

# Prestatie-indicatoren voor verkeersveiligheid (SPI's)

Overzicht van beschikbare kennis over SPI's  
als basis voor risicogestuurd beleid

R-2018-19

# SWOV



## Auteurs



Dr. L.T. Aarts

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

---

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2018-19
Titel:	Prestatie-indicatoren voor verkeersveiligheid (SPI's)
Ondertitel:	Overzicht van beschikbare kennis over SPI's als basis voor risicogestuurd beleid
Auteur(s):	Dr. L.T. Aarts
Projectleider:	Dr. L.T. Aarts
Projectnummer SWOV:	S18.08a
Trefwoord(en):	Accident prevention; traffic; safety; indicator; method; measurement; policy; development; risk; risk assessment; forecast; expert system; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	De afgelopen jaren heeft SWOV diverse onderzoeken uitgevoerd naar risicofactoren (Safety Performance Indicators) – indicatoren die iets over de veiligheidskwaliteit van het verkeerssysteem zeggen zonder daarbij gebruik te maken van ongevalldata. Dit rapport vat samen wat er inmiddels bekend is over risicofactoren binnen de verkeersveiligheid ten behoeve van de 'risicogestuurde aanpak' zoals voorgesteld in het <i>Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030</i> .
Aantal pagina's:	52
Fotografen:	Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portret)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2018 Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

**De informatie in deze publicatie is openbaar.**

**Overname is toegestaan met bronvermelding.**

**SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid**

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

Beleidsmakers willen verkeersonveiligheid (meer) 'risicogestuurd' gaan aanpakken: niet wachten met maatregelen totdat er ongevallen zijn gebeurd, maar proactief maatregelen treffen op basis van inzichten over verkeersveiligheidsrisico's. Zogeheten 'prestatie-indicatoren' voor verkeersveiligheid – *Safety Performance Indicators*, kortweg: SPI's – spelen hierbij een belangrijke rol. De vraag is welke SPI's zich lenen voor de ontwikkeling van risicogestuurd beleid en hoe deze voor dat beleid toepasbaar kunnen worden gemaakt. Dit rapport zet de huidige kennis hierover op een rijtje en vat daarmee het onderzoek op dit terrein van de afgelopen tijd samen.

De belangrijkste SPI's om de komende tijd verder mee aan de slag te gaan, liggen op het terrein van:

- › veilige wegen;
- › veilige snelheden;
- › veilige voertuigen;
- › veilige verkeersdeelnemers;
- › hoogwaardige traumazorg.

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Over dit rapport	7
1.2	Methode	8
1.3	Leeswijzer	8
<b>2</b>	<b>Risicogestuurd beleid</b>	<b>9</b>
2.1	Het begrip 'risico'	9
2.2	Sturing op risico's	9
2.3	Beleid	10
2.4	Naar een definitie van risicogestuurd beleid	10
2.5	Relatie met andere beleidsvormen	11
<b>3</b>	<b>Risico-indicatoren</b>	<b>13</b>
3.1	Prestatie-indicatoren voor verkeersveiligheid (Safety Performance Indicators)	13
3.2	Definitie van SPI's	14
3.3	Een paar voorbeelden	15
3.4	Eisen voor SPI's	16
<b>4</b>	<b>Belangrijke indicatoren</b>	<b>17</b>
4.1	SPI 1: Veilige wegen	18
4.2	SPI 2: Veilige snelheden	23
4.3	SPI 3: Veilige voertuigen	25
4.4	SPI 4: Veilige verkeersdeelnemers	27
4.5	SPI 5: Hoogwaardige traumazorg	34
4.6	Overige indicatoren	35
<b>5</b>	<b>Slotbeschouwing</b>	<b>36</b>
5.1	Relatie met het Strategisch Plan Verkeersveiligheid	36
5.2	Conclusies	38
5.2.1	Wat is risicogestuurd beleid en hoe verhoudt het zich tot ander verkeersveiligheidsbeleid?	38
5.2.2	Wat zijn SPI's en zijn alle denkbare risicofactoren potentieel een SPI?	38
5.2.3	Welke SPI's kent de wetenschap momenteel en hoe zijn deze indicatoren uitgewerkt?	39
5.2.4	Hoe kunnen (bestaande) SPI's worden benut voor risicogestuurd beleid?	40
5.3	Tot slot	41

<b>6</b>	<b>Eerdere SWOV-rapporten over dit onderwerp</b>	<b>42</b>
6.1	Algemeen	42
6.2	(Fiets)infrastructuur	42
6.3	Snelheid	43
6.4	Rijden onder invloed van alcohol	43
6.5	Roodlichtnegatie	43
	<b>Literatuur</b>	<b>44</b>



## 1 Inleiding

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en decentrale overheden hebben eind 2018 het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* [1] uitgebracht. Een van de nieuwe leidende principes van dit plan is dat het beleid de komende jaren meer 'risicogestuurd' moet gaan worden. Dit betekent dat het verkeersveiligheidsbeleid niet (alleen) meer op basis van ongevallencijfers wordt geprioriteerd en aangestuurd, maar dat hierbij (ook) informatie over *verkeersveiligheidsrisico's* betrokken gaat worden.

Om zo'n risicogestuurde aanpak effectief te kunnen uitwerken, is het belangrijk om heldere definities te formuleren en om nut en noodzaak van zo'n aanpak te bepalen. Daarnaast is het cruciaal om te beschikken over voldoende hulpmiddelen, zoals relevante 'prestatie-indicatoren' voor risicofactoren in het verkeer. In de literatuur worden dergelijke indicatoren ook wel aangeduid als '(Road) Safety Performance Indicators', kortweg SPI's. De afgelopen jaren heeft SWOV naar verschillende SPI's onderzoek gedaan en ook internationaal kan het onderwerp op belangstelling rekenen. Tijd om de huidige stand van kennis op een rijtje te zetten en voor de beleidsontwikkeling zo toepasbaar mogelijk te maken.

### 1.1 Over dit rapport

Dit rapport geeft een overzicht van de huidige kennis op het gebied van prestatie-indicatoren voor verkeersveiligheid die bruikbaar zijn voor de uitwerking van een risicogestuurd beleid. Hiermee wordt ook het onderzoek gepositioneerd dat de afgelopen jaren ten aanzien van SPI's is uitgevoerd, met name op het gebied van (fiets)infrastructuur [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8], snelheid [9] [10] [11] [12], rijden onder invloed van alcohol [13] [14] [15], en roodlichtnegatie [16] [17], maar ook overkoepelend<sup>1</sup> en/of toegepast [19] [20] [21].

In dit rapport staan de volgende vragen centraal:

1. Wat is risicogestuurd beleid en hoe verhoudt zich dat tot ander verkeersveiligheidsbeleid?
2. Wat zijn SPI's en zijn alle denkbare risicofactoren potentieel een SPI?
3. Welke SPI's kent de wetenschap momenteel en hoe zijn deze indicatoren uitgewerkt?
4. Hoe kunnen (bestaande) SPI's worden benut voor risicogestuurd beleid?

Dit rapport kan beleidsmakers ondersteunen bij de verdere uitwerking van het risicogestuurde beleid, zodat deze uitwerking aansluit bij de wetenschappelijke inzichten over dit onderwerp. Daarbij is het risicogestuurde beleid geen doel op zich, maar een hulpmiddel om verkeersveiligheidsproblemen in kaart te brengen en te prioriteren en effectieve maatregelen te kiezen om de verkeersveiligheid te verbeteren.



1. In de jaarlijkse *Monitor Verkeersveiligheid*, zoals [18], wordt ook stilgestaan bij SPI's.

## 1.2 Methode

Dit rapport is tot stand gekomen door een analyse uit te voeren van de nu beschikbare literatuur in binnen- en buitenland. Hierbij is gebruikgemaakt van de rapporten die SWOV de afgelopen jaren over dit onderwerp heeft uitgebracht, van de daarbij gebruikte literatuur en van recente publicaties van derden over dit onderwerp waar SWOV bij betrokken was of weet van heeft.

## 1.3 Leeswijzer

In *Hoofdstuk 2* gaan we in op de vraag wat 'risicogestuurd beleid' precies is en wat de relatie is met ander verkeersveiligheidsbeleid. In *Hoofdstuk 3* bespreken we het begrip 'risicofactoren', die in de literatuur vaak worden uitgewerkt als SPI's. Een overzicht van de belangrijkste SPI's komt aan bod in *Hoofdstuk 4*. Deze zijn aan de hand van een aantal in de literatuur onderscheiden kernkenmerken voor prestatie-indicatoren beoordeeld en op basis van een expert-oordeel van de auteur indicatief samengevat. In *Hoofdstuk 5* leggen we tot slot de relatie met het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* en vatten we de antwoorden op de vier centrale vragen samen. *Hoofdstuk 6* bevat een overzicht van eerdere SWOV-rapporten over dit onderwerp.



## 2 Risicogestuurd beleid

Onder 'risicogestuurd beleid' kan potentieel alles verstaan worden wat betrekking heeft op het definiëren van doelen, middelen en tijdpaden door beleidsmakers (= beleid) op basis van (= sturing) risico's. Hieronder werken we de componenten 'risico', 'sturing op risico's' en 'beleid' verder uit en beantwoorden van daaruit de vraag wat risicogestuurd beleid eigenlijk is. Vervolgens kijken we ook naar verschillen met andere beleidsaanpakken binnen het verkeersveiligheidsdomein.

### 2.1 Het begrip 'risico'

Een van de lastigste begrippen binnen een risicogestuurde aanpak is het begrip 'risico'. Dat komt onder meer doordat dit begrip zowel in het alledaagse spraakgebruik als in een meer wetenschappelijke context niet heel strak is afgebakend of gedefinieerd. (Impliciete) definities die in het verkeersveiligheidsveld in gebruik zijn, betreffen [22]:

- risico als (kleine) kans op een negatieve gebeurtenis (bijvoorbeeld de kans om een bekeuring of een ongeval te krijgen);
- risico als verwachte waarde (kans x gevolg waarbij zowel de gebeurtenis als het domein waarbinnen die gebeurtenis plaatsvindt wordt gedefinieerd; bijvoorbeeld twee ongevallen met letsel per miljoen autokilometers);
- Risico als de mate van gevaar (onveiligheid) of gevaarzettende omstandigheid (bijvoorbeeld: op een autosnelweg sta je aan minder gevaren bloot vanwege een beter op de hoge snelheden afgestemd wegontwerp dan op een 80km/uur-weg). Hierbij dient opgemerkt te worden dat 'mate van gevaar' of gevaarzetting eigenlijk niet los gezien kan worden van de blootstelling daaraan: zonder de blootstelling is het gevaar er niet; het gevaar zou dan ook als een kenmerk van de specifieke blootstelling kunnen worden beschouwd [zie ook 23].

Dat het begrip 'risico' lastig te vatten is, zien we ook in een wetenschappelijke context, waar vaak geen definitie maar wel een operationele uitwerking van het begrip wordt gehanteerd. Daarbij wordt ook vaak gebruikgemaakt van een begrip zoals 'risico-indicator', wat erop duidt dat er een indirecte maat nodig is om iets over risico's te kunnen zeggen [zie ook 22]. Risico-indicatoren kunnen zowel worden uitgedrukt in termen van een verwachtingswaarde van een negatieve gebeurtenis als in termen van gevaarverhogende kenmerken in het verkeer (zie hiervoor verder *Hoofdstuk 3*).

### 2.2 Sturing op risico's

Beleidsmakers kunnen de sturing op risico's op verschillende manieren inrichten. Zo kunnen risico's of risico-indicatoren op eenzelfde manier in een overzicht worden gezet als gebruikelijk is met ongevallen- en slachtofferinformatie. Bij een dergelijke aanpak kijkt de beleidsmaker waar risico's hoog zijn of waar diverse hogere risico's zich clusteren, en bepaalt hij aan de hand hiervan waar de problemen het grootst zijn en als eerste maatregelen nodig zijn. Ook is het mogelijk om de sturing zodanig vorm te geven dat de risico's of risico-indicatoren meer als (tussen)doelen in

het overleg met betrokkenen worden ingezet. Met name in Zweden is hier al ruime ervaring mee opgedaan [24] [25]. Deze aanpak wordt al enige tijd door wetenschappers in binnen- en buitenland aanbevolen [26] [27] [28] en is in recentere jaren door steeds meer beleidsmakers opgepakt [29] [30] [31].<sup>2</sup> Dit lijkt nu ook de benadering te worden van de beleidssturing zoals voorgesteld in het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* [1].

## 2.3 Beleid

Om met risicogestuurd beleid daadwerkelijk de verkeersveiligheid te verbeteren, is het onvoldoende om alleen maar risico's te monitoren en hier omheen een proces met actoren op te tuigen. Uiteindelijk is en blijft het belangrijk om de beleidscyclus helemaal te doorlopen: doelen stellen, middelen beschikbaar stellen en een tijdspad definiëren, vervolgens daadwerkelijk dit beleid uitwerken door effectieve maatregelen te (laten) treffen, checken wat hiervan daadwerkelijk de resultaten zijn en aan de hand hiervan het beleid bijsturen et cetera. Een risicogestuurde aanpak zonder deze beleidscyclus, en met name effectieve maatregelen, gaat geen slachtoffers besparen. Het treffen van maatregelen wordt door de minister van Infrastructuur en Milieu dan ook gezien als een inherent onderdeel van risicogestuurd beleid [32] [33] maar het is toch belangrijk om dit te blijven benadrukken.

## 2.4 Naar een definitie van risicogestuurd beleid

Diverse partijen zijn dus bezig met activiteiten die kunnen worden aangeduid als 'risicogestuurd beleid'. Eerder is de uitwerking van risicogestuurd beleid in Nederland ook wel gedefinieerd als 'een aanpak die werkt met risico-indicatoren waarmee onveilige situaties in beeld worden gebracht en die vervolgens proactieve sturingsmogelijkheden biedt [34]. Uit de ontleding van de verschillende onderdelen van het begrip 'risicogestuurd beleid' blijkt dat er in meer detail verschillende uitwerkingen onder verstaan kunnen worden.

Om tot een meer uniforme interpretatie en uitwerking van 'risicogestuurd beleid' te komen, is het belangrijk om het begrip specifieker te definiëren. Door deelbegrippen te ontleden en te bekijken op welke wijze hier momenteel over wordt gedacht, komen we tot de volgende definitie:

### Risicogestuurd beleid behelst:

- het proces van formulering van doelstellingen, beschikbaar stellen van budget, uitwerken van een planning, uitvoering, controle en bijsturing van maatregelen ter verbetering van de verkeersveiligheid (het beleid);
- gebaseerd op een analyse van kenmerken van het verkeer, gevat in indicatoren die samenhangen met de gevaarstelling en met verwachtingswaarden over het toekomstige aantallen slachtoffers in het verkeer (risico);
- op een zodanige wijze dat de indicatoren die gemeten en gemonitord worden, ook worden benut om de bijdrage van actoren aan reductie van gevaar in het verkeer vanuit hun kernactiviteiten te bepalen, gezamenlijk af te stemmen en zo nodig bij te stellen (sturen).



2. <https://www.eurorap.org/partner-countries/netherlands/star-rating-archive/> Geraadpleegd op 9 november 2018.

## 2.5 Relatie met andere beleidsvormen

Risicogestuurd beleid heeft dus een proactieve componenten een verdere invulling met kenmerken waar de beleidssturing aan moet voldoen. Het voorbeeld in *Kader 3* maakt dat duidelijk. De twee andere kaderteksten geven een voorbeeld van twee andere beleidsvormen binnen het verkeersveiligheidsdomein:

- een traditionele reactieve aanpak van gevaarlijke locaties (zie *Kader 1*; ook wel bekend als de aanpak verkeersongevallenconcentraties (AVOC) of black-spotbeleid [35]);
- generiek preventief beleid (zie *Kader 2*), vooral bekend als Duurzaam Veilig-beleid, zoals dat bijvoorbeeld is uitgewerkt ten tijde van het Startprogramma [36].

Combinaties van deze beleidstypen komen ook voor (dus Duurzaam Veilig-beleid gecombineerd met gedetailleerde ongevallenanalyses voor extra prioritering).

Risicogestuurd beleid past als aanvulling op het generiek preventieve beleid in de verdere professionalisering van het verkeersveiligheidsbeleid. Het biedt namelijk nog concretere en ook op regionaal en lokaal niveau bruikbare handvatten om de beleidscyclus op een gestructureerde wijze vorm te geven. Risicogestuurd beleid is dan ook een van methoden die inherent onderdeel is van de organisatieprincipes van de meest recente versie van Duurzaam Veilig: DV3 [37].

### **Kader 1: traditionele aanpak van ongevallenconcentraties**

**Vraagstelling:** Een beleidsmaker wil weten waar op zijn netwerk de belangrijkste verkeersveiligheidsproblemen zich voordoen, wat de aard van deze problemen is en welke maatregelen getroffen kunnen worden om in de toekomst soortgelijke problemen te voorkomen.

**Aanpak:** De beleidsmaker plot de gegevens van ongevallen van de afgelopen 3-5 jaar op een kaart en bekijkt waar zich concentraties van 10 of meer ongevallen bevinden. Op die plaatsen (zogenoemde ongevallenconcentraties, 'black spots' of 'zwarte punten') gaat de beleidsmaker nader bekijken wat de overeenkomstige kenmerken zijn van de ongevallen die daar hebben plaatsgevonden. Oorzaken die vaker een rol hebben gespeeld in het ontstaan van het ongeval, vormen vervolgens de basis voor maatregelen op die locaties. Zo worden deze oorzaken van ongevallen in de toekomst op die locaties minder waarschijnlijk.

**Kenmerken:** reactief beleid, specifieke kenmerken van ongevallen binnen een bepaald tijdvak op een bepaalde locatie, lokale aansturing.

## Kader 2: generiek preventief beleid

**Vraagstelling:** Een beleidsmaker wil weten waar op zijn netwerk of binnen welke doelgroepen de belangrijkste of meeste verkeersveiligheidsproblemen zich voordoen, wat de aard van deze problemen is en welke maatregelen getroffen kunnen worden om in de toekomst problemen te voorkomen.

**Aanpak:** Landelijk onderzoek van ongevallencijfers geeft generieke informatie over veelvoorkomende ongevalslocaties en doelgroepen die oververtegenwoordigd zijn in de cijfers. Ook kunnen achterliggende oorzaken duidelijk worden door de kenmerken van deze locaties en doelgroepen te bestuderen. Deze kenmerken (voor infrastructuur bijvoorbeeld te scoren via de instrumenten in ProMeV of de RPS-score van EuroRAP) zijn vervolgens de basis voor generiek beleid waarin idealiter de inherente onveilige kenmerken van de locaties en doelgroepen worden verminderd of opgeheven. Maatregelen worden ook getroffen op locaties en bij individuen die niet of nauwelijks eerder bij ongevallen betrokken zijn geweest.

**Kenmerken:** proactief beleid, generieke kenmerken van ongevallen binnen een ruim tijdvak op generieke locaties en bij groepen verkeersdeelnemers, landelijke of regionale aansturing.

## Kader 3: risicogestuurd beleid

**Vraagstelling:** Een beleidsmaker wil weten waar op zijn netwerk of binnen welke doelgroepen de belangrijkste of meeste verkeersveiligheidsproblemen zich voordoen, wat de aard van deze problemen is en welke maatregelen getroffen kunnen worden om in de toekomst problemen te voorkomen.

**Aanpak:** Wetenschappelijk onderzoek geeft generieke informatie over veelvoorkomende ongevalsoorzaken en daarvan afgeleide risicofactoren, eventueel naar locatietypen en doelgroepen die oververtegenwoordigd zijn in de ongevallencijfers. De ontwikkeling in deze risicofactoren wordt gemonitord en er wordt bepaald welke actoren invloed kunnen uitoefenen op de risicofactor. Met deze actoren worden verdere afspraken gemaakt over beleid waarmee het betreffende risico verlaagd kan worden. Maatregelen worden vooral getroffen op locaties en bij groepen die hoge risicowaarden laten zien die te beïnvloeden zijn door beleidsmaatregelen, ongeacht of op deze locaties of bij deze individuen eerder ongevallen hebben plaatsgevonden.

**Kenmerken:** proactief beleid, generieke kenmerken van ongevallen binnen een ruim tijdvak op generieke locaties en doelgroepen, concreet gemaakt met specifieke en betekenisvolle en beleidsmatig te beïnvloeden risico-indicatoren, landelijke, regionale en lokale aansturing.

## 3 Risico-indicatoren

In het vorige hoofdstuk zagen we dat het begrip 'risico' lastig is te vatten. Om meer houvast te kunnen bieden, worden er in het verkeersveiligheidsdomein daarom diverse indicatoren voor gehanteerd. Daarbij is het gebruikelijk om 'risico' uit te drukken als een verwachtingswaarde, wat eenvoudig gesteld neerkomt op:

*ongevallen met bepaalde gevolgen/blootstelling = risico voor die bepaalde gevolgen,*

waarbij de ongevallen en blootstelling op dezelfde groep betrokkenen of situatie betrekking moeten hebben.

Laten we als voorbeeld kijken naar oudere fietsers op 50km/uur-wegen. Om te bepalen wat bijvoorbeeld hun letselrisico is op deze wegen, kunnen we hiervan een schatting krijgen door het aantal letselongevallen met oudere fietsers op 50km/uur-wegen in een bepaalde periode te nemen, en dat te delen op blootstellingsinformatie over deze groep op die wegen. Voor die blootstellingsinformatie kunnen we bijvoorbeeld kijken naar het aantal kilometers dat oudere fietsers op 50km/uur-wegen rijden in dezelfde periode als waarin de ongevallen zijn verzameld. Dit levert ons als indicatie van het risico een cijfer op dat we kunnen benutten om andere risico's mee af te wegen. Het zegt echter nog niets over het inhoudelijke gevaar waardoor de verwachtingswaarde wordt veroorzaakt. Daarover gaan de 'prestatie-indicatoren' die in de literatuur bekend staan als Safety Performance Indicators (SPI's) en daar gaan we in de volgende paragraaf verder op in.

### 3.1 Prestatie-indicatoren voor verkeersveiligheid (Safety Performance Indicators)

In het vorige hoofdstuk noemden we drie manieren waarom we naar het begrip 'risico' kunnen kijken: als een kans op een negatieve gebeurtenis, als een verwachte waarde en als de mate van gevaar of gevaarzettende omstandigheid. Voor deze derde interpretatie – risico als gevaarzettende omstandigheid – zijn sinds de jaren negentig specifieke indicatoren gedefinieerd en ontwikkeld die in de literatuur ook wel worden aangeduid als (Road) Safety Performance Indicators (kortweg RSPi's of SPI's; zie bijvoorbeeld [38] [39]). In *Kader 4* staat een korte toelichting op het ontstaan van dit begrip.

#### Kader 4: historie van de Safety Performance Indicators

Het begrip '(Road) Safety Performance Indicators' zien we voor het eerst in de verkeersveiligheidsliteratuur verschijnen in de jaren negentig: in een discussie over hoe verkeersveiligheidsbeleid te verbeteren constateren Rumar en Stenborg [41] in 1994 dat het Zweedse managementsysteem voor verkeersveiligheidsbeleid te traag en te inaccuraat is. Zij pleitten ervoor om snellere en efficiëntere 'prestatie-indicatoren' te definiëren. Rumar [28] benadrukt dat ongevallen weliswaar traditioneel worden gebruikt om de verkeersveiligheid, resterende problemen en effectiviteit van maatregelen aan af te meten, maar dat deze gegevens niet goed het daadwerkelijke probleem weerspiegelen en bovendien relatief zeldzaam zijn.

Zo worden 'Safety Performance Indicators' (kortweg SPI's) binnen de verkeersveiligheid een begrip dat met indicatoren de gevaarstelling in het verkeer uitdrukt, zonder daarmee ongevallen of slachtoffers te bedoelen. Dit wijkt wat af van het gebruik van SPI's in andere veiligheidsdomeinen (zie bijvoorbeeld [42] [43]) waar ze ook betrekking kunnen hebben op ongevallen en slachtoffers of zelfs beleidsactiviteiten, mits het maar om beleidsindicatoren gaat waarvoor doelstellingen zijn gedefinieerd en waarvoor dus een prestatie maat nodig is.

SPI's zijn interessant voor risicogestuurd beleid omdat ze als *proactieve* indicator kunnen worden ingezet: er hoeven niet eerst ongevallen te gebeuren om te weten of een situatie relatief onveilig is, mits we de kennis benutten die daarover eerder is opgedaan. Door de relevante SPI's in kaart te brengen, kunnen we op ieder moment een beeld krijgen van de onveiligheid waar verkeersdeelnemers aan blootgesteld worden, zoals obstakels dicht langs de weg, een slecht onderhouden wegdek of een groot aandeel overtredingen van de veilige snelheid. Of deze blootstelling daadwerkelijk tot ongevallen leidt, is een samenspel van verschillende factoren.

SPI's worden ook wel aangeduid als 'leading' (voorspellende) indicatoren voor verkeersonveiligheid, waarbij ongevallen en slachtoffers als 'lagging' (volgende) indicatoren worden beschouwd [naar 40].

SPI's zoals beschreven in *Kader 4*, zijn eigenlijk proactieve veiligheidsindicatoren zonder dat deze gekoppeld zijn aan prestatie maten, -doelen of -afspraken. De oorsprong van het begrip SPI (soms ook wel KPI genoemd: 'Key Performance Indicator') is echter wel degelijk beleidsgerelateerd, met als doel grip te krijgen op efficiëntie en effectiviteit van (bedrijfs)processen waarop de organisatie wil sturen [zie bijvoorbeeld 44]. In die zin gebruikt zijn SPI's niet alleen veiligheidsindicatoren, maar ook *beleidsprestatie-indicatoren*. Het lijkt erop dat we in Nederland nu de eerste stappen gaan nemen om SPI's zoals we die in de verkeersveiligheidsliteratuur kennen, daadwerkelijk als beleidsprestatie-indicatoren te gaan gebruiken zoals ze in de bredere veiligheidsliteratuur bedoeld zijn [1].

## 3.2 Definitie van SPI's

Binnen de verkeersveiligheidsliteratuur zijn verschillende definities te vinden van (Road) Safety Performance Indicators (RSPI's of SPI's). Daarbij zien we de volgende kernelementen terug [zie ook 17]:

- SPI's duiden op factoren die een sterke oorzakelijke relatie hebben met het ontstaan of de ernst van ongevallen; hoe sterker dit verband, hoe belangrijker de indicator [38].
- SPI's hebben betrekking op het einde van de beleidsketen ('outcome') en zijn het resultaat van maatregelen ('output') [38] [39] [45] [46] [47].

- SPI's zijn een maat voor de tussenuitkomsten van verkeersveiligheidsbeleid; ongevallen en slachtoffers zijn een maat voor de einduitkomsten van dit beleid.
- SPI's worden ook wel omschreven als risico-indicatoren [38] of operationele condities van het verkeerssysteem [39].
- SPI's zijn gevoelig voor beleidsinterventies [38].

Op basis van deze overeenkomsten en gehanteerde definities in de literatuur definiëren we SPI's als volgt [zie ook 17]:

**Safety Performance Indicators (SPI's) zijn:**

- indicatoren voor risicofactoren of operationele condities van het verkeerssysteem,
- die kunnen worden gebruikt om de resultaten van verkeersveiligheidsbeleid te meten en
- processen die tot ongevallen en letsel leiden te begrijpen.
- SPI's zijn daarmee een specifiek soort risico-indicatoren of operationele condities van het verkeerssysteem.

### 3.3 Een paar voorbeelden

Om deze abstracte definitie wat meer tot de verbeelding te laten spreken, geven we hier een paar voorbeelden.

*Voorbeeld 1 (resultaten van verkeersveiligheidsbeleid meetbaar maken):* Een beleidsmaker ziet zich geconfronteerd met een groot aantal ongevallen op zijn wegennet. Uit analyse van deze ongevallen blijken verschillende oorzaken aan de ongevallen ten grondslag te hebben gelegen. De beleidsmaker kiest daaruit het gevaarlijke snelheidsgedrag (SPI snelheid) dat hem opvalt. Hij bedenkt samen met zijn veiligheidspartners mogelijk effectieve maatregelen om dat rijgedrag te temperen, zoals verbetering van de geloofwaardigheid van de infrastructuur, handhaving en verduidelijking van de geldende snelheidslimiet. De effectiviteit van deze maatregelen meet hij in eerste instantie af aan het snelheidsgedrag dat hij op zijn wegennet meet. Om daarin een verandering te constateren, voert hij eerst een nulmeting uit, vervolgens treft hij de maatregelen en voert daarna een na- meting uit, gevolgd door nog een nameting na iets langere tijd. Door de metingen te vergelijken, kan de beleidsmaker nagaan of het gewenste effect is opgetreden en of zijn beleid op basis van deze inzichten verdere bijsturing behoeft.

*Voorbeeld 2 (begrijpen van ongevalsprocessen):* Een groep wetenschappers wil graag onderzoeken waarom er ongevallen ontstaan op 60km/uur-wegen. Ze bedenken eerst zelf een aantal mogelijke oorzaken. Vervolgens duiken ze in de literatuur om te zien welke aanknopingspunten ze kunnen vinden. Ze komen op basis hiervan tot de conclusie dat een aantal inrichtings- en omgevingskenmerken (infra-SPI's) van de weg in combinatie met de kenmerken en gedrag van de weggebruikers (gedrags-SPI's) debet zouden kunnen zijn aan het ontstaan van ongevallen op deze wegen. De wetenschappers melden dit aan de wegbeheerders die op basis hiervan beleid kunnen gaan formuleren of bijstellen. De wetenschappers willen ook nog weten in hoeverre de bevindingen uit de literatuur daadwerkelijk zijn terug te zien in de praktijk. Ze valideren hun bevindingen door te bekijken in hoeverre de gevonden kenmerken van de inrichting en het gedrag daadwerkelijk zijn terug te vinden als oorzaak van ongevallen op 60km/uur-wegen. Hierbij moeten ze wel voor allerlei verschillende condities corrigeren om zeker te weten dat wat ze vinden in verband kan worden gebracht met de elementen die ze onderzoeken.



### 3.4 Eisen voor SPI's

In aanvulling op de eerder geformuleerde definitie zijn er nog een aantal eisen aan SPI's te stellen. De volgende eisen komen uit een al behoorlijk oud maar nog steeds relevant artikel [44] dat nog regelmatig in de veiligheidskunde worden geciteerd en besproken:

1. SPI's moeten *kwantificeerbaar* zijn om gemeten of geteld te kunnen worden. Onderliggend hieraan is het zeer belangrijk om een goede definitie van de SPI's geformuleerd te hebben, zodat duidelijk is wat wel en wat niet gemeten of geteld dient te worden. SPI's kunnen daarbij het beste worden uitgedrukt als een aandeel van de afgelegde afstand onder een specifieke conditie (zie ook: [27] [46]), omdat hiermee een beter zicht kan worden verkregen op de weging die in de monitoring van SPI's kan worden toegepast en tevens recht doet aan de hoeveelheid blootstelling aan bepaalde gevaarzettende situaties. Idealiter betreft dit een goede representatie van weg-, voertuig- en weggebruikerscondities en het aandeel daarvan in het verkeersvolume of de afgelegde afstand (bijvoorbeeld: het aandeel weggebruikers met kenmerken a, b, en c en vervoermiddel v dat over wegen met kenmerken x, y en z rijdt).
2. SPI's moeten *valide en representatief* zijn en dus daadwerkelijk weergeven wat ze beogen weer te geven. Hieronder valt ook dat er een sterke relatie moet zijn tussen de SPI en de operationele condities die het ontstaan van ongevallen en letsel beïnvloeden [zie ook 27]. Ook moet duidelijk zijn welk deel van de ongevallen en slachtoffers ze beïnvloeden.
3. SPI's moeten *betrouwbaar* te meten zijn en onder dezelfde condities dezelfde waarden weergeven.
4. SPI's moeten *sensitief* zijn voor veranderingen in de omgeving en reageren op maatregelen. In combinatie met punt 1 is het nuttig om SPI's zo te definiëren dat ze allemaal dezelfde kant op wijzen (bijvoorbeeld: hogere waarden betekenen altijd meer onveiligheid of juist hogere waarden duiden op een betere prestatie). Omdat we er hier voor pleiten om SPI's voortaan uit te drukken in het aandeel verkeer dat in een bepaalde veilige conditie (waarvoor liefst doelstellingen zijn gedefinieerd) aan het verkeer deelneemt, ligt het het meest voor de hand om uit te gaan van een definitie van SPI's waarbij een hoge waarde verband houdt met een hoger niveau van veiligheid [1] [24] [27] [37].
5. De *kosten* om SPI's te verzamelen moeten in verhouding staan tot de *bijdrage* die inzicht in deze SPI's aan het beleidsproces kunnen leveren.
6. SPI's dienen *begrijpelijk* te zijn voor diegenen die ze gebruiken. Dit kan ertoe leiden dat bijvoorbeeld verkeersveiligheidswetenschappers complexere definities van SPI's gebruiken dan beleidsmakers of managers.

In aanvulling hierop kunnen ook nog een aantal aanvullende eisen worden gedefinieerd die verband houden met het gebruik van SPI's in risicogestuurd beleid zoals eerder gedefinieerd:

- a. SPI's zijn een hulpmiddel om *langetermijn- en tussendoelen* te definiëren, bijvoorbeeld om inzichtelijk te maken hoe een ambitie kan worden uitgewerkt om tot nul ernstige verkeersslachtoffers te komen. Idealiter dekt de set van gekozen SPI's de verkeersveiligheid van alle weggebruikers (zie bijvoorbeeld [25] [27]).
- b. In het verlengde van sensitiviteit worden *maatregelen en verantwoordelijken* gedefinieerd die ervoor kunnen zorgen dat risicofactoren in het verkeer afnemen of dat hun invloed op het verkeer vermindert [24] [27] [37].
- c. SPI's dienen periodiek en onafhankelijk *gemonitord* te worden, in aanvulling op de ontwikkeling in doden en ernstig verkeersgewonden en de voortgang dient met de verantwoordelijke partijen besproken te worden om te bepalen welke bijstellingsacties wenselijk zijn [24] [27] [37].

Deze aspecten nemen we in ogenschouw in het volgende hoofdstuk, waar we verder ingaan op de belangrijkste prestatie-indicatoren voor verkeersveiligheid.

## 4 Belangrijke indicatoren

In de vorige hoofdstukken gingen we in op de rol van prestatie-indicatoren voor ‘risicogestuurd’ verkeersveiligheidsbeleid. In dit hoofdstuk ontleden we de belangrijkste indicatoren die kunnen worden gebruikt als SPI.

### Vijf domeinen

In de verkeersveiligheidsliteratuur zijn verschillende lijstjes terug te vinden van factoren die als basis kunnen dienen voor SPI’s. Op hoofdlijnen zijn deze factoren gelegen in de volgende domeinen, in volgorde van belang voor een veilig verkeerssysteem [27] [37] [48]:

1. veilige wegen;
2. veilige snelheden;
3. veilige voertuigen;
4. veilige verkeersdeelnemers;
5. hoogwaardige traumazorg.

Hieronder gaan we nader in op indicatoren die binnen deze domeinen bruikbaar kunnen zijn als SPI. Voor elk van de vijf domeinen kijken we achtereenvolgens naar:

- › de maten om de indicator kwantificeerbaar te maken;
- › de validiteit van de indicator;
- › de kwantificeerbaarheid van de indicator;
- › de betrouwbaarheid en kosten van de beschikbare meetmethoden;
- › de begrijpelijkheid van de indicator voor verschillende gebruikers;
- › de sensitiviteit van de indicator voor externe factoren en de verantwoordelijke partijen daarbij.

Ook lopen we telkens de drie aanvullende organisatorische eisen langs:

- › de mate waarin (tussen)doelstellingen geformuleerd worden;
- › de mate waarin de SPI’s kunnen worden gekoppeld aan maatregelen en verantwoordelijkheden;
- › in hoeverre de SPI’s gemonitord (kunnen) worden.

De bespreking van de verschillende indicatoren is gebaseerd op literatuur uit binnen- en buitenland en een expert-oordeel van de auteur op basis hiervan. Om de bespreking samen te vatten, zijn de negen eisen voor SPI’s (zie *Hoofdstuk 3*) uitgedrukt in een eenvoudige en indicatieve kleurcodering die het volgende weergeeft:

Groen:	Geel:	Rood:
Er wordt aan het criterium voldaan (soms wel met nog wat kanttekeningen bij de volledigheid van de indicator)	Er wordt gedeeltelijk aan het criterium voldaan.	Er wordt niet aan het criterium voldaan.

Dit samenvattende overzicht met kleurcodering kan dienen als nulmeting voor de uitwerking van risicogestuurd beleid binnen het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*.

## 4.1 SPI 1: Veilige wegen

De veiligheidskwaliteit van de infrastructuur is een belangrijk voorwaardelijk kenmerk voor een veilig gebruik van het verkeerssysteem. Indicatoren (SPI's) voor veilige wegen hangen onderling samen en hangen ook samen met andere kenmerken van het verkeer, zoals snelheid en weggebruikers. Nederlands onderzoek binnen dit domein is vooral gericht op de veiligheidskwaliteit van de infrastructuur in het algemeen en op die van de infrastructuur voor fietsers in het bijzonder. Hieronder bespreken we beide invalshoeken afzonderlijk.

### 1a: Veilige wegen - algemeen

Er zijn verschillende instrumenten ontwikkeld om de veiligheidskwaliteit van infrastructuur te meten [3] [30] [31] [49].<sup>3</sup> De belangrijkste instrumenten (maten) die kunnen worden geoperationaliseerd als SPI, zijn:

- Road Protection Score (RPS) van EuroRAP: aandeel verkeer op wegen met ten minste drie sterren [27] [31] [49] (engszins vergelijkbaar: [25]).
- Proactief Meten van Verkeersveiligheid (ProMeV) [2] [3] [30], met verschillende subonderdelen:<sup>4</sup>
  - Kernenmethode (voor de beoordeling van de functionaliteit van het wegennetwerk): aandeel verkeer over ideale verbindingen tussen kernen.
  - Routetoets (om te beoordelen of de kortste route ook de veiligste is): aandeel verkeer dat over de veiligste route rijdt.
  - Duurzaam Veilig-gehaltemeter (DV-meter): aandeel verkeer over wegvakken die voor minimaal 90% aan alle DV-kenmerken voldoen.
  - Veilige snelheden, geloofwaardige snelheidslimieten (VSGS): aandeel verkeer over wegvakken met een veilige snelheid (= inrichtingskenmerken zijn veilig afgestemd op de snelheidslimiet); aandeel verkeer over wegvakken waar de veilige limiet ook geloofwaardig is.
  - ProMeV Light [51]: aandeel verkeer op 100m-wegvakken waarvan alle kenmerken 'voldoende' scoren.
- VeiligheidsINDicator<sup>5</sup> (VIND): aandeel verkeer op 'goed'-beoordeelde 100m-wegvakken.
- NetworkSafetyIndex<sup>6</sup> (NSI): aandeel verkeer over wegen die als 'relatief veilig' zijn beoordeeld.

Bovenstaande maten vatten we hieronder samen in de volgende indicator: *aandeel gemotoriseerd verkeer over wegen die als 'voldoende veilig' worden gekwalificeerd*. Wat precies 'voldoende veilig' is hangt dus af van welke methode er wordt gebruikt (bijvoorbeeld minimaal drie sterren, minimaal 90% DV-kenmerken aanwezig et cetera).

#### SPI 1a: SPI voor veilige wegen - algemeen

Aandeel gemotoriseerd verkeer over wegen die als 'voldoende veilig' worden gekwalificeerd								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring



3. Zie voor een overzicht van ontwikkelingen binnen Nederland ook [50].

4. Onderstaande indicatoren zijn nog niet eerder voorgesteld maar volgen dezelfde uitgangspunten als die van andere SPI's die al wat verder uitgewerkt zijn.

5. Voor rijkswegen ontwikkelde indicator [52].

6. Ontwikkeld voor 50km/uur-wegen in de gemeente Amsterdam: [7] [29].

## Validiteit

Uit allerlei onderzoeksliteratuur blijkt dat er samenhang is tussen individuele of gecombineerde weg- en omgevingskenmerken en verkeersveiligheid. Als we kijken naar de hierboven genoemde meetinstrumenten, dan is er met name voor RPS en ProMeV Light eerste evidentie gevonden dat er een relatie is tussen de scores uit deze instrumenten en ongevallen die verband houden met onvolkomenheden in het wegontwerp (bijvoorbeeld enkelvoudige ongevallen, frontale ongevallen en flankongevallen) [zie voor een overzicht 35] [51]. Voor andere methoden is dit op onderdelen gevonden maar is nader onderzoek nodig [8] [52].

## Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

De verschillende methoden die zijn ontwikkeld om de veiligheidskwaliteit van wegen te kwantificeren, leggen de actuele situatie langs een veiligheidsnorm. Hierdoor is de actuele situatie uit te drukken in een gekwantificeerde maat. De veiligheidsnorm is een samenstelling van wegkenmerken en gebruikscondities die veilig samengaan [37] (zie voor kennis over onderbouwing van de verschillende methoden *Kader 5*). Metingen vinden plaats door per 25 meter, 100 meter of met dynamische segmentatie wegvakken te meten en te scoren tot data volgens een vast protocol. Zowel handmatige als geautomatiseerde metingen kunnen tot betrouwbare resultaten leiden, mits dezelfde protocollen worden gevolgd [4]. Kosten kunnen gereduceerd worden door te werken met een goede steekproef van wegen (zowel landelijk maar ook binnen bijvoorbeeld gemeenten) en afstanden (niet iedere meter inventariseren maar bijvoorbeeld om de 100 meter) en tijdsintervallen (niet ieder jaar maar bijvoorbeeld eens in de vijf jaar) [4] [6]. Daar staat tegenover dat een hoge kwaliteit van infrastructuur een heel belangrijke factor is voor een goede verkeersveiligheid.

### Kader 5: relatie tussen verschillende kenmerken en verkeersveiligheid

#### *Netwerkscore*

Menging van snelverkeer met langzaam verkeer bij hoge snelheden zorgt voor verhoging van de kans op ernstig letsel [bijvoorbeeld 53]. De netwerkscore deelt wegen in op basis van de grootte van kernen die zij verbinden [54] [55].

#### *Routescore*

In modelstudies zijn relaties aangetoond tussen veiligheidscriteria voor routes en verkeersveiligheidsconflicten [56] [57].

#### *Elementen binnen de diverse wegvakscoringmethoden*

De scores zijn gebaseerd op onderdelen waarvan afzonderlijk een relatie met verkeersveiligheid is vastgesteld, zoals:

- Aanleg van parallelwegen: 25% reductie in ernstig letsel [58].
- Voldoende grote obstakelvrije ruimte (afhankelijk van snelheid): speelt een rol in 42% van de letselongevallen in Nederland buiten de bebouwde kom [59].
- (Semi)verharde bermen: circa 30% reductie in letselslachtoffers [60].
- Scheiding van rijrichtingen: 15% reductie in letselslachtoffers door middenberm, 29% reductie door een cable-barrier en 30 tot 43% reductie door een geleiderail [58].
- Ronde: circa 70% reductie in letselslachtoffers [58] [61].
- Verhoogd kruisingsvlak: 30% reductie in letselslachtoffers buiten de bebouwde kom, 20% reductie binnen de kom [62] [63].

### **Begrijpelijkheid**

Voor beleidsmakers blijkt het niet altijd even duidelijk wat het verschil is tussen ‘infrastructuur’ als risicofactor en als domein van maatregelen, omdat actie (maatregelen) en gevaarstelling (risico op basis van afstemming tussen wegkenmerken, functie en gebruik) in hetzelfde domein liggen. Ook lastig is dat het gaat om een samenhangend geheel van kenmerken waarvan de veiligheidskwaliteit afhangt van de gebruiksvoorwaarden (zoals snelheid en verkeersdeelnemers) [17]. Bij onderzoekers speelt vooral de vraag wat de weging van kenmerken onderling is in verschillende condities, hoe toepasbaar buitenlandse kennis is voor de situatie in Nederland, hoe valide bepaalde methoden zijn in de samenhang met ongevallen en of methoden in kwaliteit verbeteren als er meer, verfijndere of juist minder kenmerken in worden meegenomen [17].

### **Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken**

De kwaliteit van de infrastructuur wordt direct beïnvloed door maatregelen op het gebied van infrastructuur. Verantwoordelijken zijn overheden die als wegbeheerder actief zijn. Zij kunnen invloed uitoefenen op infrastructurele maatregelen, netwerkopbouw, onderhoud en vervanging.

### **Doelstellingen en monitoring**

Op dit moment heeft alleen Rijkswaterstaat doelstellingen geformuleerd voor de kwaliteit van zijn wegennet, dat dan ook regelmatig wordt gemonitord [31]. Een enkele wegbeheerder – zoals de gemeente Amsterdam – is bezig een gestructureerd monitoringssysteem op te zetten [29]. Voor alle provinciale wegen is monitoring tot nu toe vooral incidenteel verricht door de ANWB [49], in opdracht van provincies zelf [51], en van enkele provincies is bekend volgens welke systematiek zij (tijdelijk) hun wegennet hebben gemonitord en beoordeeld.<sup>7</sup>



7. Zie een al wat oudere en inmiddels gestaakte serie metingen van o.a. het Gelderse wegennet [64], enkele voormalige metingen in Zuid-Holland [65] en zie de provincie Noord-Holland [66].

## 1b: Veilige infrastructuur voor fietsers

Sinds bekend is dat er met name onder fietsers veel ernstig verkeersgewonden vallen en dat de kwaliteit van de infrastructuur daarbij een belangrijke rol speelt, is er – voornamelijk in Nederland – ook geïnvesteerd in de opzet van monitoring [4] [5] en ontwikkeling van een beoordelingsinstrument voor de kwaliteit van de fietsinfrastructuur. CycleRAP [6] [7] [67] is momenteel een van de bekendste ontwikkelingen, maar zeker niet de enige [zie voor een overzicht ook 50]. De hiervan afgeleide risico-indicator kan conform de eerdere indicatoren geformuleerd worden als: *het aandeel fietsers op de fietsinfrastructuur die als ‘voldoende veilig’ is gekwalificeerd.*

### SPI 1b: SPI voor een veilige fietsinfrastructuur

Aandeel fietsers op wegen die als ‘voldoende veilig’ worden gekwalificeerd								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

#### Validiteit

Het beoordelingsinstrument CycleRAP is opgebouwd uit kenmerken waarvan uit onderzoek bekend is dat deze samenhangen met fietsongevallen [5] [67] (zie ook *Kader 6*). Uit eerste validatie-onderzoek in de gemeente Amsterdam is gebleken dat met name de hoogte- en lengteprofiel score en de obstakel score uit het instrument een relatie vertonen met ongevallen, gecorrigeerd voor verkeersintensiteit [7].

#### Kader 6: relatie tussen verschillende infrastructurele kenmerken en verkeersveiligheid voor fietsers

- Infrastructurele kenmerken in relatie tot enkelvoudige fietsongevallen zoals: randen en paaltjes en dergelijke: 12%; obstakels langs de weg: 21%; glad wegdek: 18%; hobbels, losse objecten en dergelijke: 7% [68].
- Kruispuntongevallen met fietsers: bij een eenrichtingsfietspad treden 50% minder ongevallen op dan bij een tweerichtingenfietspad; op een drietakskruispunt treden 35% minder ongevallen op dan op een viertakskruispunt [69].

#### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

De ontwikkeling en monitoring van CycleRAP laat zien dat de kwaliteit van fietsinfrastructuur te kwantificeren en betrouwbaar te meten is. Daarbij moeten zo veel als mogelijk geobjectiverde maten worden gebruikt en subjectieve maten met een strak scoringsprotocol worden beoordeeld. Metingen vinden plaats door per 25 meter of grovere eenheden te meten en te scoren tot data volgens een vast protocol. Zowel handmatige als geautomatiseerde metingen kunnen tot betrouwbare resultaten leiden, mits dezelfde protocollen worden gevolgd in verschillende metingen [4]. Kosten kunnen gereduceerd worden door te werken met een goede steekproef van wegen, afstanden en tijdsintervallen (eens in de vijf jaar bijvoorbeeld) [4] [6]. Daar staat tegenover dat een hoge kwaliteit van fietsinfrastructuur een heel belangrijke factor is voor een goede verkeersveiligheid.

#### Begrijpelijkheid

Zie 1a: infrastructuur algemeen.

#### Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken

Zie 1a: infrastructuur algemeen.

### Doelstellingen en monitoring

Er zijn momenteel (nog) geen zogenoemde SMART<sup>8</sup>-doelstellingen voor het aandeel fietsers op wegen die als 'voldoende veilig' worden gekwalificeerd. Een enkele wegbeheerder – zoals de gemeente Amsterdam – is bezig een monitoringssysteem op te zetten [29]. Verder worden er incidenteel metingen verricht door bijvoorbeeld provincies [70] [71] en door de Fietsersbond volgens hun eigen systeem<sup>9</sup>.



8. SMART staat voor: Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdgebonden.

9. <https://planner1.fietsersbond.nl/editor/spi.html>. Geraadpleegd op 21 november 2018.



## 4.2 SPI 2: Veilige snelheden

Snelheid is een inherente factor van verkeer: zonder snelheid is er immers geen verplaatsing. Het is niet alleen een factor die tot gedragingen van weggebruikers kan worden gerekend,<sup>10</sup> maar ook als een factor die nauw samenhangt met de veiligheidseisen die aan infrastructuur en voertuigen gesteld moet worden. Om deze redenen wordt ‘veilige snelheid’ – net als in een aantal recente internationale bronnen over dit onderwerp – apart behandeld [27] [48].

Snelheid kan in verschillende maten worden vastgelegd. Het hangt van het doel af welke maat het beste gebruikt kan worden<sup>11</sup> en kan het beste in combinatie worden beschouwd met de kenmerken van de infrastructuur [27].

De volgende indicatoren worden aanbevolen:

- *Het aandeel gemotoriseerd verkeer dat (per wegtype) niet harder rijdt dan de veilige snelheid.* Om de juiste maatregelen te kunnen nemen, is het daarbij ook van belang te weten of de limiet conform de veilige snelheid is. Als een deel van het verkeer harder rijdt dan de veilige snelheid, maar wel langzamer dan de limiet, dan moet de limiet (en inrichting) eerst worden aangepast voordat handhaving een optie is. Daarom is het aan te bevelen om als aanvullende of tussenstap hiernaast ook nog de volgende indicator te gebruiken:
- *Het aandeel gemotoriseerd verkeer dat niet harder rijdt dan de snelheidslimiet (per wegtype) [24] [27].*

Samengevat komen we daarmee tot de volgende indicator voor veilige snelheid:

### SPI 2: SPI voor veilige snelheid

Aandeel gemotoriseerd verkeer dat (per wegtype) niet harder rijdt dan de veilige snelheid en de snelheidslimiet								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

#### Validiteit

Naar schatting hangt circa 30% van alle dodelijke ongevallen samen met onaangepaste snelheid [72]. Hogere gemiddelde snelheid is daarnaast in verband gebracht met een hoger ongevallen- en letselrisico en hangt ook af van het wegtype [73]. Ook aanvullende maten zoals de spreiding in snelheid en de V85 of V90<sup>12</sup> zijn interessant [74]. Op basis van de kennis die is opgedaan uit botsproeven, zijn ‘veilige snelheden’ gedefinieerd die als normwaarden gelden voor een veilig verkeerssysteem [37] [48] [75]. Er is geen directe relatie tussen snelheidslimiet en verkeersveiligheid; wel kan van de limiet vastgesteld worden hoe veilig deze samenhangt met de inrichtingskenmerken van de weg (zie ook het VSGS-instrument bij 1a: infrastructuur algemeen).

#### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

Snelheid is op verschillende manieren kwantificeerbaar en meetbaar te maken en geeft zo – afhankelijk van de gekozen maat en meetmethode – een beeld van de snelheid op wegen [9] [10]. Beschikbare meetmethoden (zoals lusmetingen, ‘floating car data’, radartellers) meten op een verschillende manieren en worden soms ook gecombineerd met interventies (denk aan elektronische smileys en waarschuwingen). Voor de betrouwbaarheid van metingen over de tijd en tussen gebieden, is het echter juist belangrijk om op een uniforme manier te meten en niet te combineren met interventies of bijzondere situaties [10]. Er is inmiddels wel onderzoek gedaan



10. Vooral zo te vinden in diverse Nederlandse lijstjes, zie bijvoorbeeld [17].

11. Zie voor een lijst van bruikbare snelheidsmaten [10].

12. V85 en V90 staan voor de snelheid die niet overschreden wordt door respectievelijk 85% of 90% van het verkeer.

naar de manier waarop verschillende snelheidsmaten en meetmethoden grofweg met elkaar samenhangen [9] [10]. Metingen van snelheid kunnen kostbaar zijn, en de batenverhouding laag voor wegen waarover relatief weinig verkeer rijdt. Sommige methoden (zoals ‘floating car data’) bieden hiervoor wel gedeeltelijk een oplossing, maar niet voor de fijnste ‘haarvaten’ van het wegennet. Door een meetnet op te zetten op basis van een goed opgezette steekproef (wegtypen, locaties, tijdstippen en perioden) en goede ijking van het instrumentarium, kan hiervoor mogelijk een oplossing worden gevonden [10] [zie ook 76]. Hiervoor is wel een goede coördinatie nodig. Daarnaast is het belangrijk om ook de kwaliteit van de infrastructuur te inventariseren, om zo de veilige snelheid op een weg te kunnen vaststellen.

### **Begrijpelijkheid**

Beleidsmakers geven het signaal af dat de bijzondere rol van snelheid in de verkeersveiligheid nog wel eens verwarrend is voor besluitvormers, omdat het maatregelen- en verantwoordelijkheids-palet op meerdere fronten ligt: snelheid is niet alleen gedrag dat met handhaving door de politie is te beïnvloeden, maar ook door het wegontwerp; veilige snelheden hangen sowieso samen met de ontwerpkenmerken van wegen en vice versa. Het is niet zinvol om dit los van elkaar te zien omdat hogere snelheden en snelheidsverschillen hogere veiligheidseisen stellen aan de inrichting van de omgeving. Rijkswaterstaat heeft als oplossing voor dit probleem om gedragsindicatoren uit te splitsen in gebruik (gedrag waar een wegbeheerder invloed op uit kan oefenen) en gedrag (gedrag waar andere partijen invloed op kunnen uitoefenen, zoals rijden onder invloed) [17]. Onderzoekers zijn onder meer geïnteresseerd in de validatie van instrumenten waarin snelheid en wegkenmerken op hun veiligheidskwaliteit beoordeeld worden. Dit is complexe materie die ook te kampen heeft met onvolledige registraties van ongevallen en de samenhang met verkeersintensiteiten, die lang niet altijd goed bekend zijn [7].

### **Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken**

Snelheid is gevoelig voor allerlei interventies die ingrijpen op:

- de (on)mogelijkheid om een bepaalde snelheid te kiezen (bijvoorbeeld door het vermogen van en begrenzers in het voertuig);
- kenmerken van de omgeving die het snelheidsgedrag beïnvloeden (elementen in het wegontwerp en de omgeving die bijdragen aan geloofwaardige snelheidslimieten) en
- motivatie en intenties van de bestuurder van het voertuig.

De verantwoordelijkheid voor de beïnvloeding van snelheidsgedrag kan dus in verschillende hoeken worden gezocht, maar is nog niet als zodanig belegd. Relevant zijn: wet- en regelgeving en voertuigindustrie, wegbeheerders (zowel planologie, wegontwerp als beheer en onderhoud), handhavers, voorlichters (vooral voor vergroten draagvlak) en bijvoorbeeld ook partijen zoals verzekeraars (motivatie) [77]. Om tot effectieve maatregelen en verantwoordelijkheden te komen, is het belangrijk om een goed zicht te hebben op de oorzaken van het snelheidsgedrag. Zo is de inrichting van de infrastructuur (inclusief de hierbij geldende snelheidslimiet) een van de belangrijke indicatoren. Nog een andere complicerende factor is dat een veilige snelheid niet alleen aan de hand van de infrastructurele inrichting en weggebruikers kan worden ingeschat, maar ook deels afhankelijk is van situationele condities zoals het weer. Het is aan te bevelen om eerst relatief eenvoudig te beginnen en op termijn te bekijken in hoeverre deze meer complexe factoren meegenomen kunnen worden in de bepaling van wat een ‘veilige snelheid’ is.

### **Doelstellingen en monitoring**

Er zijn momenteel geen SMART-doelstellingen voor veilige snelheden gedefinieerd. Wel hebben met name rijks- en provinciale wegbeheerders meetlussen en eventueel andere methoden om snelheden op hun wegennet te meten [10]; bij lokale overheden zijn er vrijwel geen gestructureerde en volgens vergelijkbare methoden uitgevoerde metingen van snelheid voorhanden (zie bijvoorbeeld [12] [18] [20]). Het is niet duidelijk in hoeverre deze metingen daadwerkelijk voor monitoring van veiligheidskwaliteit worden gebruikt.

## 4.3 SPI 3: Veilige voertuigen

Zeker daar waar snelheden hoog zijn, zijn veilige voertuigen die voldoende bescherming bieden aan de inzittenden van groot belang. Om de veiligheidskwaliteit van voertuigen te beoordelen, is het instrument Euro NCAP<sup>13</sup> ontwikkeld. Euro NCAP drukt de veiligheidskwaliteit van voertuigen uit in een sterscore. In de literatuur over veiligheidsindicatoren voor voertuigveiligheid wordt *het aandeel nieuwe voertuigen met de hoogste Euro NCAP-scores* vaak beschouwd als een goede indicator [24] [27]. Daarnaast kunnen we ook kijken naar het aandeel voertuigen met specifieke veiligheidsvoorzieningen. Om een goed beeld te krijgen van wat deze indicatoren zeggen over het gehele voertuigenpark (overigens eigenlijk alleen het wagenpark; over (brom)fietsen zegt het niets), zou aanvullend ook in kaart moeten worden gebracht wat het aandeel nieuwe voertuigen in het wagenpark is of – nog beter – de veiligheidskwaliteit van het hele wagenpark.

### SPI 3: SPI voor veilige voertuigen

Aandeel nieuwe voertuigen met de hoogste Euro NCAP-score								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

#### Validiteit

In het Euro NCAP-programma worden vooral de passieve en ook steeds meer de actieve veiligheid van voertuigen gemeten, dat wil zeggen: de mate waarin het voertuig de inzittende (en in de nieuwste versie ook kwetsbare verkeersdeelnemers buiten het voertuig) beschermd bij een botsing of een botsing voorkomt (zie *Kader 7* voor de relatie tussen individuele voertuigsystemen en verkeersveiligheid). Hogere scores zijn in verband gebracht met een reductie in letselongevallen tot 30% [78] [79].

#### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

Op de website van Euro NCAP worden de sterscores van nieuwe modellen gepubliceerd en is ook te zien welke modellen nieuw verkocht zijn in Nederland.<sup>14,15</sup>

Door de sterscores van nieuw verkochte modellen en ook het aantal nieuw verkochte modellen op het totale wagenpark op een gestructureerde wijze na te gaan, kan een betrouwbare reeks worden verkregen. Wel moeten we bedacht zijn op methodewijzigingen bij Euro NCAP. Met een centraal opgesteld onderzoek dat gebruikmaakt van de data die al in Nederland verzameld worden, zijn de voorgestelde indicatoren waarschijnlijk relatief eenvoudig en met geringe kosten jaarlijks te inventariseren.



13. <https://www.euroncap.com/nl/veiligheid-voertuig/de-beoordelingen-nader-verklaard/>. Geraadpleegd op 21 november 2018.

14. Zie <https://www.bovag.nl/pers/cijfers/personenauto>. Geraadpleegd op 21 november 2018.

15. Zie internationale overzichten zoals [80] en [81] en bijvoorbeeld ook [50].

### Kader 7: relatie tussen voertuigsystemen en verkeersveiligheid

De belangrijkste systemen waarvan een veiligheidseffect bekend is zijn:

- Elektronische stabiliteitscontrole (ESC): 30%-62% reductie in dodelijke enkelvoudige ongevallen [82].
- Antiblokkeersysteem (ABS): 34%-43% reductie in dodelijke ongevallen met motoren [83], kleiner effect bij automobilisten vanwege onwetendheid hoe dit systeem te gebruiken[84] .
- Collision Avoidance Systems (CAS): naar schatting 45% reductie in dodelijke ongevallen [85]; autonoom remsysteem: 44% reductie van hoofdletsel bij voetgangers [86].
- Gordels gecombineerd met airbag: 54% reductie in dodelijk letsel bij bestuurders, 44% bij passagiers [87] [88].
- Botsvriendelijk autofront: 24%-47%reductie in doden en 5%-12% reductie in ernstig gewonden onder fietsers en voetgangers in aanrijding met een auto [89].
- Autonoom remsysteem (AEB): 23% reductie in dodelijke en 16% reductie in ernstig gewonde fietsers en voetgangers in een ongeval met een auto [89].
- Onderrijbeveiliging vrachtwagens en bussen: 25% (open systeem) en 35% (gesloten systeem) reductie in doden en ernstig gewonden in ongevallen met vrachtwagens en bussen [90].

### Begrijpelijkheid

Hierbij spelen deels dezelfde problemen als bij de indicatoren voor infrastructuur (ook hier liggen risicotoestand en maatregelen in hetzelfde domein en ook hier is de veiligheidskwaliteit van voertuigen een samenstelling van kenmerken). Een verschil met indicatoren op het gebied van infrastructuur is dat voertuigveiligheid doorgaans niet het terrein van decentrale beleidsmakers is maar meer op landelijk en Europees niveau speelt [17]. Onderzoekers geven aan dat er ook evidentie is dat voertuigcompatibiliteit (dat wil zeggen de mate waarin voertuigen overeenkomen in massa en bescherming, waardoor de een niet meer in het nadeel is dan de ander in geval van een botsing tussen beide voertuigen) voor de verkeersveiligheid ook een factor van betekenis is en tot een indicator zou kunnen worden omgewerkt [17].

### Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken

De veiligheidskwaliteit van voertuigen wordt direct beïnvloed door maatregelen die worden getroffen door de voertuigindustrie, al dan niet afgedwongen door Europese of landelijke regelgeving. Daarnaast wordt de voertuigkwaliteit deels bepaald door het overheidsbeleid om de aanschaf van bepaalde voertuigen te beïnvloeden (bijvoorbeeld om milieuredenen). Verantwoordelijken zijn overheden die voertuigregelgeving en fiscale regelingen kunnen beïnvloeden, en de voertuigindustrie die maatregelen kan ontwikkelen en kan doorvoeren; deze verantwoordelijkheden zijn echter nog niet heel duidelijk zo belegd of afgesproken.

### Doelstellingen en monitoring

Er zijn momenteel geen SMART-doelstellingen voor voertuigveiligheid in Nederland gedefinieerd. Vooral ontwikkelingen van kenmerken van nieuw verkochte voertuigen wordt gemonitord.<sup>16</sup> Deze zouden benut kunnen worden als monitor voor de geformuleerde SPI.



16. Zie <https://www.bovag.nl/pers/cijfers/personenauto>. Geraadpleegd op 21 november 2018.

## 4.4 SPI 4: Veilige verkeersdeelnemers

De belangrijkste condities van weggebruikers zelf om veilig aan het verkeer deel te nemen, zijn onder te verdelen in een aantal groepen:

- nuchtere bestuurders (waaronder niet onder invloed van alcohol, drugs, medicijnen of combinaties van alcohol en drugs aan het verkeer deelnemen);
- gebruik van beveiligingsmiddelen (zoals gordel, kinderzitjes of helm);
- zichtbaarheid (door bijvoorbeeld licht te voeren of via reflectie zichtbaar te zijn);
- aandacht bij het verkeer (niet afgeleid zijn, slaperig of vermoeid).

Hieronder bespreken we deze vier groepen afzonderlijk.

### 4a: Nuchtere bestuurders

Rijden onder invloed van alcohol en/of drugs (veelal afgekort als ROI) is een risicofactor die al lang bekend is als relevant voor de verkeersveiligheid. Vanuit het Rijk [91], en meer recentelijk ook vanuit een aantal provincies [13] [14] [21] wordt aandacht besteed aan monitoring van de ontwikkeling in met name rijden onder invloed van alcohol. De meest geschikte indicator voor deze risicofactor is *het aandeel bestuurders van een voertuig dat niet onder invloed is van alcohol of drugs*.<sup>17</sup>

#### SPI 4a: SPI voor nuchtere bestuurders

Aandeel bestuurders van een voertuig niet onder invloed van alcohol of drugs								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

#### Validiteit

Bij circa 20% van alle dodelijke verkeersslachtoffers is alcohol in het spel [92]. Daarnaast is bekend dat het ongevalrisico stijgt bij een hoger bloedalcoholgehalte [93] [94] en dat de kans op letsel toeneemt [95].

#### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

Het aandeel bestuurders dat onder invloed aan het verkeer deelneemt, kan worden gemeten met representatieve steekproeven langs de weg, waarbij bestuurders van motorvoertuigen worden staande gehouden en door middel van blaastests en eventueel speeksel- of bloedmonsters kan worden bepaald of ze onder invloed zijn van alcohol of niet. Eventueel kan hierbij nog verder onderscheid gemaakt worden in zwaarte van de invloed en kenmerken van de bestuurders en vervoerswijze.

Betrouwbare metingen van het aandeel bestuurders dat niet onder invloed rijdt, kunnen worden verkregen door op verschillende (liefst) willekeurige plaatsen langs de weg te meten, op verschillende dagen en tijdstippen en door de controlepunten regelmatig te verplaatsen om te voorkomen dat weggebruikers aan elkaar doorgeven waar een controle wordt gehouden. Deze metingen moeten worden uitgevoerd door de politie, eventueel ondersteund door onderzoekers. De kosten en inspanningen voor de metingen hoeven niet hoog te zijn, zeker niet als deze worden gecombineerd of kunnen meeliften op geplande controles van de politie. Om over de tijd en tussen regio's vergelijkbare metingen te kunnen verkrijgen, is het belangrijk dat een gestructureerde aanpak wordt gevolgd waarin a) altijd dezelfde indicatoren worden gemeten, b) dezelfde groep weggebruikers wordt betrokken in de metingen, c) vergelijkbare apparatuur wordt gebruikt, d) vergelijkbare procedures worden gebruikt en e) de metingen volgens een



17. Zie [25] en andere Zweedse publicaties, en verder [26] [27].

duidelijke rolverdeling worden uitgevoerd. Naar schatting zijn er per jaar 10 tot 12 metingen nodig en circa 4.000 gemeten bestuurders om een goed beeld te krijgen van het aandeel alcoholovertreders onder autobestuurders en daarbij ook nog uitsplitsingen te kunnen maken naar subregio's<sup>18</sup> (dat is mogelijk door op wegen met een redelijk continu verkeersaanbod te controleren tussen 21.00 en 04.00 uur). Daarbij is verdere aandacht nodig voor het toevoegen van gps-locaties aan de apparatuur, data-uitlezing, kalibratie en borging van een goede analyse [15].

### **Begrijpelijkheid**

Voor beleidsmakers is dit een bekende maat die al jarenlang gerapporteerd wordt in o.a. het rij- en drinkgewoonte-onderzoek. Onderzoekers geven aan de maat te eenvoudig te vinden; er is behoefte aan een meer gelaagde maat in verschillende ernstgraden en inzicht in interacties waardoor het eindrisico wordt beïnvloed [17].

### **Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken**

Het aandeel verkeersdeelnemers dat onder invloed van psychoactieve stoffen aan het verkeer deelneemt, blijkt gevoelig voor maatregelen zoals een alcoholslotprogramma en campagnes in combinatie met handhaving [96]. Belegging van verantwoordelijkheden voor dergelijke maatregelen ligt voor de hand bij wetgevers (justitie), handhavers (politie) en campagnevoerders (centrale en decentrale overheden, politie, justitie, verzekeraars), maar dit is nog niet als zodanig georganiseerd.

### **Doelstellingen en monitoring**

Er zijn momenteel (nog) geen SMART-doelstellingen voor het aandeel nuchtere bestuurders in het verkeer. Sinds het begin van de jaren zeventig wordt rijden onder invloed van alcohol (ROI) wel jaarlijks gemeten door (de voorgangers van) het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Vanaf 2010 vindt dit onderzoek echter nog maar eens in de twee jaar plaats. De metingen gebeuren standaard in weekendnachten (vrijdag- en zaterdagnacht). Het aantal autobestuurders dat per provincie in het ROI-onderzoek wordt gecontroleerd, is echter relatief klein, waardoor het detailniveau van de regionale resultaten te beperkt is om de gegevens voor provinciaal beleid te gebruiken. Sinds 2003 zijn er ook diverse regionale pilots uitgevoerd (Zeeland en Noord-Nederland) die wel op meer detailniveau gegevens wisten te verzamelen. Belangrijke aandachtspunten hierbij blijken: a) zorg voor een steekproef die voldoende groot is, en b) waarborg dat de juiste verdeling van de metingen over tijd en plaats wordt gemaakt voor een representatieve steekproef [14].



18. Zie [13] voor een verdere bespreking van deze onderdelen.

## 4b: Gebruik van beveiligingsmiddelen

Gebruik van beveiligingsmiddelen zoals een gordel (auto's en bestelauto's en zowel voor- als achterin), gebruik van kinderzitjes en gebruik van een helm (met name bij bromfietzers, inclusief de kwaliteit van de helmcracht) zijn risico-reducerende factoren die al decennia als relevant worden beschouwd in de verkeersveiligheid. Bruikbare indicatoren voor het gebruik van beveiligingsmiddelen<sup>19</sup> zijn:

- *het aandeel (bestel)automobilisten dat een gordel draagt (zowel voor- als achterin);*
- *het aandeel kinderen dat in de auto vervoerd wordt in een goedgekeurd kinderzitje;*
- *het aandeel (brom)fietzers dat correct een goedgekeurde helm draagt.*

### SPI 4b: SPI's voor het gebruik van beveiligingsmiddelen

Aandeel (bestel)automobilisten dat een gordel draagt (zowel voor- als achterin)								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

Aandeel kinderen dat in de auto vervoerd wordt in een goedgekeurd kinderzitje								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

Aandeel (brom)fietzers dat correct een goedgekeurde helm draagt								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

#### Validiteit

Gordelcracht bespaart 48% doden bij inzittenden voorin en 44% bij inzittenden achterin [87]. Gebruik van kinderzitjes bespaart 50% doden en 30% ernstig letsel [97] [98]. Een motorhelm reduceert ernstig hoofdletsel met 70% en zorgt voor 40% reductie in dodelijk letsel [99]. Een fietshelm kan leiden tot een reductie van 69% in ernstig hoofdletsel en een reductie van 65% in dodelijk hoofdletsel [100].

#### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

Het aandeel gebruikers van beveiligingsmiddelen kan worden gemeten met representatieve steekproeven langs de weg, en door inzittenden van auto's en bestelauto's te monitoren via de zogenoemde 'inkijkmethode' [zie bijvoorbeeld 101]. Bij de meting is het zinvol om onderscheid te maken tussen type voertuig en de positie in of op het voertuig en eventuele aanvullende kenmerken. Voor kinderzitjes gaat het om kinderen kleiner dan 1,35 meter [zie bijvoorbeeld 101]. Monitoring van helmcracht kan door het aandeel (brom)fietzers dat langs een meetlocatie rijdt met een helm op te turven. Om ook een indruk te krijgen van de kwaliteit van de beveiligingsmiddelen, zullen bestuurders staande gehouden moeten worden. Dit kan meeliften op reguliere politiecontroles, ondersteund door onderzoekers. Deze turf-methoden zijn betrouwbaar als volgens een vast protocol wordt gewerkt. De kosten voor de metingen hoeven niet hoog te zijn, zeker niet als deze worden gecombineerd of kunnen meeliften op surveillanceactiviteiten van de politie. Doordat de laatste metingen in 2008 (helm) en 2010 (gordel) hoge aandelen laten zien, wegen de meetkosten mogelijk niet meer op tegen de baten. Het gebruik van kinderzitjes en gordelcracht in grotere vervoermiddelen lijkt nog niet aan een plafond, maar dit gaat om een veel kleinere groep en is om die reden mogelijk niet meer rendabel.



19. Zie [25] en andere Zweedse publicaties, en verder [26] [27].



### **Begrijpelijkheid**

Voor beleidsmakers gaat het om bekende maten die ze al jaren kennen (onder andere uit de *met regelmaat uitgevoerde metingen over gebruik van beveiligingsmiddelen*). De begrijpelijkheid voor onderzoekers is niet apart onderzocht.

### **Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken**

De afgelopen decennia is het gordelgebruik sterk toegenomen. Dat komt onder andere door regelgeving, handhaving en campagnes, maar bijvoorbeeld ook door gordelverklippers in voertuigen (laatste meting, 2010: 97% in personenauto's voorin, 82% achterin, in bestel- en vrachtauto's lager). De indicator is dus sensitief voor beleid, maar in Nederland lijkt deze indicator grotendeels tegen een plafond te zitten. Eenzelfde verhaal geldt voor het gebruik van kinderzitjes (laatste meting, 2010: 68% gebruik). Ook helmdracht blijkt sensitief voor regelgeving, productaanbod, handhaving en voorlichting. Net als bij gordeldracht was helmdracht bij de laatste meting in 2008 zeer hoog (96%). De aandelen helmdracht bij motorrijders zijn niet bekend (ze zullen naar verwachting nog iets hoger zijn), net als die van fietsers (niet verplicht en dus lager; wel relatief hoog bij sportfietsers vanwege clubbeleid). Verantwoordelijkheden in dit veld zijn niet belegd, maar gezien de maatregelen waar het gebruik van beveiligingsmiddelen gevoelig voor is, ligt het in de rede om deze vooral te beleggen bij politie (handhaving) en centrale en decentrale overheden en verzekeraars (campagnes). De voertuigindustrie en de EU moeten vooral de verworvenheden op voertuiggebied (gordelverklippers) in stand houden.

### **Doelstellingen en monitoring**

Er zijn momenteel (nog) geen SMART-doelstellingen voor het aandeel bestuurders dat beveiligingsmiddelen zoals gordels, kinderzitjes en helm gebruikt in het verkeer. Tussen eind jaren 60 en 2010 vonden er vrijwel jaarlijks metingen van gordelgebruik en kinderzitjes plaats. Deze metingen zijn echter gestaakt. Het Landelijk Parket (LP) Team Verkeer (voorheen het Bureau Verkeershandhaving Openbaar Ministerie) rapporteerde tot 2008 jaarlijks metingen van het helmgebruik tijdens surveillance en bromfietscontroles.

#### 4c: Lichtvoering bij verminderde zichtbaarheid

Een goede zichtbaarheid is vooral een relevante factor bij omstandigheden met verminderd zicht, zoals duisternis en slecht weer, alhoewel lichtvoering bij goed zicht ook als SPI kan worden aangemerkt [102]. Goede zichtbaarheid door lichtvoering van fietsers bij duisternis is vooral op een aantal Nederlandse lijstjes met risicofactoren terug te vinden [17] [18] [26]. Een relevante SPI kan op basis hiervan gedefinieerd worden als: *het aandeel voertuigen (naar type) dat licht voert (per zichtconditie)*.

##### SPI 4c: SPI voor lichtvoering bij verminderde zichtbaarheid

Aandeel voertuigen (naar type) dat licht voert (per zichtconditie)								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

##### Validiteit

Lichtvoering door fietsers tijdens schemering of duisternis is in verband gebracht met een reductie in letselongevallen tussen fiets en auto van 17- 41% [103] [104]. Motorvoertuigverlichting overdag (MVO) zou leiden tot een reductie in letselongevallen tussen de 3-12% [105].

##### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

Deze indicator is goed meetbaar door langs de kant van de weg te turven en is betrouwbaar als dit volgens een vast protocol en in vergelijkbare perioden plaatsvindt. Hierbij is het tevens van belang dat duidelijk is om welk type voertuig het gaat (fiets, auto of andere voertuigen) en onder welke zichtcondities wordt getest (bij duisternis, slecht weer, of een willekeurig tijdstip ook overdag). Met name daar waar het gaat om lichtvoering bij verminderd zicht (duisternis) door voertuigen die lang niet allemaal automatisch licht voeren (fietsers), lijken de relatief geringe kosten op te wegen tegen de baten.

##### Begrijpelijkheid

Met name het aandeel fietsers dat licht voert tijdens duisternis, is een indicator waar beleidsmakers aan gewend zijn omdat het al een tijd deel uitmaakt van een bestaande monitor. Volgens sommige onderzoekers is het nog onvoldoende duidelijk wat de relatie is tussen lichtvoering onder verschillende condities en verkeersveiligheid [17].

##### Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken

Na de start van de eerste metingen is een stijging zichtbaar in de lichtvoering van fietsers bij duisternis. Ook de laatste jaren zien we weer een lichte stijging, onder meer door gewijzigde regelgeving en handhaving door de politie. Lichtvoering blijkt vooral goed in orde bij voertuigen waarbij dit automatisch geregeld is. Op al deze vlakken is nog ruimte voor verbetering. Maatregelen om lichtvoering te verbeteren, zijn dan ook af te leiden uit het voorgaande (regelgeving, handhaving, voertuigmaatregelen). Verantwoordelijkheden zijn nog niet expliciet belegd, maar voor de hand liggen: de centrale overheid (regelgeving), voertuigindustrie (ontwikkeling), politie (handhaving) en eventueel ook verzekeraars (stimulering). De voertuigindustrie heeft al wel een keurmerk voor verlichting ontwikkeld [zie voor een overzicht 106].

##### Doelstellingen en monitoring

Momenteel zijn er voor lichtvoering of zichtbaarheid in het algemeen (nog) geen SMART-doelstellingen geformuleerd. Sinds 2003 wordt lichtvoering door fietsers (voor- achter, beiden en conform de wet) tijdens wintermaanden regelmatig gemeten; tot 2009/2010 jaarlijks, daarna met grotere intervallen [zie voor de laatste metingen 107]. Lichtvoering bij andere vervoerswijzen wordt niet gemeten.

#### 4d: Aandacht bij het verkeer

Zolang we zelf nog het stuur bedienen in het verkeer, is het van groot belang de aandacht bij de weg te hebben. Die aandacht kan verslappen doordat we zijn afgeleid of vermoeid zijn. Afleiding en vermoeidheid zijn geen gemakkelijk te meten factoren, omdat het uiteindelijk gaat om een proces dat zich intern bij de bestuurder of berijder afspeelt en lang niet altijd aan uiterlijke kenmerken waarneembaar is. Als algemene indicator zouden we het volgende kunnen nemen: *het aandeel bestuurders of berijders van voertuigen dat met aandacht aan het verkeer deelneemt*. Om die aandacht te operationaliseren, kunnen we ook kijken naar condities waarbij er duidelijk geen sprake is van aandacht. Daar zijn allerlei situaties voor te bedenken: van afleidende passagiers en dagdromen tot afleiding door telefoongebruik of in slaap vallen. Hiervan afgeleid kunnen meetbare indicatoren worden geformuleerd zoals:

- > *het aandeel bestuurders of berijders dat geen telefoon gebruikt tijdens het rijden [zie bijvoorbeeld 27];*
- > *het aandeel bestuurders dat aangeeft in het afgelopen jaar tijdens geen enkele rit dreigde in slaap te vallen [25].*

Er zijn uiteraard meer van dergelijke maten te bedenken, maar die gaan verder door op deze twee voor de verkeersveiligheid belangrijke voorbeelden van gebrek aan aandacht in het verkeer.

#### SPI 4d: SPI voor aandacht bij het verkeer

Aandeel bestuurders of berijders van voertuigen dat geen telefoon gebruikt tijdens het rijden								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

  

Aandeel bestuurders of berijders van voertuigen dat aangeeft het afgelopen jaar tijdens geen enkele rit in slaap dreigde te vallen								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

##### Validiteit

Afleiding heeft een negatief effect op de verkeersveiligheid, maar de grootte van het effect hangt af van de vorm van afleiding. Specifiek voor telefoongebruik tijdens verkeersdeelname, is er evidentie dat dit het risico met een factor 2,2 tot 12,2 verhoogt ([108]; zie ook [109] voor recent onderzoek over afleiding door geluid bij fietsers). Onvoldoende aandacht bij het verkeer door vermoeidheid, waardoor bestuurders tijdens de rit in slaap kunnen vallen, is naar schatting oorzaak bij 10%-15% van de ernstige ongevallen. Dat ook vermoeidheid gevaarlijk is, is duidelijk, maar de precieze hoogte van het risico is ook hier lastig in te schatten [110].

##### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

Wel of geen handheld telefoongebruik kan bijvoorbeeld worden gemeten met een inkijk- en/of turfmethod (langs de kant van de weg of al meerrijdend) [111] [112] [113]. Daarbij zijn een strakke instructie en meerdere observatoren aan te bevelen, omdat er meer ruimte is voor interpretatie dan bijvoorbeeld bij metingen van gordeldracht. De kosten voor metingen lijken relatief gering ten opzichte van de baten, die in ieder geval ook worden gevoed door de maatschappelijke verontwaardiging over afleiding door telefoongebruik tijdens het rijden. We moeten ons overigens wel bewust zijn van het feit dat afleiding door telefoongebruik slechts een deel is van alle afleiding die kan optreden.

Vermoeidheid is veel lastiger eenduidig aan de hand van uiterlijke indicatoren vast te stellen.<sup>20</sup> En als deze uiterlijke kenmerken zich voordoen, is het vaak al (te) laat in het proces. Een alternatieve methode waarmee een interne gesteldheid zoals vermoeidheid gemeten kan worden, is door middel van vragenlijsten. Dit is echter een minder objectieve meetmethode, doet een beroep op het geheugen van mensen en heeft te kampen met de representativiteit van de steekproef en antwoordtendenzen zoals sociale wenselijkheid. Desondanks is het momenteel een van de weinige bruikbare methoden waarvan de kosten kunnen opwegen tegen de baten, eventueel door de metingen eens in de twee jaar uit te voeren volgens een vast protocol.

### **Begrijpelijkheid**

Afleiding is van alle tijden, maar de verleidingen die de smartphone biedt, zijn de laatste jaren aanleiding om meer over de effecten op de verkeersveiligheid te willen weten. Voor beleidsmakers is het aandeel verkeersdeelnemers dat handheld belt tijdens het verkeer, dan ook een relevante en bekende verkeersveiligheidsmaat. Er zijn echter veel meer vormen van afleiding, en ook handsfree telefoongebruik is gevaarlijk. Vermoeidheid is wel een relevantie risico-indicator, maar is beleidsmatig tevens lastig te benutten.

Onderzoekers hebben vooral behoefte om de relatie tussen afleiding of vermoeidheid en verkeersveiligheid nauwkeuriger vast te kunnen stellen [17] [114]. Eerder onderzoek toont met verschillende methoden verschillende relaties aan, ook afhankelijk van het type afleiding waarnaar wordt gekeken. Dat laat echter onverlet dat de genoemde indicatoren begrijpelijk zijn vanuit de kennis die nu beschikbaar is.

### **Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken**

Niet alle vormen van afleiding zijn even gevoelig voor (beleids)interventies (wat doe je bijvoorbeeld aan afleiding door dagdromen?). Kijken we alleen naar de indicatoren die te maken hebben met afleiding door telefoongebruik en vermoeidheid, dan zien we dat de invoering wetgeving en handhaving aanvankelijk effect lijkt te hebben gehad op handmatig bellen in de auto; in latere jaren neemt het telefoongebruik ondanks diverse beleidsinspanningen niet of nauwelijks af [50] [115]. Onlangs is een convenant getekend door verschillende partijen die graag iets willen doen aan afleiding door telefoongebruik. Het is echter de vraag of daarmee de verantwoordelijkheden bij de meest relevante partijen zijn belegd in een proces dat voor risicogestuurd beleid kan worden ingezet.

Vermoeidheid is voor beroepschauffeurs gemakkelijker te beïnvloeden en bij verantwoordelijken te beleggen, bijvoorbeeld via wet- en regelgeving (rij- en rijstijden; overheid) en door aangepaste werkomstandigheden en selectieprocedures in te voeren [110]. Voor particuliere chauffeurs is vermoeidheid lastiger te beïnvloeden.

### **Doelstellingen en monitoring**

Er zijn momenteel (nog) geen SMART-doelstellingen voor aandacht bij het rijden. Met name telefoongebruik wordt wel regelmatig gemonitord, maar niet volgens een vast protocol; het betreft diverse losse metingen. Vermoeidheid in het verkeer wordt niet gemeten.



20. Uit onderzoek van VIAS Institute blijkt dat elektronische detectiesystemen in voertuigen te snel of juist te laat signalen afgeven; zie <https://www.vias.be/nl/newsroom/vermoeidheid-achter-het-stuur/>. Geraadpleegd op 23 november 2018.

## 4.5 SPI 5: Hoogwaardige traumazorg

Als er eenmaal een ongeval heeft plaatsgevonden, dan kan snelle en adequate traumazorg bijdragen aan reductie van de letselernst en blijvende gevolgen. Daarom is ook hoogwaardige traumazorg een factor die in verschillende SPI-lijstjes is terug te vinden [27] [38] [39] [102]. Een van de belangrijkste factoren die de overlevingskansen van traumaslachtoffers kunnen vergroten, is de snelheid waarmee de eerste professionele medische hulp wordt verleend. Met name de eerste minuten zijn daarbij belangrijk. Een hiervan afgeleide relevante indicator voor hoogwaardige traumazorg is dan: *het aandeel ernstig gewonde verkeersslachtoffers dat binnen 15 minuten na het ongeval professionele medische zorg krijgt*<sup>21, 22</sup>.

### SPI 5: SPI voor hoogwaardige traumazorg

Aandeel verkeersslachtoffers dat binnen 10 of 15 minuten professionele medische zorg krijgt								
Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring

#### Validiteit

Uit medisch onderzoek blijkt dat de snelheid van reageren met name de kans op overlijden kan verminderen. Zo zou de reductie van aanrijtijden van 25 naar 15 minuten het aantal doden met een derde terug kunnen dringen [117]. In Nederland is daarom de norm dat 97% van de ambulanceritten binnen 15 minuten na de melding ter plaatste van het ongeval moet zijn en dat een slachtoffer binnen 30 minuten traumazorg moet kunnen krijgen [118].

#### Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid, kosten/baten

De tijd tussen de melding van een ongeval en eerste medische hulp ter plaatse is goed te registreren en in principe betrouwbaar, doordat het registreren van deze tijden zit ingebouwd in de systemen die in het traumazorgproces worden benut<sup>23</sup>. Zolang systemen als eCall (een veiligheidssysteem dat na een ongeluk automatisch contact opneemt met alarmnummer 112) er nog niet zijn, en zolang met name kwetsbare verkeersdeelnemers bij (aanvankelijk) geen of licht letsel geen hulpdiensten inschakelen, zullen er echter wel gaten zitten in a) de tijd tussen het ongeval en de melding en b) bepaalde groepen die qua hulpverlening vanaf het moment van het voorval buiten het registratiesysteem van traumahulpdiensten blijven. Als verkeersveiligheidsorganisaties meer gaan samenwerken met ambulancediensten, is het naar verwachting op termijn zonder veel inspanningen mogelijk om de aanrijtijden in relatie tot verkeersslachtoffers goed in beeld te krijgen.

#### Begrijpelijkheid

De indicator voor hoogwaardige traumazorg is momenteel vooral benoemd in internationale verkeersveiligheidsliteratuur en in de medische sector, maar nog geen gemeengoed in het Nederlandse verkeersveiligheidsbeleid. Hoe begrijpelijk de indicator is voor beleidsmakers en onderzoekers in het verkeersveiligheidsdomein, is niet onderzocht.



21. Binnen de medische sector wordt een aanrijtijd van 10 minuten gezien als passend bij een hoogwaardig traumamanagement systeem; zie [116].

22. In internationaal verband wordt voorgesteld om 15 minuten aan te houden; zie ook [27].

23. Zie het sectorcompas ambulancezorg voor jaarlijkse cijfers: <https://www.ambulancezorg.nl/themas/sectorkompas-ambulancezorg/toelichting-sectorkompas>. Geraadpleegd op 23 november 2018.

### **Sensitiviteit, maatregelen en verantwoordelijken**

Aanrijtijden kunnen met name beïnvloed worden door een voldoende fijnmazig netwerk van ambulanceposten over het land aan te leggen en door meer beschikbaarheid van vervoer door de lucht daar waar de bereikbaarheid beperkingen kent. Ook de invoering van eCall kan bij voertuigen bijdragen aan snellere melding van een ernstig ongeval, zeker als de betrokkenen niet of nauwelijks in staat zijn om zelf een hulpdienst in te schakelen. Maatregelen en verantwoordelijkheden liggen daarbij vooral op het terrein van de overheid maar zijn nog niet op alle fronten expliciet als zodanig belegd: het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport voor verzorging van condities om aanrijtijden in het algemeen zo kort mogelijk te maken, het ministerie van Infrastructuur en Milieu om er mede zorg voor te dragen dat voertuigen worden uitgerust met eCall. Dit is ook een Europese aangelegenheid [27].

### **Doelstellingen en monitoring**

De medische sector heeft als doelstelling om aanrijtijden bij slachtoffers binnen 15 minuten te houden. Dit wordt dan ook gemonitord.<sup>24</sup> Deze doelstelling is echter nog niet specifiek in verband gebracht met verkeersslachtoffers en wordt als zodanig ook nog niet gemonitord.

## **4.6 Overige indicatoren**

In de voorgaande paragrafen hebben we de belangrijkste risico-indicatoren besproken die generiek een rol spelen bij verkeersveiligheid en die regelmatig in de literatuur over dit onderwerp worden teruggevonden. Er zijn natuurlijk veel meer risico-indicatoren te benoemen en te operationaliseren. Deze spelen echter een minder prominente rol tijdens verkeersdeelname, zijn slechts in specifieke omstandigheden relevant (zoals bijvoorbeeld roodlichtnegatie) of zijn niet of lastig te beïnvloeden vanuit het perspectief van verkeersveiligheidsbeleid (bijvoorbeeld het aandeel ouderen of jonge mannelijke bestuurders op de weg). In de afgelopen jaren heeft SWOV wel onderzoek gedaan naar een aantal van deze overige indicatoren [119]. We bespreken hier kort het voorbeeld van de indicator roodlichtnegatie.

### **Roodlichtnegatie**

SWOV heeft onder andere gekeken naar het risico van roodlichtnegatie op 50km/uur-kruispunten [16] [17]. Door onderzoek te doen naar oorzaken van dodelijke ongevallen in de periode 2010-2012, is geschat dat in ruim 40% tot 67% van de dodelijke ongevallen op 50km/uur-kruispunten roodlichtnegatie mogelijk tot zeker een bijdrage heeft geleverd aan het ontstaan van het ongeval. In dit onderzoek is tevens gevonden dat roodlichtnegatie de kans op een dodelijk ongeval met een factor 14 verhoogt. Deze kennis kan worden gebruikt om verkeersveiligheidsproblemen te af te wegen en te prioriteren. Roodlichtnegatie is echter een te specifieke gedraging (naleving van een specifieke regel) op een te specifieke locatie (kruispunten met VRI's) om tot de algemene SPI's te kunnen worden gerekend en in een substantieel deel van de verkeersveiligheid aan te kunnen 'aflezen'.



24. Zie het sectorcompas ambulancezorg voor jaarlijkse cijfers: <https://www.ambulancezorg.nl/themas/sectorkompas-ambulancezorg/toelichting-sectorkompas>. Zie voor een overzicht ook [50].

## 5 Slotbeschouwing

In dit rapport hebben we aan de hand van vier centrale vragen een overzicht gegeven van de huidige stand van kennis over Safety Performance Indicators (SPI's) die kunnen worden gebruikt voor de ontwikkeling van risicogestuurd beleid. In dit slothoofdstuk gaan we daarom eerst in op de relatie met het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*. Vervolgens vatten we in de conclusies de antwoorden op de vier centrale vragen samen.

### 5.1 Relatie met het Strategisch Plan Verkeersveiligheid

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en decentrale overheden hebben eind 2018 het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* [1] gepubliceerd. In overleg met vele relevante partijen binnen het verkeersveiligheidsdomein zijn daarin negen thema's gedefinieerd, met daarbinnen een aantal doelstellingen die de verantwoordelijke overheden de komende tijd willen gaan realiseren. Hierbij willen de overheden een risicogestuurde aanpak als instrument inzetten. Het is daarbij zinvol om beleidsmatige behoeften te koppelen aan wetenschappelijke inzichten en tevens aan keuzen die in EU-verband worden gemaakt (zie [27] voor recente aanbevelingen hierover). In *Tabel 1* worden de negen thema's dan ook verbonden met de belangrijkste risico-indicatoren uit het overzicht van dit rapport.



Tabel 1. Koppeling van SPV-thema's met relevante risico-indicatoren uit dit rapport.

SPV-thema	Relevante risico-indicatoren
<b>Veilige infrastructuur</b>	Dit thema sluit nauw aan bij de indicatoren ten aanzien van veilige wegen.
<b>Heterogeniteit in het verkeer</b>	Dit thema gaat over de veilige afstemming van snelheden, massa, rijrichting en dergelijke. De indicatoren op het gebied van veilige infrastructuur en snelheid sluiten hierbij het beste aan. Daarnaast kan de indicator voor veilige voertuigen relevant zijn.
<b>Technologische ontwikkelingen</b>	Hieronder vallen onder meer ontwikkelingen die ingezet kunnen worden als hulpmiddel tegen risicofactoren op onder andere het terrein van veilige gedragingen (veilige verkeersdeelnemers en veilige snelheid) en hoogwaardige traumazorg. Daarnaast kan ook de indicator voor veilige voertuigen hiervoor een relevante maat bieden.
<b>Kwetsbare verkeersdeelnemers</b>	Alle indicatoren die de revue zijn gepasseerd, zijn relevant voor kwetsbare verkeersdeelnemers, in het bijzonder veilige infrastructuur, veilige snelheden, veilige voertuigen en gebruik van beveiligingsmiddelen.
<b>Onervaren verkeersdeelnemers</b>	Ook voor dit thema zijn alle indicatoren relevant, zeker omdat onervaren verkeersdeelnemers nog meer risico lopen.
<b>Rijden onder invloed</b>	Hiervoor is de indicator voor nuchtere bestuurders relevant.
<b>Snelheid in het verkeer</b>	Relevante indicatoren voor dit thema zijn veilige snelheden en de hiermee onlosmakelijk verbonden veilige infrastructuur.
<b>Afleiding in het verkeer</b>	Onder dit thema worden risico's verstaan die zorgen voor niet-alerte gebruikers. Naast afleiding (aandacht) valt hier dus ook vermoeidheid onder en voor beide onderwerpen zijn indicatoren voorgesteld in dit rapport.
<b>Verkeersovertreders</b>	Verkeersovertredingen hebben vooral een relatie met de diverse indicatoren die te vinden zijn bij veilige verkeersdeelnemers en daarnaast bij veilige snelheid. Belangrijke noot hierbij is dat de indicatoren primair zijn ingestoken vanuit veiligheid en deze wijken op punten wat af van de normen die worden gebruikt om verkeersovertredingen aan vast te stellen.

## 5.2 Conclusies

### 5.2.1 Wat is risicogestuurd beleid en hoe verhoudt het zich tot ander verkeersveiligheidsbeleid?

Risicogestuurd beleid definiëren we als:

*‘het proces van formulering, planning, uitvoering, controle en bijsturing van beleidsmaatregelen ter verbetering van de verkeersveiligheid (het beleid), gebaseerd op een analyse van kenmerken van het verkeer, gevat in indicatoren die samenhangen met de gevaarstelling en met verwachtingswaarden over het toekomstige aantallen slachtoffers in het verkeer (risico), op een zodanige wijze dat de indicatoren die gemeten en gemonitord worden ook worden benut om de bijdrage van actoren aan reductie van gevaar in het verkeer vanuit hun kernactiviteiten te bepalen, gezamenlijk af te stemmen en zo nodig bij te stellen (sturen)’.*

Het belangrijkste verschil met traditioneel beleid op basis van ongevallenconcentraties, is dat risicogestuurd beleid een aanpak biedt waarbij niet reactief op ongevallen wordt gericht, maar proactief op risicofactoren die tot ongevallen leiden. Daarnaast past een risicogestuurde aanpak in een volgende generatie Duurzaam Veilig-beleid (DV3) door risicofactoren specifiek te lokaliseren en te verbinden aan verantwoordelijke partijen die de risico’s kunnen beïnvloeden.

### 5.2.2 Wat zijn SPI’s en zijn alle denkbare risicofactoren potentieel een SPI?

SPI’s definiëren we als:

*‘indicatoren voor risicofactoren of operationele condities van het verkeerssysteem die kunnen worden gebruikt om de resultaten van verkeersveiligheidsbeleid te meten en processen die tot ongevallen en letsel leiden te begrijpen. SPI’s zijn daarmee een specifiek soort risico-indicatoren of operationele condities van het verkeerssysteem’.*

Niet alle risicofactoren zijn SPI’s, maar alleen die risicofactoren die een substantiële relevantie hebben voor verkeersveiligheid en kunnen worden beïnvloed door beleid. De belangrijkste op basis van de huidige kennis zijn in dit rapport op een rijtje gezet en beschouwd aan de hand van een aantal criteria. Voor al deze indicatoren geldt overigens dat verder onderzoek nodig is om de mate waarin indicatoren samenhangen nader in kaart te brengen.

### 5.2.3 Welke SPI's kent de wetenschap momenteel en hoe zijn deze indicatoren uitgewerkt?

De belangrijkste SPI's die in de verkeersveiligheidsliteratuur worden onderscheiden, bevinden zich op het terrein van veilige wegen, veilige voertuigen, veilige snelheden, veilige verkeersdeelnemers en hoogwaardige traumazorg. In Tabel 2 zijn de uitwerkingen voor relevante indicatoren binnen de genoemde terreinen samengevat, evenals hun beoordeling op een aantal belangrijke criteria voor bruikbaarheid als SPI in het beleidsproces. Net als in Hoofdstuk 4 zijn de negen eisen voor SPI's (zie Hoofdstuk 3) uitgedrukt in een kleurcodering.\*

Tabel 2. Samenvatting van de SPI's en in hoeverre aan de gestelde eisen voor prestatie-indicatoren in Nederland momenteel wordt voldaan.

Indicator	Validiteit	Kwantificeerbaarheid	Betrouwbaarheid	Kosten/baten	Begrijpelijkheid	Sensitiviteit	Maatregelen en verantwoordelijken	Doelstellingen	Monitoring
<b>Veilige wegen</b>									
Aandeel gemotoriseerd verkeer over wegen die als 'voldoende veilig' worden gekwalificeerd									
Aandeel fietsers over wegen die als 'voldoende veilig' worden gekwalificeerd									
<b>Veilige snelheden</b>									
Aandeel gemotoriseerd verkeer dat (per wegtype) niet harder rijdt dan de veilige snelheid									
<b>Veilige voertuigen</b>									
Aandeel nieuwe voertuigen met de hoogste Euro NCAP-score									
<b>Veilige verkeersdeelnemers</b>									
Aandeel bestuurders van een voertuig niet onder invloed van alcohol of drugs									
Aandeel (bestel)automobilisten dat een gordel draagt (zowel voor- als achterin)									
Aandeel kinderen dat in de auto vervoerd wordt in een goedgekeurd kinderzitje									
Aandeel (brom)fietsers dat correct een goedgekeurde helm draagt									
Aandeel voertuigen (naar type) dat licht voert (per zichtconditie)									
Aandeel bestuurders of berijders van voertuigen dat geen telefoon gebruikt tijdens het rijden									
Aandeel bestuurders of berijders van voertuigen dat aangeeft het afgelopen jaar tijdens geen enkele rit in slaap dreigde te vallen									
<b>Hoogwaardige traumazorg</b>									
Aandeel verkeersslachtoffers dat binnen 10 of 15 minuten professionele medische zorg krijgt.									



\* Legenda:

Er wordt aan het criterium voldaan	Er wordt gedeeltelijk aan het criterium voldaan.	Er wordt niet aan het criterium voldaan.
------------------------------------	--	--

## 5.2.4 Hoe kunnen (bestaande) SPI's worden benut voor risicogestuurd beleid?

### **Kwantificeerbaarheid, betrouwbaarheid**

Alle SPI's die in dit rapport zijn besproken (zie ook het overzicht in *Tabel 2*) blijken relevant voor de verkeersveiligheid, kwantificeerbaar en betrouwbaar meetbaar. Alleen de indicator voor vermoeidheid is nog niet helemaal goed objectief meetbaar.

### **Kosten/baten**

De baten voor het meten van SPI's lijkt voor de meeste indicatoren op te wegen tegen de relatief geringe kosten. Voor snelheid vormt dit wel een uitdaging vanwege de noodzaak van een goed gekalibreerd en per wegtype uitgerold meetnet. Een andere uitzondering hierop is wellicht ook het gebruik van beveiligingsmiddelen zoals gordel- en helmdracht, omdat de metingen voor een aantal grote groepen een plafondeffect vertonen. De meting van kinderzitjes is arbeidsintensiever en alleen relevant voor een specifiekere groep, waardoor de kosten mogelijk minder tegen de baten opwegen.

### **Begrijpelijkheid**

De meeste indicatoren blijken voor beleidsmakers goed begrijpelijk. Een uitzondering vormen de indicatoren die zowel het domein zijn van risico-indicatoren als maatregelen (weginrichting en voertuigkwaliteit) of die niet los van elkaar kunnen worden gezien (snelheid en weginrichting). Onderzoekers wijzen er vooral op dat er voor een aantal indicatoren meer kennis nodig is over de samenhang met verkeersonveiligheid in verschillende condities. Dit kan verdere uitwerking krijgen in onderzoeksprogramma's.

### **Sensitiviteit**

De meeste indicatoren blijken sensitief voor beleidsmaatregelen, mits hiervoor effectieve maatregelen worden gekozen die bijvoorbeeld aansluiten bij systeemoplossingen (bijvoorbeeld een voertuig waarvan de verlichting automatisch gaat branden of effectieve en voldoende handhaving). Enkele risicofactoren blijken al aan een plafond te zitten (gordel- en helmdracht) of lastig te beïnvloeden door verkeersveiligheidsbeleid (vermoeidheid) en scores daardoor lager op sensitiviteit.

### **Maatregelen en verantwoordelijken**

Voor alle risicofactoren zijn maatregelen beschikbaar die nog (verder) ingezet kunnen worden door verschillende partijen, zoals de overheid in het algemeen, wegbeheerders, politie, verzekeraars en de voertuigindustrie. Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030 biedt aanknopingspunten voor dergelijke maatregelen, maar het valt te bezien of hiervoor in de uitwerking daadwerkelijk voldoende middelen en kennis ingezet gaan worden. Dit kan mede samenhangen met het definiëren van duidelijke verantwoordelijkheden. Alleen voor veilige wegen zijn deze verantwoordelijkheden duidelijk belegd bij wegbeheerders; voor de rest zijn verantwoordelijkheden (nog) niet expliciet benoemd. Dit is wel onderdeel van een risicogestuurde aanpak en verdient dus verdere uitwerking.

### **Doelstellingen**

Voor vrijwel geen van de risicofactoren zijn SMART-doelstellingen geformuleerd. De enige uitzondering hierop vormt het weggennet van Rijkswaterstaat. Voor aanrijtijden van traumahulp gelden ook SMART-doelstellingen, maar deze zijn niet specifiek gedefinieerd voor verkeersslachtoffers. Formulering van doelstellingen is een belangrijk onderdeel van risicogestuurd beleid, om daarmee de risico-indicatoren daadwerkelijk als prestatie-indicatoren in te kunnen zetten.

### **Monitoring**

Voor een aantal indicatoren (infrastructuur, snelheid, voertuigen, traumazorg) zijn metingen voorhanden, maar die zijn nog niet voldoende bruikbaar voor een meetnet. Dat komt onder meer doordat de metingen niet uniform zijn, doordat de juiste informatie niet wordt samengevoegd of doordat metingen te incidenteel worden uitgevoerd. De meeste indicatoren voor veilige verkeersdeelnemers worden of werden weliswaar wel gemeten, maar een deel van die metingen is inmiddels gestopt (beveiligingsmiddelen), andere worden slechts incidenteel of lokaal uitgevoerd (lichtvoering) of er is nog geen decentraal meetnet voor ontwikkeld (rijden onder invloed).

## **5.3 Tot slot**

Dit overzicht kan behulpzaam zijn bij de verdere ontwikkeling van een risicogestuurd beleid voor verkeersveiligheid. Dat kan door geschikte risico-indicatoren als uitgangspunt te nemen, verantwoordelijkheden voor de ontwikkeling hierin bij de juiste partijen te beleggen en de randvoorwaarden te creëren om effectieve maatregelen (verder) te implementeren. Daarbij is het belangrijk om geschikte metingen uit te voeren en een betrouwbaar meetnet op te starten om te kunnen vaststellen of de beleidsinspanningen tot de gewenste aanpassingen in risico-factoren leiden. Daarnaast is het noodzakelijk om doelstellingen te formuleren en regelmatig met de verantwoordelijke partijen te bezien op welke terreinen goede voortgang wordt geboekt en waar meer of andere inspanningen wenselijk zijn. Samen met de overige principes van een duurzaam veilig wegverkeer [37] kan dit bijdragen aan een gestructureerde en systematische aanpak om het aantal verkeersslachtoffers te reduceren tot nul.

## 6 Eerdere SWOV-rapporten over dit onderwerp

### 6.1 Algemeen

Aarts, L.T., Loenis, B.J.C., Dijkstra, A., Deden, N.Y., 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-2016-17. SWOV, Den Haag.

### 6.2 (Fiets)infrastructuur

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

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

Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H. van, Goldenbeld, C., Gent, P. van et al. (2016). *Doorontwikkeling CycleRAP-instrument voor veiligheidsbeoordeling fietsinfrastructuur*. R-2016-11. SWOV, Den Haag.

Dijkstra, A., Wijlhuizen, G.J. & Aarts, L.T. (2015). *Monitoring van de veiligheidskwaliteit van weginfrastructuur en fietsinfrastructuur. Proefmetingen in een aantal regio's*. R-2015-5. SWOV, Den Haag.

Wijlhuizen, G.J., Dijkstra, A. & Petegem, J.W.H. van (2014). *Safe Cycling Network. Ontwikkeling van een systeem ter beoordeling van de veiligheid van fietsinfrastructuur*. R-2014-14. SWOV, Den Haag.

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

Wijlhuizen, G.J. & Aarts, L. (2014). *Monitoring fietsveiligheid. Safety Performance Indicators (SPI's) en een eerste opzet voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2014-1. SWOV, Den Haag.

## 6.3 Snelheid

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.

Goldenbeld, C. & Aarts, L.T. (2013). *Monitoring snelheid in het verkeer. Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2013-2. SWOV, Den Haag.

## 6.4 Rijden onder invloed van alcohol

Houwing, S. & Aarts, L.T. (2015). *Monitoring van het gebruik van alcohol in het verkeer. Eerste bevindingen van de regionale meetnetten*. R-2015-4. SWOV, Den Haag.

Houwing, S. & Aarts, L.T. (2013). *Monitoring rijden onder invloed van alcohol; Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2013-1. SWOV, Den Haag.

## 6.5 Roodlichtnegatie

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

Aarts, L.T., Loenis, B.J.C., Dijkstra, A., Deden, N.Y., 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-2016-17. SWOV, Den Haag.

## Literatuur

- [1]. Ministerie van IenW, Ministerie van JenV, IPO, VNG, et al. (2018). *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
- [2]. Aarts, L., Dijkstra, A. & Bax, C. (2014). *ProMeV: Proactief Meten van Verkeersveiligheid. Inzicht in onveiligheid vóóordat er slachtoffers vallen*. R-2014-10. SWOV, Den Haag.
- [3]. Dijkstra, A. & Aarts, L. (2014). *Monitoring verkeersinfrastructuur. Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet*. SWOV, Den Haag.
- [4]. Dijkstra, A., Wijlhuizen, G.J. & Aarts, L.T. (2015). *Monitoring van de veiligheidskwaliteit van weginfrastructuur en fietsinfrastructuur. Proefmetingen in een aantal regio's*. R-2015-5. SWOV, Den Haag.
- [5]. Wijlhuizen, G.J. & Aarts, L. (2014). *Monitoring fietsveiligheid. Safety Performance Indicators (SPI's) en een eerste opzet voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2014-1. SWOV, Den Haag.
- [6]. Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H. van, Goldenbeld, C., Gent, P. van, et al. (2016). *Doorontwikkeling CycleRAP-instrument voor veiligheidsbeoordeling fietsinfrastructuur*. R-2016-11. SWOV, Den Haag.
- [7]. Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H. van, Schermers, G., Bruin, J. de, et al. (2017). *Ontwikkeling Netwerk Safety Index gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.
- [8]. Wijlhuizen, G.J. & Schermers, G. (2014). *Safety Performance Indicators voor wegen*. R-2014-39. SWOV, Den Haag.
- [9]. 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.
- [10]. Goldenbeld, C. & Aarts, L.T. (2013). *Monitoring snelheid in het verkeer. Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2013-2. SWOV, Den Haag.
- [11]. Kijk in de Vegte, N. & Uenk, M. (2018). *Pilot V85 o.b.v. FCD*. National Data Warehouse, Utrecht.
- [12]. Slinger, W. & Talens, H. (2017). *Proeftuinen Risicogestuurde aanpak – Ervaringen met de indicator 'snelheid'*. Kennisplatform CROW, Ede.
- [13]. Houwing, S. & Aarts, L.T. (2013). *Monitoring rijden onder invloed van alcohol. Handreiking voor een gestructureerd decentraal meetnet*. H-2013-1. SWOV, Den Haag.



- [14]. Houwing, S. & Aarts, L.T. (2015). *Monitoring van het gebruik van alcohol in het verkeer. Eerste bevindingen van de regionale meetnetten*. R-2015-4. SWOV, Den Haag.
- [15]. Houwing, S., Goldenbeld, C., Stipdonk, H. & Kars, V. (2018, ongepubliceerd). *Resultaten proef met alcoholtesters Politie Noord-Nederland. Analyse van de bruikbaarheid van gegevens van alcoholtesters van de politie Noord-Nederland*. SWOV, Den Haag.
- [16]. Aarts, L.T., Loenis, B., Korving, H. & Guiking, C. (2017). *Risicofactoren op 50km/uur-kruispunten met verkeerslichten. Methodologische verdieping en verdere verkenning van de kwantificering van risicofactoren zoals roodlichtnegatie* R-2017-21. SWOV, Den Haag.
- [17]. Aarts, L.T., Loenis, B.J.C., Dijkstra, A., Deden, N.Y., 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-2016-17. SWOV, Den Haag.
- [18]. Weijermars, W., Moore, K., Goede, M. de & Goldenbeld, C. (2018). *Monitor Verkeersveiligheid 2018*. R-2018-16A. SWOV, Den Haag.
- [19]. Aarts, L. & Bax, C. (2014). *Benchmarking van verkeersveiligheid. Een inventarisatie en aanbevelingen voor de opzet van verkeersveiligheidsbenchmarks in Nederland*. R-2014-5. SWOV, Den Haag.
- [20]. Aarts, L. & Bax, C. (2015). *Eerste gemeentelijke benchmarks verkeersveiligheid. Uitwerking en verkenning met een aantal gemeenten*. R-2015-19. SWOV, Den Haag.
- [21]. Vissers, L. & Aarts, L.T. (2018). *Noordelijke Proeftuin Verkeersveiligheid. Verslag van de eerste fase*. R-2018-3. SWOV, Den Haag.
- [22]. Roszbach, R. (1998). *Risicobenaderingen in het wegverkeer. Een verkenning*. R-98-13. SWOV, Leidschendam.
- [23]. Stipdonk, H.L. (2013). *Road safety in bits and pieces. For a better understanding of the development of the number of road fatalities*. Proefschrift Technische Universiteit Delft, SWOV, Leidschendam.
- [24]. Berg, Y. (2013). *Analysis of road safety trends 2012. Management by objectives for road safety work, towards the 2020 interim targets*. Publication 2013:178. The Swedish Transport Administration, Borlänge.
- [25]. Berg, Y., Strandroth, J. & Lekander, T. (2009). *Monitoring performance indicators in order to reach Sweden's new road safety target – a progress towards zero*. Paper gepresenteerd op 4th IRTAD conference, 16-17 September 2009, Seoul, Korea.
- [26]. Aarts, L., Eenink, R. & Weijermars, W. (2014). *Opschakelen naar meer verkeersveiligheid. Naar maximale veiligheid voor en door iedereen*. R-2014-37. SWOV, Den Haag.
- [27]. Jeanne Breen Consulting, SWOV & Loughborough University (2018). *Preparatory work for an EU road safety strategy 2020-2030. Final Report*. European Commission, Brussels.
- [28]. Rumar, K. (1999). *Transport safety visions, targets and strategies: beyond 2000*. Paper gepresenteerd op 1st European Transport Safety Lecture, Brussel.

- [29]. Gemeente Amsterdam (2016). *Meerjarenplan verkeersveiligheid 2016-2021*. Gemeente Amsterdam, Amsterdam.
- [30]. IPO (2014). *ProMeV: proactief meten verkeersveiligheid*. IPO, Den Haag.
- [31]. WV (2017). *Kader verkeersveiligheid. Kader voor het borgen van verkeersveiligheid bij Aanleg- en Onderhoudsprojecten op het Rijkswegennet*. Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving, Delft.
- [32]. Tweede Kamer der Staten-Generaal (2015). *Kamerstuk 29 398 Maatregelen verkeersveiligheid. Nr. 478; Brief van de minister van Infrastructuur en Milieu*. Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag.
- [33]. Tweede Kamer der Staten-Generaal (2016). *Kamerstuk 29 398 Maatregelen verkeersveiligheid. Nr. 544; Brief van de minister van Infrastructuur en Milieu*. Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag.
- [34]. Aarts, L. (2016). *Risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Wat is het en wat kun je ermee?*. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeersveiligheidscongres 2016, 's-Hertogenbosch.
- [35]. Aarts, L. (2011). *Methoden en instrumenten voor het onderbouwen van verkeersveiligheidsbeleid. Een inventarisatie*. R-2011-3. SWOV, Leidschendam.
- [36]. Minister van Verkeer en Waterstaat, IPO, VNG & UvW (1997). *Intentieverklaring van de Minister van Verkeer en Waterstaat, het Interprovinciaal Overleg, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en de Unie van Waterschappen over het Startprogramma Duurzaam Veilig*. VenW / IPO / VNG / UvW, Den Haag.
- [37]. SWOV (2018). *DV3 – Duurzaam Veilig Wegerkeer 2018-2030; Principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem*. SWOV, Den Haag.
- [38]. ETSC (2001). *Transport safety performance indicators*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels.
- [39]. Hafén, K., Lerner, M., Allenbach, R., Verbeke, T., et al. (2005). *State of the art report on Road Safety Performance Indicators*. SafetyNet, Building the European Road Safety Observatory. European Commission, Directorate-General Transport and Energy, Brussels.
- [40]. Mitchel W.C. & Burns, A.F. (1938). *Statistical indicators for cyclical revivals*. Bulletin 69, May. National Bureau for Economical Research, New York.
- [41]. Rumar, K. & Stenborg, L. (1994). *The Swedish National Road Safety Programme; A new approach to road safety work*. Swedish National Road Safety Administration, Stockholm.
- [42]. OECD/IOMC (2008). *Guidance on developing safety performance indicators for industry*. Series on chemical accidents. OECD, Parijs.
- [43]. Roelen, A.L.C. & Klompstra, M.B. (2012). *The challenges in defining aviation safety performance indicators*. Paper gepresenteerd op International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management & European Safety and Reliability Conference 2012, 25 - 29 June 2012, Helsinki, Finland
- [44]. Rockwell, T.H. (1959). *Safety Performance measurement*. In: Journal of Industrial Engineering, vol. 10, p. 12-16.

[45]. OECD/ITF (2008). *Towards zero. Ambitious road safety targets and the safe system approach*. Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum OECD publications, Paris.

[46]. Tingvall C., Stigson, H., Eriksson, L., Johansson, R., 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, p. 372 - 376.

[47]. Vägverket (2009). *Management bij objectives for road safety work. Analysis of the road safety development*. Publikation 2009: 113. Result Conference 2009. Vägverket, Borlänge

[48]. OECD/ITF (2016). *Zero road deaths and serious injuries. Leading a paradigm shift to a safe system*. Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum OECD publications, Paris.

[49]. Hout, R. van den (2013). *Verkeersveiligheid provinciale wegen*. ANWB, Den Haag.

[50]. Weijermars, W.A.M., Goldenbeld, C., Goede, M. de, Moore, K., et al. (2018). *Monitor Verkeersveiligheid 2018 - Achtergrondinformatie en onderzoeksverantwoording*. R-2018-16A. SWOV, Den Haag.

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

[52]. Schepers, P. & Janssen-Stans, Y. (2017). *VeiligheidsINDicator 1.0*. Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving, Utrecht.

[53]. Rosén, E., Stigson, H. & Sandera, U. (2011). *Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 34, p. 25-33.

[54]. Dijkstra, A. (2010). *Welke aanknopingspunten bieden netwerkopbouw en wegategorisering om de verkeersveiligheid te vergroten? Eisen aan een duurzaam veilig wegennet*. R-2010-3. SWOV, Leidschendam.

[55]. Yannis, G., Weijermars, W., Gitelman, V., Vis, M., et al. (2013). *Road safety performance indicators for the interurban road network*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 60, p. 384-395.

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

[57]. Dijkstra, A. & Drolenga, H. (2008). *Safety effects of route choice in a road network: Simulation of changing route choice; Research in the framework of the European research programme InSafety*. R-2008-10. SWOV, Leidschendam.

[58]. Elvik, R., Høy, A., Vaa, T. & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Second revised edition ed. Emerald Group Publishing, Bingley, United Kingdom.

[59]. Davidse, R.J. (2011). *Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies. Resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen op 60-, 70-, 80- en 100km/uur-wegen*. R-2011-24. SWOV, Leidschendam.

- [60]. Newstead, S.V. & Corben, B.F. (2001). *Evaluation of the 1992-1996 Transport Accident Commission funded accident black spot treatment program in Victoria*. Report No. 182. Monash University Accident Research Centre MUARC, Victoria.
- [61]. Fortuijn, L.G.H. (2005). *Veiligheidseffect turbotondes in vergelijking met enkelstrooksrotondes*. Paper gepresenteerd op Verkeerskundige Werkdagen 2005, Ede.
- [62]. Fortuijn, L.G.H., Carton, P.J. & Feddes, B.J. (2005). *Veiligheidseffect van kruispuntplateaus in gebiedsontsluitingswegen*. In: Verkeerskundige Werkdagen 2005. CROW, Ede.
- [63]. Schoon, C.C. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP; Deel I: Effectiviteit van maatregelen*. D-2000-9 I. SWOV, Leidschendam.
- [64]. ROVG (2008). *ROVG-monitor. Monitoringsjaar 2007*. Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Gelderland ROVG, Arnhem.
- [65]. Velden, A. van & Besselaar, L. van den (2010). *Ranking the roads; Kwaliteitstoets verkeersveiligheid provinciale wegen*. Presentatie. Provincie Zuid-Holland, Dienst Beheer en Infrastructuur, Den Haag.
- [66]. Provincie Noord-Holland (2013). *Een uitstekend netwerk. Investeringsstrategie Noord-Hollandse infrastructuur. Fase 2: knelpuntenanalyse op doorstroming, verkeersveiligheid en leefbaarheid*. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- [67]. Wijnhuizen, G.J., Dijkstra, A. & Petegem, J.W.H. van (2014). *Safe Cycling Network. Ontwikkeling van een systeem ter beoordeling van de veiligheid van fietsinfrastructuur*. R-2014-14. SWOV, Den Haag.
- [68]. Schepers, P. & Klein Wolt, K. (2012). *Single-bicycle crash types and characteristics*. In: Cycling Research International, vol. 2, p. 119-135.
- [69]. Reurings, M.C.B., Vlakveld, W.P., Twisk, D.A.M., Dijkstra, A., et al. (2012). *Van fietsongeval naar maatregelen: kennis en hiaten; Inventarisatie ten behoeve van de Nationale Onderzoeksagenda Fietsveiligheid (NOaF)*. R-2012-8. SWOV, Leidschendam.
- [70]. Provincie Fryslân (2017). *CycleRap. Presentatie voor het IPO vakberaad verkeersveiligheid van 24 november 2017*. Provincie Fryslân, Leeuwarden.
- [71]. Rolink, N. (2012). *Masterplan fietspaden Drenthe en Ooststellingwerf. In opdracht van Recreatieschap Drenthe*. Roelofs, Den Ham.
- [72]. OECD/ECMT (2006). *Speed management*. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, Paris.
- [73]. Elvik, R. (2009). *The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses*. Institute of Transport Economics, Oslo.
- [74]. Aarts, L.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes; a review*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 38, p. 215-224.
- [75]. Tingvall, C. & Haworth, N. (1999). *Vision Zero: An ethical approach to safety and mobility*. In: 6th ITE International Conference - Road Safety and Traffic Enforcement: Beyond 2000. Melbourne.

- [76]. Van Schagen, I.N.L.G., Commandeur, J.J.F., Stipdonk, H.L., Goldenbeld, C., et al. (2010). *Snelheidsmetingen tijdens de voorlichtingscampagne 'Hou je aan de snelheidslimiet'*. D-2010-9. SWOV, Leidschendam.
- [77]. SWOV (2016). *Snelheid en snelheidsmanagement*. SWOV-Factsheet, november 2016. SWOV, Den Haag.
- [78]. Lie, A. & Tingvall, C. (2002). *How do Euro NCAP results correlate with real-life injury risks? A paired comparison study of car-to-car crashes*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 3, nr. 4, p. 288-293.
- [79]. Vries, Y.W.R. de (2006). *To what extent does improved vehicle crashworthiness contribute towards a reduction in fatalities and severe injuries?* TNO Report 09.OR.SA.020.1/YdV. TNO Automotive, Delft.
- [80]. ETSC (2009). *2010 on the horizon. 3rd road safety PIN-report*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels.
- [81]. ETSC (2016). *How safe are new cars sold in the EU? PIN Flash report 30*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels.
- [82]. Erke, A. (2008). *Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: A review of empirical evidence*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 40, nr. 1, p. 167-173.
- [83]. Rizzi, M., Strandroth J., Kullgren A., Tingvall C., et al. (2015). *Effectiveness of motorcycle Antilock Braking Systems (ABS) in reducing crashes, the first cross-national study*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 16, nr. 2, p. 177-183.
- [84]. Kahane, C.J. & Dang, J.N. (2009). *The long-term effect of ABS in passenger cars and LTVs*. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.
- [85]. Jagtman, H.M., Marchau, V.A.W.J. & Heijer, T. (2001). *Current knowledge on safety impacts of Collision Avoidance Systems (CAS)*. In: the 5th conference on Technology, Policy and Innovation. 26-29 June 2001, The Hague.
- [86]. Fredriksson, R. & Rosén, E. (2012). *Integrated pedestrian countermeasures – Potential of head injury reduction combining passive and active countermeasures*. In: Safety Science, vol. 50, nr. 3, p. 400-407.
- [87]. Glassbrenner, D. & Starnes, M. (2009). *Lives saved calculations for seat belts and frontal air bags*. NHTSA Technical Report DOT HS 811 206. NHTSA, Washington, D.C.
- [88]. Mizuno, K., Ikari, T., Tomita, K. & Matsui, Y. (2007). *Effectiveness of seatbelt for rear seat occupants in frontal crashes. ESV paper 07-0224*. In: the 20th International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles ESV. 18-21 June 2007, Lyon, France.
- [89]. Hair-Buijssen, S. de, Malone, K., Veen, J. van der, Versmissen, T., et al. (2010). *VRU Airbag; Effectiveness study*. TNO-033-HM-2010-00695/2P. TNO Science and Industry, Delft.
- [90]. Kampen, L.T.B. van & Schoon, C.C. (1999). *De veiligheid van vrachtauto's; Een ongevals- en maatregelenanalyse*. R-99-31. SWOV, Leidschendam.

[91]. I&O Research (2018). *Rijden onder invloed in Nederland in 2002-2017: ontwikkeling van het alcoholgebruik van automobilisten in weekendnachten*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving WVL, Den Haag.

[92]. Houwing, S., Hagenzieker, M., Mathijssen, R., Bernhoft, I.M., et al. (2011). *Prevalence of alcohol and their psychoactive substances in drivers in general traffic. Part 1: General results; Part 2: Country reports*. Deliverable 2.2.3 of the EU FP6 project DRUID, Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines. European Commission, Brussels.

[93]. Blomberg, R.D., Peck, R.C., Moskowich, H., Burns, M., et al. (2005). *Crash risk of alcohol involved driving: A case-control study*. Dunlap and Associates, Inc., Stamford.

[94]. Hels, T., Bernhoft, I.M., Lyckegaard, A., Houwing, S., et al. (2011). *Risk of injury by driving with alcohol and other drugs*. European Commission, Deliverable D2.3.5 of the EU FP6 project DRUID, Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines. Brussels.

[95]. Socie, E., Duffy, R.E. & Erskine, T. (2012). *Substance use and type and severity of injury among hospitalized trauma cases: Ohio, 2004-2007*. In: Journal of Studies on Alcohol and Drugs, vol. 73, nr. 2, p. 260–267.

[96]. SWOV (2018). *Rijden onder invloed van alcohol*. SWOV-Factsheet, juni 2018. SWOV, Den Haag.

[97]. Brown, J., Griffiths, M. & Paine, M. (2002). *Effectiveness of child restraints; The Australian experience*. Research Report RR06/02. Australian New Car Assessment Program ANCAP.

[98]. Schoon, C.C. & Kampen, L.T.B. van (1992). *Effecten van maatregelen ter bevordering van het gebruik van autogordels en kinderzitjes in personenauto's*. R-92-14. SWOV, Leidschendam.

[99]. Liu, B.C., Ivers, R., Norton, R., Boufous, S., et al. (2008). *Helmets for preventing injury in motorcycle riders*. In: Cochrane Database of Systematic Reviews 2008.

[100]. Olivier, J. & Creighton, P. (2017). *Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis*. In: International Journal of Epidemiology, vol. 46, nr. 1, p. 278-292.

[101]. Goudappel Coffeng (2010). *Beveiligingsmiddelen in de auto 2010* Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, afdeling Veiligheid, Rotterdam.

[102]. Hakkert, A.S., Gitelman, V. & Vis, M. (2007). *Road safety performance indicators: Theory*. Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet. European Commission, Brussels.

[103]. Kuiken, M. & Stoop, J. (2012). *Verbetering van fietsverlichting. Verkenning van beleidsmogelijkheden*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft.

[104]. Madsen, J.C., Andersen, T. & Lahrman, H.S. (2013). *Safety effects of permanent running lights for bicyclists: a controlled experiment*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 50, p. 820-829.

[105]. Elvik, R., Christensen, P. & Olsen, S.F. (2003). *Daytime running lights; A systematic review of effects on road safety*. Report 688/2003. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

[106]. SWOV (2018). *Openbare en voertuigverlichting*. SWOV-Factsheet, juli 2018. SWOV, Den Haag.



- [107]. Goudappel Coffeng & NDC Nederland (2018). *Lichtvoering fietsers 2017/2018*. RD2014/Zgl/0030.01. Rijkswaterstaat Dienst Water Verkeer en Leefomgeving, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
- [108]. Dingus, T.A., Guo, F., Lee, S., Antin, J.F., et al. (2016). *Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data*. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS.
- [109]. Stelling-Kończak, A. (2018). *Cycling safe and sound. The impact of quiet electric cars, listening to music and conversing on the phone on cyclists' auditory perception and cycling safety*. Proefschrift TU Delft, SWOV, Den Haag.
- [110]. SWOV (2012). *Vermoeidheid in het verkeer: oorzaken en gevolgen*. SWOV-Factsheet, augustus 2012. SWOV, Leidschendam.
- [111]. Broeks, J. & Bijlsma-Boxum, J. (2017). *Apparatuurgebruik automobilisten*. Rijkswaterstaat, Utrecht.
- [112]. Broeks, J. & Zengerink, L. (2016). *Eenmeting apparatuurgebruik fietsers*. Rijkswaterstaat, Utrecht.
- [113]. Broeks, J. & Zengerink, L. (2017). *Vervolgmeting apparatuurgebruik fietsers*. Rijkswaterstaat, Utrecht.
- [114]. SWOV (2018). *Afleiding in het verkeer*. SWOV-Factsheet, juli 2018. SWOV, Den Haag.
- [115]. Weijermars, W.A.M., Stipdonk, H.L., Aarts, L.T., Bos, N.M., et al. (2014). *Verkeersveiligheidsbalans 2000-2012. Oorzaken en gevolgen van verkeersonveiligheid*. R-2014-24. SWOV, Den Haag.
- [116]. Gijsen, R., Kommer, G.J., Kramer, A.J.W. & De Koning, J.S. (2009). *Prestatie-indicatoren voor de spoedeisende keten*. Rapport 270111002/2009. RIVM, Bilthoven.
- [117]. Sánchez-Mangas, R., García-Ferrer, A., De Juan, A. & Martín Arroyo, A. (2010). *The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response?* In: Accident Analysis & Prevention, vol. 42, nr. 4, p. 1048-1056.
- [118]. Berg, M.J. van den, Boer, D. de, Gijsen, R., Heijink, R., et al. (2014). *Zorgbalans 2014; De prestaties van de Nederlandse gezondheidszorg*. RIVM rapport 2014-0038. RIVM, Bilthoven.
- [119]. Mesken (ed.), J. (2012). *Risicoverhogende factoren voor verkeersveiligheid; Inventarisatie en selectie voor onderzoek*. D-2012-12. SWOV, Leidschendam.

# 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)