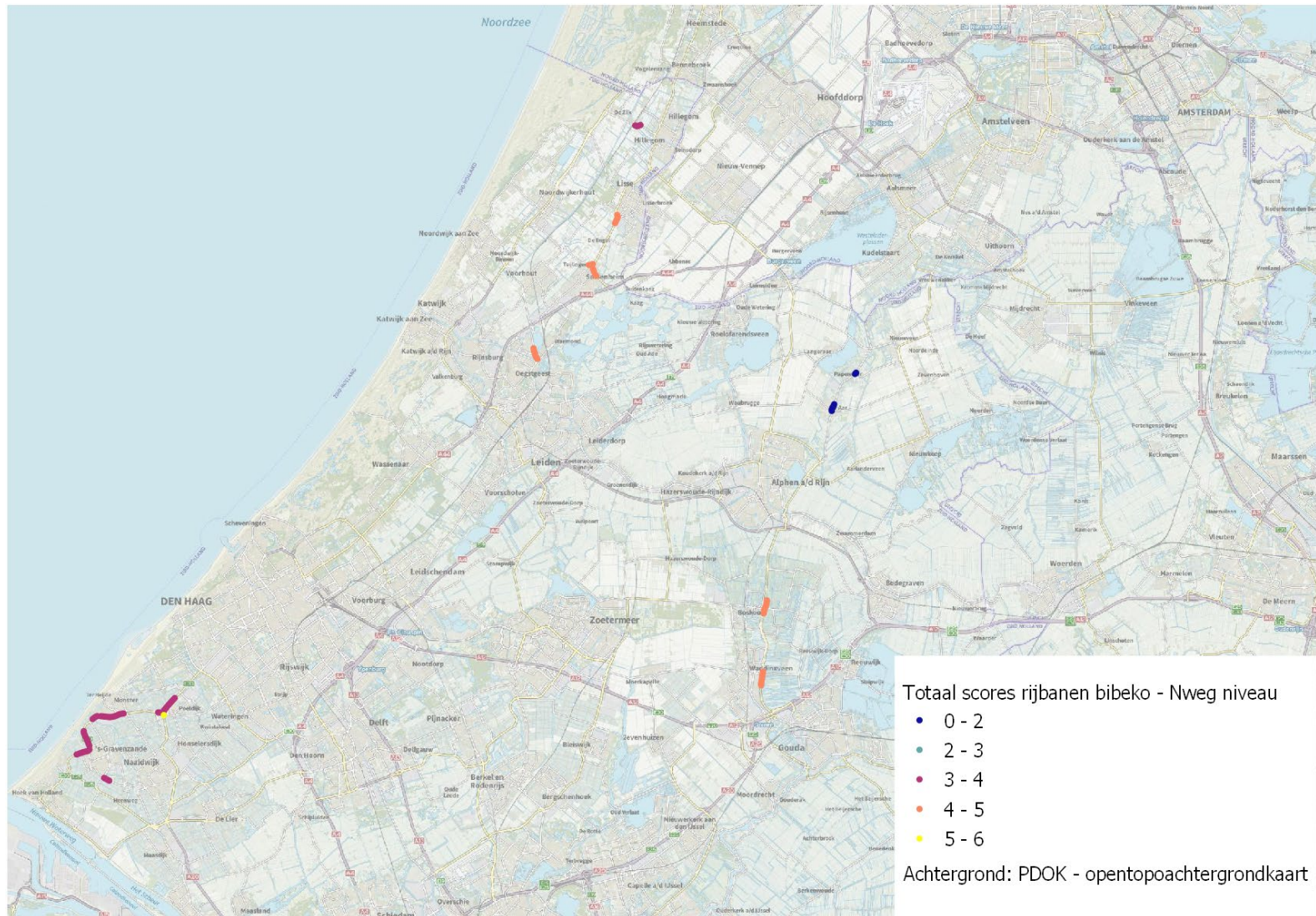
- B.1 [Handleiding Inventarisatie van provinciale wegkenmerken](#)**
- B.2 [Handleiding Inventarisatie van stedelijke wegkenmerken](#)**
- B.3 [Handleiding Beoordeling fietsinfrastructuur](#)**
- B.4 [Handleiding Inventarisatie van kruispuntkenmerken](#)**

Bijlage C Kaartjes met scores wegen, fietspaden en kruispunten

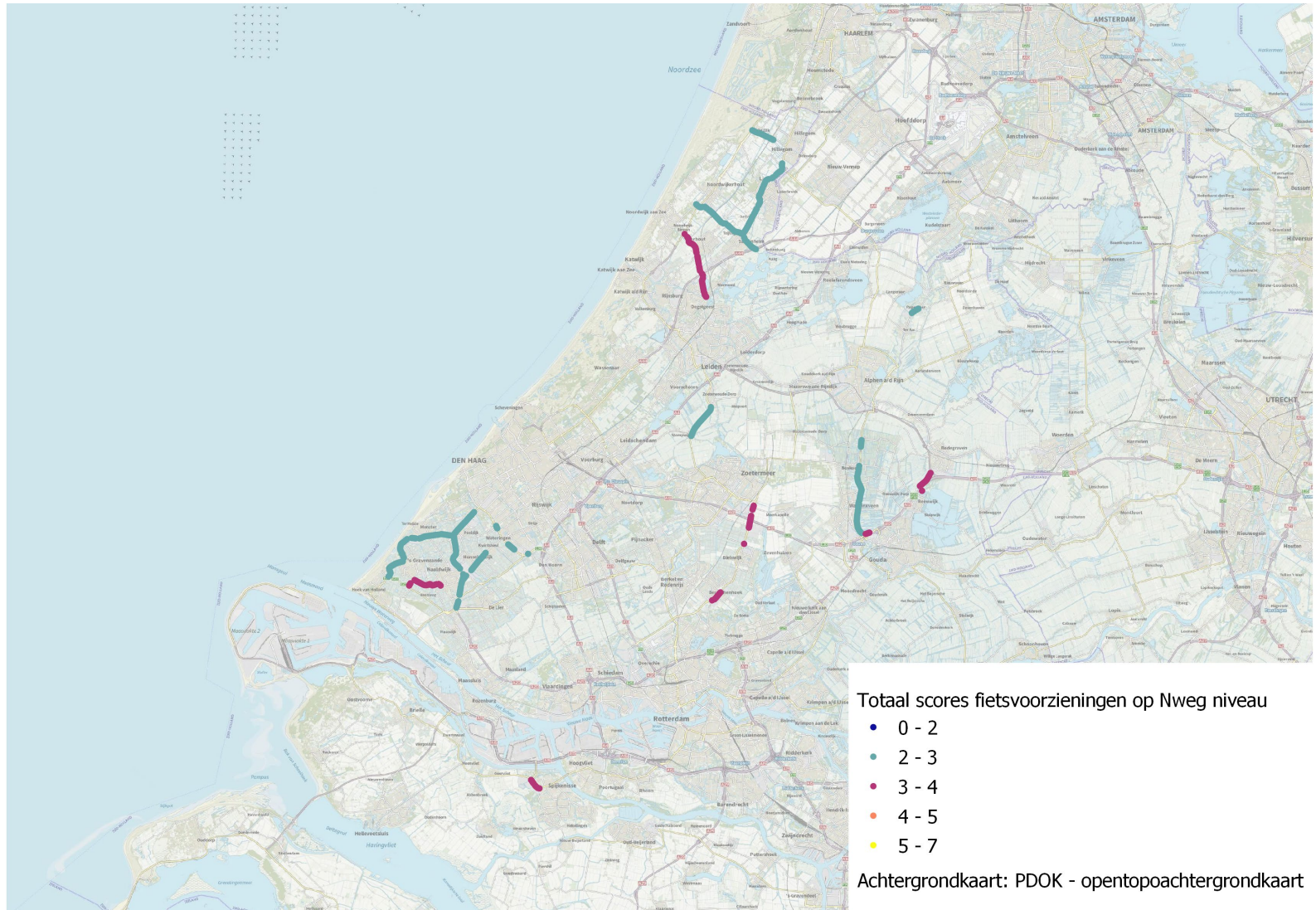
C.1 Totalscores (ProMeV-Light+) van rijbaan van provinciale wegen die buiten de bebouwde kom liggen (scorebereik is 0 tot en met 7 gewenste veiligheidskenmerken)



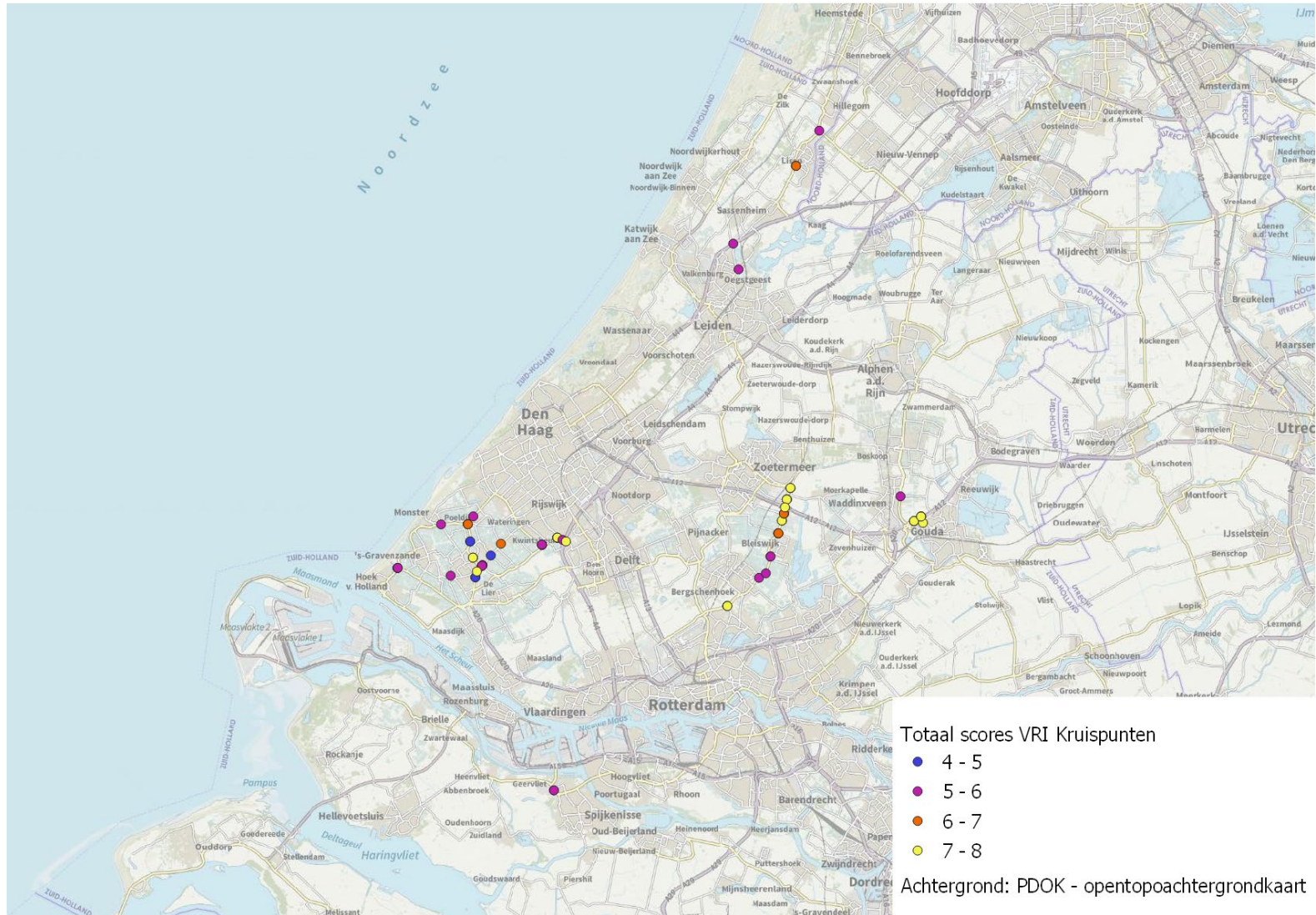
C.2 Totaalscores van rijbaan van provinciale wegen die binnen de bebouwde kom liggen (scorebereik is 0 tot en met 6 gewenste veiligheidskenmerken)



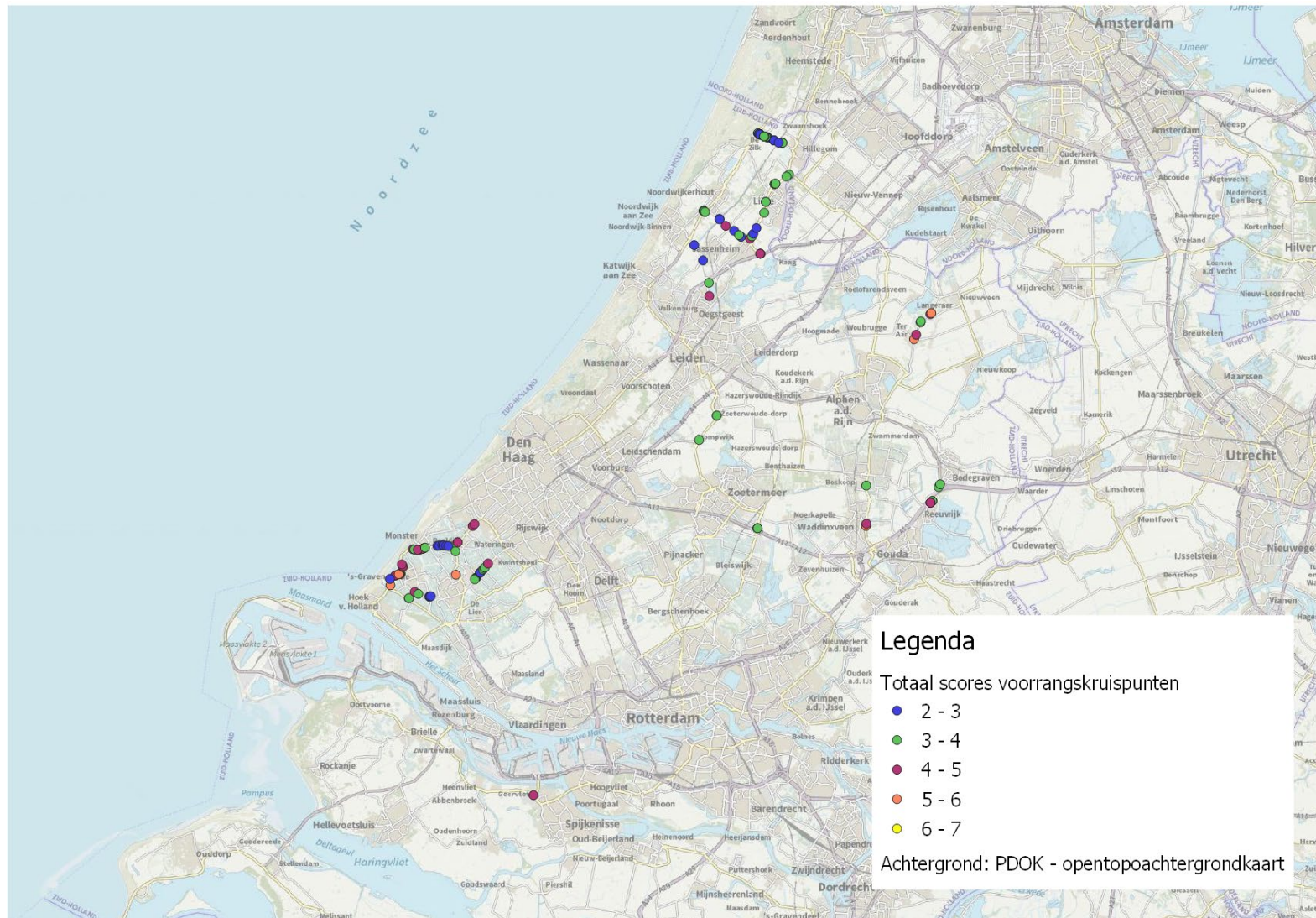
C.3 Totaalscores van provinciale fietspaden (scorebereik is 0 tot en met 6 gewenste veiligheidskenmerken)



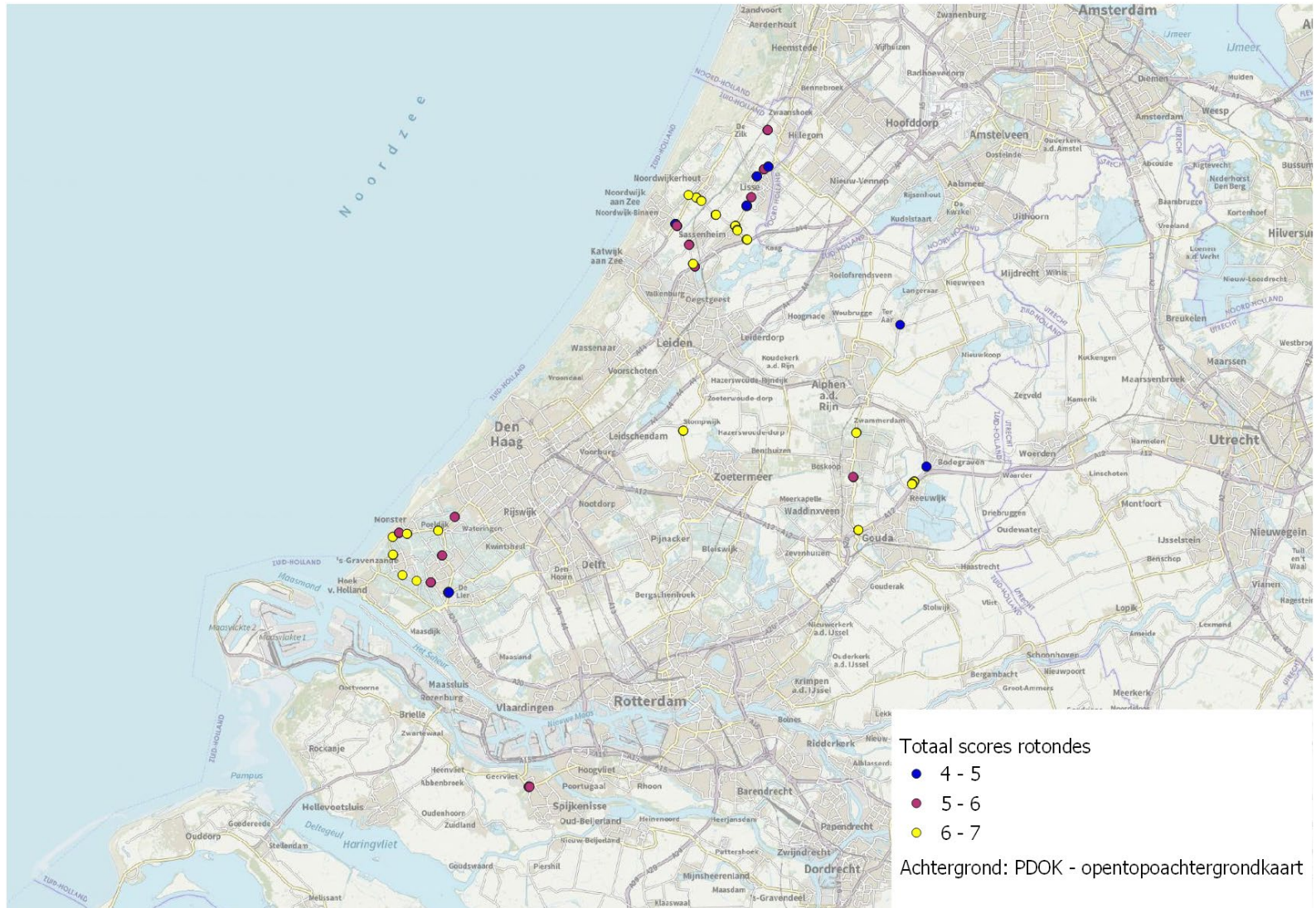
C.4 Totaalscores van provinciale kruispunten met VRI (scorebereik is 0 tot en met 11 gewenste veiligheidskenmerken)



C.5 Totaalscores van provinciale voorrangskruispunten (scorebereik is 0 tot en met 8 gewenste veiligheidskenmerken)



C.6 Totaalscores van provinciale rotondes (scorebereik is 0 tot en met 9 gewenste veiligheidskenmerken)



Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / [@swov](#)

 [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)