

Safety Performance Indicators voor wegen

R-2014-39



Safety Performance Indicators voor wegen

Op zoek naar een kwantitatieve beoordelingsmethode van
verkeersveiligheid

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2014-39
Titel:	Safety Performance Indicators voor wegen
Ondertitel:	Op zoek naar een kwantitatieve beoordelingsmethode van verkeersveiligheid
Auteur(s):	Dr. G.J. Wijnhuizen & ing. G. Schermers
Projectleider:	Ing. G. Schermers
Projectnummer SWOV:	C05.14
Trefwoord(en):	Traffic; safety; indicator; monitoring; sustainable safety; accident rate; speed limit; rural road; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	In dit onderzoek naar mogelijke kwantitatieve indicatoren – SPI's – voor de verkeersveiligheid van wegen, is met twee instrumenten een nulmeting en een pilotmonitor uitgevoerd: de Duurzaam Veilig-meter (DV-meter) en VSGS ('veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten'). De metingen zijn uitgevoerd op wegen in Harderwijk en Leeuwarden en zijn in relatie tot elkaar en tot de ongevallendichtheid op die wegen bekeken.
Aantal pagina's:	26 + 3
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2014

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

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 93113
2509 AC Den Haag
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Safety Performance Indicators (SPI's) zijn factoren die een sterke causale relatie vertonen met verkeersonveiligheid. Bij SPI's voor wegen kunnen verschillende kenmerken in wisselende combinaties invloed hebben op de veiligheid van een weg.

Doel van het onderzoek

In een meerjarig project doet SWOV onderzoek naar data en bestaande initiatieven op het gebied van SPI's. Het doel hiervan is om een nieuwe methode te ontwikkelen die de verkeersveiligheid van het wegennetwerk en het wegontwerp kwantitatief kan beschrijven, beoordelen en monitoren.

Vraagstelling

In het tweede projectjaar van dit onderzoek was de centrale vraag: hoe kan de verkeersveiligheid van bestaande en toekomstige wegen integraal worden gemeten en beoordeeld?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn we op zoek gegaan naar mogelijke SPI's voor de verkeersveiligheid van wegen. Hiervoor hebben we een nulmeting en een pilotmonitor uitgevoerd van de twee meest geschikte instrumenten: de Duurzaam Veilig-meter (DV-meter) en VSGS. Met de DV-meter (Van der Kooi & Dijkstra, 2000) kunnen we vaststellen in hoeverre een weg is ingericht volgens de kenmerken van Duurzaam Veilig (DV). VSGS is een instrument om 'veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten' te beoordelen (Aarts & Van Nes, 2007).

Werkzaamheden

In dit kader zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

1. Met de DV-meter en VSGS zijn in Harderwijk en Leeuwarden 154 wegen beoordeeld; het ging om 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom.
2. Per weg is de ongevallendichtheid bepaald op basis van de registratie van ernstig verkeersgewonden over de periode 1998-2009.
3. De convergente validiteit van de instrumenten is bepaald.
4. De relatie tussen scores van instrumenten en ongevallendichtheid is bepaald (impressie).

Conclusie

Dit onderzoek heeft geen relatie kunnen aantonen tussen DV-scores, VSGS-scores en de het ongevalsrisico. We hebben in dit onderzoek niet kunnen vaststellen in hoeverre de DV-meter of VSGS valide instrumenten zijn waarmee samengestelde kenmerken van weginfrastructuur als SPI's kunnen worden aangemerkt. Daarvoor ontbraken essentiële gegevens, namelijk: recente gegevens over verkeersintensiteit en gereden snelheden. Wel is een relatie gevonden tussen DV-scores van wegen, veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten, die geïnterpreteerd kan worden in termen van verkeersveiligheid.

Aanbevelingen

1. Niet alle in dit onderzoek gevonden relaties tussen de DV-meter, VSGS en ongevallendichtheid zijn geheel verklaarbaar. Vervolgonderzoek, waarbij ook verkeersintensiteit en werkelijke snelheden worden betrokken, is nodig om vast te stellen in hoeverre deze instrumenten risicoverschillen kunnen verklaren.
2. Het uiteindelijke doel is om SPI's voor stedelijke infrastructuur te bepalen, waarmee de (verkeersveiligheids)kwaliteit van het wegennetwerk en het wegontwerp kwantitatief kan worden beschreven, beoordeeld en gemonitord. Hiervoor is nader onderzoek nodig naar onder andere:
 - a. De ontwikkeling van de verkeersveiligheid op verschillende soorten duurzaam veilig ingerichte wegen: is de weg deels of volledig conform Duurzaam Veilig ingericht? Zijn deze wegen veiliger dan een niet duurzaam veilig ingerichte weg? En: kunnen deze verkeersveiligheidsrelaties worden bepaald met de DV-meter en/of VSGS?
 - b. De relatie tussen de afzonderlijke kenmerken die zijn opgenomen in de DV-meter en de VSGS enerzijds, en de verkeersveiligheid anderzijds (welke kenmerken zijn wel/niet bepalend voor de relatie met verkeersveiligheid?)
 - c. De vraag of de veiligheid van een weg bepaald wordt door de meest extreme (hoge of lage) waarde van een wegkenmerk, of door het berekende gemiddelde over de gehele weg. Daarnaast is aanvullend onderzoek gewenst naar de relatie tussen enerzijds de scores van de DV-meter en de VSGS, in samenhang met gereden snelheden en verkeersintensiteit, en anderzijds de kans op een (ernstig) verkeersongeval.
 - d. De geschiktheid van de DV- en VSGS-scores als alternatief voor ongevalgegevens om de verkeersveiligheid van wegen te beoordelen: zijn alle kenmerken die worden gemeten relevant als maat van de onveiligheid? En: zijn de uitkomsten van beide instrumenten valide als het gaat om een aantoonbare relatie met verkeersveiligheid? Een belangrijke voorwaarde daarvoor is dat de kwaliteit (registratiegraad, inhoudelijke feitenregistratie) van de ongevallenregistratie toeneemt.

Summary

Safety Performance Indicators for roads; Searching for a quantitative road safety assessment method

Safety Performance Indicators (SPIs) are factors that have a strong causal relationship with road safety. Typical of SPIs for roads is that different road features in varying combinations can influence the safety of a road.

Purpose of the study

In a multi-year project SWOV performs research into data and existing initiatives in the field of SPIs. This is done with the purpose to develop a new method to quantitatively describe, evaluate and monitor the road safety of the road network and road design.

Question

In the second year of this research project the central question was: How can the road safety of existing and future roads be integrally measured and assessed?

For an answer to this question, we first searched for possible SPIs for the road safety of roads. We performed a zero measurement and a pilot monitor of the two most appropriate tools: the Sustainable Safety Indicator and VSGS (Safe Speeds, Credible Limits). The Sustainable Safety Indicator (Van der Kooi & Dijkstra, 2000) can be used to determine the extent to which the layout of a road conforms to the requirements of sustainable safety. VSGS is a tool to assess 'safe speeds and credible speed limits' (Aarts & Van Nes, 2007).

Activities

In this framework, the following activities were carried out:

1. The Sustainable Safety Indicator and VSGS were used to assess a total of 154 roads in the Dutch towns Harderwijk en Leeuwarden; these roads were urban 50 km/h roads.
2. For each road the crash density was determined based on the registration of serious road injuries during the period 1998-2009.
3. The convergent validity of the instruments was determined.
4. The relationship between the scores of the instruments and crash density was determined (impression).

Conclusion

This research failed to establish a relationship between Sustainable Safety Indicator scores, the VSGS scores and the crash rate. Because essential recent data on traffic volume and speeds driven was unavailable in this study, we have been unable to determine to what extent the Sustainable Safety Indicator or VSGS are valid instruments that can be used to classify composite features of road infrastructure as SPIs. However, a relationship was found between Sustainable Safety scores of roads, safe speeds and credible speed limits, which can be interpreted in terms of road safety.

Recommendations

1. Not all relations between the Sustainable Safety Indicator, VSGS and crash density that were found in this study are entirely explicable. Follow-up research, in which traffic volume and actual speeds driven are also included, is necessary in order to determine the extent to which these instruments can explain risk differences.
2. The ultimate goal is to determine SPI's for urban infrastructure that can be used to quantitatively describe, assess and monitor the (road safety) quality of the road network and road design. This requires further study into among other things:
 - a. The development of the traffic safety on different types of sustainably safe roads: is the road layout partly or fully in accordance with Sustainable Safety requirements? Are these roads safer than roads without a sustainably safe layout? And: can these road safety relationships be determined with the Sustainable Safety Indicator and/or VSGS?
 - b. The relationship between the individual features that are included in the Sustainable Safety Indicator and VSGS on the one hand, and road safety on the other (which features are/are not decisive in the relationship with road safety?)
 - c. The question of whether the safety of a road is determined by the most extreme (high or low) value of a road feature, or by the calculated average for the entire road. In addition, additional research is required on the relationship between, the scores of the Sustainable Safety Indicator and VSGS in relation with speeds driven and traffic volume on the one hand, and the risk of a (serious) crash on the other hand.
 - d. The suitability of the Sustainable Safety Indicator scores and VSGS-scores as an alternative for road crash data to assess the road safety of roads: are all features that are measured relevant as a measure of safety? And: are the results of both instruments valid when it comes to a demonstrable relationship with road safety? An important prerequisite is that the quality (registration rate, substantive registration of facts) of the crash registration increases.

Inhoud

1.	Inleiding	9
2.	Methode	11
3.	Resultaten	14
3.1.	DV- en VSGS-scores van de wegen	14
3.1.1.	Resultaten DV-meter	14
3.1.2.	Resultaten VSGS	15
3.2.	Ongevallendichtheid op de onderzochte wegen	17
3.3.	Convergente validiteit van de instrumenten	18
3.4.	Relatie tussen scores van instrumenten en ongevallendichtheid	21
4.	Conclusies en aanbevelingen	24
4.1.	Conclusies	24
4.2.	Aanbevelingen	25
	Literatuur	26
Bijlage A	Kenmerken binnen de Duurzaam Veilig-meter en VSGS	27
Bijlage B	Verdeling van de Duurzaam Veilig-scores per weg	28
Bijlage C	Verdeling van de scores voor geloofwaardige snelheidslimiet (GS) per weg	29

1. Inleiding

Safety Performance Indicators (SPI's) zijn gedefinieerd als factoren die een sterke causale relatie vertonen met verkeersonveiligheid. Ze worden soms ook beschreven als indicatoren van risico's die in het verkeerssysteem aanwezig zijn (ETSC, 2001; Hafen et al., 2005)¹.

De keuze van SPI's is niet altijd duidelijk. Op bepaalde terreinen (bijvoorbeeld gedrag) zijn SPI's redelijk gestandaardiseerd en worden ze ook in praktijk algemeen toegepast. Geaccepteerde gedragsindicatoren zijn bijvoorbeeld snelheid, alcoholgebruik in het verkeer, gordelgebruik en helmgebruik.

De relatie tussen SPI's voor gedrag en het ontstaan van verkeersongevallen en ernstig letsel, is in allerlei studies aangetoond. Doordat deze risicofactoren elk met een enkelvoudig kenmerk kunnen worden beschreven, zijn ze gemakkelijker vast te stellen en te meten. Voor wegen ligt dat echter anders, omdat verschillende kenmerken in wisselende combinaties op uiteenlopende manieren invloed kunnen hebben op de veiligheid van een weg. Zo kan bijvoorbeeld wegbreedte de veiligheid bevorderen, maar dan vooral in combinatie met snelheidbeperkende maatregelen (drempels) vanwege de neiging om op brede wegen harder te gaan rijden. Voor SPI's voor wegen is het daarom veel moeilijker om de relatie tussen de afzonderlijke kenmerken en de verkeersveiligheid vast te stellen.

Doel van het meerjarig onderzoek

Schermers & Dijkstra (2014) hebben in dit kader een opzet beschreven voor een meerjarig onderzoeksproject naar beschikbare data en bestaande initiatieven op het gebied van SPI's. Het doel hiervan is om een nieuwe methode te ontwikkelen die de verkeersveiligheid van het wegennetwerk en het wegontwerp kwantitatief kan beschrijven, beoordelen en monitoren.

Dit doel is uitgewerkt in drie onderzoeksvragen:

- 1) Welke SPI's zijn in aanleg geschikt om de verkeersveiligheid van een weg of van een wegennetwerk kwantitatief te beschrijven?
- 2) Welke is daarvan potentieel de beste maat voor een SPI voor wegen?
- 3) Op welke wijze en met welk instrumentarium kan de verkeersveiligheid van bestaande en toekomstige wegen integraal worden beoordeeld?

Het uiteindelijke beoordelingsinstrument voor verkeersveiligheid zal onderdeel moeten worden van een integrale beoordelingssystematiek van wegen op verschillende beleidsdoelstellingen, zoals mobiliteit, leefbaarheid, beheer en onderhoud.

De eerste onderzoeksvraag is beantwoord in het rapport van Schermers & Dijkstra (2014). Daarin komen twee instrumenten naar voren die het meest geschikt zijn om de verkeersveiligheid van een weg of wegennetwerk kwantitatief te beschrijven: de Duurzaam Veilig-meter (DV-meter) en VSGS. Met de DV-meter (Van der Kooi & Dijkstra, 2000) kunnen we vaststellen in

¹ In dit rapport spreken we over SPI's als er een sterke causale relatie is gevonden met verkeersveiligheid. Daarnaast spreken we over kenmerken van verkeersinfrastructuur als het gaat om aspecten waarvoor (nog) geen causale relatie is aangetoond.

hoeverre een weg is ingericht volgens de kenmerken van Duurzaam Veilig. VSGS is een instrument om 'veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten' te beoordelen (Aarts & Van Nes, 2007).

Voor de tweede onderzoeksvraag hebben Schermers & Dijkstra (2014) een inventarisatie gemaakt van mogelijke SPI's op netwerk-, route-, en wegvak-/kruispuntniveau. Daarmee is de vraag deels beantwoord. Schermers & Dijkstra (2014) adviseren om in vervolgonderzoek eerst te kiezen voor een instrument op het laatstgenoemde niveau, te weten de DV-meter. Daaraan is in het huidige deelonderzoek de VSGS toegevoegd.

De derde onderzoeksvraag – hoe kan de verkeersveiligheid van wegen integraal worden beoordeeld – wordt verder uitgewerkt in dit rapport.

Doel van het onderhavige onderzoek

Zowel de DV-meter als VSGS is eerder toegepast in onderzoek van Berends & Stipdonk (2009). Beide instrumenten hebben betrekking op wegvakken en niet op netwerken (de structuur van categorieën van wegen), routes of kruispunten. Het doel van dit deelonderzoek is dan ook om te bepalen in hoeverre de DV-meter en VSGS geschikt zijn als SPI voor de veiligheid op wegvakniveau. Hiervoor gaan we op zoek naar een antwoord op de volgende twee vragen:

1. Zijn de DV-meter en VSGS gebruikersvriendelijk (eenvoudig toe te passen) en zijn er voldoende (goede) data beschikbaar?
2. Hebben beide instrumenten een voldoende sterke causale relatie met verkeersveiligheid?

2. Methode

In hoeverre zijn de Duurzaam Veilig-meter (DV-meter) en VSGS ('veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten') geschikt als SPI voor de verkeersveiligheid op wegvakniveau? Om dat te bepalen, hebben we gebruikgemaakt van een eerder onderzoek in de gemeenten Harderwijk en Leeuwarden. Daarbij zijn verschillende wegkenmerken verzameld en geanalyseerd met zowel de DV-meter als VSGS. Vervolgens zijn de scores uit beide instrumenten beschreven (spreiding en gemiddelde waarden) en onderling vergeleken. Ook de ongevallen(dichtheden) op de betreffende wegen zijn bij de analyse betrokken (op basis van geregistreerde ongevallen). Uit die vergelijking blijkt in hoeverre beide instrumenten een relatie hebben met de verkeersveiligheid.

In dit kader zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd.

1. *Analyse van 50km/uur-wegen in Harderwijk en Leeuwarden*

De metingen zijn uitgevoerd in het kader van een samenwerkingsverband met de provincies Zeeland, Fryslân en Gelderland, waar in 2013 een breder SPI-monitoringsproject is opgezet (Dijkstra et al., te verschijnen). In overleg met de provincies is gekozen om de analyse van de verkeersinfrastructuur te richten op stedelijke 50km/uur-wegen in de gemeenten Leeuwarden en Harderwijk.

Op de 50km/uur-wegen zijn per 25 meter scores bepaald op alle kenmerken die deel uitmaken van de DV-meter en de VSGS. Voor elke 25 meter is voor elk instrument een score berekend. Uitgaande van deze scores is vervolgens per weg (straatnaam) de gemiddelde score berekend. Deze gemiddelde score per instrument (DV-meter en VSGS) representeert voor elke weg een potentiële SPI van verkeersveiligheid.

De instrumenten worden hieronder kort toegelicht.

DV-meter

Met de DV-meter (Van der Kooi & Dijkstra, 2000) bepalen we in hoeverre een weg is ingericht volgens de kenmerken van Duurzaam Veilig, rekening houdend met de functie van de weg. Daarbij kijken we telkens naar 20 specifieke kenmerken (zie *Bijlage A*). Elk kenmerk bepaalt voor 1/20 (5%) het DV-gehalte. Voor elk kenmerk wordt per 25 meter weglengte nagegaan of het aanwezig is conform de eisen van Duurzaam Veilig. Als dat zo is, dan wordt daar per kenmerk een score 5 aan toegekend. Is het DV-kenmerk niet aanwezig, dan krijgt het een score 0. Per 25 meter worden deze scores gesommeerd tot een totaalscore. Die *DV-score* geeft voor elke 25 meter het DV-gehalte van een weg, en dat wordt uitgedrukt als het aandeel van de kenmerken dat voldoet aan de DV-eisen. Deze DV-score per 25 meter kan met stappen van 5 oplopen van 0 (geen enkel kenmerk voldoet) tot 100 (alle 20 kenmerken voldoen aan de Duurzaam Veilig-eisen).

VSGS

VSGS is een instrument om 'veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten' te beoordelen (Aarts & Van Nes, 2007). In Harderwijk en Leeuwarden is VSGS ook toegepast om de veiligheid van infrastructuur te meten. De kenmerken die in deze methoden worden beoordeeld, zijn te vinden in *Bijlage A*.

VSGS bestaat uit twee scores: de veilige snelheid-score en de geloofwaardigheid van de lokale snelheidslimiet-score. De veilige snelheid (VS) is de hoogste snelheid die op een straat veilig wordt geacht. Een straat waarop fietsers en motorvoertuigen mengen, heeft bijvoorbeeld een veilige snelheid van 30 km/uur. De geloofwaardigheid (GS) heeft de waarde 0 als de kenmerken van de straat passen bij de veilige snelheid. Als de gevonden gemiddelde waarden van de geloofwaardigheidsscore hoger liggen dan 0, dan ligt de geloofwaardige snelheidslimiet diverse gradaties hoger dan de veilige snelheid. In dat geval veronderstellen bestuurders dat ze harder mogen rijden dan veilig is. Bij een negatieve GS veronderstellen bestuurders dat ze langzamer moeten rijden dan de veilige snelheid.

Werkwijze

De gegevens zijn verzameld van een beeldscherm aan de hand van beelden van het bedrijf CycloMedia (driedimensionale GlobeSpotter-foto's van de betreffende wegen) (Dijkstra et al., te verschijnen).

De gegevensverzameling is gericht op de aan- of afwezigheid van vooraf gedefinieerde kenmerken (zie *Bijlage A*). Bij het begin van elk wegvak noteerde de waarnemer:

- de *locatiecode* van CycloMedia;
- de *naam* van het wegvak;
- de *naam* van de kruisende weg;
- de *aan- of afwezigheid* van de kenmerken.

Deze procedure werd herhaald na iedere 25 meter, tot het einde van het wegvak.

Een wegvak is gedefinieerd als beginnend en eindigend bij een kruispunt (drietaks- of viertakskruispunt of rotonde). Een bajonetkruispunt (twee T-aansluitingen vlak na elkaar, de ene links en de andere rechts van de weg) is geteld als één kruispunt.

Op basis van de verzamelde gegevens zijn per weg per 25 meter de DV-score en de VSGS-scores bepaald. Voor elk van de instrumenten is vervolgens de gemiddelde score per weg berekend door per weg alle scores van de 25-metersegmenten op te tellen en te delen door het aantal segmenten van die weg. Ook is de verdeling van scores binnen de wegen (per 25 meter) en tussen de wegen (gemiddelden) bepaald.

2. *Per weg bepalen van de ongevallendichtheid*

Uitgaande van BRON²-gegevens over de periode 1998-2009 is het aantal ernstige letselongevallen per weglengte bepaald. Het gaat daarbij

² In de verkeersongevallenregistratie BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) worden alle verkeersongevallen in Nederland verwerkt die door de politie zijn vastgelegd in

om het aantal ongevallen met dodelijke afloop en ongevallen waarbij sprake is van een ziekenhuisopname (MAIS2+). Gegevens over de periode na 2009 zijn niet gebruikt, vanwege een sterk afgenomen registratiegraad. Ongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken was, zijn eveneens buiten beschouwing gebleven.

3. *Bepalen van de convergente validiteit van de DV-meter en VSGS*
Het uitgangspunt hierbij is dat de toegepaste instrumenten elk geacht worden verschillende aspecten van verkeerveiligheid te meten. Convergente validiteit (Anastasi, 1990) wordt aangetoond door samenhang te vinden tussen resultaten op tests die hetzelfde of een verwant begrip meten; in ons geval verkeerveiligheid. Bij de analyse zijn Pearson-correlaties berekend en is een principale-componentenanalyse voor categorische data (CAT-PCA) uitgevoerd.

Principale-componentenanalyse (PCA) wordt gebruikt in exploratief onderzoek om structuur te herkennen in datasets. De methode reduceert de beschikbare variabelen tot een aantal afgeleide variabelen, de zogenoemde principale componenten (dimensies), die de informatie in de geobserveerde variabelen zo goed mogelijk weergeven. De principale componenten bevatten dus eigenlijk de essentie van de geobserveerde variabelen, die bijvoorbeeld gebruikt kan worden om subgroepen in variabelen te onderscheiden. De effectiviteit van deze aanpak wordt weergegeven met de verklaarde variantie die per component wordt uitgedrukt in een zogenoemde eigenwaarde. De correlatie tussen de variabelen en een dimensie wordt weergegeven als een componentlading.

PCA heeft twee belangrijke beperkingen:

- De variabelen moeten lineair aan elkaar gerelateerd zijn.
- De interpretatie is alleen zinvol als de variabelen gemeten zijn op numeriek (interval- of ratio-) niveau.

In bijvoorbeeld de sociale en gedragswetenschappen wordt vaak niet aan deze voorwaarden voldaan. In dat kader is een niet-lineair alternatief voor PCA ontwikkeld: de niet-lineaire of categorische (CAT)-PCA. Deze methode kan structuur ontdekken in datasets die variabelen bevatten met verschillende meetniveaus (nominaal, ordinaal, interval en/of ratio) en waartussen mogelijk niet-lineaire verbanden bestaan (Linting et al., 2007). Omdat niet kan worden aangenomen dat het meetniveau van de DV-scores en de VSGS-scores interval en/of ratio betreft, is bij de analyse gebruikgemaakt van CAT-PCA.

4. *Bepalen van de relatie tussen scores van instrumenten en ongevallendichtheid (impressie)*
Na stap 3 zijn als voorbeeld Pearson-correlaties berekend en is een CAT-PCA uitgevoerd op de scores aangevuld met gegevens over ongevallendichtheid (het aantal ongevallen per weglengte, zie punt 2).

processen-verbaal of registratiesets. Het bestand wordt samengesteld door de Dienst Wegen, Verkeer en Scheepvaart (WVS) van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. BRON bevat een groot aantal kenmerken van het ongeval en de daarbij betrokken bestuurders en slachtoffers. De locatie van het ongeval is gekoppeld aan het Nationaal Wegenbestand (NWB).

3. Resultaten

3.1. DV- en VSGS-scores van de wegen

In totaal zijn scores bepaald van 154 wegen met een totale lengte van 99 kilometer. De scores zijn eerst per 25 meter vastgesteld, waarna per weg de gemiddelde DV-score en de gemiddelde VSGS-scores zijn bepaald.

De resultaten betreffen:

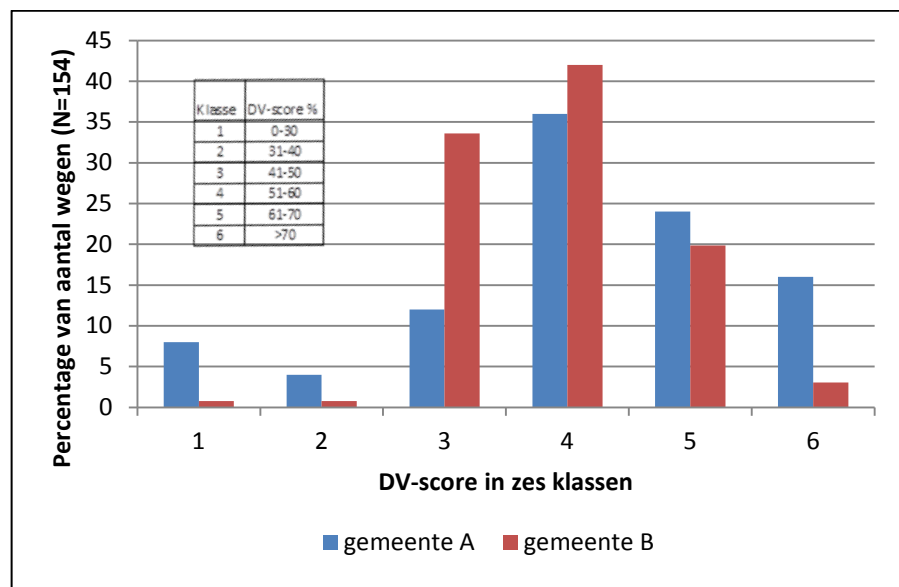
- de verdeling van de scores per weg;
- de verdeling van de gemiddelde scores tussen de wegen voor beide gemeenten.

De gegevens zijn geanonimiseerd weergegeven.

3.1.1. Resultaten DV-meter

De verdeling van de DV-scores van alle wegen staat in *Bijlage B*. Hieruit blijkt dat de spreiding van de scores binnen de wegen in het algemeen geringer is dan de spreiding van de scores tussen de wegen. Voor 5 van de 154 wegen geldt dat de scores binnen de weg een relatief sterke spreiding laten zien. Dat wil zeggen dat er binnen een weg zowel één of meer weggedeelten van 25 meter zijn die relatief veilig of onveilig worden geacht op basis van de DV-meter.

In *Afbeelding 3.1* zijn de waarden van de gemiddelde DV-score per weg in klassen verdeeld en onderverdeeld naar gemeente. Er is te zien dat gemeente A meer straten heeft met een DV-score hoger dan 70%. Gemeente B heeft relatief meer straten met een DV-score tussen 40 en 50. Overigens scoort in beide gemeenten slechts een gering aandeel van de 50km/uur-wegen hoger dan 70%.



Afbeelding 3.1. Verdeling van gemiddelde DV-scores (aandeel kenmerken dat voldoet aan de DV-eisen in %) van de onderzochte wegen in de gemeenten A en B, ingedeeld in klassen.

Bevindingen:

1. Binnen elk van de onderzochte wegen is de spreiding van de DV-scores beperkt; dit geeft aan dat de meeste wegen uniform zijn ingericht. De DV-meter zal daarom op basis van deze scores binnen wegen (bijvoorbeeld per wegvak) vrijwel geen onderscheid maken naar de mate van veiligheid. Bij een beperkt aantal wegen is er wel een grote spreiding van de scores, wat duidt op een relatief geringe uniformiteit van de inrichting van de betreffende wegen en daarmee mogelijke verschillen in veiligheid.
2. Vanwege de beperkte spreiding in de gemiddelde DV-scores binnen een weg, is de gemiddelde DV-score gehanteerd als indicatie van het DV-gehalte van die weg.
3. Op basis van de gemiddelde DV-score kunnen wegen van elkaar worden onderscheiden en is het mogelijk om gemeenten te vergelijken naar het DV-gehalte van hun 50km/uur-wegen. Daarnaast is het van belang om wegen met geringe uniformiteit als een aparte categorie te beschouwen, omdat bijvoorbeeld onveilige weggedeelten zich onverwacht kunnen voordoen in een verder veilig ingerichte weg.

3.1.2. Resultaten VSGS

De resultaten van de bepaling van de veilige snelheid (VS) zijn weergegeven in *Tabel 3.1*. Het betreft zowel de score per 25 meter als de score per weg. De spreiding in de scores is gering; de scores zijn in hoofdzaak in twee categorieën verdeeld. Bijna twee derde (63%) van de scores per 25 meter geeft een veilige snelheid van 40 km/uur aan op wegen waar de limiet 50 km/uur is³. Als de scores worden gemiddeld per weg, dan blijkt dat ruim driekwart (76%) van de wegen een veilige snelheid van 40 km/uur heeft, terwijl er volgens de limiet 50 km/uur kan worden gereden. De limiet is daar dus niet geloofwaardig. Daarbij moet worden opgemerkt dat er geen gegevens zijn over de daadwerkelijk gereden snelheden op de betreffende wegen.

Score (Veilige snelheid km/uur)	Per 25m		Per weg (gemiddeld)	
	Frequentie	Aandeel (%)	Frequentie	Aandeel (%)
30	3	0,1	-	-
40	2521	63,0	117	76,0
41	-	-	2	1,3
43	-	-	1	,6
46	-	-	1	,6
49	-	-	3	1,9
50	1474	36,9	30	19,5
Totaal	3998	100,0	154	100,0

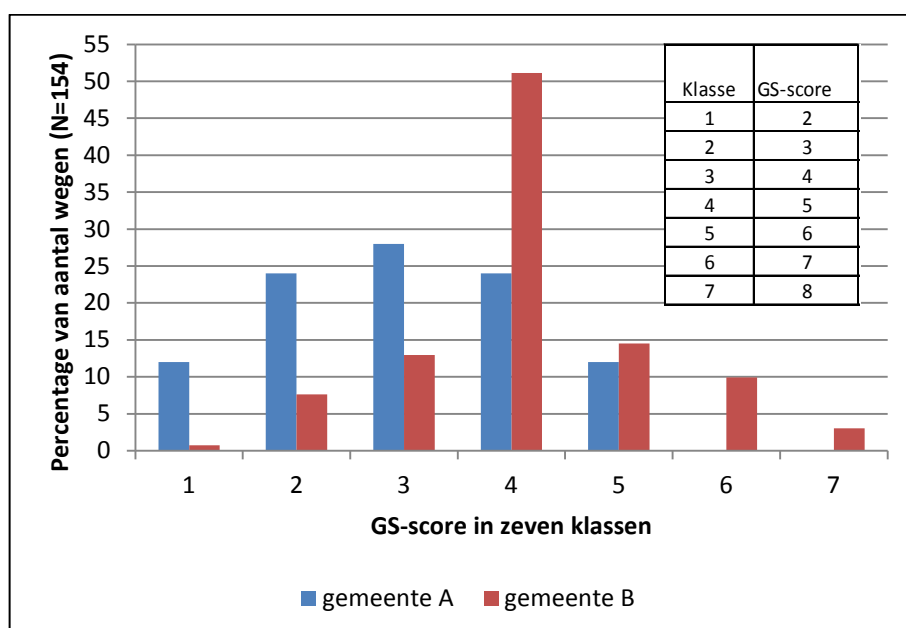
Tabel 3.1 *Verdeling van de scores voor veilige snelheid (VS-scores) per 25 meter en per weg (gemiddeld) waar een snelheidslimiet van 50 km/uur geldt.*

³ De waarde van 40 km/uur valt niet binnen het snelheidslimieten stelsel in Nederland; het is echter een uitkomst van de huidige VSGS-rekenmethode. Voor deze fase in het onderzoek kan er mee worden volstaan dat wordt aangegeven dat op een aantal wegen de veilige snelheid substantieel lager is dan de geldende limiet. Bij toekomstige toepassingen zullen de mogelijke uitkomsten van methode moeten worden heroverwogen.

De verdeling van de scores voor geloofwaardige snelheidslimiet (GS-scores) per weg is weergegeven in *Bijlage C*. Hieruit blijkt dat de variatie van de scores binnen de wegen in het algemeen geringer is dan de variatie in de scores van verschillende wegen.

Voor elke weg is de gemiddelde GS-score berekend door per weg alle scores van de 25-metersegmenten op te tellen en te delen door het aantal segmenten van die weg. In *Afbeelding 3.2* is de verdeling van 7 klassen van geloofwaardigheidsscores weergegeven per gemeente. Gemeente B heeft relatief veel straten in klasse 4 (GS-score = 5). Gemeente A heeft geen straten met een score hoger dan 5. Wegen met een score hoger dan 5 hebben weinig kenmerken die bijdragen aan een geloofwaardige snelheidslimiet en juist op deze wegen kan snelheidsgedrag voor veiligheidsproblemen zorgen. De wegen kunnen onderling worden geordend naar hun GS-score. De GS-score kan echter niet als absolute afwijking (in aantal km/uur) worden uitgedrukt ten opzichte van de veilige snelheid (VS).

De combinatie van VSGS-scores kan verwijzen naar potentieel onveilige wegen. Een voorbeeld daarvan is als de VS lager ligt dan de geldige snelheidslimiet en de GS een relatief grote afwijking laat zien. Het zou dan gaan om wegen waar voor de veiligheid langzamer gereden zou moeten worden dan de geldige limiet, maar waar tegelijkertijd de inrichting zodanig is dat automobilisten geneigd zijn om (veel) harder te gaan rijden dan de veilige snelheid.



Afbeelding 3.2. Verdeling van gemiddelde GS-scores (geloofwaardige snelheidslimiet) van de onderzochte wegen in de gemeenten A en B, ingedeeld in klassen (1: relatief geloofwaardig; 7: relatief ongeloofwaardig).

Bevindingen:

1. Binnen en tussen de onderzochte wegen is er beperkte spreiding van VS-scores.
2. Ruim driekwart (76%) van de onderzochte 50km/uur-wegen blijkt een veilige snelheid te hebben van 40 km/uur.

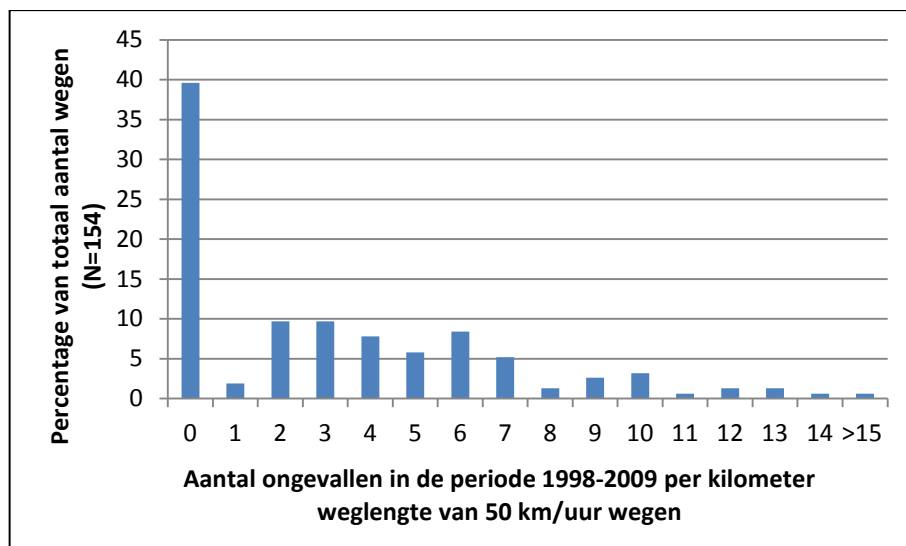
3. Binnen elk van de onderzochte wegen is er beperkte spreiding van GS-scores; de GS geeft aan dat de wegen in het algemeen uniform zijn ingericht. De GS zal daarom op basis van deze scores binnen wegen (bijvoorbeeld per wegvak) vrijwel geen onderscheid maken naar de mate van veiligheid.
4. Vanwege een beperkte spreiding van GS-scores binnen een weg, is de gemiddelde GS-score van een weg gehanteerd als een indicatie van de geloofwaardige snelheidslimiet van die weg.
5. Op basis van de gemiddelde GS-score kunnen wegen van elkaar worden onderscheiden en is het mogelijk om gemeenten te vergelijken aan de hand van de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet van 50km/uur-wegen.

3.2. Ongevallendichtheid op de onderzochte wegen

In *Afbeelding 3.3* is de verdeling van de ongevallendichtheid per kilometer weglengte weergegeven. De totale lengte van 50km/uur-wegen is 99 kilometer. In de periode 1998-2009 zijn er 267 ernstig verkeersgewonden inclusief doden (EVG) op deze wegen in BRON geregistreerd; dit is 2,7 EVG/km in 12 jaar en 0,2 EVG/km per jaar. Op bijna 40% van de wegen is in de periode 1998-2009 geen ongeval met ernstig letsel geregistreerd. Voor het overige deel is er weliswaar een grote spreiding van ongevallendichtheid, maar omdat het om kleine aantallen gaat, kunnen de verschillen in ongevallendichtheid voor een deel op toeval berusten.

De spreiding maakt het daarom slechts in beperkte mate mogelijk om onderscheid te maken tussen relatief veilige en onveilige 50km/uur-wegen. Overwogen kan worden om eerst onderscheid te maken tussen 50km/uur-wegen met een ongevallendichtheid gelijk aan nul enerzijds, en een ongevallendichtheid hoger dan nul anderzijds over een meerjarige periode.

Hierbij moet worden opgemerkt dat deze maat voor verkeersveiligheid geen rekening houdt met verschillen in verkeersintensiteit op de wegen; gegevens over verkeersintensiteit van de onderzochte wegen zijn niet bekend. Daardoor kan geen ongevalsrisico worden bepaald. De ongevallendichtheid is dus een maat voor verkeersveiligheid die slechts een deel van het verkeersproces betreft. Bij de interpretatie van de analysesresultaten, waarbij een vergelijking wordt gemaakt tussen bijvoorbeeld DV-scores en de ongevallendichtheid, is het daarom van groot belang om het ontbreken van gegevens over verkeersintensiteit in de beschouwing te betrekken.



Afbeelding 3.3. Verdeling van wegen naar het aantal ongevallen per weglengte⁴ (km) in de periode 1998-2009.

Bevindingen:

1. Er is een grote spreiding van ongevallendichtheid voor de onderzochte wegen. Echter, bij het interpreteren van de verschillen in ongevallendichtheid als maat voor verkeersveiligheid, is het van belang te bedenken dat gegevens over verkeersintensiteit en feitelijk gereden snelheden daarin niet zijn verwerkt omdat deze gegevens niet beschikbaar zijn.

3.3. Convergente validiteit van de instrumenten

Omdat van beide instrumenten wordt aangenomen dat ze onderling deels overlappende aspecten van verkeersveiligheid in beeld brengen, mag worden verwacht dat de scores op de uitkomstmaten (DV-gehalte, VS, GS) onderling enige samenhang vertonen. Dit soort samenhang noemen we convergente validiteit (Anastasi, 1990). In eerste instantie zijn hiervoor de onderlinge Pearson-correlaties R berekend; de uitkomsten daarvan zijn weergegeven in *Tabel 3.2*. Uit die resultaten blijkt dat een hogere veilige snelheid (VS, gemiddelde per weg) significant samenhangt met hogere DV-scores ($R=0,250$). Een hogere geloofwaardige snelheidslimiet (GS) hangt samen met een hogere veilige snelheid ($R=0,332$). Er is echter geen significante samenhang gevonden tussen de geloofwaardige snelheidslimiet en DV-scores. Dat betekent dat de DV-scores meer lijken te zeggen over een veilige snelheid dan over een geloofwaardige limiet.

Uitkomstmaten / instrumenten	DV-meter	Veilige snelheid
Veilige snelheid	,250**	
Geloofwaardige snelheidslimiet	,109	,332**

** Correlatie is significant op 0.01 niveau (2-zijdig).

Tabel 3.2 *Pearson-correlaties tussen scores op elk van de drie uitkomstmaten van de gebruikte instrumenten.*

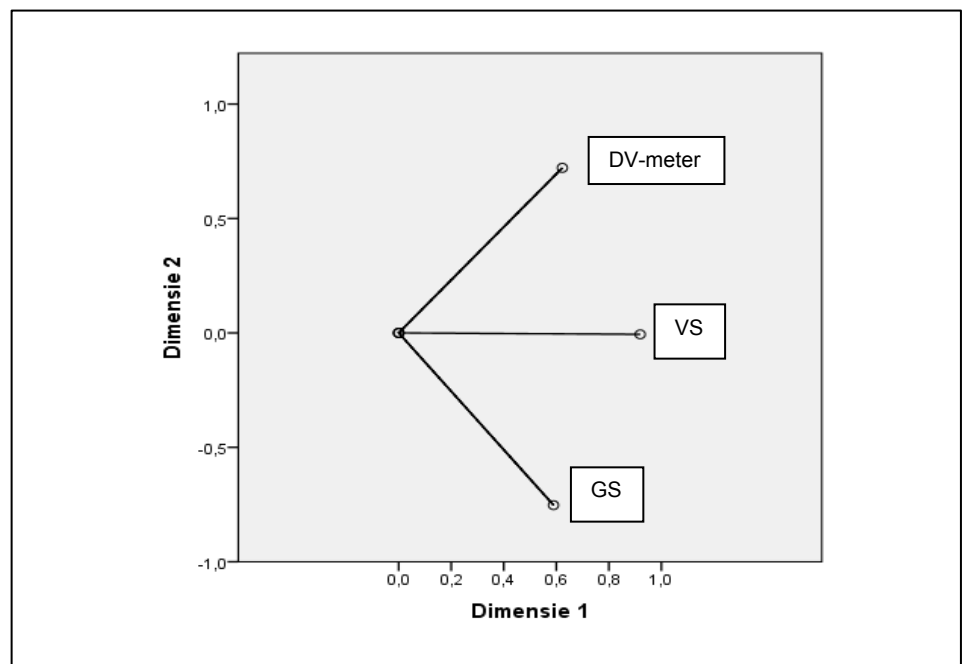
⁴ Klassengrenzen zijn: 0=0, 1= >0-1, 2=>1-2, et cetera.

In aanvulling op de correlaties is er een principale-componentenanalyse uitgevoerd voor categorische data (PCA-CAT). De correlatie geeft de mate van samenhang tussen de scores eendimensionaal aan. De PCA-CAT kan in één analyseresultaat de samenhang van de scores van alle instrumenten in één of meer dimensies zichtbaar maken. Deze analyse levert een oplossing in twee dimensies op basis van het criterium dat de eigenwaarde >1; een eventuele derde dimensie levert onvoldoende toegevoegde inzichten, terwijl de complexiteit van de uitkomst toeneemt bij 3 in plaats van 2 dimensies.

De componentladingen van elk van de componenten (de uitkomstmaten: DV-meter, VS, GS) op elk van de beide dimensies zijn in *Tabel 3.3* weergegeven. Deze laten zien dat de veilige snelheid (VS) vrijwel samenvalt met Dimensie 1 (0,919) en niet samenhangt met Dimensie 2 (-0,006). Beide andere componenten hangen sterker samen met Dimensie 2 dan met Dimensie 1.

Uitkomstmaten / instrumenten	Componentladingen	
	Dimensie 1	Dimensie 2
DV-meter	,623	,721
Geloofwaardige snelheidslimiet	,589	-,753
Veilige snelheid	,919	-,006

Tabel 3.3. De componentladingen van elk van de componenten (de uitkomstmaten: DV-meter, GS, VS) op de beide dimensies.



Afbeelding 3.4. Weergave van de drie componenten (DV-meter, VS, GS) van de principale-componentenanalyse voor categorische data (PCA-CAT) afgebeeld in twee dimensies.

In *Afbeelding 3.4* wordt een weergave van de componentladingen gegeven. Op basis daarvan kunnen hypothesen worden gegenereerd ten aanzien van de dimensies die onderliggend kunnen zijn aan samenhang tussen de componenten. Hieronder volgen de interpretatie en de hypothesen ten aanzien van de dimensies.

Bij de interpretatie van de getoonde samenhang (*Afbeelding 3.4*) is de volgende overweging van belang, waarbij ter illustratie de DV-scores als voorbeeld dienen. Deze kunnen variëren tussen 0 en 100 en worden bepaald door de som te nemen van het aantal Duurzaam Veilig-kenmerken (DV-kenmerken) dat 'positief' (voldoet aan de eisen van Duurzaam Veilig) wordt bevonden. Dat heeft als gevolg dat een DV-score van 50 kan voortkomen uit verschillende sets van positief scorende DV-kenmerken. Deze beide sets van DV-kenmerken kunnen daardoor elk verschillend samenhangen met de VS en GS. Zowel de DV-meter als de GS blijken sterk samen te hangen met beide dimensies (zie *Tabel 3.3*). Op Dimensie 1 is de samenhang positief, maar in Dimensie 2 is er een negatieve samenhang; zie de componentladingen in *Tabel 3.3*. De interpretatie van het patroon in *Afbeelding 3.4* kan als volgt worden uitgedrukt.

Dimensie 1: Wegontwerp dat hogere veilige snelheid mogelijk maakt, maar tegelijk de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet aantast

- De dimensie valt samen met de veilige snelheid (VS), waarbij rond de oorsprong de lage waarden liggen (relatief onveilig) en naar rechts de hoge waarden (relatief veilig omdat de veilige snelheid daar gelijk is aan de snelheidslimiet).
- Als het DV-gehalte van een weg toeneemt, dan hangt dat samen met een hogere veilige snelheid (zie *Afbeelding 3.4*); die hogere snelheid wordt mogelijk gemaakt door aanwezigheid van meerdere DV-kenmerken.
- Toenemende veiligheid (DV-meter en VS) hangt in deze dimensie samen met hogere scores op de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet (GS). Een hoge positieve score betekent dat een persoon 'zal gaan denken' dat er harder kan worden gereden dan de geldende snelheidslimiet. Tegelijkertijd kan de set van DV-kenmerken die in deze dimensie bijdragen aan een hogere VS, weggebruikers verleiden om harder te rijden dan de snelheidslimiet, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van grote obstakelvrije afstand of parallelvoorzieningen.

Dimensie 2: Wegontwerp dat bij toenemende Duurzaam Veilige inrichting de geloofwaardigheid bevordert

- In deze dimensie is de relatie tussen DV-meter en GS tegengesteld aan de relatie zoals die in Dimensie 1 is weergegeven. Dat kan als volgt worden geïnterpreteerd. In Dimensie 2 die zijn de DV-scores afgebeeld die zijn opgebouwd uit die set van kenmerken die zorgen dat de weggebruiker in toenemende mate geneigd is de snelheid aan te passen aan de geldende limiet. Dit zijn kenmerken die de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet bevorderen (lagere GS-score), bijvoorbeeld door aangebrachte drempels of plateaus.

Bevindingen:

- Uitgaande van Pearson-correlaties blijkt dat er geen significante samenhang is tussen de DV-scores en de GS-scores; deze hangen echter wel elk samen met de scores op veilige snelheid (VS). Op basis van uitsluitend deze resultaten zou de conclusie kunnen zijn dat er onvoldoende convergente validiteit bestaat tussen de DV-meter en de GS.
 - Door een PCA-CAT uit te voeren, komt echter een genuanceerder beeld naar voren, met name omdat de samenhang in twee dimensies wordt weergegeven. Hieruit blijkt dat er in de eerste dimensie een samenhang is tussen elk van de drie instrumenten (DV-meter, GS, VS), en dat in de tweede dimensie eveneens een samenhang bestaat tussen de DV-meter en GS. Deze samenhang in Dimensie 2 is tegengesteld aan die in Dimensie 1. Dat verklaart tevens waarom een significante samenhang aan de hand van Pearson-correlatie niet kon worden aangetoond.
 - Aan beide dimensies van de PCA-CAT is een veiligheidgerelateerde interpretatie gegeven:
Dimensie 1: wegontwerp dat hogere veilige snelheid mogelijk maakt, maar tegelijk de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet aantast.
Dimensie 2: wegontwerp dat bij toenemende Duurzaam Veilige inrichting de geloofwaardigheid bevordert. Dit laatste wegontwerp biedt in principe de grootste veiligheidswinst, omdat het voorkomt dat onveilig gedrag (hogere gereden snelheid op veiliger weg) toeneemt.
- In deze twee dimensionele oplossing is wel een samenhang gevonden tussen de scores van elk van de drie instrumenten. Dit resultaat wijst op convergente validiteit tussen deze instrumenten ten aanzien van verkeersveiligheid. Daarbij moet worden benadrukt dat de relatie van de instrumenten met het optreden van ongevallen nog niet is vastgesteld. Zoals gezegd ontbreken daarvoor belangrijke gegevens zoals verkeersintensiteit en gereden snelheden.
- Er is verondersteld dat verschillende sets van kenmerken bijdragen aan samenhang met elk van beide dimensies. Onduidelijk is welke set van kenmerken van de DV-meter vooral samenhangt met Dimensie 1 en welke met Dimensie 2. Nader onderzoek zal dat moeten uitwijzen.

3.4. Relatie tussen scores van instrumenten en ongevallendichtheid

Om inzicht te krijgen in de relatie tussen scores van de instrumenten en verkeersveiligheid (uitgedrukt in ongevalsrisico), hebben we dus gegevens nodig over verkeersintensiteit en gereden snelheid op de betreffende wegen. Die gegevens ontbreken echter. De enige maat die wel voorhanden is, is de ongevallendichtheid: het aantal ongevallen per kilometer weglengte. Om een indruk te geven van de manier waarop gegevens zich tot elkaar verhouden, geeft deze paragraaf daarom dezelfde resultaten als die in *Paragraaf 3.3*, maar dan aangevuld met de ongevallendichtheid.

Allereerst zijn in *Tabel 3.4* de Pearson-correlaties weergegeven tussen de instrumenten en de ongevallendichtheid. Er blijkt een relatief grote positieve samenhang tussen de ongevallendichtheid en de scores op de DV-meter; op wegen met een relatief hoge DV-score is sprake van een relatief hoge ongevallendichtheid. Dat wil niet zeggen dat een duurzaam veilige inrichting een weg onveilig maakt. Het is goed mogelijk dat wegen met een hoge DV-score, tegelijkertijd een hoge verkeersintensiteit hebben die de hoge

ongevallendichtheid kan verklaren. Het ontbreken van de intensiteitsgegevens maakt een valide interpretatie van de uitkomsten daarom niet mogelijk.

Uitkomstmaten / instrumenten	DV-meter	VS	GS
Veilige snelheid	,250**		
Geloofwaardige snelheidslimiet	,109	,332**	
Ongevallendichtheid	,399**	,162	,178

** . Correlatie is significant op 0.01 niveau (2-zijdig).

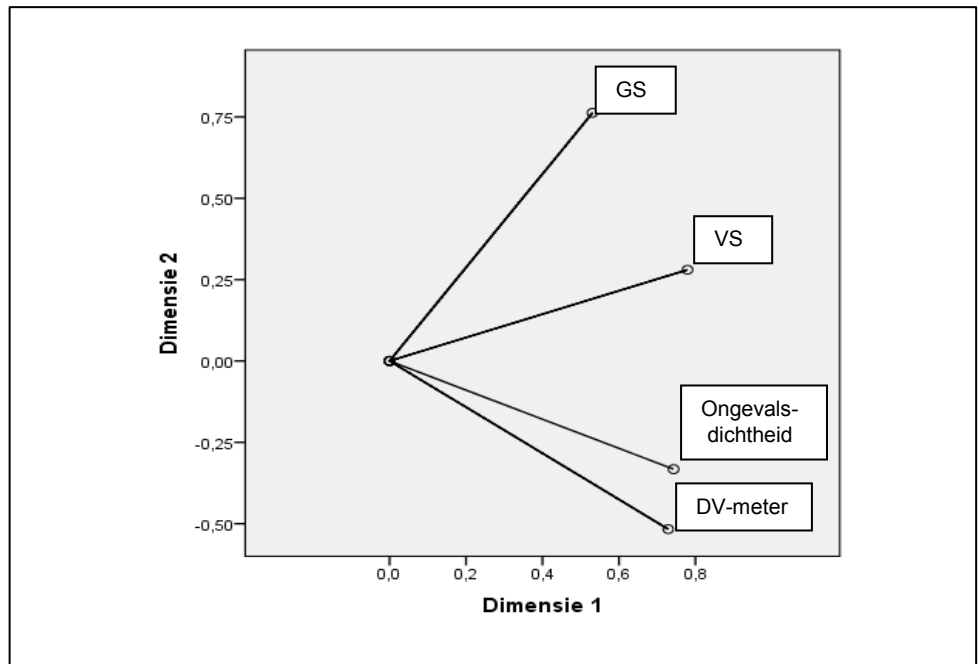
Tabel 3.4 *Pearson-correlaties tussen scores op elk van de drie uitkomstmaten van de gebruikte instrumenten en de ongevallendichtheid.*

De gegevens zijn ook met een PCA-CAT geanalyseerd. In *Tabel 3.5* zijn de componentladingen van elk van de componenten (de uitkomstmaten: DV-meter, GS, VS) op de beide dimensies weergegeven. Daaruit blijkt dat de componentladingen van de ongevallendichtheid, net als die van de DV-scores relatief hoog zijn op Dimensie 1 en negatief zijn op Dimensie 2.

Uitkomstmaten / instrumenten	Componentladingen	
	Dimensie 1	Dimensie 2
DV-meter	,729	-,517
Geloofwaardige snelheidslimiet	,531	,763
Veilige snelheid	,779	,280
Ongevallendichtheid	,743	-,332

Tabel 3.5 *De componentladingen van elk van de componenten (de uitkomstmaten: DV-meter, GS, VS) op de beide dimensies.*

In *Afbeelding 3.5* zijn de drie componenten (DV-meter, VS, GS) en die van de ongevallendichtheid weergegeven van de principale-componentenanalyse voor categorische data (PCA-CAT), afgebeeld in twee dimensies. In de afbeelding is te zien dat de ongevallendichtheid vrijwel dezelfde oriëntatie heeft als de DV-meter. Zoals hiervoor al is aangegeven, is het voor een valide interpretatie echter van groot belang om te kunnen beschikken over gegevens over verkeersintensiteit en gereden snelheid op de wegen die in dit onderzoek zijn betrokken. Bij vervolgonderzoek zullen deze gegevens moeten worden verzameld om te kunnen achterhalen wat de invloed is van een duurzaam veilige inrichting van een weg op de verkeersveiligheid.



Afbeelding 3.5. Weergave van de drie componenten (DV-meter, VS, GS) en die van de ongevallendichtheid van de principale-componentenanalyse voor categorische data (PCA-CAT), afgebeeld in twee dimensies.

Bevindingen:

1. Op basis van de Pearson-correlaties blijkt dat er een relatief sterke en significante positieve samenhang is tussen de DV-scores en de ongevallendichtheid. Diezelfde samenhang blijkt ook uit de PCA-CAT. Dat betekent dat op een weg die in grotere mate voldoet aan de kenmerken van Duurzaam Veilig, per kilometer meer ongevallen gebeuren. Dat wil echter niet zeggen dat de duurzaam veilige inrichting een weg onveilig maakt.
2. Een hoge ongevallendichtheid op wegen met een hoge DV-score, kan het gevolg zijn van een relatief hoge verkeersintensiteit op deze wegen. Gegevens over intensiteiten en gereden snelheden van de onderzochte wegen ontbreken echter. Die zijn noodzakelijk voor een valide interpretatie van de resultaten.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1. Conclusies

1. Binnen de meeste van de onderzochte wegen is er beperkte spreiding van DV- of VSGS-scores; dat wil zeggen dat de wegen in het algemeen uniform zijn ingericht. Op basis van deze scores zal binnen wegen (bijvoorbeeld per wegvak) geen groot onderscheid te maken zijn naar de mate van veiligheid. Bij een beperkt aantal wegen is er wel een grote spreiding van de scores, wat duidt op een relatief geringe uniformiteit van de inrichting van de betreffende wegen en daarmee mogelijke verschillen in veiligheid. Daarbij is het van belang om die wegen met geringe uniformiteit, als een aparte categorie te beschouwen.
2. Ruim driekwart (76%) van de onderzochte 50km/uur-wegen blijkt een veilige snelheid te hebben van 40 km/uur.
3. Bij wegen met een relatief hoge mate van duurzaam veilige inrichting is er sprake van een relatief hoge veilige snelheid (VS) en is de geloofwaardige snelheidslimiet (GS) veelal hoger dan de veilige snelheid (in absolute zin).
4. Er is sprake van convergente validiteit tussen de toegepaste instrumenten. Dit komt tot uitdrukking in de samenhang van de scores die met name zichtbaar wordt door een PCA-CAT in 2 dimensies, zichtbaar wordt.
5. Aan beide dimensies van de PCA-CAT kan een veiligheidgerelateerde interpretatie worden gegeven:
 - Dimensie 1: wegontwerp dat hogere veilige snelheid mogelijk maakt, maar tegelijk de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet aantast.
 - Dimensie 2: wegontwerp dat bij toenemende Duurzaam Veilige inrichting de geloofwaardigheid bevordert. Dit laatste wegontwerp biedt in theorie de grootste veiligheidswinst omdat het voorkomt dat onveilig gedrag (hogere gereden snelheid op veiliger weg) toeneemt.
6. De ongevallendichtheid, uitgedrukt in aantallen ongevallen per weglengte van een weg, neemt toe bij een hogere mate van duurzaam veilige inrichting van die weg. Dat wil echter niet zeggen dat de duurzaam veilige inrichting een weg onveilig maakt.
7. Een hoge ongevallendichtheid op duurzaam veilig ingerichte wegen (dus met een hoge DV-score), kan het gevolg zijn van een relatief hoge verkeersintensiteit op deze wegen. Gegevens over intensiteiten en gereden snelheden van de onderzochte wegen ontbreken echter. Die zijn noodzakelijk voor een valide interpretatie van de resultaten.

Dit onderzoek heeft geen relatie kunnen aantonen tussen DV-scores, VSGS-scores en de het ongevalsrisico. We hebben in dit onderzoek niet kunnen vaststellen in hoeverre de DV-meter of VSGS valide instrumenten

zijn waarmee samengestelde kenmerken van weginfrastructuur als SPI's kunnen worden aangemerkt. Daarvoor ontbraken essentiële gegevens, namelijk: recente gegevens over verkeersintensiteit en gereden snelheden. Wel is een relatie gevonden tussen DV-scores van wegen, veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten, die geïnterpreteerd kan worden in termen van verkeersveiligheid.

4.2. Aanbevelingen

1. Niet alle in dit onderzoek gevonden relaties tussen DV-meter, VSGS en ongevallendichtheid zijn geheel verklaarbaar. Vervolgonderzoek, waarbij ook verkeersintensiteit en werkelijke snelheden worden betrokken, is nodig om vast te stellen in hoeverre deze instrumenten risicoverschillen kunnen verklaren.
2. Het uiteindelijke doel is om SPI's voor stedelijke infrastructuur te bepalen, waarmee de (verkeersveiligheids)kwaliteit van het wegennetwerk en het wegontwerp kwantitatief kan worden beschreven, beoordeeld en gemonitord. Hiervoor is nader onderzoek nodig naar onder andere:
 - a. De ontwikkeling van de verkeersveiligheid op verschillende soorten duurzaam veilig ingerichte wegen: is de weg deels of volledig conform Duurzaam Veilig ingericht? Zijn deze wegen veiliger dan een niet duurzaam veilig ingerichte weg? En: kunnen deze verkeersveiligheidsrelaties worden bepaald met de DV-meter en/of VSGS?
 - b. De relatie tussen de afzonderlijke kenmerken die zijn opgenomen in de DV-meter en de VSGS enerzijds, en verkeersveiligheid anderzijds (welke kenmerken zijn wel/niet bepalend voor de relatie met verkeersveiligheid?)
 - c. De vraag of de veiligheid van een weg bepaald wordt door de meest extreme (hoge of lage) waarde van een wegkenmerk, of door het berekende gemiddelde over de gehele weg. Daarnaast is aanvullend onderzoek gewenst naar de relatie tussen enerzijds de scores van de DV-meter en de VSGS, in samenhang met gereden snelheden en verkeersintensiteit, en anderzijds de kans op een (ernstig) verkeersongeval.
 - d. De geschiktheid van de DV- en de VSGS-scores als alternatief voor ongevalgegevens om de verkeersveiligheid van wegen te beoordelen: zijn alle kenmerken die worden gemeten relevant als maat van de onveiligheid? En: zijn de uitkomsten van de instrumenten valide als het gaat om een aantoonbare relatie met verkeersveiligheid? Een belangrijke voorwaarde daarvoor is dat de kwaliteit (registratiegraad, inhoudelijke feitenregistratie) van de ongevallenregistratie toeneemt.
 - e. Er zal aanvullend onderzoek moeten worden gedaan naar SPI's voor netwerken, routes en kruispunten.

Literatuur

Anastasi, A. (1990). *Psychological Testing*. Macmillan Publishing Company, New York.

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

Berends, E.M. & Stipdonk, H.L. (2009). *De veiligheid van voetgangers en fietsers op 30km/uur-erftoegangswegen: de invloed van de inrichting van erftoegangswegen binnen de bebouwde kom op ongevallen tussen langzaam verkeer en motorvoertuigen*. R-2009-6. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2011). *En route to safer roads; How road structure and road classification can affect road safety*. PhD thesis. Universiteit Twente. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. & Aarts, L.T. (2014). *Monitoring verkeersinfrastructuur. Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2014-2. SWOV, Den Haag.

Dijkstra, A., Wijlhuizen G.J. & Aarts, L.T. (te verschijnen). *Monitoring van de veiligheidskwaliteit van weginfrastructuur en fietsinfrastructuur*. SWOV, Den Haag.

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

Hafen, K., Lerner, M., Allenbach, R., Verbeke, T., et al. (2005). *Deliverable D3.1: State of the art Report on Road Safety Performance Indicators*. European Commission, Directorate-General Transport and Energy, Brussels.

Kooij, R.M. van der & Dijkstra, A. (2000). *Ontwikkeling van een 'DV-gehalte-meter' voor het meten van het gehalte duurzame veiligheid*. R-2000-14. SWOV, Leidschendam.

Linting, M., Meulman, J.J., Groenen, P.J. & Kooij, A.J. van der (2007). *Nonlinear principal components analysis: introduction and application*. In: *Psychol Methods*, September 12 (3): 336-58.

Schermers, G. & Dijkstra, A. (2014). *Prestatie-indicatoren (SPI's) voor veilige wegen*. A-2014-2. SWOV, Den Haag. [Vertrouwelijk]

Bijlage A

Kenmerken binnen de Duurzaam Veilig-meter en VSGS

De kenmerken van de *Duurzaam Veilig-meter* zijn:

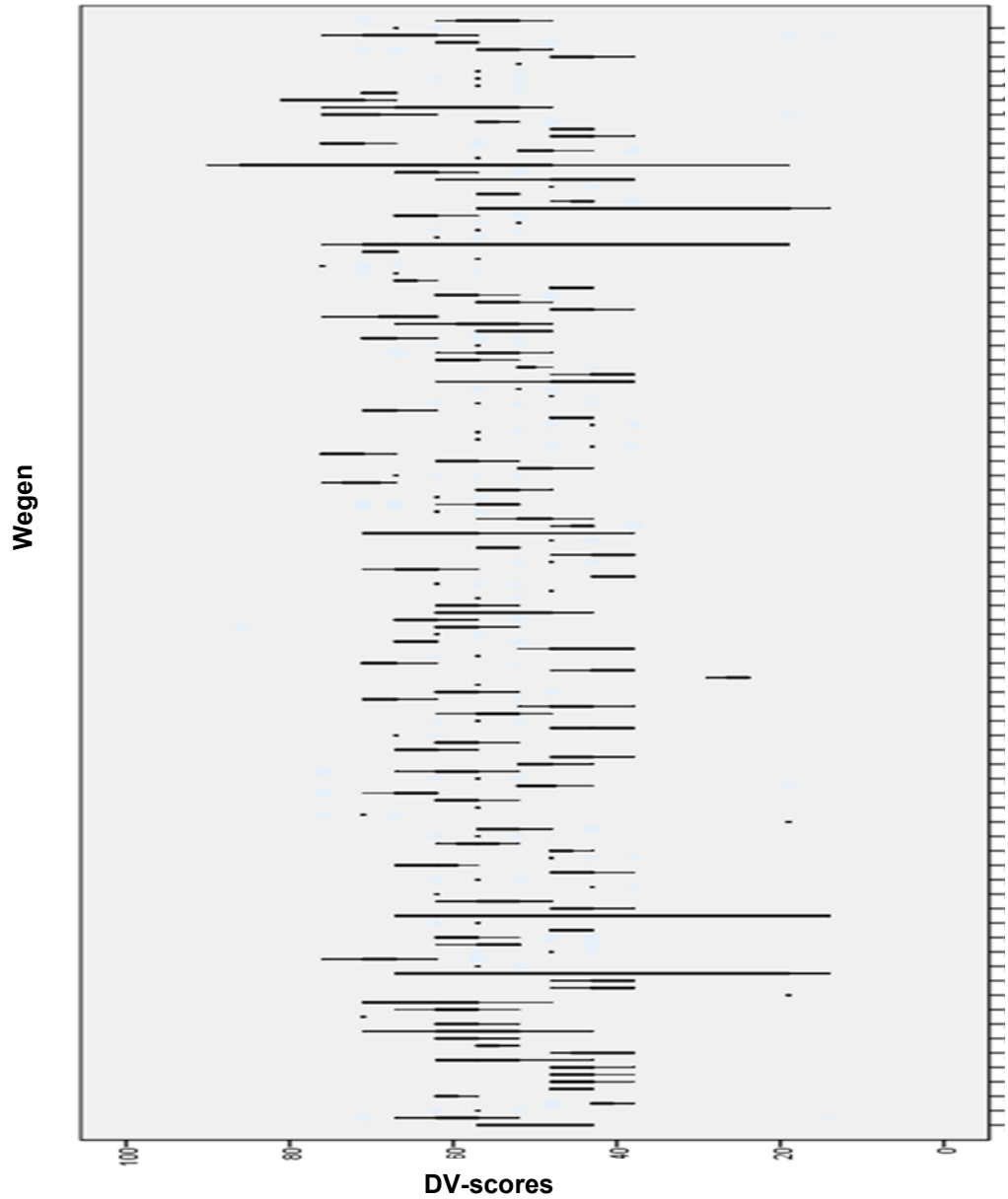
- 1a. Obstakelvrije afstand links
- 1b. Obstakelvrije afstand rechts
2. Ov-haltes
3. Pechvoorziening
4. Vooraankondiging bewegwijzering
5. Rijrichtingscheiding
- 6a. Kantmarkering of -voorziening links
- 6b. Kantmarkering of -voorziening rechts
7. Geslotenverklaring
8. Wegverharding
9. Maximumsnelheid
- 10a. Parallelvoorziening links
- 10b. Parallelvoorziening rechts
- 11a. Parkeren links
- 11b. Parkeren rechts
- 12a. Uitritten links
- 12b. Uitritten rechts
13. Drempels/plateaus
- 14a. Fiets-/bromfietsvoorziening op rijbaan links
- 14b. Fiets-/bromfietsvoorziening op rijbaan rechts

De verzamelde kenmerken voor VSGS (aanvullend op de kenmerken voor de Duurzaam Veilig-meter) zijn:

- 1a Breedte redresseerstrook rechterkant
- 1b Breedte redresseerstrook linkerkant
- 2 Rechtstand of boog
- 3 Kruispuntsoort
- 4 Lengte
- 5a Wegbreedte rechterkant
- 5b Wegbreedte linkerkant
- 6a Aantal rijstroken rechtterijbaan
- 6b Aantal rijstroken linkerijbaan

Bijlage B

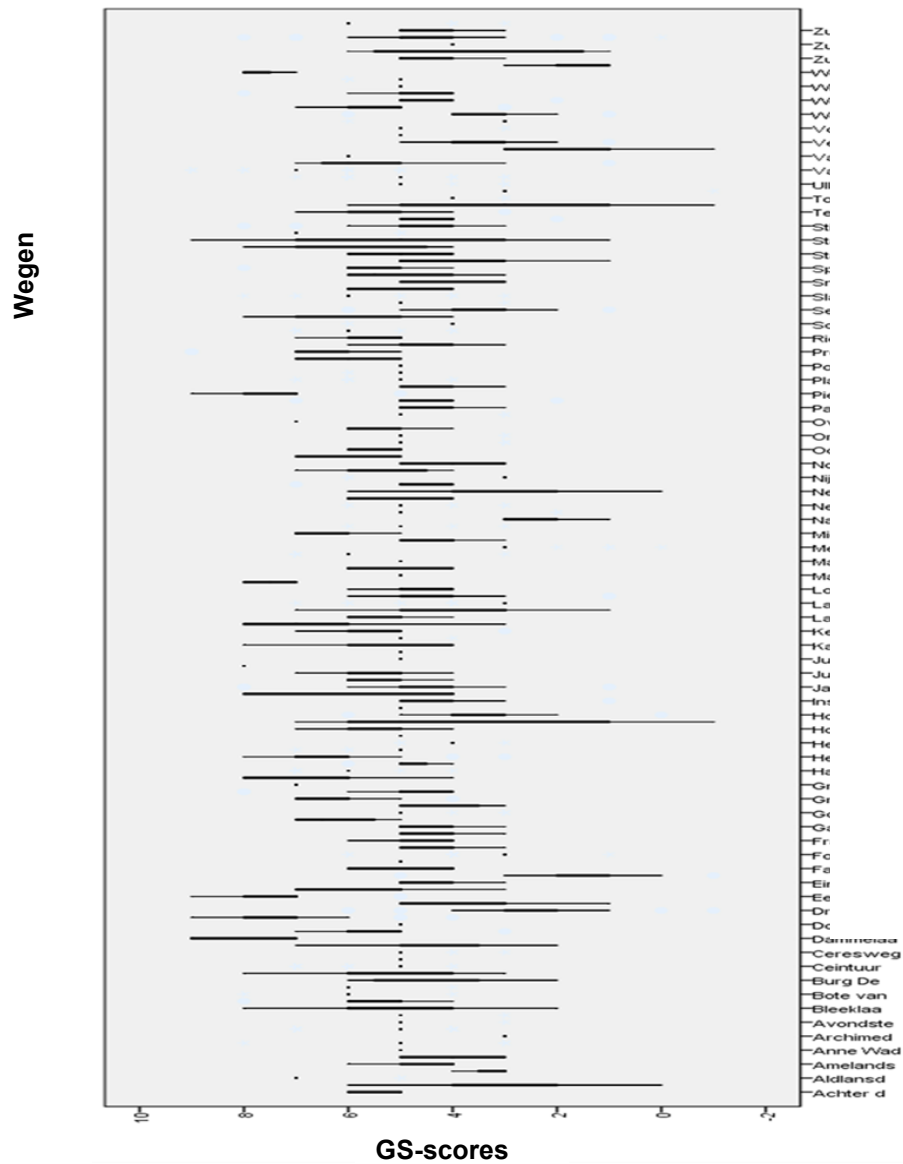
Verdeling van de Duurzaam Veilig-scores per weg



De breedte van elke lijn in de afbeelding geeft de mate van spreiding aan van de scores van de betreffende weg; binnen het gebied van de dikke (zwarte) lijn bevindt zich 95% van de scores. De wegen die als een punt zijn afgebeeld (N=49), hebben voor vrijwel elke 25 meter een identieke DV-score.

Bijlage C

Verdeling van de scores voor geloofwaardige snelheidslimiet (GS) per weg



De breedte van een lijn geeft de mate van spreiding aan van de scores van de betreffende weg; binnen het gebied van de dikke (zwarte) lijn bevindt zich 95% van de scores. De wegen die als een punt zijn afgebeeld (N=60), hebben voor vrijwel elke 25 meter een identieke GS-score.