

# Snelheidsgegevens, verkeersveiligheid en infrastructuur

Verkennend onderzoek naar NDW-snelheidsdata als indicator voor verkeersveiligheid

R-2019-7

# SWOV



## Auteurs



Ir. J.W.H. van Petegem



Dr. G.J. Wijlhuizen



M.A. Nabavi Niaki, PhD

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

---

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2019-7
Titel:	Snelheidsgegevens, verkeersveiligheid en infrastructuur
Ondertitel:	Verkendend onderzoek naar NDW-snelheidsdata als indicator voor verkeersveiligheid
Auteur(s):	Ir. J.W.H. van Petegem, dr. G.J. Wijlhuizen & M.A. Nabavi Niaki, PhD
Projectleider:	Dr. G.J. Wijlhuizen
Projectnummer SWOV:	E18.32
Projectcode opdrachtgever:	4300019206
Opdrachtgever:	Directoraat Rijkswaterstaat – Water, Verkeer en Leefomgeving
Projectinhoud:	De Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) heeft diverse snelheidsdata van voertuigen op de weg – zogeheten <i>floating car data</i> – vertaald naar een aantal snelheidsvariabelen. SWOV is gevraagd om een verkennende studie te doen naar de bruikbaarheid van deze variabelen voor risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid.
Aantal pagina's:	32
Fotografen:	Cyclomedia (omslag) – Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2019

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

**SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid**

Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag  
070 – 317 33 33 – [info@swov.nl](mailto:info@swov.nl) – [www.swov.nl](http://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

Rijsnelheid geldt als een belangrijke indicator voor verkeersveiligheid, in de literatuur ook wel aangeduid als 'Safety Performance Indicator' of kortweg SPI. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) wil weten of snelheidsgegevens van de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) geschikt zijn om in te zetten als SPI voor risicogestuurd beleid. Daartoe heeft NDW snelheidsdata van voertuigen op de weg – zogeheten *floating car data* (FCD) – ingewonnen en deze vertaald naar drie variabelen. De eerste is een geschatte  $V_{85}$  (het 85-percentiel van gereden snelheden) per wegvak: dat is de snelheid die door 85% van de voertuigen niet wordt overschreden. Daarnaast is ook de gemiddelde snelheid ( $V_{gem}$ ) en de mediaan ( $V_m$ , de middelste meting) per wegsegment bepaald.

Namens IenW heeft Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving aan SWOV gevraagd om een verkennende studie te doen naar de bruikbaarheid van deze NDW-snelheidsgegevens voor risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Daarbij is gebruikgemaakt van gegevens met betrekking tot weginfrastructuur en ongevallen uit eerder onderzoek van SWOV op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom in Amsterdam.

Hieronder zetten we per onderzoeksvraag de belangrijkste conclusies op een rij.

### **1. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar als indicator voor verkeersveiligheid (SPI)?**

De kans op ongevallen neemt toe bij een toename van de rijsnelheid binnen een gegeven weg en bij gegeven omstandigheden, net als de kans op ernstig letsel in het geval van een ongeval. Uit de voertuigdata van NDW – de geschatte  $V_{85}$ , de gemiddelde snelheid en de mediaan – blijkt echter niet welk deel van de gereden snelheden boven de snelheidslimiet ligt. Om die reden zijn de NDW-snelheidsgegevens vooralsnog onvoldoende geschikt als SPI voor verkeersveiligheid. De ruwe NDW-gegevens bieden mogelijk wel kansen om de SPI snelheid te benaderen door (net als voor de  $V_{85}$  is gedaan) een modelschatting van het aandeel overtreders te maken. Hiervoor beveelt SWOV nader onderzoek aan naar:

- de ontwikkeling van een model om het werkelijke aandeel voertuigpassages binnen de limiet te schatten op basis van de FCD (voor verschillende wegtypen);
- de mogelijkheden om de huidige FCD te verrijken met het (werkelijke) aandeel geregistreerde voertuigen dat binnen de limiet blijft (individuele snelheidsgegevens per voertuig), inclusief het aantal voertuigpassages, per minuut;
- de consequenties van de onzekerheid over de continuïteit van FCD voor de monitoring van de SPI snelheid.

### **2. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar om de relatieve veiligheid van wegen te beoordelen?**

Om deze vraag te beantwoorden, heeft SWOV gebruikgemaakt van een dataset van wegkenmerken van gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam. Hieruit blijkt dat de mediaan ( $V_m$ ) van de minuutgemiddelde snelheid kan helpen om relatief onveilige wegen in een netwerk te onderscheiden van relatief veilige wegen. Daarmee kunnen de NDW-snelheidsdata de zogeheten

'netwerk-screener' verbeteren. De relatie tussen snelheidsgegevens van floating car data en verkeersveiligheid vraagt wel om nader onderzoek.

**3. Is er een samenhang tussen NDW- snelheidsdata enerzijds en de veilige snelheid (VS) en de geloofwaardige snelheidslimiet (GS) anderzijds?**

In deze verkennende studie is die relatie niet gevonden. Mogelijk komt dat doordat het gebruikte instrument om veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten te bepalen – VSGS – onvoldoende geschikt is voor wegen binnen de bebouwde kom. De samenhang tussen NDW-snelheidsdata en VS en GS vraagt daarom om nader onderzoek. Daarbij kan ook de geschiktheid van het VSGS-instrument voor wegen binnen de bebouwde kom tegen het licht worden gehouden.

## Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Aanleiding en vraagstelling	8
1.2 Snelheid en verkeersveiligheid	8
<b>2 NDW-snelheidsdata en infrastructuurgegevens in Amsterdam</b>	<b>10</b>
2.1 Kenmerken en variabelen NDW-data	10
2.2 Koppeling NDW-data aan wegen in Amsterdam	12
<b>3 Bruikbaarheid van NDW-snelheidsdata</b>	<b>15</b>
3.1 Safety Performance Indicators en snelheid	15
3.1.1 SPI snelheid	15
3.1.2 SPI snelheid en NDW-data	16
3.2 Toepassing van NDW-data in een 'netwerk-screener'	18
3.2.1 Samenstelling van de netwerk-screener	18
3.2.2 Methode en resultaten	18
3.2.3 Schatting van de ongevallendichtheid van wegen	19
3.2.4 Correlatie tussen ongevallen(dichtheid) en NDW-snelheidsdata	21
3.3 De relatie tussen snelheid en VSGS	22
3.3.1 Snelheid ( $V_{85}^*$ , $V_m^*$ ) en Veilige Snelheid (VS)	22
3.3.2 Snelheid ( $V_{85}^*$ , $V_m^*$ ) en Geloofwaardige Snelheidslimiet (GS)	24
<b>4 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>26</b>
<b>Bijlage A Resultaten van de regressieanalyses</b>	<b>29</b>

## Voorwoord

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) heeft aan SWOV gevraagd om een verkennende studie te doen naar de bruikbaarheid van snelheidsgegevens van voertuigen als indicator voor verkeersveiligheid. Dit rapport doet verslag van deze verkenning.

Voor het onderzoek heeft SWOV gebruikgemaakt van verschillende bronnen. De snelheidsgegevens zijn via data van voertuigen op de weg – zogeheten *floating car data* (FCD) – verzameld en bewerkt door de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW). De data zijn afkomstig van Be-Mobile, partner van de verkeersapp Flitsmeister. Gegevens met betrekking tot weginfrastructuur en ongevallen zijn afkomstig van eerder onderzoek van SWOV op gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam, in samenwerking met de gemeente Amsterdam, de Vervoerregio Amsterdam en de ANWB

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en vraagstelling

Rijsnelheid geldt als een belangrijke indicator voor verkeersveiligheid, in de literatuur ook wel aangeduid als 'Safety Performance Indicator' of kortweg SPI. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) wil weten of snelheidsgegevens van de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) geschikt zijn om in te zetten als SPI voor risicogestuurd beleid. Daartoe heeft NDW snelheidsdata van voertuigen op de weg – zogeheten *floating car data* (FCD) – ingewonnen en deze vertaald naar drie variabelen. De eerste is een geschatte  $V_{85}$  (het 85-percentiel van gereden snelheden) per wegvak: dat is de snelheid die door 85% van de voertuigen niet wordt overschreden. Daarnaast is ook de gemiddelde snelheid ( $V_{gem}$ ) en de mediaan ( $V_m$ , de middelste meting) per wegsegment bepaald.

Namens IenW heeft Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving aan SWOV gevraagd om een verkennende studie te doen naar de bruikbaarheid van deze NDW-snelheidsgegevens voor risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Daarbij is gebruikgemaakt van gegevens met betrekking tot weginfrastructuur en ongevallen uit eerder onderzoek van SWOV op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom in Amsterdam (Wijlhuizen et al, 2017).

In dit verkennende onderzoek stonden de volgende vragen centraal:

1. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar als indicator voor verkeersveiligheid (SPI)?
2. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar om de relatieve veiligheid van wegen te beoordelen?
3. Is er een samenhang tussen NDW-snelheidsdata enerzijds en de veilige snelheid (VS) en de geloofwaardige snelheidslimiet (GS) anderzijds?

De kwaliteit van de NDW-data is in deze studie niet beoordeeld.

### Leeswijzer

In de volgende paragraaf gaan we eerst in op de huidige stand van kennis over de samenhang tussen snelheid en verkeersveiligheid. Daarna bespreken we in *Hoofdstuk 2* de koppeling tussen de NDW-snelheidsdata en de gegevens uit het onderzoek van Wijlhuizen et al. (2017). In *Hoofdstuk 3* verkennen we de bruikbaarheid van de NDW-data in relatie tot een aantal aspecten van verkeersveiligheid. Daarbij gaan we ook in op de drie onderzoeksvragen. We sluiten het rapport af met een aantal conclusies en aanbevelingen (*Hoofdstuk 4*).

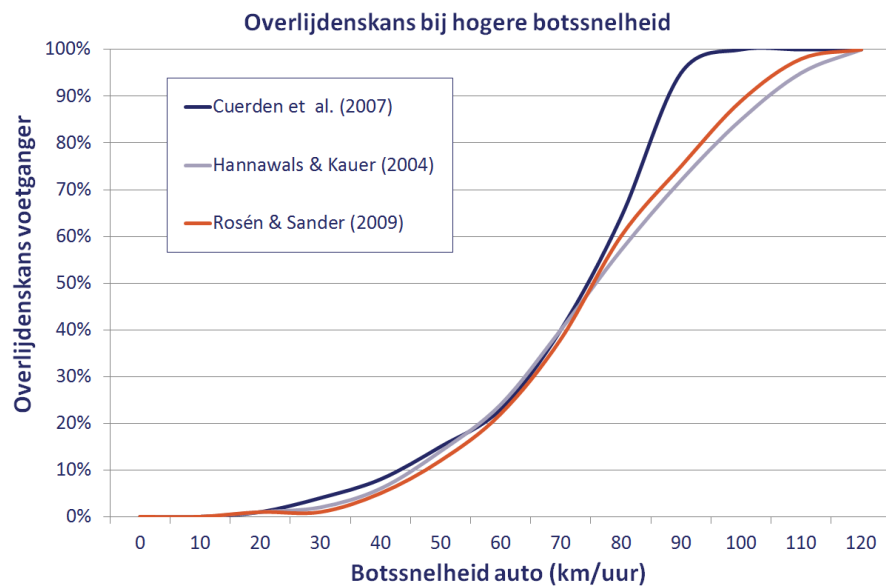
## 1.2 Snelheid en verkeersveiligheid

Gegevens over de snelheid van voertuigen zijn in potentie een belangrijke graadmeter voor het veiligheidsniveau van wegen. Uit onderzoek is bekend dat onder gelijke omstandigheden hogere snelheden leiden tot een hoger ongevalsrisico (aantal ongevallen per miljoen voertuigkilometers)



en daarnaast een hogere letselernst in geval van een ongeval (Nilsson, 1982; Aarts & Van Schagen, 2006; Elvik, 2009; SWOV, 2016). Ditzelfde geldt ook voor snelheidsverschillen (SWOV,2016).

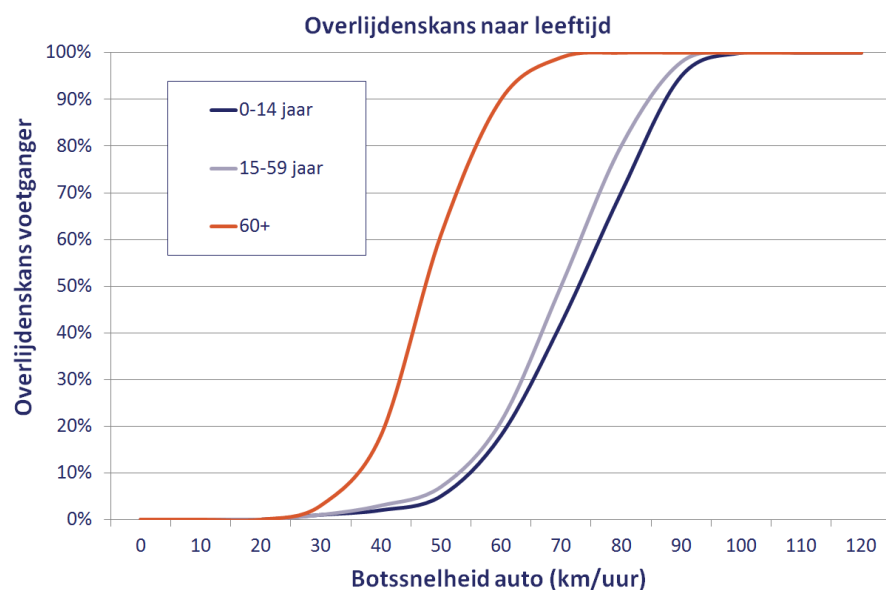
Afbeelding 1.1. De relatie tussen botssnelheid en overlijdenskans van voetgangers bij een botsing met een personenauto gevonden in enkele recente studies (in: Rosén, Stigson & Sander, 2011).



De relatie tussen de snelheid en overlijdenskans geldt niet alleen voor de auto-inzittenden, maar (in versterkte mate) ook voor onbeschermd verkeersdeelnemers zoals fietser en voetgangers. Als gevolg daarvan neemt de letselernst en kans op overlijden snel toe met een toename van de botssnelheid. Ter illustratie laat *Afbeelding 1.1* de relatie zien tussen botssnelheid en overlijdenskans van voetgangers.

Ook binnen deze groepen zijn er verschillen in letselrisico's als gevolg van snelheid. Zo zijn oudere verkeersdeelnemers kwetsbaarder dan jongere verkeersdeelnemers, zoals *Afbeelding 1.2* laat zien.

Afbeelding 1.2. De relatie tussen botssnelheid en overlijdenskans van voetgangers in verschillende leeftijdsgroepen bij een botsing met een personenauto (Davis, 2001; in: Rosén, Stigson & Sander, 2011).



## 2 NDW-snelheidsdata en infrastructuurgegevens in Amsterdam

### 2.1 Kenmerken en variabelen NDW-data

De Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) verzamelt en verspreidt diverse soorten wegverkeersgegevens die worden ingezet voor verkeersmanagement, verkeersinformatie en verkeerskundige analyses. Voor deze studie heeft NDW floating car data (FCD) opgevraagd bij Be-Mobile, partner van de verkeersapp Flitsmeister. Een groot deel van de gegevens is afkomstig van gebruikers van de app, daarnaast koopt Be-Mobile data in bij andere FCD-leveranciers.

In dit verkennende onderzoek zijn de volgende datakenmerken van belang voor een nadere beschouwing (Kijk in de Vegte & Uenk, 2018):

- Gegevens zijn over het hele weggennet beschikbaar, mits er voldoende expositie is (aantal voertuigen per weglocatie).
- Gegevensbeschikbaarheid is niet afhankelijk van locatiekeuzes van vaste meetpunten.
- Het gaat om een beperkt deel van de voertuigen: de dekkingsgraad op onderliggend weggennet is doorgaans minder dan 5%, dus mogelijk niet representatief voor alle automobilisten.
- Gegevens betreffen geaggregeerde gegevens per minuut en per rijbaan; individuele voertuiggegevens zijn niet beschikbaar.
- De gemiddelde snelheid per minuut is gebaseerd op minimaal 10 voertuigen die zijn waargenomen in de meetminuut, bij te weinig voertuigen per minuut aangevuld met gegevens tot 30 minuten terug. Daarna wordt de snelheid gebaseerd op minder dan 10 voertuigen.
- Gereden snelheden van elk van de voertuigen, waarover de gemiddelde snelheid per minuut is bepaald, zijn afgekapt op de limiet (zie hierna voor een toelichting).
- Snelheden boven de op die weg geldende limiet worden geregistreerd als precies de limiet op het niveau van individuele waarnemingen in de brondata bij Be-mobile.
- NDW beschikt over de gemiddelde snelheid per minuut per wegsegment: (som van individuele snelheden < limiet + som van individuele snelheden afgekapt op de limiet) / aantal individuele metingen.

#### Afkapping snelheidsgegevens

Hierboven zien we dat gereden snelheden van elk van de voertuigen, waarover de gemiddelde snelheid per minuut is bepaald, zijn afgekapt op de limiet. Hierbij geldt een belangrijke beperking, die we illustreren met een voorbeeldberekening van de gemiddelde snelheid op een weg met een limiet van 50 km/uur (in het voorbeeld twee voertuigen in plaats van het minimum aantal van 10):

- snelheid voertuig 1: 45 km/uur
- snelheid voertuig 2: 63 km/uur -> afgekapt op 50 km/uur
- gemiddelde snelheid in de meetminuut  $(45 + 50) / 2 = 47,5$  km/uur

Dit voorbeeld laat zien dat de gegevens per definitie een onderschatting zijn van het echte gemiddelde. NDW beschikt daarbij dus niet over de individuele snelheden van motorvoertuigen zoals in het voorbeeld beschreven, maar alleen over het minuutgemiddelde.

NDW heeft een model ontwikkeld om op basis van de beschreven data een schatting te maken van de werkelijke  $V_{85}$  (de snelheid die door 85% van de voertuigen niet wordt overschreden) op een wegsegment. Hiermee is getracht de beperkingen in de data van Flitsmeister ten dele op te lossen. Het model voor de schatting van de  $V_{85}$  is gekalibreerd op vooral wegen met een limiet van 80 km/uur. NDW werkt ook aan een kalibratie op 50km/uur-wegen. Deze data waren echter nog niet beschikbaar voor deze verkenning.

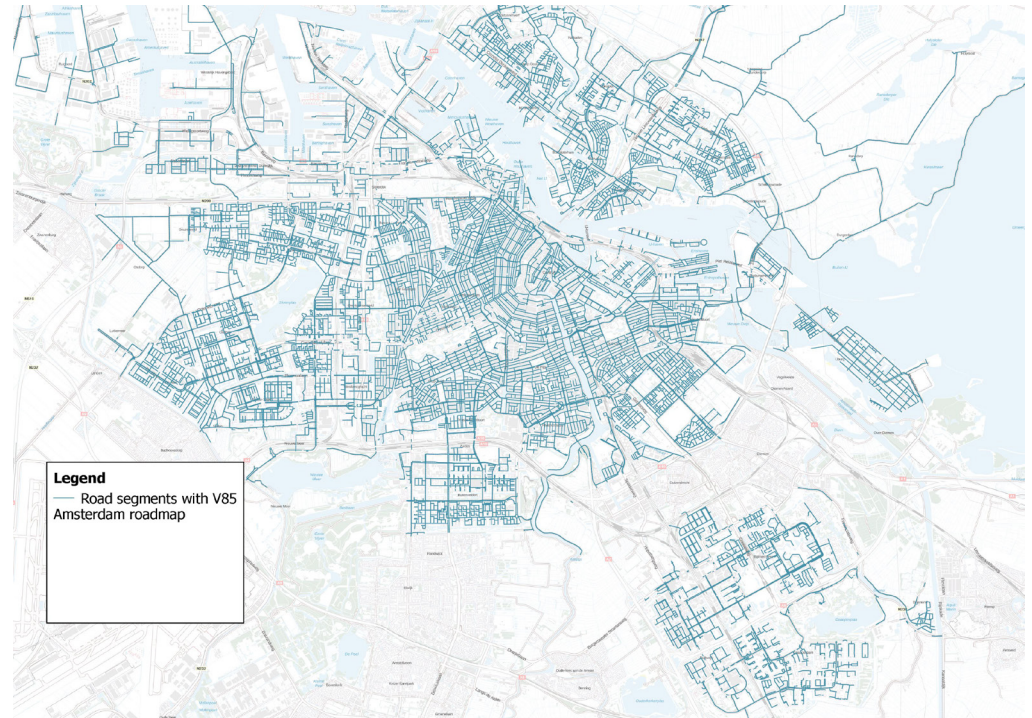
Tevens is per wegsegment het gemiddelde ( $V_{gem}$ ) van de minuutgemiddelde snelheid en de mediaan ( $V_m$ ) van de minuutgemiddelde snelheid meegeleverd. Er is geen geschatte werkelijke gemiddelde snelheid en mediaan bepaald per wegsegment; dat is alleen gedaan voor de  $V_{85}$ . Een aandachtspunt is dat in deze verkenning niet is nagegaan of de mediaan en gemiddelde snelheid een gewogen gemiddelde betreffen naar het aantal voertuigen per minuutgemiddelde. Evenmin is nagegaan of NDW beschikt over het aantal voertuigen waarop de minuutgemiddelde snelheden zijn bepaald om een gewogen gemiddelde te kunnen bepalen.

In onze verkenning hebben we vooral gebruikgemaakt van de geschatte  $V_{85}$  en de mediaan ( $V_m$ ) van de minuutgemiddelde snelheden per segment. De gemiddelde snelheid ( $V_{gem}$ ) op basis van de minuutgemiddelde snelheden is in de analyses (zie *Hoofdstuk 3*) buiten beschouwing gelaten, omdat hiermee de meetfout van de bepaling van de gemiddelde snelheid als gevolg van de afkapping van individuele snelheden wordt herhaald. Door te kijken naar de mediaan, wordt de middelste waarde uit de populatie van minuutgemiddelden getrokken. Ook dit betreft dus echter geen correcte waarde.

## 2.2 Koppeling NDW-data aan wegen in Amsterdam

Voor deze verkenning hebben we de floating car data van NDW gekoppeld aan het Amsterdamse wegennetwerk zoals gerepresenteerd in OpenStreetMap ([www.openstreetmap.nl](http://www.openstreetmap.nl)). *Afbeelding 2.1* laat zien van welke wegvakken de snelheidsgegevens beschikbaar zijn bij NDW. Daarbij is elk wegvak opgedeeld in stukken van maximaal 50 meter.

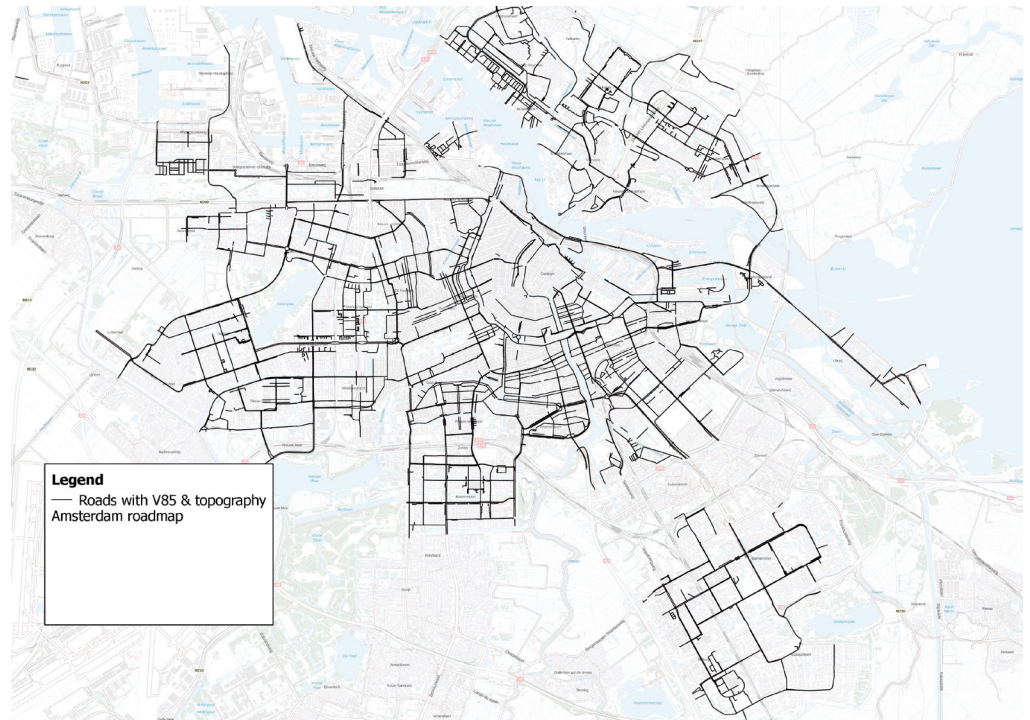
*Afbeelding 2.1. Wegvakken in Amsterdam waarvan het NDW over snelheidsgegevens beschikt*



Voor de koppeling van de NDW-data aan het Amsterdamse wegennet, is gebruikgemaakt van een database met gegevens over weginfrastructuur en ongevallen uit eerder onderzoek van SWOV (Wijlhuizen et al, 2017). In dat onderzoek, dat is uitgevoerd in samenwerking met de gemeente Amsterdam, de Vervoerregio Amsterdam en de ANWB, is ongeveer 500 kilometer aan 50km/uur-wegen in Amsterdam in kaart gebracht met behulp van 360°-beelden van het bedrijf CycloMedia. Intensiteiten van motorvoertuigen voor dat onderzoek zijn afkomstig uit het verkeersmodel van Amsterdam, fietsintensiteiten zijn verkregen aan de hand van gegevens uit de fietstelweek. Ongevalgegevens betreffen zowel de door de politie geregistreerde ongevallen uit BRON ongevallen uit de ambulanceregistratie, verkregen van het RIVM (2009- 2012) en de gemeente Amsterdam (2013 – 2016). Deze gegevens zijn vastgelegd in een meetpuntennet waarvan de meetpunten op een onderlinge afstand van 50 meter van elkaar liggen.

Op basis van zogeheten ‘spatial joins’ zijn de wegsegmenten van NDW (op basis van het netwerk van OpenStreetMap) gekoppeld aan de meetpunten van de database van SWOV. Deze koppeling is verricht in QGIS, een digitaal geografisch informatiesysteem. Het resultaat van de koppeling is afgebeeld in *Afbeelding 2.2*.

Afbeelding 2.2. Selectie van wegen na de koppeling van de databestanden van NDW en SWOV.



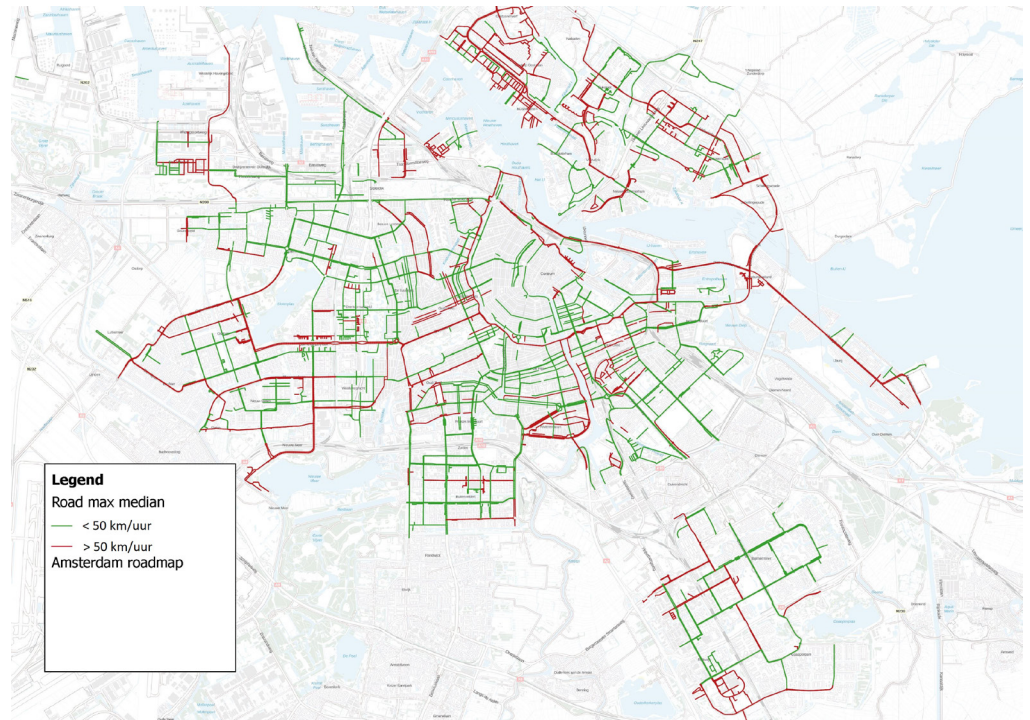
Het resultaat van de koppeling is een subset van straten uit de database van SWOV van 50km/uur-wegen in Amsterdam (Wijlhuizen et al., 2017), aangevuld met de snelheidsgegevens uit de dataset van NDW. Tevens is voor elke straat is een gemiddelde per straat bepaald van de  $V_{85}$  en  $V_m$  die NDW per wegsegment beschikbaar heeft gesteld:  $V_{85}^*$  en  $V_m^*$ .

De NDW-snelheidsgegevens zijn gebruikt voor een eerste verkenning naar het aandeel van de straten waarin de snelheidslimiet wordt overschreden. Afbeelding 2.3 laat zien in welk deel van de straten naar schatting meer dan 50% van de weggebruikers ergens in de straat de limiet overschrijdt. Hiervoor is gebruikgemaakt van de door NDW onderzochte relatie tussen  $V_m$  en het aandeel overtreders.<sup>1</sup>



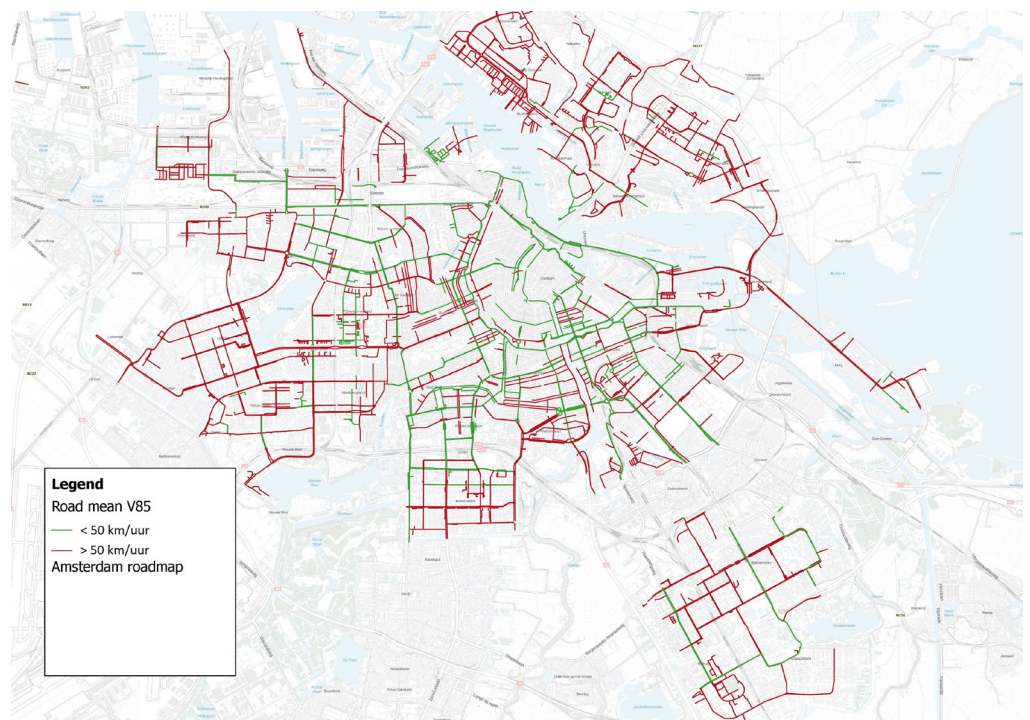
1. Op basis van een correlatietest van NDW wordt aangenomen dat wanneer de gemeten minuutgemiddelde snelheid 49 km/uur bedraagt, de werkelijke snelheid ( $V_{\text{werkelijk}}$ ) boven de limiet van 50 km/uur ligt, zie Paragraaf 3.1.2.. Dit is ook aangenomen voor  $V_m$ .

Afbeelding 2.3. Straten waarin binnen één of meerdere segmenten gereden snelheden naar verwachting boven de snelheidslimiet van 50 km/uur liggen, op basis van  $V_m^2$



Zo is ook weer te geven in welk van de straten de geschatte  $V_{85}^*$  ( $V_{85}$  gemiddeld per straat) boven 50 km/uur ligt, zie Afbeelding 2.4. Dit blijkt het geval in meer dan de helft van de straten uit de dataset.

Afbeelding 2.4. Geschatte  $V_{85}^*$ , boven of onder de snelheidslimiet.



2. Aangenomen dat er een sterke correlatie is tussen  $V_m$  en  $V_{\text{werkelijk}}$ .

## 3 Bruikbaarheid van NDW-snelheidsdata

In dit hoofdstuk verkennen we de bruikbaarheid van de NDW-snelheidsdata in relatie tot een aantal aspecten van verkeersveiligheid. Op die manier proberen we een antwoord te vinden op de drie onderzoeksvragen uit *Hoofdstuk 1*:

1. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar als indicator voor verkeersveiligheid (SPI)?
2. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar om de relatieve veiligheid van wegen te beoordelen?
3. Is er een samenhang tussen NDW-snelheidsdata enerzijds en de veilige snelheid (VS) en de geloofwaardige snelheidslimiet (GS) anderzijds?

In *Paragraaf 1.2* beschreven we de huidige stand van kennis over de samenhang tussen snelheid en verkeersveiligheid beschreven. In *Paragraaf 3.1* wordt deze samenhang specifiek belicht vanuit de Safety Performance Indicator (SPI) snelheid, hier in relatie tot de bruikbaarheid van de NDW-gegevens in deze context.

De tweede onderzoeksvraag komt in *Paragraaf 3.2* aan de orde, waarbij we kijken naar de toepassing van de NDW-gegevens in een zogeheten *netwerk-screener*. De mogelijke relatie tussen de NDW-gegevens en VS en GS komt aan bod in *Paragraaf 3.3*.

### 3.1 Safety Performance Indicators en snelheid

#### 3.1.1 SPI snelheid

De belangrijkste graadmeter van de staat van de verkeersveiligheid wordt traditioneel uitgedrukt in aantallen ongevallen en slachtoffers, met daarbij onderscheid tussen verkeersdoden en ernstig gewonden. Als gevolg van een lagere registratiegraad van ongevallen en minder concentraties van ongevallen is het lastiger geworden de relatief gevaarlijke plekken in een netwerk aan te wijzen op basis van ongevallencijfers. Verkeersveiligheidsindicatoren of Safety Performance Indicator (SPI's) vormen een aanvullende maat om het verkeersveiligheidsniveau van wegen in een netwerk in beeld te brengen. Deze verkeersveiligheidsindicatoren betreffen zaken waarvan wetenschappelijk is aangetoond dat ze een direct verband hebben met het aantal verkeersdoden en -gewonden. Voorbeelden van verkeersveiligheidsindicatoren zijn alcoholgebruik, gordeldracht, helmtracht en ook snelheid (Jeanne Breen Consulting, SWOV & Loughborough University, 2018; Aarts et al., 2016; Tingvall et al., 2010; European Commission, 2017).

Een SPI wordt vaak gemeten als het aandeel van het verkeersvolume (in voertuigkilometers) dat aan een bepaalde conditie voldoet (Tingvall et al., 2010). Door een SPI als aandeel van de totale omvang van gereden kilometers te definiëren, is de ontwikkeling van de SPI goed te monitoren en kunnen ook concreet doelen worden gesteld voor verschillende termijnen in de ontwikkeling van deze SPI. De SPI snelheid kan dan worden gedefinieerd als aandeel van het verkeersvolume dat binnen de snelheidslimiet blijft.

In de praktijk is het aandeel van het verkeersvolume dat binnen de geldende limiet is afgelegd, niet eenvoudig te meten. Dat zou betekenen dat van voertuigen zou moeten kunnen worden nagegaan welk deel van de afgelegde weg zij onder en boven de limiet hebben gereden.

Een goede benadering van deze SPI is het aandeel voertuigpassages op een punt dat binnen de limiet blijft. Onder de aanname dat gemeten snelheden op een punt representatief zijn voor de snelheden op een ander deel van een wegvak, komt deze afgeleide maat dicht in de buurt van de SPI snelheid.

### 3.1.2 SPI snelheid en NDW-data

De floating car data (FCD) van NDW zijn voor dit onderzoek per wegvak vertaald naar een schatting van de  $V_{85}$ , een gemiddelde snelheid en een mediaan. Zoals besproken in *Hoofdstuk 2*, gaat het bij de twee laatste variabelen om de mediaan ( $V_m$ ) en het gemiddelde ( $V_{gem}$ ) van de gemiddelde snelheid per minuut, waarbij van individuele voertuigen per minuut de snelheid is 'afgekapt' op de snelheidslimiet.

Geen van deze gegevens zijn geschikt om de SPI snelheid zoals hier gedefinieerd bij benadering in beeld te brengen. De  $V_{85}$  is de snelheid die door 85% van de voertuigen niet wordt overschreden. In theorie kan het dan zo zijn dat alle bestuurders boven de limiet hebben gereden. De  $V_{85}$  zegt immers niks over de verdeling van gereden snelheden onder en boven de  $V_{85}$ /de snelheidslimiet. Ditzelfde geldt voor de mediaan en de gemiddelde snelheid.

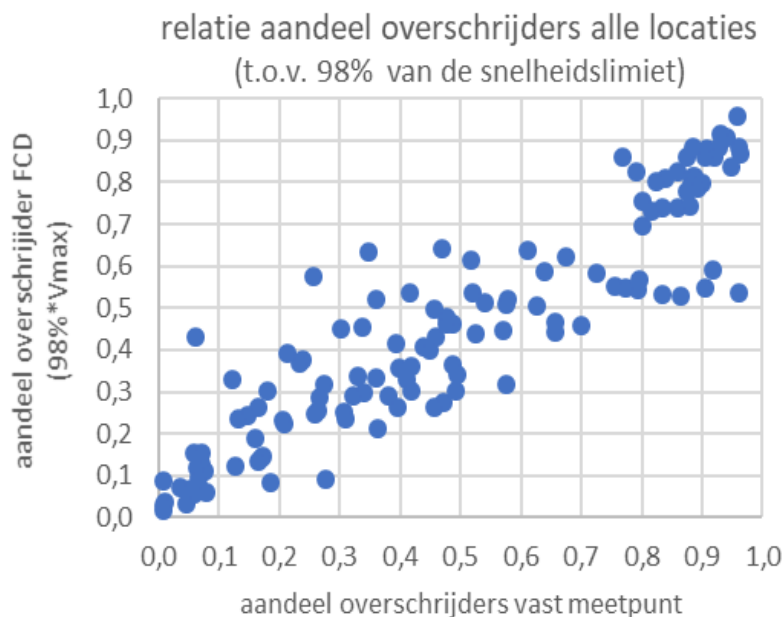
Om de  $V_{85}$  te schatten, maakt NDW echter ook gebruik van een benadering van het aandeel overschrijders. Zoals eerder beschreven ligt de gemiddelde snelheid per minuut, zoals die geleverd is door Be-Mobile, altijd onder de limiet, omdat de waarden boven de limiet zijn afgekapt op precies de limiet; het betreft dus een onderschatting van de echte gemiddelde snelheid per minuut. Daarom doet NDW de aanname dat wanneer de gemiddelde snelheid binnen een bepaalde marge van de snelheidslimiet ligt, de echte gemiddelde snelheid boven de limiet zal liggen. Daarbij heeft NDW een vergelijking gemaakt tussen enerzijds het aandeel minuten waarvan de echte gemiddelde snelheid naar verwachting boven de limiet ligt, en anderzijds het aandeel voertuigen dat volgens lusmetingen sneller dan de limiet reed. Wanneer het minuutgemiddelde binnen een marge van X% van de snelheidslimiet ligt, wordt verondersteld dat het echte gemiddelde gelijk aan of hoger is dan de limiet. De hoogste correlatie tussen deze benadering en het aandeel overtreders uit lusmetingen wordt gevonden bij een marge van 2% (98% ten opzichte van de limiet), zie *Tabel 3.1* en *Afbeelding 3.1*.

*Tabel 3.1. Correlaties tussen het aandeel overtreders op basis van lusmetingen en het aandeel minuut-gemiddelden, waarbij het minuutgemiddelde binnen een grenswaarde van de maximumsnelheid ligt als benadering van het echte gemiddelde boven de limiet (Kijk in de Vegte & Uenk, 2018).*

Aantal rijstroken	Grenswaarde t.o.v. maximumsnelheid			
	100%	98%	96%	94%
1	0,82	0,90	0,90	0,89
2+	0,82	0,91	0,90	0,88
Alle	0,78	0,91	0,91	0,90



Afbeelding 3.1. Vergelijking tussen het aandeel overtreeders op basis van lusmetingen en het aandeel minuutgemiddelden, waarbij het minuutgemiddelde minder dan 2% van de maximumsnelheid verschilt als benadering van het echte gemiddelde boven de limiet (Kijk in de Vegte & Uenk, 2018).



Mogelijk is deze invalshoek geschikt om de SPI snelheid te benaderen. Verder onderzoek is hiervoor nodig.

Een andere mogelijkheid om de SPI te benaderen, is door een model te ontwikkelen om het aandeel overschrijders te schatten, vergelijkbaar met de schatting van de  $V_{85}$  op basis van de huidige data. Een aanbeveling is om echter eerst de data te verbeteren.

Een belangrijke verbetering zou mogelijk zijn wanneer Flitsmeister en Be-Mobile bereid zouden zijn om het aandeel voertuigen dat binnen de limiet blijft, vast te stellen en te leveren per minuut, inclusief het totaal aantal voertuigen dat binnen deze minuut is gemeten. Ook met de microdata waarbinnen snelheidsmetingen op voertuigniveau worden afgekapt, is deze maat immers vast te stellen. Hiervoor is het niet nodig dat Flitsmeister zijn beleid aanpast om gereden snelheden boven de limiet af te kappen. Vervolgens kan op basis van deze steekproef worden nagegaan in welke mate de gegevens van de 2% tot 5% voertuigen uit de FCD representatief zijn voor die van het totaal aantal voertuigen. Ook hier kan een model mogelijk helpen om het werkelijk aandeel bestuurders dat binnen de limiet blijft te benaderen.

Een aandachtspunt bij het gebruik van FCD voor de monitoring van snelheid als SPI, is dat er veranderingen kunnen optreden in de aard van dit type gegevens, of dat aanbieders van data geheel kunnen verdwijnen (Aarts, Bijleveld & Stipdonk, 2015; Van der Loop et al., 2017). Ontwikkelingen in de SPI gedurende de monitoring kunnen daardoor ook ontstaan door veranderingen in de FCD. Dergelijke problemen kunnen deels worden ondervangen door gedurende de looptijd van de monitoring van de SPI, ook de verschuivingen in de FCD zelf ten opzichte van echte tellingen/metingen te monitoren en kalibratie en validatie van de modellen jaarlijks uit te voeren. Daarmee kunnen mogelijk ontwikkelingen in de SPI worden gecorrigeerd voor ontwikkelingen in de FCD. Wanneer dit niet of onvoldoende mogelijk blijkt, is gelet op de onzekerheden monitoring van de SPI snelheid aan de hand van FCD niet mogelijk. Onderzoek hiernaar is dan ook essentieel.

## 3.2 Toepassing van NDW-data in een ‘netwerk-screener’

Voor wegbeheerders is het belangrijk om in beeld te krijgen welke wegen in hun netwerk vanwege hun inrichting relatief verkeersonveilig zijn. Daarbij baseert de wegbeheerder zich bij voorkeur en zo veel mogelijk op beschikbare gegevens van die wegen. Als er op basis van die gegevens goed onderscheid kan worden gemaakt tussen relatief veilige en onveilige wegen, dan kan de wegbeheerder nader onderzoek doen naar de achtergronden van onveilige wegen en prioriteiten stellen als het gaat om herinrichting.

Om na te gaan in welke mate de snelheidsgegevens van NDW hieraan kunnen bijdragen, zijn ze voor dit onderzoek toegepast in een ‘netwerk-screener’.

### 3.2.1 Samenstelling van de netwerk-screener

Als basis voor de netwerk-screener is een model ontwikkeld dat een verwachtingswaarde van de ongevallendichtheid (het aantal ongevallen per eenheid van de weglengte) geeft, op basis van de jaargemiddelde etmaalintensiteit van voertuigen en tellingen van fietsers uit de fietstelweek. Dit model heeft de volgende vorm.

$$\frac{\text{Ongevallen}}{\text{weglengte}} = c \times \text{Int mvt}^{\alpha} \times \text{Int fiets}^{\beta}$$

Waarbij:

c = constante

Int mvt = jaargemiddelde etmaalintensiteit van motorvoertuigen

Int fiets = intensiteit fietsers op basis van tellingen uit de fietstelweek

$\alpha, \beta$  = modelparameters

Aan dit model zijn de  $V_{85}^*$  en  $V_m^*$  in twee aparte modellen als snelheidsvariabele aan het model toegevoegd:

$$\frac{\text{Ongevallen}}{\text{weglengte}} = c \times \text{Int mvt}^{\alpha} \times \text{Int fiets}^{\beta} \times e^{\theta \times V}$$

Waarbij:

c = constante

Int mvt = jaargemiddelde etmaalintensiteit van motorvoertuigen

Int fiets = intensiteit fietsers op basis van tellingen uit de fietstelweek

V = snelheidsvariabele (zowel  $V_{85}^*$ , als  $V_m^*$  zijn hier gebruikt)

$\alpha, \beta, \theta$  = modelparameters

### 3.2.2 Methode en resultaten

De modelparameters  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\theta$  zijn bepaald door middel van een regressieanalyse op basis van de zogeheten ‘genlin procedure’ in SPSS. Daarbij is een negatief binomiale verdeling voor ongevallen aangenomen met een log-link als linkfunctie. In de regressieanalyse betreft de afhankelijke variabele het aantal ongevallen en de weglengte de offset. Omdat de linkfunctie de log-linkfunctie betreft, worden de intensiteit van motorvoertuigen en fietsers ook getransformeerd naar de log-ruimte.

Deze regressieanalyse wordt gebruikt om de modelparameters te schatten en om te toetsen of de toevoeging van de snelheidsgegevens leidt tot een betere verklaring van het aantal ongevallen in een straat.

Ongevallen in het bestand dat voor dit onderzoek is gebruikt, betreffen ambulance-ongevallen uit de periode 2009-2016. Het voordeel hiervan is dat de registratie van fietsongevallen in de dataset van ambulanceongevallen beter is dan in de politieregistratie (BRON). Het nadeel is echter dat de locatie alleen op straatniveau bekend is. Dat wil zeggen dat wel bepaald kan worden in welke straat het ongeval naar alle waarschijnlijkheid heeft plaatsgevonden, maar niet waar in de straat. Ook is niet bekend of het ongeval een kruispunt- of wegvakongeval betreft.

De analyse is daarom uitgevoerd op straatniveau. Daartoe zijn snelheidsgegevens ( $V_m$  en  $V_{85}$ ) per wegvak gemiddeld naar straatniveau ( $V_m^*$  en  $V_{85}^*$ ). De analyse is uitgevoerd op een selectie van 332 straten uit Amsterdam waarvan alle benodigde gegevens beschikbaar waren voor de analyse.

Uit de regressieanalyses (zie *Bijlage A*) blijkt dat toevoeging van  $V_m^*$  significant bijdraagt aan een verbetering van het model, ofwel het aantal ongevallen in een straat beter kan voorspellen. Dit volgt zowel uit de p-waarde ( $p < 0,00$ )<sup>3</sup> van de parameterschatting van de snelheidsvariabele als uit de vergelijking van de AICC-waardes van de twee modellen. De kleinere AICC-waarde van het model inclusief de snelheidsvariabele, geeft aan dat het model inclusief de snelheidsvariabele een betere benadering geeft van het aantal ongevallen in de straat. Ditzelfde volgt uit de p-waarde van de parameterschatting van de snelheidsvariabele  $V_m^*$ .

Bovenstaande geldt niet voor  $V_{85}^*$  (zie *Bijlage A*). De toevoeging van  $V_{85}^*$  aan het kale model leidt niet tot een verbetering van de schatting van het aantal ongevallen in een straat. Dit blijkt uit de p-waarde van de parameterschatting en het verschil in de AICC tussen het kale model – met uitsluitend intensiteiten auto/fiets – en het model met de toegevoegde snelheidsvariabele  $V_{85}^*$ .

### 3.2.3 Schatting van de ongevallendichtheid van wegen

Naast de analyse van statistische toetsen uit de regressieanalyse, is ook gekeken naar de mate waarin het model zonder en met snelheidsgegevens in staat is om onderscheid te maken tussen wegen die relatief veilig (circa 80% van de wegen) of juist onveilig (categorie 5; circa 20% van de wegen) worden geacht. Dit wordt gedaan door de *door het model geschatte* ongevallendichtheid te vergelijken met de *werkelijke* ongevallendichtheid.

*Tabel 3.2* en *Tabel 3.3* laten zien hoe het model de ongevallendichtheid schat zonder en met de snelheidsvariabele  $V_m^*$ . Uitgaand van de ongevallendichtheid (ambulance-ongevallen) zien we dat in klasse 5 de 20% wegen ( $N= 47$ ) met de hoogste ongevallen dichtheid zijn samengenomen. Van deze 47 wegen zijn er 29 (62%; blauw gemarkeerd) die ook door de modelschatting worden beschouwd als de meest verkeersonveilige wegen. Van deze 47 wegen zijn er echter ook 11 wegen (23%) die door het model als iets minder onveilig worden beschouwd en 2 wegen (4%) van deze 'onveilige 47' worden door het model als relatief veilig beschouwd.



3. De p-waarde is geschat op basis van likelihood ratio statistieken. Deze is daarom gelijk aan de likelihood ratio test van het model met en zonder de snelheidsvariabele. De uitkomst geeft daarmee aan of de variabele bijdraagt aan een verbetering van de schatting van het aantal ongevallen in de straat.

Tabel 3.2. Schatting van de ongevallendichtheid van het model zonder snelheidsvariabele  $V_m^*$

Klasse-indeling van wegen op basis van de modelschatting van de ongevallendichtheid zonder snelheid	Klasse-indeling op basis van ongevallendichtheid (1 is laagste ongevallendichtheid)					Eindtotaal
	1	2	3	4	5	
<b>1</b> Aantal wegen	29	13	4			46
% binnen klasse ongevallen	63%	28%	9%	0%	0%	20%
<b>2</b> Aantal wegen	10	17	14	4	2	47
% binnen klasse ongevallen	22%	36%	30%	9%	4%	20%
<b>3</b> Aantal wegen	7	9	12	14	5	47
% binnen klasse ongevallen	15%	19%	26%	30%	11%	20%
<b>4</b> Aantal wegen		6	9	21	11	47
% binnen klasse ongevallen	0%	13%	19%	45%	23%	20%
<b>5</b> Aantal wegen		2	8	8	29	47
% binnen klasse ongevallen	0%	4%	17%	17%	62%	20%
<b>Totaal aantal wegen</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>234</b>
<b>% binnen klasse ongevallen</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabel 3.3. Tabel van de schatting van de ongevallen dichtheid van het model met snelheidsvariabele  $V_m^*$

Klasse-indeling van wegen op basis van de modelschatting van de ongevallendichtheid inclusief snelheid	Klasse-indeling op basis van ongevallendichtheid (1 is laagste ongevallendichtheid)					Eindtotaal
	1	2	3	4	5	
<b>1</b> Aantal wegen	28	14	4			46
% binnen klasse ongevallen	61%	30%	9%	0%	0%	20%
<b>2</b> Aantal wegen	12	17	14	4		47
% binnen klasse ongevallen	26%	36%	30%	9%	0%	20%
<b>3</b> Aantal wegen	6	9	16	9	7	47
% binnen klasse ongevallen	13%	19%	34%	19%	15%	20%
<b>4</b> Aantal wegen		6	10	23	8	47
% binnen klasse ongevallen	0%	13%	21%	49%	17%	20%
<b>5</b> Aantal wegen		1	3	11	32	47
% binnen klasse ongevallen	0%	2%	6%	23%	68%	20%
<b>Totaal aantal wegen</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>234</b>
<b>% binnen klasse ongevallen</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Als we Tabel 3.2 en Tabel 3.3 vergelijken, dan lijkt het toevoegen van de snelheidsvariabele een verbetering te geven van de schatting van de ongevallendichtheid op de onderzochte wegen. Als  $V_m^*$  wordt toegevoegd, stijgt het aandeel straten dat zowel door het model als de ongevalsgegevens in klasse 5 wordt ingedeeld van 62% naar 68%. Ook stijgt het percentage wegen dat zowel op basis van ongevallen als op basis van het model in klasse 3 wordt geplaatst; van 26% zonder met  $V_m^*$  naar 34% in het model met  $V_m^*$ . Opvallend is dat de 'verbetering' van de schatting met  $V_m^*$  niet zichtbaar is bij wegen met een relatief geringe ongevallendichtheid (klasse

1 en 2). Dat is geen probleem, omdat de netwerk-screener er juist op is gericht om de relatief verkeersonveilige wegen zo goed mogelijk te bepalen en niet zozeer om de veiligste wegen optimaal in de juiste klasse te kunnen indelen. Wat wel van belang is, is dat veilige wegen op basis van de ongevallendichtheid (klasse 1) door het model niet als onveilig worden bepaald (klasse 4 en 5 op basis van de modelschatting bevat geen wegen). En omgekeerd; als het model wegen als veilig beschouwt (modelschatting klasse 1), dan zijn die wegen op basis van de ongevallendichtheid niet onveilig (in klasse 4 en 5 zitten geen wegen).

### 3.2.4 Correlatie tussen ongevallen(dichtheid) en NDW-snelheidsdata

Zoals beschreven in de vorige paragraaf, leidt de toevoeging van de NDW-snelheidsgegevens aan de netwerk-screener, in de vorm van de variabele  $V_m^*$ , tot een verbetering van de schatting van het aantal ongevallen en de ongevallendichtheid van een weg.

De correlatie tussen deze snelheidsvariabele en ongevallen is negatief. Dat wil zeggen dat naar mate de mediaan van minuutgemiddelde snelheden in een straat hoger ligt, een lager aantal ongevallen wordt verwacht (rekening houdend met de hoeveelheid verkeer en de lengte van een straat). Op het eerste gezicht lijkt deze bevinding wellicht in tegenspraak met de in *Paragraaf 2.1* beschreven relatie tussen snelheid en ongevallen. Dat is het echter niet. De wegen in onze selectie varieerden in hoge mate in ontwerp en verkeersamenstelling (zie *Afbeelding 3.2*), en dat heeft niet alleen effect op de snelheid, maar ook direct op de kans op een ongeval.

Een belangrijk kenmerk van de regressieanalyse ten aanzien van de relatie tussen snelheid en ongevallen, is dat de analyse gebaseerd is op een vergelijking van verschillende straten. En hoewel de straten allemaal gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom zijn met een limiet van 50 km/uur (GOW50-wegen), zijn de verschillen tussen de straten groot te noemen. *Afbeelding 3.2* toont een aantal verschillende profielen van deze straten in de dataset.



Afbeelding 3.2. Verschillen straatprofielen en functies tussen GOW50 wegen in Amsterdam

Gelet op deze straatbeelden worden dus snelheden in straten vergeleken, in relatie tot ongevallen, waarin de omstandigheden aanmerkelijk verschillen. Het kan dus zo zijn dat in een straat waar de gereden snelheden hoger liggen, daar gecorrigeerd voor de weglengte en hoeveelheid verkeer, minder ongevallen verwacht worden dan in een straat waar de gereden snelheden lager liggen. Dit is de richting die de correlatie tussen ongevallen in straten in het netwerk van Amsterdam en de snelheidsgegevens van NDW laat zien. Waar het precies aan ligt dat er relatief meer ongevallen in straten worden verwacht met een lagere gereden snelheden dan in straten waar de snelheden hoger zijn, is niet uit deze analyse af te leiden.

### 3.3 De relatie tussen snelheid en VSGS

Het instrument VSGS toetst wat een veilige snelheid is gezien de inrichting en het gebruik van de weg en in hoeverre de snelheidslimiet geloofwaardig is. De veilige snelheid (VS) is de hoogste snelheid die op een straat veilig wordt geacht. Deze limiet wordt bepaald door de 'zwakste schakel' in de afstemming van de limiet met de vormgeving en het gebruik van de weg. Een straat waarop fietsers en motorvoertuigen mengen, heeft bijvoorbeeld een veilige snelheid van 30 km/uur; als er sprake is van een fysieke scheiding door middel van bijvoorbeeld een fietspad, dan is de veilige snelheid 50 km/uur (Aarts & Van Nes, 2007; Wijlhuizen et al., 2017).

De geloofwaardigheid van de snelheidslimiet (GS) geeft aan in hoeverre verkeersdeelnemers de geldende limiet logisch vinden gezien de kenmerken van de weg en de wegomgeving. De regelgeving is geloofwaardig wanneer deze in overeenstemming is met het gedrag dat intuïtief wordt opgeroepen door het kale wegbeeld (zonder bebording of andere expliciete informatie over de regelgeving) (Aarts & Van Nes, 2007). De geloofwaardigheid wordt op dit moment gekwantificeerd door een optelling van kenmerken die een versnellende invloed hebben op de rijsnelheid van weggebruikers en die kenmerken die juist vertragend werken. Zo dwingen korte rechtstanden en fysieke snelheidsremmers automobilisten letterlijk tot een lagere snelheid. Bij lange rechtstanden en de afwezigheid van fysieke snelheidsremmers ontbreken de fysieke belemmeringen voor hoge snelheden. In het rapport van Wijlhuizen et.al. (2017) wordt een nadere specificatie gegeven van de infrakenmerken die zijn opgenomen in de VS en GS. De gegevens uit dit onderzoek zijn gebruikt voor de onderstaande analyses.

VSGS berekent twee scores: de veilige snelheid en de geloofwaardigheid van de lokale snelheidslimiet. In de volgende paragrafen verkennen we de relatie tussen de VSGS-scores in het onderzoek van Wijlhuizen et.al. (2017) en de snelheidsgegevens van NDW.

#### 3.3.1 Snelheid ( $V_{85}^*$ , $V_m^*$ ) en Veilige Snelheid (VS)

In de onderstaande *Afbeelding 3.3* en *Afbeelding 3.4* zijn de cumulatieve verdelingen weergegeven van de snelheidsvariabelen  $V_{85}^*$  en  $V_m^*$  van straten met een limiet van 50 km/uur en een veilige snelheid van 30 of 50 km/uur (of hoger). De verdelingen lijken weinig van elkaar te verschillen. Met behulp van de Kruskal-Wallis-test<sup>4</sup> kon voor zowel de snelheidsvariabele  $V_{85}^*$  als  $V_m^*$  geen verschil gevonden tussen de populaties van straten waar de veilige snelheid 50 of 30 km/uur is.<sup>5</sup>

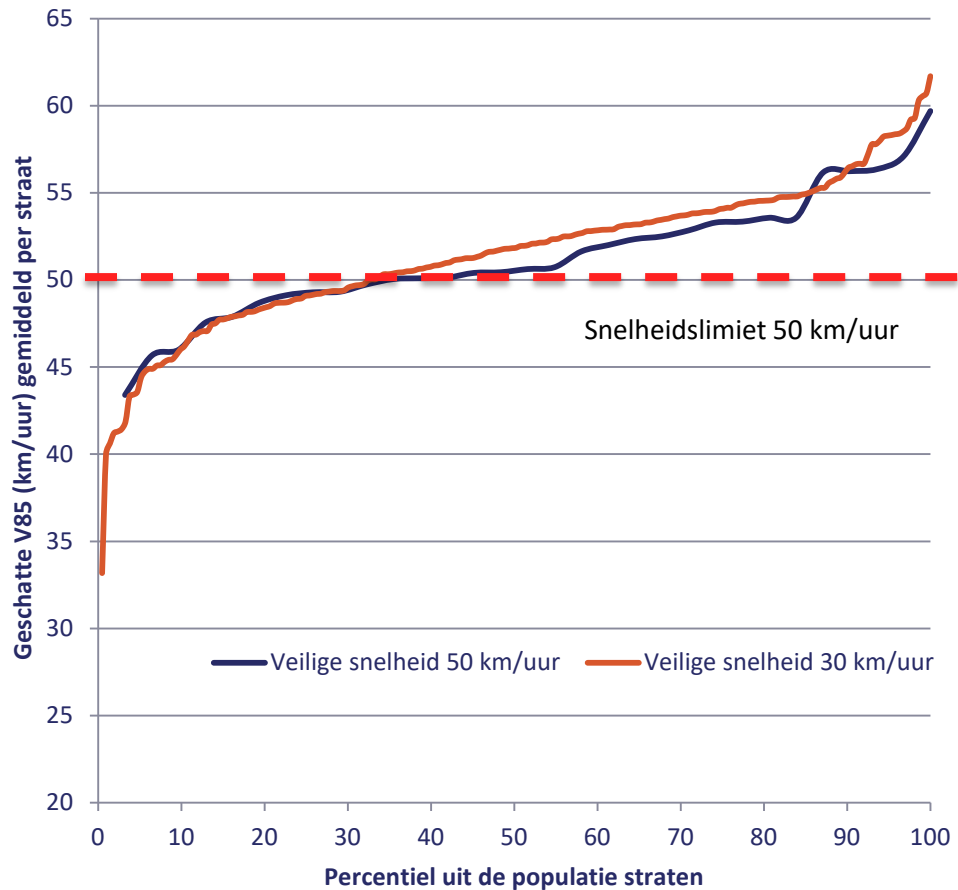
Als het gaat om de  $V_{85}^*$ , dan blijkt uit de *Afbeelding 3.3* dat de  $V_{85}^*$  in circa 30% van de straten onder de geldende snelheidslimiet van 50 km/uur ligt en circa 70% daarboven. Dit is met name potentieel onveilig voor de straten waar de veilige snelheid 30 km/uur is; daar zou het percentage  $V_{85}^*$  onder de 50 km/uur bij voorkeur (veel) lager moeten liggen.



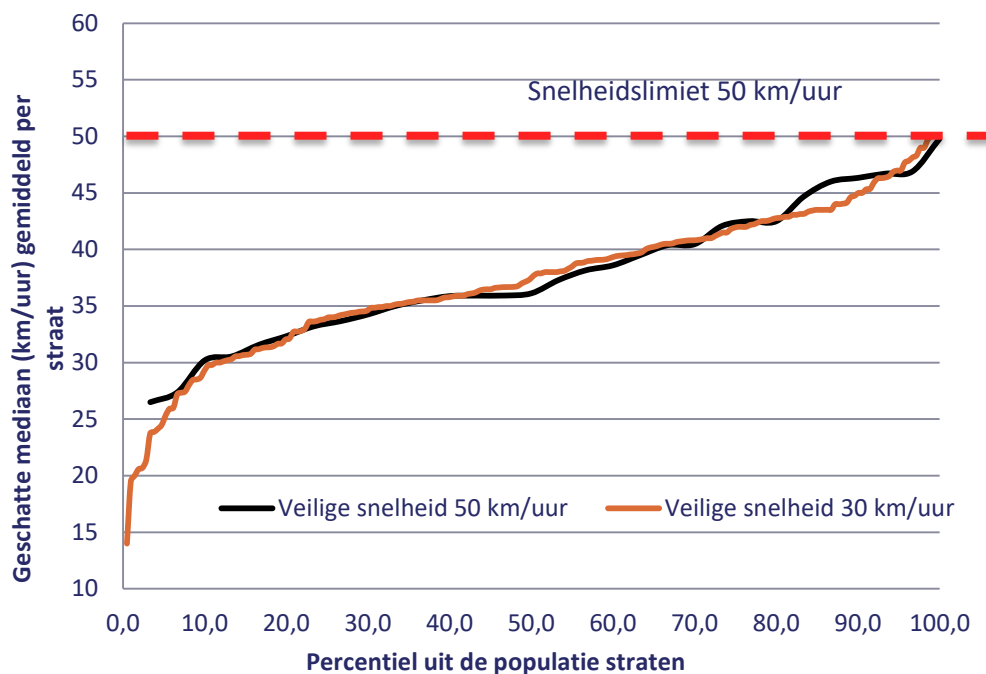
4. Test die kan worden gebruikt voor het toetsen van de nulhypothese dat twee samples uit populaties komen met dezelfde verdeling, ook als deze niet normaal verdeeld zijn (McDonald, 2014).

5.  $V_{85}^*$ : Kruskal-Wallis-testresultaat=0.36,  $p=0.55$ ;  $V_m^*$ : Kruskal Wallis testresultaat=0.03,  $p=0.86$ ).

Afbeelding 3.3. Cumulatieve verdeling van de geschatte  $V_{85}^*$  van straten met een limiet van 50 km/uur en een veilige snelheid van 30 of 50 km/uur (of hoger)



Afbeelding 3.4. Cumulatieve verdeling van de  $V_m^*$  van straten met een limiet van 50 km/uur en een veilige snelheid van 30 of 50 km/uur (of hoger)



### 3.3.2 Snelheid ( $V_{85}^*$ , $V_m^*$ ) en Gelooftwaardige Snelheidslimiet (GS)

De GS is gevat in een score. Deze score is de som van het aantal snelheidsremmers (-1 per snelheidsremmer) en versnellers (+1 per versneller). Dat betekent dat GS-scores de volgende betekenis hebben:

- Score 0: De snelheidslimiet is geloofwaardig.
- Score van -1 of lager: de snelheidslimiet is hoger dan passend en ongeloofwaardig.
- Score van +1 of hoger: de snelheidslimiet is lager dan passend en ongeloofwaardig.
- De ongeloofwaardigheid van de limiet neemt toe naarmate de score verder van 0 afwijkt (positief dan wel negatief).

De scores van de geloofwaardige snelheidslimiet zijn als volgt aan het straatniveau toegekend. Per 25 meter segment is de absoluut laagste score (dichts bij nul) van een van beide zijden van de straat toegekend aan het segment. De score die het vaakst voorkomt in een straat, is aan de complete straat toegekend. In de selectie van straten kwamen scores van 0 en negatieve scores niet voor. Voorkomende scores lagen tussen de +1 (CS1, vrij geloofwaardig) en de +5 (CS5, ongeloofwaardig).

In *Afbeelding 3.5* en *Afbeelding 3.6* zijn boxplots weergegeven voor elk van de categorieën van GS (CS1 t/m CS5) voor de snelheidsvariabelen  $V_{85}^*$  en  $V_m^*$ . Voor elk van de GS-categorieën is de mediaan en de spreiding van de snelheidsvariabelen ( $V_{85}^*$  en  $V_m^*$ ) over de verschillende straten weergegeven.

Op basis van een eerste verkenning van de gegevens en een statistische toets (Kruskal-Wallis-test) werd geen verschil gevonden ten aanzien van de  $V_{85}^*$  tussen de verschillende categorieën van GS<sup>6</sup>. Wel bleek op basis van de Kruskal-Wallis-test dat er verschillen zijn in de populaties van  $V_m^*$  van straten met verschillende GS-scores<sup>7</sup>. De test kijkt echter alleen naar verschillen tussen populaties als geheel, en zegt dus niet in hoeverre gereden snelheden in de ene categorie van straten met een GS-score van x hoger of lager liggen dan in straten met een GS-score van y. Verder onderzoek is nodig om na te gaan of deze eerste indicatie verder kan worden onderbouwd en om te verkennen op welke snelheidskenmerken dit betrekking heeft.

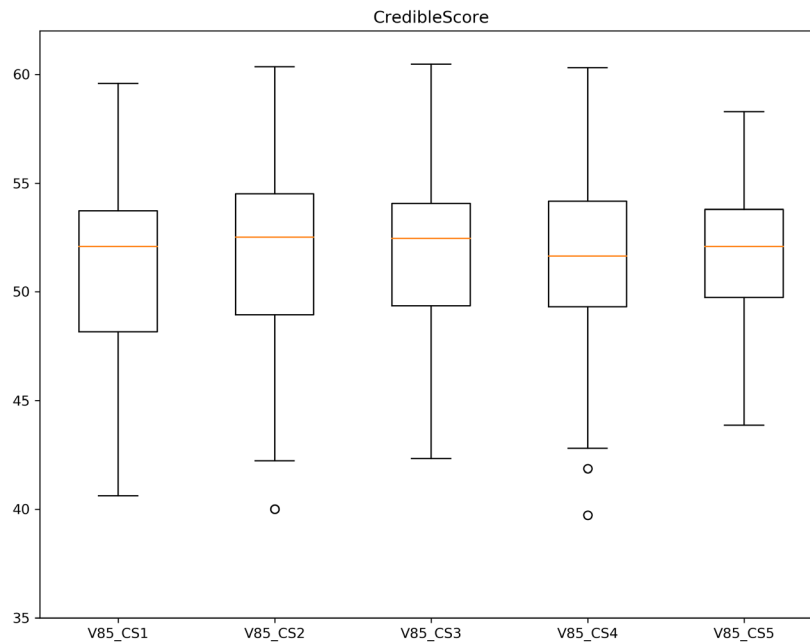


6. Kruskal Wallis testresultaat =1.55, p=0.82.

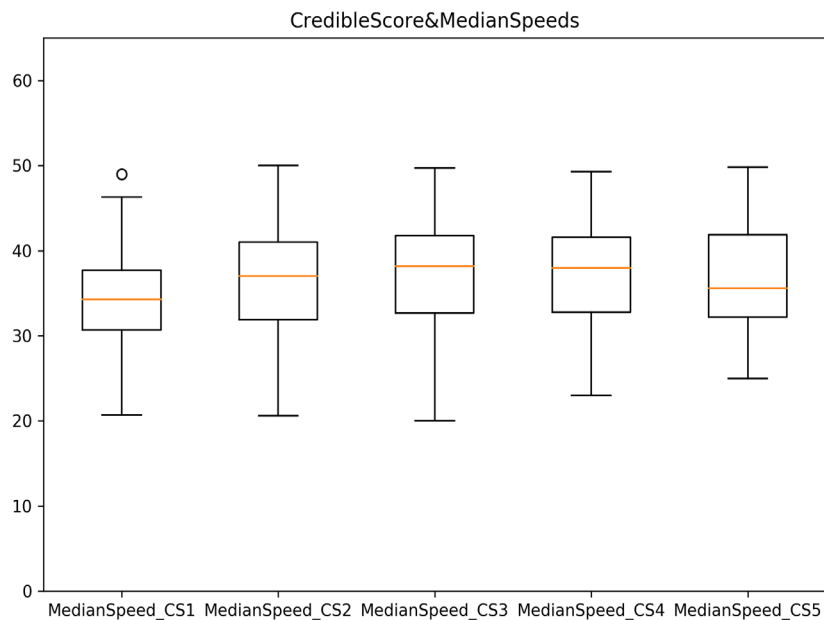
7. Kruskal Wallis testresultaat =13.77, p<0.01



Afbeelding 3.5. Boxplot van de  $V_{85}^*$  verdeeld over straten ingedeeld naar de toegekende geloofwaardigheidsscore (CredibleScore - CS)



Afbeelding 3.6. Boxplot van de  $V_m^*$  verdeeld over straten ingedeeld naar de toegekende geloofwaardigheidsscore (CredibleScore - CS)



De hier beschreven resultaten betreffen een eerste verkenning. De analyses ten aanzien van de onderzochte relaties zijn zeker niet uitputtend. Omdat VSGS niet eerder is getoetst voor gebruik in een stedelijke omgeving, en omdat een duidelijk verband met gereden snelheden in deze verkenning niet werd gevonden, is vervolgonderzoek zeker aan te bevelen.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) heeft aan SWOV gevraagd om een verkennende studie te doen naar de bruikbaarheid van snelheidsgegevens van auto's als indicator voor verkeersveiligheid. In de vorige hoofdstukken deden we verslag van deze verkenning. Op die manier probeerden we een antwoord te vinden op de drie onderzoeksvragen uit *Hoofdstuk 1*. In dit afsluitende hoofdstuk zetten we per onderzoeksvraag de belangrijkste conclusies en aanbevelingen nog eens op een rij.

### **1. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar als indicator voor verkeersveiligheid (SPI)?**

De kans op ongevallen neemt toe bij een toename van de rijsnelheid binnen een gegeven weg en bij gegeven omstandigheden, net als de kans op ernstig letsel in het geval van een ongeval. Uit de voertuigdata van NDW – de geschatte  $V_{85}$ , de gemiddelde snelheid en de mediaan – blijkt echter niet welk deel van de gereden snelheden boven de snelheidslimiet ligt. Om die reden zijn de NDW-snelheidsgegevens vooralsnog onvoldoende geschikt als SPI voor verkeersveiligheid. De ruwe NDW-gegevens bieden mogelijk wel kansen om de SPI snelheid te benaderen door (net als voor de  $V_{85}$  is gedaan) een modelschatting van het aandeel overtreders te maken. Hiervoor beveelt SWOV nader onderzoek aan naar:

- de ontwikkeling van een model om het werkelijke aandeel voertuigpassages binnen de limiet te schatten op basis van de FCD (voor verschillende wegtypen);
- de mogelijkheden om de huidige FCD te verrijken met het (werkelijke) aandeel geregistreerde voertuigen dat binnen de limiet blijft (individuele snelheidsgegevens per voertuig), inclusief het aantal voertuigpassages, per minuut;
- de consequenties van de onzekerheid over de continuïteit van FCD voor de monitoring van de SPI snelheid.

### **2. In hoeverre zijn NDW-snelheidsdata bruikbaar om de relatieve veiligheid van wegen te beoordelen?**

Om deze vraag te beantwoorden, heeft SWOV gebruikgemaakt van een dataset van wegkenmerken van gebiedsontsluitingswegen in Amsterdam. Hieruit blijkt dat de mediaan ( $V_m$ ) van de minuutgemiddelde snelheid kan helpen om relatief onveilige wegen in een netwerk te onderscheiden van relatief veilige wegen. Daarmee kunnen de NDW-snelheidsdata de zogeheten 'netwerk-screener' verbeteren. De relatie tussen snelheidsgegevens van floating car data en verkeersveiligheid vraagt wel om nader onderzoek.

### **3. Is er een samenhang tussen NDW-snelheidsdata enerzijds en de veilige snelheid (VS) en de geloofwaardige snelheidslimiet (GS) anderzijds?**

In deze verkennende studie is die relatie niet gevonden. Mogelijk komt dat doordat het gebruikte instrument om veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten te bepalen – VSGS – onvoldoende geschikt is voor wegen binnen de bebouwde kom. Een andere mogelijkheid is dat de data van onvoldoende kwaliteit zijn dan wel onvoldoende geschikt om de gezochte relatie te leggen tussen VSGS en gereden snelheden. De samenhang tussen NDW-snelheidsdata en VS en GS vraagt daarom om nader onderzoek. Daarbij kan ook de geschiktheid van het VSGS-instrument voor wegen binnen de bebouwde kom tegen het licht worden gehouden.

## Literatuur

**Aarts, L.T., et al. (2016).** Risicofactoren nader onderzocht: 50km/uur-kruispunten; Het concept van Safety Performance Indicators (SPI's) nader belicht, risicofactoren bij dodelijke ongevallen en kwantificering van roodlichtnegatie. R-2016-7. SWOV, Den Haag.

**Aarts, L.T., Bijleveld, F.D. & Stipdonk, H.L. (2015).** Bruikbaarheid van snelheidsgegevens uit 'floating car data' voor proactieve verkeersveiligheidsanalyses; Analyse van TomTom-snelheidsgegevens en vergelijking met meetlusgegevens op het provinciale wegennet. R-2015-3. 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. & 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.

**Davis, G.A. (2001).** Relating severity of pedestrian injury to impact speed in vehicle-pedestrian crashes: Simple threshold model. In: Transportation Research Record, vol. 1773, nr. 1, p. 108-113.

**Elvik, R. (2009).** The Power Model of the relationship between speed and road safety : update and new analyses. TØI Report 1034/2009. Oslo, Institute of Transport Economics TØI.

**European Commission (2017).** Monitoring Road Safety in the EU: towards a comprehensive set of Safety Performance Indicators.

**Jeanne Breen Consulting, SWOV & Loughborough University (2018).** Preparatory work for an EU road safety strategy 2020-2030. Final report, Brussels.

**Kijk in de Vegte, N. & Uenk, M. (2018).** Pilot V85 obv FCD. NDW, Nationale Databank Wegverkeersgegevens, Utrecht.

**Loop, H. van der, et al. (2017).** Bruikbaarheid van floating car data voor beleidsonderzoek. KiM-17-A09. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), Den Haag.

**McDonald, J.H. (2014).** Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Geraadpleed op <http://www.biostathandbook.com/>

**Nilsson, G. (1982).** The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. In: Proceedings of the International Symposium on the Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transport Energy Use, 6-8 October 1981, Dublin. OECD, Paris, p. 1-8.

**Rosén, E., Stigson, H. & Sander, U. (2011).** Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 43, nr. 1, p. 25-33.

**SWOV (2016).** Snelheid en snelheidsmanagement. SWOV-Factsheet, november 2016. Den Haag.

**Tingvall, C., et al. (2010).** The properties of Safety Performance Indicators in target setting, projections and safety design of the road transport system. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 42, nr. 2, p. 372-376.

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

## Bijlage A Resultaten van de regressieanalyses

### A.1 Resultaten regressieanalyse van model zonder snelheidsvariabele

Goodness of Fit <sup>a</sup>			
	Value	df	Value/df
Deviance	263,702	230	1,147
Scaled Deviance	263,702	230	
Pearson Chi-Square	272,908	230	1,187
Scaled Pearson Chi-Square	272,908	230	
Log Likelihood <sup>b</sup>	-971,897		
Akaike's Information Criterion (AIC)	1951,794		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	1951,968		
Bayesian Information Criterion (BIC)	1965,615		
Consistent AIC (CAIC)	1969,615		

Dependent Variable: Ambu\_0916\_VK

Model: (Intercept), LN\_Aantal\_Fietsers, LN\_INT\_MVT, offset = LN\_Weglengtea

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Parameter Estimates								
Parameter	B	Std. Error	95% Profile Likelihood Confidence Interval		Hypothesis Test			
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	
(Intercept)	-8,232	,4614	-9,150	-7,334	318,287	1	,000	
LN_Aantal_Fietsers	,606	,0524	,502	,709	133,516	1	,000	
LN_INT_MVT	,303	,0609	,185	,425	24,795	1	,000	
(Scale)	1 <sup>a</sup>							
(Negative binomial)	,678	,0682	,559	,829				

Dependent Variable: Ambu\_0916\_VK

Model: (Intercept), LN\_Aantal\_Fietsers, LN\_INT\_MVT, offset = LN\_Weglengtea

a. Fixed at the displayed value.

## A.2 Resultaten regressieanalyse van model met snelheidsvariabele: *geschatte* $V_{85}$ naar straatniveau gemiddeld

Goodness of Fit <sup>a</sup>			
	Value	df	Value/df
Deviance	264,403	229	1,155
Scaled Deviance	264,403	229	
Pearson Chi-Square	287,204	229	1,254
Scaled Pearson Chi-Square	287,204	229	
Log Likelihood <sup>b)</sup>	-970,660		
Akaike's Information Criterion (AIC)	1951,319		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	1951,582		
Bayesian Information Criterion (BIC)	1968,596		
Consistent AIC (CAIC)	1973,596		

Dependent Variable: Ambu\_0916\_VK

Model: (Intercept), LN\_Aantal\_Fietsers, LN\_INT\_MVT, S85mean, offset = LN\_Weglengthea

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Profile Likelihood Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	-6,653	1,1095	-8,820	-4,457	35,955	1	,000
LN_Aantal_Fietsers	,572	,0561	,461	,683	103,775	1	,000
LN_INT_MVT	,292	,0608	,173	,413	22,973	1	,000
S85mean	-,026	,0169	-,060	,006	2,401	1	,121
(Scale)	1 <sup>a)</sup>						
(Negative binomial)	,668	,0675	,550	,817			

Dependent Variable: Ambu\_0916\_VK

Model: (Intercept), LN\_Aantal\_Fietsers, LN\_INT\_MVT, S85mean, offset = LN\_Weglengthea

a. Fixed at the displayed value.

### A.3 Resultaten regressieanalyse van model met snelheidsvariabele: *mediaan van de minuutgemiddelden naar straatniveau gemiddeld*

Goodness of Fit <sup>a</sup>			
	Value	df	Value/df
Deviance	263,702	230	1,147
Scaled Deviance	263,702	230	
Pearson Chi-Square	272,908	230	1,187
Scaled Pearson Chi-Square	272,908	230	
Log Likelihood <sup>b)</sup>	-971,897		
Akaike's Information Criterion (AIC)	1951,794		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	1951,968		
Bayesian Information Criterion (BIC)	1965,615		
Consistent AIC (CAIC)	1969,615		

Dependent Variable: Ambu\_0916\_VK

Model: (Intercept), LN\_Aantal\_Fietsers, LN\_INT\_MVT, offset = LN\_Weglengte<sup>a</sup>

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Profile Likelihood Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	-5,795	,5819	-6,951	-4,661	99,178	1	,000
LN_Aantal_Fietsers	,477	,0531	,372	,582	80,675	1	,000
LN_INT_MVT	,336	,0582	,223	,452	33,291	1	,000
mean_median	-,061	,0101	-,081	-,041	36,291	1	,000
(Scale)	1 <sup>a</sup>						
(Negative binomial)	,572	,0596	,468	,704			

Dependent Variable: Ambu\_0916\_VK

Model: (Intercept), LN\_Aantal\_Fietsers, LN\_INT\_MVT, mean\_median, offset = LN\_Weglengte

a. Fixed at the displayed value.

# Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

## **SWOV**

**Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid**

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov\\_nl](#) / [@swov](#)

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