

# Monitoring snelheid in het verkeer

Handreiking voor de opzet van een gestructureerd  
decentraal meetnet



## Colofon

Rapportnummer:	H-2013-2
Titel:	Monitoring snelheid in het verkeer
Ondertitel:	Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet
Auteur(s):	Dr. Ch. Goldenbeld & dr. L.T. Aarts
Projectleider:	Dr. L.T. Aarts
Projectnummer:	C04.01
Trefwoord(en):	Speed, traffic, behaviour, region, data acquisition, method, measurement, driver, data processing, data bank, information documentation, policy, monitoring, input data, cost, road network, Netherlands.
Projectinhoud:	Naast goede ongevalgegevens zijn er verkeersveiligheidsindicatoren nodig om decentraal beleid op te kunnen baseren. Bij diverse overheden is de vraag ontstaan om gegevens daarvoor te gaan verzamelen. Een goed en uniform protocol voor gegevensverzameling biedt de mogelijkheid om gebieden met elkaar te gaan vergelijken en op termijn wellicht te komen tot een landelijk dekend meetnet op decentraal niveau. Deze handreiking presenteert de opzet voor een 'snelheidsmeetnet', voor monitoring van de rijsnelheid in het verkeer.
Aantal pagina's:	30 + 2
Prijs:	€ 10,-
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2013

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



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische achtergrond .....</b>	<b>9</b>
2.1	Verkeersveiligheidspiramide.....	9
2.2	Het gevaar van snelheid.....	10
<b>3</b>	<b>Monitoring .....</b>	<b>12</b>
3.1	Beschikbare data.....	12
3.2	Opzet meetnet.....	14
3.3	Kwaliteitsbewaking .....	23
<b>4</b>	<b>Conclusies.....</b>	<b>25</b>
	<b>Literatuur .....</b>	<b>27</b>
	<b>Bijlage Steekproefgrootte .....</b>	<b>31</b>



# 1 Inleiding

Decentrale overheden in Nederland lopen bij het vormen van hun verkeersveiligheidsbeleid aan tegen het probleem dat de gegevens over verkeersongevallen en -slachtoffers onvoldoende houvast bieden om beleid op te baseren. Dit komt door:

- het succes van het verkeersveiligheidsbeleid dat onder meer is terug te zien in de afgenomen aantallen black spots en verkeersdoden (zie *Afbeelding 1*);
- de teruggelopen kwaliteit van de ongevallenregistratie;
- de beperkte beschikbaarheid van correct geregistreerde letselernst.

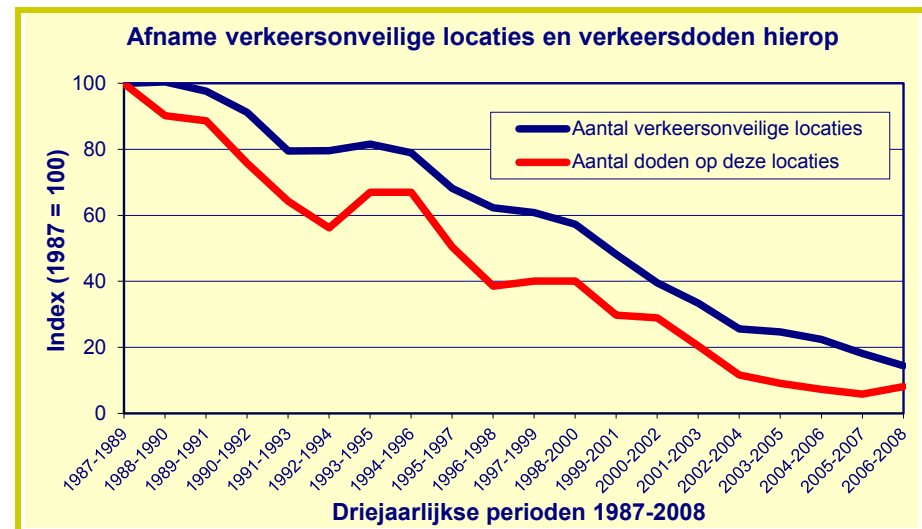
## Aanvullende indicatoren

Deze ontwikkeling is aanleiding geweest om ter aanvulling op ongevallen- of slachtofferdata op zoek te gaan naar andere indicatoren om de verkeersveiligheidssituatie aan af te lezen. Te denken valt dan bijvoorbeeld aan kenmerken van wegen, of de aanwezigheid van verschillende onveilige gedragingen. *Hoofdstuk 2* geeft meer achtergrondinformatie over dergelijke indicatoren (theoretisch kader), alsmede onderbouwing waarom snelheid een interessante indicator is als aanvulling op ongevallen.

## Monitoring en vergelijking van gebieden

Van lang niet alle mogelijke verkeersveiligheidsindicatoren zijn momenteel gegevens beschikbaar, hetzij op nationaal niveau, hetzij op regionaal en lokaal niveau. Daarom is bij diverse overheden de vraag ontstaan om deze gegevens te gaan verzamelen. De benodigde gegevens voor de indicator snelheid

komen in *Hoofdstuk 3* aan de orde. Niet alleen biedt de gegevensbehoefte van diverse overheden de kans om een zo goed mogelijk protocol uit te werken voor aanvullende gegevensverzameling, maar ook om dit protocol eenzelfde basis te laten hebben voor verschillende gebieden. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om gebieden met elkaar te gaan vergelijken en op termijn wellicht zelfs tot een landelijk dekkend meetnet op decentraal niveau te komen. Hierdoor wordt het mogelijk dat regio's van elkaars resultaten leren.



**Afbeelding 1:** Afname van de aantallen verkeersonveilige locaties ('black spots') en verkeersdoden in Nederland (SWOV, 2010).

### **Deze rapportage**

In een serie SWOV-rapporten zal gestructureerde gegevensverzameling van diverse verkeersveiligheidsindicatoren aan bod komen. Dit rapport behandelt de indicator 'snelheid' en geeft een handreiking voor de opzet van een gestructureerd meetnet in Nederland, waarmee rijksnelheden op verschillende typen wegen in verschillende regio's kunnen worden vastgesteld en geanalyseerd (*Hoofdstuk 3*). Dit kan bijvoorbeeld ge-

daan worden door decentrale overheden (provincies, gemeenten) maar eventueel ook politie of andere partijen die gebaat zijn bij een representatief beeld van snelheden op hun wegennet. Naar aanleiding van deze handreiking kunnen partijen een specifiek op hen afgestemd protocol ontwikkelen. Deze handreiking biedt wel een algemene basis voor het homogeniseren van de opzet tussen regio's en het maken van onderbouwde keuzen.



## 2 Theoretische achtergrond

Dit hoofdstuk bevat het theoretische kader van verkeersveiligheidsindicatoren. Daaruit blijkt hoe belangrijk indicatoren van verkeersonveiligheid zijn. Vervolgens gaan we verder in op de achtergrond van de indicator 'snelheid' en de relatie met verkeersonveiligheid.

### 2.1 Verkeersveiligheidspiramide

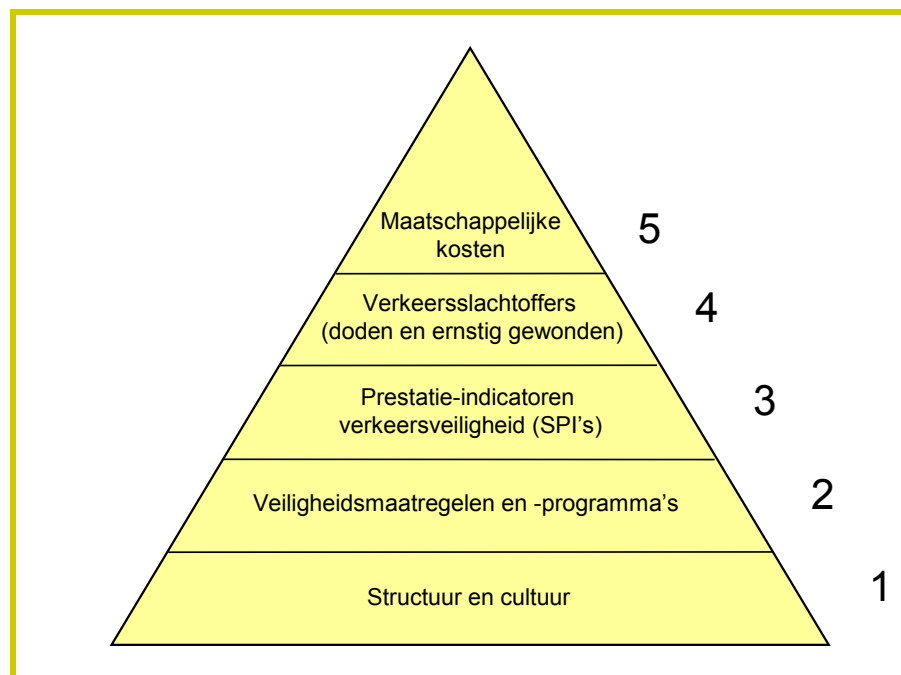
De plaats die indicatoren van verkeersonveiligheid innemen, is te zien aan de hand van de verkeersveiligheidspiramide (zie *Afbeelding 2*). Deze piramide geeft schematisch in vijf lagen de factoren weer die te maken hebben met verkeersveiligheid in een bepaald gebied (bijvoorbeeld: land, regio of locatie). De opbouw van de piramide kan causaal worden opgevat: de context en situatie in een gebied leiden tot ongevallen en slachtoffers en uiteindelijk tot de maatschappelijke kosten die daarmee samenhangen.

#### De verschillende lagen

De onderste laag van de piramide (laag 1) geeft de structuur en cultuur van een gebied weer. Deze kunnen uit zowel statische als dynamische factoren bestaan. Typische factoren uit de onderste laag betreffen geografische, demografische, sociaaleconomische, en klimatologische kenmerken, maar ook culturele, zoals attitudes ten opzichte van verkeersgerelateerde onderwerpen (Wegman & Oppe, 2010).

Dergelijke structuur- en cultuurkenmerken vormen de context voor beleidsmaatregelen (laag 2). Deze tweede laag betreft

vooral de kwaliteit van het verkeersveiligheidsbeleid en de verkeersveiligheidsplannen, en de condities waaronder deze geïmplementeerd worden. Wat zijn de beschikbare budgetten? Is er een grondige analyse uitgevoerd voorafgaand aan de maatregelen? Worden er goed onderbouwde maatregelen toegepast? Wordt er samengewerkt tussen verschillende actoren om maatregelen op een goede wijze in de praktijk uitgevoerd te krijgen? (Bliss & Breen, 2009; ETSC, 2006).



**Afbeelding 2:** Verkeersveiligheidspiramide (Koorstra et al., 2002; LTSA, 2000).

Het effect van beleidsmaatregelen is in eerste instantie terug te zien aan fysieke veranderingen in het verkeerssysteem en het gedrag van weggebruikers. Dit is de laag waar het in dit rapport over gaat (laag 3): die van de (prestatie)indicatoren van verkeersveiligheid (Safety Performance Indicators of SPI's). Wegen hebben een bepaalde kwaliteit, en er is een bepaald aandeel mensen dat te hard rijdt of met alcohol op achter het stuur zit, bijvoorbeeld. SPI's worden gedefinieerd als factoren die een sterke causale relatie vertonen met verkeersonveiligheid. Ze worden soms ook beschreven als indicatoren van risico's die in het verkeerssysteem aanwezig zijn (ETSC, 2001; Hafén et al., 2005).

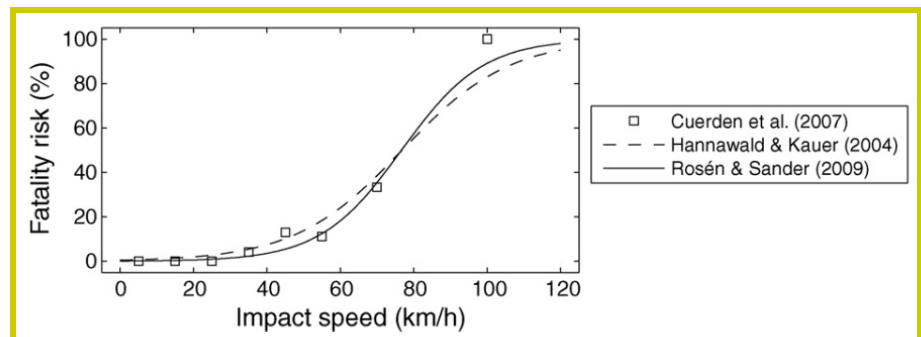
De toestand van het verkeer leidt uiteindelijk – mede beïnvloed door de hoeveelheid verkeer – tot meer of minder ongevallen en slachtoffers: laag 4 van de piramide. Dit is de laag ten aanzien waarvan doelstellingen worden geformuleerd en dus ook waar primair de ontwikkeling in de verkeersonveiligheid wordt gemonitord.

Uiteindelijk kunnen de gevolgen van verkeersonveiligheid worden 'vertaald' in maatschappelijke kosten (laag 5): materiële kosten, medische kosten en afhandelingskosten, maar ook kosten van productieverlies en verlies aan kwaliteit van leven (SWOV, 2012c).

Iedere laag in de piramide kan dus inzicht verschaffen in de context en achtergronden van de verkeersveiligheidsprestaties in een bepaald gebied. Zoals gezegd betreft deze handreiking de monitoring van een van de onderwerpen die zich in de laag van de SPI's bevinden, namelijk snelheid.

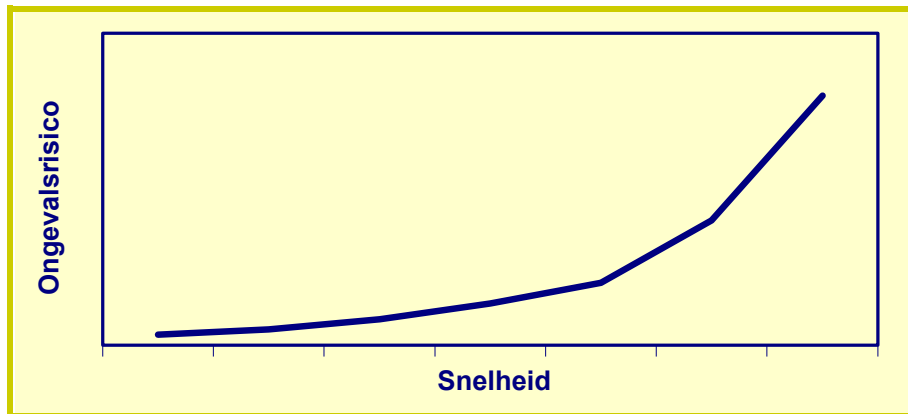
## 2.2 Het gevaar van snelheid

Snelheid is een van de basisrisicofactoren in het verkeer (Wegman & Aarts, 2005). Snelheid is namelijk inherent aan verkeer; immers, zonder snelheid geen verplaatsing. Snelheid is ook een inherente factor bij het ontstaan van schade en letsel bij botsing: deze schade ontstaat doordat de opgebouwde energie wordt geabsorbeerd door het aanwezige materiaal (voertuig, inzittenden, botsobject) en deze energie is een product van de halve massa en de snelheid in het kwadraat (zie ook *Afbeelding 3*).



**Afbeelding 3:** Het overlijdensrisico van voetgangers bij een botsing met een personenauto als functie van de botssnelheid (uit Rosén et al., 2011).

Naast een rol bij het ontstaan van letsel, speelt snelheid ook een belangrijke rol bij de kans op een ongeval (zie voor een overzicht Aarts & Van Schagen, 2006); SWOV, 2012a). Naarmate er op een bepaalde weg harder wordt gereden, neemt de kans op een ongeval steeds meer toe (zie *Afbeelding 4*).



**Afbeelding 4:** Schematische weergave van de relatie tussen snelheid en ongevalskans.

Deze relatie blijkt in het algemeen goed beschreven te kunnen worden als:

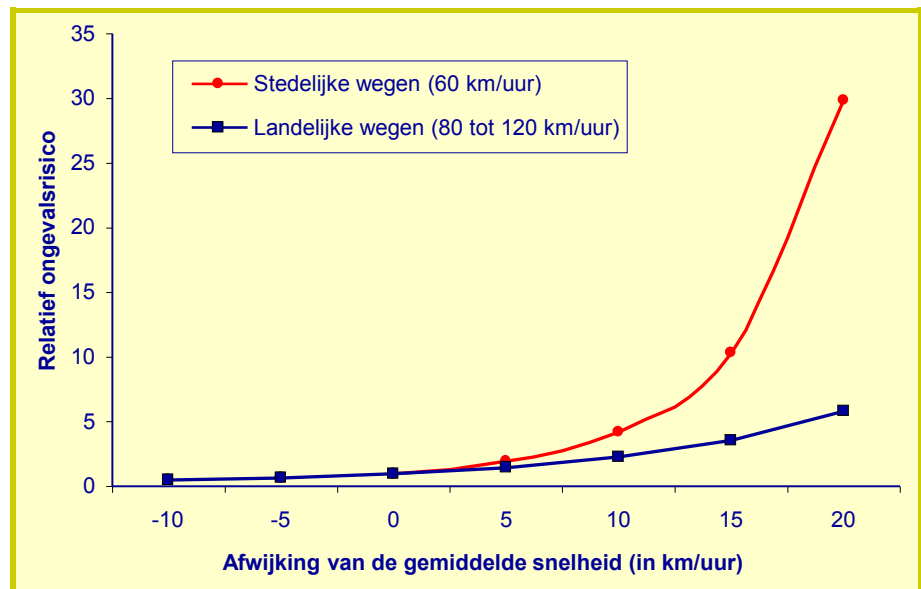
$$LO_2 = LO_1 \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^x$$

met  $LO_2$  als het aantal letselongevallen *na* de snelheidsverandering,  $LO_1$  als het aantal ongevallen *ervoor*,  $v_1$  als de gemiddelde snelheid *voor* de verandering en  $v_2$  als de gemiddelde snelheid *erna*. De grootte van de macht  $x$  is afhankelijk van de ernst van het letsel:  $x = 2$  voor het totaal aantal letselongevallen,  $x = 3$  voor het aantal ernstige letselongevallen en  $x = 4$  voor het aantal dodelijke ongevallen (zie Nilsson, 1982; 2004; Elvik, et al., 2004).

Het sterke verband tussen snelheid en ongevallen(ernst) is dan ook een belangrijke reden dat er snelheidslimieten zijn. Dat wil echter niet zeggen dat 'je aan de snelheidslimiet houden' altijd veilig is. Snelheid is ook gevaarlijk als deze hoger is

dan de omstandigheden op dat moment veiligheidshalve toelaten (bijvoorbeeld door regen, mist of grote verkeersdrukke). Met name deze onaangepaste snelheid is over het algemeen moeilijk objectief vast te stellen. Over het algemeen wordt ervan uitgegaan dat ongeveer een derde van de dodelijke ongevallen (mede) veroorzaakt wordt door limietoverschrijdingen of onaangepaste snelheden (OECD/ECMT, 2006).

Naast de het verband tussen hogere snelheden en meer onveiligheid, hangen grotere snelheidsverschillen ook samen met meer onveiligheid. (zie *Afbeelding 5*).



**Afbeelding 5:** Het relatieve risico op wegen binnen (Kloeden et al., 2002) en buiten de bebouwde kom (Kloeden et al., 1997; 2001) voor voertuigen die sneller of langzamer rijden dan de gemiddelde snelheid op die weg (=0 km/uur afwijking).

## 3 Monitoring

Volgens deze handreiking heeft een snelheidsmeetnet in ieder geval tot doel om tendensen in snelheid binnen verschillende wegtypen en over de tijd en verschillen tussen regio's in kaart te brengen. Voor de opzet is het daarom belangrijk om eerst te weten welke data al beschikbaar zijn, welke meetmethoden er bestaan en wat de voor- en nadelen hiervan zijn bij gebruik in een nieuw op te zetten meetnet. Hiervoor volgt een korte beschrijving van wat in Nederland voorhanden is.

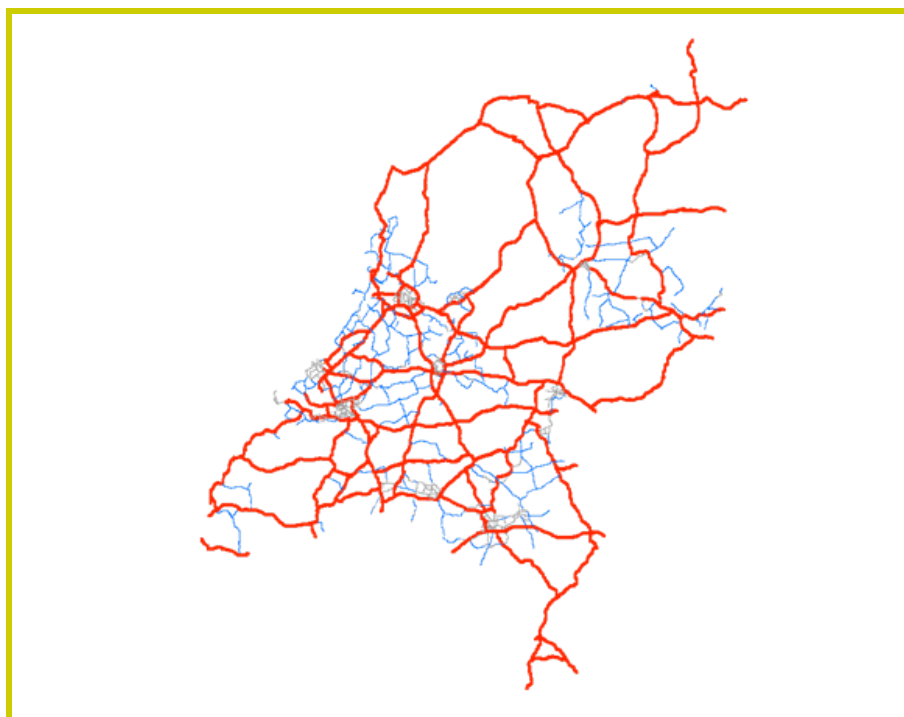
### 3.1 Beschikbare data

In Nederland wordt de bulk van de beschikbare snelheidsmetingen uitgevoerd of beheerd door de Nationale Databank Wegverkeer (NDW), provincies, waterschappen en gemeenten. Het Landelijk Parket (LP) Team Verkeer, dat vroeger meetlussen onder beheer had om de effecten van politiecontroles te monitoren, heeft het beheer van deze lussen overgedragen aan provincies (en gemeenten). Naast diverse objectieve snelheidsgegevensbronnen zijn ook zelfgerapporteerde snelheidsgegevens beschikbaar.

#### Nationale Databank Wegverkeergegevens (NDW)

Binnen de NDW werken verschillende overheden samen aan de ontwikkeling van een databank voor wegverkeersgegevens. De real-time gegevens in de databank worden gebruikt voor verkeersmanagement en verkeersinformatie. In de databank zijn enkel gegevens opgenomen van verkeersstromen, niet van individuele auto's of kentekens. Dit in verband met de privacy van weggebruikers. Het gaat dan om minuutdata per

rijstrook en voertuigcategorie. De NDW heeft vooral gegevens over snelheden op het hoofdwegennet. De NDW-gegevens over snelheid op het onderliggend wegennet en wegen binnen de bebouwde kom zijn vooralsnog schaars. (zie *Afbeelding 6*).



**Afbeelding 6:** Locaties waarover de NDW eind 2012 snelheidsgegevens heeft binnengekregen. Hoofdwegennet in rood, provinciale wegen in blauw en gemeentelijke wegen in grijs.

### **Provinciale meetnetten**

Alle provincies in Nederland hebben een meetnet dat bestaat uit deels permanente en deels tijdelijke telpunten op provinciale 80km/uur- en 100 km/uur-wegen. Meestal worden hiervoor meetlussen in het wegdek gebruikt. De meetlussen leveren snelheids- en intensiteitsgegevens in klassen van 5 of 10 km/uur, met vaak nog een extra meetklasse betreffende overschrijders van de handhavingsslimiet. Gegevens zijn per provincie beschikbaar en niet georganiseerd in een centrale database.

Ruwe data moeten – afhankelijk van de leverancier van de meetlus – met speciale programmatuur worden gedecodeerd. Vervolgens dienen fouten in de metingen eruit te worden gefilterd alvorens de metingen bruikbaar zijn. Door verschillen in bewerkingsslagen, met name in het uitsluiten van meetfouten, is het onduidelijk in hoeverre een verzameling van provinciale snelheidsgegevens onderling vergelijkbare data op zullen leveren.

### **Overige – incidentele – metingen**

Provincies, gemeenten, politie, Veilig Verkeer Nederland en andere partijen, voeren incidenteel snelheidsmetingen uit, vaak met wegkantradar of tijdelijke lussen of telsingen. Deze laatste leveren snelheden in klassen op van 5 of 10 km/uur. Radarmetingen leveren in principe snelheidsmetingen op individueel voertuigniveau, en daarmee de meest zuivere gegevens. IJking van de apparatuur is wel een punt van zorg, zeker als het om herhaalde metingen gaat (Van Schagen et al., 2010).

Redenen voor uitvoering van incidentele metingen kunnen zeer divers zijn, van klachten over verkeersonveiligheid ter plekke, tot het bepalen van de effecten van een plaatselijke maatregel.

### **Floating Car Data (FCD)**

Diverse overheden maken gebruik van Floating Car Data (FCD) in de vorm van ingekochte 'speed profiles', een product van TomTom. Bureau VIA heeft speed profiles geïntegreerd in de ViaStat-software, zodat een koppeling met andere gegevens in een GIS-omgeving is te leggen. De belangrijkste reden om FCD te gebruiken is het verkrijgen van inzicht in doorstromingsknelpunten. Via de webapplicatie Traffic Stats zijn FCD in te zien voor geabonneerde partijen.

FCD zijn per definitie selectief, omdat de gegevens afkomstig zijn van een selecte groep weggebruikers die specifieke apparatuur gebruiken (bijvoorbeeld TomTom-apparatuur gebruiken of gebruik maken van het Vodafone-netwerk). De data betreffen bovendien een mix van verkeersdeelnemers – vooral op het onderliggende wegennet – waardoor er geen zuiver beeld van de snelheden van specifieke groepen kan worden verkregen. Ook vindt er filtering van data plaats. De FCD die worden verkocht, geven dus maar een deel van de werkelijkheid weer.

### **Metingen van zelfbeweerd gedrag**

Van een heel andere orde zijn gegevens over zelfbeweerd snelheidsgedrag. Zelfbeweerd snelheidsgedrag is bijvoorbeeld gemeten in het Periodiek Regionaal Onderzoek Verkeersveiligheid (PROV) dat eens in de paar jaar wordt gehouden (Duijm et al., 2012). Momenteel is de vraag of het PROV nog een vervolg gaat krijgen. Het PROV bevat gegevens van zelf-

beweerd snelheidsgedrag op verschillende wegtypen (15-, 30- en 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom en 60-, 80-, 100- en 120km/uur-wegen buiten de bebouwde kom). Aan respondenten wordt gevraagd aan te geven hoe hard zij rijden als het niet druk is, bij goed weer en goed zicht en als zij geen andere auto's inhalen.

Zelfbeweerd gedrag komt niet altijd goed overeen met werkelijk gemeten gedrag, omdat mensen zich niet altijd goed bewust zijn van hun feitelijke gedrag, of hun gedrag iets mooier willen voorstellen dan het in werkelijkheid is (sociale wenselijkheid). Informatie over zelfbeweerd gedrag is dus eerder een aanvulling op objectieve meetgegevens dan dat het dergelijke gegevens kan vervangen.

### **3.2 Opzet meetnet**

Bij het gestructureerd meten en voor de verkeersveiligheid bruikbaar monitoren van snelheden dient een methode gebruikt te worden die bij voorkeur:

1. Alle snelheden op het wegvak meet, dus geen selectie van voertuigen;
2. Individuele voertuigen meet, dus liefst niet in klassen omdat dit problemen geeft bij bijvoorbeeld het berekenen van gemiddelde snelheden omdat aannamen moeten worden gedaan over de snelheden in de eindklasse;
3. Identificatie van verschillende typen voertuigen mogelijk maakt, bijvoorbeeld tweewielers, autoverkeer, zwaar verkeer.

#### **3.2.1 Indicatoren**

Voor verkeersveiligheid relevante snelheidsindicatoren zijn (zie Aarts & Van Schagen, 2006; SWOV, 2012a; b):

- Gemiddelde snelheid (momenteel de belangrijkste SPI om de link te kunnen leggen met ongevallen);
- Snelheidsverschillen;
- Snelheid die niet overschreden wordt door een bepaald aandeel van het verkeer (bijvoorbeeld 85% van het verkeer: de V85);
- Aandeel overtreders van de snelheidslimiet.

Voor de berekening van bovengenoemde waarden geldt het volgende:

1. Alle indicatoren betreffen feitelijk een gemiddelde met een spreiding. Hoe deze gemiddelden worden berekend, verschilt per maat en per specifiek doel van de monitoring.
2. Gemiddelde snelheid betreft een optelling van alle individuele metingen per groep vergelijkbare meetpunten (bijvoorbeeld de snelheden gemeten op alle 30km/uur-wegen), en een optelling van alle voertuigen die over de betrokken meetpunten zijn gereden per groep vergelijkbare meetpunten. De som van snelheden per groep vergelijkbare meetpunten wordt vervolgens gedeeld door het gesommeerde aantal voertuigen per groep vergelijkbare meetpunten. Dit gemiddelde kan worden berekend per jaar (als het doel is om jaargemiddelden te vergelijken) maar ook per maand of per dagdeel (als het doel is om maanden of dagdelen met elkaar te vergelijken). In deze handreiking gaan we uit van jaarlijkse monitoring en dus van een jaargemiddelde.

3. Snelheidsverschillen kunnen duiden op heel verschillende zaken: a) verschillen in snelheid tussen voertuigen die zich in elkaars buurt bevinden, b) verschillen in snelheid op een wegvak in verschillende perioden (bijvoorbeeld spitsuren en niet-spitsuren), en c) verschillen in snelheid binnen de groep wegen die is geselecteerd (wegen waar doorgaans sneller wordt gereden en wegen waar dit minder het geval is). Dit laatste is vooral van belang voor het bepalen van de grootte van de steekproef die nodig is om significante uitspraken te kunnen doen over bepaalde verschillen. Door de spreiding in snelheid uit te rekenen over een bepaalde groep wegen (bijvoorbeeld 30km/uur-wegen) en over een bepaalde periode (bijvoorbeeld een jaar), is niet duidelijk wat die spreiding precies betekent. Dit is voor de interpretatie van deze maat wel van belang om te weten.
4. De V85 wordt berekend door per groep vergelijkbare wegen (bijvoorbeeld 30km/uur-wegen) en per periode (bijvoorbeeld een jaar) de verdeling in snelheden te bekijken en te bepalen welke snelheid niet overschreden wordt door 85% van het verkeer. Met statistische programma's kan dit automatisch worden uitgerekend. Het is hierbij wel vooral zaak om de juiste groep wegen als eenheid te kiezen en ook de juiste periode (zie de voorbeelden).
5. Het aandeel overtreders van de snelheidslimiet dient ook weer berekend te worden per groep vergelijkbare wegtypen en per periode. Het aantal voertuigen dat harder rijdt dan de snelheidslimiet wordt hierbij gedeeld door het totaal aantal voertuigen. Voertuigen die een andere snelheidslimiet kennen dan de snelheidslimiet van de weg (bijvoorbeeld vrachtwagens op wegen met een limiet hoger dan 80 km/uur) worden niet apart onderscheiden, maar wel meegeteld (in vooral het totale aantal voertuigen).

De vier bovengenoemde indicatoren kunnen dan, afhankelijk van het doel van de analyse, verfijnd worden naar periode, dagen en tijdstippen. Ook kunnen ze verder worden verfijnd met onderverdelingen zoals:

- Vrij rijdend en niet-vrij rijdend verkeer (meestal wordt voor vrij-rijdend verkeer een tussenruimte van minimaal 300 m aangehouden).
- Ernst van de overtreding (aandeel verkeer dat 5%, 10%, 15% of meer harder rijdt dan de snelheidslimiet).

Geen van de indicatoren geeft het 'beste' beeld van de gevaarstelling; ze vullen elkaar aan. De gemiddelde snelheid kan bijvoorbeeld relatief laag zijn, terwijl er wel relatief grote snelheidsverschillen zijn. Beide maten zijn in verband gebracht met verkeersonveiligheid (zie bijvoorbeeld Aarts & Van Schagen, 2006; SWOV, 2012a). Het aandeel overtreders geeft een beeld van de geloofwaardigheid van de limiet, maar heeft ook een relatie met wel of niet aanwezige handhaving. Op wegen met veel verkeersdruk kan het interessant zijn om ook de gemiddelde snelheid van het vrij rijdend verkeer te weten. Wel is het zo dat – gegeven de huidige stand van kennis – het belangrijk is in ieder geval de gemiddelde snelheid in beeld te hebben. De gemiddelde snelheid is momenteel namelijk de enige snelheidsmaat aan de hand waarvan redelijk betrouwbaar een kwantitatieve link met bespaarde slachtoffers en verkeersongevallen kan worden gelegd (zie *Hoofdstuk 2*). Dit is met name relevant met het oog op monitoring van de ontwikkeling van rijnsnelheid over de tijd (jaren). De overige maten dienen als aanvulling en ter verdere duiding van verschillen tussen groepen wegen en gebieden.

### 3.2.2 Doelgroepen

Bij het monitoren van snelheid over de jaren en verschillen tussen regio's, is het aan te bevelen in eerste instantie alleen onderscheid naar wegtypen te maken, niet naar verschillende doelgroepen. Dit kan eventueel wel als extra aanvulling gebeuren, met name om verschillen over jaren, tussen wegtypen of tussen regio's mede te verklaren. In dat geval dienen zowel snelheids- als intensiteitsgegevens voor specifieke groepen voertuigen, naast personenauto's, te worden gemeten. We onderscheiden begrensd gemotoriseerd verkeer en tweewielers.

#### Gemotoriseerd verkeer met snelheidsbegrenzing

Onder begrensd gemotoriseerd verkeer wordt hier verstaan vrachtverkeer en landbouwverkeer. Beide voertuigtypen kunnen het snelheidspatroon beïnvloeden. Vrachtverkeer beïnvloedt het snelheidspatroon op wegen met een limiet hoger dan 80 km/uur vanwege de snelheidsbegrenzing op ongeveer 90 km/uur. Ook trekt vrachtverkeer trager op bij kruispunten en hellingen. Vrachtverkeer kan automatisch worden gemeten door onderscheid te maken in lengte van voertuigen.

Landbouwverkeer is met name van belang op wegen met een 80km/uur-limiet en lager, en kan voor lagere gemiddelde snelheden en grotere snelheidsverschillen zorgen. Landbouwverkeer is lastiger automatisch te detecteren. Hiervan kan alleen een indicatie worden verkregen door gedurende een vaste tijdsperiode (bijvoorbeeld vier dagen verspreid over het jaar) op verschillende wegen handmatig te tellen hoeveel landbouwvoertuigen er passeren en hoeveel ander gemotoriseerd verkeer. Hieruit is dan een aandeel af te leiden.

### Tweewielers

Snelheden (en als extra informatie hierbij intensiteiten) van tweewielers zijn enerzijds relevant voor snelheidsverschillen met het snelverkeer, anderzijds kan het ook relevant zijn om snelheden van tweewielers op het eigen netwerk (afzonderlijke fiets- en bromfietspaden) te meten. Hier wordt sporadisch gebruik van gemaakt. In deze monitor gaan we hier niet verder op in.

### 3.2.3 Apparatuur

Er zijn verschillende mogelijkheden om snelheden van voertuigen te meten:

- Meetlussen
- Telslangen
- Wegkantradars
- Floating Car Data
- Bluetooth

#### Meetlussen

De meest gebruikte methode in Nederland is de meetlus in de weg. Een meetlus bestaat uit een elektrische kabel die in een rechthoekige lusvorm in het wegdek wordt gefreesd en waar een hoogfrequente wisselstroom doorheen wordt gestuurd. Het magnetisch veld dat daardoor ontstaat, wordt



**Afbeelding 7:** Meetlussen (inductielussen) in het weadek.



verstoord als een voertuig over de lus en door het veld passeert. Die veldverandering veroorzaakt een stroomverandering in de lus, op een manier die eigen is aan het type voertuig. Als kort daarna datzelfde voertuig over de tweede lus rijdt en daar het magnetisch veld verstoort, kan de snelheid van het voertuig berekend worden op basis van de tijd tussen de twee veldverstoringen. Meetlussen maken continu en langdurig meten mogelijk van al het verkeer dat over de lus rijdt. Ze worden toegepast op een vast aantal locaties. De plaats waar de meetlussen zijn ingefreesd is waarneembaar voor een weggebruiker door de donkere strepen op het wegdek, maar valt doorgaans niet heel erg op.

In verband met beperkte opslagcapaciteit en veelal nog het handmatig uitlezen van de data die zijn opgeslagen in de kastjes, wordt er doorgaans voor gekozen, om gegevens van groepen voertuigen op te slaan in de vorm van aantallen voertuigen per uur per snelheidsklasse (van 5 of 10 km/uur, waarbij de bovenste meetklasse geen eindwaarde heeft). Uit data die op deze wijze zijn opgeslagen kunnen wel vrij nauwkeurig een aantal kenmerken van de snelheidsverdeling worden berekend, met name percentielsnelheden (snelheid die door een bepaald aandeel van het verkeer niet wordt overschreden, zoals de V85). Bij andere maten, zoals bijvoorbeeld een berekening van de gemiddelde snelheid, wordt aangenomen dat de snelheidsverdeling de vorm van een normale verdeling heeft. Met name voor de eerste en laatste snelheidsklasse is onduidelijk in hoeverre die met de werkelijkheid overeenkomt. De nauwkeurigheid van snelheidsgegevens in klassen is dan afhankelijk van de mate van afwijking van de normale verdeling en van het aantal snelheidsklassen; hoe groter het aantal snelheidsklassen, hoe nauwkeuriger de uitkomst (Oei & Van

der Kooi, 1999). Ook blijkt dat de interpretatie van spreiding in snelheid voor problemen zorgt als de snelheid van voertuigen in klassen wordt gemeten. De voorkeur verdient opslag van individuele voertuigdata. Dit is wellicht mogelijk door het moderniseren van opslag- en uitleestechneken.

De kosten voor het aanleggen van een meetlus zijn aanzienlijk, indicatief ruim €10.000,- per meetlus (prijsspeil 2012), maar ze gaan vervolgens wel jaren mee.

### Telsslagen

Voor periodieke telpunten worden nogal eens telsslagen gebruikt. Een pneumatische tel slang is een holle rubberen slang. Op de plaats waar het verkeer moet worden geteld wordt de tel slang over de weg gelegd, loodrecht op de rijrichting van het verkeer. De slang wordt met grondhaken in de berm en/of met klemmen op het wegdek bevestigd. De tel slang wordt aangesloten op een telapparaat dat naast de rijbaan wordt opgesteld. Met de pneumatische tel slang kunnen de intensiteiten, snelheden en voertuigcategorieën worden gemeten. Het telapparaat sommeert de gegevens per ingestelde meetperiode en bewaart deze in het geheugen totdat ze worden uitgelezen.



**Afbeelding 8:** Telsslagen op het wegdek.

Ook bij telsingen geldt dat het meten in klassen ten koste gaat van de nauwkeurigheid. Hoe minder snelheidsklassen, des te onnauwkeuriger de snelheidsmeting.

Doordat telsingen op het wegdek liggen, zijn ze beter zichtbaar (en voelbaar) voor de weggebruiker dan het geval is bij meetlussen. Ook is het meetkastje doorgaans goed zichtbaar. Doordat er fysiek contact is met de voertuigen die worden gemeten, zijn telsingen onderhevig aan slijtage. Door hun locatie zijn ze mogelijk ook gevoelig voor vandalisme of ander oneigenlijk gebruik. Telsingen bieden wel een goedkope mogelijkheid om snelheden te meten.

### **Wegkantraders**

Ook wegkantraders worden vaak gebruikt als periodieke meetapparatuur, maar kunnen ook voor langere perioden worden gebruikt. De wegkantraders zijn relatief kleine kasten die relatief eenvoudig kunnen worden gemonteerd op lantaarnpalen of masten langs de weg. Ze zijn daarmee wel duidelijk zichtbaar voor weggebruikers.



**Afbeelding 9:** *Wegkantrader.*

Wegkantraders worden gevoed door een verwisselbare accu. Met wegkantraders kan van elk passerend voertuig de lengte (met een resolutie van 0,1 m), de snelheid (met een resolutie van 1 km/uur, en een nauwkeurigheid van 5 km/uur) en het

passagetijdstip (met een resolutie van 1 sec.) gemeten worden. Ook fietsers kunnen door de radar worden waargenomen. De radar heeft twee kanalen, voor beide rijrichtingen apart.

Het is belangrijk de meetapparatuur van te voren te ijken. Wanneer dit niet gebeurt, moeten de absolute waarden van de snelheden met terughoudendheid worden geïnterpreteerd. De werkelijke snelheden op een locatie kunnen dan (iets) hoger of lager liggen dan de gemeten snelheden. Bij ijking gaat het niet alleen erom of de apparatuur aan het begin van de meetperiode snelheid op een betrouwbare manier meet, maar ook of de apparatuur snelheid op een betrouwbare manier blijft meten. Zo is bij het gebruik van wegkantrader als meetapparatuur gebleken dat de betrouwbaarheid van sommige apparaten beperkt was indien deze over een langere tijd (met verwisseling van accu's tussendoor) werden gebruikt. Daarom zijn ook tussentijdse kalibraties vereist (Van Schagen et al., 2010). Ook bij hermetingen moet erop gelet worden dat de apparatuur geijkt wordt en deze op identieke wijze als in de voormeting wordt opgehangen. Verschillen in metingen tussen periodes kunnen anders ook verklaard worden door verschil in referentiewaarde van de meetapparatuur.

Wegkantraders zijn minder prijzig dan meetlussen, maar omdat de inzet van radarapparatuur veelal om kortere periodes gaat en tussentijdse ijking vereist is, kunnen de kosten per tijdseenheid aanzienlijk zijn. Het is mogelijk om radarapparatuur te huren (indicatief circa €500,- per teller; prijspeil 2012). Ook dit gaat per tijdseenheid en extra kosten worden doorgaans nog in rekening gebracht voor installatie en demontage.

### Floating Car Data (speed profiles)

Floating Car Data (FCD) vormen een relatief nieuwe methode om snelheid en reistijd op het wegennet te meten. De methode maakt gebruik van data uit mobiele telefoons en op vrijwillige basis uit navigatiesystemen (Krootjes, 2011). Bekende FCD zijn 'speed profiles' van TomTom. FCD bevatten alleen de snelheid van gebruikers van mobiele navigatieapparatuur en kunnen ook gegevens bevatten van verkeer waarin een afnemer niet geïnteresseerd is (bijvoorbeeld fiets-snelheden, terwijl men vooral geïnteresseerd is in de snelheid van het gemotoriseerde verkeer). Wel zijn FCD-metingen per definitie onopvallend omdat geen meetkastjes langs de weg nodig zijn die de weggebruiker kan associëren met snelheidsmetingen.

De FCD-methode wordt toegepast voor het verzamelen van trajectreistijden en



**Afbeelding 10:** Voorbeeld van gegevens afkomstig uit speed profiles. Bron: Van der Heijden, 2009.

trajectnelheden, maar kan ook worden gebruikt voor inzicht in herkomst en bestemmingen van het verkeer. Op basis van de snelheden en reistijden van individuele voertuigen kan een verwachting worden opgesteld van de gemiddelde snelheid op een traject en de gemiddelde reistijd die hiermee samenhangt. Deze data worden als geaggregeerde 5-minuutgemiddelden over een bepaalde periode aan afnemers verkocht. Kosten hiervoor zijn hoger naarmate het om een groter gebied gaat (informatie van een gebied ter grootte van een gemeente kost al snel circa €10.000,- per bevraging; prijspeil 2012) of naarmate men meer gedetailleerde informatie zou willen hebben.

Door de GPS-locatiebepaling bij FCD is de snelheid met grote nauwkeurigheid te meten. Door de wijze van meting is er geen direct verband met de snelheidskenmerken (bijvoorbeeld de gemiddelde snelheid) van alle verkeer op een wegvak.

FCD maken snelheidsmonitoring en verkeersinformatie mogelijk op alle type wegen. Data zijn beschikbaar van routes die lopen van deur tot deur. Op wegen waar weinig verkeer rijdt, kan het wel enige tijd (weken tot maanden) duren voordat voldoende data zijn verzameld om uitspraken over snelheden en reistijden te doen.

### Reistijdgegevens via Bluetooth

Bluetooth is een communicatietechniek op basis van elektromagnetische golven (Wijbenga et al., 2010). Er zijn diverse apparaten die Bluetooth bevatten zoals telefoons, laptops, carkits, handsfree 'oortjes' en navigatieapparaten. Het doel van Bluetooth is om een verbinding tussen twee apparaten te leggen om zo gegevens over en weer te sturen. Ieder Bluetooth-apparaat heeft een unieke identiteit: een Media Access

Control adres (MAC-adres). Door apparatuur die deze MAC-adressen kunnen lezen langs of boven de weg te plaatsen is het mogelijk om Bluetooth-apparaten die aan staan te detecteren. Daarmee wordt het mogelijk om de tijd te registreren die een voertuig erover doet om de afstand af te leggen tussen twee punten. Hieruit kan de snelheid worden afgeleid.

Een groot voordeel van deze techniek is dat de plaatsing van de Bluetooth-detector erg flexibel is omdat een obstakelvrije ruimte tussen deze detector en Bluetooth-apparaten niet nodig is; detectie gaat namelijk niet via een zichtlijn maar via elektromagnetische golven (Wijbenga et al., 2010). Ook is de toepassing relatief goedkoop, en nauwkeuriger en met een grotere dekking dan FCD (een dekking van ongeveer 35% versus enkele procenten bij FCD). Bovendien is de toepassing niet zichtbaar voor weggebruikers. Een nadeel is dat het lastig is te bepalen of een reeks metingen van een aantal dicht op elkaar rijdende voertuigen met ieder een Bluetooth-apparaat is, of van een voertuig met een aantal Bluetoothapparaten. Ook pikt deze techniek alleen snelheden op van voertuigen waarin een Bluetooth-apparaat in aanwezig is. Dit betreft maar een deel van het verkeer.

De plaatsbepaling van de Bluetooth-detectoren dient zeer zorgvuldig te gebeuren. Bij het meten van reistijden kan het namelijk zo zijn dat verkeer al opgemerkt wordt wanneer het staat te wachten voor de stopstreep, terwijl het pas gedetecteerd moet worden wanneer het verkeer het kruispunt gepasseerd is. Ook het oppikken van verkeer uit andere richtingen of verkeer op drukke parallelwegen of fietspaden zijn een punt van aandacht.

*Tabel 1* zet de voor- en nadelen van verschillende meetmethoden op een rij.

Alle voor- en nadelen overziend verdienen meetlussen op dit moment nog steeds de voorkeur om snelheidsmetingen op een meetnet te verrichten: ze zijn onopvallend, meten alle verkeer continu, en liggen voor langere tijd op dezelfde locatie, zodat ze zeker over langere tijd ook voordeliger zullen uitvallen dan andere meetmethoden. De in klassen opgeslagen snelheidsgegevens en de bewerkelijkheid van de dataopslag kunnen wellicht relatief eenvoudig met moderne technieken worden verbeterd en efficiënter gemaakt, waardoor kosten kunnen worden bespaard in het ophalen van data.

Een goed alternatief zijn radartellers, mits goed geïjkt en volgens een zeer strikt protocol opgehangen. Deze meettechniek is vooral geschikt voor korter en incidenteler meten en kan vermoedelijk ook sneller gerealiseerd worden dan het meten via meetlussen.

Wat de vergelijkbaarheid is van gegevens indien regio's onderling voor verschillende meetwijzen kiezen, is op dit moment helaas nog onvoldoende bekend. Omdat iedere meetmethode zijn eigen kenmerken heeft die invloed kunnen hebben op de gemeten snelheid, is de keuze voor identieke methode daarom sterk aan te bevelen. Zeker wanneer er sprake is van andere wensen dan in dit rapport aanbevolen – bijvoorbeeld om toch een meetnet in te gaan richten op basis van floating car data – is eerst vergelijkend onderzoek nodig dat onafhankelijk en naar wetenschappelijke maatstaven is uitgevoerd. Op deze wijze kunnen we meer kwantitatief in kaart brengen waar de verschillen in datakwaliteit zitten.

Type meet-apparaat	Voordelen	Nadelen
1. Meetlus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continu meten mogelijk</li> <li>• Onopvallend</li> <li>• Meet alle verkeer dat over meetlus rijdt</li> <li>• Onderscheid naar typen voertuigen mogelijk op basis van lengte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vast aantal locaties</li> <li>• Beperkte opslagcapaciteit van meetkastjes</li> <li>• Momenteel vooral gebruikt voor metingen in klassen (gevolgen voor nauwkeurigheid van bijvoorbeeld gemiddelde snelheid)</li> <li>• Prijzig om aan te leggen, maar gaan vervolgens lang mee.</li> </ul>
2. Tel-slangen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedoeld voor tijdelijk meten</li> <li>• Meet alle verkeer</li> <li>• Goedkoop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opvallend</li> <li>• Gevoelig voor slijtage</li> <li>• Gevoelig voor vandalisme</li> <li>• Metingen in klassen (betrouwbaarheid gemiddelden)</li> <li>• Geen onderscheid naar typen voertuigen mogelijk</li> </ul>
3. Weg-kantradar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tijdelijk of continu meten mogelijk</li> <li>• Meet alle verkeer</li> <li>• Onderscheid naar typen voertuigen mogelijk op basis van lengte.</li> <li>• Relatief gemakkelijk te monteren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opvallend</li> <li>• Dienen goed geïjkt te worden, ook tussentijds en bij hermeting identiek opgehangen als voor-meting.</li> <li>• Kan prijzig zijn in verhouding tot relatief korte meetperiode van enkele weken of maanden.</li> </ul>

**Tabel 1:** *Overzicht voor- en nadelen van verschillende snelheidsmeetsystemen.*

Type meet-apparaat	Voordelen	Nadelen
4 Floating Car Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continu meten mogelijk</li> <li>• Onopvallend</li> <li>• Levert data op van in principe alle wegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meet alleen deel van het verkeer (gebruikers van mobiele navigatieapparatuur)</li> <li>• Geen onderscheid mogelijk naar typen voertuigen (data kan ook snelheden van fietsverkeer bevatten)</li> <li>• Prijzig</li> <li>• Geen directe link met gemiddelde snelheid op een wegvak</li> </ul>
5. Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onopvallend</li> <li>• Goedkoop</li> <li>• Geen zichtlijnen nodig om metingen uit te kunnen voeren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meet alleen deel van het verkeer (bezitters van bluetooth-apparatuur in de auto)</li> <li>• Gemakkelijk ruis in data i.v.m. plaatsbepaling</li> <li>• Vereist zorgvuldige databewerking</li> </ul>

**Tabel 1 (vervolg):** *Overzicht voor- en nadelen van verschillende snelheidsmeetsystemen.*

### 3.2.4 Procedure

#### Locatiekeuze

Voor de opzet van een representatief snelheidsmeetnet gelden de volgende aanbevelingen (zie ook (Hakkert & Gitelman, 2007)):

1. Bepaal eerst of een snelheidsbeeld van het hele netwerk moet worden verkregen, of van een bepaalde selectie daarvan (bijvoorbeeld alleen 50km/uur-wegen of alleen de 80km/uur-wegen in beheer bij gemeenten).
2. Breng vervolgens alle wegvakken van wegen in kaart die binnen de selectie vallen (dus het hele netwerk of bijvoorbeeld alle 50km/uur-wegen etc.). Maak daarbij onderscheid tussen verschillende typen (in geval van het hele netwerk) of eventueel subtypen (in geval van de keuze voor een deel van het netwerk) en hun lengte. Per wegtype zal de lengte dan als een soort wegingsfactor fungeren: langere wegen tellen naar rato van hun lengte zwaarder mee dan kortere wegen. Dit is belangrijk om een representatief beeld te krijgen van de snelheden op (een deel van) het wegennet.
3. Selecteer uit dit databestand per wegtype of subtype een aantal wegvakken (zie volgende subparagraaf) maar baseer de keuze welke locaties gemeten gaan worden op *toeval*.

#### Het aantal locaties

Om te bepalen hoeveel locaties nodig zijn voor een betrouwbare steekproef, is het noodzakelijk om vast te stellen wat een acceptabele meetfout is. Daarnaast is ook de spreiding in snelheid tussen de wegen binnen een bepaald wegtype van belang. In de *Bijlage* is meer informatie te vinden over het

vaststellen van de steekproefomvang. Een minimum aantal van 30 wegvakken per wegtype is aan te bevelen, vanwege de aannamen waarop de steekproefberekeningen zijn gebaseerd (zie *Bijlage*). Is de spreiding in snelheid groot of de toegestane meetfout klein, dan kan een groter aantal wegvakken per wegtype nodig zijn.

#### Duur en frequentie van metingen

Bij voorkeur wordt elk wegvak in een meetnet minstens vier weken verspreid over het jaar continu bemeten. Voor het doel om jaarlijkse snelheidsverschillen en verschillen tussen regio's in kaart te brengen, is het van belang dat hiervoor telkens dezelfde weken worden gekozen, bijvoorbeeld altijd de 3<sup>e</sup> week van elk kwartaal (dus: 3<sup>e</sup> week januari, 3<sup>e</sup> week april, 3<sup>e</sup> week juli, 3<sup>e</sup> week oktober). Zo worden seizoensinvloeden enigszins meegenomen, is duidelijk wanneer de metingen zijn gehouden en is het gemakkelijker afstemming tussen regio's te betrachten.

Omdat weersinvloeden, vakantieperiodes, wegwerkzaamheden, festiviteiten het snelheidsbeeld op een weg of wegen kunnen beïnvloeden in een bepaalde periode (maand of jaar) of regio, wordt aanbevolen om deze factoren te noteren gedurende de week dat snelheden worden gemeten. Het gaat om:

- Weersgesteldheid gedurende de betreffende week (sneeuw, ijs, regen, harde wind);
- Vakantieperiode voor welke scholen en of er sprake is van veel toeristische bewegingen daardoor (bewoners vertrekken of toeristen die het gebied inkomen);
- Wegwerkzaamheden die de snelheid op een of meer van de bemeten wegvakken in de meetperiode hebben kunnen beïnvloeden;

- Grootschalige feesten, festivals of andere evenementen die voor grotere verkeersstromen dan normaal hebben gezorgd en/of bepaald type publiek hebben getrokken.

### **3.2.5 Organisatie**

Voor het opzetten van een goed werkzaam snelheidsmeetnet, is samenwerking nodig tussen de volgende partijen:

- Opdrachtgever (bijvoorbeeld de wegbeheerder of politie);
- Meetinstantie/installateur en uitlezing van apparatuur;
- Verwerkers van de gegevens (onderzoekers).

#### **Rol van de opdrachtgever**

De opdrachtgever moet zorgdragen voor een goede opzet en kwaliteitsbewaking van het meetnet. Ook dient de opdrachtgever bij te houden of er (afwijkende) omstandigheden zijn tijdens de meetperioden (zie vorige paragraaf). Deze gegevens kunnen in kwalitatieve zin gebruikt worden om bevindingen over snelheidsontwikkelingen te duiden.

#### **De rol van de meetinstantie**

De meetinstantie draagt zorg voor het op de juiste wijze monteren van de meetapparatuur en zo nodig kalibratie daarvan. De meetinstantie draagt ook zorg voor het uitlezen van de apparatuur of stelt de opdrachtgever in staat om de apparatuur te kunnen uitlezen op de gewenste momenten. De uitlezing van de meetapparatuur moet ertoe leiden dat er leesbare en interpreteerbare gegevens beschikbaar komen. Dit kan bijvoorbeeld ook betekenen dat data in binaire code worden getransformeerd naar ASCII-tekens, waardoor interpretatie mogelijk wordt. Hierbij moet duidelijk worden wat voor gegevens iedere datakolom bevat en hoe de gegevens geïnterpreteerd

moeten worden (zijn de gegevens bijvoorbeeld in km/uur of hebben ze een andere eenheid).

Plaatsing van de apparatuur vindt plaats in overleg met de opdrachtgever.

#### **Rol van de onderzoekers**

Onderzoekers dienen als eerste de gegevens op fouten te checken. Extreme waarden moeten nader worden gecontroleerd (zie bijvoorbeeld Goldenbeld et al., 2004). Dit kan door de meetinstantie of opdrachtgever gebeuren, maar kan ook aan onderzoekers worden uitbesteed. Hier dienen goede afspraken over te worden gemaakt. Bij voorkeur krijgen de onderzoekers de ruwe data in ASCII-formaat, zodat zij alle gegevens van alle regio's en jaren op een uniforme wijze van fouten kunnen ontdoen en kunnen bewerken voor onderzoek. Vervolgens kunnen de gegevens per wegtype of subtype, zo mogelijk over jaren en tussen regio's worden geanalyseerd en gerapporteerd.

### **3.3 Kwaliteitsbewaking**

Gegevens moeten nauwkeurig (betrouwbaar) en representatief zijn. Om dat voor elkaar te krijgen, is de selectie van meetlocaties de eerste belangrijke stap (zie in *Paragraaf 3.2.4* de alinea's onder Locatiekeuze en Het aantal locaties).

### **Belangrijk: meet op basis van toeval**

*Voor een goede kwaliteit van een snelheidsmeetnet, is het van het grootste belang dat wegen op basis van toeval worden geselecteerd, en niet op basis van problemen of drukte.*

*Het gaat er immers om dat we te weten komen hoe snel er gemiddeld op verschillende typen wegen wordt gereden, ook op wegen waar minder aan de hand is.*

Ten tweede is het van belang dat de verzamelde data een goed beeld van de werkelijkheid geven. Fouten kunnen zich voordoen in de oorspronkelijke gegevens als gevolg van apparatuur die niet goed werkt, die onbedoeld met veranderde instellingen werkt, of niet goed is gekalibreerd. Dit dient dus altijd voldoende aandacht te krijgen. Ook is het belangrijk om de ruwe data op fouten te checken en de ruwe data altijd te bewaren zodat de oorspronkelijke berekeningen opnieuw uitgevoerd kunnen worden. Bij metingen over een langere periode, dient ook rekening gehouden te worden met het verzetten van de klok in verband met zomer- en wintertijd, als ook tijdstippen in de analyse meegenomen worden.

### **Vergelijkbaarheid over tijd**

Bij de vergelijking over de tijd is het van belang dat:

1. metingen op identieke manier, met identieke apparatuur zijn uitgevoerd over de verschillende jaren;
2. mogelijke fouten in de apparatuur zijn gecheckt en dat de apparatuur voldoende is gekalibreerd;
3. er rekening wordt gehouden met mogelijke beïnvloedende factoren die over de tijd gewijzigd zijn (zoals weersomstandigheden, evenementen, wegwerkzaamheden e.d.).

### **Vergelijkbaarheid tussen regio's**

Bij de vergelijking tussen regio's is vooral van belang dat:

1. locaties voor de snelheidsmeting op de wijze worden geselecteerd zoals beschreven in dit rapport. Vergelijking is mogelijk voor die wegtypen die van eenzelfde soort zijn in de regio's waarin data worden verzameld.
2. de gegevens van alle regio's die deelnemen aan de gestructureerde monitoring op uniforme wijze worden verzameld (gebruik van zelfde soort meetapparatuur en snelheidsindicatoren) en gecontroleerd op fouten,
3. er per type weg voldoende weglocaties zijn (vuistregel minimaal 30 locaties per wegtype; zie *Bijlage*).



## 4 Conclusies

Dit rapport presenteert een handreiking om tot de opzet van een gedegen snelheidsmeetnet te komen voor monitoring van snelheden op verschillende wegtypen en voor het vergelijken van tendensen over jaren en tussen regio's.

### **Bestaande snelheidsmeetnetten**

De bestaande meetnetten in Nederland zijn in eerste instantie opgesteld om een beeld te krijgen van de intensiteit van verkeer via meetlussen in het wegdek (voornamelijk hoofdwegennet). Inzicht in snelheid is hierbij een secundair doel. Vanwege beperkingen in opslagcapaciteit wordt snelheidsinformatie meestal nog grofmazig verzameld in metingen per uur en verdeeld in snelheidsklassen. De Nationale Databank Wegverkeer heeft over wegen (voornamelijk hoofdwegennet) ook meer gedetailleerde informatie.

Incidenteel worden snelheidsgegevens verzameld met telslangen of radartellers, maar deze informatie is niet centraal ontsloten en er is ook geen overzicht wie dergelijke data beschikbaar heeft, over welke wegen en welke periode.

Een andere snelhedenbron in Nederland betreft Floating Car Data die als commerciële data ingekocht kunnen worden (bijvoorbeeld 'speed profiles' van TomTom en Vodafone). Het betreft hier veelal vijfminuutgemiddelden van snelheden en de data zijn vooral bruikbaar voor doorstromingsinformatie. Het betreft hier wel data op zowel het hoofd- als onderliggend wegennet.

Zelfgerapporteerde gegevens over gereden snelheden per wegtype zijn om de paar jaar beschikbaar, maar zijn alleen als aanvulling op objectieve snelheidsmetingen aan te bevelen.

### **Aanvullend nieuw meetnet**

Wanneer een nieuw meetnet voor snelheid wordt ontwikkeld moet eerst worden bepaald op welk deel van het wegennet het meetnet zich moet richten: wil men een beeld van het gehele netwerk of is men vooral geïnteresseerd in een of twee wegtypen. Met name gegevens die bruikbaar zijn als SPI van het onderliggend wegennet zijn nog schaars, dus ligt een keuze in die richting voor de hand.

Van het wegtype (of wegtypen) dat onderdeel moet worden van het meetnet, dient vervolgens een voldoende aantal locaties (minimaal 30 per wegtype) te worden geselecteerd op basis van toeval. De lengte van wegen dient daarbij als wegingsfactor te worden meegenomen.

Bij het meten van snelheden dient vervolgens een methode gebruikt te worden die liefst:

1. Alle snelheden op het wegvak meet (dus geen selectie van voertuigen). Hieraan voldoen meetlussen, telslangen en radartellers.
2. Individuele voertuigen meet (dus niet in klassen). Dit kan met bovengenoemde apparatuur worden bewerkstelligd, mits de instelling van de opslagapparatuur hiervoor kan worden aangepast.

3. Identificatie van verschillende typen voertuigen mogelijk maakt (bijvoorbeeld autoverkeer, landbouwverkeer, vrachtverkeer). Dit kan met meetlussen en radartellers. Met radartellers kunnen ook tweewielers onderscheiden worden.

Op basis van de metingen dient in ieder geval de gemiddelde snelheid (per rijbaan) berekend te kunnen worden. Met deze maat kan een kwantitatieve relatie worden gelegd met ongevallen- en slachtofferaantallen.

Aanvullend zijn de volgende gegevens aan te bevelen voor verdere interpretatie van het snelheidsbeeld:

- Spreiding in snelheid op een wegvak;
- V85 (snelheid die door 85% van verkeer niet wordt overschreden);
- Percentage overtreders van de snelheidslimiet;
- Aandeel landbouw- en vrachtverkeer;
- Andere snelheidsbeïnvloedende factoren, zoals weersomstandigheden, evenementen of wegwerkzaamheden.

### **Vergelijkingen tussen jaren en regio's**

Een regionale vergelijking van snelheidsgegevens over jaren en tussen regio's betekent dat er in overleg en ieder jaar opnieuw ten minste overeenstemming moet zijn in:

- Wegtypen die in het meetnet worden bemeten;
- Selectie van locaties;
- Methoden van meten, dataverwerking en foutendetectie;
- Snelheidsindicatoren;
- Nadere informatie over mogelijke versturende omstandigheden of locatiespecifieke factoren.

De snelheidsgegevens die op deze wijze verzameld worden kunnen worden gebruikt om proactief gevaarlijke locaties in relatie tot snelheidsgedrag vast te stellen. Deze kunnen aanknopingspunten bieden voor aanvullend beleid en het vaststellen van successen van beleid.

Zelfs zonder verkeersongevallen(data) kan op basis van de jaarlijks gemonitorde snelheden een inschatting worden gemaakt van de verkeersveiligheidsverschillen tussen jaren en tussen regio's. Deze kunnen ook worden gebruikt om van elkaar te leren.

# Literatuur

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

Bliss, A. & Breen, J.M., (2009). *Implementing the recommendations of the world report on road traffic injury prevention. Country guidelines for the conduct of road safety management capacity review and the specification of lead agency reforms, investment strategies and safe system projects*. World Bank, Washington, DC.

Duijm, S., Kraker, J. de, Schalkwijk, M., Boekwijt, L., et al. (2012). *PROV 2011 Periodiek Regionaal Onderzoek Verkeersveiligheid*. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, afdeling Veiligheid, Delft.

Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents; An evaluation of the Power Model*. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

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

ETSC (2006). *A methodological approach to national road safety policies*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels.

Goldenbeld, Ch., Bijleveld, F.D, Craen, S. de & Bos, N.M. (2004). *Effectiviteit van snelheidstoezicht en bijbehorende pu-*

*bliciteit in Fryslân*. R-2003-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Hafen, K., Lerner, M., Allenbach, R., Verbeke, T., et al. (2005). *State of the art report on Road Safety Performance Indicators. Deliverable D3.1 of the EU FP6 project SafetyNet*. European Commission, Directorate-General Transport and Energy, Brussels.

Hakkert, A.S. & Gitelman, V. (red.) (2007). *Road Safety Performance Indicators: Manual. Deliverable D3.8 of the EU FP6 project SafetyNet*. European Commission, Directorate-General Transport and Energy, Brussels.

Heijden, D.F.P. van der (2009). *Veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten. Praktijkttoets Regio Parkstad*. In opdracht van het ROVL. VIA, Vught.

Kloeden, C.N., McLean, A.J. & Glonek, G. (2002). *Reanalysis of travelling speed and the risk of crash involvement in Adelaide South Australia*. Report CR 207. Federal Office of Road Safety, Australia, Canberra.

Kloeden, C.N., McLean, A.J., Moore, V.M. & Ponte, G. (1997). *Travelling speed and the risk of crash involvement. Volume 1 - Findings*. CR 172. Federal Office of Road Safety, Australia, Canberra.

Kloeden, C.N., Ponte, G. & McLean, A.J. (2001). *Travelling speed and the risk of crash involvement on rural roads*. Report CR 204. Australian Transport Safety Bureau ATSB, Civic Square, ACT.

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.

Nilsson, G. (2004). *Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety*. Lund Bulletin 221. Lund Institute of Technology, Lund.

Koornstra, M., Lynam, D., Nilsson, G., Noordzij, P., et al. (2002). *SUNflower: A comparative study of the road safety in Sweden, the United Kingdom and the Netherlands*. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

Krootjes, P. (2011). *Floating car data van TomTom*. Artikel *infraside.nl*. TomTom, Amsterdam. op [http://www.infraside.nl/articles/article.php?ID\\_articles=324](http://www.infraside.nl/articles/article.php?ID_articles=324).

LTSA (2000). *Road safety strategy 2010 : overview : a consultation document*. Land Transport Safety Authority LTSA, Wellington.

OECD/ECMT (2006). *Speed management*. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD/European Conference of Ministers of Transport ECMT, Paris.

Oei, H.-L. & Kooi, R.L. van der (1999). *Een snelheidsmeetnet ter ondersteuning van het verkeersveiligheidsbeleid*. R-99-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

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

Schagen, I.N.L.G. van, Commandeur, J.J.F., Stipdonk, H.L., Goldenbeld, C., et al. (2010). *Snelheidsmetingen tijdens de voorlichtingscampagne 'Hou je aan de snelheidslimiet'*. D-2010-09. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012a). *De relatie tussen snelheid en ongevallen*. SWOV-Factsheet, april 2012. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012b). *Naar geloofwaardige snelheidslimieten*. SWOV-Factsheet, november 2012. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012c). *Kosten van verkeersongevallen*. SWOV-Factsheet, december 2012. SWOV, Leidschendam.

Wegman, F. & Aarts, L. (red.) (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenningen voor de jaren 2005-2020*. SWOV, Leidschendam.

Wegman, F. & Oppe, S. (2010). *Benchmarking road safety performances of countries*. In: Safety Science, vol. 48, p. 1203-1211.

Wijbenga, A., Bac, J. & Boerma, S. (2010). *Een nieuwe manier van verkeerswaarneming? Bluetooth*. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskunde Congres 2010, 3 november 2010, de Doelen, Rotterdam.



## Bijlage Steekproefgrootte

De gewenste steekproefgrootte hangt af van een aantal factoren die kunnen variëren of waarin keuzen kunnen worden gemaakt:

- Mate van zekerheid waarmee een verschil tussen snelheden kan worden vastgesteld (gebruikelijk is een betrouwbaarheid van 95%);
- De grootte van de meetfout die je wilt toestaan: hoeveel mag de snelheid van de steekproef van wegen afwijken van de snelheid op alle wegen van dat type (bijvoorbeeld 1 km/uur of meer?);
- De spreiding in snelheden binnen een bepaald wegtype (bijvoorbeeld: 4 km/uur).

In *Tabel B1* is de minimale steekproefgrootte afgebeeld naar grootte van de meetfout en spreiding in snelheden (op basis van Hakkert & Gitelman, 2007). Een betrouwbaarheidsinterval van 95% is als uitgangspunt genomen.

Spreiding	Grootte van de toegestane meetfout				
	1 km/uur	2 km/uur	3 km/uur	4 km/uur	5 km/uur
1,0 km/uur	4	1	0	0	0
1,5 km/uur	9	2	1	1	0
2,0 km/uur	15	4	2	1	1
2,5 km/uur	24	6	3	2	1
3,0 km/uur	35	9	4	2	1
3,5 km/uur	47	12	5	3	2
4,0 km/uur	61	15	7	4	2
4,5 km/uur	78	19	9	5	3
5,0 km/uur	96	24	11	6	4
5,5 km/uur	116	29	13	7	5
6,0 km/uur	138	35	15	9	6
6,5 km/uur	162	41	18	10	6
7,0 km/uur	188	47	21	12	8
7,5 km/uur	216	54	24	14	9
8,0 km/uur	246	61	27	15	10
8,5 km/uur	278	69	31	17	11
9,0 km/uur	311	78	35	19	12
9,5 km/uur	347	87	39	22	14
10,0 km/uur	384	96	43	24	15

**Tabel B1.** Minimaal aantal benodigde locaties bij een betrouwbaarheidsinterval van 95%, naar grootte van de spreiding tussen snelheden binnen een wegtype en grootte van de meetfout tussen geselecteerde locaties en het totaal aan locaties van een bepaald type.

### Voorbeeld: spreiding bekend

Op basis van gegevens van 80km/uur-wegen in de provincie Zeeland, weten we dat de spreiding in snelheid van verschillende wegvakken ongeveer 3,5 km/uur is.

Stel, we willen de snelheden op 80km/uur-wegen in Zeeland gaan vergelijken met die in Utrecht of tussen twee jaren. We vinden een meetfout van 1 km/uur acceptabel. Uit *Tabel B1* valt af te lezen dat er circa 50 wegvakken per regio per jaar nodig zijn om met 95% zekerheid vast te kunnen stellen dat er een verschil is van 2 km/uur (de toegestane meetfout zowel opgeteld bij als afgetrokken van het uiteindelijke resultaat).

Stel nu dat we geen 50 maar slechts 30 wegvakken per regio tot onze beschikking hebben (bijvoorbeeld vanwege het beschikbare meetbudget), dan zullen we concessies moeten doen aan de maximale meetfout die we accepteren: die zal hoger zijn dan 1 km/uur, maar kleiner dan 2 km/uur. Hoe hoog deze meetfout (*md*) precies is, is te berekenen met de volgende formule:

$$md \geq z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Waarbij *n* de steekproefgrootte is,  $\sigma$  de spreiding en *z* de gewenste *z*-waarde van het gekozen betrouwbaarheidsinterval (1.96 voor 95% betrouwbaarheid). Bij de spreiding mag vanaf ongeveer 30 locaties worden aangenomen dat de spreiding van de steekproef gelijk is aan die van de werkelijke spreiding

in snelheid op alle wegen van het betreffende type (in het voorgaande voorbeeld 3,5 km/uur).

### Voorbeeld: meetfout als uitgangspunt

In *Tabel B1* is ook het belang van homogene selectie van wegen te zien. Stel dat dan twee regio's met elkaar willen vergelijken, en daarom echt maar een kleine meetfout willen van 1 km/uur. Er is bijvoorbeeld maar een beperkt budget voor 30 tot 40 meetlocaties per regio. In dat geval mag – uitgaande van een betrouwbaarheidsmarge van 95% – de spreiding van snelheden tussen wegen van een bepaald type niet groter zijn dan zo'n 3 km/uur. Ligt de spreiding hoger, dan loopt het aantal benodigde meetlocaties snel op.

Als geen concessies kunnen worden gedaan aan de meetfout, dan is het zaak om de geselecteerde wegen zo identiek mogelijk te kiezen om de spreiding in snelheden op die wegen zo klein mogelijk te hebben.

#### Belangrijke uitgangspunten bij vaststellen steekproefgrootte:

- De steekproef dient minimaal 30 meetlocaties te bevatten.
- Neem een zo homogeen mogelijke groep wegen om de spreiding in snelheid tussen wegvakken laag te houden en daarmee ook het aantal benodigde locaties.
- De meetfout betreft zowel een afwijking naar onder als naar boven en dient vermenigvuldigd te worden met 2.