TU Delft

Delft University of Technology

Verkeersmanagement en verkeersveiligheid

Een quick scan analyse

Wilmink, Isabel; Taale, Henk

Publication date
2018

Document Version
Final published version

Citation (APA)
Wilmink, I., & Taale, H. (2018). *Verkeersmanagement en verkeersveiligheid: Een quick scan analyse*. TrafficQuest.

Important note
To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright
Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy
Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

This work is downloaded from Delft University of Technology.
For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.

TrafficQuest

CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

TrafficQuest rapport

Verkeersmanagement en verkeersveiligheid

Een quick scan analyse

Colofon

Auteurs	Isabel Wilmink (TNO) Henk Taale (Rijkswaterstaat & TU Delft)
Datum	31 mei 2018
Versienummer	1.0
Uitgegeven door	TrafficQuest Postbus 5044 2600 GA DELFT
Informatie	Henk Taale
Telefoon	+31 88 798 24 98

TrafficQuest is een samenwerkingsverband van

TNO innovation for life · TU Delft · Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu

TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

Verkeersmanagement en Verkeersveiligheid

Een quick scan analyse

31 mei 2018

Inhoudsopgave

Voorwoord 5
1. Waarom een challenge over verkeersveiligheid? 6
1.1. Achtergrond 6
1.2. Aanpak challenge 6
2. Relatie verkeersveiligheid en verkeersmanagement 8
2.1. Toename verkeersonveiligheid 8
2.2. Aanknopingspunten in de ongevallencijfers 10
2.3. Effecten van verkeersmanagement en rijtaakondersteuning 12
2.4. Verkeersmanagement in verkeersveiligheidsbeleid 15
2.5. Verkeersveiligheid in verkeersmanagementprogramma's 17
3. Experts over verkeersveiligheid 18
4. Hoe nu verder? 23
Literatuur 25
Bijlage 1: Geïnterviewden 27

Voorwoord

Ook al is TrafficQuest niet meer als officieel als samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat, TNO en de TU Delft actief, een aantal activiteiten voeren we nog steeds uit. Jaarlijks publiceren we het boekje 'Verkeer in Nederland', en we doen een aantal *challenges*. Deze challenges zijn bedoeld om specifieke onderwerpen die met verkeersmanagement te maken hebben op te pakken en nader uit te werken. Na de challenge 'Vervanging wegkantsystemen door in-car-systemen'[1] heeft de tweede TrafficQuest challenge als onderwerp 'Verkeersmanagement en verkeersveiligheid'. Dit onderwerp kwam naar boven doordat we in de laatste paar edities van 'Verkeer in Nederland' steeds moesten rapporteren dat het met de verkeersveiligheid niet beter ging, zoals de trend was in de laatste decennia, maar eerder slechter. Dat geldt als we kijken naar het aantal doden, maar zeker ook voor het aantal ernstig gewonden. Daarom stelden we ons de vraag: wat kunnen we met verkeersmanagement bijdragen aan een verbetering van de verkeersveiligheid? Zoals geschreven werd in een artikel dat we tijdens een literatuurscan tegenkwamen [Jinlin et al., 2009]: "Traffic accidents cause enormous losses for our country and plenty of national assets drain away every year, and therefore the task of traffic management is weightier than Mount Tai"[2]. Wij rapporteren in dit document wat we over de relatie tussen verkeersveiligheid en verkeersmanagement hebben opgehaald bij een aantal Nederlandse verkeersveiligheidsexperts.

De auteurs,
Isabel Wilmink (TNO)
Henk Taale (RWS)

[1] http://www.traffic-quest.nl/images/stories/documents/Challenges/verslag_challenge_wegkantsystemen_v1.0.pdf
[2] Mount Tai is een berg van ruim 1500m, in de provincie Shandong in China. De berg is van historisch en cultureel belang: het is de meest oostelijke berg van de vijf heilige bergen van het taoïsme.

1. Waarom een challenge over verkeersveiligheid?

1.1. Achtergrond

De verkeersveiligheidsstatistieken van Nederland lieten jarenlang een dalende lijn zien voor wat betreft het aantal slachtoffers (gewonden en doden). Een aantal jaren geleden veranderde de dalende trend echter in een weer stijgende trend, eerst voor het aantal (zwaar)gewonden en daarna ook voor het aantal doden [TrafficQuest, 2017]. Deze ongewenste verandering van de trend is aanleiding om extra aandacht te besteden aan verkeersveiligheid en alle mogelijke maatregelen om de verkeersveiligheid te verbeteren te bekijken. Eén van de mogelijke maatregelen om de verkeersveiligheid te verbeteren is de inzet van verkeersmanagement(maatregelen). Verkeersmanagementmaatregelen worden meestal ontworpen vanuit het perspectief van een verbeterde doorstroming, maar kunnen (in hun huidige vorm of in een aangepaste vorm) ook ingezet worden voor verkeersveiligheid. Een voorbeeld van een gecombineerde verkeersveiligheids- en verkeersmanagementmaatregel is het MTM-systeem met filestaartbeveiliging en strookmanagement. Maar ook andere maatregelen kunnen misschien bijdragen aan een grotere verkeersveiligheid.

1.2. Aanpak challenge

Rijkswaterstaat en TNO hebben een *challenge* uitgevoerd om in kaart te brengen of en hoe we met verkeersmanagementstrategieën en -maatregelen de verkeersveiligheid kunnen verbeteren. Vragen daarbij waren:

- Welke maatregelen dragen bij aan verkeersveiligheid, of hebben de potentie om bij te dragen, en moeten daarom versterkt worden?
- Welke maatregelen dragen niet bij aan verkeersveiligheid, of kunnen de verkeersveiligheid zelfs negatief beïnvloeden?
- Welke aanvullende maatregelen kunnen de effecten van de inzet van verkeersmanagement ten behoeve van verkeersveiligheid ondersteunen?
- Hoe zouden we de voor de verkeersveiligheid goede maatregelen beter kunnen inzetten?

Het doel van deze *challenge* was om te verkennen hoe met verkeersmanagement bijgedragen kan worden aan een verbeterde verkeersveiligheid, welke verkeersmanagementmaatregelen gestimuleerd zouden kunnen worden, hoe we de inzet van deze maatregelen kunnen bevorderen en welke juist ontmoedigd moeten worden.

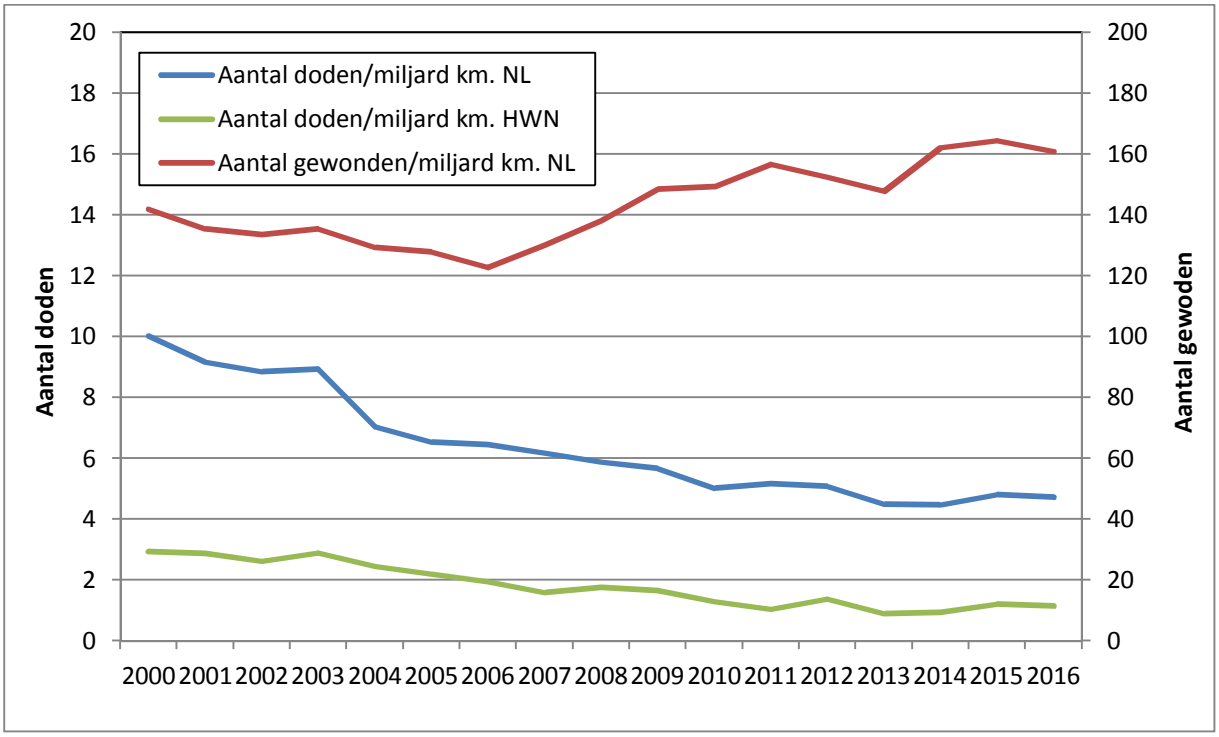
De eerste stap in de *challenge* was het verkennen van de literatuur: wat is er te vinden over de relatie tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid? Welke verkeersmanagementfuncties hebben een duidelijk verkeersveiligheidsdoel? Wat weten we over de verkeersveiligheidseffecten van verkeersmanagementsystemen, zowel van wegkant- als in-carsystemen?

Vervolgens werden interviews gehouden met experts op het gebied van verkeersveiligheid. Zij gaven aan welke rol zij voor traditionele en innovatieve verkeersmanagementmaatregelen en verkeersmanagementsystemen zien en hoe die rol versterkt kan worden. Op basis daarvan is een aantal conclusies en aanbevelingen geformuleerd.

2. Relatie verkeersveiligheid en verkeersmanagement

2.1. Toename verkeersonveiligheid

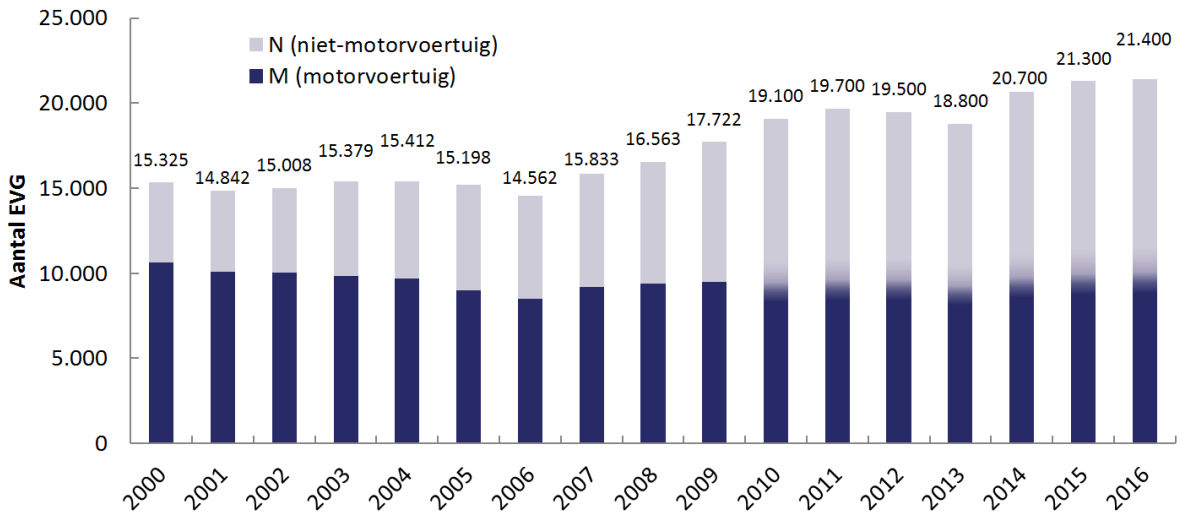
Zoals we al eerder berichtten [TrafficQuest, 2017], steeg een aantal jaren lang het aantal verkeersdoden en het aantal gewonden per miljard gereden kilometers (zie Figuur 1). Weliswaar is te zien dat in 2016 er sprake is van een kleine daling van het aantal slachtoffers per miljard gereden kilometers ten opzichte van het jaar ervoor, toch zijn de cijfers van het afgelopen decennium niet geruststellend te noemen en iets om goed in de gaten te houden. De hoeveelheid verkeer neemt namelijk nog steeds toe en het ombuigen van deze opwaartse trend vereist gerichte maatregelen.



Figuur 1: Ontwikkeling relatieve aantal verkeersdoden en gewonden (bron: RWS en CBS)

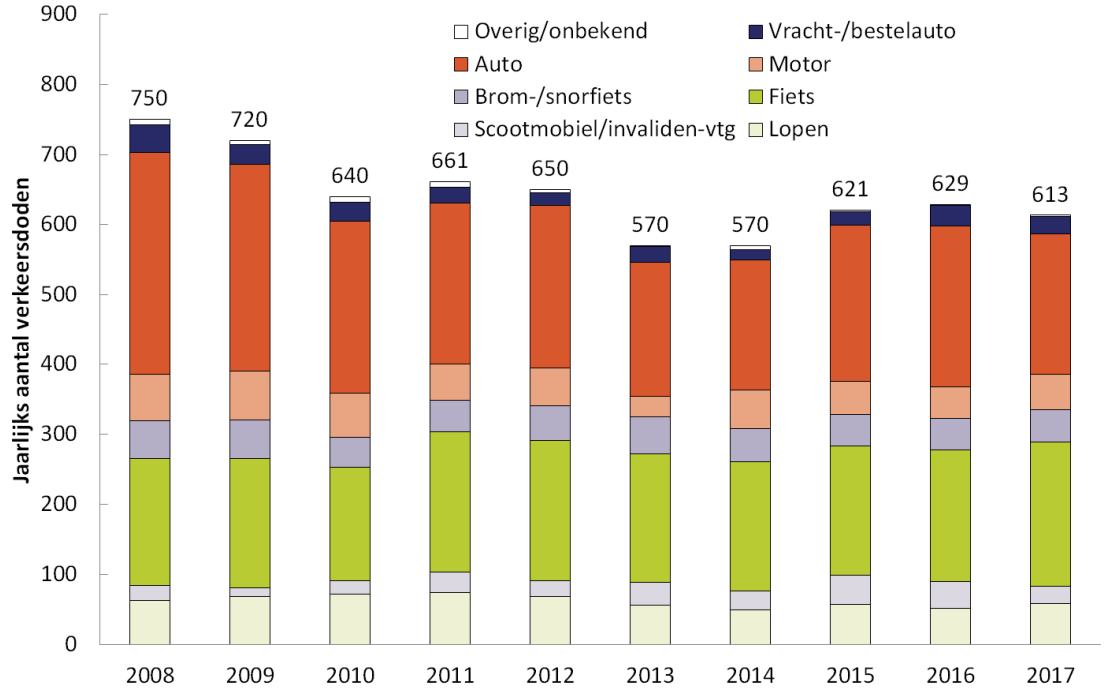
Cijfers van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) laten de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden in de periode 2000 tot en met 2016 zien (zie Figuur 2 [SWOV, 2017]). Hoewel in 2012 en 2013 sprake was van een daling, steeg in de jaren erna het aantal ernstig verkeersgewonden, naar 21.400 in 2016 (het hoogste aantal sinds het begin van de registratie in 1993).

In de figuur wordt onderscheid gemaakt naar motorvoertuigongevallen (M-ongevallen) en niet-motorvoertuigongevallen (N-ongevallen). Het aantal ernstig verkeersgewonden in ongevallen zonder motorvoertuig blijft stijgen, terwijl het aantal ernstig verkeersgewonden in ongevallen met motorvoertuig sinds 2006 lijkt te stabiliseren. Omdat inmiddels naar schatting ruim de helft van de ernstig verkeersgewonden in ongevallen zonder motorvoertuig valt, is het zaak om bij het verkennen van de mogelijkheden om met verkeersmanagement de verkeersveiligheid te verbeteren ook goed te kijken naar niet-gemotoriseerd verkeer, bijvoorbeeld fietsers.



Figuur 2: Geschat werkelijk aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland sinds 2000. Na 2009 is de exacte verdeling tussen N- en M-slachtoffers onzeker. Bronnen: DHD, IenW en SWOV.

Figuur 3 toont de ontwikkeling van het (door CBS vastgestelde) aantal verkeersdoden in de laatste tien jaar, naar vervoerswijze [SWOV, 2018a]. Ook daaruit is af te leiden dat er aandacht moet zijn voor fietsers, omdat hun aandeel in de verkeersdoden al een tijd toeneemt. Maar de cijfers laten ook zien dat in 2015 en 2016 het aantal doden onder auto-inzittenden steeg, terwijl in de jaren ervoor nog sprake was van een sterke daling. In 2017 lag het aantal doden weer iets lager dan in de twee jaren ervoor.



Figuur 3: Verkeersdoden in Nederland in de laatste tien jaar, naar vervoerswijze (CBS Statline).

2.2. Aanknopingspunten in de ongevallencijfers

Om te bekijken welke verkeersmanagementmaatregelen en -systemen interessant zijn in de context van verkeersveiligheid, kunnen we kijken naar de oorzaken en toedracht van ongevallen. Omgekeerd kunnen nu ingezette verkeersmanagementfuncties bekeken worden; in een aantal gevallen is van deze functies al aangegeven of het verhogen van de veiligheid een doel is van de functie en op welk gedrag de functie aangrijpt.

Ongevalsoorzaken op doorgaande wegen

Er is een grote variatie in wat in de verkeersveiligheidsliteratuur als ongevalsoorzaken genoemd worden, van heel algemeen tot heel gedetailleerd. In sommige gevallen is het lastig een direct verband te leggen met verkeerskundige functionaliteiten, zoals wanneer als oorzaken genoemd worden afleiding, vermoeidheid, rijden onder invloed of jonge/onervaren/agressieve/asociale bestuurders. In andere gevallen is het verband duidelijk, als bijvoorbeeld de omstandigheden of bepaalde manoeuvres als oorzaak genoemd worden. Onder omstandigheden vallen zaken zoals slecht weer, slecht wegdek, wegwerkzaamheden en overstekende dieren, en onder manoeuvres valt rijgedrag zoals spookrijden, bumperkleven, ongeoorloofde bewegingen (bijvoorbeeld bij afslaan), en door rood rijden.

De ongevalsregistratie bevat informatie over aard en toedracht van ongevallen. Dit betreft een deel van de ongevallen die plaats hebben gevonden (de registratie is ver onder de 100%). De registratie bevat ook niet altijd alle gewenste informatie over aard en toedracht, waardoor het moeilijk is een goed oordeel te vormen over welke ongevalsoorzaken op de doorgaande wegen de belangrijkste zijn. Heel vaak wordt bij de aard van het ongeval ‘overig’ aangegeven, en bij de toedracht ‘onbekend’. Als aard en toedracht wel ingevuld worden, is het vaak nog steeds lastig om een relatie met verkeersmanagementfunctionaliteiten te leggen. Bijvoorbeeld, als de toedracht ‘afstand’ is, waardoor was die afstand dan zodanig dat dit als toedracht genoemd werd?

Hieronder een greep uit bevindingen zoals gerapporteerd over het hoofdwegennet in Nederland in [RWS, 2015]:

- Kop-staartongevallen hebben het grootste aandeel qua geregistreerde ernstige slachtofferongevallen.
- Als het enkel om dodelijke ongevallen gaat, hebben enkelvoudige ongevallen het grootste aandeel.
- Op snelwegen hebben kop-staartongevallen het grootste aandeel, met als toedracht ‘afstand’.
- Op autowegen hebben frontale botsingen met als toedracht ‘verkeerde manoeuvre’ het grootste aandeel.
- Rondom kruispunten gaat het vooral om flankaanrijdingen, met als toedracht ‘voorrang/rood licht’.
- In de nacht vinden minder ongevallen plaats dan overdag, maar in relatie tot het aantal afgelegde kilometers, dat 's nachts veel lager ligt, vinden er 's nachts meer ongevallen plaats dan overdag.
- Het risicocijfer (gemeten over de periode 2013-2015) op autosnelwegen met een snelheidslimiet van 130 km/u ligt met 7,5 ernstige slachtofferongevallen per miljard gereden voertuigki-

lometers hoger dan het risicocijfer op autosnelwegen met een snelheidslimiet van 120 km/u, waar 5,4 ernstige slachtofferongevallen per miljard gereden voertuigkilometers waren.

Verkeersmanagementfuncties en hun relatie tot verkeersveiligheid

Verkeersmanagementfuncties kunnen ingezet kunnen worden om iets te doen bovengenoemde ongevalsoorzaken, maar dan is vaak wel meer informatie nodig. Kop-staartbotsingen hebben als toedracht veelal 'afstand', maar waarom is die afstand niet voldoende? Schat men niet goed in welke snelheid of welke volgafstand men moet houden? Er zijn maatregelen of systemen die daarbij kunnen helpen, doordat ze bijvoorbeeld meer ruimte scheppen (lagere dichtheid van het verkeer), of omdat ze bestuurders de helpen een juiste snelheid en afstand aan te houden. In de interviews met experts is specifiek gevraagd naar maatregelen en systemen die kunnen helpen om de kans op ongevallen te minimaliseren. Een lijst met verkeersmanagementfunctionaliteiten die nu al toegepast worden kan hierbij helpen. TrafficQuest heeft in 2015 zo'n lijst met verkeersmanagementfunctionaliteiten op het hoofdwegennet opgesteld[3]. Uit deze lijst hebben we de functionaliteiten geselecteerd die een duidelijke relatie tot verkeersveiligheid hebben (zie *Tabel 1*), in die zin dat een belangrijk doel van de inzet van deze functionaliteiten het verhogen van de verkeersveiligheid is. Sommige functionaliteiten worden op het hele wegennet aangeboden (bijvoorbeeld statische snelheidslimieten), andere alleen op geselecteerde wegvakken (zoals variabele snelheidslimieten). Een deel van de functionaliteiten wordt niet alleen via wegkantsystemen aangeboden, maar ook via in-carsystemen (zoals navigatiesystemen die de bewegwijzering aanvullen of overbodig maken). De verwachting is dat steeds meer functionaliteiten ook in het voertuig aangeboden zullen worden. Bij de functionaliteiten in Tabel 1 wordt soms al de aanleiding voor de inzet ervan gegeven, zoals slechte weersomstandigheden of suboptimale vormgeving van de weg.

Tabel 1: Verkeersmanagementfunctionaliteiten met relatie tot verkeersveiligheid

Categorie	Functionaliteit
Monitoren	Detecteren gevaarlijke situaties (slecht wegdek, gladheid, weer, mist)
	Detecteren verstoring (incl. stilstand detectie)
	Schouwen spitsstrook
Informeren	Bewegwijzering (excl. snelheidslimiet)
	Filestaartbeveiliging algemeen
	Informeren over netwerktoestand (files, vertragingen, blokkades, incidenten, restduur en restcapaciteit, WIU, maximum snelheid, open brug, actieve maatregelen, context informatie)
	Informeren over rijstrookindeling (strookconfiguraties)
Waarschuwen	Waarschuwen voor bumperkleven
	Waarschuwen voor gevaarlijke situatie (bijv. wind, mist, gladheid, krappe bocht, spoorvorming, slecht wegdek, spookrijder)
	Waarschuwen voor naderen van kruispunt (groene golf, groene golf vrachtverkeer, adviessnelheid)
	Waarschuwen voor verstoringen (bijv. open brug, incident, stilstaand voertuig, afgevallen landing, bermbrand, WIU)

[3] Taale, H. (2015), Beschrijving van overzicht met indeling in functies, TrafficQuest, 19 augustus 2015 (spreadsheet).

Categorie	Functionaliteit
Adviseren	Adviseren over rijstrook
	Adviseren over snelheid
Gebieden / verbieden	Filestaartbeveiliging met verlaagde snelheidslimiet
	Homogeniseren (o.a. filegolf dempen en snelheidsdeken)
	Rijstrook open/dicht
	Snelheidslimiet (statisch)
	Snelheidslimiet (variabel)
	Stoppen van verkeer
	Verkeer doseren
	Verkeer beter laten stromen
	Verkorten duur verstoring

Literatuur specifiek over de relatie verkeersmanagement – verkeersveiligheid

Er is een snelle scan uitgevoerd van beschikbare literatuur waarin de relatie tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid aan bod komt. Er zijn geen artikelen gevonden die specifiek ingaan op het verbeteren van de verkeersveiligheid door het toepassen van verkeersmanagement. Een groot deel van de wetenschappelijke literatuur over verkeersveiligheid richt zich op het in kaart brengen van de aard en locatie van ongevallen en kijkt naar factoren als wegontwerp, gedrag van bestuurders, afleiding, voertuigtechnologie (passieve en actieve veiligheid), handhaving en educatie. Verkeersmanagement wordt daar niet als specifieke maatregelcategorie benoemd.
In 2014 heeft SWOV een studie uitgevoerd naar (aanvullende) maatregelen om verkeersveiligheid te verbeteren. Daarin wordt verkeersmanagement wel genoemd als gedacht wordt aan gebieden waarop interessante (technologische) ontwikkelingen plaats kunnen vinden. Bij de concrete maatregelen komen echter alleen snelheidsmaatregelen (dynamische snelheidslimieten, Intelligent Speed Adaptation) aan bod [SWOV, 2014].

2.3. Effecten van verkeersmanagement en rijtaakondersteuning

Literatuur over verkeersmanagement bespreekt vaak in kwalitatieve zin de (verwachte) verkeersveiligheidsbaten van verkeersmanagement, zoals dat door het verminderen van congestie, variabele snelheidslimieten of het beter afstellen van verkeerslichten de verkeersveiligheid verbetert. Er zijn ook diverse bronnen die ingaan op de (potentiële en gemeten) kwantitatieve verkeersveiligheidseffecten van verkeersmanagementmaatregelen. Ook grootschalige evaluaties van incarsystemen (veelal uitgevoerd in Europese projecten) hebben naar de veiligheidseffecten van autonome en coöperatieve ITS systemen gekeken. TrafficQuest heeft in een aantal documenten de (gemeten & ingeschatte) veiligheidseffecten van verkeersmanagement- en C-ITS maatregelen op een rijtje gezet. Zo zijn in [Taale & Schuurman, 2015] gegevens te vinden over de effecten van wegkantsystemen. In de meeste gevallen worden geen cijfers gegeven, maar wordt gesproken van toe- of afname van de verkeersveiligheid. Van de verkeerssignalering (die diverse functionaliteiten omvat, zoals filestaartbeveiliging, variabele snelheidslimieten en strookmanagement) worden de grootste veiligheidseffecten gerapporteerd: een afname van het aantal ongevallen met 15-45%.

Snelheidsmaatregelen (niet aan files gerelateerd) kunnen zowel positieve als negatieve effecten hebben, waarbij de invoering van de 130 km/u limiet (i.p.v. een limiet van 100 of 120 km/u) leidt tot een afname van de verkeersveiligheid. De invoering van dynamische snelheidslimieten leidde alleen bij de verlaagde limiet bij hevige regen tot een toename van de veiligheid (de weggebruikers verminderden hun snelheid meer dan ze zonder de verlaagde limiet zouden doen en kwamen zo dichter bij een passende snelheid voor omstandigheden met verminderd zicht en een langere remweg). Bij de overige toepassingen (hogere limiet bij lage intensiteiten, lagere limiet bij slechte luchtkwaliteit en bij filegolven) is het verwachte effect verwaarloosbaar, omdat de limiet weinig van toepassing is of de gemiddelde snelheid er nauwelijks door veranderde. Toeritdosering verbeterde de verkeersveiligheid op een aantal plaatsen (waaronder de toeritten op de A10), op een enkele plek (de A12 bij Zoetermeer) bleef de verkeersveiligheid gelijk. Inhaalverboden leidden in sommige gevallen tot een toename van de verkeersveiligheid, soms bleef de veiligheid gelijk. Spits- en plusstroken lieten soms een licht positieve verandering zien, soms ook geen verandering. Van veel veranderingen aan verkeersregelingen is de impact op veiligheid niet onderzocht, waar dat wel gebeurde werden zowel positieve effecten gerapporteerd als gelijkblijvende verkeersveiligheid. Hetzelfde geldt voor route-informatie.

Een TrafficQuest memo [Taale et al., 2016] bevat cijfers t.a.v. de veiligheidseffecten van C-ITS uit twee overzichtsrapporten [Wilmink et al., 2014][Asselin-Miller & Biedka, 2015]. Tabel 2 toont per C-ITS applicatie het (veelal geschatte) effect op de verkeersveiligheid, en gebruikt cijfers uit de Europese projecten DRIVE C2X en COBRA. Dit betreft de effecten op het aantal doden en gewonden opgeschaald naar een Europees niveau voor 2030 met een aanname over het gebruik van de betreffende dienst of cluster van diensten.

Tabel 2: Inschatting effecten C-ITS toepassingen op aantal doden en gewonden

C-ITS toepassing	**DRIVE C2X**	**COBRA**
In-Vehicle Signage	-5,00% tot -16,0%	-4,80% tot -7,20%
Approaching Emergency Vehicle Warning	-0,10% tot -0,80%	
Road Works Warning	-0,50% tot -1,90%	-2,50% tot -0,20%
Green Light Optimal Speed Advice	-0,12% tot -0,25%	
Weather Warning	-1,25% tot -3,50%	
Traffic Jam Ahead Warning	-0,20% tot -2,50%	-2,00% tot -7,00%
Emergency Electronic Break Lights	-0,25% tot -2,75%	
Hazardous Location Warning		-3,70% tot -5,30%
eCall		-1,00% tot -2,00%
Intelligent Speed Adaptation		-3,60% tot -5,50%

De cijfers uit DRIVE C2X en COBRA zijn door het C-ITS Deployment Platform gebruikt in een aantal uitrolscenario's van C-ITS services. Deze studie probeerde aan de hand van verschillende bronnen iets te zeggen over de kosten en baten van een bepaald scenario in de jaren vanaf 2015. Voor heel Europa voorspelt het rapport een afname van 7% in het aantal verkeersdoden en gewonden voor 2030 in Europa, uitgaande van het meest voor de hand liggende scenario, waarbij er aannames zijn gedaan voor penetratiegraad en gebruik van de C-ITS diensten. Voor dit scenario worden de volgende effecten op de verkeersveiligheid gerapporteerd:

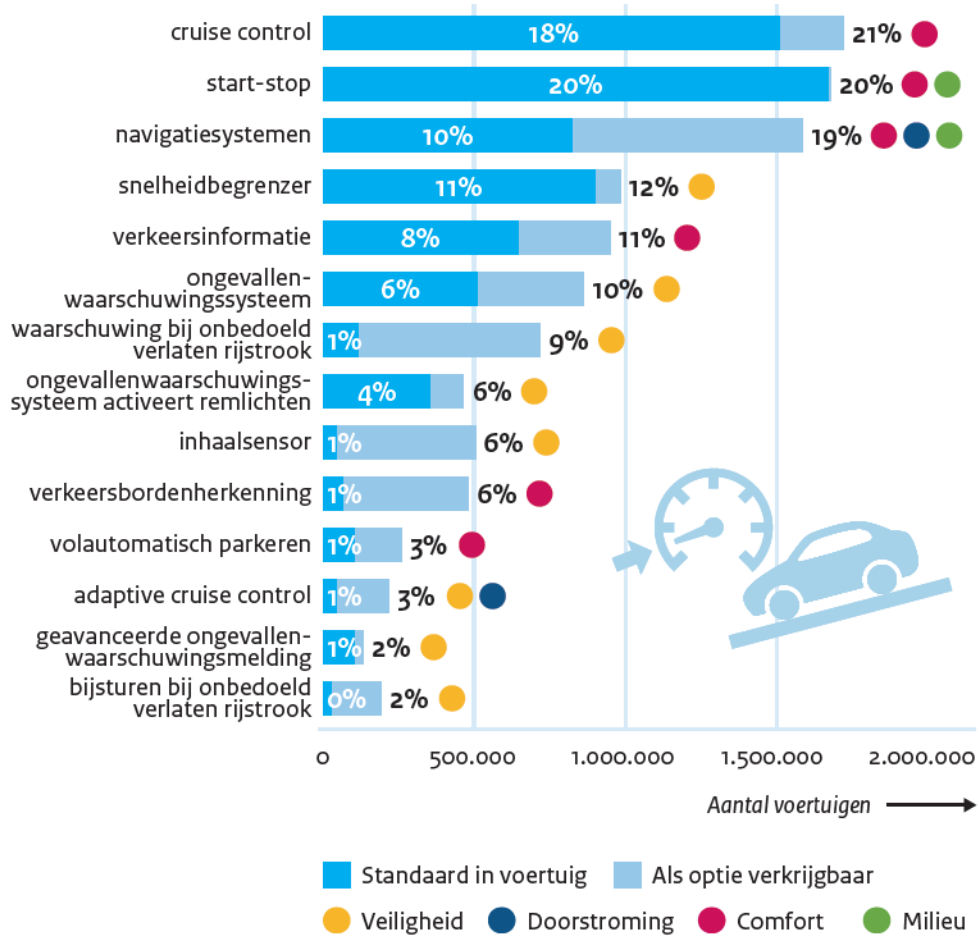
- Verkeersdoden: gereduceerd met ca. 500 per jaar in 2030;
- Zwaargewonden: gereduceerd met ca. 14.000 per jaar in 2030;
- Lichtgewonden: gereduceerd met ca. 46.500 per jaar in 2030;
- Ongevallen met uitsluitend materiële schade: gereduceerd met ca. 46.000 per jaar in 2030.

Een eerste orde benadering van het verwachte effect van C-ITS in Nederland volgt uit de verhouding van verkeersdoden en gewonden tussen de verschillende Europese landen in 2013. Als we deze verhouding toepassen, dan zijn er in Nederland de volgende effecten op de verkeersveiligheid te verwachten

- jaarlijks 9 verkeersdoden minder,
- jaarlijks 550 gewonden (125 zwaar- en 425 lichtgewonden) minder.

Onlangs is het Europese project Safety Cube afgerond, waarin een Road Safety Decision Support System is opgezet (zie www.roadsafety-dss.eu/#/) . De website bevat een database met literatuur over veiligheidseffecten van een veelheid aan maatregelen, waaronder een aantal verkeersmanagementmaatregelen. Ook worden in-carsystemen behandeld. Voor een overzicht van de maatregelen wordt verwezen naar www.roadsafety-dss.eu/#/measure-search. Wat wel opvalt is dat er relatief weinig bekend is over effecten van verkeersmanagementmaatregelen op de verkeersveiligheid.

De factsheet "Slimme voertuigen - Cijfers veiligheids- en comfortsystemen wagenpark 2016" [Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018] geeft een overzicht van de huidige penetratiegraad van de belangrijkste comfort- en veiligheidssystemen in Nederland. Daarbij is ook aangegeven waar de primaire impacts verwacht worden. Het veiligheidssysteem met de hoogste penetratiegraad is de snelheidsbegrenzer, die in ruim 10% van de voertuigen aanwezig is. De penetratiegraad van de verschillende systemen zegt overigens nog niets over het gebruik van deze systemen, die lang niet altijd standaard aan staan of actief zijn [Connecting Mobility, 2017].



Figuur 4: Veiligheids- en comfortsystemen - 14 systemen met hoogste impact, marktaandeel t.o.v. totale Nederlandse wagenpark 2016 (percentages zijn afgerond)

2.4. Verkeersmanagement in verkeersveiligheidsbeleid

Het verbeteren van de verkeersveiligheid is altijd een belangrijk doel geweest in verkeers- en vervoerbeleid. Gezien de toename van het aantal verkeerslachtoffers blijft beleid nodig, en dat beleid moet rekening houden met de veranderingen in het verkeers- en vervoersysteem (o.a. toename van langzaam én van snel verkeer, steeds meer systemen langs de weg en in de auto, daardoor meer ondersteuning, maar ook meer afleiding) waardoor een andere blik op verkeersveiligheid gewenst is.

Om het aantal verkeersslachtoffers naar beneden te brengen wordt een Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030 ontwikkeld. De voortgang hiervan wordt bewaakt door een stuurgroep waarin het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, het Ministerie van Justitie en Veiligheid, het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) vertegenwoordigd zijn. Daarnaast zijn veel andere partijen betrokken, waaronder de ANWB en alle partners die recent het Manifest 'Verkeersveiligheid: een nationale prioriteit' hebben gepubliceerd. Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid (SPV) wil verkeersveiligheid vanuit een nieuw perspectief benaderen, waarbij de

nadruk komt te liggen op een proactieve aanpak op basis van risico's, in plaats van een reactieve aanpak op basis van ongevallen. De resulterende risico-gestuurde aanpak dient vervolgens verankerd te worden in lokaal, regionaal en landelijk beleid.

De brief Beleidsdoorlichting Wegen en verkeersveiligheid (van de Minister aan de Tweede Kamer, [Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2017]) zegt over het SPV het volgende: "In het strategisch plan zullen de acties van het Manifest Verkeersveiligheid uit het regeerakkoord verder worden vormgegeven samen met andere ministeries en de vele maatschappelijke organisaties die zich inzetten voor een verbetering van de verkeersveiligheid."

Het Manifest Verkeersveiligheid is opgesteld door een coalitie van 32 bij verkeersveiligheid betrokken organisaties, die de Tweede Kamer en het kabinet oproepen van verkeersveiligheid een nationale prioriteit te maken. In het manifest wordt een aantal ambities uitgesproken en worden vijf oplossingsrichtingen en daarin concrete maatregelen besproken, die liggen op het gebied van:
I. Veilige infrastructuur
II. Innovatieve middelen
III. Opleiding en gedrag
IV. Handhaving
V. Registratie, monitoring en beleid.

Het Verkeersveiligheidsmanifest geeft aan dat een substantiële verlaging van het aantal verkeersslachtoffers niet kan worden gerealiseerd met één maatregel of oplossing. Een combinatie van goede infrastructuur, veilige voertuigen en verantwoordelijk gedrag is nodig om het aantal doden en ernstig gewonden in het verkeer substantieel omlaag te brengen. Daarbij gaat het ook om het benutten van kennis, het doorzetten van effectieve aanpakken en maatregelen en effectievere verkeershandhaving. Naast een goede weginrichting en verkeershandhaving is verkeersgedrag een belangrijke pijler van het manifest – hierbij worden genoemd rijden onder invloed van alcohol, te hard rijden en afleiding door smartphones. De coalitie roept het kabinet op te onderzoeken welke middelen effectief zijn om deze problemen te bestrijden. De betrokken organisaties geven aan op welke manier zij willen bijdragen aan het behalen van de doelstellingen.

Onlangs is ook het rapport DV3 – Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030 [SWOV, 2018b] uitgebracht, dat aansluit bij het Manifest Verkeersveiligheid. De Duurzaam Veilig visie werd in de jaren negentig ontwikkeld en vervolgens op grote schaal geïmplementeerd in Nederland. Het rapport beschrijft de tweede herijking van de visie, met (deels) nieuwe verkeersveiligheidsprincipes en maatwerkoplossingen. Bij de principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem gaat het om drie *ontwerpprincipes*: functionaliteit van wegen, (bio)mechanica en psychologica. Daarnaast worden twee *organisatieprincipes* besproken: effectief belegde verantwoordelijkheid, en leren en innoveren in het verkeerssysteem. Er is meer aandacht voor kwetsbare vervoerwijzen en de competenties van oudere verkeersdeelnemers. DV3 werkt proactief en risicogestuurd, dat wil zeggen dat naast aantallen ongevallen ook risicofactoren als veiligheidsindicator ingezet worden die vervolgens beïnvloed kunnen worden om de verkeersveiligheid te verbeteren.

2.5. Verkeersveiligheid in verkeersmanagementprogramma's

Het programma Beter Benutten van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is al sinds 2011 bezig om de bereikbaarheid te verbeteren. Dat gebeurt in samenwerking met partners in de regio, zowel vanuit de wegbeheerders als het bedrijfsleven. De focus ligt hierbij op maatregelen die het gedrag van reizigers proberen te beïnvloeden, waardoor zij op een andere, slimmere manier op de bestemming komen. Dat kan door het stimuleren van het fietsgebruik, samenwerking met werkgevers, afspraken met het onderwijs of het mijden van de spits.

In de meeste Beter Benutten thema's speelt verkeersveiligheid een ondergeschikte of helemaal geen rol. Behalve bij het thema ITS, dat wordt vormgegeven door het partnerschap Talking Traffic. In Talking Traffic gaat het om het beschikbaar stellen van nieuwe soorten van reisinformatie en het optimaliseren en beter prioriteren van verkeerslichtenregelingen. Daarbij speelt de interactie met de weggebruiker en dus ook de verkeersveiligheid een belangrijke rol. De inhoud van de beschikbare informatie kan de verkeersveiligheid verbeteren, maar dan is het wel nodig om kritisch te kijken naar de manier waarop boodschappen worden gecommuniceerd.

Ook de Praktijkproef Amsterdam (PPA) heeft als doelstelling een betere doorstroming van het verkeer, maar daarnaast wordt ook gemikt op veilig verkeer en een schonere stad. En dat alles moet leiden tot nieuwe markten voor het bedrijfsleven. Kijken we naar de tot nu toe uitgevoerde projecten, dan speelde verkeersveiligheid daarin een ondergeschikte rol. Alleen bij de toepassing van apps, die persoonlijke en actuele informatie in de auto gaven voor forenzen en bezoekers van evenementen in Amsterdam, kwam het aan de orde. Gebruikers van die apps is gevraagd of dat ze dachten dat ze veiliger reden met die app. Daar kwam uit dat het merendeel van de gebruikers aangaf dat niet te weten. Bij de andere verkeersmanagementtoepassingen binnen de PPA kwam verkeersveiligheid helemaal niet of hoogstens in kwalitatieve zin in beeld. Wellicht komt verkeersveiligheid nog aan bod in de rest van het programma, dat nog loopt tot 2020.

Het mobiliteitsprogramma SmartwayZ.NL richt zich tot 2026 op een aantal corridors in Brabant, waarvan de bereikbaarheid en doorstroming moet verbeteren. Hiervoor zijn hoofddoelstellingen geformuleerd, namelijk het stimuleren van innovaties, het verbeteren van de doorstroming en een goede procesvoering. Verkeersveiligheid is, naast leefbaarheid, een secundaire doelstelling. De aanpak binnen SmarwayZ.NL varieert van smart mobility oplossingen tot het verbreden van snelwegen en het aanpakken van vervoersknooppunten. Voor de corridors worden maatregelpakketten samengesteld die op korte en lange termijn verbetering moeten bewerkstelligen, niet alleen op de doorstroming op die corridor, maar ook op de verkeersveiligheid. Zo worden bijvoorbeeld maatregelen als het weghalen van obstakels in de berm en een betere verlichting genoemd. Binnen de smart mobility toepassingen wordt ingezet op het verhogen van de verkeersveiligheid van vrachtverkeer. Daarbij gaat het om C-ITS toepassingen die de chauffeur ondersteunen bij de rijtaak en voor training.

3. Experts over verkeersveiligheid

Om de relatie tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid verder te verkennen, is een aantal experts geïnterviewd (zie bijlage 1). Deze experts hadden vanuit hun eigen rol en organisatie veel te melden over hoe zij de relatie tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid zien. De interviews leverden daarom informatie vanuit verschillende gezichtspunten, maar er kwam wel een vrij homogeen beeld uit voor wat betreft de belangrijkste punten om aan te pakken en manieren om dat te doen. In onderstaand kader staan de maatregelen en systemen opgesomd die meerdere keren in de interviews genoemd werden. Deze worden in de volgende paragrafen uitgewerkt.

Verkeersmanagementmaatregelen en -systemen die meerdere keren genoemd werden zijn:

- (In-car) systemen die de snelheid van de weggebruikers beïnvloeden – voor het houden aan de snelheidslimiet maar ook bij het inrijden op en het uitrijden van files.
- Wegkant- en in-carsystemen die de routekeuze ondersteunen en daarbij verkeersveiligheid als criterium meenemen.
- Overige rijtaakondersteunende in-carsystemen die gericht zijn op de verhoging van de verkeersveiligheid (en comfort).
- Goed ontwerp van de Human-Machine Interfaces voor in-carsystemen en smartphone apps die in het verkeer gebruikt worden.
- Waarschuwen (in het voertuig) voor gevaarlijke situaties.
- Verhogen van de geloofwaardigheid van maatregelen zoals snelheidsadviezen, maar ook optimaliseren van verkeerslichtenregelingen, gebruik rode kruizen en afzettingen bij wegwerkzaamheden.
- Wegontwerp op meer plaatsen conform Duurzaam Veilig (DV) maken. DV is weliswaar geen verkeersmanagement, maar is wel vaak genoemd.
- Conflicten tussen langzaam en snel verkeer aanpakken, in de eerste plaats door het verlagen van de conflictsnelheid.
- Vergroten van de bekendheid met de werking en effecten van rijtaakondersteunende systemen.
- Effectiever inzetten van handhavingsinspanningen.
- Gedragsbeïnvloeding om onveilig gedrag te veranderen.
- Apparatuur in het voertuig plaatsen waarmee rijgedrag gemonitord kan worden, voor bepaling van de verzekeringspremie of voor inzet bij gamingconcepten om rijgedrag te verbeteren.
- Als een ongeval al plaatsgevonden heeft: de inzet van incident management om de gevolgen van het incident zo beperkt mogelijk te houden, om zo de kans op secundaire ongevallen te verminderen.

Managen van de snelheidskeuze van weggebruikers

In de interviews werd veel gesproken over het beïnvloeden van de snelheid van voertuigen. Dat kan op allerlei manieren. Het in-carsysteem Intelligent Speed Adaptation (ISA) is een aantal keren genoemd als systeem dat er voor kan zorgen dat weggebruikers overal weten wat de geldende

snelheidslimiet is, zodat ze daar onder kunnen blijven. Daarnaast werd gesproken over navigatiesystemen die de snelheidslimiet aangeven en/of snelheidsadvies geven. Ook kan het managen van de snelheidskeuze ingezet worden om schokgolven te dempen (waarbij het uiteindelijke doel is om te voorkomen dat weggebruikers stuiten op een zeer langzaam rijdende staart van een schokgolffile). Een aantal punten behoeft nog wel aandacht:

- De systemen die beschikbaar zijn, worden lang niet altijd gebruikt door bestuurders. Zo worden navigatiesystemen met informatie over de snelheidslimiet nog steeds maar op een beperkt deel van de ritten gebruikt.
- Sommige bestuurders zullen graag een waarschuwing krijgen als ze te hard rijden, voor andere bestuurders kan het een reden zijn een systeem (of in ieder geval de waarschuwing) uit te zetten.
- Zeer geavanceerde systemen, bijvoorbeeld Adaptive Cruise Control met informatie over de ter plekke geldende snelheidslimiet, zijn nog niet zo vormgegeven dat het voertuig zich dan ook automatisch aan de snelheidslimiet houdt. De bestuurder moet nog steeds de snelheid kiezen en wordt niet per se gewaarschuwd als de snelheidslimiet overschreden wordt. Als meer voertuigen uitgerust worden met functies voor automatisch rijden, en het automatiseringsniveau hoger wordt (meer taken voor het voertuig, minder voor de bestuurder), zal waarschijnlijk op meer plekken automatisch de door de wegbeheerder gewenste snelheid worden gereden.

Managen van de routekeuze van weggebruikers

Ook het managen van de routekeuze wordt gezien als een maatregel met veel potentie. Weggebruikers kiezen hun route (als ze die niet uit hun hoofd weten, of als ze willen weten welke route op dat moment het snelst is) op basis van borden langs of boven de weg, of op basis van navigatiesystemen in het voertuig. In de interviews kwamen locaties ter sprake waarvan bekend is dat de bewegwijzering verwarrend is, wat tot gevaarlijke manoeuvres kan leiden. Waar dit bekend is, kan het verbeterd worden, mits daarvoor budget beschikbaar is.

Bij navigatiesystemen wordt de wens uitgesproken dat die expliciet rekening houden met verkeersveiligheid. Dit houdt in dat in de routekeuze meegewogen wordt dat bepaalde wegtypes of wegen relatief veilig dan wel gevaarlijk zijn. Het is ook belangrijk dat de navigatiesystemen van actuele kaarten gebruik maken, zodat weggebruikers als een weg opnieuw vormgegeven is, wel de goede rijbaan opgestuurd worden (en niet bij opvolging van de instructies, als schrikbarende maar realistische mogelijkheid, spookrijder worden).

Verder is belangrijk dat de informatie die in het voertuig gegeven wordt consistent is met de informatie die langs of boven de weg gegeven wordt. Over de uitwisseling van gegevens tussen de wegbeheerder en navigatieprovider zouden afspraken gemaakt moeten worden (bijvoorbeeld over routeadviezen die op Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's) getoond worden) (zie ook [Beemster et al., 2017]).

Ondersteunen van de rijtaak

In de interviews kwamen diverse rijtaakondersteunende systemen ter sprake die bij kunnen dragen aan het verhogen van de verkeersveiligheid. ISA werd het meest genoemd, omdat het managen van de snelheid (o.a. de conflictsnelheid op kruisingen) een grote rol kan spelen. Naast ISA werden ook systemen als Adaptive Cruise Control (ACC, die de snelheid en volgtijd automatisch regelt,

nadat die ingesteld zijn door de bestuurder), en Lane Departure Warning (LDW) en Lane Keeping Support (LKS) genoemd. LDW waarschuwt de bestuurder als het voertuig over rijstrookmarkering gaat of dreigt te gaan (en de richtingaanwijzer niet gebruikt wordt); LKS houdt het voertuig zelfstandig binnen de rijstrook. Ongevallen waarbij het voertuig van de weg raakt, kunnen hierdoor voor een deel vermeden worden.
Besproken is ook dat de Human Machine Interfaces (HMI's) van diverse van deze systemen nog niet optimaal zijn en tussen fabrikanten ook erg kunnen verschillen. Een andere kanttekening was dat de verwachtingen van de effecten van deze systemen wat hoog lijken te zijn – zeker zo lang de penetratiegraad laag blijft en weinig bekend is over hoe vaak en waar bestuurders de systemen daadwerkelijk gebruiken.

Verbeteren van de Human-Machine Interface
Het ontwerpen van veilige HMI's is sowieso een aandachtspunt. Dit betreft de in voertuigen ingebouwde systemen en smartphone apps. Hierbij kunnen de 'Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services' [Kroon et al., 2016] helpen.

Waarschuwen voor gevaarlijke situaties
Er komen steeds meer mogelijkheden om te waarschuwen voor gevaarlijke situaties, ook als die onvoorspelbaar in tijd en ruimte zijn. Hierbij wordt vooral ingezet op in-carsystemen, die bestuurders waarschuwingen kunnen geven voor situaties die ze zelf nog niet kunnen zien, maar waar ze wel binnen korte tijd op zullen stuiten. De waarschuwing kan gepaard gaan met snelheids- en strookadvies. In Nederland zijn grote inspanningen gaande om allerlei waarschuwingen onderweg te kunnen geven, onder andere in het Partnership Talking Traffic[4] van het Programma Beter Benutten (zie ook paragraaf 2.5).

Verhogen van de geloofwaardigheid van maatregelen
Het is zaak om de geloofwaardigheid van maatregelen te waarborgen. Dit geldt allereerst voor snelheidsadviezen: passen die bij de situatie en bij het gedrag van het omringende verkeer (bij incarsystemen). Verkeerslichtenregelingen kunnen geoptimaliseerd worden, zodat weggebruikers niet voor een rood licht staan als niet duidelijk is waarom het licht voor hen rood is. Het moet duidelijk zijn wat de reden is als er rode kruizen boven de weg getoond worden en weggebruikers moeten daar het nut van inzien. Als er afzettingen zijn voor wegwerkzaamheden, zou ook te zien moeten zijn dat er gewerkt wordt en dat de afzetting dient om wegwerkers en materieel, en de langs de werkzaamheden rijdende weggebruiker, te beschermen.

Duurzaam Veilig op meer plaatsen inzetten
Het ontwerpen volgens de Duurzaam Veilig principes heeft veel goeds opgeleverd. Het wegontwerp zou op meer plaatsen conform Duurzaam Veilig gemaakt moeten worden.

[4] Zie http://www.talking-traffic.com/nl/ en https://www.partnershiptalkingtraffic.com/

Conflicten tussen langzaam en snel verkeer aanpakken

Er rijden steeds meer auto's rond in Nederland, en er wordt ook meer gefietst. Daarom moeten conflicten tussen langzaam en snel verkeer aangepakt worden. Begonnen kan worden met het verlagen van de conflictsnelheid – zodat gemotoriseerde voertuigen op kruisingen een lage snelheid hebben waardoor een kwetsbare verkeersdeelnemer, zoals een fietser of een voetganger, (a) meer kansen heeft om een botsing te vermijden en (b) minder zwaar gewond raakt als een botsing toch optreedt.

Vergroten bekendheid met wegkant- en in-carsystemen

Veel bestuurders kennen de beschikbare verkeersmanagement- en rijtaakondersteunende systemen nog niet (goed), en ze kennen de werking niet of zien er de baten niet van in. Dit zorgt er voor dat penetratiegraad en gebruik waarschijnlijk maar langzaam omhoog gaan en de baten die deze systemen kunnen hebben voor de verkeersveiligheid niet gerealiseerd worden. Educatie over de mogelijkheden en voordelen van de systemen kan er voor zorgen dat aanschaf en gebruik sneller omhoog gaan. Overigens dient ook zeker ingegaan te worden op de beperkingen van de systemen, zodat gebruikers er niet *teveel* vertrouwen in krijgen.

Effectief inzetten handhaving

Handhaven wordt door meerdere geïnterviewden genoemd als iets wat nodig is, maar ook lastig is, omdat er maar beperkt budget en capaciteit voor is. Er dient dus goed bekeken te worden waar en op welke tijdstippen handhaven het meest effectief is. Het is goed als er regulier overleg is tussen wegbeheerder en politie om dit af te stemmen.

Verminderen onveilig gedrag

Hier gaat het om het beïnvloeden van gedrag zonder dat daaraan een dienst of rijtaakondersteunend systeem te pas komt. Gedragsbeïnvloeding wordt gezien als iets van de lange adem. Er kan gestart worden met het beïnvloeden van kinderen, in de hoop dat zij verbeterd gedrag vol blijven houden. Op termijn wordt dan bepaald onveilig gedrag onacceptabel, of veilig gedrag juist acceptabel (denk aan het rijden met alcohol op, of het gebruik van autogordels). Zo is er inmiddels al wel het besef dat smartphonegebruik tijdens het rijden gevaarlijk is. Hier dient ook nadrukkelijk gekeken te worden naar het gedrag van fietsers en voetgangers (die nog wel eens een rood licht negeren). Belangrijk is dat meer bekend wordt over waarom men zich onveilig gedraagt en waarom mensen het moeilijk vinden om bepaald gedrag te veranderen.
Er is een relatie met handhaving (aanpakken ongewenst rijgedrag) en educatie, maar ook met monitoring van het rijgedrag.

Monitoren rijgedrag

Inmiddels zijn er diverse monitoringstoepassingen beschikbaar, waarbij loggingsapparatuur in het voertuig het rijgedrag (ten dele[5]) vastlegt. Het vastleggen van het rijgedrag gebeurt bijvoorbeeld ten behoeve van het vaststellen van de verzekeringspremie. Bij veilig geacht rijgedrag hoeft de

[5] Niet al het onveilige rijgedrag kan in het voertuig gemeten worden, tenzij zeer uitgebreide instrumentatie plaatsvindt, wat in de meeste gevallen onacceptabel is. Gemeten kan worden bijvoorbeeld of er te hard gereden wordt, of er hard geremd wordt, en (indirect) of er beter geanticipeerd wordt.

verzekerde dan minder premie te betalen. Of bijvoorbeeld ten behoeve van een game: de bestuurder probeert veiliger dan anderen te rijden, of probeert het eigen rijgedrag te verbeteren en krijgt daarover feedback van het systeem.

Incident Management

Als een ongeval al gebeurd is, kan incident management helpen om de gevolgen van een ongeval of van andere incidenten, zoals afgevallen ladingen of een gestrand voertuig, sneller af te handelen en de weg sneller vrij te maken. Hiermee kunnen secundaire ongevallen vermeden worden.

Wel of niet de files oplossen?

Slechts over één punt waren twee geïnterviewden het niet eens: of het nu wel of niet goed is om de files op te lossen. Enerzijds worden files als onveilige situaties beschouwd, omdat het verkeer plotseling te maken krijgt met langzaam rijdende of stilstaande voertuigen. Anderzijds zorgt de aanwezigheid van files er voor dat verkeer niet te hard kan rijden én dat het aantal voertuigkilometers langzamer toeneemt dan als de files worden bestreden door meer rijstrookkilometers aan te leggen. Files werden over het algemeen dus als gevaarlijk beschouwd, maar de vraag is of het oplossen ervan op lange termijn goed is voor de verkeersveiligheid, in termen van het aantal ongevallen en vooral het aantal slachtoffers.

Punten waar op gelet moet worden

Tijdens de interviews werd ook een aantal zorgen geuit. Die betroffen allereerst de hoeveelheid informatie die aan de bestuurder aangeboden wordt. Het gaat dan vooral om de in-carsystemen. Wordt geen *information overload* gecreëerd? Hoe zorgen we er voor dat boodschappen aan de bestuurder goed geprioriteerd worden, zodat de bestuurder niet teveel berichten tegelijk krijgt te verwerken (en daardoor wellicht afgeleid wordt en te lang zijn ogen van de weg heeft)?
Een ander zorgpunt is de geloofwaardigheid van maatregelen. Die dient goed getoetst te worden, want ongeloofwaardige maatregelen (of waarschuwingen) worden niet opgevolgd en wekken ook nogal eens irritatie op bij de weggebruikers.

4. Hoe nu verder?

Deze *challenge* naar de mogelijkheden om met verkeersmanagementmaatregelen en -services de verkeersveiligheid te verbeteren heeft een aantal zaken duidelijk gemaakt. Ten eerste, dat de relatie tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid niet zo maar gelegd wordt en dat het potentieel van verkeersmanagement in deze context beter belicht en in sommige gevallen verder onderzocht moet worden. Dat betreft niet alleen de traditionele wegkantsystemen die ingezet worden voor verkeersmanagement, maar ook de nieuwe (in-car) diensten en concepten die hierbij kunnen helpen. Zo wordt veel verwacht van een aantal C-ITS diensten en automatisch rijden. Maar ook MaaS, *Mobility as a Service*, kan ingericht worden met verkeersveiligheid in het achterhoofd. Ten tweede lijken op dit moment vooral doorstroming en duurzaamheid van het verkeers- en vervoersysteem aandacht te krijgen. Het verbeteren van de verkeersveiligheid ontbreekt nog wel eens bij de doelstellingen, of is alleen aanwezig in de vorm van een randvoorwaarde ('geen gevolgen voor de veiligheid'). Het is wenselijk dat expliciete doelstellingen met betrekking tot de veiligheid opgenomen worden, ook bij individuele maatregelen of overkoepelende programma's die vooral vanuit doorstroming (bereikbaarheid) of duurzaamheid ingestoken worden. Dan wordt het in ieder geval duidelijk als er mogelijk sprake is van een afweging tussen verkeersveiligheid en andere doelstellingen. Daarnaast is er meer aandacht nodig voor maatregelen en diensten die specifiek vanuit doelstellingen met betrekking tot veiligheid zijn ingestoken, opdat de stijgende trend van het aantal ongevallen en slachtoffers weer omgebogen wordt naar een dalende trend. Dit is een flinke uitdaging, gezien de toenemende drukte op de Nederlandse wegen, maar wel iets om naar te streven. Er zijn genoeg maatregelen en diensten te bedenken die hieraan een bijdrage kunnen leveren!

Samengevat komen we tot de volgende aanbevelingen:

- Gezien het ontbreken van een stevige relatie tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid is het goed een conceptueel model te ontwikkelen die de relaties tussen verkeersmanagement en verkeersveiligheid weergeeft en ook de relatie legt met beleid. Hierbij zouden de oplossingsrichtingen, zoals verwoord in de TrafficQuest publicatie "De toekomst van verkeersmanagement" [TrafficQuest, 2011] als leidraad kunnen dienen. De in hoofdstuk 3 genoemde mogelijkheden kunnen gekoppeld worden aan de oplossingsrichtingen, zodat aangrijpingspunten voor verbetering zichtbaar worden. Voorbeelden hiervan zijn:
  - Doorstroming verbeteren: door extra capaciteit of afremmen verkeer - zoals bij spookfiles of om een verkeersstroom met optimale, homogene snelheden te bewerkstelligen.
  - Verkeer optimaal over netwerk verdelen: bewegwijzering en navigatie optimaliseren, waarmee de routekeuze wordt beïnvloed, zodat onveilige routes minder gebruikt worden.
  - Instroom in een gebied beperken: doseren, of toegang weigeren, zodat onveilige delen van het netwerk minder gebruikt worden.
- We kunnen de potentie van allerlei maatregelen en diensten beter in kaart brengen en communiceren. Dit vereist een meer frequent contact tussen verkeersmanagement- en verkeersveiligheidsexperts. Er dient daarbij ook meer aandacht te zijn voor langzaam verkeer.

- Bij het ontwikkelen van nieuwe maatregelen en diensten kunnen we expliciete doelstellingen omtrent verkeersveiligheid hanteren. Dit is vooral een opgave voor ontwikkelaars en evaluatoren van verkeersmanagementmaatregelen en -diensten. Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid en het Manifest 'Verkeersveiligheid: een nationale prioriteit' kunnen hiervoor aanknopingspunten bieden, maar het is aan ieder project om dit te vertalen naar expliciete doelstellingen en om te evalueren of deze ook behaald (kunnen) worden.
- In-carsystemen komen langzaam maar zeker in steeds meer voertuigen beschikbaar. Het gebruik hiervan dient gestimuleerd te worden, gezien de mogelijkheden die ze bieden om de verkeersveiligheid positief te beïnvloeden. Bijvoorbeeld door ongevallen als gevolg van (onbewuste) snelheidsovertredingen of eenzijdige ongevallen vallen veel slachtoffers. Systemen als Intelligent Speed Adaptation en Lane Keeping Support kunnen dit soort ongevallen helpen voorkomen of minder ernstig maken. Tegelijkertijd dient goed bekeken te worden welke eventuele ongewenste/negatieve gevolgen het gebruik van in-carsystemen kan hebben (bijvoorbeeld nieuwe typen ongevallen door verkeerd gebruik van systemen), en moet er veel aandacht zijn voor goed HMI-ontwerp en de betrouwbaarheid van adviezen.
- Nederland heeft nog steeds goede en relatief veilige infrastructuur. Maar er is op diverse plekken nog verbetering nodig, en waardering voor en onderhoud van wat al beschikbaar is. Daar hoort ook een gedegen inwinning en analyse van ongevalsgegevens bij, omdat die kunnen leiden tot nieuwe inzichten in waar verkeersonveiligheid vandaan komt. Die biedt weer aanknopingspunten voor nieuwe oplossingen.
- Opmerkelijk is dat prijsmaatregelen niet genoemd zijn. Bij verkeersmanagement denkt men ook niet direct aan prijsmaatregelen, maar sommige vormen ervan hebben wel degelijk invloed op routekeuze en daarmee potentieel ook op de verkeersveiligheid, bijvoorbeeld als een prijsmaatregel geldt voor alleen het hoofdwegennet. Verkeer zou dan kunnen uitwijken naar het relatief onveilige onderliggende wegennet.

Literatuur

Asselin-Miller, N. & M. Biedka (2015). *Study on the Deployment of C-ITS in Europe.* Summary Report, DG-MOVE, November 2015.

Beemster, F., I. Wilmink & H. Taale (2017). *Vervanging wegkantsystemen door in-carsystemen – een quick scan analyse*. TrafficQuest, 12 september 2017. Beschikbaar @ http://traffic-quest.nl/images/stories/documents/Challenges/verslag_challenge_wegkantsystemen_v1.0.pdf

Connecting Mobility (2017). ADAS: from owner to user - Insights in the conditions for a break-through of Advanced Driver Assistance Systems. Report, November 2017. Beschikbaar @ https://connectingmobility.nl/Nieuws/911726.aspx.

Jinlin, W.m C. Xi, Z. Kefa, W. Wei & Z. Dan (2009). *Application of spatial data mining in accident analysis system*. In: Proceedings of the 2008 International Workshop on Education Technology and Training and 2008 International Workshop on Geoscience and Remote Sensing, ETT and GRS 2008.

Kroon, E.C.M. et al. (2016). *Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services*. DITCM, 31 augustus 2016, beschikbaar @ http://www.smartmobilitycommunity.eu/sites/default/files/Human%20factor%20guidelines%20for%20the%20design%20of%20safe%20in-car%20traffic%20information%20services_31082016.pdf

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018). Factsheet Slimme voertuigen - Cijfers veiligheids- en comfortsystemen wagenpark 2016. Januari 2018.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2017). *Beleidsdoorlichting Wegen en verkeersveiligheid*. Brief van de Minister aan de Tweede Kamer, 22 december 2017.

RWS (2015). *Veilig over Rijkswegen 2015*. Deel A: Verkeersveiligheid landelijk beeld. Rijkswaterstaat, Dienst: Water Verkeer en Leefomgeving, 13 juli 2017.

SWOV (2014). *Soms moet er iets gebeuren voor er iets gebeurt*. Den Haag, SWOV, 2014, Rapportnummer R-2014-37A. Beschikbaar @ https://www.swov.nl/publicatie/soms-moet-er-iets-gebeuren-voor-er-iets-gebeurt

SWOV (2017). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland*. SWOV-factsheet, Den Haag, december 2017. Beschikbaar @ https://www.swov.nl/feiten-cijfers/factsheet/ernstig-verkeersgewonden-nederland

SWOV (2018a). *Verkeersdoden in Nederland*. SWOV-Factsheet, april 2018. Den Haag, SWOV. Beschikbaar @ https://www.swov.nl/feiten-cijfers/factsheet/verkeersdoden-nederland

SWOV (2018b). DV3 – Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030 – Principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem. Den Haag, SWOV, 2018, beschikbaar @ https://duurzaamveiligwegverkeer.nl/

Taale H. & H. Schuurman (2015). *Effecten van benutting in Nederland - Een overzicht van 190 praktijkevaluaties*. Delft, TrafficQuest, versie 3.3, 8 mei 2015, beschikbaar @ file://tsn.tno.nl/data/Projects/060/3/30517/Werkdocumenten/Literatuuronderzoek/effecten_benutting_v3.3.pdf

Taale H., I. Wilmink & H. Schuurman (2016). *Effecten van C-ITS op veiligheid*. TrafficQuest memo, 6 april 2016, beschikbaar @ http://traffic-quest.nl/images/stories/documents/TQ_memo_-_Effecten_C-ITS_op_veiligheid_-_20160406.pdf

TrafficQuest (21011). *De toekomst van verkeersmanagement*, Delft, 2011. Beschikbaar @ https://traffic-quest.nl/images/stories/documents/State_of_the_Art/toekomst_van_vm.pdf.

TrafficQuest (2017). *Verkeer in Nederland*. Rijswijk, juli 2017. Beschikbaar @ http://traffic-quest.nl/images/stories/documents/Jaarbericht/verkeer_in_nederland_2017.pdf

Wilmink, I., K. Malone, A. Soekroella en H. Schuurman (2014). *Coöperatieve systemen & Automatisch rijden*. State-of-the-Art achtergronddocument, TrafficQuest, november 2014. Beschikbaar @ http://traffic-quest.nl/images/stories/documents/State_of_the_Art/3.3_coperatieve_systemen_automatisch_rijden_sota_achtergrond_rapport_v2.0.pdf

Bijlage 1: Geïnterviewden

De volgende personen bedanken wij omdat zij tijd maakten voor een interview (namen in volgorde van datum waarop ze geïnterviewd zijn):

- Pieter van Vliet, coördinerend specialistisch adviseur Veiligheid en trekker van het hoofdkennisveld Veiligheid bij Rijkswaterstaat;
- Bert van Wee, hoogleraar Transportbeleid aan de TU Delft (Faculteit Techniek, Bestuur en Management) en wetenschappelijk directeur van de TRAIL Research School;
- Ger Lulofs en Robert Kooijman, Gemeente Rotterdam, respectievelijk coördinator verkeersveiligheid en specialist verkeersmanagement;
- Govert Schermers, senior onderzoeker en projectmanager weginfrastructuur en -ontwerp bij de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV);
- Marieke Martens, hoogleraar ITS en human factors aan de Universiteit Twente, en senior scientist bij TNO;
- Rob Eenink, hoofd van de afdeling Gedrag & ITS bij de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV).