

Auteurs



Dr. ir. Reinier Jansen



S. van der Kint, MSc



Ing. G. Schermers

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2018-23
Titel:	Geloofwaardigheid van snelheidslimieten
Ondertitel:	Evaluatie van de geloofwaardigheidsscore op 50km/uur-wegen in Amsterdam
Auteur(s):	Dr. ir. R. Jansen, S. van der Kint, MSc & ing. G. Schermers
Projectleider:	Dr. ir. R. Jansen
Projectnummer SWOV:	S18.16a
Trefwoord(en):	Evaluation (assessment); speed; speed limit; speeding; database; data exchange; data processing; urban area; driver; driving (veh); traffic; safety; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	In dit onderzoek wordt bekeken in hoeverre limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen kunnen worden voorspeld vanuit de score voor de geloofwaardigheid van snelheidslimieten, zoals opgesteld met VSGS, een instrument om 'veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten' te bepalen. Hiervoor is gebruikgemaakt van twee gegevensbronnen: 1) gecodeerde 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam, op basis waarvan de geloofwaardigheidsscore is berekend en 2) daadwerkelijk gereden snelheden op diezelfde wegen, gemeten met de <i>naturalistic driving</i> -methode.
Aantal pagina's:	45
Fotografen:	Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2018 Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

De informatie in deze publicatie is openbaar.

Overname is toegestaan met bronvermelding.

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

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

Samenvatting

Veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten zijn belangrijke indicatoren voor de verkeersveiligheid van een weg of wegvak. Om te kunnen beoordelen in hoeverre een weg of een wegvak hieraan voldoet, is een speciaal instrument ontwikkeld: VSGS. Het VSGS-instrument beoogt (1) vast te stellen wat een veilige rijsnelheid is gegeven de inrichting van de weg, (2) te bepalen in hoeverre deze afwijkt van de huidige snelheidslimiet en (3) te evalueren of de plaatselijke snelheidslimiet geloofwaardig is. Een belangrijk onderdeel hiervan is de GS-score, een optelsom van wegfactoren die elk als vertrager (-1), versneller (+1) of neutraal (0) aan de score bijdragen. De optelsom die leidt tot de GS-score, geeft een indicatie van de geloofwaardigheid van de geldende snelheidslimiet. Wanneer de GS-score +2 (of hoger) is, dan is er sprake van een versnellend effect en bij -2 (of lager) van een vertragend effect.

Bij een grotere positieve GS-score mag dus een grotere overschrijding van de limiet worden verwacht, en bij een grotere negatieve GS-score mag een grotere limietoverschrijding worden verwacht. Of dat in de praktijk ook daadwerkelijk gebeurt, is echter niet goed bekend. De GS-score is in meerdere studies weliswaar gebruikt als indicator van de mate waarin de huidige limieten geloofwaardig zijn (Aarts et al., 2010; Dijkstra, Louwerse & Aarts, 2010), maar de GS-score is nooit gevalideerd met empirische resultaten.

Het continu verbeteren van kennis en instrumenten is eigen aan wetenschappelijk onderzoek, zeker wanneer nieuwe databronnen en bijbehorende onderzoeksmethoden daartoe een mogelijkheid bieden. Om in beeld te krijgen in hoeverre de GS-score valide is, heeft SWOV daarom een verkennende studie uitgevoerd naar de GS-scores op een aantal 50km/uur-wegen in Amsterdam. De vier onderzoeksvragen daarbij zijn:

1. Is de GS-score een goede voorspeller voor limietoverschrijdingen en -overschrijdingen op 50km/uur-wegen?
2. Is de GS-score een goede voorspeller voor snelheid op 50km/uur-wegen?
3. Zijn het aantal versnellers en vertragers goede voorspellers voor snelheid op 50km/uur-wegen?
4. Zijn de onderliggende GS-factoren (wegkenmerken op basis waarvan het aantal versnellers en vertragers wordt bepaald) goede voorspellers voor snelheid op 50km/uur-wegen?

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, is gebruikgemaakt van twee eerder verkregen databronnen. De eerste is een eerder onderzoek van SWOV (Wijlhuizen et al., 2017), waarin de wegkenmerken van alle 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam zijn geïnventariseerd en waarvan vervolgens de GS-score is berekend. Deze informatie is gekoppeld aan de database van het Europese project UDRIVE, waarin het natuurlijke rijgedrag van een groot aantal proefpersonen in Europa is bestudeerd. Voor deze studie zijn deze *naturalistic driving*-gegevens gebruikt van 33 bestuurders die tussen 2015 en 2017 gedurende een periode van zes maanden hebben rondgereden in onder andere Amsterdam. Door de GS-scores van wegvakken in Amsterdam te koppelen aan daadwerkelijk gereden snelheden op dezelfde locaties en hierbij te corrigeren voor unieke wegvakken, ritten en bestuurders, is het mogelijk om de validiteit van GS-scores op 50km/uur-wegen te onderzoeken. Hierbij dient men zich te realiseren dat er is gekeken naar een klein gebied binnen de bebouwde kom van Amsterdam en bovendien naar het

snelheidsgedrag van een kleine groep automobilisten. Dit betekent dat de resultaten waarschijnlijk beperkt representatief zijn voor andere wegen binnen de bebouwde kom in Nederland.

Eenzijds bevestigen de uitkomsten van een aantal afzonderlijke GS-factoren dat zij de gereden snelheid significant voorspellen. De GS-factoren 'Rechtstanden', 'Kruisingendichtheid' en 'Wegbeeld' voorspellen als versneller een significante snelheidstoename van respectievelijk 6,12 km/uur, 4,84 km/uur en 2,19 km/uur. De factor 'Rijrichtingscheiding' blijkt als vertrager een significante snelheidsafname te voorspellen met 1,07 km/uur.

Anderzijds geldt dat de GS-factoren 'Rechtstanden', 'Kruisingendichtheid' en 'Wegbeeld' als vertrager en 'Rijrichtingscheiding' als versneller volgens de uitkomsten van dit onderzoek géén significant effect op snelheid hadden. Ook bij de overige afzonderlijke GS-factoren ('Geslotenverklaring', 'Wegbreedte', Rijstrookbreedte' en 'Aantal rijstroken') zijn geen significante effecten op snelheid gevonden. Het is aannemelijk dat mede daardoor het aantal versnellers en vertragers geen significante toename en afname van de snelheid voorspellen. Evenzo is het aannemelijk dat het ontbreken van significante snelheidseffecten van diverse afzonderlijke GS-factoren heeft geleid tot het ontbreken van significante effecten voor de GS-score als voorspeller van limietoverschrijdingen, limietonderschrijdingen en rijnsnelheid in het algemeen.

Een belangrijke kanttekening is dat zowel de GS-score, het aantal versnellers en vertragers, als de afzonderlijke GS-factoren niet meer dan 1% van de variantie in snelheid konden verklaren. De correctie die in iedere analyse is uitgevoerd voor wegvakken, ritten en bestuurders, bleek op zichzelf 15%-20% van de variantie in snelheid te verklaren. Dit betekent dat het grootste deel van de variantie in snelheid te verklaren moet zijn vanuit nog weer andere factoren en/of door andere drempelwaarden te kiezen waarmee de huidige GS-factoren als versneller of vertrager worden aangemerkt.

Bovengenoemde uitkomsten en kanttekening leiden tot het voornemen om mogelijk vervolgonderzoek uit te voeren naar de selectie van factoren die limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen voorspellen en de drempelwaarden die gehanteerd zouden moeten worden om te mogen spreken van een versneller of een vertrager. Dergelijk onderzoek kan zich als verdiepingsslag richten op het reeds onderzochte gebied en als verbredingsslag op andere (stedelijke) gebieden, zodat geëvalueerd kan worden of de uitkomsten van deze verkennende studie gegeneraliseerd mogen worden naar andere stedelijke gebieden. De belangrijkste conclusie is dat bij de 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam vooralsnog voorzichtigheid is geboden bij de interpretatie van de GS-score als indicator van de veiligheid.

Inhoud

1	Inleiding	8
1.1	Veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten (VSGS)	8
1.2	Validiteit van de VSGS-methode	10
1.3	Mogelijkheden met <i>naturalistic driving</i> -gegevens	11
1.4	Doelstelling en afbakening	11
1.5	Leeswijzer	12
2	Literatuur	13
2.1	Praktijktoetsen	14
2.2	Vragenlijststudies	16
2.3	Rijsimulatorstudies	17
2.4	Veldstudies	17
2.5	Conclusie	18
3	Methode en databronnen	20
3.1	Inventarisering 50km/uur-wegen Amsterdam	20
3.2	Berekening GS-score Amsterdam	21
3.3	UDRIVE-gegevens	22
3.4	Koppeling tussen databronnen	22
3.5	Selectie van vrij gekozen snelheid	24
3.6	Statistische analyse	25
3.6.1	GS-score als onafhankelijke variabele	25
3.6.2	Aantal versnellers en vertragers als onafhankelijke variabelen	26
3.6.3	GS-factoren als onafhankelijke variabelen	26
3.6.4	Bepalen van significante effecten	26
4	Resultaten	27
4.1	Dataset na koppeling databronnen en filteren op vrij gekozen snelheid	27
4.2	Relatie GS-score en limietoverschrijding	29
4.3	Relatie GS-score en snelheid	30
4.4	Relatie aantal versnellers, vertragers en snelheidskeuze	31
4.5	Relatie GS-factoren en snelheidskeuze	32

5	Discussie en conclusies	35
5.1	Samenvatting resultaten	35
5.2	Implicaties	36
5.3	Beperkingen en aanbevelingen	37
5.3.1	Beperkingen met betrekking tot de steekproef	37
5.3.2	Verklaarde variantie van snelheid	38
5.3.3	Selecteren van vrij gekozen snelheid	39
5.3.4	Algoritmen voor koppeling tussen UDRIVE- en CycloMedia-databases	39
5.4	Conclusie	40
	Referenties	41
	Bijlage 1 Verdeling van meetpunten	44

1 Inleiding

Jaarlijks worden er gemiddeld ruim 120 dodelijke ongevallen op 50km/uur-wegen geregistreerd en in 2017 betrof dit aantal ruim 150 (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland; BRON). Snelheid speelt hierbij een belangrijke rol. Op 30km/uur- en 50km/uur-wegen moet een veilige uitwisseling tussen snelverkeer en kwetsbare verkeersdeelnemers mogelijk worden gemaakt. Snelheidsbeheersing is hierbij belangrijk omdat snelheid zowel de kans op een ongeval als de ernst van het letsel beïnvloedt (Aarts & Van Schagen, 2006). Steekproeven op diverse 30km/uur-wegen tonen echter aan dat een groot aandeel van de automobilisten harder rijdt dan de 30km/uur-limiet, waarvan een groot deel met een forse overschrijding van meer dan enkele kilometers (Goldenbeld et al., 2017). Daarnaast geven automobilisten zelf aan geregeld harder te rijden dan de limiet (Biervliet et al., 2010).

Bovenstaande observaties wekken de vraag op in hoeverre de inrichting van deze wegen verkeersdeelnemers beïnvloedt om zich aan de snelheidslimiet te houden. Een 'geloofwaardiger snelheidslimiet' draagt bij aan een betere snelheidsbeheersing (Van Nes et al., 2007a). Het begrip geloofwaardige snelheidslimieten is voor het eerst in Nederland geïntroduceerd in de verkenning voor snelheidsbeheersing van Van Schagen, Wegman & Roszbach (2004). Zij definiëren een geloofwaardige snelheidslimiet als een limiet die past bij het beeld dat de weg en de (verkeers)situatie oproepen. De gedachte is dat geloofwaardige limieten ervoor zorgen dat voertuigbestuurders zich beter aan de maximumsnelheid houden; als zij de limiet als ongeloofwaardig ervaren, zullen ze meer geneigd zijn om zelf hun snelheid te bepalen.

1.1 Veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten (VSGS)

Van Nes et al. gaven in 2007 al een aanzet voor de ontwikkeling van een checklist voor de beoordeling van geloofwaardige snelheidslimieten (Van Nes et al., 2007a). Daarbij werd op basis van weg- en omgevingskenmerken bepaald in hoeverre de snelheidslimiet op een weg of wegvak geloofwaardig is. Later werd deze methode verder uitgewerkt tot een instrument om 'veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten' te kunnen bepalen: VSGS (zie onder andere Aarts, Dijkstra & Bax, 2014).

De VSGS-methode brengt met een stappenplan de potentiële onveiligheid van situaties in kaart. De eerste stap betreft de *veilige snelheid*: door te kijken naar de afstemming van functie, vorm en gebruik, kan er proactief – dus ook wanneer er nog geen ongevallen hebben plaatsgevonden – bepaald worden welke snelheid(slimiet) veilig is (de VS-score). Hierbij bepaalt de 'zwakste schakel' (bijvoorbeeld het mengen van gemotoriseerd verkeer met voetgangers) welke snelheid veilig is. *Tabel 1.1* geeft de factoren weer die bepalen welke snelheidslimiet als veilig wordt beschouwd voor wegen binnen de bebouwde kom.

Tabel 1.1. Voorstel voor veilige snelheden gegeven de potentiële conflicten tussen verschillende verkeersdeelnemers en inrichtingskenmerken van de weg (overgenomen t/m 50 km/uur uit Aarts & Dijkstra, 2018). Wijzigingen ten opzichte van de rij erboven zijn **vet gemarkeerd**.

Potentiële conflictsituaties en voorwaarden in verband daarmee	Veilige snelheid
Mogelijke conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers op erven (geen trottoirs aanwezig en voetgangers gebruiken de hele rijbaan)	15 km/uur
Mogelijke conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers op wegen, kruispunten, ook in situaties met fiets-of suggestiestroken	30 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers, uitgezonderd gemotoriseerde tweewielers met helm (bromfiets op de rijbaan) Mogelijke dwarsconflicten tussen autoverkeer, mogelijke frontale conflicten tussen autoverkeer. Stopzichtafstand ≥ 47 m	50 km/uur

De tweede stap van VSGS betreft de *geloofwaardigheid van de snelheidslimiet* (de GS-score): als het wegontwerp aansluit bij de beleving van de bestuurders, zal een veilige snelheidslimiet voor een deel automatisch worden gehandhaafd. Om de GS-score te bepalen, wordt er gekeken naar de wegkenmerken van een weg of wegvak. Oorspronkelijk zijn vijf wegkenmerken geïdentificeerd die van invloed zijn op de geloofwaardigheid van de snelheidslimiet (Tabel 1.2). In de loop van de tijd zijn deze op onderdelen aangepast en later zijn er ook nieuwe kenmerken aan toegevoegd.

Tabel 1.2. Oorspronkelijke wegfactoren voor de GS-score (Aarts & Van Nes, 2007)

Wegkenmerken	Versnellers	Vertragers
Rechtstanden	Lange rechtstanden (rechte weg)	Korte rechtstanden (veel bochten en/of kruisingen)
Fysieke snelheidsremmers	Geen fysieke snelheidsremmers	Wel fysieke snelheidsremmers
Openheid van de wegomgeving	Open overzichtelijke wegomgeving	Gesloten onoverzichtelijke wegomgeving
Wegbreedte	Brede weg	Smalle weg
Wegdek	Effen wegdek	Oneffen wegdek

Deze wegkenmerken worden beoordeeld als ‘versnellers’ of ‘vertragers’ en worden opgeteld om tot een score te komen voor de geloofwaardigheid van de geldende snelheidslimiet (GS-score). Voor elk van deze wegkenmerken wordt bepaald of deze als versneller, vertrager of neutraal werkt. Als een kenmerk vertragend werkt, wordt de GS-score met 1 punt verlaagd (-1). Als een kenmerk versnellend werkt, wordt de score met 1 punt verhoogd. Een neutraal kenmerk heeft een score van 0 en verandert de GS-score niet.

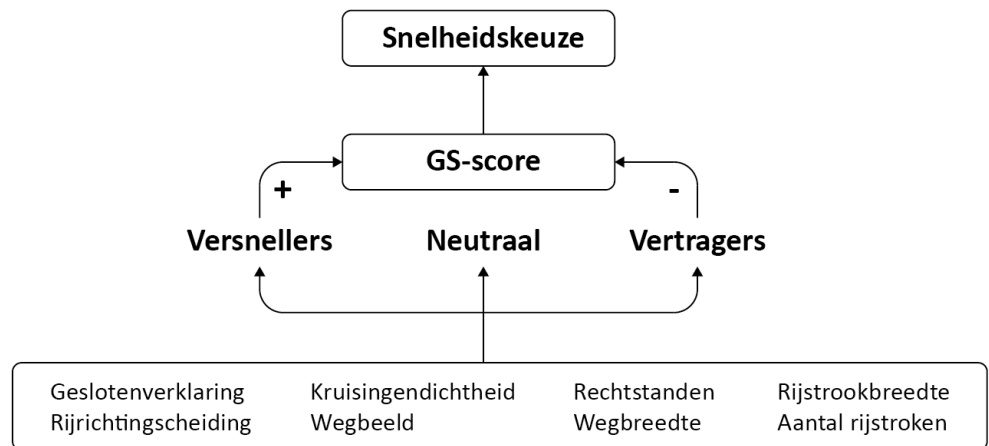
In dit rapport worden de volgende wegkenmerken gebruikt om de GS-score te bepalen:

- > Geslotenverklaring;
- > Rijrichtingscheiding;
- > Kruisingendichtheid;
- > Wegbeeld;
- > Rechtstanden;
- > Wegbreedte;
- > Rijstrookbreedte;
- > Aantal rijstroken.

Afbeelding 1.1 geeft schematisch weer hoe de GS-score van deze kenmerken wordt berekend. Als er een totaalscore van -2 (of lager) is, is er sprake van een vertragend effect door de omgevingskenmerken. Een score van +2 (of hoger) betekent een versnellend effect. Een kanttekening bij de wegkenmerken is dat deze allemaal statisch zijn. De invloed van dynamische kenmerken op

snelheidskeuze – zoals het weer, drukte op de weg en de samenstelling van het verkeer – zijn in de huidige toepassing geen onderdeel van de GS-score.

Afbeelding 1.1. Schema van de berekening van de GS-score



Als derde en laatste stap van de VSGS-methode kijken we of er sprake is van handhaving of begeleidende voorlichting. De gekozen rijnsnelheid kan immers beïnvloed worden door snelheidscontroles, trajectcontroles of simpelweg het bericht dat er gecontroleerd wordt.

Het idee achter het koppelen van scores aan de weg, is dat dit de lokale wegbeheerder een toegankelijk overzicht geeft in de wegen die vanuit het oogpunt van rijnsnelheid aandacht verdienen. Uit de VSGS-methode kunnen dan ook drie aanbevelingen voor de wegbeheerder volgen (Aarts, Dijkstra & Bax., 2014):

1. De snelheidslimiet moet worden aangepast aan de veilige en geloofwaardige limiet.
2. De weg en omgeving moeten worden aangepast aan de veilige en geloofwaardige limiet.
3. Handhaving en begeleidende voorlichting moeten worden aangepast.

1.2 Validiteit van de VSGS-methode

In de afgelopen jaren zijn meerdere studies uitgevoerd naar de mate waarin GS-scores gebruikt kunnen worden als indicator van verkeersveiligheid (Aarts, Dijkstra & Bax, 2014; Wijlhuizen et al., 2017; Bax, Schermers & Kars, 2018). De impliciete aanname bij deze studies is dat de VSGS-methode valide is. Maar is dit wel zo? Wijlhuizen et al. (2017) vonden bijvoorbeeld dat het aantal ongevallen per kilometer weglengte op 50km/uur-wegen significant afnam bij een hogere GS-score. Dit terwijl er volgens de VSGS-methode bij een hogere GS-score een grotere limietoverschrijding verwacht mag worden, wat volgens Aarts en Van Schagen (2006) tot een groter aantal ongevallen zou moeten leiden.

De validiteit van een methode heeft betrekking op de vraag in hoeverre de uitkomst van de methode een correct beeld geeft van de werkelijkheid. In een review van methoden en instrumenten die de verkeersveiligheid moeten onderbouwen, constateerden de onderzoekers dat de validiteit van de VSGS-methode 'onbekend' is (Aarts, Brandenburg & Van Nes, 2011).

De vraag is dus hoe we kunnen onderzoeken of de VSGS-methode wel of niet valide is. Met betrekking tot geloofwaardige snelheidslimieten kunnen we dat doen door te analyseren in hoeverre GS-scores van verschillende locaties een goede voorspeller zijn van de daadwerkelijk gereden snelheid op die locaties. Bij een grotere positieve GS-score mag een grotere overschrijding van de limiet worden verwacht. Omgekeerd mag bij een grotere negatieve GS-score verwacht worden bestuurders langzamer dan de limiet zullen rijden.

De hier gerapporteerde studie is een eerste stap op weg naar een dergelijke validatie. Daarbij kijken we specifiek naar gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur. Om de GS-score te kunnen valideren als voorspeller, moet een studie voldoen aan vier criteria:

1. De studie omvat wegen binnen de bebouwde kom.
2. Er zijn metingen verricht van de rijnsnelheid op die wegen.
3. Op basis van de geïnventariseerde wegkenmerken moeten er GS-scores berekend zijn.
4. De GS-scores zijn vergeleken met de daadwerkelijk gereden snelheid.

1.3 Mogelijkheden met *naturalistic driving*-gegevens

Sinds 2017 heeft SWOV beschikking over de database van het Europese project UDRIVE, waarin met het natuurlijke rijgedrag – *naturalistic driving* – van een groot aantal proefpersonen in Europa is verzameld en bestudeerd (Bärgman et al., 2017; zie ook *Paragraaf 2.4* en *Paragraaf 3.3*). Het grote voordeel van deze data is dat het rijgedrag wordt bestudeerd in de natuurlijke omgeving van de deelnemende bestuurders. Daardoor is het mogelijk om de invloed van de betreffende infrastructuur op hun rijgedrag te bestuderen, per bestuurder of als gehele groep.

Voor deze studie zijn UDRIVE-gegevens over rijnsnelheden van individuele bestuurders vergeleken met de GS-scores op een aantal 50km/uur-wegen (gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom) in Amsterdam.

1.4 Doelstelling en afbakening

Met deze verkennende studie willen we in kaart brengen in hoeverre de geloofwaardigheid van een snelheidslimiet – geoperationaliseerd als de GS-score met VSGS – is gerelateerd aan daadwerkelijke snelheidskeuzen. Door gebruik te maken van *naturalistic driving*-gegevens, is het mogelijk om daadwerkelijke gereden en ‘vrij gekozen’ snelheden (de snelheid die een bestuurder kiest zonder dat deze beïnvloed wordt door de aanwezigheid van andere verkeersdeelnemers) te vergelijken met wettelijke limieten op 50km/uur-wegen in Amsterdam. Daarbij willen we antwoorden vinden op de volgende onderzoeksvragen, met bijbehorende hypothesen.

Onderzoeksvraag 1: Is de GS-score een goede voorspeller voor limietoverschrijdingen en onderschrijdingen op 50km/uur-wegen?

- Hypothese 1: Een grotere positieve GS-score voorspelt een grotere limietoverschrijding.
- Hypothese 2: Een grotere negatieve GS-score voorspelt een grotere limietonderschrijding.

Als de GS-score geen goede voorspeller blijkt voor limietoverschrijdingen en onderschrijdingen, dan is een logische vervolgvraag wat hiervan de oorzaak zou kunnen zijn. Daarom wordt stapsgewijs verkend hoe elk van de onderliggende GS-factoren (de wegkenmerken in *Afbeelding 1.1*) is gerelateerd aan de feitelijk gereden snelheid. Dit leidt tot onderzoeksvragen 2 tot en met 4.

Onderzoeksvraag 2: Is de GS-score een goede voorspeller voor de feitelijke gereden snelheid op 50km/uur-wegen?

- Hypothese 3: Een grotere positieve GS-score voorspelt een hogere snelheid, ongeacht hoe deze snelheid zich verhoudt tot de wettelijke limiet.
- Hypothese 4: Een grotere negatieve GS-score voorspelt een lagere snelheid, ongeacht hoe deze snelheid zich verhoudt tot de wettelijke limiet.

Onderzoeksvraag 3: Zijn het aantal versnellers en vertragers goede voorspellers voor de gereden snelheid op 50km/uur-wegen?

- Hypothese 5: Een groter aantal versnellers voorspelt een grotere snelheid.
- Hypothese 6: Een groter aantal vertragers voorspelt een lagere snelheid.

Onderzoeksvraag 4: Zijn de onderliggende GS-factoren (de wegkenmerken op basis waarvan het aantal versnellers en vertragers wordt bepaald) goede voorspellers voor de gereden snelheid op 50km/uur-wegen?

- Hypothese 7: De aanwezigheid van GS-factoren die als versneller zijn gelabeld, voorspellen een hogere snelheid dan de aanwezigheid van GS-factoren die als neutraal zijn gelabeld.
- Hypothese 8: De aanwezigheid van GS-factoren die als vertrager zijn gelabeld, voorspellen een lagere snelheid dan de aanwezigheid van GS-factoren die als neutraal zijn gelabeld.

Voor alle (alternatieve) hypothesen geldt dat de nulhypothese het tegengestelde effect betreft. Zo is de nulhypothese voor (alternatieve) hypothese 1 dat een grotere positieve GS-score géén grotere limietoverschrijding voorspelt. In deze studie worden dus eenzijdige hypothesen getoetst.

In deze studie kijken we specifiek naar *naturalistic driving*-gegevens van ritten op 50km/uur-wegen in Amsterdam. Daarbij kijken we alleen naar de rij snelheden op het moment dat een voertuig zich op minimaal 50 meter van het dichtstbijzijnde kruispunt bevond. Dat doen we omdat de aanrij snelheid op kruispunten grotendeels bepaald wordt door voorrangregelingen en kruispuntkenmerken. Ook wordt in dit onderzoek alleen de GS-score geëvalueerd. De VS-score wordt buiten beschouwing gelaten.

De GS-score zou in termen van robuustheid in iedere dataset een goede voorspeller van limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen moeten zijn. Mocht de GS-score in deze verkennende studie valide blijken, dan mag gezien de beperkte omvang en de specifieke locatie nog niet geconcludeerd worden dat de GS-score in alle datasets valide is. Als blijkt dat de GS-score (en daarmee VSGS) niet valide is, dan is terughoudendheid geboden om VSGS op andere datasets toe te passen.

1.5 Leeswijzer

Voordat we ingaan op de onderzoeksmethode en de gebruikte databronnen voor deze studie (*Hoofdstuk 3*), geven we in *Hoofdstuk 2* een overzicht van een aantal studies die gebruikt zijn bij de ontwikkeling van VSGS, studies die later gebruik hebben gemaakt van de methode en studies die onderzoek hebben gedaan naar limietoverschrijdingen, zonder daarbij de VSGS-methode te hebben gebruikt. *Hoofdstuk 4* bevat de resultaten, waarin eerst een beschrijving van de data wordt gegeven om vervolgens de invloed van de GS-score en de onderliggende GS-factoren op snelheid te evalueren. Tot slot worden de resultaten in *Hoofdstuk 5* samengevat en geïnterpreteerd.

2 Literatuur

In het vorige hoofdstuk zagen we dat de validiteit van de GS-score binnen de VSGS-methode kan worden vastgesteld door te analyseren in hoeverre GS-scores van verschillende locaties een goede voorspeller zijn van de daadwerkelijk gereden snelheid op die locaties. In deze studie doen we dat voor een aantal gebiedsontsluitingswegen (GOW) binnen de bebouwde kom ('bibeko') van Amsterdam met een snelheidslimiet van 50 km/uur. Om de GS-score te kunnen valideren als voorspeller, moet een studie voldoen aan vier criteria:

1. De studie omvat gebiedsontsluitingswegen (GOW) binnen de bebouwde kom.
2. Er zijn metingen verricht van de daadwerkelijke rijsnelheid op die wegen.
3. Op basis van de geïnventariseerde wegkenmerken moeten er GS-scores berekend zijn.
4. De GS-scores zijn vergeleken met de daadwerkelijk gereden snelheid.

In *Tabel 2.1* zetten we een serie studies op een rij over wegkenmerken en snelheidskeuze die gebruikt zijn bij het opstellen van de VSGS-methode, studies die later gebruik hebben gemaakt van de VSGS methode en studies die onderzoek hebben gedaan naar limietoverschrijdingen, zonder daarbij de VSGS-methode te hebben gebruikt. Studies in de laatstgenoemde categorie kunnen inzicht bieden in de vraag welke statische factoren (infrastructuur) en welke dynamische factoren (weer, verkeer) relevant zijn in onderzoek naar de geloofwaardigheid van een limiet, mocht blijken dat de onderliggende factoren in de huidige toepassing van de GS-score ontoereikend zijn. Voor elke studie is aangegeven of deze aan de genoemde criteria voldoet. In het vervolg van dit hoofdstuk gaan we per type studie in op de gevonden significante effecten. Daarna worden per type studie de voor- en nadelen besproken met betrekking tot het beantwoorden van de onderzoeksvragen (zie *Paragraaf 1.4*).

Tabel 2.1. Overzicht van studies over wegkenmerken en snelheidskeuze. GOW bibeko = Gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

Studie	Type studie	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4
		GOW bibeko	Rijsnelheid gemeten	GS-scores berekend	Relatie GS-score en rijsnelheid
Aarts et al., 2009	Praktijktoets	Ja	Nee	Ja	Nee
Aarts et al., 2010	Praktijktoets	Beperkt	Beperkt	Ja	Beperkt
Aarts et al., 2011	Praktijktoets	Nee	Ja	Nee	Nee
Bax et al., 2018	Praktijktoets	Nee	Ja	Ja	Ja
Charlton et al., 2010	Praktijktoets	Ja	Ja	Nee	Nee
Donkers et al., 2010	Praktijktoets	Ja	Ja	Ja	Beperkt
Dotzauer et al., 2017	Veldstudie	Ja	Ja	Nee	Nee
Gargoum et al., 2016	Praktijktoets	Ja	Ja	Nee	Nee
Goldenbeld & Van Schagen, 2007	Vragenlijst	Nee	Nee	Nee	Nee
Goralzik & Vollrath, 2017	Rijsimulator	Ja	Ja	Nee	Nee
Houtenbos et al., 2011	Vragenlijst	Nee	Nee	Nee	Nee
Ivan et al., 2009	Praktijktoets	Ja	Ja	Nee	Nee
Lee et al., 2017	Vragenlijst	Nee	Nee	Nee	Nee
Marshall et al., 2008	Praktijktoets	Ja	Ja	Nee	Nee
Van Nes et al., 2007b	Rijsimulator	Nee	Ja	Ja	Ja

2.1 Praktijktoetsen

Aarts et al. (2009) rapporteerden de eerste resultaten van een praktijktoets uitgevoerd in de regio Zuid-Nederland. Met betrekking tot de geloofwaardigheid van snelheidslimieten werden bij wegen binnen en buiten de bebouwde kom meer versnellers dan vertragers gevonden. Omdat informatie over de rijsnelheid ontbrak, konden er geen uitspraken worden gedaan over de relatie tussen de geloofwaardigheid van de limieten en de daadwerkelijk gereden snelheid.

Een tweede praktijktoets, deze keer in de regio Friesland, is beschreven in Aarts et al. (2010). De studie betrof voornamelijk 80km/uur- en 100km/uur-wegen. Wegen met een limiet van 30 km/uur en 50 km/uur maakten 1%-6% van de geïnventariseerde wegen uit. De berekende GS-scores gaven aan dat 46% van de lengte van alle bestudeerde 50km/uur-wegen een geloofwaardige snelheidslimiet had. Voor het vaststellen van de rijsnelheid werd enerzijds gebruikgemaakt van detectielussen (jaarlijkse gemiddelden voor V90, de snelheid die door 90% van de weggebruikers niet wordt overschreden). Anderzijds werd er gebruikgemaakt van rijsnelheid verkregen via navigatieapparatuur en mobiele telefoons. In totaal waren er snelheidsgegevens beschikbaar voor 13% van de totale bestudeerde weglengte. De V90-snelheid bleek in 12% van deze weglengte hoger te zijn dan de aangegeven snelheidslimiet. Het is echter niet bekend in hoeverre het daarbij ging om 50km/uur-wegen en ook niet of het ging om wegen met een geloofwaardige of een ongeloofwaardige limiet.

Ook in een andere praktijktoets van Aarts et al. (2011) werd gebruikgemaakt van snelheidsgegevens die waren verkregen via detectielussen (V15, V50, V90). De studie omvatte enkel 80km/uur-wegen. Hoewel er geen GS-score werd berekend, is de aan- of afwezigheid van diverse wegkenmerken wel gerelateerd aan de gemeten snelheden. De factor met de meeste invloed op de V15, V50 en V90 bleek de openheid van de omgeving. Wanneer de dichtheid van de omgeving toenam, nam ook de snelheid af.

Bax, Schermers & Kars (2018) hebben een praktijktoets uitgevoerd in de provincie Zeeland, met als doel om provinciale wegen te scoren op de verkeersveiligheidsindicator 'snelheid'. Op veertig vaste locaties heeft de provincie Zeeland periodiek het verkeer geteld en de snelheden geregistreerd. Deze snelheden zijn vergeleken met de veilige snelheidslimiet en de geloofwaardige snelheidslimiet. Het ging omwegen met een snelheidslimiet van 60, 80 en 100 km/uur. De onderzoekers vonden geen relatie tussen de VS- en de GS-scores. Ook bleek er geen relatie te zijn tussen de GS-score en het aantal snelheidsovertredingen en werd er nog steeds te hard gereden op wegen met meer vertragers dan versnellers. Er zijn echter geen analyses verricht, alleen een visuele inspectie van de resultaten. Of deze resultaten ook gelden voor 50km/uur-wegen, is onbekend.

Donkers, De Jong & Scholten (2010) voerden een praktijktoets uit in de regio Eindhoven, met als doel om locaties te vinden waar de lokale wegbeheerder mee aan de slag kon om de verkeersveiligheid te verbeteren. Op basis van limietoverschrijdingen en ongevallenstatistieken is 60 kilometer aan wegen geselecteerd uit een bestand van 2.800 kilometer aan gebiedsontsluitingswegen. Voor de limietoverschrijdingen werd gebruikgemaakt van snelheidsprofielen verkregen via navigatieapparatuur, waarbij de snelheid in de nachtelijke uren (de 'vrije snelheid') werd vergeleken met de limiet ter plekke. Er wordt een voorbeeld genoemd waarbij de snelheidslimiet van 30 km/uur als geloofwaardig wordt beoordeeld, maar waar desondanks gedurende bijna de hele dag te hard wordt gereden, ook wanneer dit geen vrije snelheden zijn. Dit wekt de vraag op of er ook wegen zijn waar de weginrichting op basis van de GS-score zeer ongeloofwaardig is, maar waar men zich toch aan de limiet houdt. Door de selectieprocedure zijn dergelijke wegen per definitie buiten beschouwing gelaten. Bij afwezigheid van een controlegroep valt er daarom uit deze studie niet te concluderen of een minder geloofwaardige limiet ook leidt tot een grotere limietoverschrijding.

In de Canadese praktijktoets van Gargoum, El-Basyouny & Kim (2016) is onderzocht welke voertuig-, infrastructuur- verkeers- en weerfactoren limietoverschrijdingen voorspellen op stedelijke wegen. Binnen één stad werden zeshonderd sensoren geplaatst, waarmee onder andere de rijsnelheid kon worden gemeten. Wegen met een limiet van 50 km/uur vielen binnen de categorie 'collector roads'. In deze categorie nam de mate waarin de limiet werd overschreden significant toe bij een afname van de snelheidslimiet, bij een toename van het aantal rijstroken per rijrichting, bij aanwezigheid van parkeervakken en als de weg steeg of daalde. Verder overschreed men de limiet significant meer in industriële gebieden dan in woongebieden. De factoren 'Aantal rijstroken', 'Aanwezigheid parkeervakken' en de manier van grondgebruik ('agricultuur', 'commercieel') bij stedelijke ringwegen ('arterial roads') bleken eveneens een significant effect hebben, zij het in tegengestelde richting. Deze bevinding suggereert dat de invloed van infrastructurele factoren op snelheidsgedrag afhankelijk is van de snelheidslimiet, waarmee voor de VSGS-methode de vraag wordt gewekt of het valide is om dezelfde wegkenmerken binnen en buiten de bebouwde kom te gebruiken. Gargoum, El-Basyouny & Kim (2016) vonden naast effecten van statische infrastructurele kenmerken ook significante effecten van dynamische kenmerken. Men overschreed de limiet significant meer tijdens de spits dan daarbuiten en minder op maandagen en vrijdagen dan op de andere wekdagen. Significante, maar zeer kleine effecten werden gevonden bij een toename van de temperatuur (kleinere limietoverschrijding) en een toename van de windkracht (grotere limietoverschrijding).

Charlton et al. (2010) hebben op lokale en gebiedsontsluitingswegen in Nieuw-Zeeland enkele infrastructurele aanpassingen aangebracht. Op de lokale wegen werd het vergezicht beperkt door het aanleggen van bomen in de middenberm en landschapsarchitectuur aan het trottoir op de rijbaan. Een bijkomstigheid hiervan was dat de breedte van de rijbaan variabel werd. Tevens werden de wegmarkeringen verwijderd en werd meer wegbelijning aangebracht waar deze miste. Er werden ook fietspaden en oversteekplekken voor voetgangers aangelegd, waardoor de rijbanen minder breed werden. Deze aanpassingen lieten een significante vermindering van de gemiddelde snelheid zien, evenals een homogener snelheidsbeeld. Op de lokale wegen was de gemiddelde snelheid verminderd van 44,39 km/uur tot 29,62 km/uur en op de gebiedsontsluitingswegen van 54,29 km/uur naar 36,71 km/uur. Vergelijkbare wegen waar geen veranderingen waren aangebracht, lieten deze effecten niet zien. Onduidelijk blijft wel in welke mate de individuele aanpassingen effect hebben gehad, en welke wel of niet effectief waren.

In Amerika hebben Ivan, Garrick & Hansen (2009) snelheden gemeten op driehonderd locaties in stedelijke, voorstedelijke en plattelandswegen op stukken weg zonder bochten of verkeerscontroleapparaten. Tevens werden alleen voertuigen gekozen die met een vrije snelheid reden (6 seconden minimale volgafstand). Zij vonden dat brede vluchtstroken en een verdere afstand van bebouwing in woonwijken zorgden voor een hogere gemiddelde snelheid. Een lagere gemiddelde snelheid werd veroorzaakt door parkeerplaatsen aan de zijkant van de weg, voetpaden en een binnenstad of commerciële locatie. Dit is volgens de onderzoekers te verklaren door het gevoel van verkleining van de ruimte en door de opvallende aanwezigheid van andere verkeersdeelnemers. Een hogere gemiddelde snelheid wordt volgens de onderzoekers veroorzaakt door de openheid van de wegomgeving en de verminderde aanwezigheid van andere verkeersdeelnemers. Specifiek op wegen met een snelheidslimiet van 35 mph (56 km/uur) bleek alleen de aanwezigheid van parkeervakken de gemiddelde snelheid significant te verlagen; de andere factoren bleken hier niet significant. Tevens bleek er een hogere gemiddelde snelheid gereden te worden wanneer wegen in woonwijken of buiten stedelijke lagen, werden vergeleken met wegen in de binnenstad.

Marshall, Garrick & Hansen (2008) hebben gekeken naar vrij gekozen snelheden (zie *Paragraaf 1.4* en *Paragraaf 3.5*) op stedelijke wegen met een maximale snelheidslimiet tot 40 mph (65 km/uur). Zij vonden dat een kleine afstand tussen de weg en de bebouwing zorgde voor een afname in gemiddelde vrij gekozen snelheid. Tevens bleek dat de aanwezigheid van parkeerplaatsen op de weg zorgde voor een afname in de gemiddelde vrij gekozen snelheid. Op wegen met een combinatie van de twee bleek de grootste afname in de gemiddelde snelheid te zijn. Hoewel het ging om stedelijke wegen met een snelheidslimiet van 40 mph (65 km/uur), is het mogelijk dat deze resultaten niet (volledig) van toepassing zijn op 50km/uur-wegen.

2.2 Vragenlijststudies

Goldenbeld & Van Schagen (2007) onderzochten de geloofwaardigheid van de maximumsnelheid op wegen met een limiet van 80 km/uur door proefpersonen een serie foto's te laten beoordelen. De proefpersonen werden gevraagd aan te geven welke rijnsnelheid zij als veilig beschouwden en hoe hard zij zelf zouden rijden. De geloofwaardigheid werd vervolgens geïnterpreteerd door te kijken naar het verschil tussen de zelfgekozen snelheid enerzijds en de veilig geachte of daadwerkelijke snelheidslimiet anderzijds. Deelnemers gaven aan zelf gemiddeld 8 km/uur harder te rijden dan de geldende limiet (80 km/uur) en 4-5 km/uur harder dan de limiet die zij veilig achtten. De grote verschillen in de gerapporteerde snelheden konden verklaard worden door de aan- of afwezigheid van bochten en met verschillende factoren gerelateerd aan het zichtveld. In VSGS zijn de factoren 'Rechtstanden' en 'Openheid van de omgeving' overgenomen om tot een GS-score te komen.

Ook Houtenbos et al. (2011) voerden in het Europese ERASER project een vragenlijststudie uit, in dit geval naar 80km/uur- en 100km/uur-wegen en met geanimeerde beelden. Wederom moesten proefpersonen aangeven welke rijnsnelheid zij als veilig beschouwden en met welke snelheid men zelf zou rijden. Aan de studie namen proefpersonen deel uit Duitsland, Groot-Brittannië, Ierland, Nederland, Oostenrijk en Zweden. De effecten van twee wegkenmerken, namelijk wegbreedte en de aanwezigheid van begroeiing, waren vergelijkbaar voor alle landen. Voor andere wegkenmerken, te weten het aantal rijstroken en het type scheiding van de rijrichting, werden er geen uniforme resultaten over de landen heen gevonden.

In de Maleisische vragenlijststudie van Lee et al. (2017) werden weliswaar wegen met een limiet van 40 km/uur en 50 km/uur betrokken, maar dit betroffen snelwegen, net als de overige wegen in die studie. Over het algemeen gaven proefpersonen een zelfgekozen snelheid op die hoger lag dan de geldende limiet in de gepresenteerde foto's. Veertien van de zestien onderzochte wegkenmerken waren overgenomen uit Goldenbeld & Van Schagen (2007). De rijnsnelheid nam significant toe bij bredere wegen, afwezigheid van een bocht, grotere zichtafstand, een beperkte overzichtelijkheid van het wegbeeld, beter zicht aan de linkerkant, afwezigheid van lantaarns, afwezigheid van kruispunten en een toename van het aantal rijstroken. In tegenstelling tot de studie van Houtenbos et al. (2011) werden geen significante effecten gevonden voor de aanwezigheid van begroeiing.

2.3 Rijsimulatorstudies

In Duitsland hebben Goralzik & Vollrath (2017) met behulp van een rijsimulator gekeken naar de effecten van de snelheidslimiet, geometrische wegkenmerken (bochten en rechte standen) op de gekozen snelheid op wegen met een limiet van 30 en 50 km/uur. Zij vonden dat de snelheid op 50km/uur-wegen afnam wanneer de wegbreedte afnam of wanneer de weg bochtig werd; dit gebeurde niet op 30km/uur-wegen.

Van Nes et al. (2007b) manipuleerden in een rijsimulatorstudie een aantal kenmerken van wegen met een limiet van 60, 80 en 100 km/uur. Over het algemeen gold dat proefpersonen gemiddeld meer boven de limiet reden naarmate de limiet meer als 'te laag' werd ervaren. Op wegvakken waar de limiet als 'te hoog' werd ervaren, zakte de gemiddelde snelheid tot onder de limiet. Dit effect was significant bij de 60km/uur- en 80km/uur-limieten, maar niet bij wegen met een limiet van 100 km/uur. Deze resultaten kunnen door de hogere snelheidslimieten niet zonder meer worden geprojecteerd op wegen met een limiet van 50 km/uur.

2.4 Veldstudies

In het Europese project UDRIVE is gebruikgemaakt van de zogenoemde *naturalistic driving*-methode, waarbij proefpersonen uit Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië, Nederland en Polen gedurende ongeveer een half jaar hebben gereden met geïnstrumenteerde personenvoertuigen (Bärgman et al., 2017; zie ook *Paragraaf 1.3 en Paragraaf 3.3*). De proefpersonen in UDRIVE ontvingen geen (experimentele) instructie, zodat er natuurlijk rijgedrag kon worden bestudeerd. Dotzauer et al. (2017) rapporteren welke dynamische factoren bijdragen aan een limietoverschrijding, waarbij onderscheid werd gemaakt tussen lichte overschrijdingen (11%-15% boven de limiet) en zware overschrijdingen (16%-20% boven de limiet). Meer dan de helft van de limietoverschrijdingen werden gevonden op wegen met een snelheidslimiet tot 50 km/uur. Qua tijdstip werden de meeste limietoverschrijdingen 's nachts gevonden, gevolgd door 's middags en de vroege ochtend, ongeacht de limiet categorie. Hierbij moet aangetekend worden dat het aantal limietoverschrijdingen niet is gecorrigeerd voor de afgelegde afstand of de rijtijd in de corresponderende situaties. Ook is er bij het selecteren van snelheid geen rekening gehouden met de aanwezigheid van eventuele voorliggers, waardoor niet duidelijk is in hoeverre de

snelheden vrij gekozen waren. Dit kan verklaren waarom de meeste limietoverschrijdingen 's nachts plaatsvonden, wanneer er relatief weinig verkeer is.

2.5 Conclusie

Om de GS-score op 50km/uur-wegen te kunnen valideren, worden studies geacht om aan de vier aan het begin van dit hoofdstuk gestelde criteria te voldoen. Uit het literatuuronderzoek in dit hoofdstuk blijkt dat geen enkele eerder uitgevoerde studie aan al deze criteria voldoet. Hoewel enkele studies de GS-score berekenen, wordt deze niet vergeleken met daadwerkelijk gereden snelheden. Het is dus onvoldoende bekend in welke mate GS-kenmerken op stedelijke wegen de geloofwaardigheid beïnvloeden. In drie van de studies is voor sommige kenmerken die binnen VSGS vallen wel gekeken naar de mate waarin deze van invloed zijn op de gekozen rijnsnelheid. *Tabel 2.2* geeft een overzicht van deze kwantitatieve onderzoeken waarin factoren statistisch getest zijn op hun effect op de gekozen snelheden.

Tabel 2.2. Overzicht van factoren die de gereden snelheid beïnvloeden.

Factor	Effect	Significantie	Studie
Aantal rijstroken	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Parkeervakken	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,047$	Gargoum et al., 2016
	Vermindering gemiddelde snelheid	$p = 0,030$, $p = 0,030$	Ivan et al., 2009; Marshall et al., 2008
Hoogteverschillen	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,002$	Gargoum et al., 2016
Industriële gebieden	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p = 0,027$	Gargoum et al., 2016
Hogere maximumsnelheid	Vergrote naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Passagiersvoertuig (< 3,96 m) ten opzichte van grotere voertuigen.	Vergrote naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,001$	Gargoum et al., 2016
Spits	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Temperatuur	Vergrote naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Windsnelheid	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
'Shoulder day'	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Wintermaanden (dec-apr)	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Zomermaanden (mei-aug)	Verminderde naleving van de snelheidslimiet	$p < 0,0001$	Gargoum et al., 2016
Toepassing van onderstaande zes factoren: 1. voorwaarts zicht verminderen; 2. belijning; 3. fietspaden; 4. voetgangersoversteekplaats; 5. vluchtheuvels; 6. berijdbare rotondes.	Verlaging gereden gemiddelde snelheid	$p < 0,001$, $n^2 = 0,291$	Charlton, 2010

In *Tabel 2.2* zien we dat de aanwezigheid van parkeervakken in de ene studie een vertrager blijkt te zijn (Ivan, Garrick & Hansen, 2009; Marshall, Garrick & Hansen, 2008) en in de andere studie een versneller (Gargoum, El-Basyouny & Kim, 2016). Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat de studies in verschillende landen zijn gedaan, of dat er verschillen zijn in de bezetting van de parkeervakken. Deze belangrijke kanttekening – dat sommige factoren beperkt te generaliseren zijn tussen landen – is al eerder opgemerkt, onder andere door Houtenbos et al. (2011). Ook is

het mogelijk dat effecten van factoren die niet zijn opgenomen in de VSGS-methode (zoals weersinvloeden), toch invloed hebben op de gereden snelheid. Zo beschrijven Liang et al. (1988) de invloed van het weer op snelheid, al is deze kleiner is op stedelijke wegen dan op snelwegen.

De besproken studies zijn methodologisch gezien niet zonder kanttekeningen. Nadelig aan praktijkproeven is dat de snelheid vaak geaggregeerd is door de wegbeheerder die gegevens van meetlussen levert. Daardoor wordt er geen rekening gehouden met tijdelijke veranderingen in de verkeersdrukke of met verschillen binnen de populatie die worden weggemiddeld. Een uitzondering hierop is Gargoum, El-Basyouny & Kim (2016), waarbij is gebruikgemaakt van speciaal voor de studie ontworpen meetkastjes die op de weg geplaatst konden worden. Vragenlijststudies die met plaatjes of foto's werken, hebben het probleem dat deze statisch zijn en geen gevoel van snelheid geven, die wel aanwezig is wanneer er daadwerkelijk in de auto gereden wordt. Tevens omvat autorijden meer dan alleen de omgeving bekijken. Een andere beperking is dat er bij vragenlijststudies over het algemeen wordt gevraagd naar verwachtingen van het eigen gedrag.

Het is dus de vraag in hoeverre het beoogde gedrag zich laat vertalen naar de werkelijkheid. Rijsimulators hebben het probleem dat deelnemers zich verschillend gedragen, afhankelijk van het type rijsimulator waar ze in getest worden. Zo heeft de aan- of afwezigheid van een auto- 'omhulsel' of stuurfeedback invloed op de rijvaardigheid (Bhise & Bhardwaj, 2008). Tevens is het de vraag of gedrag in een rijsimulator zich laat vertalen naar de openbare weg.

Bij veldstudies is het de vraag in hoeverre deelnemers hun rijstijl aanpassen wanneer ze weten dat alles wat ze doen gemeten wordt. De neiging om sociaal wenselijk gedrag te vertonen, komt voor wanneer deelnemers bang zijn om negatief beoordeeld te worden. Sociale wenselijkheid treedt bijvoorbeeld vaak op wanneer deelnemers hun intentie communiceren aan de onderzoeker (Lavrakas, 2008) en dit zou invloed kunnen hebben op hun vertoonde rijgedrag. Overigens doet het probleem van sociale wenselijkheid zich niet uitsluitend voor bij veldstudies, ook vragenlijst- en simulatorstudies kunnen hier last van hebben. Door gebruik te maken van *naturalistic driving*-data proberen we dat in deze studie te ondervangen. In het volgende hoofdstuk gaan we daar verder op in als we de methode van onderzoek en de gebruikte databronnen bespreken.

3 Methode en databronnen

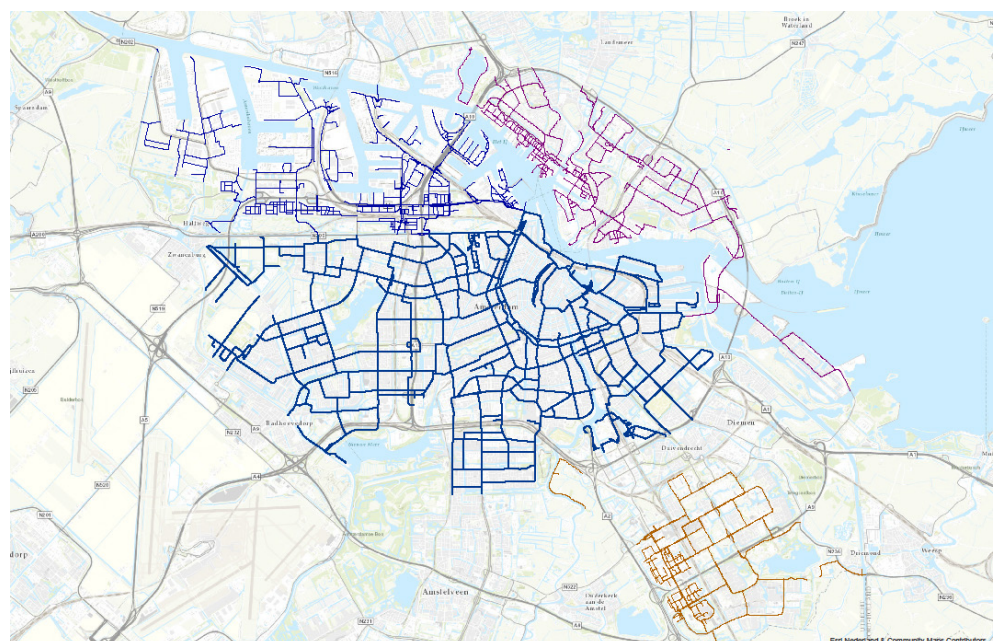
Om de onderzoeksvragen uit *Paragraaf 1.4* te beantwoorden, is gebruikgemaakt van twee databronnen. De eerste is een eerder onderzoek van SWOV (Wijlhuizen et al., 2017), waarin de wegkenmerken van een aantal 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam zijn geïnventariseerd en waarvan vervolgens de GS-score is berekend. Deze informatie is vervolgens gekoppeld aan informatie over rijksnelheden uit de database van het Europese *naturalistic driving*-project UDRIVE (zie *Paragraaf 2.4*). Op die manier is het mogelijk om de validiteit van GS-scores op 50km/uur-wegen te onderzoeken. In dit hoofdstuk gaan we hier nader op in. Het hoofdstuk sluit af met een uitleg over de toegepaste analyses.

3.1 Inventarisering 50km/uur-wegen Amsterdam

Wijlhuizen et al. (2017) hebben in 2015 en 2016 ongeveer 500 kilometer aan 50km/uur-wegen in Amsterdam in kaart gebracht met behulp van 360°-beelden van het bedrijf CycloMedia. Voor elke weg zijn voor stukken van 25 meter de wegkenmerken beoordeeld en ingevoerd door een team getrainde beoordelaars.

Afbeelding 3.1 geeft weer welke wegen in Wijlhuizen et al. (2017) zijn geïnventariseerd. Om een goed beeld te krijgen van de rijksnelheid op deze wegen, zijn de eerste twee meetpunten van een weg *vanaf* een kruispunt niet meegenomen (de eerste 50 meter), omdat bestuurders hier mogelijk nog aan het versnellen zijn. Ook de laatste twee meetpunten *tot aan* een kruispunt zijn niet meegenomen (een afstand tussen 50 en 30 meter), omdat bestuurders hier mogelijk vertragen voor het kruispunt.

Afbeelding 3.1. 50km/uur-wegen in Amsterdam waarvan de infrastructuurkenmerken zijn geïnventariseerd (bron: Wijlhuizen et al., 2017).



3.2 Berekening GS-score Amsterdam

Voor elk van de wegen in *Afbeelding 3.1* is vervolgens een serie wegkenmerken geïnventariseerd (zie *Afbeelding 1.1* in *Paragraaf 1.1*). Deze wegkenmerken beschouwen we als GS-factoren: factoren die invloed kunnen hebben op de gereden snelheid. *Tabel 3.1* geeft voor de GS-factoren binnen VSGS weer op basis van welke criteria ze als versneller of als vertrager worden beschouwd. In de tabel is ook aangegeven wanneer ze als neutraal gezien worden en dus geen versneller of vertrager zijn.

De hier beschreven criteria komen overeen met de implementatie van de GS-score zoals die is beschreven in Bax, Schermers & Kars (2018). Waar zij echter in conceptuele zin spreken van bijvoorbeeld een 'scheiding van rijrichting' (GS-factor: 'Rijrichtingscheiding'), zijn in *Tabel 3.1* de exacte waarden en labels weergegeven van de geïnventariseerde variabelen die aan het concept voldoen. Hiermee is de berekening van de GS-score ondubbelzinnig te repliceren.

Tabel 3.1. Criteria voor GS-factoren op 50km/uur-wegen in Amsterdam. Wanneer een cel voor vertragers leeg is gelaten, betekent dit dat de factor in kwestie geen vertragers kent.

GS-factor	Versneller	Neutraal	Vertrager
Geslotenverklaring	Categorieën: - Fiets - Fiets/Bromfiets - Geheel - Anders - Voetgangers - Langzaam verkeer	Categorie: - Geen geslotenverklaring	
Rijrichtingscheiding	Fysieke scheiding van rijrichtingen, categorieën: - Niet overrijdbaar - Tram/busbaan niet overrijdbaar	Gemarkeerde scheiding van rijrichtingen, categorieën: - Enkele doorgetrokken lijn - Dubbele doorgetrokken lijn - Dubbel gevulde as-streep - Anders - Tram/busbaan overrijdbaar - Verdrijfvlak	Geen scheiding van rijrichtingen (geen aanwezigheid van categorieën vermeld onder versneller en neutraal)
Kruisingendichtheid	Geen laterale conflicten mogelijk. Aantal tussenliggende kruispunten in een straat: 0	Geen snelheidsreductie door tussenliggende kruispunten (van toepassing indien er geen versneller of vertrager is gevonden).	Snelheidsreductie door tussenliggende kruispunten. Aantal tussenliggende remmende kruispunten (categorieën: rotonde, gelijkvloers plateau, verhoging plateau) / Aantal tussenliggende kruispunten (m.u.v. categorieën: geen, ongelijkvloers) > 0,8
Wegbeeld	Categorie: - Open wegomgeving	Categorie: - Halfopen wegomgeving	Categorie: - Dichte wegomgeving
Rechtstand	Rechtstand > 130 m	50 m ≤ Rechtstand ≤ 130 m	Rechtstand < 50 m
Wegbreedte	Wegbreedte > 7,2 m	5,9 m ≤ Wegbreedte ≤ 7,2 m	Wegbreedte < 5,9 m
Rijstrookbreedte (gemiddelde rijstrookbreedte bij meer dan één rijrichting)	Rijstrookbreedte > 3 m	2,5 m ≤ Rijstrookbreedte ≤ 3 m	Rijstrookbreedte < 2,5 m
Aantal rijstroken	Minimaal één rijrichting heeft meer dan één rijstrook	Eén rijstrook per richting	Er is één rijrichting en deze heeft één rijstrook.



* De aanwezigheid van parkeervoorzieningen is impliciet aanwezig in de berekening van rijstrookbreedte.

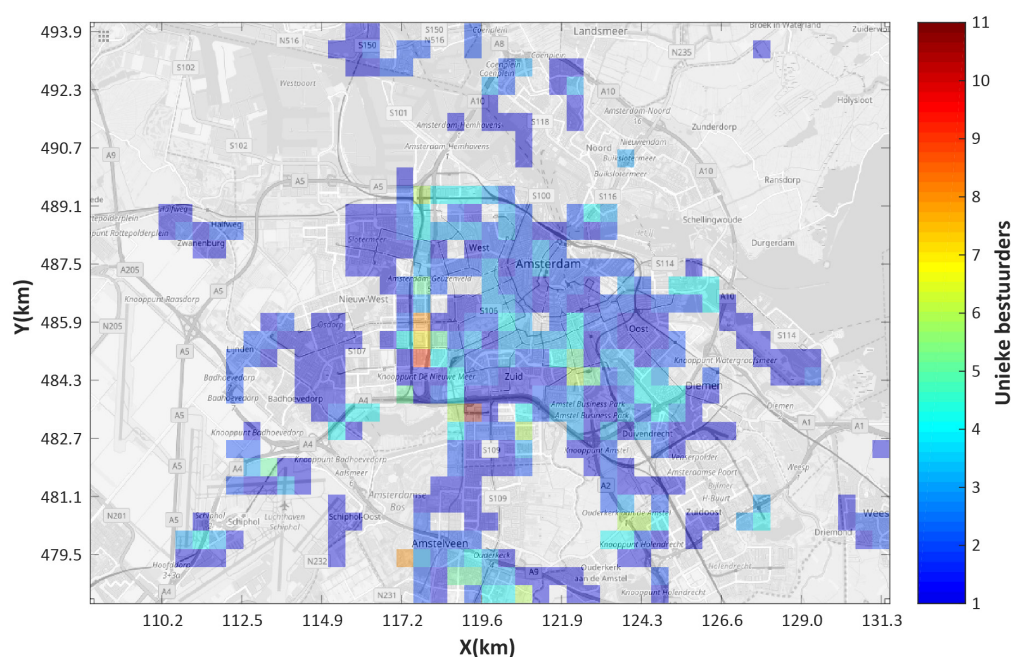
De bovenstaande factoren bepalen dus wat de GS-score op een 50km/uur-weg is. Alle GS-factoren kunnen als versneller gelden, waarmee de maximale GS-score +8 bedraagt. Eén van de factoren heeft geen vertragende werking, dus de minimale GS-score op 50km/uur-wegen bedraagt -7.

3.3 UDRIVE-gegevens

In het kader van het Europese project UDRIVE hebben in Nederland 33 bestuurders tussen 2015 en 2017 rondgereden in tien auto's (Renault Clio's) die waren voorzien van diverse sensors en camera's om het rijgedrag en de verkeerssituatie te monitoren. Deze deelnemers hebben ieder zes maanden lang zonder beperkingen rondgereden in voornamelijk Midden- en West-Nederland (Bärgman et al., 2017).

Voor dit onderzoek is uitsluitend gekeken naar de ritten die (deels) in Amsterdam zijn gemaakt op wegen met een snelheidslimiet van 50 km/uur. *Afbeelding 3.2* geeft weer op welke locaties in Amsterdam deze UDRIVE-ritten zijn gemaakt en hoeveel unieke bestuurders er in een cel van 500 bij 500 meter hebben gereden. Wanneer deze locaties vergeleken worden met de geïnventariseerde wegen uit *Afbeelding 3.1*, valt op dat er overlap is tussen de twee gegevensbronnen. Zo hebben er op het merendeel van de geïnventariseerde wegen 1 tot 3 proefpersonen gereden. Aangezien er ruim 500 unieke ritten (deels) in Amsterdam zijn gereden, beschrijft iedere gekleurde cel waarin proefpersonen voorkomen minimaal 1, maar regelmatig meer dan 10 ritten.

Afbeelding 3.2. Heatmap van UDRIVE-ritten op GOW in de omgeving van Amsterdam.¹ Resolutie: 500m per cel.



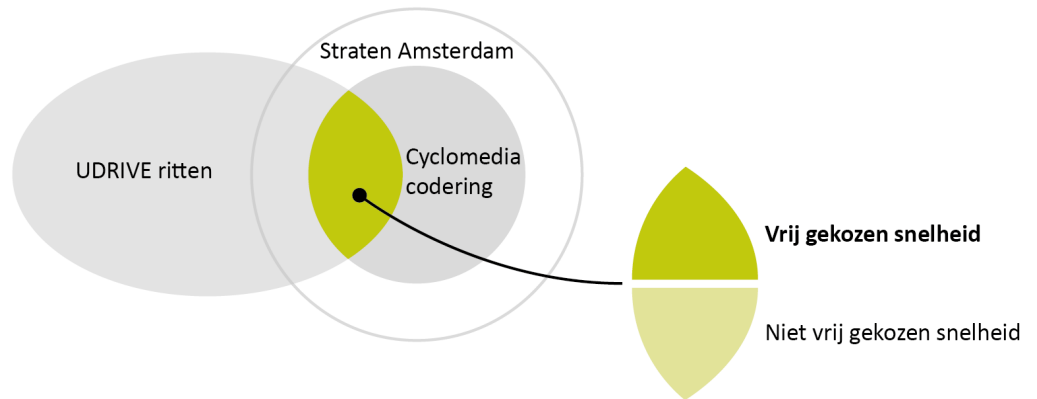
3.4 Koppeling tussen databronnen

Op basis van *Afbeelding 3.1* en *Afbeelding 3.2* is duidelijk dat er overlap bestaat tussen de datasets van UDRIVE en uit het onderzoek van Wijlhuizen et al. (2017). Deze overlap is gevisualiseerd in *Afbeelding 3.3*. We zijn binnen deze overlap met name geïnteresseerd in (delen van) ritten waar de snelheid vrij gekozen is door de bestuurder (zie *Paragraaf 3.5*).



1. Om de privacy van de proefpersonen te beschermen, is de resolutie van de gekleurde cellen niet op straatniveau gekozen.

Afbeelding 3.3. De dataset van deze studie betreft vrij gekozen snelheden op geïnventariseerde wegvakken in Amsterdam.



Om de UDRIVE-ritten te koppelen aan de geïnventariseerde wegvakken in Amsterdam, zijn de volgende stappen uitgevoerd:

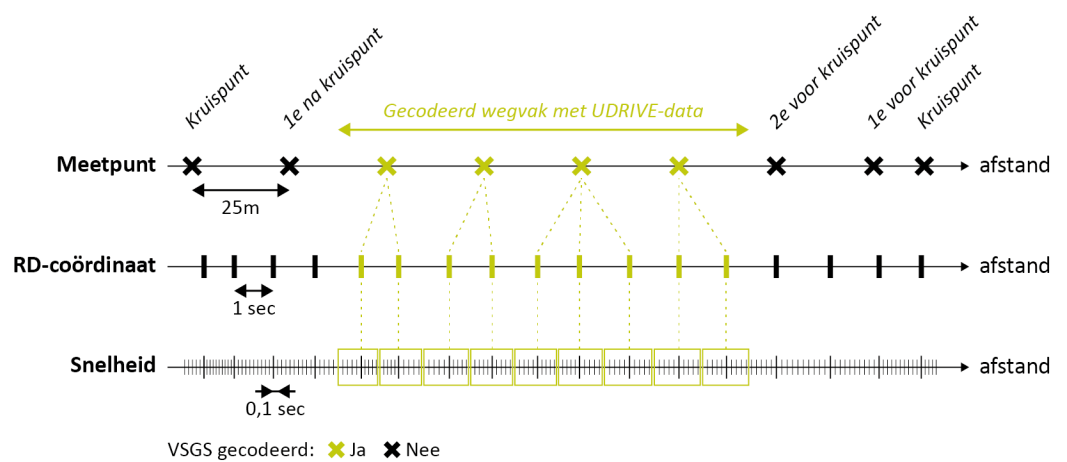
1. De gps-gegevens van UDRIVE-ritten zijn geconverteerd van de WGS84-standaard (uitgedrukt in graden) naar de Rijksdriehoekprojectie (RD-coördinaten, uitgedrukt in meters).
2. De RD-coördinaten zijn via een algoritme aan het dichtstbijzijnde wegvak ID (WVK_ID) gekoppeld uit het Nationaal Wegenbestand (NWB). Hierbij gelden een aantal regels om het juiste wegvak te selecteren:
 - a. We maken onderscheid tussen kruisende en snijdende wegvakken.
 - b. Kruisende wegen (zoals bij bruggen) zijn uitgesloten van selectie. Dit is gedaan door bij het selecteren van nieuwe wegvakken te zoeken naar een overlap in 'junction id' met het vorige wegvak.
 - c. Om te voorkomen dat bij rechtdoor gaan op een kruispunt de snijdende weg per ongeluk wordt uitgekozen, is in het script op ieder tijdstip een vergelijking gemaakt met het wegvak van het vorige tijdstip.
 - d. Voor UDRIVE-ritten uit de jaren 2015, 2016 en 2017 zijn de NWB-bestanden van de overeenkomstige jaren gebruikt.
 - e. Voor alle RD-coördinaten is een WVK_ID gevonden en hier zijn vervolgens de straatnaam en plaatsnaam aan gekoppeld.
3. In het CycloMedia-bestand met geïnventariseerde wegkenmerken (Wijlhuizen et al., 2017) zijn de straatnamen handmatig geharmoniseerd met de schrijfwijze van het NWB-bestand (voorbeeld: '1^e V Achternaamstraat' wordt 'Eerste Voornaam Achternaamstraat').²
4. Vervolgens zijn per rit met de plaatsnaam 'Amsterdam' de relevante straatnamen uit het CycloMedia-bestand geselecteerd en is binnen ieder van die straten voor ieder RD-coördinaat bepaald welk meetpunt het dichtstbij lag. Op deze manier is aan ieder RD-coördinaat een meetpunt-ID gekoppeld.
5. Voor de analyses zijn alleen RD-coördinaten geselecteerd die binnen 30 meter van een meetpunt lagen.
6. De GS-score is per RD-coördinaat bepaald volgens de criteria beschreven in *Paragraaf 3.2*.
 - a. Eerst is per GS-factor bepaald of er sprake is van een versneller, een vertrager, of een neutrale situatie.
 - b. Voor de GS-factor 'Geslotenverklaring' hangt bovenstaande bepaling af van de richting waarmee men door een straat rijdt. De rijrichting van de UDRIVE-ritten is bepaald door te evalueren of de meetpunt-ID's in de tijd oplopen ('heen-richting') of aflopen ('terug-richting'). In sommige gevallen kon geen rijrichting worden bepaald, omdat er slechts één meetpunt-ID bekend was, of omdat de meetpunt-ID's zowel op- als afliepen. Wanneer dit het geval was en er in minimaal één richting een versneller geldt, dan is de factor 'Geslotenverklaring' als versneller beoordeeld.



2. Om de privacy van de proefpersonen te waarborgen is als voorbeeld een fictieve straatnaam gekozen.

- c. Vervolgens is de GS-score berekend door het aantal vertragers af te trekken van het aantal versnellers.
- d. De GS-score is gelijk voor RD-coördinaten die aan hetzelfde meetpunt zijn toegekend in stap 4.
7. Per RD-coördinaat is een snelheidswaarde toegekend door het gemiddelde van de snelheid +/- 0,5 seconde rondom het tijdstip van het RD-coördinaat te nemen. Deze berekening was nodig omdat de RD-coördinaten zijn gegenereerd met een frequentie van 1Hz, terwijl de snelheidsgegevens zijn gegenereerd bij een frequentie van 10Hz.
8. Tot slot is per meetpunt-ID de snelheid gemiddeld over de RD-coördinaten die in stap 4 aan het meetpunt-ID waren toegekend. De relatie tussen meetpunten, RD-coördinaten en snelheid is samengevat in *Afbeelding 3.4*. Een wegvak bestaat volgens deze procedure uit een serie van meetpunten waarover de snelheid fluctueert, zoals weergegeven met de pijl 'Gecodeerd wegvak met UDRIVE-data' in *Afbeelding 3.4*.

Afbeelding 3.4.
Schematische weergave van de relatie tussen meetpunten, RD-coördinaten en snelheid binnen één wegvak.



3.5 Selectie van vrij gekozen snelheid

Voor onderzoek naar de geloofwaardigheid van een snelheidslimiet is het zaak de vrij gekozen snelheid te analyseren. Dit is de snelheid die een bestuurder kiest zonder dat deze beïnvloed wordt door de aanwezigheid van andere verkeersdeelnemers. Eén manier om de vrij gekozen snelheid te analyseren, is door gebruik te maken van snelheidsprofielen voor individuele wegvakken en vervolgens de snelheid in de nachtelijke uren te selecteren (Donkers, De Jong & Scholten, 2010). Het is echter niet bekend in hoeverre deze keuze representatief is voor een vrije snelheidskeuze overdag. Bovendien bevat de UDRIVE-database vooral ritten die overdag zijn gereden.

Een alternatieve aanpak betreft een selectie op basis van een volgtijd-drempelwaarde waarboven geen sprake meer is van een volgsituatie. De literatuur hierover is echter niet eenduidig. Vogel (2002) onderzocht snelheidskeuze rondom een kruispunt van 50km/uur-wegen in een Zweedse stad. De snelheid van een voertuig bleek lineair afhankelijk te zijn van de snelheid van een voorligger, zolang de volgtijd beneden 6 seconden lag. Vogel stelde daarom dat er bij een volgtijd groter dan 6 seconden van een 'vrij voertuig' gesproken kan worden. Michael, Leeming & Dwyer et al. (2000) onderzochten volgtijd op Amerikaanse stedelijke wegen met snelheidslimieten van 56 en 64 km/uur. Om een volgsituatie te identificeren, hanteerden zij met 4 seconden echter een lagere drempelwaarde dan Vogel (2002). Verder zijn in de eerder genoemde studie van Gargoum, El-Basyouny & Kim (2017) de effecten van infrastructuur op limietoverschrijding geëvalueerd bij drempelwaarden van 2, 5 en 10 seconden. Omdat er geen significant verschil werd gevonden, hebben de onderzoekers uiteindelijk gekozen voor een drempelwaarde van 2 seconden, waarmee tevens de grootste dataset overbleef.

Bij gebrek aan consensus in de literatuur hebben we in deze studie een vrij voertuig geïdentificeerd wanneer er ofwel geen voorligger aanwezig was, ofwel wanneer de volgtijd ten opzichte van de voorligger groter dan 6 seconden was. Om op volgtijd te filteren, is gebruikgemaakt van gegevens van de zogeheten *Mobileye*-sensor uit de UDRIVE-database. Volgtijd, uitgedrukt in seconden, is berekend als de longitudinale afstand tot een voorligger in meters (verkregen via de *Mobileye*), gedeeld door de rijsnelheid van de proefpersoon in meters per seconde. De *Mobileye*-sensor heeft een voorwaarts zichtveld van circa 30 graden, waardoor we met de gegevens van deze sensor niet kunnen bepalen of andere verkeersdeelnemers in de periferie de rijsnelheid van een proefpersoon beïnvloeden. Als extra criterium selecteren we daarom alleen rijsnelheden boven een minimumwaarde. Voor 50km/uur-wegen hanteren we een ondergrens voor de rijsnelheid van 30 km/uur. Met dit extra criterium bestaat overigens nog altijd de mogelijkheid dat andere verkeersdeelnemers in de periferie aanwezig zijn.

3.6 Statistische analyse

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, moet er een statistisch model worden gekozen waarmee de gegevens, zoals gevisualiseerd in *Afbeelding 3.3*, kunnen worden beschreven en getoetst. Hieronder beschrijven we drie variaties op het gekozen model, aangezien de onafhankelijke en afhankelijke variabelen per onderzoeksvraag verschillen.

3.6.1 GS-score als onafhankelijke variabele

De UDRIVE gegevens in Amsterdam kunnen in termen van de volgende hiërarchische structuur worden beschreven:

- Per bestuurder zijn er meerdere ritten (deels) in Amsterdam gereden. Zowel bestuurder als rit kennen een uniek identificatienummer.
- Iedere rit bestaat uit een aaneenschakeling van wegvakken van minimaal 100 meter, met een uniek wegvaknummer.
- Binnen ieder wegvak worden meerdere meetpunten gepasseerd.
- Per meetpunt vinden we één of meer RD-coördinaten.

Om gehoor te geven aan deze structuur, maken we gebruik van een multilevel model (IBM SPSS v25). Met betrekking tot de hiërarchie zijn bestuurdersnummer (hierna: Bestuurder), ritnummer (hierna: Rit) en wegvaknummer (hierna: Wegvak) gemodelleerd als geneste random effecten.

Als observatie-eenheid worden de meetpunten waarbij RD-coördinaten zijn verzameld gebruikt. De onafhankelijke variabele van het model betreft de GS-score, geïnterpreteerd als continue variabele. Als afhankelijke variabelen worden Snelheid, Limietoverschrijding en Limietonderschrijding gebruikt. De afhankelijke variabele Snelheid is berekend als de gemiddelde snelheid over de gekoppelde RD-coördinaten binnen een rit. Limietoverschrijding is berekend als de eerder berekende variabele Snelheid minus de limiet. Deze berekening is alleen uitgevoerd voor snelheden boven de limiet en alleen voor observaties met een GS-score groter dan of gelijk aan nul. Dit is gedaan om te onderzoeken of een grotere positieve GS-score een hogere limietoverschrijding voorspelt (hypothese 1; zie *Paragraaf 1.4*). Limietonderschrijding is berekend als de limiet minus de eerder berekende variabele Snelheid. Deze berekening is alleen uitgevoerd voor observaties met een snelheid beneden de limiet en GS-scores kleiner dan of gelijk aan nul. Hiermee wordt hypothese 2 bekeken (zie *Paragraaf 1.4*), namelijk of een grotere negatieve GS-score een hogere limietoverschrijding voorspelt.

Er wordt geëvalueerd of het hierboven beschreven model met random effecten een significante verbetering is ten opzichte van het eenvoudigst mogelijke model (d.w.z.: zonder random effecten). Hiervoor wordt het verschil berekenend in de log-likelihood waarde tussen de

modellen, welke vervolgens wordt vergeleken met de kritische waarde van de chi-kwadraat verdeling behorende bij het verschil van het aantal vrijheidsgraden.

De hierboven beschreven methode geeft aan of een model een significant verbeterde verklaring levert ten opzichte van een voorgaand model, maar niet hoe groot die verbetering is. Voor een indicatie van de verklaarde variantie door het model wordt de Rho^2 volgens de formule van McFadden gebruikt (in: Ben-Akiva & Lerman, 1985).

$$Rho^2 = 1 - (LL_F - K) / LL_C$$

Hierbij is LL_F de log-likelihood van het nieuwe model, K het aantal vrijheidsgraden geïntroduceerd door het nieuwe model en LL_C de log-likelihood van het referentiemodel met enkel het intercept. Rho^2 kan een waarde aannemen tussen 0 (geen verklaring van de variantie) en 1 (perfecte verklaring van de variantie).

3.6.2 Aantal versnellers en vertragers als onafhankelijke variabelen

Een GS-score van bijvoorbeeld +3 kan worden verkregen wanneer er bij een meetpunt 3 versnellers en 0 vertragers zijn geïdentificeerd ($3 - 0 = 3$), maar evengoed wanneer er 5 versnellers en 2 vertragers aanwezig zijn ($5 - 2 = 3$). De analyse van de vorige sectie is herhaald, maar dan met 3 voorspellers ter vervanging van de (netto) GS-score: Versnellers, Vertragers en de interactie tussen Versnellers en Vertragers. Om het effect van multicollineariteit te minimaliseren, is de factor Versnellers (/Vertragers) berekend als het aantal Versnellers (/Vertragers) minus het gemiddelde van het aantal Versnellers (/Vertragers).

3.6.3 GS-factoren als onafhankelijke variabelen

Tot slot is geanalyseerd wat de invloed is van de losse GS-factoren op de mate waarin de limiet wordt overschreden. De factoren worden beschouwd als categorische variabelen met de volgende niveaus: -1 (vertrager), 0 (neutraal), of 1 (versneller). Bij het bepalen van de regressiecoëfficiënten van versnellers en vertragers is voor iedere factor het niveau 'neutraal' als referentie gekozen.

3.6.4 Bepalen van significante effecten

De hypothesen bij de onderzoeksvragen in zie *Paragraaf 1.4* zijn alle eenzijdig geformuleerd. Binnen de multilevel modellen zijn daarom alleen de effecten op significantie getoetst, waarvan de regressiecoëfficiënten in de richting overeenkomstig met de alternatieve hypothese(n) staan. Deze effecten worden als significant beschouwd bij een $p < 0,10$. Om te toetsen of het ene model een significant verbeterde verklaring van de variantie geeft ten opzichte van een ander model, zal worden getoetst op $p < 0,05$.

4 Resultaten

4.1 Dataset na koppeling databronnen en filteren op vrij gekozen snelheid

In totaal zijn er 92.458 RD-coördinaten gevonden op wegvakken van minimaal 100 meter met daaraan gekoppeld een meetpunt met een GS-score. Op 50km/uur-wegen zijn er 45.255 coördinaten met een snelheid groter dan 30 km/uur. Hiervan bleven 17.204 coördinaten over nadat alle volgtijden (indien aanwezig) beneden de 6 seconden waren verwijderd. Aan ieder meetpunt zijn per rit één of meerdere RD-coördinaten gekoppeld. Daarmee is een dataset verkregen van in totaal 9.071 observaties op 50km/uur-wegen.

Op de 50km/uur-wegen werd – zonder correctie voor Bestuurder, Rit en Wegvak – gemiddeld met een snelheid van 45,4 km/uur gereden, zie *Tabel 4.1*. Opvallend is dat er in de dataset overwegend (maar niet exclusief) positieve GS-scores aanwezig zijn. Hoewel er grote limietoverschrijdingen voorkomen (>80 km/uur; zie ‘maximum snelheid’), zijn de meeste limietoverschrijdingen te vinden tussen de 50 en 55 km/uur (30%).

Er dient vermeld te worden dat er bij 837 observaties (9% van 9.071) geen eenduidige rijrichting binnen een wegvak kon worden toegekend, omdat het meetpunt-ID over de tijd zowel opliep (heen-richting) als afliep (terug-richting). Dit kan in theorie een gevolg hebben voor de GS-factor ‘Geslotenverklaring’, die als enige factor bij het aanvinken van een versneller of ‘neutraal’ (vertragers zijn bij deze factor niet mogelijk) onderscheid maakt in de heen- of terug-richting. Als bijvoorbeeld in de heen-richting van een wegvak een geslotenverklaring geldt en in de terug-richting niet, dan zal het algoritme bij een onbepaalde richting selecteren dat er een geslotenverklaring geldt. Rijdt men in de terug-richting, dan heeft het algoritme een foutieve keuze gemaakt. In de praktijk blijkt het niet kunnen detecteren van de rijrichting echter geen probleem. Van iedere observatie waarvan de rijrichting niet kon worden bepaald, is de waarde voor de heen- en terug-richting van de GS-factor ‘Geslotenverklaring’ namelijk hetzelfde. Er is daarom gekozen om verdere analyses inclusief observaties waarvan de rijrichting niet kon worden bepaald uit te voeren.

Tabel 4.1. Verdeling van GS-scores en snelheid

Kenmerk	Waarde
Aantal unieke bestuurders	21
Unieke ritten	548
Unieke wegvakken	743
Observaties totaal	9.071
Observaties GS > 0	8.890
Observaties GS = 0	79
Observaties GS < 0	102
Minimum GS	-2
Maximum GS	8
Gemiddelde GS	4,1
Snelheid gemiddeld	45,4
Snelheid minimum	30,0
Snelheid maximum	80,9
Snelheid standaarddeviatie	7,5
Aantal observaties > 50 km/uur	2.732 (30%)
Aantal observaties > 55 km/uur	527 (6%)
Aantal observaties < 50 km/uur	6.339 (70%)
Aantal observaties < 45 km/uur	3.878 (43%)
Aantal unieke bestuurders	21

Tabel 4.2 geeft per GS-factor een overzicht van het aantal observaties gelabeld als versnellers en vertragers. In *Bijlage 1 (Tabel B.1 en Tabel B.2)* staat de verdeling van versnellers en vertragers binnen GS-factoren voor alle unieke meetpunten binnen de gehele Amsterdamse dataset, los van of daar UDRIVE-proefpersonen hebben gereden. De verhouding tussen het aantal versnellers, vertragers en als neutraal gelabelde meetpunten lijkt voor 50km/uur-wegen vergelijkbaar met de overeenkomstige verhouding in *Tabel 4.2*.

Tabel 4.2. Verdeling van GS-factoren gelabeld als versneller, neutraal of vertrager

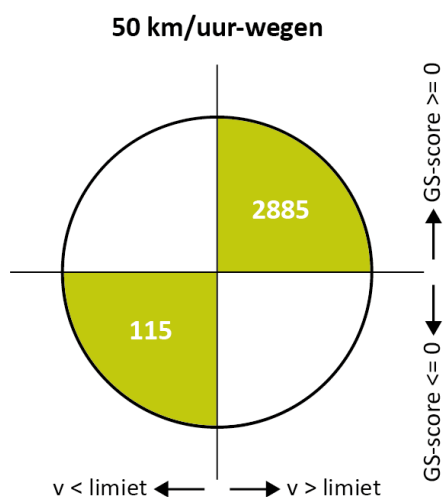
GS-factor	Versneller	Neutraal	Vertrager
Geslotenverklaring	8.022	1.049	0*
Rijrichtingscheiding	2.433	6.258	380
Kruisingendichtheid	945	8.126	0
Wegbeeld	1.052	7.187	832
Rechtstanden	8.717	350	4
Wegbreedte	6.439	2.465	167
Rijstrookbreedte	8.777	290	4
Aantal rijstroken	2.643	6.130	298

* Het label vertrager bestaat niet voor deze factor.

4.2 Relatie GS-score en limietoverschrijding

De grootte van de dataset na filteren op limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen, is weergegeven in *Afbeelding 4.1*. Voor alle analyses geldt dat het eenvoudige model met GS-scores als voorspeller een significante verbetering oplevert voor de verklaarde variantie ten opzichte van het referentiemodel met enkel het intercept, maar het aandeel van de verklaarde variantie is gering. De analyse levert is een Rho^2 van 0,0059 op. Verder geldt voor alle analyses dat de variantie ten opzichte van het eenvoudige model significant beter verklaard wordt na het toevoegen van de random factoren Bestuurder, Rit en Wegvak. Bij deze modellen is de hoeveelheid verklaarde variantie twee ordes van grootte hoger: $Rho^2 = 0,19$. De effecten van GS-scores op de overeenkomstige dataset zijn samengevat in *Tabel 4.3*.

Afbeelding 4.1. Aantal observaties voor limietoverschrijdingen bij positieve GS-scores en limietonderschrijdingen bij negatieve GS-scores.



Tabel 4.3. Regressiecoëfficiënten en t-toetsen voor GS-score als voorspeller van limietoverschrijdingen (positieve GS-scores) en -onderschrijdingen (negatieve GS-scores), gecorrigeerd voor Bestuurder, Rit en Wegvak.

Limiet (km/uur)	Snelheid (km/uur)	GS-score	b	SE	df	t	p	95% CI
50	> 50	≥ 0	0,021	0,069	2729,51	0,30	0,76	-0,11 – 0,16
50	< 50	≤ 0	-0,16	0,60	93,70	-0,27	0,79	-1,02 – 1,34

Vanwege de eenzijdige formulering van hypothese 1 (zie *Paragraaf 1.4*) moet er voor positieve GS-scores in *Tabel 4.3* getoetst worden of de regressiecoëfficiënt significant positief afwijkt van nul. Regressiecoëfficiënten met een grote negatieve waarde zijn daarom per definitie niet significant. Op een vergelijkbare manier worden bij negatieve GS-scores alleen regressiecoëfficiënten met een negatieve waarde beschouwd (hypothese 2).

Op 50km/uur-wegen met een positieve GS-score is de richting van de regressiecoëfficiënt in lijn met de voorspelling van hypothese 1, maar het effect van de GS-score op Limietoverschrijding is niet significant. Wat betreft negatieve GS-scores zijn er 101 observaties met een GS-score van -1 en één observatie met een GS-score van -2. Omdat de waarde -2 slechts één keer voor komt, is deze observatie niet meegenomen in het model. Het effect van GS-scores op 50km/uur-wegen blijkt niet significant te zijn, hoewel de richting van de regressiecoëfficiënt in lijn is met de hypothese.

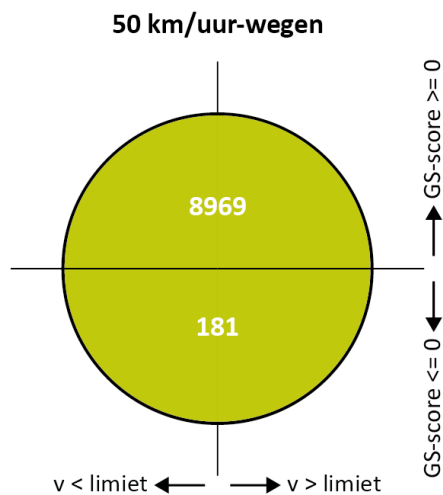
Deze resultaten geven niet de indruk dat de GS-score in de huidige dataset een goede voorspeller is voor limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen. De verwachting was dat een grotere

positieve GS-score samengaat met een grotere limietoverschrijding en dat een grotere negatieve GS-score samengaat met een grotere limietonderschrijding. Op 50km/uur-wegen (alleen positieve GS-scores) kan de bijbehorende nulhypothese (er is geen effect van GS-score op limietoverschrijdingen/-onderschrijdingen) bij gebrek aan een significant effect niet worden verworpen. Er is in deze studie dus geen ondersteuning gevonden voor de alternatieve hypothese.

4.3 Relatie GS-score en snelheid

Voorgaande sectie wekt de vraag op of de GS-score eigenlijk wel een goede voorspeller is voor snelheidskeuze, ongeacht hoe deze zich verhoudt tot de limiet. Kortom, nodigt een positieve GS-score uit tot harder rijden en, vice versa, nodigt een negatieve GS-score uit tot langzamer rijden? Als afhankelijke variabele is de rijsnelheid gebruikt. In deze analyse wordt geen onderscheid gemaakt tussen rijden onder of boven de snelheidslimiet, zie *Afbeelding 4.2*. Net als in de vorige analyse wordt de variantie met het eenvoudige model significant beter verklaard dan het referentiemodel en significant beter met het complete model dan met het eenvoudige model. De verklaarde variantie in termen van Rho^2 is bij het complete model (Rho^2 tussen 0,12 en 0,33) wederom twee ordes van grootte hoger dan het eenvoudige model (Rho^2 tussen 0,0028 en 0,016).

Afbeelding 4.2. Aantal observaties bij positieve GS-scores en bij negatieve GS-scores, ongeacht de snelheid ten opzichte van de limiet.



Tabel 4.4. Regressiecoëfficiënten en t-toetsen voor GS-score als voorspeller voor snelheid, gecorrigeerd voor Bestuurder, Rit en Wegvak.

Limiet (km/uur)	GS-score	b	SE	df	t	p	95% CI
50	≥ 0	-0,70	0,086	7392,21	-8,08	< 0,001	-0,86 – -0,53
50	≤ 0	-0,21	0,63	133,83	-0,34	0,74	-1,45 – 1,03

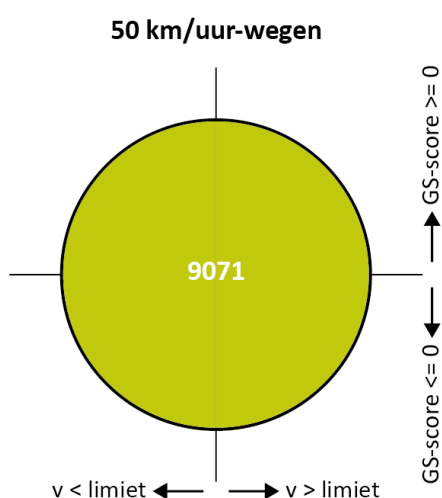
Vergelijkbaar met de vorige sectie moet er vanwege de eenzijdige formulering van hypothese 3 (zie *Paragraaf 1.4*) bij het evalueren van de effecten van positieve GS-scores alleen getoetst worden of de regressiecoëfficiënt significant afwijkt van nul. Vanuit hypothese 4 geldt dit criterium ook voor negatieve GS-scores, aangezien er bij een toename van de GS-score (bijvoorbeeld van -2 naar -1) een toename van de snelheid wordt verwacht. *Tabel 4.4* laat zien dat er geen positieve regressiecoëfficiënten zijn voor de GS-score als voorspeller van snelheid. Ook hier geldt dan dat de ogenschijnlijk significante effecten voor positieve GS-scores als niet significant gelden.

De alternatieve hypothese is dat een grotere positieve GS-score verwant is aan een grotere snelheid en dat een grotere negatieve GS-score verwant is aan een kleinere snelheid. De nulhypothese kan voor 50km/uur-wegen met een positieve GS-score niet worden verworpen. Ook op wegen met een negatieve GS-score kan de nulhypothese niet worden verworpen. Kortom, de GS-score lijkt in deze dataset niet alleen een slechte voorspeller voor limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen, maar ook een slechte voorspeller voor rijnsnelheid in het algemeen.

4.4 Relatie aantal versnellers, vertragers en snelheidskeuze

In deze sectie wordt geanalyseerd of het aantal vertragers en versnellers een betere voorspeller is voor snelheid dan de (netto) GS-score. Positieve en negatieve GS-scores zijn voor deze analyse in dezelfde dataset samen genomen, zie *Afbeelding 4.3*.

Afbeelding 4.3. Aantal observaties op 50km/uur-wegen, ongeacht snelheid en GS-score.



De bivariate correlatie tussen het aantal versnellers en vertragers is bij 50km/uur-wegen significant en negatief. Deze richting is logisch, aangezien een wegkenmerk ofwel als versneller, ofwel als vertrager kan gelden. De Pearson-correlatie bedraagt -0,29, wat volgens Cohen (1988) mag worden geïnterpreteerd als een klein effect. De factoren 'Versnellers' en 'Vertragers' worden daarom als onafhankelijk beschouwd.

De volgorde waarin het model is opgebouwd, is beschreven in *Tabel 4.5*. Consistent met eerdere bevindingen is dat de random factoren in termen van Rho^2 een groter aandeel van de variantie verklaren dan de fixed factoren. Tot en met model 2 verklaart ieder opvolgend model de variantie significant beter dan het vorige model. Model 3 blijkt echter geen significante verbetering te zijn. Wij rapporteren daarom in *Tabel 4.6* de resultaten van model 2.

Tabel 4.5. Opbouw van het model voor het testen van het aantal versnellers en vertragers.

Model	Factoren	$Rho^2_{50km/uur-wegen}$
0	Intercept	n.v.t.
1	Model 0 + Versnellers, Vertragers	0,0011
2	Model 1 + Bestuurder, Rit, Wegvak	0,13
3	Model 2 + Interactie Versnellers x Vertragers	0,13

Tabel 4.6. Regressie-coëfficiënten en t-toetsen voor Versnellers en Vertragers als voorspeller voor snelheid, gecorrigeerd voor Bestuurder, Rit en Wegvak.

Limiet (km/uur)	Factor	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	95% CI
50	Versnellers	-0,91	0,096	8054,76	-9,41	< 0,001	-1,10 – -0,72
	Vertragers	0,0075	0,22	6759,50	0,034	0,97	-0,42 – 0,43

Bij versnellers wordt, conform hypothese 5 (zie *Paragraaf 1.4*), getoetst of de regressiecoëfficiënt significant groter is dan nul. Andersom wordt conform hypothese 6 bij vertragers getoetst of de regressiecoëfficiënt significant kleiner is dan nul. De resultaten van het aantal versnellers en vertragers op 50km/uur-wegen vertonen geen regressiecoëfficiënten die aan deze criteria voldoen.

De alternatieve hypothese is dat een toename van het aantal versnellers gepaard gaat met een hogere snelheid en, omgekeerd, dat een toename van het aantal vertragers gepaard gaat met een lagere snelheid. Een toename van het aantal vertragers leidde niet tot een lagere snelheid. Andersom leidde een toename van het aantal versnellers niet tot een hogere snelheid. Op basis van bovenstaande bevindingen lijken het aantal versnellers en vertragers op 50km/uur-wegen geen goede voorspellers te zijn voor snelheid.

4.5 Relatie GS-factoren en snelheidskeuze

In voorgaande analyses viel op dat de richting van het effect van GS-scores (of Versnellers, Vertragers) regelmatig omslaat na toevoeging van de random factoren. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat de random factoren een deel van de variantie verklaren die eerder door de voorspellende factoren (GS-score, Versnellers, Vertragers) werd verklaard. Dit gebrek aan robuustheid zou veroorzaakt kunnen zijn als blijkt dat de regressiecoëfficiënten van de acht onderliggende GS-factoren (Geslotenverklaring, Rijrichtingscheiding, Kruisingendichtheid, Wegbeeld, Rechtstanden, Wegbreedte, Rijstrookbreedte, Aantal rijstroken; zie *Afbeelding 1.1* in *Paragraaf 1.1*) bij een gelijke beoordeling (bijvoorbeeld als versneller) niet in dezelfde richting wijzen bij het voorspellen van de snelheidskeuze. In deze paragraaf wordt verkend in hoeverre deze acht factoren in samen- dan wel tegenspraak zijn.

Een bivariate correlatie op alle GS-factoren laat zien dat alle paarsgewijze vergelijkingen significant zijn; een te verwachten uitkomst gezien het grote aantal observaties. Er komen geen correlatiecoëfficiënten voor met een absolute waarde groter dan 0,37. Volgens Cohen (1988) zijn dit kleine tot gemiddelde effectgroottes. De GS-factoren worden daarom in het vervolg van deze analyse als onafhankelijk gezien.

Een belangrijke vraag bij het opstellen van een model met meerdere factoren, is in welke volgorde deze factoren aan een model moeten worden toegevoegd. Volgens de hypothese zou een GS-factor die gelabeld is als ‘versneller’, geassocieerd moeten zijn met een grotere snelheid dan diezelfde GS-factor gelabeld als ‘neutraal’ (geen versneller of vertrager). Andersom zou een GS-factor die is gelabeld als ‘vertrager’, geassocieerd moeten zijn met een lagere snelheid ten opzichte van ‘neutraal’. In termen van regressiecoëfficiënten vertaalt dit zich in een positieve waarde voor versnellers en een negatieve waarde voor vertragers. Wanneer de regressiecoëfficiënt van de vertrager van die van de versneller wordt afgetrokken, geeft dit een indicatie van de mate waarin iedere factor in lijn ligt met de hypothese. De uitkomst van deze aftreksom zal immers kleiner zijn naarmate de regressiecoëfficiënt van de versneller richting een negatieve waarde opschuift en die van de vertrager naar een positieve waarde.

Tabel 4.7 toont de resultaten van deze exercitie. Opvallend is dat de regressiecoëfficiënten – voor zover aanwezig – alleen bij de factoren ‘Rechtstanden’ en ‘Kruisingendichtheid’ unaniem in de richting staan die volgens de hypothesen 7 en 8 verwacht mag worden. Dit zou kunnen verklaren waarom de netto regressiecoëfficiënt van het aantal versnellers negatief is in Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Verkenning van regressiecoëfficiënten ten opzichte van ‘neutraal’ bij individuele GS-factoren op 50km/uur-wegen, gecorrigeerd voor Bestuurder, Rit en Wegvak. Kruisingendichtheid kent in deze dataset geen vertrager. Geslotenverklaring kent volgens de criteria geen vertrager.

GS-factor	$b_{\text{Versneller}}$	$b_{\text{Vertrager}}$	$b_{\text{Versneller}} - b_{\text{Vertrager}}$	Richtingen correct?
Rechtstanden	3,77 **	-2,07	5,84	Ja
Kruisingendichtheid	3,17 ***	-	3,17	Ja (versneller)
Rijstrookbreedte	-1,08	-2,54	1,46	Deels
Wegbeeld	2,01 ***	0,98	1,03	Deels
Rijrichtingscheiding	-0,72	-0,82	0,10	Deels
Aantal rijstroken	-1,80	-1,05	-0,75	Deels
Geslotenverklaring	-1,07	-	-1,07	Nee
Wegbreedte	-1,27	0,29	-1,55	Nee

* $p < 0,10$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Tabel 4.8 beschrijft in welke volgorde de factoren van het model zijn toegevoegd. Er is een significant verbeterde verklaring van de variantie bij opeenvolgende modellen tot en met model 8, maar niet van model 9 ten opzichte van model 8. Daarom worden de resultaten van model 8 in Tabel 4.9 gerapporteerd. In totaal zijn er drie GS-factoren met een significant effect bij de versneller (Rechtstanden, Kruisingendichtheid, Wegbeeld) en één GS-factor met een significant effect bij de vertrager (Rijrichtingscheiding). In termen van Rho^2 geeft het toevoegen van de random factoren Bestuurder, Rit en Wegvak in model 1 een verbetering van 0,12. De extra verklaarde variantie in de daaropvolgende modellen ligt in de orde grootte van 0,001 en is daarom niet verder gerapporteerd.

Tabel 4.8. Opbouw van het model voor het testen van GS-factoren.

Model	Factoren	-2 LL	df
0	Intercept	62.369	2
1	0 + Bestuurder, Rit, Wegvak	54.623	5
2	1 + Rechtstanden	54.613	7
3	2 + Kruisingendichtheid	54.587	8
4	3 + Rijstrookbreedte	54.581	10
5	4 + Wegbeeld	54.560	12
6	5 + Rijrichtingscheiding	54.544	14
7	6 + Aantal rijstroken	54.452	16
8	7 + Geslotenverklaring	54.446	17
9	8 + Wegbreedte	54.598	19

Tabel 4.9. Regressie-coëfficiënten van versnellers en vertragers ten opzichte van neutraal in model 8 voor 50km/uur-wegen. *Kruisingendichtheid kent in deze dataset geen vertrager. Geslotenverklaring kent volgens de criteria geen vertrager.*

GS-factor		<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	95% CI	Richting correct?
Rechtstanden	Versneller	6,12	1,36	772,88	4,49	< 0,001	3,44 – 8,80	Ja, significant
	Vertrager	-3,33	3,91	1.077,26	-0,85	0,40	-11,01 – 4,36	Ja
Kruisingendichtheid	Versneller	4,84	0,91	752,82	5,32	< 0,001	3,06 – 6,63	Ja, significant
	Vertrager	-	-	-	-	-	- -	-
Rijstrookbreedte	Versneller	-1,43	0,45	8.714,97	-3,16	0,002	-2,31 – -0,54	Nee
	Vertrager	-2,96	2,83	8.529,21	-1,05	0,30	-8,52 – 2,59	Ja
Wegbeeld	Versneller	2,19	0,56	2.225,31	3,90	< 0,001	1,09 – 3,29	Ja, significant
	Vertrager	1,17	0,34	7.813,72	3,44	0,001	0,50 – 1,83	Nee
Rijrichtingscheiding	Versneller	-0,43	0,22	8.308,37	-1,98	0,048	-0,85 – -0,0041	Nee
	Vertrager	-1,07	0,46	8.583,61	-2,30	0,022	-1,98 – -0,16	Ja, significant
Aantal rijstroken	Versneller	-1,89	0,20	8.537,63	-9,60	< 0,001	-2,28 – -1,51	Nee
	Vertrager	-1,00	0,86	5.590,55	-1,16	0,24	-2,69 – 0,69	Ja
Geslotenverklaring	Versneller	-0,87	0,36	6.535,89	-2,44	0,015	-1,57 – -0,17	Nee
	Vertrager	-	-	-	-	-	- -	-

5 Discussie en conclusies

In dit rapport deden we verslag van een verkennende studie naar de validiteit van VSGS, een instrument om 'veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten' te kunnen bepalen. Daarbij keken we specifiek naar de GS-score, een optelsom van wegfactoren die elk als vertrager (-1), versneller (+1) of neutraal (0) aan de score bijdragen. De optelsom die leidt tot de GS-score, geeft een indicatie van de geloofwaardigheid van de geldende snelheidslimiet.

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, is gebruikgemaakt van twee databronnen. De eerste is een eerder onderzoek van SWOV (Wijlhuizen et al., 2017), waarin de wegkenmerken van 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam zijn geïnventariseerd met behulp van 360°-beelden van het bedrijf CycloMedia, en waarvan vervolgens de GS-score is berekend. Deze informatie is gekoppeld aan de database van het Europese project UDRIVE, waarin het natuurlijke rijgedrag van een groot aantal proefpersonen in Europa is bestudeerd. Voor deze studie zijn deze *naturalistic driving*-gegevens gebruikt van 33 bestuurders die tussen 2015 en 2017 gedurende een periode van zes maanden hebben rondgereden in onder andere Amsterdam. Door de GS-scores van wegvakken in Amsterdam te koppelen aan daadwerkelijk gereden snelheden op dezelfde locaties, is het mogelijk om de validiteit van GS-scores op 50km/uur-wegen te onderzoeken.

In dit afsluitende hoofdstuk bespreken we de antwoorden op elk van de onderzoeksvragen uit *Hoofdstuk 1*. Daarnaast gaan we in op enkele beperkingen aan deze studie doen we aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

5.1 Samenvatting resultaten

Is de GS-score een goede voorspeller voor limietoverschrijdingen en limietonderschrijdingen op 50km/uur-wegen?

De verwachting was dat een grotere positieve GS-score (meer versnellers dan vertragers) gepaard zou gaan met een grotere limietoverschrijding en dat een grotere negatieve GS-score (meer vertragers dan versnellers) gepaard zou gaan met een grotere limietonderschrijding. Dit bleek voor de onderzochte wegen in de hoofdstad niet zo te zijn. We concluderen daarom dat er geen reden is om aan te nemen dat de GS-score een goede voorspeller is voor limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen op 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam.

Is de GS-score een goede voorspeller voor snelheid op 50km/uur-wegen?

Wanneer de gereden snelheid los van de snelheidslimiet wordt beschouwd, was de verwachting dat de snelheid hoger zou zijn bij een grotere positieve GS-score (meer versnellers dan vertragers). Andersom was de verwachting dat de snelheid lager zou zijn bij een grotere negatieve GS-score (meer vertragers dan versnellers). Dit was bij de in dit project onderzochte wegen niet het geval. Er is daarom geen reden om aan te nemen dat de GS-score een goede voorspeller is voor snelheid op 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam.

Zijn het aantal versnellers en het aantal vertragers goede voorspellers voor snelheid op 50km/uur-wegen?

De verwachting was dat naarmate een wegvak meer versnellers had, de snelheid hoger zou zijn en naarmate het meer vertragers had, de snelheid lager zou zijn. Ook dit bleek voor de onderzochte hoofdstedelijke wegen niet het geval. Voor Amsterdamse 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen is er dus geen reden om aan te nemen dat het aantal versnellers en vertragers een goede voorspeller is voor snelheid.

Zijn de onderliggende individuele GS-factoren goede voorspellers voor de snelheid op 50km/uur-wegen?

Wanneer we kijken naar elk van de acht versnellers en de zeven vertragers afzonderlijk, dan zien we dat drie versnellers daadwerkelijk gepaard gaan met een hogere snelheid en één vertrager daadwerkelijk gepaard gaat met een lagere snelheid:

- Ten eerste: wegen met een langere rechtstand gingen gepaard met een hogere snelheid. Wanneer de rechtstand van een weg groter dan 130 meter was, dan ging de gemiddelde snelheid gemiddeld omhoog met 6,12 km/uur ten opzichte van wegen waar de rechtstand kleiner was dan 130 meter.
- Ten tweede: wanneer er binnen een straat geen tussenliggende kruisingen aanwezig waren, ging de snelheid omhoog met 4,84 km/uur.
- Ten derde: proefpersonen reden bij een open wegbeeld gemiddeld 2,19 km/uur sneller dan bij wegen met een halfopen of gesloten wegbeeld.
- Eén GS-factor vertoont qua vertrager een significante snelheidsafname. Bij afwezigheid van enige vorm van rijrichtingscheiding ging de snelheid gemiddeld omlaag met 1,07 km/uur.

De overige vijf versnellers en zes vertragers hadden geen effect op de rijnsnelheid. Bij vier versnellers en één vertrager was de richting van de samenhang zelfs tegengesteld aan wat er werd verwacht. Dit zou voor de in dit onderzoek gebruikte dataset kunnen verklaren waarom de GS-score, waarin de GS-factoren zijn samengenomen, geen goede voorspeller is voor snelheid. Al met al lijkt voor 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam een deel van de afzonderlijk GS-factoren een betere voorspeller te zijn voor snelheid dan de GS-score gebaseerd op alle versnellers en vertragers.

5.2 Implicaties

De resultaten genoemd in *Paragraaf 5.1* hebben enkele implicaties. Om te beginnen is de GS-score opgesteld als indicatie of mensen over of onder de snelheidslimiet zullen rijden, afhankelijk van het aantal vertragers of versnellers. Er is in dit onderzoek geen aanleiding gevonden om te concluderen dat dit voor 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam inderdaad zo is. De GS-score zou een verkeerd beeld kunnen geven van de veiligheid van een wegvak, waardoor wegbeheerders mogelijk verkeerde prioriteiten kunnen stellen. Wanneer de GS-score aangeeft dat de wegfactoren een versnellende werking hebben, hoeft dit in de praktijk niet zo te zijn (of andersom): de door VSGS aanbevolen vervolgstappen bieden dan niet meer dan schijnveiligheid. Ongevallen op deze locaties kunnen alsnog veroorzaakt worden door een te hoge snelheid omdat de veilige limiet niet wordt ondersteund door de kenmerken van de weg en de wegomgeving, terwijl daarvoor maatregelen zijn genomen of de geloofwaardigheid als goed is beoordeeld. Voorzichtigheid is dus geboden bij het gebruik van de GS-score op 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam.

De GS-score wordt berekend door de versnellers (score +1) en vertragers (-1) bij elkaar op te tellen. Op de Amsterdamse 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen blijken van de versnellers de GS-factoren Rechtstanden, Kruisingendichtheid en Wegbeeld de gereden snelheid significant te beïnvloeden. Wat betreft de GS-factoren Rechtstanden en Kruisingendichtheid is het niet

onlogisch dat wanneer het aantal kruispunten afneemt of de lengte van de rechtstanden toeneemt, de snelheid ook toeneemt; er zijn immers minder redenen om snelheid terug te nemen. Wat betreft de GS-factor Wegbeeld is bekend dat in een open omgeving de eigen rijnsnelheid eerder wordt onderschat. De GS-factor Rijrichtingscheiding zorgt er als vertrager voor dat de snelheid afneemt. Wat tot slot opvalt, is dat deze wegfactoren de gereden snelheid in verschillende mate beïnvloeden. Dit zou reden zijn om te kiezen voor een GS-score waarin de regressiecoëfficiënten (de invloed op de gemiddeld gereden snelheid) worden meegenomen in plaats van een optelsom van versnellers en vertragers.

Hoewel enkele wegfactoren dus wel voorspellend zijn voor Amsterdamse 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen, is het mogelijk dat in de GS-score ook andere factoren meegenomen moeten worden dan op dit moment. Binnen de bebouwde kom kunnen er wegfactoren aanwezig zijn die van invloed zijn op de gereden snelheid, die niet aanwezig zijn op wegen buiten de bebouwde kom. Immers, andere studies vonden effecten van bijvoorbeeld parkeervakken (Gargoum, El-Basyouny & Kim, 2016; Ivan et al., 2009). Tegelijkertijd is het ook niet uit te sluiten dat andere wegfactoren, zoals de aanwezigheid van zebrapaden, effect hebben op de snelheidskeuze. Omdat deze wegkenmerken niet aanwezig zijn in VSGS, is dit een mogelijke tekortkoming voor de berekening van de GS-score binnen de bebouwde kom. Tevens blijken enkele GS-factoren geen invloed te hebben op de gereden snelheid, namelijk de breedte van de weg, het aantal rijstroken, de breedte van de rijstroken en of er al dan niet sprake is van een geslotenverklaring. Dit zou, in ieder geval voor 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam, betekenen dat de totstandkoming van de GS-score beter moet worden afgestemd op de context waarin de score gebruikt wordt.

Uit de data blijkt dat veel gereden snelheden rondom de snelheidslimiet liggen: de snelheid van 51% van de observaties ligt binnen 5 kilometer onder of boven de snelheidslimiet (*Tabel 4.1*). De mogelijkheid bestaat dat de GS-methode niet gevoelig genoeg is voor dergelijke kleine limietoverschrijdingen en -onderschrijdingen.

5.3 Beperkingen en aanbevelingen

5.3.1 Beperkingen met betrekking tot de steekproef

Binnen dit onderzoek zijn er enkele beperkingen. De databronnen die zijn gebruikt, bevatten alleen data van Amsterdam. Bovendien is er met de UDRIVE-ritten een steekproef gebruikt van de geïnventariseerde wegen; de bestuurders hebben immers niet op alle geïnventariseerde wegen gereden. De steekproef op 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen bevat echter een groot aantal meetpunten en kan als een goede afspiegeling gezien worden van de hele set meetpunten van CycloMedia.

Tevens is het onduidelijk wat de invloed van de auto is waarin wordt gereden. Dit rapport heeft gebruikgemaakt van de UDRIVE-dataset waarin bestuurders alleen in Renault Clio's hebben rondgereden. Het potentiële verschil tussen verschillende soorten en typen auto's is daarom zo goed mogelijk verholpen, iedereen heeft immers in hetzelfde type auto gereden. Deze auto's kunnen echter gecategoriseerd worden als middenklasse-auto's, en hoewel veel auto's op de wegen binnen deze klasse vallen, is er voorzichtigheid geboden op het gebied van generalisatie.

In dit onderzoek is gebruikgemaakt van het rijgedrag van een relatief kleine groep automobilisten. Bestuurders jonger dan dertig jaar zijn ondervertegenwoordigd in deze dataset (Bärgman et al., 2017). Bekend is dat jonge bestuurders meer moeite hebben met aandacht op de weg houden en hun kijkgedrag tijdens het rijden, waardoor wegkenmerken wellicht op een andere manier invloed hebben op snelheidskeuze (McKnight & McKnight, 2003). Ook is het snelheidsgedrag geanalyseerd van bestuurders die meededen met een *naturalistic driving*-

onderzoek. Mogelijk zijn zij zich toch bewust geweest van het feit dat hun rijgedrag werd bestudeerd; dit kan invloed hebben gehad op hun snelheidskeuze. Het blijft dan nog wel de vraag of deze vooral is beïnvloed door de snelheidslimiet of door de omgeving.

5.3.2 Verklaarde variantie van snelheid

Een algemene bevinding is dat de GS-score, het aantal versnellers en vertragers, alsook de onderliggende GS-factoren slechts 0,1%-0,6% van de variantie in snelheid verklaren. Dit aandeel is zowel laag in absolute zin als in vergelijking met het aandeel van de verklaarde variantie van de factoren waarvoor gecorrigeerd werd. Deze factoren – welke bestuurder, welke rit en welk wegvak – verklaarden in de verschillende analyses rond de 10% á 20% van de variantie in snelheid. Dit betekent tevens dat het grootste deel van de variantie in snelheid niet verklaard kon worden met de factoren die in dit onderzoek zijn gebruikt, of tenminste niet met de huidige implementatie van deze factoren.

In vervolgonderzoek zou daarom bestudeerd moeten worden welke factoren een betere verklaring geven van de variantie in rijnsnelheid binnen de bebouwde kom. Op basis van literatuur (zie *Hoofdstuk 2*) zijn hier meerdere kandidaten voor te bedenken, zoals de aanwezigheid van parkeervoorzieningen. Gegevens verkregen met de *naturalistic driving*-methode, zoals in deze studie, bieden door het bekijken van videomateriaal de mogelijkheid om te corrigeren voor potentiële effecten van het gebruik van voornoemde voorzieningen (was er een voertuig op de weg geparkeerd?). Verder kan vanuit de beschikbare informatie over de proefpersonen worden gecorrigeerd voor mogelijke invloeden van bijvoorbeeld leeftijd en attitudes jegens limietoverschrijding.

Naast vervolgonderzoek naar andere factoren om de variantie in snelheid te verklaren, zouden ook de huidige GS-factoren nader onderzocht moeten worden. Net zoals de GS-score is opgebouwd uit onderliggende GS-factoren, zijn ook deze GS-factoren geconstrueerd op basis van één of meer onderliggende variabelen (*Tabel 3.1*). Bij GS-factoren op basis van continue variabelen, zoals de breedte van de weg, kan het zijn dat de drempelwaarden voor een label als versneller of vertrager niet goed zijn gekozen. Bij GS-factoren op basis van categorische variabelen, zoals de aanwezigheid van een geslotenverklaring, kan het zijn dat er bij andere categorieën van een versneller of vertrager gesproken moet worden dan nu het geval is. Een geslotenverklaring voor voetgangers kan bijvoorbeeld een ander gevolg hebben voor snelheid dan een geslotenverklaring voor fietsers. Nu wordt alleen het onderscheid wel versus geen geslotenverklaring gehanteerd, ongeacht het type verkeersdeelnemer waarvoor deze geldt.

We raden daarom aan om in een verdiepende studie allereerst de ruwe geïnventariseerde data in een model te gebruiken, in plaats van de labels (versneller, vertrager, neutraal) die op basis van vooraf gekozen drempelwaarden zijn geplaatst. Mocht een factor een goede voorspeller blijken, dan kan vervolgens gekozen worden om er (alsnog) drempelwaarden aan te verbinden. Dit temeer omdat concrete drempelwaarden uiteindelijk een bruikbaar hulpmiddel leveren voor wegbeheerders bij het evalueren van het wegennet dan een regressiecoëfficiënt bij een continue variabele.

Tot slot dient vermeld te worden dat de GS-factoren in de huidige implementatie deels niet onafhankelijk van elkaar zijn. Indien er op een 50km/uur-weg sprake is van slechts één rijrichting met precies één rijstrook, dan wordt de GS-factor 'Aantal rijstroken' als vertrager gelabeld. Aangezien er in dit geval per definitie geen rijrichtingscheiding aanwezig kan zijn, geldt dat ook de GS-factor 'Rijrichtingscheiding' als vertrager wordt gelabeld. In deze studie zijn geen grote correlaties gevonden tussen de GS-factoren, waarmee de invloed van bovenstaande afhankelijkheid gering is. Dit kan echter toeval zijn voor de gebruikte dataset in deze studie.

Mocht in een toekomstige studie de implementatie van de huidige GS-factoren losgelaten worden ten faveure van alternatieve factoren (zoals hierboven aanbevolen), dan dient vooraf

tegen het licht te worden gehouden in hoeverre de gebruikte factoren zowel statistisch als conceptueel onafhankelijk zijn.

5.3.3 Selecteren van vrij gekozen snelheid

In een studie naar de geloofwaardigheid van snelheidslimieten is het van belang dat men vrij gekozen snelheden selecteert, waarbij proefpersonen niet zijn gehinderd door andere verkeersdeelnemers. Binnen deze studie is vrij gekozen snelheid geoperationaliseerd op basis van een volgtijd groter dan 6 seconden en op basis van een minimum rijsnelheid van 30 km/uur op 50km/uur-wegen. Een belangrijke vraag is of deze operationalisering afdoende is. De *Mobileye*-sensor waarmee volgtijd is bepaald, registreert andere verkeersdeelnemers met een voorwaartse beeldhoek van circa 30 graden. De mogelijkheid bestaat dat er in de geselecteerde observaties van deze studie andere verkeersdeelnemers aanwezig waren in de periferie, met name wanneer obstakels het onmogelijk maken om deze verkeersdeelnemers bij een grote afstand te detecteren. Het is onbekend in hoeverre deze daadwerkelijk aanwezig waren en in hoeverre zij de snelheid van de UDRIVE-proefpersonen hebben beïnvloed. Het bestuderen van videobeelden kan hierbij uitkomst bieden.

In deze studie is aangenomen dat de *Mobileye*-sensor waarmee volgtijd is bepaald, een voorligger direct als zodanig identificeert en daarbij ook de juiste volgafstand bepaalt. Visuele inspectie van een steekproef laat zien dat als er volgens de *Mobileye* een voorligger aanwezig is, dit klopt met de bijbehorende videobeelden. Ook de berekende volgtijd lijkt qua orde-grootte te kloppen, wanneer er een referentiepunt in het videobeeld wordt gekozen en er vervolgens geteld wordt hoe lang het duurt voordat de proefpersoon dit punt bereikt nadat een voorligger datzelfde punt heeft gepasseerd. Het is echter onbekend of en in hoeverre de *Mobileye*-sensor voorliggers heeft gemist die er wel degelijk waren binnen de beeldhoek van circa 30 graden. Daar waar dit het geval is geweest, is mogelijk geen sprake geweest van een vrij gekozen snelheid.

De drempelwaarde die in deze studie is gekozen voor volgtijd, is met 6 seconden relatief hoog ten opzichte van andere studies. Het vinden van de juiste drempelwaarde om vrij gekozen snelheid te selecteren, is een studie op zich. Omdat we in de literatuur geen consensus hebben kunnen vinden (zie *Paragraaf 3.5*), is er in deze studie voor een conservatieve volgtijd gekozen. Wanneer een lagere drempelwaarde gebruikt wordt, zullen er in de regel meer observaties volgen, waarbij mogelijk een grotere overlap met de CycloMedia-dataset wordt bereikt. Dit zou de representativiteit van de UDRIVE-steekproef voor Amsterdam vergroten.

5.3.4 Algoritmen voor koppeling tussen UDRIVE- en CycloMedia-databases

In deze studie zijn drie algoritmen gebruikt om tot de uiteindelijke dataset te komen. Het eerste algoritme koppelde de ruwe RD-coördinaten aan wegvaknummers uit het Nationaal Wegenbestand. Het tweede algoritme selecteerde hier vervolgens de dichtstbijzijnde meetpunten bij uit het CycloMedia-bestand. Het derde algoritme bepaalde op basis van de meetpuntnummers de rijrichting en koppelde vervolgens aan ieder meetpunt de waarden van de GS-factoren en de GS-score.

Het algoritme waarmee wegvaknummers aan RD-coördinaten worden toegekend, levert in de huidige implementatie nog geen perfect resultaat. Wanneer de posities van de ruwe RD-coördinaten op een kaart worden getoond en hier vervolgens de door het algoritme gekozen wegvaknummers naast worden gelegd, dan is incidenteel voor één á twee RD-coördinaten een afwijkend wegvak geselecteerd ten opzichte van de daadwerkelijk gereden route, voordat het juiste wegvak weer wordt geselecteerd. Op basis van de geïnspecteerde ritten schatten wij de foutmarge in op een orde-grootte van 1% á 2%. In een vervolgstudie zou aandacht moeten worden besteed aan het kwantificeren van het percentage RD-coördinaten met een afwijkend wegvak, zodat kan worden bepaald in hoeverre het noodzakelijk is om het algoritme te verbeteren.

Ook het algoritme waarbinnen wordt bepaald in welke richting een proefpersoon over het desbetreffende wegvak heeft gereden (heen- of terug-richting), lijkt nog verbeterd te kunnen worden. In principe wordt de heen-richting geselecteerd wanneer meetpuntnummers oplopen en de terug-richting wanneer meetpuntnummers aflopen. In 15% van de observaties kon geen eenduidige rijrichting worden bepaald, omdat de meetpuntnummers zowel op- als afliepen. 'Geslotenverklaring' is de enige GS-factor waarbij volgens de criteria gebruik wordt gemaakt van de rijrichting. In deze studie bleek de waarde die de variabele 'Geslotenverklaring' in deze observaties aannam voor de heen- en terug-richting identiek, waarna is gekozen om alle observaties in verdere analyses te gebruiken. Indien er in toekomstig onderzoek bij meer (GS-)factoren onderscheid wordt gemaakt in de rijrichting voor het toekennen van een label als versneller of vertrager, dan is een revisie van voornoemd algoritme nodig.

5.4 Conclusie

In het algemeen geldt dat een hogere rijnsnelheid gepaard gaat met een groter ongevalsrisico en een grotere kans op ernstig letsel. Het beheersen van snelheid is daarom belangrijk voor het verbeteren van de verkeersveiligheid. De VSGS-methode is opgesteld als instrument voor wegbeheerders om snel te kunnen inventariseren welke wegen aandacht behoeven in termen van wijzigingen in de snelheidslimiet, infrastructuur en/of handhaving. De GS-score geeft volgens de VSGS-methode aan of een snelheidslimiet op basis van wegkenmerken als geloofwaardig mag worden beschouwd. De GS-score kan op 50km/uur-wegen waarden aannemen van -7 tot +8, waarbij een grotere positieve score zou leiden tot grotere limietoverschrijdingen en een grotere negatieve score tot grotere limietoverschrijdingen.

In deze verkennende studie op 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam is geen ondersteuning gevonden voor de hierboven beschreven relatie tussen de GS-score en snelheid, noch ten opzichte van de limiet (overschrijdingen, onderschrijdingen) noch voor snelheid in het algemeen. Enkele afzonderlijke GS-factoren (wegkenmerken) bleken wél een goede voorspeller voor snelheid te zijn.

Men moet zich realiseren dat het hier een verkennende studie betrof waarin alleen naar een klein gebied binnen de bebouwde kom van Amsterdam is gekeken en naar het snelheidsgedrag van een relatief kleine groep automobilisten. Dit betekent dat de resultaten waarschijnlijk beperkt representatief zijn voor andere wegen binnen de bebouwde kom in Nederland. De resultaten geven echter wel aanleiding tot vervolgonderzoek naar de exacte implementatie van het instrument. Vooralsnog is voorzichtigheid geboden bij de interpretatie van de GS-score uit de huidige versie van het VSGS-instrument als indicator van de veiligheid van 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam.

Referenties

Aarts, L. (2011). Methoden en instrumenten voor het onderbouwen van verkeersveiligheidsbeleid. R-2011-3. SWOV, Leidschendam.

Aarts, L., Brandenburg, S. & Nes, N. van (2011). The influence of environmental factors on speed choice. In: Proceedings of the 2011 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS), Vienna, Austria.

Aarts, L.T. & Dijkstra, A. (2018). DV3 – Achtergronden en uitwerkingen van de verkeersveiligheidsvisie; De visie Duurzaam Veilig Wegverkeer voor de periode 2018–2030 onderbouwd. R-2018-6B, SWOV, Den Haag.

Aarts, L.T., Dijkstra, A. & Bax, C.A. (2014). ProMeV: Proactief Meten van Verkeersveiligheid; Inzicht in onveiligheid vóóordat er slachtoffers vallen. R-2014-10. SWOV, Den Haag

Aarts, L. & Schagen, I. van. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 38, nr. 2, p. 215-224.

Aarts, L.T., Kars, V., Dijkstra, A., Duivenvoorden, C.W.A.E., et al. (2015). Proactief Meten van Verkeersveiligheid – ProMeV: Handleiding nr. 3: DV-meter en VSGS. Voor het prioriteren van problemen op wegvak- en kruispuntniveau. H-2014-5, SWOV, Den Haag.

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.

Aarts, L., Nes, N. van, Donkers, E. & Heijden, D. van der (2010). Towards Safe Speeds and Credible Speed Limits. Paper presented at the 4th International Symposium on Highway Geometric Design, Valencia, Spain.

Aarts, L., Nes, N. van, Wegman, F., Schagen, I. van & Louwse, R. (2009). Safe speeds and credible speed limits (SaCredSpeed): A new vision for decision making on speed management. Paper presented at the Compendium of papers of the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board TRB, Washington, D.C.

Bärgman, J., Nes, N. van., Christoph, M., Jansen, R., et al., (2017). The UDRIVE dataset and key analysis result. Deliverable 41.1. of the EU FP7 Project UDRIVE (www.udrive.eu).

Bax, C.A., Schermers, G. & Kars, V. (2018). Snelheid op Zeeuwse provinciale wegen; Verkeersveiligheidsindicator voor proactief beleid. R-2018-13. SWOV, Den Haag.

Ben-Akiva, M. & Lerman, S.R. (1985). Discrete choice analysis: Theory and application to travel demand. MIT Press, Cambridge.

Bhise, V. & Bhardwaj, S. (2008). Comparison of driver behavior and performance in two driving simulators. SAE Technical Paper.

Biervliet, N., Zandvliet, R., Schalkwijk, M. & Gier, M. de (2010). PROV 2009. TNS NIPO. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, afdeling Veiligheid.

Charlton, S.G., Mackie, H.W., Baas, P.H., Hay, K., et al. (2010). Using endemic road features to create self-explaining roads and reduce vehicle speeds. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 42, p. 1989-1998.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Routledge.

Donkers, E., Jong, B., de & Scholten, J. (2010). Grip op snelheid; Een integrale verkeersveiligheidsaanpak van snelheid. Nationaal Verkeerskundecongres (NVC) 2010.

Dotzauer, M., Stemmler, E., Utesch, F., Bärghman, J., et al. (2017). Risk factors, crash causation and everyday driving. Deliverable 42.1 of the EU FP7 Project UDRIVE (www.udrive.eu).

Dijkstra, A., Louwense, R. & Aarts, L. (2010). Veiligheidsgehalte toetsen van verkeersinfrastructuur: hoe doe je dat? Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskunde Congres NVC 2010, 3 November 2010, Rotterdam.

Gargoum, S. A., El-Basyouny, K. & Kim, A. (2016). Towards setting credible speed limits: Identifying factors that affect driver compliance on urban roads. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 95, p. 138-148.

Goldenbeld, Ch. & Mesken, J. (2012). Verkeersovertreders, achtergronden van gedrag en mogelijkheden voor beïnvloeding door voorlichting. R-2012-15. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld Ch. & Schagen I.N.L.G. van (2007). The credibility of speed limits on 80 km/h rural roads: The effects of road and person(ality) characteristics. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 39, nr. 6, p. 1121-1130.

Goldenbeld, Ch., Schagen, I.N.L.G. van, Moore, K., Loenis, B., et al. (2017). Monitor verkeersveiligheid 2017; Achtergrondinformatie en onderzoeksverantwoording. R-2017-17A. SWOV, Den Haag.

Goralzik, A. & Vollrath, M. (2017). The effects of road, driver, and passenger presence on drivers' choice of speed: a driving simulator study. In: Transportation Research Procedia, vol. 25, p. 2061-2075.

Houtenbos, M., Weller, G., Aarts, L., Laureshyn, A., et al. (2011). Testing the self-explaining nature of roads: the effects of combinations of road features in different European countries. Deliverable 2 of ERA-NET Road – ERASER.

Ivan, J.N., Garrick, N.W. & Hansen, G. (2009). Designing roads that guide drivers to choose safer speeds. Report Nr JHR 09-321. University of Connecticut, Connecticut.

Lavrakas, P.J. (2008). Encyclopedia of survey research methods. CA: SAGE, Los Angeles.

Lee, Y.M., Chong, S.Y., Goonting, K. & Sheppard, E. (2017). The effect of speed limit credibility on drivers' speed choice. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 45, p. 43-53.

- Liang, W. L., Kyte, M., Kitchener, F. & Shannon, P. (1998).** Effect of environmental factors on driver speed; A case study. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington, D.C., p. 155-161.
- Marshall, W.E., Garrick, N.W. & Hansen, G. (2008).** Reassessing on-street parking. In: Transport Research Record 2046: Journal of the Transportation Research Board, Washington, D.C., p. 45-52.
- McKnight, J.A. & McKnight, S.A. (2003).** Young novice drivers: careless or clueless? In: Accident Analysis & Prevention. vol. 35, nr. 6, p. 921-925.
- Michael, P.G., Leeming, F.C. & Dwyer, W.O. (2000).** Headway on urban streets: observational data and an intervention to decrease tailgating. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 3, nr. 2, p. 55-64.
- Nes, C.N. van, Houwing, S., Brouwer, R.F.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2007a).** Naar een checklist voor geloofwaardige snelheidslimieten; Ontwikkeling van een beoordelingsmethode op basis van wegen omgevingskenmerken. R-2006-12. SWOV, Leidschendam.
- Nes, C.N. van, Schagen, I.N.L.G., Houtenbos, M. & Morsink, P.L.J. (2007b).** De bijdrage van geloofwaardige limieten en ISA aan snelheidsbeheersing; Een rijsimulatorstudie. R-2006-26. SWOV, Leidschendam.
- Schagen, I.N.L.G. van, Wegman, F.C.M. & Roszbach, R. (2004).** Veilige en geloofwaardige limieten; Een strategische verkenning. R-2004-12. SWOV, Leidschendam.
- Vogel, K. (2002).** What characterizes a 'free vehicle' in an urban area? In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 5, nr. 1, p. 15-29.
- Wegman, F. & Aarts, L. (2005).** Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020. SWOV, Leidschendam.
- Waard, D. de, Jessurun, M., Steyvers, F.J., Raggatt, P.T., et al. (1995).** Effect of road layout and road environment on driving performance, drivers physiology and road appreciation. In: Ergonomics, vol. 38, nr. 7, p. 1395-1407.
- 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 1 Verdeling van meetpunten

Tabel B.1. Verdeling van observaties (N = 9.071) gelabeld als versneller, neutraal, of vertrager binnen de GS-factoren in deze studie.

GS-factor	Versneller	Neutraal	Vertrager
Geslotenverklaring	8.022	1.049	0 *
Rijrichtingscheiding	2.433	6.258	380
Kruisingendichtheid	945	8.126	0
Wegbeeld	1.052	7.187	832
Rechtstanden	8.717	350	4
Wegbreedte	6.439	2.465	167
Rijstrookbreedte	8.777	290	4



* Wegkenmerk kan volgens de criteria niet als vertrager gelabeld worden.

Tabel B.2. Verdeling van alle unieke meetpunten (N = 11.886) gelabeld als versneller, neutraal, of vertrager binnen de GS-factoren in CycloMedia.

GS-factor	Versneller	Neutraal	Vertrager
Geslotenverklaring	7.164	4.722	0 *
Rijrichtingscheiding	2.422	7.606	1858
Kruisingendichtheid	2.409	9.477	0
Wegbeeld	2.943	7.715	1228
Rechtstanden	11.413	436	37
Wegbreedte	6.480	4.504	902
Rijstrookbreedte	11.430	352	104



* Wegkenmerk kan volgens de criteria niet als vertrager gelabeld worden.

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](https://twitter.com/swov_nl) / @swov

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